



Segurança com eletricidade
**MEDIDAS DE
CONTROLE DO RISCO ELÉTRICO**

DEENERGIZAÇÃO
ATERRAMENTO FUNCIONAL (TN / TT / IT); DE PROTEÇÃO, TEMPORÁRIO
EQUIPOTENCIALIZAÇÃO
SECCIONAMENTO AUTOMÁTICO DA ALIMENTAÇÃO
DISPOSITIVOS A CORRENTE DE FUGA
EXTRA BAIXA TENSÃO: SELV E PELV
BARREIRAS E INVÓLUCROS
BLOQUEIOS E IMPEDIMENTOS
OBSTÁCULOS E ANTEPAROS
ISOLAMENTO DAS PARTES VIVAS
ISOLAÇÃO DUPLA OU REFORÇADA
COLOCAÇÃO FORA DE ALCANCE
SEPARAÇÃO ELÉTRICA

DESENERGIZAÇÃO

A desenergização é um conjunto de ações coordenadas, sequenciadas e controladas, destinadas a garantir a efetiva ausência de tensão no circuito, trecho ou ponto de trabalho, durante todo o tempo de intervenção e sob controle dos trabalhadores envolvidos.

Somente serão consideradas desenergizadas as instalações elétricas liberadas para trabalho, mediante os procedimentos apropriados e obedecida a sequência a seguir:

Seccionamento

É o ato de promover a descontinuidade elétrica total, com afastamento adequado entre um circuito ou dispositivo e outro, obtida mediante o acionamento de dispositivo apropriado (chave seccionadora, interruptor, disjuntor), acionado por meios manuais ou automáticos, ou ainda através de ferramental apropriado e segundo procedimentos específicos.

Impedimento de reenergização

É o estabelecimento de condições que impedem, de modo reconhecidamente garantido, a reenergização do circuito ou equipamento desenergizado, assegurando ao trabalhador o controle do seccionamento. Na prática trata-se da aplicação de travamentos mecânicos, por meio de fechaduras, cadeados e dispositivos auxiliares de travamento ou com sistemas informatizados equivalentes.

Deve-se utilizar um sistema de travamento do dispositivo de seccionamento, para o quadro, painel ou caixa de energia elétrica e garantir o efetivo impedimento de reenergização involuntária ou acidental do circuito ou equipamento durante a execução da atividade que originou o seccionamento. Deve-se também fixar placas de sinalização alertando sobre a proibição da ligação da chave e indicando que o circuito está em manutenção.

O risco de energizar inadvertidamente o circuito é grande em atividades que envolvam equipes diferentes, onde mais de um empregado estiver trabalhando. Nesse caso a eliminação do risco é obtida pelo emprego de tantos bloqueios quantos forem necessários para execução da atividade.

Dessa forma, o circuito será novamente energizado quando o último empregado concluir seu serviço e destravar os bloqueios. Após a conclusão dos serviços deverão ser adotados os procedimentos de liberação específicos.

A desenergização de circuito ou mesmo de todos os circuitos numa instalação deve ser sempre programada e amplamente divulgada para que a interrupção da energia elétrica reduza os transtornos e a possibilidade de acidentes. A reenergização deverá ser autorizada mediante a divulgação a todos os envolvidos.

Constatação da ausência de tensão

É a verificação da efetiva ausência de tensão nos condutores do circuito elétrico. Deve ser feita com detectores testados antes e após a verificação da ausência de tensão, sendo realizada por contato ou por aproximação e de acordo com procedimentos específicos.

Instalação de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos

Constatada a inexistência de tensão, um condutor do conjunto de aterramento temporário deverá ser ligado a uma haste conectada à terra. Na sequência, deverão ser conectadas as garras de aterramento aos condutores fase, previamente desligados.

OBS.: Trabalhar entre dois pontos devidamente aterrados.

Proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada

Define-se zona controlada como, área em torno da parte condutora energizada, segregada, acessível, de dimensões estabelecidas de acordo com nível de tensão, cuja aproximação só é permitida a profissionais autorizados, como disposto no anexo II da Norma Regulamentadora Nº10. Podendo ser feito com anteparos, dupla isolação invólucros, etc.

Instalação da sinalização de impedimento de reenergização

Deverá ser adotada sinalização adequada de segurança, destinada à advertência e à identificação da razão de desenergização e informações do responsável.

Os cartões, avisos, placas ou etiquetas de sinalização do travamento ou bloqueio devem ser claros e adequadamente fixados. No caso de método alternativo, procedimentos específicos deverão assegurar a comunicação da condição impeditiva de energização a todos os possíveis usuários do sistema.

Somente após a conclusão dos serviços e verificação de ausência de anormalidades, o trabalhador providenciará a retirada de ferramentas, equipamentos e utensílios e por fim o dispositivo individual de travamento e etiqueta correspondente.

Os responsáveis pelos serviços, após inspeção geral e certificação da retirada de todos os travamentos, cartões e bloqueios, providenciará a remoção dos conjuntos de aterramento, e adotará os procedimentos de liberação do sistema elétrico para operação.

A retirada dos conjuntos de aterramento temporário deverá ocorrer em ordem inversa à de sua instalação.

Os serviços a serem executados em instalações elétricas desenergizadas, mas com possibilidade de energização, por qualquer meio ou razão, devem atender ao que estabelece o disposto no item 10.6. da NR 10, que diz respeito a segurança em instalações elétricas desenergizadas.

ATERRAMENTO FUNCIONAL (TN / TT / IT); DE PROTEÇÃO, TEMPORÁRIO.

Aterramento

Definição

Ligação intencional à terra através da qual correntes elétricas podem fluir.

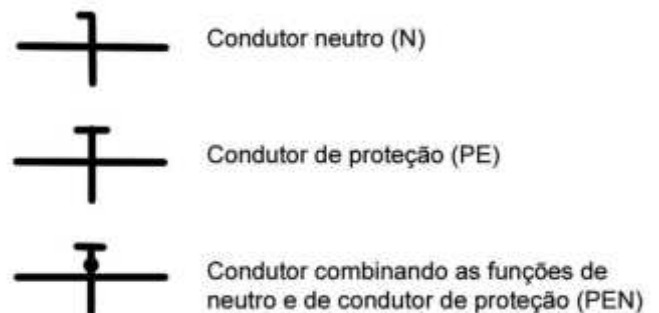
O aterramento pode ser:

- **Funcional:** ligação através de um dos condutores do sistema neutro.
- **Proteção:** ligação à terra das massas e dos elementos condutores estranhos à instalação.
- **Temporário:** ligação elétrica efetiva com baixa impedância intencional à terra, destinada a garantir a equipotencialidade e mantida continuamente durante a intervenção na instalação elétrica.

Esquema de aterramento

Conforme a NBR-5410/2004 são considerados os esquemas de aterramento TN / TT / IT, cabendo as seguintes observações sobre as ilustrações e símbolos utilizados:

- A. As figuras na sequência, que ilustram os esquemas de aterramento, devem ser interpretadas de forma genérica. Elas utilizam como exemplo sistemas trifásicos. As massas indicadas não simbolizam um único, mas sim qualquer número de equipamentos elétricos. Além disso, as figuras não devem ser vistas com conotação espacial restrita. Deve-se notar, neste particular, que como uma mesma instalação pode eventualmente abranger mais de uma edificação, as massas devem necessariamente compartilhar o mesmo eletrodo de aterramento, se pertencentes a uma mesma edificação, mas podem, em princípio, estar ligadas a eletrodos de aterramento distintos, se situadas em diferentes edificações, com cada grupo de massas associado ao eletrodo de aterramento da edificação respectiva. Nas figuras são utilizados os seguintes símbolos:



- B. Na classificação dos esquemas de aterramento é utilizada a seguinte simbologia:

primeira letra — Situação da alimentação em relação à terra:

- T = um ponto diretamente aterrado;
- I = isolamento de todas as partes vivas em relação à terra ou aterramento de um ponto através de impedância;

segunda letra — Situação das massas da instalação elétrica em relação à terra:

- T = massas diretamente aterradas, independentemente do aterramento eventual de um ponto da alimentação;
- N = massas ligadas ao ponto da alimentação aterrado (em corrente alternada, o ponto aterrado é normalmente o ponto neutro);

outras letras (eventuais) — Disposição do condutor neutro e do condutor de proteção:

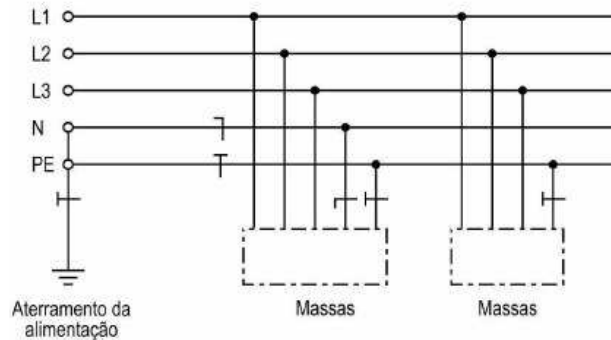
- S = funções de neutro e de proteção asseguradas por condutores distintos;
- C = funções de neutro e de proteção combinadas em um único condutor (condutor PEN).

Esquema TN

O esquema TN possui um ponto da alimentação diretamente aterrado, sendo as massas ligadas a esse ponto através de condutores de proteção. São consideradas três variantes de esquema TN, de acordo com a disposição do condutor neutro e do condutor de proteção, a saber:

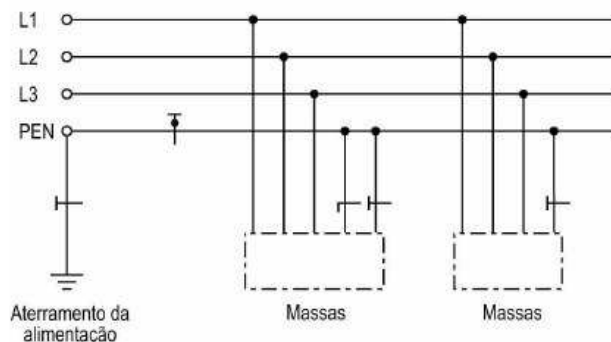
- A.** Esquema TN-S, no qual o condutor neutro e o condutor de proteção são distintos, figura ao lado;

ESQUEMA TN-S



- B.** Esquema TN-C, no qual as funções de neutro e de proteção são combinadas em um único condutor, na totalidade do esquema, figura abaixo;

ESQUEMA TN-C

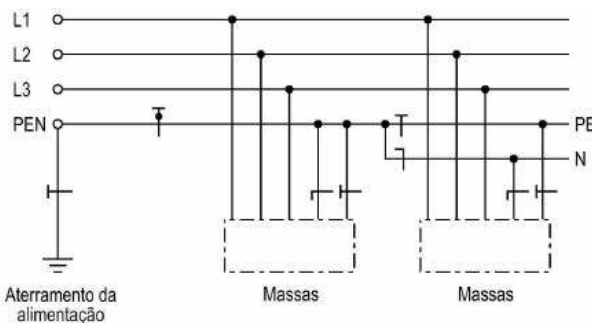


em

NOTA: As funções de neutro e de condutor de proteção são combinadas num único condutor, na totalidade do esquema.

C. Esquema TN-C-S, em parte do qual as funções de neutro e de proteção são combinadas em um único condutor, figura ao lado;

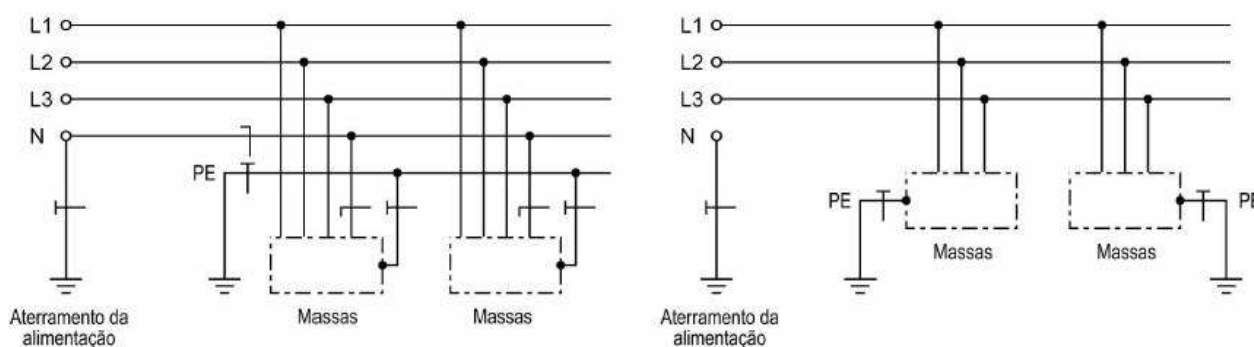
ESQUEMA TN-C-S



NOTA: As funções de neutro e de condutor de proteção são combinadas num único condutor em parte dos esquemas.

Esquema TT

O esquema TT possui um ponto da alimentação diretamente aterrado, estando as massas da instalação ligadas a eletrodo(s) de aterramento eletricamente distinto(s) do eletrodo de aterramento da alimentação, figura abaixo.

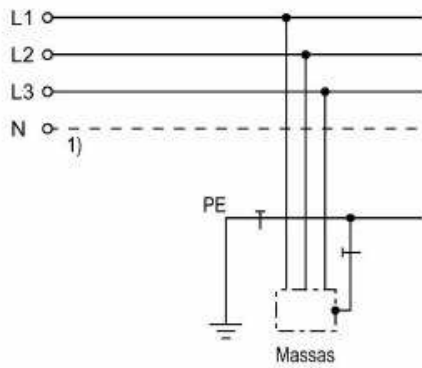


ESQUEMA TT

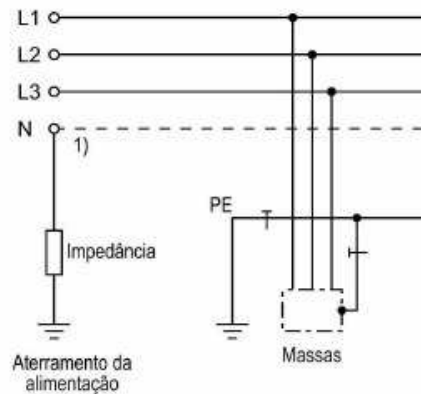
Esquema IT

No esquema IT todas as partes vivas são isoladas da terra ou um ponto da alimentação é aterrado através de impedância, figura abaixo. As massas da instalação são aterradas, verificando-se as seguintes possibilidades:

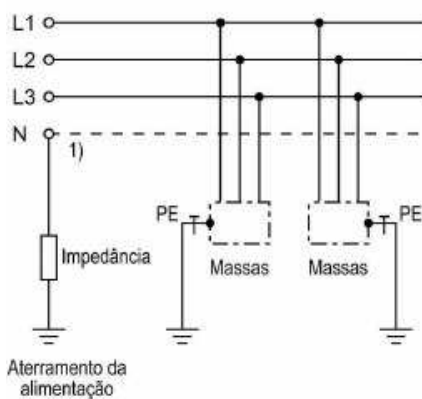
- massas aterradas no mesmo eletrodo de aterramento da alimentação, se existente;
- massas aterradas em eletrodo(s) de aterramento próprio(s), seja porque não há eletrodo de aterramento da alimentação, seja porque o eletrodo de aterramento das massas é independente do eletrodo de aterramento da alimentação



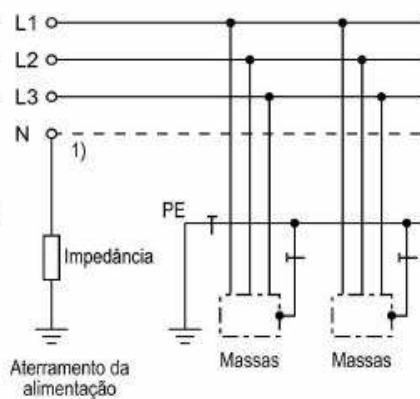
A



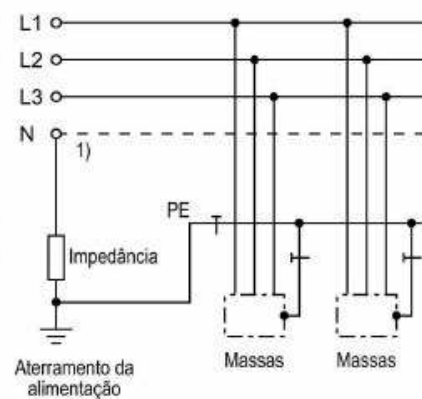
B



B.1



B.2



B.3

1. O neutro pode ser ou não distribuído;
- A = sem aterramento da alimentação;
- B = alimentação aterrada através de impedância;
- B.1 = massas aterradas em eletrodos separados e independentes do eletrodo de aterramento da alimentação;
- B.2 = massas coletivamente aterradas em eletrodo independente do eletrodo de aterramento da alimentação;
- B.3 = massas coletivamente aterradas no mesmo eletrodo da alimentação.

ESQUEMA IT

Aterramento temporário

O aterramento elétrico de uma instalação tem por função evitar acidentes gerados pela energização acidental da rede, propiciando rápida atuação do sistema automático de seccionamento ou proteção. Também tem o objetivo de promover proteção aos trabalhadores contra descargas atmosféricas que possam interagir ao longo do circuito em intervenção.

Esse procedimento deverá ser adotado a montante (antes) e a jusante (depois) do ponto de intervenção do circuito e derivações se houver, salvo quando a intervenção ocorrer no final do trecho. Deve ser retirado ao final dos serviços.

A energização acidental pode ser causada por:

- Erros na manobra;
- Fechamento de chave seccionadora;

- Contato acidental com outros circuitos energizados, situados ao longo do circuito;
- Tensões induzidas por linhas adjacentes ou que cruzam a rede;
- Fontes de alimentação de terceiros (geradores);
- Linhas de distribuição para operações de manutenção e instalação e colocação de transformador;
- Torres e cabos de transmissão nas operações de construção de linhas de transmissão;
- Linhas de transmissão nas operações de substituição de torres ou manutenção de componentes da linha;
- Descargas atmosféricas.

Para cada classe de tensão existe um tipo de aterramento temporário. O mais usado em trabalhos de manutenção ou instalação nas linhas de distribuição é um conjunto ou 'Kit' padrão composto pelos seguintes elementos:

- vara ou bastão de manobra em material isolante, com cabeçotes de manobra;
- grampos condutores – para conexão do conjunto de aterramento com os condutores e a terra;
- trapézio de suspensão - para elevação do conjunto de grampos à linha e conexão dos cabos de interligação das fases, de material leve e bom condutor, permitindo perfeita conexão elétrica e mecânica dos cabos de interligação das fases e descida para terra;
- grampos – para conexão aos condutores e ao ponto de terra;
- cabos de aterramento de cobre, extra flexível e isolado;
- trado ou haste de aterramento – para ligação do conjunto de aterramento com o solo, deve ser dimensionado para propiciar baixa resistência de terra e boa área de contato com o solo.

Nas subestações, por ocasião da manutenção dos componentes, se conecta os componentes do aterramento temporário à malha de aterramento fixa, já existente.

EQUIPOTENCIALIZAÇÃO

É o procedimento que consiste na interligação de elementos especificados, visando obter a equipotencialidade necessária para os fins desejados.

Todas as massas de uma instalação devem estar ligadas a condutores de proteção.

Em cada edificação deve ser realizada uma equipotencialização principal, em condições especificadas, e tantas equipotencializações suplementares quantas forem necessárias.

Todas as massas da instalação situadas em uma mesma edificação devem estar vinculadas à equipotencialização principal da edificação e, dessa forma, a um mesmo e único eletrodo de aterramento. Isso sem prejuízo de equipotencializações adicionais que se façam necessárias, para fins de proteção contra choques e/ou de compatibilidade eletromagnética.

Massas simultaneamente acessíveis devem estar vinculadas a um mesmo eletrodo de aterramento, sem prejuízo de equipotencializações adicionais que se façam necessárias, para fins de proteção contra choques e/ou de compatibilidade eletromagnética.

Massas protegidas contra choques elétricos por um mesmo dispositivo, dentro das regras da proteção por seccionamento automático da alimentação, devem estar vinculadas a um mesmo eletrodo de aterramento, sem prejuízo de equipotencializações adicionais que se façam necessárias, para fins de proteção contra choques e/ou de compatibilidade eletromagnética.

Todo circuito deve dispor de condutor de proteção, em toda sua extensão.

NOTA

Um condutor de proteção pode ser comum a mais de um circuito, observado o disposto no item 6.4.3.1.5. da NBR 5410/2004, um condutor de proteção pode ser comum a dois ou mais circuitos, desde que esteja instalado no mesmo conduto que os respectivos condutores de fase e sua seção seja dimensionada para a mais severa corrente de falta presumida e o mais longo tempo de atuação do dispositivo de seccionamento automático verificados nesses circuitos; ou em função da maior seção do condutor da fase desses circuitos conforme tabela abaixo.

Admite-se que os seguintes elementos sejam excluídos das equipotencializações:

- A.** suportes metálicos de isoladores de linhas aéreas fixados à edificação que estiverem fora da zona de alcance normal;
- B.** postes de concreto armado em que a armadura não é acessível;
- C.** massas que, por suas reduzidas dimensões (até aproximadamente 50 mm x 50 mm) ou por sua disposição, não possam ser agarradas ou estabelecer contato significativo com parte do corpo humano, desde que a ligação a um condutor de proteção seja difícil ou pouco confiável.

SECCIONAMENTO AUTOMÁTICO DA ALIMENTAÇÃO

O princípio do seccionamento automático da alimentação, sua relação com os diferentes esquemas de aterramento e aspectos gerais referentes à sua aplicação e as condições em que se torna necessária proteção adicional.

O seccionamento automático possui um dispositivo de proteção que deverá seccionar automaticamente a alimentação do circuito ou equipamento por ele protegido sempre que uma falta (contato entre parte viva e massa, entre parte viva e condutor de proteção e ainda entre partes vivas) no circuito ou equipamento der origem a uma corrente superior ao valor ajustado no dispositivo de proteção, levando-se em conta o tempo de exposição à tensão de contato. Cabe salientar que estas medidas de proteção requer a coordenação entre o esquema de aterramento adotado e as características dos condutores e dispositivos de proteção.

O seccionamento automático é de suma importância em relação a:

- proteção de contatos diretos e indiretos de pessoas e animais;
- proteção do sistema com altas temperaturas e arcos elétricos;
- quando as correntes ultrapassarem os valores estabelecidos para o circuito;
- proteção contra correntes de curto-circuito;
- proteção contra sobre tensões.

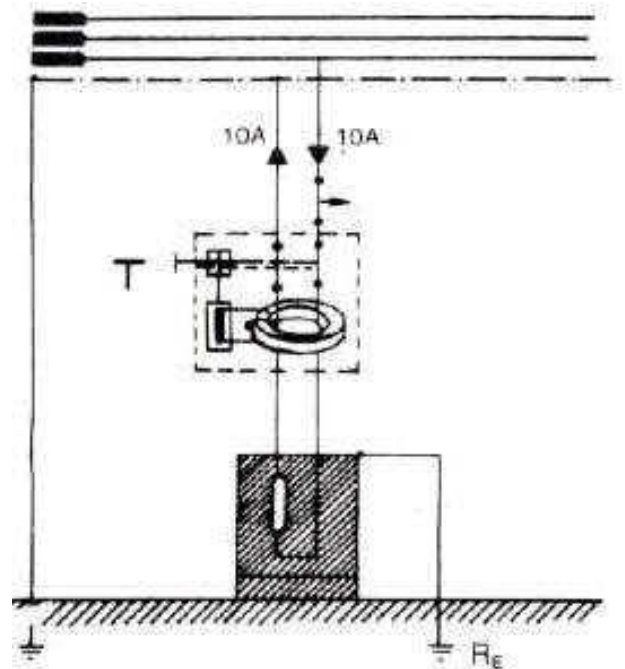
DISPOSITIVOS A CORRENTE DE FUGA

Dispositivo de proteção operado por corrente

Esse dispositivo tem por finalidade desligar da rede de fornecimento de energia elétrica, o equipamento ou instalação que ele protege, na ocorrência de uma corrente de fuga que exceda determinado valor, sua atuação deve ser rápida, menor do que 0,2 segundos (Ex.: DDR), e deve desligar da rede de fornecimento de energia o equipamento ou instalação elétrica que protege.

É necessário que tanto o dispositivo quanto o equipamento ou instalação elétrica estejam ligados a um sistema de terra. O dispositivo é constituído por um transformador de corrente, um disparador e o mecanismo liga-desliga. Todos os condutores necessários para levar a corrente ao equipamento, inclusive o condutor terra, passam pelo transformador de corrente. Este transformador de corrente é que detecta o aparecimento da corrente de fuga. Numa instalação sem defeitos, a somatória das correntes no primário do transformador de corrente é nula, conforme mostra a figura ao lado.

Esquema de ligações do dispositivo de proteção - DDR



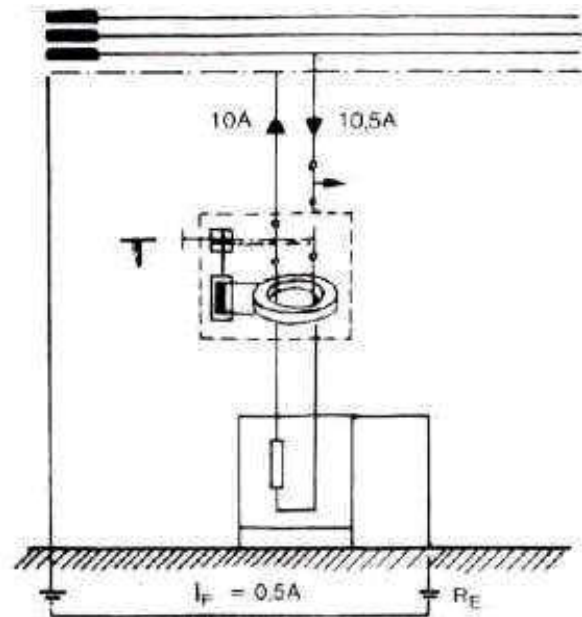
Em caso de uma fuga de corrente à terra, como é mostrado na figura abaixo a somatória das correntes no primário do transformador de corrente passa a ser diferente de zero, induzindo, desta forma, uma tensão no secundário que está alimentando o disparador e que, num tempo inferior a 0,2 segundos, acionará o interruptor.

*Não balanceamento devido à corrente de fuga -
DDR*

Os dispositivos fabricados normalmente têm capacidade de interromper o fornecimento de energia elétrica a equipamentos ou a circuitos elétricos que operem com correntes até 160 A. A sensibilidade exigida do dispositivo, para detectar correntes de fuga, dependerá das características do circuito onde será instalado (relés de sobre corrente de fase e neutro, relés de alta impedância, etc).

A tabela abaixo apresenta a sensibilidade de vários dispositivos de proteção para diversas capacidades de interrupção de corrente.

Valores das correntes de fuga detectados pelos vários tipos de dispositivo de proteção.



Corrente Nominal (A)	Corrente Nominal de fuga (m A)
40	30
63	30
40	500
100	500
160	500

O valor requerido da resistência de terra nos sistemas de aterramento elétrico, a fim de que tais dispositivos operem, é bem pequeno. Admitindo que a máxima tensão de contato permitida seja de 50 volts, temos, para as várias sensibilidades de corrente de fuga dada na tabela acima, os seguintes valores requeridos de resistência de terra:

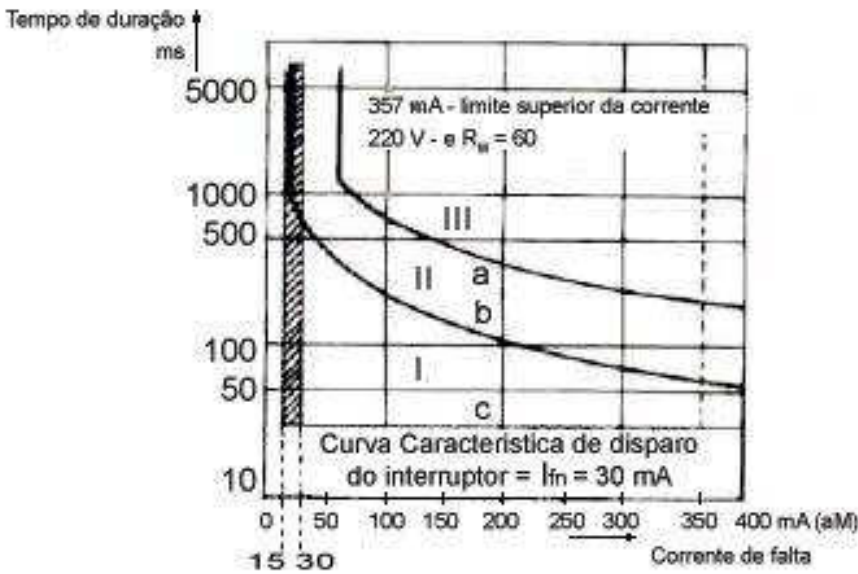
A figura a seguir apresenta a curva característica de disparo do dispositivo DDR com sensibilidade para 30 mA. As curvas "a" e "b", no gráfico, limitam as faixas de correntes perigosas para o ser humano. Temos, então, a formação de três regiões:

Região I - Os valores de corrente de fuga versus tempo de circulação pelo corpo não têm influência no ritmo cardíaco e no sistema nervoso;

Região II - A intensidade de corrente é insuportável, inconveniente, passando de 50 m A aproximadamente;

Região III – Além de causar inconveniência, causam a fibrilação ventricular, podendo levar a morte. Observamos, portanto, que a curva característica do dispositivo fica situada totalmente fora da Região III, que é a região perigosa, e que a atuação é extremamente rápida, menor do que 30 ms.

A faixa hachurada existente entre 15 e 30 mA, identifica a faixa de corrente em que o dispositivo deverá operar.



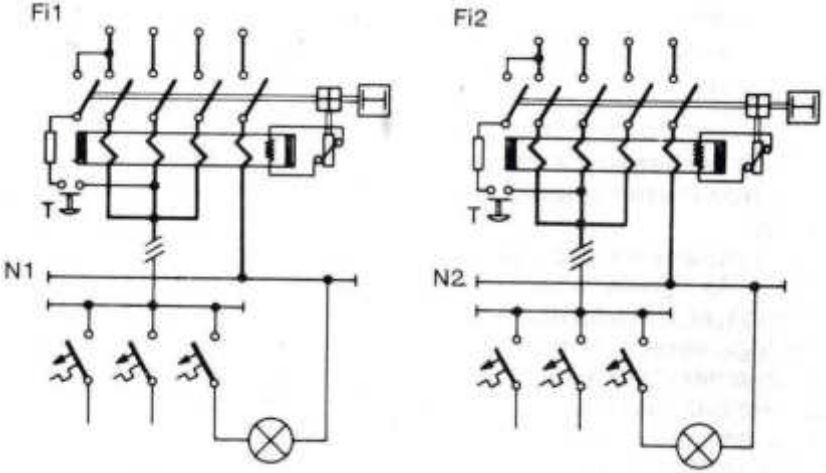
Curva característica de disparo do dispositivo de corrente fuga DDR = 30mA

Como observamos, o dispositivo para detecção da corrente de fuga de 30 mA, não somente desliga com a ocorrência de contato com as partes condutoras do aparelho, não pertencentes aos seus circuitos elétricos, ligados à terra, como também oferece uma proteção a pessoas em caso de contato involuntário com partes condutoras pertencentes aos circuitos elétricos dos aparelhos, ou mesmo, em caso de alguma pessoa tocar um aparelho com falha de isolamento.

Os dispositivos também apresentam em sua construção um elemento que permite que os mesmos sejam testados de tal modo que podem certificar-nos de que se encontram dentro das especificações de operação.

A limitação no emprego de tais dispositivos reside no fato de que não podem ser empregados para proteger instalações ou equipamentos elétricos, que apresentem, sob condições normais de operação, correntes de fuga de valor superior aquele de operação do dispositivo, como ocorre com equipamentos, tais como, aquecedores elétricos de água (chuveiros, torneiras de água quente, etc.).

Para aplicação de dois ou mais destes dispositivos numa dada instalação elétrica, é necessário que cada um disponha de um barramento neutro independente, do contrário, um interferirá no funcionamento do outro.



Esquema de ligações quando se empregam dois dispositivos DDR

É oportuno ressaltar que o dispositivo não protegerá contra os riscos de choque elétrico uma pessoa que tocar simultaneamente dois condutores, pois neste caso as correntes permanecem equilibradas no primário do transformador, e nenhuma tensão será induzida no seu secundário.

O dispositivo oferece não somente uma proteção contra os riscos do choque elétrico, mas também contra os riscos de incêndios causados por falhas de isolamento dos condutores.

EXTRA BAIXA TENSÃO: SELV E PELV

Defini-se como:

- A.** SELV (do inglês “separated extra-low voltage”): Sistema de extra baixa tensão que é eletricamente separada da terra de outros sistemas e de tal modo que a ocorrência de uma única falta não resulta em risco de choque elétrico.
- B.** PELV (do inglês “protected extra-low voltage”): Sistema de extra baixa tensão que não é eletricamente separado da terra mas que preenche, de modo equivalente, todos os requisitos de um SELV.

Os circuitos SELV não têm qualquer ponto aterrado nem massas aterradas. Os circuitos PELV podem ser aterrados ou ter massas aterradas.

Dependendo da tensão nominal do sistema SELV ou PELV e das condições de uso, a proteção básica é proporcionada por:

- Limitação da tensão; ou
- Isolação básica ou uso de barreiras ou invólucros;
- Condições ambientais e construtivas em o equipamento está inserido.

Assim, as partes vivas de um sistema SELV ou PELV não precisam necessariamente ser inacessíveis, podendo dispensar isolamento básica, barreira ou invólucro, no entanto para atendimento a este item deve atender as exigências mínimas da norma NBR 5410/2004.

BARREIRAS E INVÓLUCROS

São dispositivos que impedem qualquer contato com partes energizadas das instalações elétricas. São componentes que visam impedir que pessoas ou animais toquem acidentalmente as partes energizadas, garantindo assim que as pessoas sejam advertidas de que as partes acessíveis através das aberturas estão energizadas e não devem ser tocadas.

As barreiras terão que ser robustas, fixadas de forma segura e tenham durabilidade, tendo como fator de referência o ambiente em que está inserido. Só poderão ser retirados com chaves ou ferramentas apropriadas e também como predisposição uma segunda barreira ou isolamento que não possa ser retirada sem ajuda de chaves ou ferramentas apropriadas.

Ex.: Telas de proteção com parafusos de fixação e tampas de painéis, etc.

O uso de barreiras ou invólucros, como meio de proteção básica, destina-se a impedir qualquer contato com partes vivas.

As partes vivas devem ser confinadas no interior de invólucros ou atrás de barreiras que garantam grau de proteção.

Quando o invólucro ou barreira compreender superfícies superiores, horizontais, que sejam diretamente acessíveis, elas devem garantir grau de proteção mínimo.

BLOQUEIOS E IMPEDIMENTOS

Bloqueio é a ação destinada a manter, por meios mecânicos um dispositivo de manobra fixo numa determinada posição, de forma a impedir uma ação não autorizada, em geral utilizam cadeados.

Dispositivos de bloqueio são aqueles que impedem o acionamento ou religamento de dispositivos de manobra. (chaves, interruptores), É importante que tais dispositivos possibilitem mais de um bloqueio, ou seja, a inserção de mais de um cadeado, por exemplo, para trabalhos simultâneos de mais de uma equipe de manutenção.

Toda ação de bloqueio deve estar acompanhada de etiqueta de sinalização, com o nome do profissional responsável, data, setor de trabalho e forma de comunicação.

As empresas devem possuir procedimentos padronizados do sistema de bloqueio, documentado e de conhecimento de todos os trabalhadores, além de etiquetas, formulários e ordens documentais próprias.

Cuidado especial deve ser dado ao termo “Bloqueio”, que no SEP (Sistema Elétrico de Potência) também consiste na ação de impedimento de religamento automático do equipamento de proteção do circuito, sistema ou equipamento elétrico. Isto é, quando há algum problema na rede, devido a acidentes ou disfunções, existem equipamentos destinados ao religamento automático dos circuitos, que religam automaticamente tantas vezes quanto estiver programado e, conseqüentemente, podem colocar em perigo os trabalhadores.

Quando se trabalha em linha viva, é obrigatório o bloqueio deste equipamento, pois se eventualmente houver algum acidente ou um contato ou uma descarga indesejada o circuito se desliga através da abertura do equipamento de proteção, desenergizando-o e não religando automaticamente.

Essa ação é também denominada “bloqueio” do sistema de religamento automático e possui um procedimento especial para sua execução.

OBSTÁCULOS E ANTEPAROS

Os obstáculos são destinados a impedir o contato involuntário com partes vivas, mas não o contato que pode resultar de uma ação deliberada e voluntária de ignorar ou contornar o obstáculo.

Os obstáculos devem impedir:

- A. Uma aproximação física não intencional das partes energizadas;
- B. Contatos não intencionais com partes energizadas durante atuações sobre o equipamento, estando o equipamento em serviço normal.

Os obstáculos podem ser removíveis sem auxílio de ferramenta ou chave, mas devem ser fixados de forma a impedir qualquer remoção involuntária.

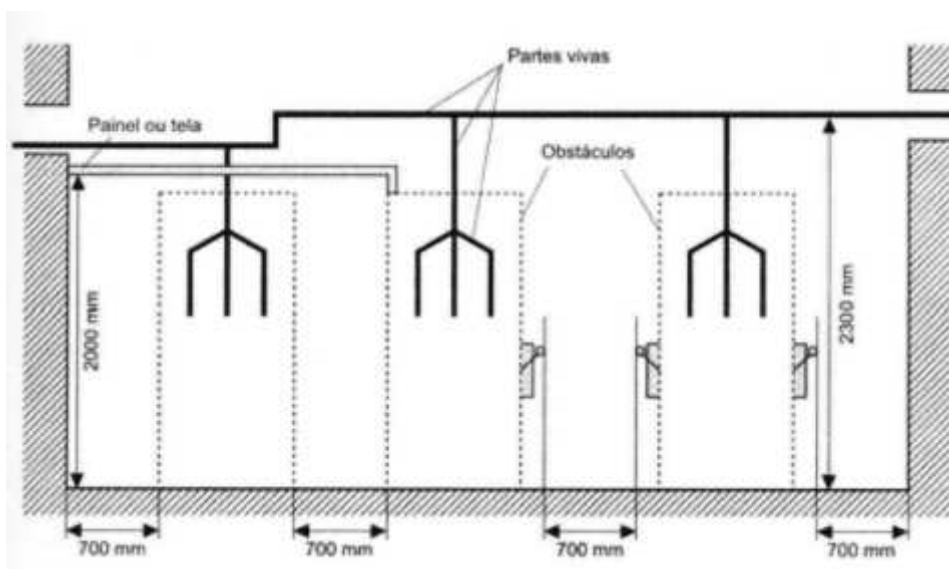
As distâncias mínimas a serem observadas nas passagens destinadas à operação e/ou manutenção são aquelas indicadas na tabela abaixo e ilustradas na figura.

Em circunstâncias particulares, pode ser desejável a adoção de valores maiores, visando a segurança.

Distâncias mínimas a serem obedecidas nas passagens destinadas à operação e/ou manutenção quando for assegurada proteção parcial por meio de obstáculos

Situação	Distância
1. Distância entre obstáculos, entre manípulos de dispositivos elétricos (punhos, volantes, alavancas etc.), entre obstáculos e parede ou entre manípulos e parede	700 mm
2. Altura da passagem sob tela ou painel	2.000 mm

NOTA: As distâncias indicadas são válidas considerando-se todas as partes dos painéis devidamente montadas e fechadas



Passagens com proteção parcial por meio de obstáculos.

ISOLAMENTO DAS PARTES VIVAS

São elementos construídos com materiais dielétricos (não condutores de eletricidade) que têm por objetivo isolar condutores ou outras partes da estrutura que esta energizadas, para que os serviços possam ser executados com efetivo controle dos riscos pelo trabalhador.

O isolamento deve ser compatível com os níveis de tensão do serviço.

Esses dispositivos devem ser bem acondicionados para evitar acúmulo de sujeira e umidade, que comprometam a isolação e possam torná-los condutivos. Também devem ser inspecionados a cada uso e serem submetidos a testes elétricos anualmente.

Exemplos:

- Coberturas circular isolante (em geral são de polietileno, polipropileno e polidracon);
- Mantas ou lençol de isolante;
- Tapetes isolantes;
- Coberturas isolantes para dispositivos específicos (Ex. postes).

ISOLAÇÃO DUPLA OU REFORÇADA

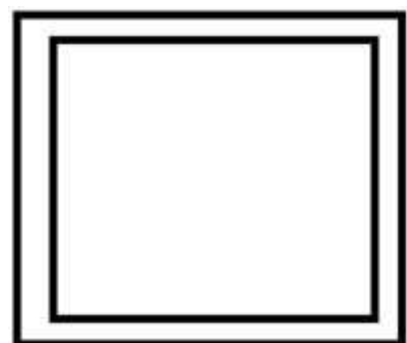
Este tipo de proteção é normalmente aplicado a equipamentos portáteis, tais como furadeiras elétricas manuais, os quais por serem empregados nos mais variados locais e condições de trabalho, e mesmo por suas próprias características, requerem outro sistema de proteção, que permita uma confiabilidade maior do que aquela oferecida exclusivamente pelo aterramento elétrico.

A proteção por isolação dupla ou reforçada é realizada, quando utilizamos uma segunda isolação, para suplementar aquela normalmente utilizada, e para separar as partes vivas do aparelho de suas partes metálicas.

Para a proteção da isolação geralmente são prescritos requisitos mais severos do que aqueles estabelecidos para a isolação funcional.

Entre a isolação funcional e a de proteção, pode ser usada uma camada de metal, que as separe, totalmente ou em parte. Ambas as isolações, porém, podem ser diretamente sobrepostas uma à outra. Neste caso as isolações devem apresentar características tais, que a falha em uma delas não comprometa a proteção e não estenda à outra.

Como a grande maioria das causas de acidentes são devidas aos defeitos nos cabos de alimentação e suas ligações ao aparelho, um cuidado especial deve ser tomado com relação a este ponto no caso da isolação dupla ou reforçada. Deve ser realizada de tal forma que a probabilidade de transferência de tensões perigosas a



partes metálicas susceptíveis de serem tocadas, seja a menor possível.

O símbolo utilizado para identificar o tipo de proteção por isolamento dupla ou reforçada em equipamentos é o mostrado na figura ao lado, normalmente impresso de forma visível na superfície externa do equipamento.

COLOCAÇÃO FORA DE ALCANCE

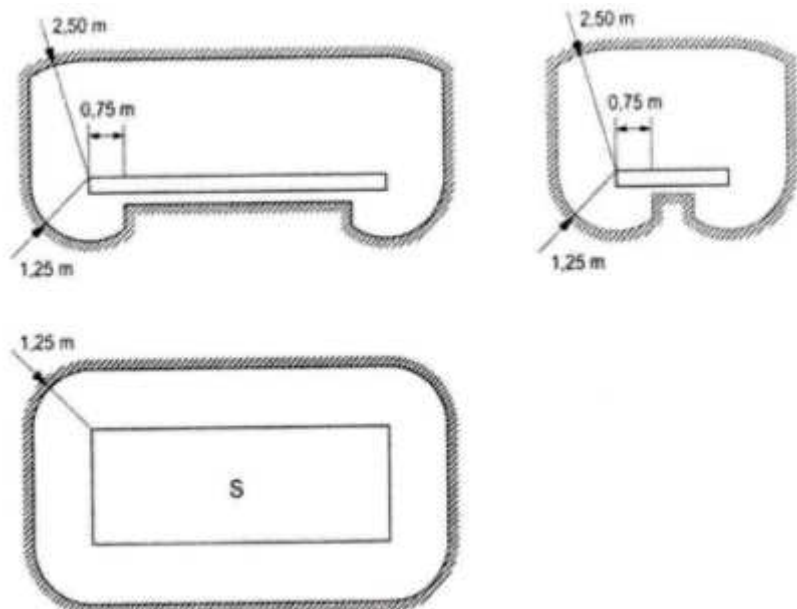
Neste item estaremos tratando das distâncias mínimas a serem obedecidas nas passagens destinadas a operação e/ou manutenção, quando for assegurada a proteção parcial por meio de obstáculos.

Partes simultaneamente acessíveis que apresentem potenciais diferentes devem se situar fora da zona de alcance normal.

1. Considera-se que duas partes são simultaneamente acessíveis quando o afastamento entre elas não ultrapassa 2,50 m.

2. Define-se como “zona de alcance normal o volume indicado na figura abaixo”.

Onde: S = superfície sobre a qual se postam ou circulam pessoas.



Zona de alcance normal

Se, em espaços nos quais for prevista normalmente a presença ou circulação de pessoas houver obstáculo (por exemplo, tela), limitando a mobilidade no plano horizontal, a demarcação da zona de alcance normal deve ser feita a partir deste obstáculo.

No plano vertical, a delimitação da zona de alcance normal deve observar os 2,50 m da superfície S, tal como indicado na figura acima, independentemente da existência de qualquer obstáculo com grau de proteção das partes vivas.

Em locais onde objetos condutivos compridos ou volumosos forem manipulados habitualmente, os afastamentos exigidos como acima descritos devem ser aumentados levando-se em conta as dimensões de tais objetos.

SEPARAÇÃO ELÉTRICA

Uma das medidas de proteção contra choques elétricos previstas na NBR 5410/2004, é a chamada "separação elétrica." Ao contrário da proteção por seccionamento automático

da alimentação, ela não se presta a uso generalizado. Pela própria natureza, é uma medida de aplicação mais pontual. Isso não impediu que ela despertasse, uma certa confusão entre os profissionais de instalações. Alegam-se conflitos entre as disposições da medida e a prática de instalações.

O questionamento começa com a lembrança de que a medida "proteção por separação elétrica", tal como apresentada pela NBR 5410/2004, se traduz pelo uso de um transformador de separação cujo circuito secundário é isolado (nenhum condutor vivo aterrado, inclusive neutro).

Lembra ainda que pelas disposições da norma a(s) massa(s) do(s) equipamento(s) alimentado(s) não deve(m) ser aterrada(s) e nem ligada(s) a massas de outros circuitos e/ou a elementos condutivos estranhos à instalação - embora o documento exija que as massas do circuito separado (portanto, quando a fonte de separação alimenta mais de um equipamento) sejam interligadas por um condutor PE próprio, de equipotencialização.

Exemplo de instalações que possuem separação elétrica são salas cirúrgicas de hospitais, em que o sistema também é isolado, usando-se igualmente um transformador de separação, mas todos os equipamentos por ele alimentados têm suas massas aterradas.

A separação elétrica, como mencionado, é uma medida de aplicação limitada. A proteção contra choques (contra contatos indiretos) que ela proporciona repousa:

- numa separação, entre o circuito separado e outros circuitos, incluindo o circuito primário que o alimenta, equivalente na prática à dupla isolação;
- na isolação entre o circuito separado e a terra; e, ainda,
- na ausência de contato entre a(s) massa(s) do circuito separado, de um lado, e a terra, outras massas (de outros circuitos) e/ou elementos condutivos, de outro.

O circuito separado constitui um sistema elétrico "ilhado". A segurança contra choques que ele oferece baseia-se na preservação dessas condições.

Os transformadores de separação utilizados na alimentação de salas cirúrgicas também se destinam a criar um sistema isolado. Mas não é por ser o transformador de separação que seu emprego significa necessariamente proteção por separação elétrica.