

UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA PARA SISTEMA DE ATERRAMENTO

Alves, Erik Guilherme dos Santos¹; Costa, Caio Rafael¹;

Xavier, Cenildo de Souza²

1. Faculdades Santo Agostinho – FASA, Graduação em Engenharia Elétrica, Montes Claros, MG, Brasil.

2. Professor da Instituição Faculdades Santo Agostinho - FASA, Bacharel em Engenharia Elétrica, Pós Graduação em Educação do Ensino Superior, Montes Claros, MG, Brasil.

RESUMO:

É sabido que os sistemas de aterramento são de grande importância para o setor industrial, econômico, dentre outros. Originado a partir das projeções para resguardar pessoas, materiais, bem como os animais de falhas que são propensas em determinados sistemas. São falhas que podem comprometer todo um equipamento, além de causar danos de grandes proporções, isso pelo fato de ser dependente inteiramente de correntes e arcos elétricos que poderão causar incêndios gravíssimos. Nesse contexto, o objetivo principal é a proteção à vida dos seres vivos, para que estes não se tornem expostos a potenciais elétricas perigosas. Assim sendo, o objetivo deste trabalho é discorrer sobre os sistemas de aterramento, ressaltando informações precisas quanto ao um bom aterramento, por exemplo, o aterramento elétrico. Apresentar conceitos sobre os mesmos, bem como destacar métodos de aplicações equivocados.

Palavras- Chave: Sistemas de Aterramento, Materiais, Aterramento Elétrico.

Abstract:

It is known that the grounding systems are of great importance for the industrial, economic, among others. Originated from the projections to protect people, materials and animals failures that are prone to certain systems. Are flaws that can compromise an entire machine as well as cause damage of great proportions, that because it is entirely dependent on currents and arcing that can cause very serious fires. In this context, the main objective is to protect the lives of living beings, so that they do not become exposed to dangerous electrical potential. Therefore, the objective of this work is to discuss the grounding systems, emphasizing accurate information as to a good ground, for example, the electrical grounding. Present concepts about the same as well as highlighting methods of misleading applications.

Words- Key: Grounding Systems, Materials, Electrical Grounding

1. INTRODUÇÃO

Aterramento é um sistema que tem como objetivo fornecer um caminho seguro, sob controle e baixa impedância para a proteção de pessoas e animais da exposição ao potencial de risco. Este sistema tem como objetivo também prevenir danos à propriedade e reivindicações de propriedade causados por correntes destrutivas ocasionadas por falha no isolamento ou ligações acidentais impróprias. (PINHEIRO, 2013).

Pinheiro (2013) destaca ainda que afirmar que um aparelhamento está ligado a terra ou eletricamente aterrado significa que suas partes condutoras, enclausuradas das partes ativas, estão ligadas a terra e um acoplamento é feito, geralmente por um fio de aterro ou de proteção conectado entre o dispositivo e o eletrodo ou malha aterramento.

O Aterramento é, na verdade, a interface entre o sistema de aterramento e toda a terra, e é em decorrência dessa interface que acontece o contato elétrico entre os dois (sistema de aterramento e "terra"). O Aterramento elétrico, claro, é um tema que provoca um grande número de perguntas sobre as regras e procedimentos com respeito ao ambiente elétrico industrial. Em diversos casos, a falta de técnicas para realizar um aterramento eficaz, proporciona a queima de equipamentos, ou pior, a colisão elétrica de cada operador desses equipamentos.

Assim sendo, não é preciso que os sistemas elétricos sejam fundamentados ao aterramento para trabalharem, contudo a desenvolvimento histórico dos sistemas elétricos transmitiu as soluções de proteção desses sistemas para a categoria de que as tensões foram referenciadas a terra. (PINHEIRO, 2013).

Para que haja uma operação certa de um Sistema de Energia Elétrica, com uma continuidade de serviço adequado, com forte atuação do sistema de proteção e, mais importante, para garantir os limites (níveis) de segurança pessoal, é essencial que a questão do Aterramento tenha um cuidado especial.

É necessário um cuidado na preparação de projetos de desenvolvimento específicos, em que, com base nos dados disponíveis e os parâmetros pré-definidos, todas as condições de que o sistema pode ser sujeito são considerados. Os principais objetivos fundamentais são:

- Alcançar uma resistência de aterramento a mais baixa possível, para correntes de falta a terra;
- Conservar os potenciais produzidos pelas correntes da falta dentro de limites de segurança de modo a não acarretar fibrilação;
- Fazer que equipamentos de proteção estejam mais sensibilizados e isolem rapidamente as falhas à terra;

- Proporcionar um caminho de escoamento para terra de descargas atmosféricas;
- Usar a terra como retorno decorrente no sistema MRT.
- Escoar as cargas estáticas geradas nas carcaças dos equipamentos.

A ligação à terra é um tema que gera uma série de questionamentos em relação as regras, bem como os procedimentos quanto ao ambiente elétrico industrial. A insuficiência de conhecimento das técnicas para realizar o aterramento eficiente, proporciona a queima de equipamentos ou, também, o choque elétrico nos operadores de equipamentos. Por ser um tema vasto e complexo o processo de Aterramento demanda diversas normas e objetivos, assim sendo nesse trabalho destacar-se-á algumas pontos relativos para orientar o leitor quanto aos procedimentos corretos a serem utilizados.

2. MATERIAL E MÉTODO

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) apresenta normas adequadas ao campo de instalações elétricas de baixa tensão. Tal norma ampara-se a NBR 5410, apresentando, assim como outras normas da ABNT suas distintas subseções, as quais amparam o profissional o realizar com segurança e competência as instalações elétricas.

Nesse sentido, as subseções que auxiliam os sistemas de aterramento são: 6.3.3.1.1, 6.3.3.1.2, e 6.3.3.1.3 que são autorizados na indústria. Dessa forma, cabe destacar que os sistemas de aterramento destacados na norma técnica 5410, são:

- Sistema TT: avaliado como o modelo mais eficaz, possui uma haste oportuna para o aterramento no transformador. É semelhante a uma tomada de três pinos, onde o terceiro pino é integrado ao aterramento elétrico, avaliando que todo aparelho ligado na tomada possa ser aterrado.
- Sistema TN-S: aqui, a terra e o neutro inter-relacionam também no ponto de alimentação do circuito, porém são espalhados de forma independente por toda instalação, por exemplo, a tomada de dois pinos.
- Sistema TN-C: Pouco indicado, tal sistema possui o fio terra e o neutro conexos no mesmo ponto de alimentação o de circuito e são difundidos no mesmo condutor. Com isso, os cálculos e variáveis para dimensionar um aterramento podem ser analisados como assuntos. Os cálculos e variáveis para dimensionar um aterramento podem ser considerados como temas para “pós-graduação em Engenharia Elétrica”.

Para tanto, buscando alcançar os objetivos propostos realizar-se-á uma revisão teórica de conceitos a respeito da temática, como também exemplos sobre o modo de aterramento

utilizado atualmente. Tal trabalho se justifica em função da importância do conhecimento do leitor sobre as práticas no modelo de aterramento, destacando informações necessárias, para que a segurança do cidadão seja preservada. Ademais, destaca-se que os sistemas apresentados darão suporte no desenvolver do trabalho, isso porque os mesmos são fundamentais no processo de aterramento elétrico, uma vez que são apontados pela norma técnica 5410, da ABNT.

3-RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sistema de Aterramento Elétrico

Conforme dados do Instituto Brasileiro do Cobre (PROCOBRE), apresentados por Moreno e Costa (2001) o Aterramento Elétrico é a conexão intencional da carcaça do equipamento ou a parte de um sistema elétrico da terra. O aterramento compõe-se principalmente de uma conduta de estrutura, denominada eletrodo de um aterramento que está enterrada propositalmente ou, que já se encontra enterrada, garantindo um bom contato elétrico com a terra. O eletrodo de aterramento, terminologia oficial brasileira, igualmente se conhece como malla de terra. As características e o desempenho do eletrodo da terra devem cumprir os requisitos de segurança das pessoas e da instalação funcional. Figura (01).

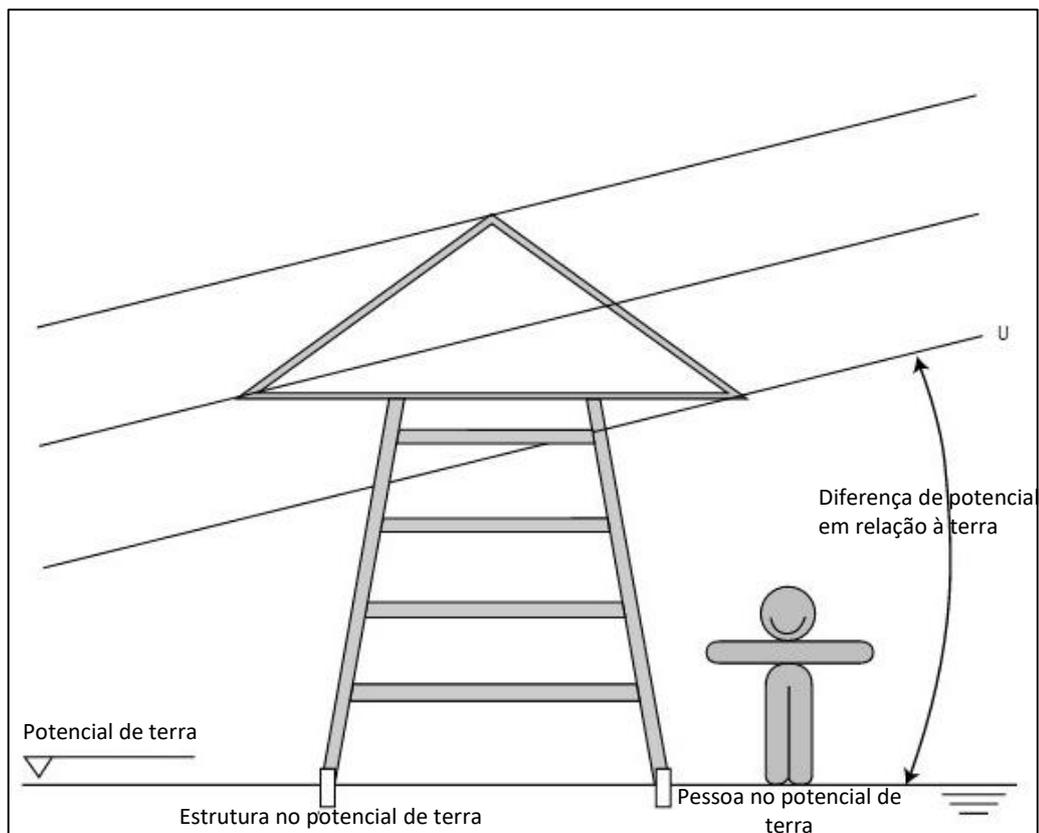


Figura 1: Sistema de Aterramento
Fonte: MORENO e COSTA, 2001.

Diante disso, Moraes (2013) destaca que o aterramento elétrico é basicamente uma das maneiras mais seguras para interferir na eletricidade com o poder de proteger e assegurar o bom funcionamento do sistema elétrico e, é claro, para atender os requisitos das normas. De acordo com a ABNT, aterrar significa colocar instalações e equipamentos no mesmo potencial de forma que a diferença de potencial entre a terra e o equipamento signifique zero. Isso ocorre no momento que operan-se máquinas e equipamentos elétricos ao executar a manutenção, o operador ou profissional da área elétrica na receba descargas elétricas do equipamento de choque elétrico que está dirigindo, seja por corrente de falha (fuga em massa) ou descarga eletrostática, afirma Moraes (2013). Portanto, fica evidente que o aterramento possui como objetivos a proteção da integridade física do homem. A facilitação do funcionamento de dispositivos de proteção, bem como o descarregamento das cargas eletrostáticas de carcaças de objetos e equipamentos.

Nessa toada, nota-se a importância da preferência pelo sistema de aterramento, de acordo com Moreno e Costa (2001) o objetivo principal dos sistemas elétricos de ligação à terra é a proteção as pessoas e o patrimônio contra uma falha (curto-circuito) na instalação. Ou seja, se uma das três fases de um sistema não aterrado entrar em contato com o solo intencionalmente ou não, nada irá acontecer. Não há disjuntor que desligue o circuito, assim nenhum equipamento deixará de funcionar.

Segundo esses autores os sistemas não aterrados os sistemas não aterrados eram muito populares nas instalações industriais na primeira metade do século XX, justamente porque as cargas acionadas por motores que eram comuns na época, não iriam parar apenas devido a um curto-circuito de fase-terra. Deste modo, uma consequência deste tipo de sistema é que é possível energizar a carcaça metálica de um dispositivo com um potencial mais elevado do que a terra, colocando as pessoas atingirem os equipamentos e um componente fixo da estrutura simultaneamente, em condições de choque. Quanto ao segundo objetivo é oferecer um caminho seguro, controlado e de baixa impedância em direção à terra para as correntes induzidas por descargas atmosféricas. Figura (2)

Carcaça metálica seu potencial em relação à terra

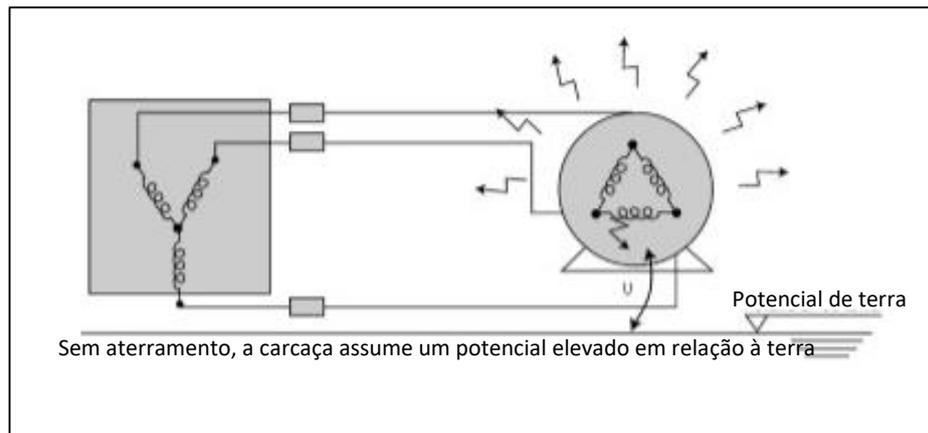


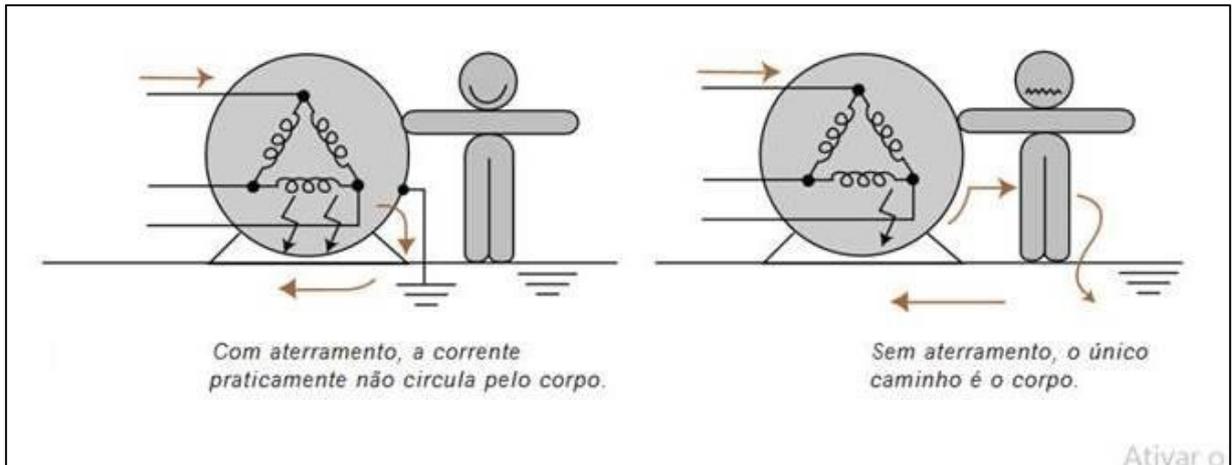
Figura 02: Carcaça Metálica

Fonte: MORENO e COSTA, 2001.

Contudo, verifica-se o processo de aterragem de um dispositivo ou equipamento relaciona-se a ligação com a própria terra ou uma grande massa que pode vir a substituí-la. Assim, ao referir a um dispositivo ligado à terra, enfatiza-se que pelo menos um dos seus terminais está ligado a terra.

Na maioria das vezes, um equipamento não necessita possuir eletricidade para funcionar. No entanto, quando referido a um nível de tensão de referência ou de um sistema de comunicação é na maioria das vezes um potencial “zero” que tradicionalmente é a terra e a falha ocasionando o mau funcionamento do equipamento ou a perda de comunicação, destaca Moraes (2013).

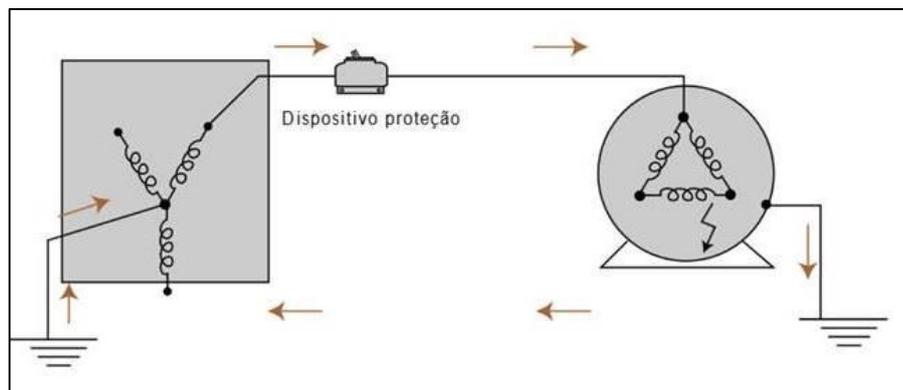
Nessa ordem de ideias, Moreno e Costa (2001) destacam algumas funções básicas do sistema de aterramento, dentre elas a Segurança pessoal, que é a conexão dos equipamentos elétricos ao sistema de aterramento permitindo que, caso haja uma falha de isolamento dos equipamentos, a corrente de falta passe através do condutor de aterramento ao invés de percorrer o corpo de uma pessoa que eventualmente esteja tocando no equipamento.

**Figura 03:** Segurança pessoal

Fonte: MORENO e COSTA, 2001.

O Desligamento automático é o sistema de aterramento que precisa oferecer um percurso de baixa impedância de retorno para a terra da corrente de falta, permitindo, assim, que haja a operação automática, rápida e segura do sistema de proteção.

Desligamento automático

**Figura 04:** Desligamento automático

Fonte: MORENO e COSTA, 2001.

Já o Controle de tensões, o aterramento permite um controle de tensões desenvolvidas no solo (passo, toque e transferência) quando um curto-circuito fase-terra retorna pela terra para a fonte próxima. Para os Transitórios o sistema de aterramento estabiliza a tensão no sistema elétrico provocado por faltas para a terra, chaveamentos, etc., de tal forma que não apareçam sobre tensões perigosas durante esses períodos que possam provocar a ruptura de isolamento dos equipamentos elétricos.

Quanto as Cargas estáticas o aterramento deve escoar cargas estáticas acumuladas em estruturas, suportes e carcaças em equipamentos em geral.

Cargas estáticas

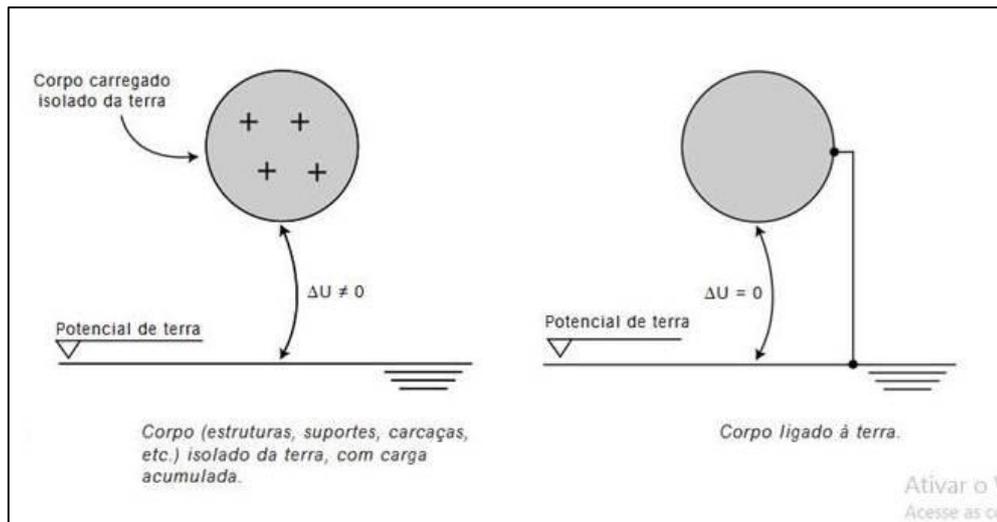


Figura 05: Cargas estáticas

Fonte: MORENO e COSTA, 2001.

Na literatura, estudiosos destacam que o aterramento a partir de suas funções pode ser classificado como:

- Aterramento funcional: É o aterramento de um condutor vivo, normalmente o neutro, objetivando o correto funcionamento da instalação;
- Aterramento de proteção: É o aterramento das massas e dos elementos condutores estranhos à instalação, objetivando a proteção contra choques por contatos indiretos.
- Aterramento para trabalho: É o aterramento de uma parte de um circuito de uma instalação elétrica, que está normalmente sob tensão, mas é posta temporariamente sem tensão para que possam ser executados trabalhos com segurança.

De acordo com o sistema de aterramento seguiu as razões: funcional e de proteção pode ser implantado no mesmo eletrodo terra ou eletrodos diferentes. No entanto, tanto o solo funcional como o aterramento de proteção são permanentes, enquanto que o funcionamento do solo é uma terra temporária, somente feita enquanto trabalhando na instalação sendo retirada e então executada, para reenergização, conforme destacado por Faglioni *et al* (2013).

Projeção do Sistema de Aterramento

Segundo Faglioni *et al* (2013) para um bom aterramento é necessário que o projeto seja desenvolvido de acordo com as normas vigentes da ABNT. Determinadas etapas precisam ser acompanhadas e adimplidas adequadamente:

- Localizar e definir o local de instalação.

- Realizar diversas medições no local.
- Realizar a estratificação do solo.
- Determinar o tipo de sistema a ser utilizado.
- Dimensiona-lo observando a sensibilidade dos equipamentos de proteção e os limites de segurança.

Porém, é preciso atentar-se aos cuidados a serem tomados, de acordo com os autores supracitados deve-se concretizar periodicamente manutenção nas instalações, averiguando os pontos de conexões, terminais e caixas de inspeção quanto a sua permanência, visto que estão sujeitos à oxidação e a corrosão, e mais tarde poderão não desempenhar mais a função a qual foi projetado. Recomendando, que necessita ser realizados por profissionais competentes e particularizados atingindo ensaios com assiduidade empregando o Terromôtro.

Aterramento de força

Este foi o primeiro modelo de aterramento seguido para equipamentos eletrônicos compassivos. Nisso tanto a carcaça dos equipamentos eletrônicos sensíveis e as barras de sinal eletrônico são aterradas na malha de terra do sistema de força ou, mais especificamente na malha de terra da subestação, no caso de instalações elétricas industriais. (MAMEDE, 1997).

Faglioni *et al* (2013) pontuam que as malhas de terra dos equipamentos de potência são completamente inadequados para equipamentos sensíveis porque, em condições normais, freqüentemente são cruzados por correntes de várias origens, chamadas espúrias (causadas pela corrente anódica/cátodicas, fluxo de correntes neutras, número de induções eletromagnéticas, etc.). Em modo transitório (curto-circuito à terra, relâmpagos, etc.), estas correntes podem ser extremamente elevadas. Assim, percebe-se que a rede de potencial fixo, inalterada, necessária para equipamentos eletrônicos sensíveis não é projetada para engatar o sistema de energia. Figura (06).

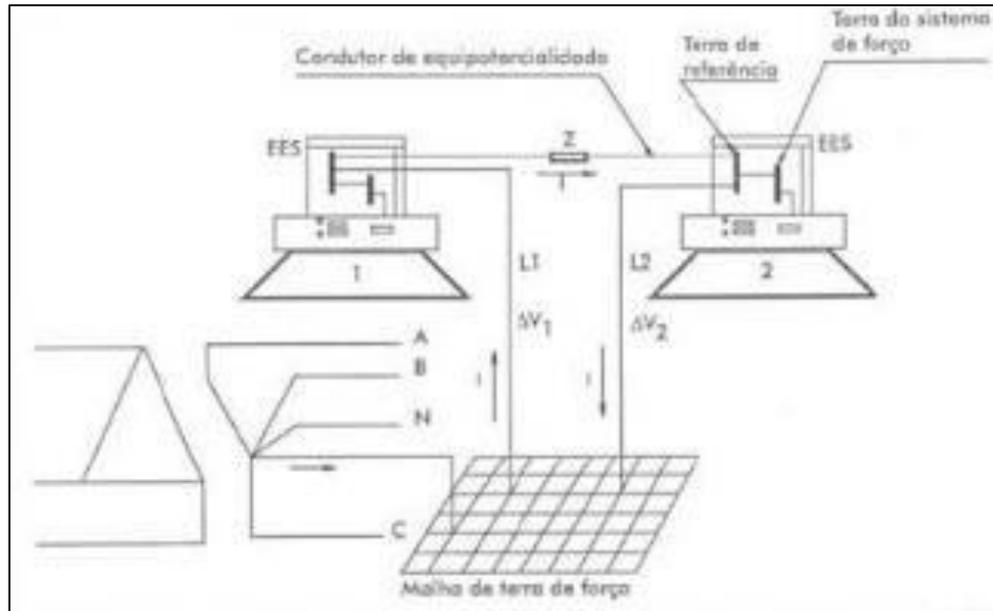


Figura 06: Sistema de aterramento de força.

Fonte: Silva e Junior. (S.D),2009

Aterramento Isolado

Para o aterramento isolado Faglioni *et al* (2013) pontuam que a descoberta da inadequabilidade das malhas de força nos equipamentos eletrônicos, ocasionou o estabelecimento de uma malha de terra isolada, independente para os equipamentos em questão.

Os autores pontuam que esta malha, mesmo alcançando sucesso, já que efetivamente controla algumas feições negativas da malha de força, especialmente reduz as correntes espúrias que percorrem as mesmas, exibe alguns desonestos, a saber:

- O aterramento da carcaça (ou invólucro metálico do painel suporte dos equipamentos) não é equalizado com o aterramento dos equipamentos eletrônicos.
- Projetar uma malha de terra isolada da malha de força é uma tarefa altamente inglória e discutível, pois o solo, ainda que seja de elevada resistividade, é condutor. Assim, existe um acoplamento resistivo (para baixa frequência) e capacitivo (para alta frequência) entre os dois sistemas considerados isolados.
- Não tendo sofrido alteração na sua geometria, a malha apresenta ainda deficiências construtivas como condutores longos, incapazes de equalizar altas frequências e principalmente “loops” (malha fechada) característica das malhas industriais.

Aterramento de ponto único

O aterramento de ponto único caracteriza-se pelo aterramento da barra de sinal eletrônico dos equipamentos eletrônicos sensíveis numa barra de terra específica localizada no quadro de distribuição, sendo que esta barra isolada está conectada à malha de terra do sistema de força. A barra de terra de referência de sinal está isolada da carcaça dos equipamentos eletrônicos. A barra de neutro também é isolada da carcaça do quadro de distribuição, configurando a condição do sistema TN-S (condutor neutro e condutor de proteção são distintos). (SILVA e JUNIOR, (s.d).

Este método representa o passo seguinte na evolução dos sistemas de aterramento sensíveis, pois elimina do sistema isolado a sua principal desvantagem, que é a falta de segurança pessoal originada da diferença de potencial que pode aparecer entre as duas malhas.

A carcaça do quadro de distribuição e as carcaças dos equipamentos eletrônicos sensíveis devem ser aterradas à barra de proteção, que se localiza no próprio quadro de distribuição, através de um condutor isolado, denominado condutor de proteção PE. Essa mesma barra PE deve ser conectada à malha de terra do sistema de força através de outro condutor de proteção.

Quando a resistência da malha do sistema de força for superior a 10Ω , é aconselhável que se construa uma malha de terra auxiliar nas imediações do quadro de distribuição e deve se conectar essa malha à barra de terra dos condutores de aterramento de referência de sinal. Figura (07).

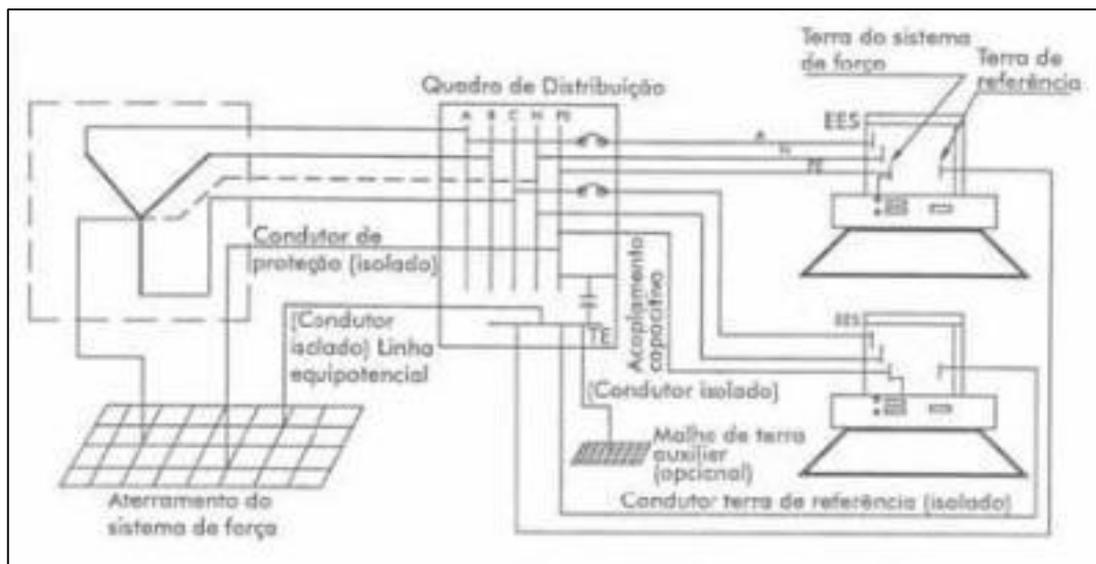


Figura 07: Sistema de aterramento de ponto único

Fonte: Silva e Junior. (S.D),2009

As características principais deste método são: Os equipamentos eletrônicos continuam isolados do painel de sustentação. Suas barras de terra, também isoladas, são ligadas através de condutores isolados, radiais, a uma barra de terra geral, comumente situada no quadro de distribuição de força dos equipamentos. Esta barra também é isolada do quadro de distribuição, mas conectada através de um cabo isolado a um ponto único do sistema de aterramento de força. Portanto equalizam-se as duas malhas através desta conexão.

As carcaças dos painéis de sustentação são ligadas ao sistema de aterramento de força de forma convencional. Isto é, de modo a permitir o retorno das correntes de curto-circuito originado pela falha na isolação de alimentação de força dos equipamentos eletrônicos. Quando existe um quadro de distribuição de força único para os referidos equipamentos, a melhor forma é aterrar suas carcaças através de cabos isolados ligados radialmente na barra do quadro de distribuição. Este quadro deve possuir, portanto, três barras de aterramento. (MORENO e COSTA, 2001).

- Barra de neutro (ligada a carcaça do quadro).
- Barra de terra, que recebe os cabos radiais de aterramento das carcaças dos quadros de sustentação dos equipamentos eletrônicos (também ligados a carcaça do quadro).
- Barra de terra isolada da carcaça (própria para aterramento dos equipamentos eletrônicos).

Esta última barra, como já descrito, está ligada através de cabos isolados radiais nas barras de terra (barra de referência) dos equipamentos eletrônicos e a um único ponto do sistema de força.

Quando o sistema de aterramento de força é de alta resistência, pode-se utilizar um sistema local de eletrodos auxiliares para os equipamentos eletrônicos, com a finalidade de diminuir a resistência total de aterramento para um valor próximo a 10Ω .

A barra de terra dos equipamentos eletrônicos, situada no quadro de distribuição, deve ser ligada a esses eletrodos através de cabo condutor isolado. Além da interligação Internacional a malha de força, a malha de terra de referência deve também ser interligada intencionalmente a todos os componentes metálicos presentes no ambiente.

Colunas metálicas Eletrodutos, que chegam ou saem no ambiente da malha. Carcaças metálicas dos quadros de comando, de força e de instrumentação. Armários metálicos diversos. Equipamentos de ar condicionado. Tubulações de água e de incêndio, entre outros. (SILVA e JUNIOR(s.d).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no trabalho aqui efetivado, nota-se que são diversos os tipos de aterramento para os equipamentos eletroeletrônicos sensíveis na área industrial, como também as técnicas para uma eficiente implantação. Destacam-se vantagens e desvantagens no processo de aterramento, objetivando evidenciar as principais dúvidas sobre a temática.

Notou-se que o sistema de aterramento é muito complexo, destacou-se alguns conceitos que poderão auxiliar no entendimento para que o cidadão tenha consciência de sua importância mantendo assim seu equipamento dentro das normas técnicas da ABNT.

Ademais, verificou-se que infalível uma construção com perfeição de um sistema de Aterramento, portanto é preciso que o profissional da área elétrica esteja capacitado, seja qualificado oferecendo recursos suficientes para tal.

Contudo, percebeu-se que ao conectar equipamentos que possuem diferença de potencial entre si, a descarga elétrica poderá danificar os componentes mais sensíveis, como a porta paralela de uma impressora ou a placa de rede.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 5410. **Instalações elétricas de baixa tensão**. 2004.

FAGLIONI, A et al. **Sistemas de Aterramento**. Faculdade e Escola Técnica Sequencial. São Paulo, 2013. Disponível em: <http://www.faglioniaineis.com/resources/Sistemas%20de%20Aterramento.pdf>. Acesso novembro, 2017.

MACHADO, S. **Sistemas de Energia**. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABpIEAE/sistemas-energia-cap-6-prof-helton-nascimento?part=3>. Acesso novembro, 2017.

MAMEDE, J. F. **Proteção de equipamentos eletrônicos sensíveis**. São Paulo: Ed. Érica. 1997.

MORENO, Hilton; COSTA, Fernandes. **Aterramento elétrico**. UFMG, 2001.

PEREIRA, D.L. **O que é aterramento?**. Disponível em: <http://www.tecmundo.com.br/fonte/2033-o-que-e-aterramento-.htm>. Acesso em janeiro, 2018.