

# ATERRAMENTO DE INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS ELETROELETRÔNICAS DE INSTRUMENTAÇÃO E REDES DE CAMPO

*A. P. S. Silva<sup>1</sup>, L. S. Júnior<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>UNIVAP/FEAU, Av. Shishima Hifumi, 2911 – Urbanova – S.J.C - SP, [sabatellarj@gmail.com](mailto:sabatellarj@gmail.com)

<sup>2</sup>UNIVAP/FEAU, Av. Shishima Hifumi, 2911 – Urbanova – S.J.C - SP, [landulfo@univap.br](mailto:landulfo@univap.br)

**Resumo** - Orientar através de estudos sobre a importância do correto e eficaz aterramento em instalações industriais eletroeletrônicas de instrumentação e redes de campo tão pouco valorizado pelo chão de fábrica. Descrever os tipos de aterramento existentes para os instrumentos de medição de campo como transmissores de pressão, vazão, nível etc, que possuem na maioria das vezes alimentação 24 VDC e comunicação de 4 – 20 mA com fácil interferência de ruídos, chaves para medição de diversas grandezas, assim como para a rede de comunicação que faz a interface do campo com a sala de controle operacional utilizando CLP, UTR, repetidores etc.

**Palavras-chave:** equipamentos sensíveis, aterramento, confiabilidade.

**Área do Conhecimento:** Engenharia

## Introdução

Com o grande avanço na área da eletroeletrônica, desenvolveram-se cada vez mais equipamentos eletrônicos, que ao longo dos anos foram substituindo grande parte dos equipamentos mecânicos e eletromecânicos. Junto com a melhor eficiência destes equipamentos surgiu também uma maior fragilidade aos surtos de tensão.

O aterramento dos equipamentos eletrônicos adquiriu grande importância e interesse em nossos dias face à fenomenal escalada destes dispositivos não só na indústria, mas praticamente em todas as áreas e atividades humanas. É neste contexto que os sistemas de aterramento ganham importância, porque eles representam um meio importante, mas não único, de controlar as sobre-tensões que podem atingir os equipamentos eletrônicos. <sup>[COSTA, 1991]</sup>

Este trabalho tem como finalidade fornecer uma visão geral dos tipos de aterramentos utilizados para proteção de equipamentos eletrônicos sensíveis e redes de campo na indústria na área de instrumentação, mostrando as vantagens e desvantagens de cada tipo de aterramento.

## Sistema de aterramento de força

Esse foi o primeiro tipo de aterramento adotado para equipamentos eletrônicos sensíveis. Nesse caso, tanto a carcaça dos equipamentos eletrônicos sensíveis como as barras de sinal eletrônico são aterradas na malha de terra do sistema de força, ou mais especificamente na malha de terra da subestação, quando se tratar de instalações elétricas industriais. <sup>[MAMEDE, 1997]</sup>

As malhas de terra do sistema de aterramento de força são construídas para trabalhar na frequência de 60Hz. Ao se instalar equipamentos

eletrônicos sensíveis ligados a esta malha de terra, deve-se observar a possibilidade de corrente de alta frequência, pois a mesma reduz a eficácia de proteção deste tipo de aterramento.

A barra de terra de referência de sinal eletrônico serve de referência para o funcionamento dos diversos componentes do equipamento eletrônico, e não pode ser perturbada por sinais espúrios. <sup>[MAMEDE, 1997]</sup> Na maioria das vezes, estes equipamentos possuem alimentação com baixas tensões, muito sucessíveis a interferências externas que podem prejudicar o seu desempenho e confiabilidade.

As barras de terra dos equipamentos ou de painéis de comando, normalmente estão submetidas a potenciais diferentes. De acordo com a norma NBR 5410/2004 estas barras devem ser equalizadas através de condutores equipotenciais.

Realizada essa conexão irá surgir uma corrente que circulará pelos condutores equipotenciais fechando o circuito através da malha de terra. Com a circulação dessa corrente altera-se o potencial de referência do equipamento, fazendo com que o mesmo não funcione corretamente. O sistema de aterramento de força é representado na Figura 1.

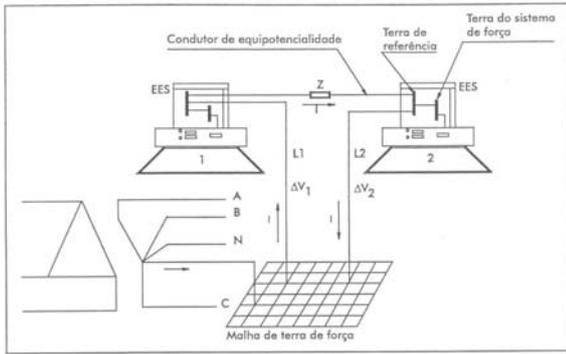


Figura 1: Sistema de aterramento de força.

As vantagens deste tipo de aterramento são: equalização dos potenciais de passo e de toque; baixas impedâncias para a corrente de curto-circuito fase-terra; facilidade no controle da resistência de terra, que depende da resistência do condutor e da resistividade do solo e segurança pessoal garantida. [MAMEDE, 1997]

As desvantagens são: diferença de potencial entre as barras de terra de referência do sinal eletrônico, fazendo circular uma corrente no condutor que interliga as mesmas. Essa diferença de tensão é denominada potencial de modo comum e que dependendo do valor pode danificar os componentes do equipamento; possibilidade de alteração do potencial da barra de terra de referência do sinal eletrônico, provocando funcionamento inadequado do equipamento. Isto pode ocorrer durante curtos-circuitos fase-terra e elevação de potencial na malha de terra quando submetida a correntes de alta frequência. [COSTA, 1991; MAMEDE 1997]

### Sistema de aterramento independente

O sistema de aterramento independente é constituído por duas malhas de terra independentes, onde uma das malhas é específica para todas as barras de terra de referência de sinal eletrônico dos equipamentos sensíveis e a outra malha de terra é a própria malha do sistema de força, na qual se devem ligar as carcaças dos equipamentos eletrônicos sensíveis.

O sistema de aterramento independente foi concebido para substituir o aterramento único do sistema de força. [MAMEDE, 1997] Essas duas malhas devem ser separadas entre si por uma grande distância, superior a 100m. O condutor de aterramento da barra de referência de sinal deve ser constituído de cabo isolado e a barra de terra de referência de sinal do equipamento eletrônico sensível deve ser isolada da carcaça.

Este sistema de aterramento não atende a NBR 5410/2004 quanto ao aspecto de segurança. Ou seja, quando uma pessoa tiver contato com

dois pontos aterrados em malhas de terra independentes, a mesma pode ser submetida a uma diferença de potencial que poderá colocar em risco sua segurança pessoal. O sistema de aterramento independente é representado na Figura 2.

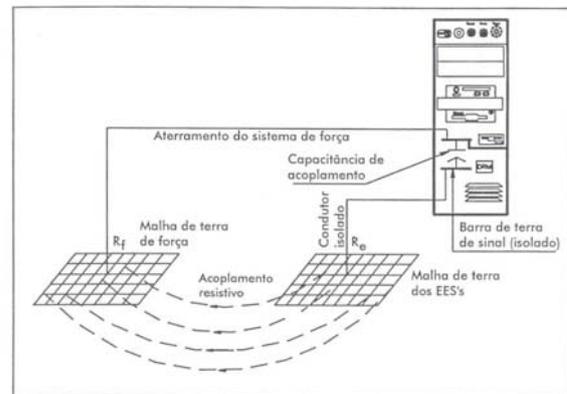


Figura 2: Sistema de aterramento independente.

Se a malha de terra do sistema de força for atravessada por uma corrente de alta frequência, surgirão capacitâncias de acoplamento no interior do equipamento entre pontos próximos aterrados e pertencentes a malhas de terra diferentes. Como a reatância capacitiva  $X_c$  é inversamente proporcional a frequência, obtêm-se valores muito baixos de  $X_c$  entre os referidos pontos, ocasionando a circulação de corrente entre eles, conforme pode ser demonstrado através da equação:  $X_c = 1 / 2\pi f C$ . [MAMEDE, 1997]

Se por acaso esses pontos fizerem parte de um circuito eletrônico, certamente os componentes poderão ser destruídos.

As vantagens deste tipo de aterramento são: Baixas impedâncias para as correntes de curto-circuito fase-terra e facilidade no controle da resistência de terra, que depende da resistência do condutor, que é função da sua seção transversal e da resistividade do solo. [MAMEDE, 1997]

As desvantagens são: O equipamento sensível está sempre sujeito a um acoplamento capacitivo, quando qualquer um dos sistemas de aterramento for submetido a uma corrente de alta frequência; A malha de terra do equipamento sensível está sempre sujeita a um acoplamento resistivo, quando o sistema de aterramento de força for submetido a uma corrente elétrica e A segurança pessoal fica comprometida. [COSTA, 1991; MAMEDE 1997]

## Sistema de aterramento de ponto único

Esse sistema se caracteriza 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). [ABNT 5410, 2004; COSTA, 1991; MAMEDE 1997]

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 um outro condutor de proteção.

Quando a resistência da malha do sistema de força for superior a  $10 \Omega$ , 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. O sistema de aterramento de ponto único é representado na Figura 3.

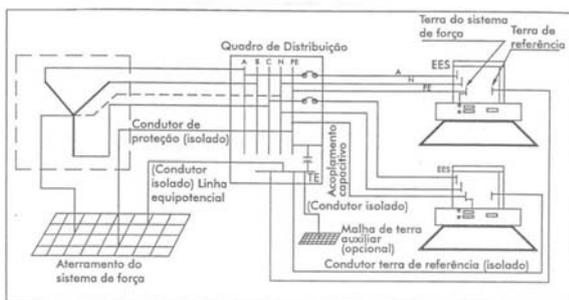


Figura 3: Sistema de aterramento de ponto único.

A filosofia do sistema de aterramento de ponto único é manter uma ligação única entre o sistema de aterramento de força e o sistema de aterramento de referência dos equipamentos sensíveis eletrônicos. Embora o sistema de aterramento único possua características melhores do que os outros dois tipos de aterramento já citados, continua inadequado diante de correntes de alta frequência.

Se a malha de terra do sistema de força for percorrida por correntes de alta frequência, poderá haver um acoplamento capacitivo entre a carcaça do quadro de distribuição e a barra de terra de

referência de sinal eletrônico. Também poderá surgir uma capacitância de acoplamento entre a carcaça dos equipamentos eletrônicos e a barra de terra de referência de sinal destes.

Vantagens deste tipo de sistema: Equalização dos potenciais entre as barras de terra de referência de sinal e a de proteção PE para correntes de baixa frequência. As desvantagens são: Incapacidade dos condutores de aterramento longos de equalizar as barras de terra nos casos em que são percorridos por correntes de alta frequência e o acoplamento capacitivo entre o terra de referência de sinal e a carcaça do equipamento eletrônico sensível.

## Sistema de malha de terra de referência de sinal

Esse sistema se caracteriza pela construção de duas malhas de terra. A primeira deve ser projetada de maneira convencional e é destinada ao aterramento dos equipamentos de força. A segunda malha de terra, denominada malha de terra de referência de sinal, é destinada ao aterramento da barra de terra de referência de sinal eletrônico dos equipamentos sensíveis. O seu dimensionamento deve ser feito considerando a circulação de correntes de alta frequência.

Neste tipo de sistema de aterramento, a barra de terra de referência de sinal eletrônico dos equipamentos sensíveis é conectada através de um condutor isolado à malha de terra de referência, construída especialmente para impedir os efeitos causados pelas correntes de alta frequência. Sua função é exclusivamente oferecer um caminho em curto-circuito para as correntes de alta frequência, que por acaso venham atingir os equipamentos eletrônicos sensíveis, fazendo com que não ocorram quedas de tensão com valores que possam prejudicar a integridade e a operação dos equipamentos sensíveis.

O condutor de aterramento da barra de sinal do equipamento eletrônico sensível deve ter o menor comprimento possível, de preferência igual ao afastamento entre os condutores da malha de terra de referência (*mesh*), a fim de evitar diferenças de potencial entre as extremidades do referido condutor, quando percorrido por uma corrente de alta frequência. A barra de terra de referência de sinal dos equipamentos eletrônicos sensíveis está isolada da barra de aterramento da carcaça.

Tratando-se de um sistema de aterramento do tipo TN-S (condutor neutro e condutor de proteção são distintos), à barra de terra da carcaça dos equipamentos eletrônicos sensíveis está conectada a barra de terra de proteção PE instalada no quadro de distribuição, através do condutor de proteção isolado. Essa barra é conectada à malha de terra do sistema de força.

As duas malhas de terra são conectadas, de preferência, em pelo menos dois pontos, através de uma ligação equipotencial, afastando a possibilidade de um acidente ao se tocar em pontos aterrados de duas diferentes malhas, após o rompimento de um dos condutores equipotenciais. Na equalização entre as duas malhas de terra, poderão ser desenvolvidos potenciais elevados diante de correntes de alta frequência, se o comprimento do condutor for longo. O sistema de aterramento malha de terra de referência de sinal é representado na Figura 4.

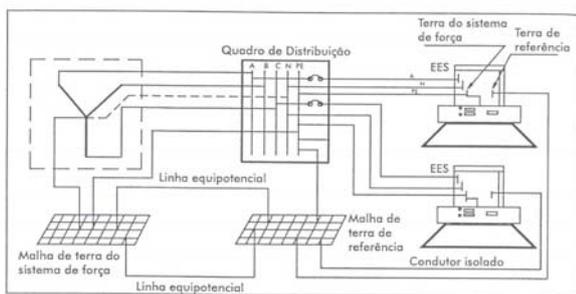


Figura 4: Sistema de aterramento Malha de Terra de Referência de Sinal.

Como a barra de terra de referência de sinal instalada no interior dos equipamentos eletrônicos sensíveis tem praticamente o mesmo potencial da carcaça, fica afastada a hipótese de acoplamento capacitivo, ao contrário do que ocorrem nos outros tipos de sistema de aterramento.

Se a instalação for protegida contra descargas atmosféricas, é necessária a construção de uma terceira malha de terra destinada exclusivamente à dissipação das correntes de descarga. Essa terceira malha deverá ser conectada à malha de terra do sistema de força em vários pontos. As três malhas de terra devem ser interligadas.

As vantagens deste sistema são: assegura a equalização dos potenciais das duas malhas de terra para a circulação de corrente de baixa e alta frequência e garante a segurança pessoal, quanto às tensões de toque e de passo. As desvantagens são: a eficiência dessa solução está limitada à equalização dos potenciais das barras de terra dos sistemas de força e de sinal, evitando acoplamentos resistivos, indutivos e capacitivos para correntes de alta frequência. [ABNT 5410, 2004; COSTA, 1991; MAMEDE 1997]

## Conclusão

Este artigo resume os tipos de aterramento para os equipamentos eletroeletrônicos sensíveis na área industrial. Mostra as principais vantagens e desvantagens de cada tipo de aterramento,

tentando esclarecer as principais dúvidas sobre este assunto.

## Referências

[1] ABNT NBR 5410. Instalações elétricas de baixa tensão. 2004. 209f.

[2] ABNT NBR 5419. Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas. 2005. 42f.

[3] ARAUJO, R. L; QUOIRIN, N. S. R; ARDJOMAND, L. M. As Descargas eletrostáticas e a manutenção de equipamentos sensíveis no âmbito do setor elétrico. 2004. 7f. Artigo – Centro Politécnico da UFPR.

[4] ARAUJO, R. L; QUOIRIN, N. S. R; ARDJOMAND, L. M; SILVA, M. N. Utilização eficiente de aterramentos para proteção de equipamentos sensíveis. 2004. 7f. Artigo – Centro Politécnico da UFPR.

[5] COSTA, P. F. Sistemas de aterramento para equipamentos eletrônicos. 1991. 19f. Minicurso 03 (9º Seminário de instrumentação) – Instituto Brasileiro de Petróleo.

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