

ATERRAMENTO ELÉTRICO

1 – INTRODUÇÃO

O aterramento elétrico, com certeza, é um assunto que gera um número enorme de dúvidas quanto às normas e procedimentos no que se refere ao ambiente elétrico industrial. Muitas vezes, o desconhecimento das técnicas para realizar um aterramento eficiente, ocasiona a queima de equipamentos, ou pior, o choque elétrico nos operadores desses equipamentos.

Mas o que é o “terra”? Qual a diferença entre terra, neutro, e massa? Quais são as normas que devo seguir para garantir um bom aterramento? Bem, esses são os tópicos que este artigo tentará esclarecer. É fato que o assunto “aterramento” é bastante vasto e complexo, porém, demonstraremos algumas regras básicas.

2 – PARA QUE SERVE O ATERRAMENTO ELÉTRICO ?

O aterramento elétrico tem três funções principais :

a – Proteger o usuário do equipamento das descargas atmosféricas, através da viabilização de um caminho alternativo para a terra, de descargas atmosféricas.

b – “ Descarregar ” cargas estáticas acumuladas nas carcaças das máquinas ou equipamentos para a terra.

c – Facilitar o funcionamento dos dispositivos de proteção (fusíveis, disjuntores, etc.), através da corrente desviada para a terra.

Veremos, mais adiante, que existem várias outras funções para o aterramento elétrico, até mesmo para eliminação de EMI , porém essas três acima são as mais fundamentais.

3 – DEFINIÇÕES : TERRA, NEUTRO, E MASSA.

Antes de falarmos sobre os tipos de aterramento, devemos esclarecer (de uma vez por todas !) o que é terra, neutro, e massa.

Na figura 1 temos um exemplo da ligação de um PC à rede elétrica, que possui duas fases (+110 VCA, - 110 VCA), e um neutro.

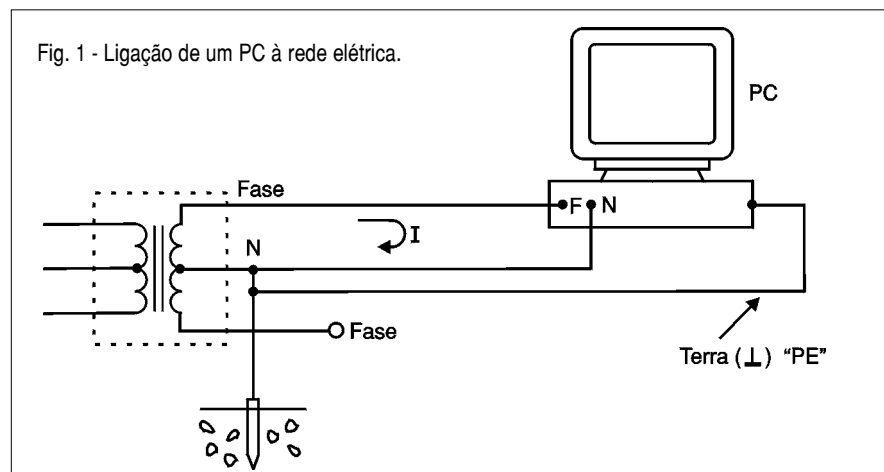
Essa alimentação é fornecida pela concessionária de energia elétrica, que somente liga a caixa de entrada ao poste externo se houver uma haste de aterramento padrão dentro do ambiente do usuário. Além disso, a concessionária também exige dois disjuntores de proteção.

Teoricamente, o terminal neutro da concessionária deve ter potencial igual a zero volt. Porém, devido ao desbalanceamento nas fases do transformador de distribuição, é comum esse terminal tender a assumir potenciais diferentes de zero.

O desbalanceamento de fases ocorre quando temos consumidores com necessidades de potências muito distintas, ligadas em um mesmo *link*. Por exemplo, um transformador alimenta, em um setor seu, uma residência comum, e no outro setor, um pequeno supermercado. Essa diferença de demanda, em um mesmo *link*, pode fazer com que o neutro varie seu potencial (flutue) .

Para evitar que esse potencial “flutue”, ligamos (logo na entrada) o fio neutro a uma haste de terra. Sendo assim, qualquer potencial que tender a aparecer será escoado para a terra.

Ainda analisando a **figura 1** , vemos que o PC está ligado em 110 VCA, pois utiliza uma fase e o neutro.



Mas, ao mesmo tempo, ligamos sua carcaça através de outro condutor na mesma haste, e damos o nome desse condutor de “terra”.

Pergunta “fatídica”: Se o neutro e o terra estão conectados ao mesmo ponto (haste de aterramento), porque um é chamado de terra e o outro de neutro?

Aqui vai a primeira definição : o **neutro** é um “condutor” fornecido pela concessionária de energia elétrica, pelo qual há o “retorno” da corrente elétrica.

O **terra** é um condutor construído através de uma haste metálica e que , em situações normais, não deve possuir corrente elétrica circulante.

Resumindo: A grande diferença entre terra e neutro é que, pelo neutro há corrente circulando, e pelo terra, não. Quando houver alguma corrente circulando pelo terra, normalmente ela deverá ser transitória, isto é, desviar uma descarga atmosférica para a terra, por exemplo. O fio terra, por norma, vem identificado pelas letras PE, e deve ser de cor verde e amarela. Notem ainda que ele está ligado à carcaça do PC. A carcaça do PC, ou de qualquer outro equipamento é o que chamamos de “massa”.

4 – TIPOS DE ATERRAMENTO

A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) possui uma norma que rege o campo de instalações elétricas em baixa tensão. Essa norma é a NBR 5410, a qual, como todas as demais normas da ABNT, possui subseções. As subseções : 6.3.3.1.1, 6.3.3.1.2, e 6.3.3.1.3 referem-se aos possíveis sistemas de aterramento que podem ser feitos na indústria.

Os três sistemas da NBR 5410 mais utilizados na indústria são :

a – Sistema TN-S :

Notem pela **figura 2** que temos o secundário de um transformador (cabine primária trifásica) ligado em Y. O neutro é aterrado logo na entrada, e levado até a carga . Paralelamente , outro condutor identificado como PE é utilizado como fio terra , e é conectado à carcaça (massa) do equipamento.

b – Sistema TN-C:

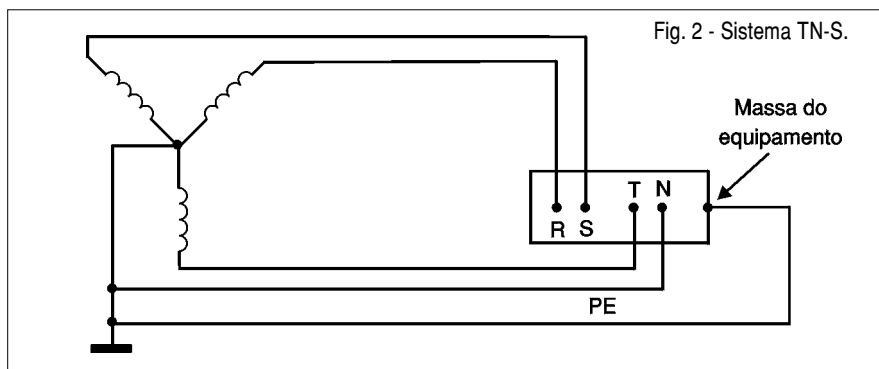


Fig. 2 - Sistema TN-S.

Esse sistema, embora normalizado, não é aconselhável, pois o fio terra e o neutro são constituídos pelo mesmo condutor. Dessa vez, sua identificação é PEN (e não PE, como o anterior). Podemos notar pela figura 3 que, após o neutro ser aterrado na entrada, ele próprio é ligado ao neutro e à massa do equipamento.

c – Sistema TT :

Esse sistema é o mais eficiente de todos. Na **figura 4** vemos que o neutro é aterrado logo na entrada e segue (como neutro) até a carga (equipamento). A massa do equipamento é aterrada com uma haste própria, independente da haste de aterramento do neutro.

O leitor pode estar pensando : “ Mas qual desses sistemas devo utilizar na prática?”

Geralmente, o próprio fabricante do equipamento especifica qual sistema é melhor para sua máquina, porém, como regra geral, temos :

a) Sempre que possível, optar pelo sistema TT em 1º lugar.

b) Caso, por razões operacionais e estruturais do local, não seja possível o sistema TT, optar pelo sistema TN-S.

c) Somente optar pelo sistema TN-

C em último caso, isto é, quando realmente for impossível estabelecer qualquer um dos dois sistemas anteriores.

5 – PROCEDIMENTOS

Os cálculos e variáveis para dimensionar um aterramento podem ser considerados assuntos para “pós – graduação em Engenharia Elétrica”. A resistividade e tipo do solo, geometria e constituição da haste de aterramento, formato em que as hastes são distribuídas, são alguns dos fatores que influenciam o valor da resistência do aterramento.

Como não podemos abordar tudo isso em um único artigo, daremos algumas “dicas” que, com certeza, irão ajudar:

a) Haste de aterramento:

A haste de aterramento normalmente, é feita de uma alma de aço revestida de cobre. Seu comprimento pode variar de 1,5 a 4,0m. As de 2,5m são as mais utilizadas, pois diminuem o risco de atingirem dutos subterrâneos em sua instalação.

b) O valor ideal para um bom aterramento deve ser menor ou igual a 5Ω. Dependendo da química do solo (quantidade de água, salinidade,

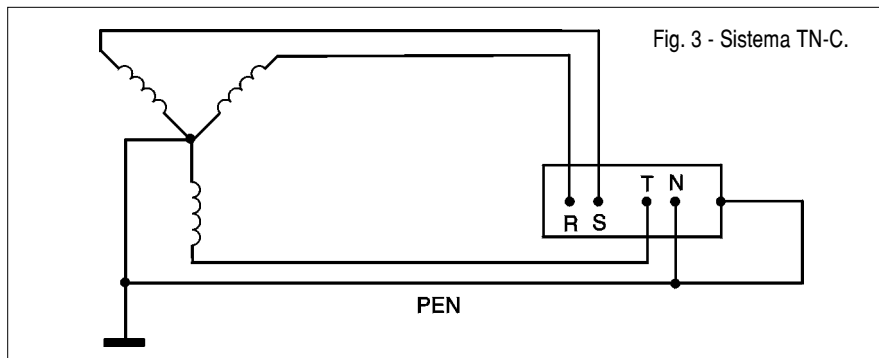


Fig. 3 - Sistema TN-C.

alcalinidade, etc.), mais de uma haste pode se fazer necessária para nos aproximarmos desse valor. Caso isso ocorra, existem duas possibilidades: tratamento químico do solo (que será analisado mais adiante), e o agrupamento de barras em paralelo.

Uma boa regra para agruparem-se barras é a da formação de polígonos. A **figura 5** mostra alguns passos. Note que, quanto maior o número de barras, mais próximo a um círculo ficamos. Outra regra no agrupamento de barras é manter sempre a distância entre elas, o mais próximo possível do comprimento de uma barra.

É bom lembrar ao leitor que essas são regras práticas. Como dissemos anteriormente, o dimensionamento do aterramento é complexo, e repleto de cálculos. Para um trabalho mais preciso e científico, o leitor deve consultar uma literatura própria.

6 - TRATAMENTO QUÍMICO DO SOLO

Como já observamos, a resistência do terra depende muito da constituição química do solo.

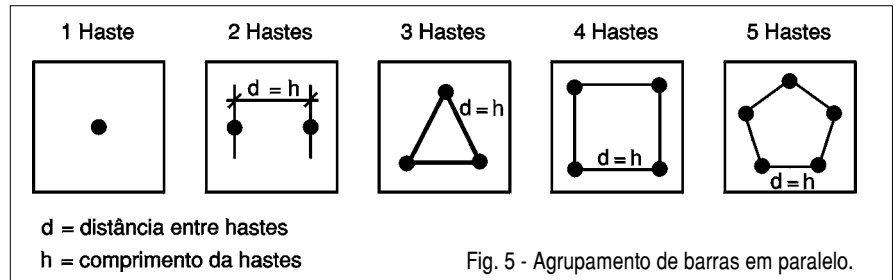
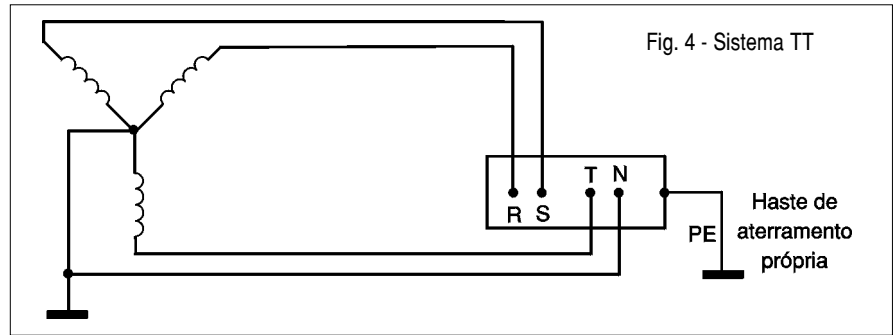
Muitas vezes, o aumento de número de "barras" de aterramento não consegue diminuir a resistência do terra significativamente. Somente nessa situação devemos pensar em tratar quimicamente o solo.

O tratamento químico tem uma grande desvantagem em relação ao aumento do número de hastes, pois a terra, aos poucos, absorve os elementos adicionados. Com o passar do tempo, sua resistência volta a aumentar, portanto, essa alternativa deve ser o último recurso.

Temos vários produtos que podem ser colocados no solo antes ou depois da instalação da haste para diminuir a resistividade do solo. A Bentonita e o Gel são os mais utilizados. De qualquer forma, o produto a ser utilizado para essa finalidade deve ter as seguintes características :

- Não ser tóxico
- Deve reter umidade
- Bom condutor de eletricidade
- Ter pH alcalino (não corrosivo)
- Não deve ser solúvel em água

Uma observação importante no que se refere a instalação em baixa



tensão é a proibição (por norma) de tratamento químico do solo para equipamentos a serem instalados em locais de acesso público (colunas de semáforos, caixas telefônicas, controladores de tráfego, etc...). Essa medida visa a segurança das pessoas nos locais.

7 - MEDINDO O TERRA

O instrumento clássico para medir-se a resistência do terra é o terrômetro.

Esse instrumento possui 2 hastes de referência, que servem como divisores resistivos conforme a **figura 6**.

Na verdade, o terrômetro "injeta" uma corrente pela terra que é transformada em "quedas" de tensão pelos resistores formados pelas hastes de referência, e pela própria haste de terra.

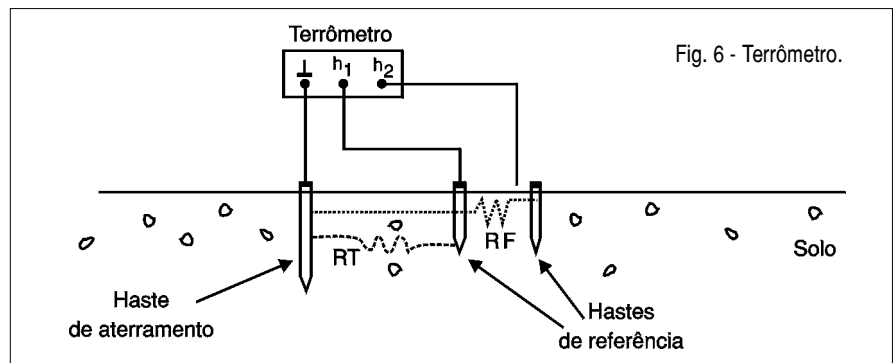
Através do valor dessa queda de tensão, o mostrador é calibrado para

indicar o valor ôhmico da resistência do terra.

Uma grande dificuldade na utilização desse instrumento é achar um local apropriado para instalar as hastes de referência. Normalmente, o chão das fábricas são concretados, e, com certeza, fazer dois "buracos" no chão (muitas vezes até já pintado) não é algo agradável .

Infelizmente, caso haja a necessidade de medir – se o terra , não temos outra opção a não ser essa. Mas, podemos ter uma idéia sobre o estado em que ele se encontra , sem medi-lo propriamente. A **figura 7** mostra esse "truque".

Em primeiro lugar escolhemos uma fase qualquer, e a conectamos a um pólo de uma lâmpada elétrica comum. Em segundo lugar, ligamos o outro pólo da lâmpada na haste de terra que estamos analisando. Quanto mais próximo do normal for o brilho da lâmpada , mais baixa é a resistência de terra .



Caso o leitor queira ser mais preciso, imaginem um exemplo de uma lâmpada de 110 volts por 100 W. Ao fazer esse teste em uma rede de 110 V com essa lâmpada, podemos medir a corrente elétrica que circula por ela. Para um "terra" considerado razoável, essa corrente deve estar acima de 600 mA.

Cabe lembrar ao leitor que, essa prática é apenas um artifício (para não dizer macete) com o qual podemos ter uma idéia das condições gerais do aterramento. Em hipótese alguma esse método pode ser utilizado para a determinação de um valor preciso.

8 - IMPLICAÇÕES DE UM MAU ATERRAMENTO

Ao contrário do que muitos pensam, os problemas que um aterramento deficiente pode causar não se limitam apenas aos aspectos de segurança.

É bem verdade que os principais efeitos de uma máquina mal aterrada são choques elétricos ao operador, e resposta lenta (ou ausente) dos sistemas de proteção (fusíveis, disjuntores, etc...).

Mas outros problemas operacionais podem ter origem no aterramento deficiente.

Abaixo segue uma pequena lista do que já observamos em campo. Caso alguém se identifique com algum desses problemas, e ainda não checou seu aterramento, está aí a dica:

- Quebra de comunicação entre máquina e PC (CPL, CNC, etc...) em modo *on-line*. Principalmente se o protocolo de comunicação for RS 232.

- Excesso de EMI gerado (interferências eletromagnéticas).

- Aquecimento anormal das etapas de potência (inversores, conversores, etc...), e motorização.

- Em caso de computadores pessoais, funcionamento irregular com constantes "travamentos".

- Falhas intermitentes, que não seguem um padrão.

- Queima de CI's ou placas eletrônicas sem razão aparente, mesmo sendo elas novas e confiáveis.

- Para equipamentos com monitores de vídeo, interferências na imagem e ondulações podem ocorrer.

CONCLUSÃO

Antes de executarmos qualquer trabalho (projeto, manutenção, instalação, etc...) na área eletroeletrônica, devemos observar todas as normas técnicas envolvidas no processo.

Somente assim poderemos realizar um trabalho eficiente, e sem problemas de natureza legal.

Atualmente, com os programas de qualidade das empresas, apenas um serviço bem feito não é suficiente. Laudos técnicos, e documentação adequada também são elementos integrantes do sistema.

Para quem estiver preparado, a consultoria de serviços de instalações em baixa – tensão é um mercado, no mínimo, interessante.

Até a próxima! ■

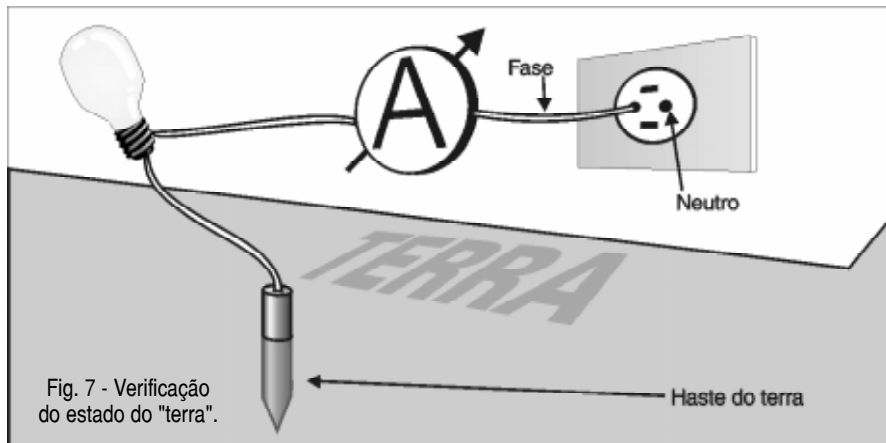


Fig. 7 - Verificação do estado do "terra".