

Capítulo VII

Testes em campo de malha de aterramento

1 - INTRODUÇÃO

As subestações elétricas devem ser aterradas para evitar que ocorram sobretensões ou choques elétricos durante faltas à terra que possam representar perigo às pessoas próximas às instalações e aos equipamentos contidos nessa. Para que um sistema de aterramento seja eficiente e seguro, é necessário que:

- A resistência de terra seja a mais baixa possível, pois isso facilita a proteção do sistema contra faltas à terra e reduz as flutuações de tensão;
- Não apareçam tensões elevadas em pontos acessíveis que provoquem a circulação de corrente superior à suportada pelo corpo humano;
- Todas as estruturas metálicas, não expostas à tensão, deverão estar solidamente aterradas.

Para se realizar a medição de resistência de aterramento da malha, é possível se utilizar dois métodos:

- Método da queda de potencial;
- Método da queda de potencial com injeção de alta corrente.

Os princípios básicos dos dois métodos serão mostrados a seguir.

Além da medição da resistência da malha, é recomendável se fazer também as medições dos potenciais de passo e toque da subestação. Este assunto também será tratado a seguir.

2 - MANUTENÇÃO PREVENTIVA: ENSAIOS

2.1- Método da queda de potencial

No método da queda de potencial, utiliza-se um equipamento específico (terrômetro) para se proceder com a medição da resistência da malha de aterramento. O método consiste, basicamente, em se fazer circular uma corrente entre a malha que se quer medir e um eletrodo auxiliar de corrente, e medir a tensão entre a malha de aterramento e o terra de referência (terra remoto) por meio de um eletrodo auxiliar de terra, como mostrado na figura 1.



Figura 1

Fonte: Internet

Para se obter a medição, o eletrodo de potencial deve ser deslocado ao longo de uma direção predefinida, em intervalos regulares de 5% da distância entre o eletrodo fixo de corrente e a malha de aterramento.

Fazendo-se a leitura de resistência em cada posição, obtém-se a curva de resistência em função da distância.

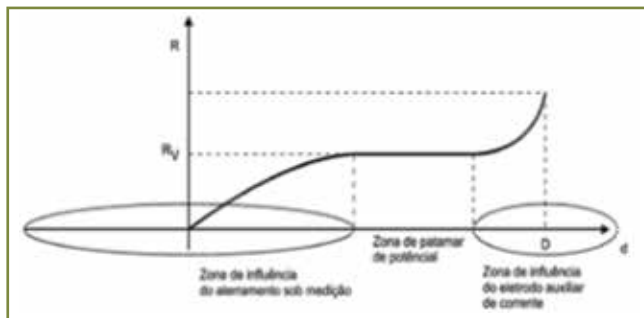


Figura 2

Fonte: NBR 15749

O valor da resistência de aterramento é obtido na zona de patamar do gráfico acima; caso o resultado das medições não seja um gráfico similar ao mostrado acima, deve-se realizar novas medições, aumentando-se a distância entre o eletrodo de corrente e a malha de aterramento e após avaliação de possíveis outras interferências, tais como elementos metálicos enterrados entre o eletrodo de teste e a malha de aterramento.

Antes de se realizar as medições, deve-se notar que:

- O terra medido deve estar desconectado do sistema elétrico;
- A distância entre o eletrodo fixo de corrente e a malha deve ser de, no mínimo, três vezes a maior medida da malha de aterramento e preferencialmente maior que cinco vezes;
- O teste deve ser realizado com o solo o seco.

O método da queda de potencial com terrômetro, devido a vários fatores limitantes, não é indicado para sistemas de aterramento de grandes dimensões, tais como subestações de alta tensão; para estes sistemas, o método de injeção de alta corrente visto a seguir é mais indicado.

2.2- Método da queda de potencial com injeção de alta corrente

Nesse método, o arranjo do teste e a avaliação dos resultados é similar ao mostrado no item anterior, porém, ao invés do uso de um terrômetro, utiliza-se uma fonte de tensão de alta potência e independente do sistema sob medição (Exemplo: gerador).

Nesse caso, a corrente injetada deve ser a maior possível, obviamente, levando-se em consideração os limites de segurança. Valores mínimos de 10A são necessários, sendo que valores acima de 30A são mais próximos do ideal.

O arranjo das medições pode ser verificado na figura 3:

Descubra as soluções da NOVUS para garantir a eficiência na distribuição de energia

MONITORAMENTO DE TEMPERATURA, UMIDADE E PRESSÃO NA CADEIA ENERGÉTICA

GERAÇÃO

Monitoramento de temperatura de elementos de turbinas e de sala de operações de subestações



TRANSMISSÃO

Monitoramento de pressão de óleo de isolamento em linhas de transmissão subterrânea



DISTRIBUIÇÃO

Monitoramento de temperatura, umidade e corrente



CONSUMIDOR FINAL

Monitoramento de temperatura nos medidores de energia em indústrias, comércio e residências.



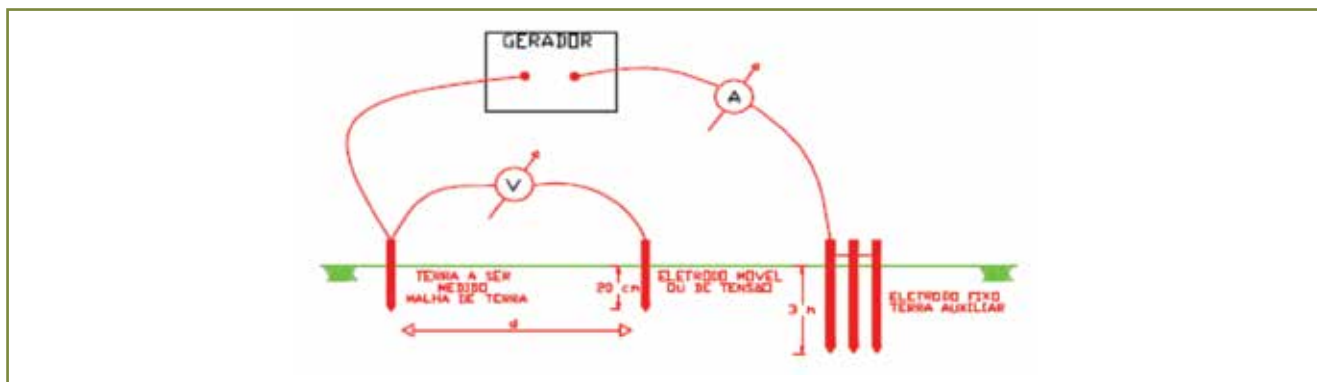


Figura 3 – Retirado do Curso de Manutenção de Operação de Subestações – Engepower.

Aqui também, as medições devem ser realizadas com o solo seco e com a malha desconectada do sistema, além de:

- O eletrodo fixo ou terra auxiliar deve ter a mínima resistência possível; o usual nesse caso, é se fazer uma malha de aterramento auxiliar com um conjunto de hastes de três metros interligadas;
- O voltímetro utilizado para medir as tensões nas posições deve ter alta impedância.

Na avaliação dos resultados em ambos os métodos, a resistência medida deve ser a menor possível, e pode ser comparada com o valor de projeto da malha.

2.3- Medição do potencial de toque

O potencial de toque é a diferença de potencial que aparece entre um ponto de uma estrutura metálica ao alcance da mão de uma pessoa e um ponto do chão afastado de 1 metro da base da estrutura.

Para se realizar a medição de potencial de toque em vários pontos de uma subestação de alta tensão, utiliza-se também uma fonte externa de tensão que faça circular uma corrente entre a malha de aterramento sob teste e uma malha auxiliar de baixa impedância (arranjo similar ao do item 2.2).

Com a corrente circulando, faz-se diversas medições em pontos

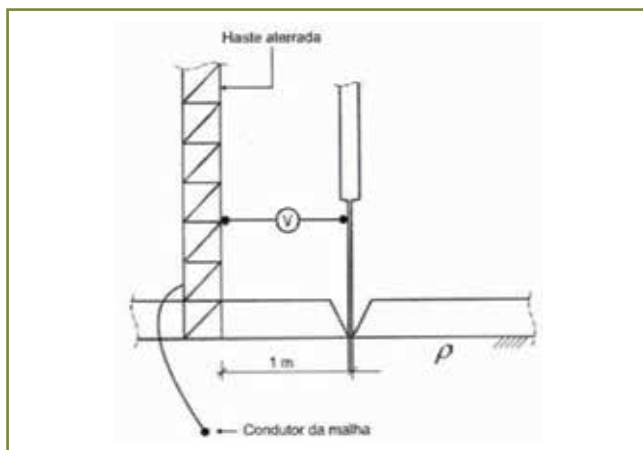


Figura 4

Fonte: NBR 15749

em que uma pessoa poderá encostar em estruturas metálicas dentro de uma subestação, conforme mostrado na figura 4.

Os vários pontos medidos (Exemplos: massas de equipamentos, portões, cercas, estruturas etc.) devem ser locados em um croqui da subestação, indicando a sua localização no terreno.

Para avaliação dos resultados, os valores de tensão medidos devem ser extrapolados da corrente de teste para a máxima corrente de curto-circuito fase-terra. Os valores extrapolados resultantes não devem ultrapassar os valores máximos dados pelo memorial de cálculo da malha de aterramento da subestação, considerando-se ainda uma margem de segurança.

2.4- Medição do potencial de passo

O potencial de passo é a diferença de potencial que aparece entre dois pontos afastados de 1 metro, devido à circulação de corrente pela terra. Essa diferença de potencial é a que aparece entre os pés de uma pessoa afastados de 1 metro.

Aqui, utiliza-se a mesma fonte e arranjo do ensaio mostrado no item anterior. Também são medidos diversos pontos da subestação, mas, dessa vez, em locais de circulação das pessoas dentro da área a ser verificada. A medição é feita como mostrado na figura 5.

A demonstração (croqui) e a avaliação dos resultados também devem ser realizadas de forma similar às mostradas no item 2.3.

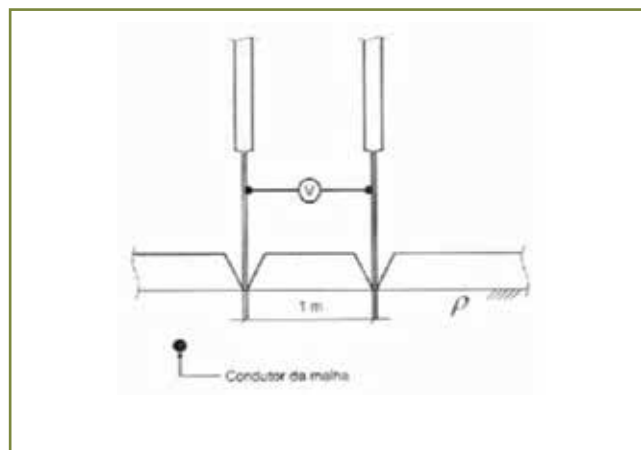


Figura 5

Fonte: NBR 15749

2.5- Manutenção geral da malha de aterramento

Basicamente, não existe manutenção a ser realizada na malha de aterramento, porém, deve-se garantir periodicamente que todas as conexões estão apertadas e que não existem condutores de terra seccionados. Se existirem suspeitas de interrupção de circuitos de aterramento, deve ser verificada a continuidade com ohmímetro ou através de injeção de corrente.

Recomenda-se medir a malha de terra periodicamente para acompanhar a acomodação das camadas de terra do solo, principalmente, nos primeiros anos após a construção da subestação.

FONTES

Curso de Manutenção e Operação de Subestações – Engpower Eng. e Com. LTDA. ABNT NBR 15749 – Medição de resistência de aterramento e de potenciais na superfície do solo em sistemas de aterramento.

Manutenção Elétrica Industrial – Angel Vázquez Morán – Editora Gráfica.

**Fabio Henrique Dér Carrião é engenheiro eletricista, especialista em energia e automação (USP), gestor de equipes de campo (engenharia, comissionamentos, montagens) em subestações de alta, média e baixa tensão, em usinas, distribuidoras e indústrias. Gerente de Engenharia na ENGEPOWER*

**Claudio Mardegan é engenheiro eletricista, especialista em proteção de sistemas de potência, membro sênior do IEEE, professor, palestrante e CEO da ENGEPOWER.*

**Claudio Rancoleta é empresário, pesquisador eletrotécnico, especialista em produtos químicos para área elétrica, membro do COBEI (NBR transformadores elétricos) e CEO da URKRAFT Sistemas.*

CONTINUA NA PRÓXIMA EDIÇÃO

Acompanhe todos os artigos deste fascículo em:

www.osetoreletrico.com.br

Dúvidas, sugestões e outros comentários podem ser encaminhados para:
redacao@atitudeeditorial.com.br



CABLENA^{M.F.}
BRASIL

**Surpreenda-se com a
qualidade dos nossos
cabos elétricos!**



VENDAS:
11 2175-9223
vendas@cablerna.com.br
www.cablerna.com.br



CABLENA^{M.F.}