*Por Luis Alberto Pettoruti, Carlos Alberto Sotille e Hirofumi Takayanagi**

Capítulo IV

Aterramento para sistema de distribuição

Este capítulo abordará inicialmente os objetivos do aterramento de um sistema de distribuição, ficando para os próximos capítulos a abordagem das diretrizes para a elaboração de projetos de aterramento de sistemas elétricos de distribuição, em tensões de até 34,5 kV.

A origem dos sistemas de distribuição de energia elétrica está associada a redes isoladas de terra, cujos índices de disponibilidade eram otimizados pela redução do envolvimento de eventuais falhas, por meio da desenergização manual do menor trecho necessário à execução dos reparos. Contudo, a necessidade de provimento de condições adequadas de segurança associada à progressiva elevação das tensões primárias utilizadas nesses sistemas (consequência da evolução das densidades de carga) passou a exigir a utilização de sistemas primários aterrados como forma de viabilizar soluções técnico-econômicas para a proteção contra sobrecorrentes e sobretensões.

Tendo em vista o provimento das condições adequadas de segurança, o aterramento de um sistema de distribuição deve atingir, cumulativamente, os seguintes objetivos:

a) viabilizar adequado escoamento de sobretensões, limitando as tensões transferidas ao longo da rede, em consequência das descargas de surtos diretas ou indiretas;
b) garantir a segurança dos usuários do sistema por meio da limitação das diferenças de potencial entre o condutor neutro e a terra, resultantes da circulação das correntes de desequilíbrio;
c) garantir a efetividade do aterramento do sistema, limitando os deslocamentos do neutro por ocasião da ocorrência de faltas à terra;
d) assegurar a operação rápida e efetiva dos dispositivos de proteção de sobrecorrente, na ocorrência de faltas à terra, limitando as tensões resultantes da passagem das correntes de curto-circuito;
e) outras condições, como:

- continuidade do fornecimento no caso específico dos sistemas MRT;
- tensões de transferência compatíveis;
- minimização de falhas de equipamentos por deficiência de aterramento;
- qualidade do fornecimento (por exemplo, valor e configuração do aterramento dos para-raios).

A forma de se alcançar os objetivos anteriormente citados depende do tipo de sistema que se venha construir. Portanto, a elaboração do projeto específico para aterramento de um sistema de distribuição deve ser sempre precedida da definição do tipo de sistema que se pretende implantar. Face às múltiplas consequências desta escolha, ela deve ser baseada em análise técnico-econômica global em que sejam avaliadas as vantagens e desvantagens de cada tipo de sistema de acordo com as características específicas da instalação. Nesta análise, devem ser contemplados todos os aspectos técnicos envolvidos, desde a definição de tensão suportável de impulso até a especificação e escolha de todos os materiais, equipamentos e estruturas necessários, que são sensivelmente afetados pela definição da distância de escoamento dos isoladores e pela limitação dos níveis máximos de curto-circuito.

Os aterramentos dos dispositivos de proteção contra sobretensão objetivam viabilizar o adequado escoamento de eventuais surtos, garantindo a manutenção da confiabilidade do sistema e a segurança dos usuários de seus serviços.

No que concerne à proteção específica do equipamento, o valor da resistência dos aterramentos não tem maior influência. Desde que especificados os dispositivos de proteção adequados e utilizado condutor de aterramento único, a limitação do comprimento das interligações destes dispositivos com o tanque do equipamento é suficiente à obtenção de adequado grau de proteção.

Entretanto, o valor de resistência oferecido pelo aterramento dos dispositivos de proteção contra sobretensão é fundamental para a determinação da diferença de potencial que deve se estabelecer entre os componentes do sistema elétrico e a terra, em função da passagem da corrente de impulso nesta resistência.

A elevação de potencial até o ponto de conexão do condutor de aterramento com o condutor neutro (afetada também pela queda de tensão no condutor de descida)

é transmitida para os pontos de utilização, enquanto que a diferença de potencial entre os condutores-fase no topo da estrutura e a terra (afetada também pela tensão residual dos dispositivos de proteção), deve se propagar ao longo do circuito primário.

Destes potenciais, os transmitidos pelo condutor neutro devem garantir condições de segurança para os usuários; os transmitidos pelos condutores-fase da rede primária devem ser inferiores ao valor da tensão suportável de impulso das estruturas, de forma a evitar disrupção nos isoladores, que, não raro, são inclusive danificados pela corrente de curto-circuito subsequente.

Para o cálculo das elevações de potenciais resultantes das descargas de surtos, devem ser estimados valores de resistência de aterramento, de forma a permitir a definição do seu valor-limite.

O valor máximo de resistência de aterramento deve corresponder ao maior dos valores que vier a resultar em tensões no condutor neutro e nos condutores-fase, inferiores a limites previamente estabelecidos, em função dos critérios adotados para proteção contra sobretensões.

Nos próximos capítulos, falaremos sobre as metodologias adequadas à determinação das condições mínimas a serem satisfeitas pelo projeto do aterramento da rede de distribuição de forma a atender, simultaneamente, a todas às características inerentes a cada tipo de sistema como:

a) Sistemas trifásicos a quatro fios, multiaterrados

- Sistema em que o condutor neutro, oriundo da malha de aterramento da subestação, comum aos circuitos primário e secundário, acompanha toda a rede primária, sendo regularmente conectado à terra, em pontos definidos, de modo a constituir uma rede de terra contínua e de baixa impedância. Convém que o condutor neutro seja também interligado ao neutro de outros alimentadores, quando disponíveis, inclusive daqueles originários de outras subestações.

b) Sistemas trifásicos a três fios com neutro secundário contínuo

- Nesse sistema o condutor neutro não é interligado à malha de aterramento da subestação, ficando restrito ao sistema secundário, correspondente. São considerados como de neutro secundário contínuo aqueles em que o neutro de baixa tensão interliga todos os transformadores de distribuição.

c) Sistemas trifásicos a três fios com neutro secundário descontínuo

- Este sistema é idêntico ao sistema trifásico a três fios com neutro secundário continuo, onde nem todos os neutros de baixa tensão dos diversos transformadores de distribuição são interligados.

d) Sistemas monofilares com retorno por terra – MRT

- Sistemas providos de um único condutor-fase que alimenta um ou mais transformadores de distribuição em que o retorno da corrente é feito pelo solo.

***Luis Alberto Pettoruti** é engenheiro eletricista e eletrônico e pesquisador. Atualmente, é sócio-fundador e diretor técnico da Megabras. É ainda membro da CE-03:102 – Comissão de estudos "Segurança em Aterramento elétrico de Subestações C.A." do Comitê Brasileiro de Eletricidade, Eletronica, Iluminação e Telecomunicações (Cobei).*
***Carlos Alberto Sotille** é engenheiro eletricista, mestre em Ciências pela Coppe/UFRJ, e pesquisador. Atualmente, é diretor técnico da Sota Consultoria e Projetos Ltda. e membro da CE-03:102 – Comissão de estudos "Segurança em Aterramento elétrico de Subestações C.A." do Cobei.*
***Hirofumi Takayanagi** é engenheiro eletricista e diretor da JMV Consult. É membro da CE-03:102 – Comissão de estudos "Segurança em Aterramento elétrico de Subestações C.A." do Cobei/ABNT.*

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