*Por Cleber Fiori e Nunziante Graziano**

Capítulo VII

Ensaios de tensão suportável de impulso atmosférico, frequência industrial e descargas parciais

Prezado leitor, este fascículo pretende apresentar em detalhes o conjunto de normas brasileiras para construção de conjuntos de manobra e controle em alta tensão, acima de 1 kV até 52 kV inclusive. No capítulo inicial deste fascículo apresentamos ao leitor os objetivos deste trabalho, que contemplou a apresentação do panorama atual da ABNT NBR IEC 62271-200 vigente no Brasil, suas subdivisões, principais pontos de interesse, suas interpretações e definições. No segundo capítulo, abordamos as principais características nominais de um conjunto de manobra e controle em invólucro metálico de alta tensão, desde tensão nominal e número de fases, nível de isolamento nominal, frequência nominal, corrente nominal de regime contínuo, corrente suportável nominal de curta duração para circuitos principais e de aterramento, valores nominais dos componentes que fazem parte do conjunto de manobra e controle em invólucro metálico, incluindo seus dispositivos de operação e seus equipamentos auxiliares.

No terceiro capítulo, abordamos as principais características de operação normal, partes removíveis, aterramento do conjunto e do invólucro, fechamentos, conceitos de compartimentação dos conjuntos, janelas de inspeção e plaquetas de identificação. No quarto capítulo, falou-se sobre os requisitos de projeto e construção obrigatórios para os conjuntos, notadamente, dispositivos de intertravamento, indicadores de posição, grau de proteção dos invólucros, proteção de pessoas contra acesso a partes perigosas, entre outros aspectos. Já no quinto capítulo, foram abordados os requisitos de projeto e construção obrigatórios para os conjuntos, com destaque para estanqueidade ao gás e ao vácuo, sistemas de pressão controlada para gás, sistemas autônomos de pressão a líquidos, flamabilidade e compatibilidade eletromagnética. O capítulo anterior tratou dos requisitos de projeto e de construção obrigatórios para os conjuntos, entre eles, emissões de raios X, aspectos de corrosão, arco interno devido a falhas internas, requisitos dos invólucros, compartimentos de alta tensão, partes removíveis e provisões para ensaios dielétricos em cabos.

Neste capítulo iniciamos a abordagem dos ensaios de tipo, elencando as principais razões pelas quais são realizados cada um dos ensaios, resultados esperados e suas características mais importantes. Com o objetivo de apresentar ao leitor uma opinião mais precisa e relevante sobre o tema, convidamos para assumir esse capítulo do nosso fascículo o amigo e físico Cleber Rogério Fiori, especialista de laboratório de serviços técnicos de altas tensões e descargas atmosféricas do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEE/USP), sendo um dos maiores especialistas que conheço sobre ensaios de tensão para conjuntos de manobra e controle em alta tensão. Com a caneta, então, Cleber!

As normas técnicas são importantes porque através delas busca-se estabelecer requisitos, critérios e condições mínimas para a escolha e o bom funcionamento e desempenho dos equipamentos em uso durante sua vida útil.

Uma boa norma, do ponto de vista da execução de ensaios, é aquela que apresenta procedimento de ensaio e critérios de aprovação claros e completos. Se por um lado, o bom desempenho dos equipamentos nos ensaios, por vezes, não é garantia de que este equipamento terá boa performance

em seu ciclo de vida, a falha durante a realização dos ensaios traz a certeza de que este equipamento não tem condições de ir a campo e desempenhar suas funções sem trazer algum prejuízo.

Vamos falar sobre três ensaios da norma ABNT NBR IEC 60271-200:2007 que têm por objetivo testar a qualidade da isolação do conjunto de manobra e controle, dada pelo projeto construtivo e pelos materiais isolantes utilizados na sua produção.

Existe uma preocupação nesta norma com a segurança das pessoas, além da preocupação usual com a estabilidade e a confiabilidade do sistema de fornecimento de energia elétrica, porque, não raramente, estes equipamentos são instalados onde o fluxo de passagem de pessoas, próximo ao local de instalação, é grande. Acidentes graves ocorrem quando há falha de isolação e estes equipamentos são instalados em barramentos com potência nominal grande.

A realização dos ensaios em conjuntos de manobra e controle de alta tensão tem tomado maior importância à medida que a busca pela otimização do uso do espaço físico e pela competitividade nos preços tem tornado os conjuntos de manobra e controle e os equipamentos utilizados na sua produção cada vez mais compactos, diminuindo a margem de segurança que, no passado, era grande.

É importante observar também que os equipamentos utilizados na produção destes conjuntos de manobra e controle em alta tensão são ensaiados segundo suas normas específicas e em condições de campo elétrico muito menos severa (distâncias mínimas em torno do equipamento são estabelecidas para que objetos próximos não interfiram no resultado destes ensaios) do que quando instalados dentro dos conjuntos de manobra e controle de média tensão, resultando em alteração significativa de desempenho para alguns ensaios.

Ensaio de tensão suportável de impulso atmosférico

O objetivo deste ensaio é testar a suportabilidade da isolação do conjunto de manobra e controle de média tensão quando submetido às sobretensões decorrentes de descargas atmosféricas ou manobras de circuitos, nas diversas condições exigidas pela configuração do conjunto de manobra e controle.

O ensaio é realizado com impulsos de tensão com forma de onda padronizada para impulso atmosférico (1,2 x 50 µs, onde 1,2 µs é o tempo da frente de onda, enquanto 50 µs corresponde ao tempo de calda da onda), em polaridade positiva e polaridade negativa. Os valores de tensão (NBI) devem ser escolhidos em conformidade com as normas ABNT NBR 6939:2000, ABNT NBR 8186:2011 e ABNT NBR 8841:2010 (coordenação de isolamento), com os dispositivos de proteção contra descarga

atmosférica utilizados na rede e com o nível de exposição a que esta rede está submetida. Para que o equipamento seja considerado aprovado, não devem ocorrer mais do que duas descargas disruptivas nem perfuração de material isolante em cada série de 15 aplicações por polaridade. Particularidades sobre os critérios de aprovação devem ser consultados na norma ABNT NBR IEC 60271-200:2007.

É comum a pergunta sobre qual a origem dos parâmetros de tempo que caracterizam a forma de onda padronizada para impulso atmosférico. As formas de onda das sobretensões ocasionadas em decorrência de descargas atmosféricas variam em função de diversos aspectos podendo apresentar parâmetros de tempo bem distintos umas das outras. A definição de uma forma de onda padronizada vem de estudos e medições coletadas por pesquisadores que apontam que a maioria delas ocorre nesta faixa de frequência e principalmente com o objetivo de padronizar os resultados obtidos neste ensaio independentemente do laboratório onde foi realizado.

Para isto então, é necessário também corrigir os valores de tensão aplicados para as condições atmosféricas padronizadas pelas normas técnicas de ensaio elétrico de alta tensão, quando o meio de isolação principal dos conjuntos de manobra e controle for o ar.

Quando falamos em coordenação de isolação, a definição do Nível Básico de Impulso (NBI) é quem tem a maior importância na caracterização de linhas e equipamentos elétricos de alta tensão.

Ensaio de tensão suportável em frequência industrial

Este ensaio é realizado em conjuntos de manobra e controle de média tensão nas diversas condições exigidas pela configuração do conjunto de manobra e controle em alta tensão, aplicando-se o valor de tensão especificado corrigido para as condições atmosféricas padronizadas, mantido por 1 (um) minuto (procedimento padrão recomendado pela ABNT NBR IEC 6060-1:2013).

Para que o equipamento seja considerado aprovado, não devem ocorrer descargas disruptivas ou perfuração de materiais isolantes. Os valores de tensão devem ser escolhidos em conformidade com a normas ABNT NBR 6939:2000, ABNT NBR 8186:2011 e ABNT NBR 8841:2010 (coordenação de isolamento).

Apesar de o objetivo deste ensaio ser a verificação da suportabilidade da isolação frente às sobretensões em frequência industrial que possam ocorrer na rede onde os equipamentos estejam instalados, outros fatores, além da pior condição de sobretensão esperada, que ocorrem quando sob curto-circuito monofásico em linhas bifásicas ou trifásicas, outros fatores são considerados preponderantes para determinação dos níveis de tensão para este ensaio, tais como:

- Resistência à formação de arco elétrico em função da distância de isolação;
- Fragilidade da isolação em relação às perdas parciais da capacidade de isolamento;
- Longevidade do equipamento em condição de uso;
- Agressividade ambiental do local onde será instalado;
- Importância da rede onde está instalada;
- Periodicidade de manutenção, entre outros.

Por estes motivos, os valores de tensão suportável em frequência industrial especificados para classes de tensão menores são proporcionalmente maiores em relação às suas tensões nominais para equipamentos de classe tensão mais elevadas. Chegaram-se a estes valores hoje estabelecidos, com algumas variações, empiricamente, com alguns ajustes ao longo do tempo.

Medição da intensidade de descargas parciais

É característica marcante dos materiais isolantes sólidos a presença de pequenos espaços confinados preenchidos por gases chamados de "vazios".

Processos de produção mais modernos e criteriosos, além de matérias-primas de melhor qualidade, permitem diminuir a quantidade de "vazios" existentes nos isolantes sólidos produzidos.

Descargas parciais então, são descargas elétricas que ocorrem dentro destes "vazios" e, em líquidos isolantes, dentro de bolhas, quando o isolamento é submetido a campos elétricos intensos. Em decorrência das descargas parciais ocorre a carbonização do material isolante, deteriorando o material e produzindo gases que, a longo prazo, levam à ocorrência de falha de isolação no equipamento e, em alguns casos, até mesmo explosão deste equipamento.

Quando em uso, esforços mecânicos e o fenômeno de dilatação, além do envelhecimento natural do material, podem ocasionar processos de trincamento, rachaduras e delaminação do material sólido isolante, provocando o aparecimento de vazios que não existiam quando o isolante foi produzido.

A medição de descargas parciais exige muita perícia e experiência de quem executa os ensaios, um ambiente aprimorado de ensaio que deve incluir os equipamentos de geração e medição da tensão aplicados ao objeto sob ensaio que sejam controlados para evitar que interferências externas ao objeto sob ensaio, e que levem a interpretações incorretas dos resultados obtidos. O método mais comumente utilizado para medição de descargas parciais é o de carga aparente, sendo os valores medidos de descargas parciais expressos em picocoulombs (pC).

Na norma ABNT NBR IEC 60271-200:2007, a medição de descargas parciais está classificada como ensaio de tipo e

também como ensaio de rotina, mas sua realização deve ser estabelecida por acordo entre fabricante e comprador.

Devido à grande variedade de configurações e do alto grau de complexidade que alguns conjuntos de manobra e controle de média tensão, que por vezes apresentam combinações de diferentes tipos de isolantes em sua constituição, é difícil definir um procedimento de ensaio único e limites de descargas parciais que sejam adequados a todos casos. Sendo assim, caso decida-se por fazer a medição de descargas parciais, as recomendações e as orientações descritas nos itens 6.2.9, 7.101 e no Anexo B da norma ABNT NBR IEC 60271-200:2007 devem ser lidos e discutidos criteriosamente pelas partes interessadas antes de sua execução.

No próximo capítulo continuaremos a abordagem dos ensaios de tipo, elencando as principais razões pelas quais são realizados os ensaios, resultados esperados e suas características mais importantes.

Até lá!

** Cleber Rogério Fiori é graduado em física pela Universidade de São Paulo. Possui 26 anos de experiência em laboratório de alta tensão, dez como técnico de laboratório e 16 como especialista do laboratório de serviços técnicos de altas tensões e descargas atmosféricas do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEE/USP).*

Nunziante Graziano é engenheiro eletricista, mestre em energia, redes e equipamentos pelo Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEE/USP), Doutor em Business Administration pela Florida Christian University, membro do ABNT/CB-003/CE 003 017 003 "Conjuntos de manobra e controle de alta tensão", Conselheiro Regional do CREA-SP e diretor da Gimi Pogliano Blindosbarra Barramentos Blindados e da GIMI Quadros elétricos.

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