

Capítulo III

Definições e características

Por Nunziane Graziano*

Prezado leitor, este fascículo pretende apresentar em detalhes o projeto de revisão da norma brasileira para construção de quadros elétricos e barramentos blindados de baixa tensão.

No capítulo inicial deste fascículo, apresentamos ao leitor os objetivos deste trabalho, que contemplou uma abordagem a respeito do panorama atual da ABNT NBR IEC 60439 vigente no Brasil, das suas subdivisões, principais pontos de interesse, como a classificação dos painéis em TTA e PTTA, suas interpretações e seus abusos.

No segundo capítulo, iniciamos a análise das principais definições e dos termos usuais. Neste terceiro capítulo, continuaremos este trabalho, notadamente, as condições de instalação, características de isolamento, proteção contra os choques elétricos, características nominais e de performance requeridas.

Iniciamos com as definições dos tipos de conjunto quanto à sua instalação:

- Conjunto para instalação abrigada é destinado para uso em locais com condições de serviço normais para uso abrigado, ou seja, em que a temperatura do ar ambiente não exceda +40 °C e a temperatura média por um período de 24h não exceda

+35 °C, sendo que o limite inferior da temperatura do ar ambiente é -5 °C; a umidade relativa do ar não exceda 50% a uma temperatura máxima de +40 °C, sendo que os percentuais de umidade relativas mais elevados podem ser admitidos em temperaturas mais baixas, por exemplo, 90% a +20 °C, sendo que convém levar em conta que uma condensação moderada pode acontecer ocasionalmente devido às variações de temperatura;

- Conjunto para instalação ao tempo é destinado para uso em locais com condições de serviço normais para uso ao tempo, ou seja, em que a temperatura do ar ambiente não exceda +40 °C e a temperatura média por um período de 24 h não exceda +35 °C, sendo que o limite inferior da temperatura do ar ambiente é -25 °C; a umidade relativa pode temporariamente atingir 100% a uma temperatura máxima de +25 °C.

Os conjuntos podem ainda ser diferenciados entre si pela finalidade à qual são construídos, sendo duas possibilidades: fixo ou móvel. Conjunto fixo é destinado a ser fixado no local da instalação, por exemplo, no piso ou na parede, e para ser utilizado neste local, enquanto um conjunto móvel é construído de forma que possa ser

movido facilmente de um local de uso para outro.

Encerrada a análise dos conjuntos quanto às principais características construtivas, passemos, pois, a analisar as características de isolamento.

- Distância de isolamento é a distância entre duas partes condutoras em linha reta, caracterizando o menor caminho entre estas partes condutoras, sem considerar superfícies sólidas contínuas.

- Distância de escoamento, diferentemente da distância de isolamento, é caracterizada pela menor distância ao longo da superfície de um material isolante sólido entre duas partes condutoras. Uma junção entre duas partes de material isolante é considerada como parte da superfície.

- Sobretensão é toda tensão que tem um valor de pico que excede o valor de pico correspondente à tensão máxima em regime permanente nas condições normais de funcionamento. Essa sobretensão pode ser caracterizada pela sua duração em duas modalidades, que são: temporária, em que a sobretensão à frequência industrial é de duração relativamente longa (vários segundos); ou transitória, em que a sobretensão é de curta duração, de alguns

milissegundos ou menos, oscilatória ou não, normalmente muito amortecida

- Tensão suportável à frequência industrial é o valor eficaz de uma tensão senoidal de frequência industrial que não provoca descarga em condições de ensaio especificadas.

- Tensão suportável aos impulsos é o maior valor de pico de uma tensão de impulso, de forma e polaridade estabelecidas, que não causa falta na isolação sob condições especificadas. Ao longo desta série de artigos, vamos explicar a utilidade dessa característica, suas implicações e inter-relações com outras características, como o grau de poluição e as distâncias de isolação e escoamento. A poluição caracteriza-se por qualquer presença de material externo sólido, líquido ou gasoso, que pode reduzir rigidez dielétrica ou resistividade superficial da isolação. A quantidade e o tipo dessa poluição podem interferir no planejamento das manutenções periódicas previstas para o ciclo de vida do conjunto, mas, preponderantemente, interfere no projeto desse conjunto, pois requer maiores distâncias de isolação e escoamento.

- Grau de poluição (de condições ambientais) representa uma quantidade de poeira condutiva ou higroscópica, gás ionizado ou sal e, também, na umidade relativa e sua frequência de ocorrência, que resulta em

absorção higroscópica ou condensação de umidade, que conduz à redução da rigidez dielétrica e/ou resistividade superficial. O grau de poluição ao qual os materiais isolantes de dispositivos e componentes estão expostos pode ser diferente daquele do macro ambiente, onde estão localizados os dispositivos ou componentes, devido à proteção oferecida por meios tais como um invólucro ou aquecimento interno, que previnem absorção ou condensação de umidade. Para os propósitos da IEC 61439-1, o grau de poluição é aquele do microambiente. O microambiente (para o qual uma distância de escoamento ou de isolamento é referida) é o ambiente imediato de isolação com influência particular sobre o dimensionamento das distâncias de escoamento. Esse microambiente da distância de escoamento ou de isolamento determina o efeito sobre a isolação e não o ambiente do conjunto ou dos componentes. O microambiente pode ser melhor ou pior que o ambiente do conjunto ou dos componentes.

Os materiais isolantes, quando submetidos às condições limites de tensão associados e não aos efeitos de sobretemperatura, ou quando sua qualidade não é a ideal, são afetados pelo efeito do trilhamento, que consiste na formação

progressiva de caminhos condutores que são produzidos na superfície de um material isolante sólido, devido aos efeitos combinados de fadiga elétrica e contaminação eletrolítica dessa superfície. O índice de resistência ao trilhamento, definido na norma como IRT, representa o valor numérico da máxima tensão, em volts, para a qual um material suporta, sem ocorrer o fenômeno de trilhamento, à aplicação de 50 gotas de um líquido definido para o ensaio. Quando ocorre o trilhamento ou quando a quantidade ou qualidade da poluição depositada sobre uma superfície isolante excede o limite, fatalmente, ocorrerá uma descarga disruptiva, que se caracteriza como o fenômeno associado com a falta de isolação sob potencial elétrico e em que a descarga “curto-circuita” totalmente a isolação, reduzindo a tensão entre eletrodos a zero ou próximo de zero. Uma descarga disruptiva em um dielétrico sólido produz uma perda permanente de rigidez dielétrica; em um dielétrico líquido ou gasoso, a perda pode ser apenas momentânea. O termo “descarga” é utilizado quando uma descarga disruptiva ocorre em um dielétrico líquido ou gasoso. O termo “arco” é utilizado quando uma descarga disruptiva ocorre sobre uma superfície de um dielétrico sólido em um meio gasoso ou líquido. O termo “perfuração” é utilizado quando uma

descarga disruptiva ocorre através de um de um dielétrico sólido.

- Categoria de sobretensão (de um circuito ou em um sistema elétrico) é número convencional, baseado na limitação (ou controle) dos valores de sobretensões transitórias presumidas que ocorrem em um circuito (ou em um sistema elétrico que tem tensões nominais diferentes) e que depende dos meios empregados para atuar nas sobretensões. Em um sistema elétrico, a transição de uma categoria de sobretensão para outra menor é obtida por meios apropriados que satisfazem aos requisitos de interface, tais como um dispositivo de proteção contra sobretensão ou um arranjo de impedância em série e/ou paralelo capaz de dissipar, absorver ou desviar a energia em uma corrente de surto associada, para reduzir o valor da sobretensão transitória àquele que corresponde a uma categoria de sobretensão inferior desejada.

Como caracterizado, quando abordamos as categorias de sobretensão, um dispositivo de proteção contra surto DPS é o dispositivo projetado para proteger o dispositivo elétrico contra sobretensões transitórias elevadas e limitar a duração e, frequentemente, a amplitude da corrente resultante. A aplicação correta dos dispositivos de proteção contra surtos ou outros meios apropriados para qualificar um conjunto, além de suas características construtivas, configura o que chamamos de coordenação de isolamento, quando é possível a correlação de características de isolamento de equipamento elétrico com sobretensões previstas e as características dos dispositivos de proteção contra sobretensão, de um lado, e com o microambiente previsto e os meios de proteção contra poluição, de outro lado.

A operação normal, a intervenção para reparos em painéis energizados ou a manutenção preditiva requerem medidas de proteção contra os choques elétricos, seja por contato acidental, seja por ação deliberada. Para tanto, é necessário prover

barreiras, obstáculos e outras medidas de controle de acesso. Para que seja possível adequar as medidas, é necessário entender os agentes envolvidos e as necessidades de acesso para operação normal ou manutenção. Partamos de definições básicas:

- Parte viva: condutor ou parte condutiva destinada a estar sob tensão em serviço normal, inclusive o condutor neutro, mas, por convenção, não um condutor PEN;

- Parte viva perigosa: parte viva que pode provocar, sob certas condições, um choque elétrico prejudicial;

- Parte condutiva exposta (massa): parte condutiva do conjunto que pode ser tocada e que normalmente não está sob tensão, mas que pode se tornar uma parte energizada perigosa em caso de falta;

- Condutor de proteção (identificação: PE): condutor previsto para fins de segurança, por exemplo, proteção contra choques elétricos. Um condutor de proteção pode conectar eletricamente as partes seguintes: massas, partes condutoras estranhas à instalação, borne de aterramento principal, eletrodo de aterramento e ponto de aterramento da alimentação ou neutro artificial;

- Condutor neutro (N): condutor eletricamente conectado ao ponto neutro e capaz de contribuir para a distribuição de energia elétrica;

- Condutor PEN: condutor que combina as funções de um condutor de proteção aterrado e um condutor neutro;

- Corrente de fuga: corrente resultante de uma falta de isolamento, de ruptura na isolamento ou conexão incorreta em um circuito elétrico;

- Proteção básica: proteção contra choque elétrico sob condições de ausência de falta, ou seja, em condições normais. A proteção básica é destinada para prevenir contato com as partes vivas e geralmente corresponde à proteção contra o contato direto;

- Isolação básica: isolamento de partes vivas perigosas que provê proteção básica. Este

conceito não se aplica à isolamento utilizada exclusivamente para fins funcionais;

- Proteção contra falta: proteção contra choque elétrico na condição de falta (por exemplo, falha da isolamento básica). A proteção em caso de falta corresponde geralmente à proteção contra o contato indireto, principalmente no caso de falta da isolamento básica;

- Extra-baixa tensão (ELV): qualquer tensão que não excede o limite de tensão correspondente especificado na IEC 61201. Na NR 10, esses limites são equivalentes aos elencados a seguir: tensão não superior a 50 volts em corrente alternada ou 120 volts em corrente contínua, entre fases ou entre fase e terra. A NR 10 ainda cita a tensão de segurança, que corresponde a extra baixa tensão originada em uma fonte de segurança;

- Pessoa qualificada: pessoa com formação e experiência apropriada para permiti-la a perceber riscos e a evitar perigos que a eletricidade pode criar;

- Pessoa advertida: pessoa suficientemente instruída ou supervisionada por pessoas qualificadas para permiti-la a perceber riscos e a evitar perigos que a eletricidade pode criar;

- Pessoa comum: pessoa que não é nem uma pessoa qualificada nem uma pessoa advertida;

- Pessoa autorizada: pessoa qualificada ou instruída que é autorizada para executar trabalho definido.

Finalizadas as definições relativas à segurança e proteção contra choques elétricos, partamos para a definição das características e grandezas elétricas que constituem uma das mais relevantes partes desse fascículo.

- Valor nominal (identificação): valor de uma grandeza, utilizada para denominar e identificar um componente, dispositivo, equipamento ou sistema. Também pode ser o valor de uma grandeza, utilizada para fins de especificação, estabelecido para um conjunto especificado de condições

de funcionamento de um componente, dispositivo, equipamento ou sistema;

- Valor limite de uma especificação de um componente, dispositivo, equipamento ou sistema, corresponde ao maior ou menor valor admissível de uma grandeza;
- Características nominais: conjunto de valores nominais e condições de funcionamento;

A tensão tem várias subdefinições e características, que elencamos a seguir:

- Tensão nominal (de um sistema elétrico): representa o valor aproximado da tensão utilizada para designar ou identificar um sistema elétrico;
- Tensão nominal (U_m): a mais elevada tensão nominal do sistema elétrico, em corrente alternada (eficaz) ou em corrente contínua, declarada pelo montador do conjunto para o qual o circuito principal é projetado para ser conectado. Para os circuitos polifásicos, é a tensão entre fases. Para efeitos práticos, os transientes são desconsiderados e o valor da tensão de alimentação pode exceder a tensão nominal devido às tolerâncias admissíveis do sistema elétrico;
- Tensão nominal de utilização (U_e) - de um circuito em um conjunto: valor da tensão, declarado pelo montador do conjunto, que combinada com a corrente nominal determina sua aplicação. Para os circuitos polifásicos, é a tensão entre fases;
- Tensão nominal de isolamento (U_i): valor eficaz da tensão suportável fixado pelo montador do conjunto para os equipamentos ou para uma parte deste, caracterizando a capacidade de suportar (em longo prazo) a sua isolação especificada. Para os circuitos polifásicos, é a tensão entre fases. A tensão nominal de isolamento não é necessariamente igual à tensão nominal de utilização de equipamento que é relacionado principalmente a desempenho funcional;
- Tensão nominal de impulso suportável (U_{imp}): valor de tensão de impulso suportável, declarado pelo montador do conjunto, caracterizando a capacidade de suportar a isolação contra sobretensões transitórias especificadas.

A corrente também tem várias subdefinições e características, que elencamos a seguir:

- Corrente de curto-circuito (I_{cc}): sobrecorrente resultante de um curto-circuito devido a uma falta ou uma conexão incorreta em um circuito elétrico;
- Corrente de curto-circuito presumida (I_{cp}): valor eficaz da corrente que circula quando os condutores de alimentação do circuito são curto-circuitados por um condutor de impedância desprezível colocado o mais próximo possível dos bornes de alimentação do conjunto. Para efeito de ensaio de performance, quando o projeto do conjunto é tal que o comprimento dos barramentos a serem construídos ou ensaiados é inferior a 1,6 m e não é pretendido que o conjunto seja estendido, então, o comprimento total do barramento deve ser ensaiado e o curto-circuito estabelecido na extremidade destes barramentos. Se um barramento se compõe de diferentes arranjos (com respeito a seções, espaçamento entre linhas de centro dos condutores, o tipo e a quantidade de suportes por metro), cada arranjo deve ser ensaiado separadamente ou conjuntamente, contanto que as condições acima sejam satisfeitas;
- Corrente de interrupção limitada: valor instantâneo máximo de corrente atingida durante a interrupção realizada por um dispositivo de manobra ou um fusível. Este conceito é de importância particular quando o dispositivo de manobra ou o fusível funciona de tal maneira que a corrente de pico presumida de um circuito não é alcançada. Essa definição é relevante na associação disjuntor + fusível limitador em casos de altas correntes presumidas de curto-circuito;
- Corrente nominal: valor de corrente, declarado pelo montador do conjunto, que um circuito pode conduzir sem que a elevação de temperatura das diferentes partes do conjunto exceda os limites especificados em condições específicas.

A corrente nominal do conjunto é a menor entre: a soma das correntes nominais

dos circuitos de entrada do conjunto funcionando em paralelo; e a corrente total que o barramento principal é capaz de distribuir na disposição particular do conjunto. Esta corrente deve circular sem que a elevação de temperatura das partes individuais exceda os limites especificados em 9.2 da IEC 61439-1. A corrente nominal de um circuito de entrada pode ser inferior à corrente nominal do dispositivo de entrada (de acordo com a respectiva norma de dispositivo) instalado no conjunto. Neste contexto, o barramento principal pode ser uma barra individual ou a combinação de barras individuais que normalmente são conectadas em serviço, por exemplo, por meio de um acoplador de barras. A corrente nominal do conjunto é a corrente de carga máxima admissível que o conjunto pode distribuir e que não pode ser ultrapassada quando futuras unidades de saídas são adicionadas.

A corrente nominal de um circuito é o valor da corrente que pode ser transportada pelo circuito de carga isoladamente, nas condições normais de utilização. Essa corrente deve circular sem que a elevação de temperatura das diversas partes do conjunto exceda os limites especificados em 9.2 da IEC 61439-1.

A corrente nominal de um circuito pode ser inferior às correntes nominais dos dispositivos (de acordo com a respectiva norma do dispositivo) instalados neste circuito. Devido à complexidade dos fatores que determinam as correntes nominais, nenhum valor padronizado pode ser fornecido.

- Corrente nominal de pico admissível (I_{pk}): valor de pico da corrente de curto-circuito, declarada pelo montador do conjunto, que pode ser suportado sob condições especificadas.
- Corrente nominal de curta duração admissível (I_{cw}): valor eficaz da corrente de curta duração, declarado pelo montador do conjunto, que pode suportar em condições especificadas, definido em termos de corrente e duração.

- Corrente nominal de curto-circuito condicional (Icc): valor da corrente de curto-circuito presumida, declarado pelo montador do conjunto, que um circuito protegido por um dispositivo de proteção contra curto-circuito (DPCC) pode suportar durante o tempo total de funcionamento desse dispositivo nas condições especificadas. O dispositivo de proteção contra curto-circuito pode formar uma parte integrante do conjunto ou pode ser uma unidade separada.
- Fator de diversidade nominal (RDF): valor por unidade da corrente nominal, declarado pelo montador do conjunto, para o qual circuitos de saída de um conjunto podem ser carregados de forma contínua e simultânea, levando em consideração as influências térmicas mútuas.
- Frequência nominal (fn): valor de frequência, declarado pelo montador do conjunto, para o qual um circuito é projetado e para o qual se referem as condições de utilização. Pode-se atribuir a um circuito um certo número ou uma faixa de frequências nominais ou especificar se é em corrente alternada ou corrente contínua.

No próximo capítulo, continuaremos a análise da IEC 61439-1 em suas definições, notadamente, nas condições de verificação, símbolos e abreviações, características de interface, marcação e identificação, documentação e condições de serviço dos conjuntos. Até lá!

**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 da ABNT/CB-003/CE 003 121 002 – Conjuntos de Manobra e Comando de Baixa Tensão – 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 comentários podem ser encaminhados para redacao@atitudeeditorial.com.br