

Capítulo IV

Características construtivas, requisitos de marcação e condições da instalação dos conjuntos

Por Nunziante 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 a apresentação do panorama atual da ABNT NBR IEC 60439 vigente no Brasil, 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, sendo que, 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.

No terceiro capítulo, continuamos a análise das principais definições, condições de instalação, características de isolamento, proteção contra os choques elétricos e características nominais.

Neste capítulo, finalizamos a apresentação de todas as características construtivas, requisitos de marcação, condições da instalação dos conjuntos e iniciamos os requisitos de construção.

Como finalização das informações necessárias a serem declaradas tanto pelo usuário como pelo fabricante do conjunto,

temos as seguintes características:

- Requisitos adicionais que dependem das condições de utilização especificadas de uma unidade funcional (por exemplo, tipo de coordenação para partida de motores, características de sobrecarga, tempo presumido de defeitos);
- Grau de poluição (já definido no segundo capítulo deste fascículo);
- Tipos de esquema de aterramento para o qual o conjunto é projetado (consulte a ABNT NBR 5410);
- Instalação abrigada e/ou ao tempo;
- Equipamento para uso fixo ou móvel;
- Grau de proteção realmente necessário;
- Destinação para uso por pessoas qualificadas ou comuns;
- Classificação de compatibilidade eletromagnética (EMC);
- Condições especiais de utilização, como por exemplo, temperaturas médias acima de 35 °C em fases do ano; presença de poeira ou poluição condutora; risco de entrada de fauna ou flora dentro dos painéis (característica do local da instalação), entre tantas outras;
- Projeto externo do conjunto;
- Proteção contra impacto mecânico, se aplicável;
- Presença de máquinas ou equipamentos que produzam vibração relevante nos conjuntos, pois essa condição pode ocasionar afrouxamento nas conexões dos condutores;
- Tipo de construção desejada para

componentes, no tocante à execução fixa ou com partes removíveis;

- Dimensões externas (compreendendo as projeções, por exemplos, manoplas, tampas, portas), quando utilizadas;
- A massa, ou peso, completo ou dos módulos de transporte, quando necessário ou solicitado pelo usuário para possibilitar a movimentação horizontal e/ou vertical dos conjuntos até sua localização de instalação;
- Natureza dos dispositivos de proteção contra os curtos-circuitos e as medidas para proteção contra choques elétricos. Neste particular, dedicamos especial atenção. Para conjuntos com dispositivo de proteção contra curto-circuito (DPCC) incorporado em uma unidade de entrada, o montador do conjunto deve indicar o valor máximo permissível da corrente presumida de curto-circuito nos terminais de entrada do conjunto. Este valor não deve exceder as características nominais declaradas ou requisitadas pelo sistema. O fator de potência e os valores de pico correspondentes devem ser os indicados na norma. Para determinar o esforço eletrodinâmico, o valor da corrente de pico deve ser obtido multiplicando o valor eficaz da corrente de curto-circuito pelo fator n . Os valores do fator n e o fator de potência correspondente são dados na tabela 1.

Se for utilizado um disjuntor com disparador temporizado como dispositivo de proteção contra os curtos-circuitos, o montador do conjunto deve indicar o tempo

TABELA 1 – VALORES PARA O FATOR N A (9.3.3 DA IEC 61439-1)

Valor eficaz da corrente de curto-circuito kA	cos φ	n
$I \leq 5$	0,7	1,5
$5 < I \leq 10$	0,5	1,7
$10 < I \leq 20$	0,3	2
$20 < I \leq 50$	0,25	2,1
$50 < I$	0,2	2,2

Os valores desta tabela representam a maioria das aplicações. Em locais especiais, por exemplo, próximos de transformadores ou geradores, podem ser encontrados valores menores de fator de potência, em que a corrente de pico presumida pode vir a ser o valor limite ao invés do valor eficaz da corrente de curto-circuito.

máximo e o ajuste correspondente à corrente presumida de curto-circuito.

Para conjuntos em que o dispositivo de proteção contra curto-circuito não está incorporado na unidade de entrada, o montador do conjunto deve indicar a corrente suportável de curto-circuito de uma ou mais maneiras seguintes:

- corrente nominal de curta duração admissível (I_{cw}) com o tempo associado e corrente suportável nominal de pico (I_{pk});
- corrente nominal condicional de curto-circuito (I_{cc}).

Para tempo máximo de até três segundos, a relação entre a corrente nominal de curta duração e o tempo associado é determinada pela fórmula $I2t = \text{constante}$, contanto que o valor de pico não exceda a corrente

suportável nominal de pico.

O montador do conjunto deve indicar as características dos dispositivos de proteção contra curto-circuito necessárias para a proteção do conjunto.

Para um conjunto tendo várias unidades de entrada, as quais não são prováveis de funcionar simultaneamente, a corrente suportável de curto-circuito pode ser indicada em cada uma das unidades de entrada.

Para um conjunto tendo várias unidades de entrada, as quais são prováveis de funcionar simultaneamente, e para um conjunto que tem uma unidade de entrada e uma ou mais unidades de saída de alta potência, que podem alimentar a corrente de curto-circuito, é necessário determinar os valores da corrente presumida de curto-circuito em cada unidade de entrada, em

cada unidade de saída e nos barramentos principais baseados em dados fornecidos pelo usuário.

Do ponto de vista das informações, algumas são preponderantes e justifica enunciá-las aqui. São elas:

MARCAÇÃO PARA IDENTIFICAÇÃO DOS CONJUNTOS

O montador do conjunto deve prover para cada conjunto uma ou mais etiquetas marcadas de maneira durável e dispostas em um local que permita serem visíveis e legíveis quando o conjunto estiver instalado e em funcionamento. A conformidade a este requisito é verificada de acordo com o ensaio de construção e marcação e por inspeção.

As informações seguintes relativas ao conjunto devem ser fornecidas na(s) marcação(ões) de designação:

- O nome do montador do conjunto ou marca comercial;
- Designação do tipo ou número de identificação ou qualquer outro meio de identificação, permitindo obter do montador do conjunto as informações apropriadas;
- Meios de identificação da data de fabricação;
- Norma de referência, por exemplo, a ABNT NBR IEC 61439-X (a parte específica

"X" deve ser identificada). A norma do conjunto pertinente pode especificar informações complementares que devem ser indicadas na marcação da etiqueta.

DOCUMENTAÇÃO OBRIGATÓRIA DOS CONJUNTOS

Independentemente das informações aqui elencadas serem importantes para a operação dos quadros e painéis em sua instalação e durante sua vida útil, a Norma Regulamentadora nº 10 do Ministério do Trabalho e Emprego, popularmente conhecida como NR 10, estabelece os requisitos e as condições mínimas, a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade.

O leitor, neste momento, questiona: qual a relação entre a NR 10 e a documentação dos conjuntos? Pois bem, a documentação relativa aos quadros e painéis deve integrar o prontuário NR 10 da instalação, que corresponde ao conjunto de documentos obrigatórios de uma instalação e de seus funcionários, em que se determinam limites e responsabilidades aos profissionais, mas, preponderantemente, documenta-se a instalação de modo que qualquer profissional qualificado e habilitado possa, estudando esse prontuário, entender o funcionamento da instalação como um todo, determinar suas zonas de risco, estabelecer quem pode e quem não pode trabalhar numa ou noutra parte da instalação, etc. Percebe-se, portanto, a importância da qualidade documental dos conjuntos, pois é baseado nas informações deste documento que profissionais tomarão decisões, sendo que estas, se baseadas em informações equivocadas ou não comprovadas, podem expor profissionais a riscos.

Retornando aos requisitos técnicos, são informações referentes ao conjunto todas as características de interface (elencadas no capítulo terceiro deste fascículo), as quais

devem ser fornecidas junto à documentação técnica do montador do conjunto, acompanhando fisicamente o produto.

Instruções adicionais sobre manuseio, instalação, funcionamento e manutenção também são relevantes e devem ser fornecidas. O montador do conjunto deve especificar em documentos ou catálogos as condições eventuais de manuseio, de instalação, de funcionamento e de manutenção do conjunto e os equipamentos nele contidos. Se necessário, as instruções devem indicar as medidas para que o transporte, o manuseio, a instalação e o funcionamento do conjunto sejam corretos e apropriados. Como dito antes, mas sempre importante frisar, o fornecimento de detalhes relativos ao peso é de relevante importância para o transporte e manuseio do conjunto. A correta localização e a instalação dos meios de içamento, assim como o tamanho dos cabos dos acessórios de içamento, devem ser informados na documentação ou nas instruções do montador do conjunto.

Relativamente, quanto à compatibilidade eletromagnética, se um conjunto destinado especificamente para um ambiente A for utilizado em um ambiente B, deve haver uma advertência nas instruções de funcionamento. A norma estabelece essa advertência, conforme segue:

PRECAUÇÃO - *Este produto foi projetado para ambiente A. A utilização deste produto em ambiente B pode causar perturbações eletromagnéticas não desejáveis, que podem exigir medidas adequadas para a atenuação.*

Para que a operação de um conjunto seja segura, a identificação dos dispositivos e/ou dos componentes é essencial. No interior do conjunto deve ser possível identificar cada um dos circuitos e seus dispositivos de proteção. As marcações e as identificações devem ser legíveis, permanentes e apropriadas ao ambiente físico. Todas as identificações utilizadas devem estar em conformidade com a IEC 81346-1, a IEC 81346-2 e idênticas às utilizadas nos esquemas de ligações elétricas que devem estar em conformidade

com a IEC 61082-1. Algumas instalações utilizam TAGs (apelidos para máquinas ou cargas). Esses tags precisam estar presentes nas identificações e nos projetos para evitar equívocos na identificação dos dispositivos, uma vez que a intervenção errada pode causar acidentes.

A ação de estabelecer procedimentos de operação e manutenção é sempre baseada em condições de serviço normal, contingência e sinistros. Passemos a analisá-las:

Condições normais de serviço

Os conjuntos são previstos para serem utilizados nas condições normais de serviço indicadas abaixo.

Temperatura do ar ambiente

- Temperatura do ar ambiente para instalações abrigadas: a temperatura do ar ambiente não pode exceder +40 °C e a temperatura média por um período de 24 h não deve exceder +35 °C. O limite inferior da temperatura do ar ambiente deve ser de -5 °C.
- Temperatura do ar ambiente para instalações ao tempo: a temperatura do ar ambiente não pode exceder +40 °C e a temperatura média por um período de 24 h não deve passar dos +35 °C. O limite inferior da temperatura do ar ambiente deve ser de -25 °C.

Condições de umidade

- Condições de umidade para instalações abrigadas: a umidade relativa do ar não deve exceder 50% a uma temperatura máxima de +40 °C. Os percentuais de umidade relativa mais elevados podem ser admitidos em temperaturas mais baixas, por exemplo, 90% a +20 °C. Convém levar em conta que uma condensação moderada pode acontecer ocasionalmente devido às variações de temperatura.
- Condições de umidade para instalações ao tempo: a umidade relativa pode temporariamente atingir 100% a uma temperatura máxima de +25 °C.

Grau de poluição

Refere-se às condições ambientais para as quais o conjunto é previsto. Para

dispositivos de manobra e componentes internos de um invólucro, é aplicável o grau de poluição das condições ambientais internas do invólucro. Para a avaliação das distâncias de isolamento e de escoamento, os quatro graus de poluição seguintes no microambiente são estabelecidos.

- Grau de poluição 1: não ocorre poluição ou somente uma poluição seca não-condutiva. A poluição não tem nenhuma influência.
- Grau de poluição 2: presença somente de uma poluição não-condutiva, exceto que, ocasionalmente, uma condutividade temporária causada por condensação pode ocorrer.
- Grau de poluição 3: presença de uma poluição condutiva ou de uma poluição seca não-condutiva, que pode se tornar condutiva devido à condensação.
- Grau de poluição 4: ocorre uma condutividade contínua devido à presença de pó condutivo, chuva ou outras condições úmidas. O grau de poluição 4 não é aplicável para um microambiente no interior de um conjunto, conforme a norma.

Com exceção de alguma especificação em contrário, os conjuntos para aplicações industriais são, geralmente, para uso em um ambiente de grau de poluição 3. Porém, pode ser considerada aplicação de outros graus de poluição, dependendo de aplicações particulares ou do microambiente. Cabe ressaltar que o grau de poluição do microambiente para o equipamento pode ser influenciado pela instalação em um invólucro.

Altitude

A altitude do local de instalação não deve exceder 2.000 m. Para equipamentos destinados a serem utilizados em altitudes mais elevadas é necessário levar em conta a redução da rigidez dielétrica, a capacidade de interrupção dos dispositivos e o efeito da refrigeração do ar.

Condições especiais de serviço

Onde existam quaisquer condições

especiais de serviço, devem ser cumpridos os requisitos específicos aplicáveis ou serem feitos acordos especiais entre o montador do conjunto e o usuário. O usuário deve informar ao montador do conjunto se as condições de serviços excepcionais existirem. Condições especiais de serviço incluem, por exemplo:

- Valores de temperatura, umidade relativa *e*/ou altitude diferentes daqueles especificados anteriormente;
- Aplicações em que as variações de temperatura *e*/ou de pressão do ar ocorrem a uma velocidade que uma condensação excepcional está sujeita a ocorrer no interior do conjunto;
- Severa poluição do ar por pó, fumaça, partículas corrosivas ou radioativas, vapores ou sal;
- Exposição aos campos elétricos ou magnéticos elevados;
- Exposição às condições climáticas extremas;
- Ataques por fungos ou pequenos animais;
- Instalação em locais onde existirem perigo de incêndio ou de explosão;
- Exposição às vibrações, aos choques e fenômenos sísmicos;
- Instalação onde a capacidade de condução de corrente ou capacidade de interrupção é afetada, por exemplo, nos equipamentos incorporados em máquinas ou embutidos nas paredes;
- Exposição contra perturbações conduzidas *e*/ou radiadas diferentes das eletromagnéticas *e* perturbações eletromagnéticas em ambientes diferentes dos descritos na norma em 9.4 (assunto que será abordado nos próximos capítulos);
- Condições de sobretensões ou de flutuações de tensão excepcionais;
- Harmônicas excessivas na tensão de alimentação ou a corrente de carga;
- Se forem utilizados componentes, por exemplo, relés, equipamentos eletrônicos, que não foram projetados para estas condições, convém que sejam tomadas medidas apropriadas para assegurar um funcionamento adequado.

Condições durante o transporte, o armazenamento e a instalação

Um acordo especial deve ser feito entre o montador do conjunto e o usuário se as condições durante o transporte, o armazenamento e a instalação, por exemplo, as condições de temperatura e de umidade, diferirem daquelas elencadas no princípio desse capítulo.

De modo a estabelecer parâmetros mínimos de qualidade e performance, a norma estabeleceu, diferentemente da versão ainda vigente no Brasil, requisitos de construção que deverão ser certificados por ensaios, os chamados Ensaios de Construção. Detalhemos pois, os principais requisitos de construção.

Resistência dos materiais e das partes

Os conjuntos devem ser construídos com materiais capazes de suportar os esforços mecânicos, elétricos, térmicos e ambientais suscetíveis de serem encontrados nas condições de serviço especificadas. A forma externa do invólucro do conjunto pode variar para se adaptar à aplicação e à utilização; alguns exemplos foram definidos em 3.3. Estes invólucros também podem ser construídos de diferentes materiais, por exemplo, isolantes, metálicos ou uma combinação destes.

Verificação dos materiais no tocante à corrosão

A proteção contra a corrosão deve ser assegurada pelo uso de materiais apropriados ou por revestimento protetivo das superfícies expostas, levando em conta as condições normais de serviço. A conformidade para este requisito é verificada pelo ensaio específico.

Propriedades dos materiais isolantes quanto à estabilidade térmica

Para invólucros ou as partes dos invólucros de materiais isolantes, a estabilidade térmica deve ser verificada. Essa comprovação se dá verificando a resistência de materiais isolantes ao calor e ao fogo, que consiste nos materiais isolantes que são passíveis de serem expostos aos efeitos térmicos - devido aos efeitos

elétricos internos, em que a deterioração pode prejudicar a segurança do conjunto – e não podem ser afetados desfavoravelmente por um calor normal (de funcionamento), por um calor anormal ou pelo fogo.

Além disso, verifica-se a resistência dos materiais isolantes ao calor, em que o fabricante original deve selecionar os materiais isolantes, seja por referência ao índice de temperatura de isolamento (determinado, por exemplo, pelos métodos da IEC 60216), seja por conformidade com a IEC 60085.

Finalmente, deve-se verificar a resistência dos materiais isolantes ao calor anormal e ao fogo devido aos efeitos elétricos internos. Essa verificação consiste em expor materiais isolantes utilizados para as partes necessárias a manter em posição as partes que conduzem corrente e as partes que podem ser expostas aos esforços térmicos devido aos efeitos elétricos internos. As áreas, em que a deterioração pode prejudicar a segurança do conjunto, não podem ser afetadas desfavoravelmente por um calor

anormal ou pelo fogo e devem ser verificadas pelo ensaio de fio incandescente.

Para as pequenas partes (tendo as dimensões de superfície que não excedem 14mm x14 mm), um outro ensaio pode ser escolhido (por exemplo, ensaio de chama de agulha). O mesmo procedimento pode ser aplicado por outras razões práticas quando o material metálico de uma parte é muito maior se comparada ao material isolante.

Para conjuntos previstos para instalação ao tempo, deve-se verificar a resistência à radiação ultravioleta, com procedimentos previstos na norma.

Do ponto de vista mecânico, todos os invólucros ou divisórias, inclusive meios de fechamento e as dobradiças das portas, devem ter uma resistência mecânica suficiente para suportar os esforços aos quais eles podem ser submetidos em utilização normal e durante as condições de curto-circuito. O funcionamento mecânico das partes removíveis, incluindo qualquer intertravamento de inserção, deve ser verificado através de ensaio. Como

exemplo, temos a certificação dos dispositivos de içamento.

No próximo capítulo deste fascículo continuaremos a análise da IEC 61439-1 em suas condições de verificação, construção e performance, quais sejam: grau de proteção, distâncias de isolamento e escoamento, proteção contra choques elétricos e métodos de incorporação de dispositivos de manobra e de componentes conjuntos.

Até lá!

**Nunziane 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