

Capítulo VI

Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão em invólucros metálicos

Por Luiz Felipe Costa*

Nas instalações elétricas em corrente alternada, com até 1.000 V eficazes entre fases, ou em corrente contínua, com até 1.500 V entre polos, existe a possibilidade de se utilizar conjuntos de manobra e controle de baixa tensão, como o tipo mostrado na Figura 1, atendendo as definições e recomendações das respectivas famílias normativas da ABNT e da IEC.

Estes conjuntos são a concretização das barras de recebimento e distribuição de energia elétrica, responsáveis por integrar as funções de manobra, proteção, controle, medição e seccionamento dos

circuitos principais associados.

A norma brasileira aplicável, atualmente, a este tipo de equipamento é a ABNT NBR IEC 60439-1, a qual, apesar de seu documento IEC de origem já ter sido substituído por uma revisão técnica em janeiro de 2009, ainda é válida no território nacional.

Esta versão da norma brasileira se baseia, principalmente, no enquadramento dos tipos construtivos dos conjuntos de manobra e controle de baixa tensão, que podem ser ofertados, a partir do atendimento às especificações, em dois tipos: TTA e PTTA.

A classificação TTA (Type-Tested low-voltage switchgear and controlgear Assembly) se aplica aos conjuntos que possuam as características idênticas ou sem desvios que possam influenciar seu desempenho quando comparados a um protótipo aprovado em todos os ensaios de tipo requeridos.

A classificação PTTA (Partially Type-Tested low-voltage switchgear and controlgear Assembly) se aplica aos conjuntos que apresentam tanto configurações ensaiadas quanto outras não



Figura 1 – Vista frontal de um CMCP de baixa tensão.

ensaiadas, mas cujos desvios foram derivados, por exemplo, por cálculo, a partir de protótipos ensaiados e aprovados segundo os requisitos da norma.

Dentro desta abordagem, todos os conjuntos não ensaiados, nem que parcialmente, estão excluídos do universo coberto pela ABNT NBR IEC 60439-1. Porém, a IEC, de modo similar ao que já existia para a média tensão, decidiu criar, também, uma nova família normativa para os conjuntos de manobra e controle de baixa tensão, a IEC 61641, seguindo a estruturação e a divisão já estabelecidas para outros equipamentos. O ponto que se destaca nesta revisão é a divisão da antiga IEC 60439-1 (já cancelada) em duas novas normas:



Figura 2 – Evolução da normalização para CMCP de baixa tensão.

- IEC 61641-1: Cláusulas gerais (ou Requisitos comuns); e
- IEC 61641-2: Conjuntos de manobra e controle de potência de baixa tensão.

Além disso, esta nova revisão acaba com a distinção que havia entre os conceitos de TTA e PTTA, adotando uma abordagem mais flexível de verificação das características construtivas e de desempenho. Passam a existir três tipos diferentes, porém equivalentes, de verificação dos requisitos:

- Por ensaios / testes;
- Por cálculo / medições;
- Por atendimento a regras de projeto.

É interessante notar a preocupação da IEC 61439-2 em deixar claro o conceito de CMC de potência de baixa tensão: todo conjunto em baixa tensão utilizado para a distribuição e controle de energia elétrica para todos os tipos de cargas em aplicações industriais, comerciais e similares em que somente é permitida a operação por pessoas advertidas (BA4) e/ou qualificadas (BA5). A descrição da classificação (BA) para influências externas, relativa à utilização (B) e à competência

das pessoas (A) associadas a uma instalação elétrica, pode ser encontrada na tabela 18 da ABNT NBR 5410 ou na tabela 12 da ABNT NBR 14039.

Assim, como a Figura 2 sugere, estamos experimentando um amadurecimento e uma evolução na abordagem normativa dos conjuntos de manobra e controle de baixa tensão.

Anexo 1: Comparativo entre as normas técnicas para CMC de média tensão

Conforme o capítulo 4 da IEC 62271-200, as características nominais de um conjunto de manobra e controle em invólucro metálico para tensões acima de 1 kV e até 52 kV são:

- 1 - Tensão nominal (U_n);
- 2 - Nível de isolamento nominal (valores das tensões suportáveis nominais a frequência industrial – U_d , e ao impulso atmosférico – U_p);
- 3 - Frequência nominal (f_n);

- 4 - Corrente nominal de regime contínuo (I_c);
- 5 - Corrente suportável nominal de curta duração (I_k);
- 6 - Valor de pico da corrente suportável (I_p);
- 7 - Duração da corrente suportável (t_k);
- 8 - Valores nominais pertinentes aos componentes incluídos no conjunto de manobra e controle (a NBR define este tópico como tensão nominal de alimentação dos dispositivos de fechamento e abertura e de circuitos auxiliares);
- 9 - Nível de enchimento nominal para todos os compartimentos preenchidos por fluidos (a NBR define este tópico como pressão nominal de gás comprimido para isolamento e/ou operação).

Comparativo

Partindo-se dos requisitos normativos contidos nas famílias ANSI/IEEE e IEC, é apresentada, a seguir, uma tabela comparativa entre ambas, básica, com um resumo dos principais requisitos para conjuntos de manobra e controle em invólucro metálico de média tensão:

TABELA 1 – COMPARATIVO ENTRE AS CULTURAS ANSI E IEC PARA CONJUNTOS DE MANOBRA E CONTROLE DE MÉDIA TENSÃO

ITEM	ANSI / IEEE	IEC
Regiões geográficas de origem e principal influência	América do Norte	Europa
Norma(s) de referência	C37.20.2	IEC 60298; substituída pela IEC 62271-200
Norma(s) para disjuntores	C37.04; C37.06 e C37.09	IEC 60056; substituída pela IEC 62271-100
Norma(s) sobre Cláusulas Comuns	Não aplicável. São utilizadas normas dedicadas. Existe a norma IEEE C37.100.1	IEC 60694; substituída pela IEC 62271-1
Escopo	Geralmente inclui um número limitado de valores para cada característica especificada.	Geralmente inclui uma grande gama de valores e permite que os fabricantes e usuários decidam quais combinações são adequadas.
Definições / Características básicas		
	Cobre os conjuntos de manobra em invólucros metálicos compartimentados.	Cobre os conjuntos de manobra em invólucros metálicos, compartimentados ou não.
	Equipamento principal de manobra deve ser extraível.	Equipamentos principais de manobra podem ser fixos.
	Os condutores principais devem ser totalmente isolados.	Barramentos nus são aceitáveis.
	Compartimentação mínima exigida maior do que a IEC	
Tensões nominais – U_n , kV	4.76; 8.25; 15; 27; 38 [1]	3.6; 7.2; 12; 17.5; 24; 36 [2]
Nível nominal de isolamento		
Tensão suportável – 1 min. – U_{gr} , kV – valor eficaz	19; 36; 36; 60; 80 [1]	10; 20; 28; 38; 50; 70 [2]
Impulso atmosférico (NBI) – U_p , kV – valor de pico	60; 95; 95; 125; 150 [1]	40; 60; 75; 95; 125; 150 [2]

ITEM	ANSI / IEEE	IEC
Corrente nominal - I_r , A	1.200; 2.000; 3.000 (4.000 – FC)	400; 500; 630; 800; 1.000; 1.250; 1.600; 2.000; 2.500; 3.150; 4.000 [3]
Corrente suportável nominal de curta duração – I_{kr} , kA (= $K \times I_{sc}$, na ANSI)	16; 22; 23; 25; 31.5; 36; 40; 41; 48; 49; 50; 63 (conforme a tensão especificada de uso e a capacidade de interrupção - ver C37.06).	16; 20; 25; 31.5; 40; 50; 63 [3]
Duração nominal da corrente de curta-duração – t_k	2 (dois) segundos	1 (um) segundo como padrão, 3 (três) segundos opcional
Valor nominal de crista da corrente de curta duração – I_p , kA – valor de crista (corrente momentânea) – $L/R= 45$ ms	= 2.7 (versões atuais adotam 2.6) x a corrente de curta-duração (KI – o fator K foi retirado na última revisão da norma de disjuntores) do disjuntor usado no painel.	= 2.5 x a corrente de curta-duração do CMC (p/ 50 Hz – $X/R= 14$). = 2.6 x a corrente de curta-duração do CMC (p/ 60 Hz – $X/R= 17$).
Frequência nominal – f_r	Os valores nominais são baseados na frequência de 60 Hz.	As frequências padronizadas são: 16-2/3; 25; 50; 60 Hz.
Elevações de temperatura permitidas e limites da temperatura total		
Material isolante	As classes são similares aos limites e elevações da IEC.	Classe E da IEC: 80 °C de elevação e 120 °C total.
Conexões aparafusadas de barras prateadas ou niqueladas	65 °C de elevação; 105 °C total.	75 °C de elevação; 115 °C total.
Terminais prateados para conexão de cabo	45 °C de elevação; 85 °C total.	65 °C de elevação; 105 °C total.
Partes externas normalmente manuseadas pelo operador.	10 °C de elevação; 50 °C total	30 °C de elevação, 70 °C total aplicam-se para invólucro e tampas; outras partes não têm definições.
Superfícies externas acessíveis ao operador que não precisam ser tocadas durante a operação normal.	30 °C de elevação; 70 °C total.	40 °C de elevação; 80 °C total.
Transformadores de corrente	Especifica a exatidão mínima e as características mecânicas e térmicas.	A IEC não aborda os transformadores de corrente na norma de painéis.
Ensaio de dielétricos	Exige o uso de fatores de correção para as condições atmosféricas não padronizadas.	IEC exige que os testes sejam feitos nas condições padronizadas. O uso de fatores de correção é permitido quando acordado entre usuário e fabricante.
Ensaio de impulso	3x1x3: nenhuma descarga nas três primeiras aplicações ou uma num total de seis. Outro método, já usado, é o 3x1x9: nenhuma descarga nas 3 primeiras aplicações ou 1 num total de 12. As aplicações são para cada posição e em ambas as polaridades.	15 aplicações iniciais para cada posição e em ambas as polaridades. Se houver até duas falhas nas 15 aplicações iniciais, devem ser dadas mais 5 aplicações para cada descarga (chegando ao máximo de 25 disparos): 15x2x10.
Ensaio do isolamento das barras	Exige o ensaio da cobertura, por 1 minuto, na máxima tensão nominal.	Nada
Ensaio de Descargas Parciais	Não exige e nem aborda o fenômeno de descargas parciais.	Recomenda testes de descargas parciais sob certas circunstâncias, mas não são exigidos. Seguem as recomendações do Anexo B da IEC 62271-200.
Ensaio de corrente de curta duração	A barra de terra deve suportar por um tempo de 2 segundos a corrente informada.	Condutores de aterramento e dispositivos devem suportar 1 segundo.

ITEM	ANSI / IEEE	IEC
Isolação primária	Os ensaios de resistência a chama e ao rastreio são exigidos.	Nada
Isolamento utilizado	O teste de verificação da resistência ao rastreio é exigido.	Nada
Ensaio de qualificação de pintura	O teste de névoa salina é exigido.	Nada
Verificação da capacidade de estabelecimento e interrupção	É exigido para os disjuntores.	Exige ensaio com os dispositivos principais de manobra instalados no painel.
Grau de proteção dos invólucros	Nenhum ensaio. São seguidas as exigências da NEMA 250 e as recomendações do Anexo A da C37.20.2.	São exigidos os ensaios para verificação do grau de proteção.
Correntes de fuga	Nenhuma medição é necessária.	Exige a medição caso sejam utilizadas partições ou guilhotinas isolantes.
Arco devido a falhas internas	Sujeito a acordo entre usuário e fabricante. Segue a ANSI/IEEE C37.20.7.	Sujeito a acordo entre usuário e fabricante. Segue o Anexo A da IEC 62271-200.
Isolação da fiação de controle	60 HZ 1.500 V por 1 minuto ou 1.800 V por 1 segundo entre todos terminais e a terra.	2.000 V por 1 minuto, 1 segundo opcional (acordo entre usuário e fabricante).
Ensaio de campo	Testes de alto potencial com 75% do valor usado na fábrica.	Testes de alto potencial com 80% do valor usado na fábrica.
Barramento principal	Deve ser isolado e segregado entre colunas.	Nenhuma exigência.
Aterramento	Não existe requisito específico como na IEC.	Para atender aos requisitos da IEC, chaves de aterramento são frequentemente usadas.
Transformadores de potencial	Solicita o uso de proteção de sobrecorrente nos lados primário e secundário.	Não existe tal exigência.
Fiação de controle nos compartimentos de AT	Exige o uso de barreiras metálicas aterradas.	Permite o uso de tubos isolantes.
Barreiras internas e guilhotinas	Exige mais partições do que a IEC. É exigido o uso no compartimento do barramento principal de barreiras entre colunas.	As barreiras entre colunas adjacentes para o barramento principal são opcionais na IEC.
Invólucros	Especifica certas espessuras mínimas para algumas partes do invólucro e das barreiras internas.	Nenhuma espessura é especificada.

Notas:

1. Ver tabela 1b (Níveis de Isolamento Nominais para tensões da Faixa II Série II, em 60 Hz) da IEC 62271-1.
2. Ver tabela 1a (Níveis de Isolamento Nominais para tensões da Faixa II Série I, em 50 Hz) da IEC 62271-1.
3. Os valores são selecionados a partir da série R10 (uma das cinco séries, desenvolvidas no século passado, pelo engenheiro francês, Charles Renard): 1 – 1,25 – 1,6 – 2 – 2,5 – 3,15 – 4 – 5 – 6,3 – 8 e os respectivos múltiplos para 10n. Sendo que os valores sublinhados na célula da tabela são os mais usuais.

**LUIZ FELIPE COSTA é especialista sênior da Eaton. É formado em engenharia elétrica pela Escola de Engenharia da UFRJ e pós-graduado em Proteção de Sistemas Elétricos pela Universidade Federal de Itajubá.*

Continua na próxima edição

Confira todos os artigos deste fascículo em www.osetoreletrico.com.br
Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados para o e-mail redacao@atitudeeditorial.com.br