Conjuntos de manobra e controle em alta-tensão







Por Nunziante Graziano*

Capítulo IV

Requisitos de projeto e construção (continuação)

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 NBR-IEC-62271-200 vigente no Brasil, suas subdivisões, principais pontos de interesse, suas interpretações e definições. Neste segundo capítulo, continuaremos a análise da NBR-IEC 62271-200, suas regras gerais, definições, características nominais obrigatórias dos conjuntos, além dos requisitos de projeto e construção.

No segundo capítulo, foram abordadas 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 a 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 e nível de preenchimento nominal dos compartimentos preenchidos com fluido.

O terceiro capítulo tratou das 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.

Neste capítulo, abordaremos os requisitos de projeto e construção obrigatórios para os conjuntos, notadamente dispositivos de intertravamento, indicadores de posição, grau de proteção dos invólucros, entre outros itens.

DISPOSITIVOS DE INTERTRAVAMENTO

Segundo a ABNT NBR IEC 62271-1, os dispositivos de intertravamento entre diferentes componentes do equipamento podem ser especificados por razões de segurança e conveniência de manobra (por exemplo, entre o dispositivo de manobra e o seccionador de aterramento associado). Estes dispositivos de intertravamento devem ser fornecidos para atender aos requisitos operacionais específicos de cada instalação, mas em especial para atender aos requisitos de segurança e requisitos normativos.

Os dispositivos de manobra, nos quais uma operação indevida possa causar danos ou aqueles que são utilizados para assegurar distâncias de isolamento, devem ser fornecidos com dispositivos de bloqueio conforme especificado pelo fabricante (por exemplo: cadeados, travas automáticas, etc.).

Um dispositivo de intertravamento é um sistema constituído de componentes (este pode conter partes mecânicas, cabos, contatores, bobinas etc.). Cada componente deve ser considerado como parte de um equipamento auxiliar e de comando. O equipamento auxiliar e de controle é constituído de componentes (eletrônicos) de projeto convencional ou não convencional.

Intertravamentos entre componentes diferentes do conjunto podem ser providos para atender aos requisitos de proteção e por conveniência de operação. As disposições seguintes são obrigatórias para os circuitos principais:

- Conjunto de manobra e controle em invólucro metálico com partes removíveis:
 - A extração ou inserção de um disjuntor, secionador ou contator só deve ser possível quando este estiver na posição aberta;
 - A operação de um disjuntor, secionador ou contator só deve ser possível quando este estiver na posição de serviço, desconectada, removida, de ensaio ou de aterramento;
 - A operação de um disjuntor só deve ser possível quando uma outra fonte, conectada ao mesmo barramento comum de um conjunto, se a outra fonte estiver desligada:
 - O intertravamento deve impedir o fechamento do disjuntor, secionador ou contator na posição de serviço a menos que todos os circuitos auxiliares associados com







- a abertura automática destes dispositivos estejam conectados. Da mesma forma, não deve ser possível a desconexão dos circuitos auxiliares com o disjuntor fechado, na posição de serviço.
- Conjunto de manobra e controle em invólucro metálico com seccionadores:
- Os intertravamentos devem ser previstos para impedir a operação de seccionadores sem carga nas condições diferentes daquelas para as quais eles foram previstos. A operação de um seccionador sem carga só deve ser possível quando o disjuntor ou contator, a ele associado, estiver na posição aberta. Muitas vezes esse intertravamento é executado por meio de contatos auxiliares adiantados da seccionadora com atuação sobre o circuito de disparo do dispositivo de manobra associado a este seccionador;
 - Esta regra pode ser desconsiderada se for possível ter uma transferência de um sistema de barramento duplo sem interrupção de corrente;

- A operação do disjuntor ou contator deve ser impedida quando a chave de aterramento associada (se existir) estiver na posição fechada (aterrada);
- A utilização de intertravamentos adicionais ou alternativos deve ser objeto de acordo entre o fabricante e o usuário. O fabricante deve fornecer todas as informações necessárias sobre as características e a função dos intertravamentos;
- As chaves de aterramento providas de capacidade nominal de fechamento em curto-circuito inferior ao valor de crista da corrente admissível nominal do circuito principal devem ser intertravadas com os seccionadores associados;
- Os dispositivos instalados em circuitos principais, onde a operação incorreta pode causar danos ou que são usados para assegurar distâncias de isolamento durante trabalho de manutenção, devem ser providos de dispositivos de intertravamento (por exemplo, provisão para cadeados),

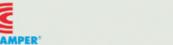
inclusive para atender às exigências dos procedimentos de desenergização e energização contempladas na NR 10, norma regulamentadora do Ministério do Trabalho e Emprego.

Se o aterramento de um circuito é realizado por um dispositivo de manobra principal (disjuntor ou contator) em série com uma chave de aterramento, este dispositivo deve ser intertravado com o dispositivo de manobra principal. Deve-se ressaltar a importância de que o dispositivo de manobra principal deve ser seguro contra abertura não intencional, por exemplo, por desconexão dos circuitos de abertura e bloqueio de abertura mecânica.

Opcionalmente, ao invés de uma chave de aterramento, é possível também um secionador na posição de aterramento.

Se os dispositivos de manobra, a chave seccionadora e o seccionador de aterramento forem providos de intertravamentos não mecânicos, o projeto deve ser tal que nenhuma situação imprópria ocorra no caso de falha de









alimentação auxiliar. Porém, para comando de emergência, o fabricante pode prover meios adicionais para operação manual sem dispositivos de intertravamento. Em tal caso, o fabricante deve identificar claramente este dispositivo e definir os procedimentos para operação. Cabe ressaltar que este tipo de operação em contingência é previsto na NR 10, seguindo o conceito de intertravamento por procedimento, que deve ser claro e estar disponível em local acessível ao operador.

INDICADOR DE POSIÇÃO

Segundo minha opinião, os indicadores de posição são instrumentos essenciais para a segurança da operação e manutenção de conjuntos de manobra e controle em invólucro metálico. Indicações claras e confiáveis da posição dos contatos do circuito principal devem ser fornecidas, no caso destes contatos não serem visíveis. Deve ser possível verificar facilmente o estado do dispositivo indicador de posição no caso de uma manobra local.

Cabe ressaltar que muitos acidentes graves ocorrem por conta de indicação errada da posição de seccionadores ou dispositivos de manobra, quando um indicador declara que o dispositivo está na posição aberta (por defeito do contato auxiliar de posição) e um procedimento de manutenção é iniciado sem o devido desligamento efetivo. Seguindo-se os preceitos da NR 10, após o desligamento, é necessário verificar o real desligamento do circuito, momento no qual verificações inadequadas podem causar acidentes, por exemplo.

Assim sendo, conclamo aos colegas que deem maior importância a este simples e barato sistema de indicadores, incluindo métodos de verificação por duas formas (contatos duplicados, indicadores de presença de tensão capacitivos, etc.) da posição real dos dispositivos de manobra ou seccionadores, que podem evitar muitos acidentes.

As cores dos dispositivos indicadores de posição nas posições aberta, fechada ou, quando apropriado, aterrada, devem estar de acordo com a IEC 60073. A posição fechada deve ser marcada, preferencialmente, com um I (conforme indicado pelo símbolo 417-IEC- 5007-a da IEC 60417). A posição aberta deve ser marcada, preferencialmente, com um O (conforme indicado pelo símbolo 417-IEC-5008-a da IEC 60417). Alternativamente, no caso de equipamentos de funções múltiplas, as posições podem ser marcadas por meio de símbolos gráficos para diagramas, conforme a IEC 60617.

GRAU DE PROTEÇÃO PROVIDO PELOS INVÓLUCROS

Devem ser especificados graus de proteção, de acordo com a ABNT NBR IEC 60529, para todos os invólucros de equipamentos de manobra e controle de alta tensão, referentes ao circuito principal, permitindo penetração pelo lado de fora, bem como para invólucros apropriados para circuito de comando e/ou auxiliares de baixa tensão e equipamentos de manobra mecânica e dispositivos.Os graus de proteção aplicam-se às condições de serviço dos equipamentos.

Cabe ressaltar que os graus de proteção podem ser diferentes para outras condições, tais como manutenção, ensaio, etc. Um exemplo dessa configuração pode ser quando da abertura das portas ou fechamentos externos para operação normal ou manutenção, tendo grau de proteção interno diferente do externo.

PROTEÇÃO DE PESSOAS CONTRA ACESSO A PARTES PERIGOSAS E PROTEÇÃO DO EQUIPAMENTO CONTRA PENETRAÇÃO DE OBJETOS SÓLIDOS ESTRANHOS

O grau de proteção proporcionado por um invólucro contra acesso de pessoas a partes perigosas do circuito principal, de comando e/ ou auxiliar e a qualquer parte móvel perigosa (exceto hastes rotatórias, lisas e articulações de movimentos lentos) deve ser indicado por meio de uma designação especificada.

O primeiro numeral característico indica o grau de proteção proporcionado pelo invólucro, com respeito a pessoas, bem como a proteção do equipamento dentro do invólucro contra a penetração de corpos sólidos estranhos.

Se somente a proteção contra acesso a

partes perigosas for solicitada ou se esta for maior que aquela indicado pelo primeiro numeral característico, uma letra adicional pode ser usada.

Alguns detalhes de objetos que serão "excluídos" do invólucro são importantes para a configuração e para cada um dos graus de proteção. O termo "excluído" implica que objetos sólidos estranhos não entrarão completamente no invólucro e que uma parte do corpo ou um objeto segurado por uma pessoa não entrará no invólucro ou, se entrar, a distância adequada será mantida e nenhuma parte móvel perigosa será tocada.

Proteção contra penetração de água

Nenhum grau de proteção contra entrada prejudicial de água é especificado, como indicado pelo segundo numeral característico do código IP (segundo numeral característico X).

Equipamento para uso externo fornecido com características de proteção adicionais contra chuva e outras condições atmosféricas deve ser especificado por meio da letra suplementar W, colocada depois do segundo numeral característico, ou depois da letra adicional, se for o caso.

PROTEÇÃO DO EQUIPAMENTO CONTRA IMPACTO MECÂNICO SOB CONDIÇÕES NORMAIS DE UTILIZAÇÃO

Os invólucros dos equipamentos de manobra e controle encapsulados devem ter resistência mecânica suficiente para suportar esforços ou exigências previstas para ocorrerem em condições normais de operação e manutenção. Para uso interno, o nível de impacto proposto é 2 J. Para uso externo sem proteção mecânica adicional, níveis de impacto mais elevados podem ser especificados, mediante objeto de acordo entre fabricante e usuário.

DISTÂNCIAS DE ESCOAMENTO

A IEC 60815 estabelece regras gerais para

30

Conjuntos de manobra e controle em alta-tensão









a escolha de isoladores com desempenho satisfatório sob condições de poluição.

O conceito de distância de escoamento é sensivelmente ligado ao conceito de condições de poluição. Assim sendo, altos níveis de poluição potencialmente condutora podem requerer especial atenção aos isoladores e componentes, em suas superfícies e distância de escoamento, que consiste na distância mínima da superfície do componente desde o ponto sob tensão de operação até a referência à terra, que pode ser invólucro ou dispositivo aterrado, mas que esteja em potencial do terra.

A distância de escoamento nominal mínima de um isolador de cerâmica ou vidro para uso externo situado entre fase e terra, entre fases e através de terminais de um polo de um disjuntor ou seccionador, é determinada pela relação:

 $It = a \times If \times Ur \times kD$

Em que:

It é a distância de escoamento nominal mínima (mm);

 a é o fator de aplicação selecionado em relação ao tipo de isolamento;

If é a distância de escoamento específica nominal mínima de acordo com a tabela II da IEC 815 (mm/kV);

Ur é a tensão nominal do equipamento de manobra e mecanismo de comando; kD é o fator de correção devido ao diâmetro (ver 5.3 da IEC 815).

Cabe ressaltar que, para a determinação da distância de escoamento real, são aplicáveis as tolerâncias de fabricação especificadas (ver IEC 60273 e IEC 60233).

No próximo capítulo deste fascículo continuaremos abordando os requisitos de projeto e construção obrigatórios conjuntos, notadamente, para conceitos de estanqueidade ao gás e ao vácuo, estanqueidade aos líquidos, Inflamabilidade compatibilidade eletromagnética (EMC).

Até lá!

GRAUS DE PROTECÃO (TABELA 6 DA IEC-62271-1)

Tabela 1 – Graus de proteção (Tabela 6 da IEC-62271-1)		
Graus de	Proteção contra penetração de	Proteção contra acesso
proteção	corpos sólidos estranhos	a partes perigosas
	Objetos de 50 mm de	Acesso com um dedo
IP1XB	diâmetro e maior	(dedo-de-ensaio 12 mm de diâmetro,
		80 mm de comprimento)
	Objetos de 12,5 mm de	Acesso com um dedo
IP2X	diâmetro e maior	(dedo-de-ensaio 12 mm de diâmetro,
		80 mm de comprimento)
	Objetos de 12,5 mm de	Acesso com uma ferramenta
IP2XC	diâmetro e maior	(haste de ensaio 2,5 mm de diâmetro,
		100 mm de comprimento)
	Objetos de 12,5 mm de	Acesso com um fio
IP2XD	diâmetro e maior	(fio de ensaio 1,0 mm de diâmetro,
		100 mm de comprimento)
	Objetos de 2,5 mm de	Acesso com uma ferramenta
IP3X	diâmetro e maior	(haste de ensaio 2,5 mm de diâmetro,
		100 mm de comprimento)
	Objetos de 2,5 mm de	Acesso com um fio
IP3XD	diâmetro e maior	(fio de ensaio 1,0 mm de diâmetro,
		100 mm de comprimento)
	Objetos de 1,0 mm de	Acesso com um fio
IP4X	diâmetro e maior	(fio de ensaio 1,0 mm de diâmetro,
		100 mm de comprimento)
	Poeira	Acesso com um fio
IP5X	A penetração de poeira não pode ser	(fio de ensaio 1,0 mm de diâmetro,
	totalmente evitada, porém a quantidade	100 mm de comprimento)
	penetrada não pode interferir na	
	Manobra satisfatória do equipamento,	
	nem prejudicar a segurança.	

NOTA 1 A designação do grau de proteção corresponde à ABNT NBR IEC 60529.

NOTA 2 No caso do IP5X, é aplicável a categoria 2 de 13.4 da ABNT NBR IEC 60529.

NOTA 3 Se for considerada somente a proteção contra acesso a partes perigosas, a letra adicional é usada e o primeiro numeral é substituído por um X.

TABELA 2 – FATORES DE APLICAÇÃO PARA DISTÂNCIAS DE ESCOAMENTO (TABELA 7 DA IEC-62271-1)

Aplicação para isolação	Fator de aplicação
	а
Entre fase e terra	1,0
Entre fases	√3
Através de contatos abertos de um	1,0
disjuntor ou seccionador	

NOTA 1 Equipamentos de manobra que podem estar sujeitos a condições de discordância de fase podem necessitar de uma distância de escoamento maior através dos contatos abertos. Um fator de aplicação a = 1,15 tem sido sugerido para tais aplicações. NOTA 2 Isoladores não verticais sujeitos a serem cobertos de neve poluida fundente podem

necessitar de uma distância de escoamento maior.

*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

Dúvidas, sugestões e outros comentários podem ser encaminhados para redacao@atitudeeditorial.com.br