

## Capítulo V

# Grau de proteção, distâncias de isolamento e de escoamento e proteção contra choques elétricos

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 e no capítulo seguinte, continuamos o trabalho, falando sobre as condições de instalação, características de isolamento, proteção contra os choques elétricos, características nominais e de performance requeridas. No quarto artigo da série, finalizamos a apresentação de todas as características construtivas, os requisitos de marcação e as condições da instalação dos conjuntos e iniciamos os requisitos de construção. Neste capítulo, foram apresentadas a resistência dos materiais e das partes e a verificação dos materiais no tocante à corrosão, as propriedades dos materiais isolantes quanto à estabilidade térmica, a resistência mecânica das partes e as peças constituintes do invólucro, entre outros.

Este quinto artigo analisará a

IEC 61439-1 em suas condições de verificação, construção e performance: grau de proteção, distâncias de isolamento e escoamento, proteção contra choques elétricos e métodos de incorporação de dispositivos de manobra e de componentes conjuntos.

### GRAU DE PROTEÇÃO

No caso do grau de proteção fornecido por um invólucro do conjunto contra o impacto mecânico, se necessário, o corpo de prova deve suportar o impacto de um saco normalizado contendo areia com massa total de 15 kg, sendo que o saco de areia é posicionado de modo que tenha o impacto na parte superior do corpo de prova e elevado a 1m verticalmente acima da sua altura. O ensaio é considerado satisfeito se as condições de funcionamento do corpo de prova, tanto mecânico como elétrico, não tenham sido prejudicadas e o seu funcionamento seja praticamente o mesmo que antes do ensaio.

O grau de proteção fornecido por um conjunto contra contato com partes vivas, penetração de corpos sólidos estranhos e água é indicado pelo código IP de acordo com a ABNT NBR IEC 60529 e é verificado, conforme a seguir:

O ensaio pode ser realizado em um conjunto equipado representativo nas condições indicadas pelo fabricante

original. No caso em que um invólucro vazio conforme a ABNT NBR IEC 62208 é utilizado, uma avaliação da verificação deve ser realizada para assegurar que nenhuma modificação externa possa resultar em uma alteração do grau de proteção. Neste caso, nenhum ensaio suplementar é requerido. Os ensaios do IP devem ser realizados:

- Com todos os fechamentos e todas as portas no local e fechadas como em uso normal;
- Sem tensão, com exceção da indicação contrária do fabricante original;
- Conjuntos que têm grau de proteção IP 5X devem ser ensaiados de acordo com a categoria 2 de 13.4 da ABNT NBR IEC 60529;
- Conjuntos que têm um grau de proteção de IP 6X devem ser ensaiados de acordo com categoria 1 de 13.4 da ABNT NBR IEC 60529;
- O dispositivo de ensaio para IP X3 e IP X4, assim como o tipo de suporte para o invólucro durante o ensaio IP X4, deve ser anotado no relatório de ensaio;
- O ensaio IP X1 pode ser realizado movimentado a caixa de gotejamento em vez de rotacionar o conjunto;
- É permitida a entrada de água nos ensaios de IP X1 a IP X6 em um conjunto, somente se o ponto de entrada de água for evidente e a água estiver apenas em contato com o invólucro em um local onde não prejudicará

a segurança;

- O ensaio de IP 5X é considerado não satisfatório se uma quantidade de pó prejudicial for visível no equipamento elétrico no interior do invólucro.

O grau de proteção de um conjunto fechado deve ser, pelo menos, IP 2X, depois de instalado conforme as instruções do montador do conjunto. O grau de proteção fornecido por um conjunto aberto com proteção frontal deve ser pelo menos IP XXB.

Para os conjuntos fixos não submetidos a uma inclinação nas condições normais de utilização, o grau de proteção IPX2 não é aplicável. Para conjuntos de uso ao tempo que não têm nenhuma proteção suplementar, o segundo número característico deve ser de, pelo menos, 3.

Para instalação ao tempo, a proteção suplementar pode ser uma cobertura ou uma proteção semelhante. Salvo especificação em contrário, o grau de proteção indicado pelo montador do conjunto se aplica ao conjunto completo quando instalado conforme as instruções do montador do conjunto, por exemplo, a vedação da superfície de montagem aberta de um conjunto, etc.

Quando o conjunto não tem as mesmas

características de IP para todas as partes, o montador do conjunto deve declarar as características de IP para cada uma das partes.

As diferentes características nominais IP não podem afetar a utilização prevista do conjunto. No mínimo, é necessário: face de serviço IP 20, outras partes IP 00, furos de drenagem na base IP XXD, etc. Nenhum código IP pode ser dado, a menos que as verificações apropriadas tenham sido feitas de acordo com a norma.

Os conjuntos em invólucro para instalação ao tempo e abrigada, destinada ao uso em locais com umidade elevada e grandes variações de temperaturas, devem ser providos com dispositivos apropriados (ventilação e/ou aquecimento interno, furos de dreno, etc.) para evitar condensação prejudicial no interior do conjunto. Porém, o grau de proteção especificado deve, ao mesmo tempo, ser mantido.

Quando referenciado a partes removíveis, o grau de proteção normalmente indicado para conjuntos se aplica para a posição conectada de partes removíveis. Se, após a retirada de uma parte removível, não for possível manter o grau de proteção original, por exemplo, pelo fechamento de uma porta, um acordo deve ser estabelecido entre o montador do conjunto e o usuário sobre as medidas que devem ser tomadas

para assegurar a proteção adequada. As informações fornecidas pelo montador do conjunto podem fazer parte deste acordo.

Quando as guilhotinas permitem assegurar uma proteção adequada contra os acessos às partes vivas, elas devem ser fixadas de maneira a impedir a remoção não intencional.

## **DISTÂNCIAS DE ISOLAMENTO E ESCOAMENTO**

Os requisitos aplicáveis para as distâncias de isolamento e de escoamento são destinados a assegurar uma coordenação do isolamento na instalação. As distâncias de isolamento e escoamento dos equipamentos que formam parte do conjunto devem cumprir os requisitos da norma de produto pertinente.

Quando os equipamentos estão incorporados no conjunto, as distâncias de isolamento e de escoamento especificadas devem ser mantidas nas condições normais de serviço.

Para dimensionar as distâncias de isolamento e de escoamento entre circuitos distintos, deve ser utilizada a tensão nominal mais elevada (tensão nominal de impulso suportável para distância de isolamento e tensão nominal de isolamento para distância de escoamento).

As distâncias de isolamento e escoamento se aplicam entre fases, entre fase e neutro, e exceto onde um condutor é conectado diretamente para terra, entre fase e terra e entre neutro e terra.

Para condutores energizados sem proteção e terminações (por exemplo, barramentos, conexões entre equipamento e borne de cabo), as distâncias de isolamento e escoamento devem ser pelo menos equivalentes àquelas especificadas para o equipamento com os quais eles estão diretamente associados.

O efeito de um curto-circuito em um conjunto não deve reduzir permanentemente as distâncias de isolamento e escoamento entre o barramento e/ou conexões abaixo dos valores especificados para o conjunto. A deformação de partes do invólucro ou das partições internas, barreiras e obstáculos devido a um curto-circuito não deve reduzir permanentemente as distâncias de isolamento e escoamento abaixo dos valores especificados na Tabela 1.

**TABELA 1 – DISTÂNCIAS MÍNIMAS DE ISOLAMENTO NO AR**

Tensão nominal de impulso suportável $U_{imp}$ kV	Distância mínima de isolamento mm
< 2,5	1,5
4,0	3,0
6,0	5,5
8,0	8,0
12,0	14,0

Baseada em condições de campo não homogêneas e grau de poluição 3.

As distâncias de isolamento devem ser suficientes para permitir que a tensão nominal de impulso suportável de um circuito seja alcançada. As distâncias de isolamento devem estar conforme especificadas na Tabela 1, salvo se os ensaios de verificação de projeto e de tensão de impulso suportável forem realizados.

O fabricante original deve selecionar uma ou mais tensões nominais de isolamento ( $U_i$ ) para os circuitos do conjunto, para os quais a(s) distância(s) de escoamento deve(m) ser determinada(s). Para qualquer determinado circuito, a

tensão nominal de isolamento não deve ser inferior à tensão nominal de utilização ( $U_e$ ). As distâncias de escoamento não devem, em todos os casos, ser inferiores às distâncias de isolamento mínimas associadas. Elas devem corresponder a um grau de poluição como especificado para o grupo de material correspondente à tensão nominal de isolamento dada na Tabela 2, a seguir.

Para materiais de isolamento inorgânicos, por exemplo, vidro ou cerâmicas, que não

trilham, as distâncias de escoamento não precisam ser maiores que suas distâncias de isolamento associadas. Porém, convém que os riscos de descarga disruptiva sejam considerados.

Utilizando nervuras de, no mínimo, 2mm de altura, as distâncias de escoamento podem ser reduzidas, mas qualquer que seja o número de nervuras, não devem ser inferiores a 0,8 do valor da Tabela 2 e não inferior à distância de isolamento mínima associada. A largura

**TABELA 2 – GRAUS DE POLUIÇÃO**

Tensão nominal de isolamento $U_i$  $V^b$	Distância mínima de escoamento (mm)							
	Grau de poluição							
	1	2			3			
	Grupo de material <sup>c</sup>	Grupo de material <sup>c</sup>			Grupo de material <sup>c</sup>			
	Todos os grupos de materiais	I	II	IIIa e IIIb	I	II	IIIa	IIIb
32	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
40	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,8	1,8
50	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,7	1,9	1,9
63	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,8	2	2
80	1,5	1,5	1,5	1,5	1,7	1,9	2,1	2,1
100	1,5	1,5	1,5	1,5	1,8	2	2,2	2,2
125	1,5	1,5	1,5	1,5	1,9	2,1	2,4	2,4
160	1,5	1,5	1,5	1,6	2	2,2	2,5	2,5
200	1,5	1,5	1,5	2	2,5	2,8	3,2	3,2
250	1,5	1,5	1,8	2,5	3,2	3,6	4	4
320	1,5	1,6	2,2	3,2	4	4,5	5	5
400	1,5	2	2,8	4	5	5,6	6,3	6,3
500	1,5	2,5	3,6	5	6,3	7,1	8,0	8,0
630	1,8	3,2	4,5	6,3	8	9	10	10
800	2,4	4	5,6	8	10	11	12,5	
1.000	3,2	5	7,1	10	12,5	14	16	a
1.250	4,2	6,3	9	12,5	16	18	20	
1.600	5,6	8	11	16	20	22	25	

**NOTA 1** Os valores de CTI referem aos valores obtidos em conformidade com o método A da ABNT NBR IEC 60112:2013, para o material isolante utilizado.

**NOTA 2** Valores retirados da IEC 60664-1 mas mantido um valor mínimo de 1,5mm.

a - Uma isolamento de grupo de material IIIb não é recomendada para uso em grau de poluição 3 acima de 630 V.

b - Como exceção, para as tensões nominais de isolamento 127, 208, 415, 440, 660/690 e 830 V, as distâncias de escoamento correspondentes aos valores inferiores 125, 200, 400, 630 e 800 V podem ser utilizados.

c - Os grupos de materiais são classificados como seguem, de acordo com a gama de valores do índice de resistência ao trilhamento (CTI) (ver 3.6.16):

- Grupo de material I  $600 \leq CTI$
- Grupo de material II  $400 \leq CTI < 600$
- Grupo de material IIIa  $175 \leq CTI < 400$
- Grupo de material IIIb  $100 \leq CTI < 175$

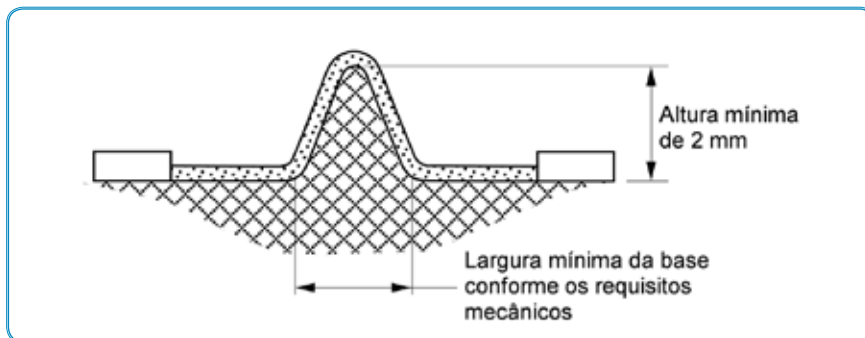


Figura 1 – Altura e largura mínimas das nervuras.

mínima da base da nervura é determinada por requisitos mecânicos. Devido à sua influência sobre a contaminação e sua melhor condição de secagem, as nervuras diminuem consideravelmente a formação de corrente de fuga. As distâncias de escoamento podem, então, ser reduzidas a 0,8 do valor exigido, contanto que a altura mínima das nervuras seja de, pelo menos, 2 mm. Veja Figura 1.

## PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS

Os dispositivos e os circuitos no conjunto devem ser dispostos de maneira a facilitar seu funcionamento e manutenção e ao mesmo tempo assegurar o grau necessário de segurança.

A proteção básica é destinada para prevenir contato direto com as partes vivas perigosas. Pode ser obtida por medidas apropriadas de construção do próprio conjunto ou por medidas complementares a serem tomadas durante a instalação. Um exemplo de medidas complementares a serem tomadas é a instalação de um conjunto aberto sem outras disposições em uma localização onde só é permitido acesso por pessoal autorizado.

- Isolação básica provida pelo material isolante: as partes vivas perigosas devem ser completamente cobertas com isolamento que só pode ser removida por destruição ou por utilização de uma ferramenta. A isolamento deve ser feita de materiais apropriados capazes de resistir de forma durável aos

esforços mecânicos, elétricos e térmicos para os quais a isolamento pode ser submetida em serviço. Pinturas, vernizes e esmaltes, isoladamente, não são considerados como adequados aos requisitos para isolamento básica.

- Barreiras ou invólucros: as partes vivas isoladas pelo ar devem estar no interior de invólucros ou atrás de barreiras providas, pelo menos, de um grau de proteção de IP-XXB. As superfícies superiores horizontais de invólucros acessíveis que têm uma altura inferior ou igual a 1,6 m da área de circulação devem fornecer um grau de proteção de, pelo menos, IP-XXD. As barreiras e os invólucros devem ser firmemente presos no lugar e devem ter estabilidade e durabilidade suficiente para manter os graus exigidos de proteção e a separação apropriada de partes vivas sob condições de serviço normais, levando em conta as influências externas pertinentes. A distância entre uma barreira condutiva ou invólucro e as partes vivas que eles protegem não deve ser inferior aos valores especificados para as distâncias de isolamento e escoamento. Onde for necessário remover barreiras ou invólucros abertos ou remover partes de invólucros, isto só deve ser possível se uma das condições a) a c) for satisfeita:

a) Pelo uso de uma chave ou ferramenta, isto é, qualquer ajuda mecânica para abrir a porta, fechamento ou anular um travamento;

b) Depois da desconexão da fonte de alimentação das partes vivas, contra as quais as barreiras ou invólucros dispõem a proteção básica, a restauração da alimentação só é possível após a substituição ou o fechamento das barreiras ou invólucros. Em esquemas TN-C, o condutor PEN não deve ser seccionado ou interrompido. Em esquemas TN-S e esquemas TN-C-S, os condutores neutros não necessitam estar seccionados ou interrompidos. Exemplo: por travamento da(s) porta(s) com um seccionador, de forma que ela(s) só pode(m) ser aberta(s) quando o seccionador estiver aberto e o fechamento do seccionador sem o uso de uma ferramenta é impossível enquanto a porta estiver aberta;

c) Onde uma barreira intermediária que provê um grau de proteção de pelo menos IP-XXB previne contato com as partes vivas, tal barreira só pode ser removida com auxílio de uma chave ou ferramenta.

No próximo capítulo continuaremos a análise da IEC 61439-1 em suas condições de proteção contra choques elétricos e métodos de incorporação de dispositivos de manobra e de componentes conjuntos, circuitos elétricos internos e conexões e refrigeração. Até lá!

*\*Nunziantie 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](http://www.osetoreletrico.com.br)  
Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados para [redacao@atitudeeditorial.com.br](mailto:redacao@atitudeeditorial.com.br)