

Capítulo XI

Conjuntos de manobra e controle resistentes aos efeitos de um arco elétrico interno – Parte 2

Comparativo dos requisitos de ensaio de arco interno em MT

Por Luiz Felipe Costa*

Em continuidade ao capítulo anterior, um comparativo básico entre os documentos da IEC e do IEEE sobre as principais características relacionadas

aos ensaios de verificação de desempenho diante de efeitos de um arco interno em conjuntos de manobra e controle de MT é apresentado na Tabela 1 a seguir.

TABELA 1 – COMPARATIVO BÁSICO ENTRE ANSI E IEC PARA ENSAIO DE ARCO INTERNO

	CARACTERÍSTICA	ANSI C37.20.7	IEC 62271-200
1.0	Indicadores para verificação os efeitos térmicos de gases		
1.1		Montagem no plano vertical e plano horizontal	Montagem no plano vertical e plano horizontal
1.2		150 mm x 150 mm	150 mm x 150 mm
1.3		Algodão – 150 g/m ²	Algodão – 150 g/m ² (tipo A)
1.4		N.A.	Algodão – 40 g/m ² (tipos B e C)
2.0	Avaliação do ensaio		
2.1	Critério # 1 (para proteção pessoal)	Tampas e coberturas não devem abrir, se fechadas de forma correta	Tampas e coberturas não devem abrir se fechadas de forma correta
2.2	Critério # 2 (para proteção pessoal)	Não pode ocorrer a fragmentação do invólucro (ejeção de partes)	Não pode haver ejeção de partes perigosas
2.3	Critério # 3 (para proteção pessoal)	Não pode haver perfuração das partes acessíveis	Não pode haver perfuração das partes acessíveis
2.4	Critério # 4 (para proteção pessoal)	Tanto os indicadores verticais quanto horizontais não podem ter se inflamado	Tanto os indicadores verticais quanto horizontais não podem ter se inflamado
2.5			
3.0	Acessibilidade		
3.1		Tipo 1(A) – Acesso somente frontal a 100 mm (ver nota ao lado)	Nota: Esta classificação IEEE equivale a IAC A/B - F
3.2		Tipo 2(A) – Acessos frontal, lateral e traseiro a 100 mm (ver nota ao lado)	Nota: Esta classificação IEEE equivale a IAC A/B - FLR

	CARACTERÍSTICA	ANSI C37.20.7	IEC 62271-200
3.3		Tipo 2B – Similar ao 2(A), com a porta do compartimento de controle (BT) aberta	IAC A: Pessoal Autorizado. Distância dos indicadores igual a 300 mm +/- 15 mm
3.4		Tipo 2C – Similar ao 2(A), com a verificação da suportabilidade aos efeitos do arco entre compartimentos	IAC B: Público em geral. Distância dos indicadores igual a 100 mm +/- 5 mm
3.5			IAC C: Equipamentos montados em postes.
3.6			Condição de acesso especial (caminhar sobre a estrutura, por exemplo): indicador de algodão com 40 g/m ²
4.0	Início do arco	Fio de diâmetro de 0,5 mm / 24 AWG	Fio de diâmetro de 0,5 mm
5.0	Valor de crista do primeiro semiciclo	Calibrado para 2,6 vezes o valor eficaz de I ² k	Calibrado para 2,5 ou 2,6 vezes o valor eficaz de I ² k,
6.0	Duração do teste		segundo a frequência
6.1	“Burn-through”	Valor preferido de 500 ms, sendo o mínimo de 100 ms	Pelo menos 100 ms

Nota: Tanto a norma IEC quanto o guia do IEEE demandam que todos os cinco critérios de avaliação sejam atendidos.

Locais onde falhas internas ocorrem mais frequentemente e as possíveis medidas preventivas

Com base nas experiências adquiridas ao longo do uso dos conjuntos de manobra e controle, é apresentada, na Tabela 2, uma combinação das tabelas “102” da norma técnica IEC 62271-200 e da “B.1” da IEEE Std C37.20.7-2007, com alguns dados e avaliações relativas aos locais, causas e exemplos de medidas identificadas para diminuir

a probabilidade de ocorrência de falhas internas em conjuntos de manobra e controle de média tensão.

A fim de complementar as medidas preventivas sugeridas na Tabela 2, é fortemente recomendável que o projetista ou usuário de um conjunto de manobra e controle consulte, também, a seção B2 do guia IEEE Std C37.20.7. Além de orientações relativas à instalação, operação e manutenção deste tipo de equipamento, o leitor encontra várias análises rápidas sobre estratégias de engenharia para mitigar os níveis de

energia presente e, assim, diminuir os riscos associados a estes equipamentos. Pode-se dizer que esta literatura complementa as sugestões presentes na seção “8.104.3” da norma IEC

62271-200, que, conforme já comentado, visa indicar formas complementares de proteção para aumentar a segurança das pessoas no caso de ocorrência de um arco interno.

TABELA 2 – LOCAIS E CAUSAS DE FALHAS INTERNAS

<i>LOCAIS ONDE FALHAS INTERNAS OCORREM COM MAIS FREQUÊNCIA</i>	<i>POSSÍVEIS CAUSAS</i>	<i>EXEMPLOS DE MEDIDAS PREVENTIVAS</i>
Compartimento de conexões (por cabos e/ou barramentos)	Projeto Inadequado	Seleção de dimensões adequadas
	Instalação defeituosa	Evitar que as conexões em cabos se cruzem
		No local deve ser feito comissionamento por pessoal especializado
Falha em isolamento sólido ou fluido (defeito ou ausência)		Uso dos valores corretos de torque
		Fazer inspeções regulares e ensaios dielétricos periódicos ou contínuos no local
Seccionadoras, chaves com abertura sob carga (interruptores) e chaves de aterramento	Operação indevida	Verificar regularmente, onde aplicável, o nível / pressão dos fluidos
		Intertravamentos
		Reabertura retardada
		Manobra manual independente
		Capacidade de estabelecimento em curto-circuito
Conexões aparafusadas e contatos	Corrosão	Instruções a pessoal qualificado
		Uso de acabamentos superficiais (prata, estanho, etc.), anticorrosivos e/ou graxas
	Montagem defeituosa	Revestimento protetor onde for possível
Transformadores de instrumentos	Ferroressonância	Inspeção por meios adequados
		Uso dos valores corretos de torque
Disjuntores	Manutenção inadequada	Evitar estas influências elétricas por meio de projeto adequado do circuito
		Manutenção regular programada
Todos os locais	Erro humano	Instrução a pessoal qualificado
		Limitação de acesso pelo uso de compartimentação
		Isolamento das partes vivas
	Envelhecimento do dielétrico	Instruções a pessoal qualificado
	Poluição, umidade, penetração de animais, poeiras, etc.	Ensaios periódicos ou contínuos de verificação do dielétrico
		Prevenir tais condições de serviço ou adotar medidas que permitam o conjunto lidar com as elas
	Sobretensões	Proteções contra surtos de tensão
Coordenação adequada de isolamento		
		Ensaios dielétricos no local

Contexto na baixa tensão

Por conta dos riscos associados a um arco interno dentro de um conjunto de manobra e controle de potência em baixa tensão, existe, também, em casos específicos, a solicitação, por parte do usuário, de se adotar uma solução que apresente baixa probabilidade de ocorrência de uma falha interna ou, então, que seja resistente aos efeitos de um arco elétrico.

Quando se aborta o tópico referente a um arco devido

a uma falha interna em conjuntos de manobra e controle de baixa tensão, a IEC adota como guia para ensaios o relatório técnico (“Technical Report”) IEC/TR 61641 [5]. E este documento, que não é uma norma técnica, apresenta a seguinte história de emissões:

- 1996: publicação da 1ª edição.
- 2008: publicação da 2ª edição.
- 2014 (setembro): publicação da 3ª edição (atual).

A cultura ANSI/NEMA adota as diretrizes do guia elaborado pelo IEEE, que atende tanto a conjuntos de manobra e controle de média quanto baixa tensão, conforme já mencionado, anteriormente. Entretanto, é fundamental atentar para o fato de que qualquer teste efetuado tem um caráter orientativo de como o conjunto deverá se comportar, sem, necessariamente, cobrir todas as possíveis eventualidades.

Grandes usuários em importantes segmentos no mercado brasileiro começam a pedir características de desempenho de Conjuntos de Manobra e Controle de Potência em Baixa Tensão frente a um arco interno. Para esta condição, a referência adotada tem sido a IEC, aplicando-se o relatório técnico IEC TR 61641.

Como a nova edição deste documento da IEC é muito recente e com uma abordagem e roupagem diferentes do que foi visto para os painéis de MT, o primeiro passo nesta fase deste trabalho é familiarizar-se com termos e conceitos novos apresentados no documento.

Novas definições e nomenclaturas

A nova revisão (3ª Edição, de setembro de 2014) do relatório técnico IEC/TR 61641 traz um nova nomenclatura, além de algumas novas definições. Por conta disso, elas são apresentadas, a seguir, de forma sucinta e numa tradução livre, visando auxiliar o leitor na compreensão desta terminologia:

1. Corrente de curto-circuito permissível sob condições de arco autoextinguível (I_{ps_arc} : “Permissible short-circuit current under self-extinguishing arcing conditions”): é o máximo valor eficaz permitido da corrente de curto-circuito presumida nos terminais de entrada de um conjunto, declarado pelo fabricante, para uma dada tensão operacional (U_e), na qual o equipamento é capaz de atender aos requisitos da IEC TR 61641 pela autoextinção do arco, sem a operação de nenhum dispositivo de proteção;
2. Corrente de curto-circuito permissível sob condições de arco (I_{p_arc} : “Permissible short-circuit current under arcing conditions”): é o máximo valor eficaz permitido da corrente de curto-circuito presumida nos terminais de entrada de um conjunto, declarado pelo fabricante, para uma dada tensão operacional (U_e), na qual o equipamento é capaz de atender aos requisitos definidos pela IEC TR 61641;
3. Duração permissível do arco (tarc: “Permissible arc duration”): é o máximo valor do tempo de duração de um arco que não se autoextingue ou é limitado por um dispositivo limitador de corrente. Este valor pode diferir para partes distintas de um mesmo conjunto. O valor mínimo, solicitado no documento da IEC para a verificação de arco nas condições descritas anteriormente, é 100 ms;
4. Corrente de curto-circuito condicional permissível sob condições de arco (I_{pc_arc} : “Permissible conditional short-circuit current under arcing conditions”): é o máximo valor eficaz permitido da corrente de curto-circuito presumida nos terminais de entrada de um conjunto, declarado pelo fabricante, para uma dada tensão operacional (U_e), na qual um circuito do conjunto é capaz de atender aos requisitos da IEC, quando o circuito é protegido por dispositivo limitador de corrente ou por dispositivo de mitigação de falha por arco com função de limitação de corrente;
5. Zona protegida contra ignição de arco (“Arc Ignition Protected Zone”, antiga “Arc Free Zone”): parte de um circuito dentro de um conjunto de manobra e controle onde medidas específicas são adotadas para garantir que o início de uma falha com arco seja uma possibilidade remota;
6. Zona ensaiada para condições de arco (“Arc Tested Zone”, antiga “Arc Proof Zone”): parte de um circuito ou compartimento onde é iniciado um arco e todos os critérios de avaliação solicitados para o(s) ensaio(s), segundo a IEC TR 61641, são atendidos;
7. Conjunto de manobra e controle avaliado para condições de arco interno (“Arc Verified Assembly”, antiga “Arc Proof Assembly”): conjunto de manobra e controle que apresenta zonas protegidas contra a ignição de um arco e/ou ensaiadas para as condições de arco;
8. Dispositivo de mitigação de falha por arco interno (“Arc Fault Mitigation Device”): dispositivo que opera somente no caso de um arco elétrico devido a uma falha interna e que reduz o tempo de duração do mesmo;
9. Classes (de condições) de arco (“Arcing classes”): classificação dada um conjunto ou parte dele conforme as diferentes formas de proteção fornecida contra falhas

com arco: proteção humana, limitação dos danos a parte do conjunto e capacidade de operação limitada do equipamento.

Referências

IEC 62271-200: High-voltage switchgear and controlgear – Part 200: AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV; Edition 2.0. International Electrotechnical Commission, 2011.

IEC 61439-1: Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: General rules; Edition 2.0. International Electrotechnical Commission, 2011.

IEC 61439-2: Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 2: Power switchgear and controlgear assemblies; Edition 2.0. International Electrotechnical Commission, 2011.

IEEE Std C37.20.7: IEEE Guide for Testing Metal-Enclosed Switchgear Rated Up to 38 kV for Internal Arcing Faults. Institute of Electrical and Electronic Engineers, 2007.

IEC TR 61641: Enclosed low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Guide for testing under conditions of arcing due to internal fault; Edition 3.0. International Electrotechnical Commission, 2014.

IEC 62271-4: High-voltage switchgear and controlgear – Part 4: Handling procedures for sulphur hexafluoride (SF₆) and its mixtures; Edition 1.0. International Electrotechnical Commission, 2013.

IEC 60529: Degrees of protection provided by enclosures (IP Code); Edition 2.2. International Electrotechnical Commission, 2013.

**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.osetoelettrico.com.br
Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados para o e-mail redacao@atitudeeditorial.com.br