

Capítulo XII

Requisitos para projetos de instalações elétricas e de instrumentação em atmosferas explosivas contendo gases inflamáveis e poeiras combustíveis

Por Roberval Bulgarelli*

Especificação de motores e de produtos transportáveis, portáteis e pessoais, além de requisitos para certificação de conformidade de equipamentos elétricos e de instrumentação para instalação em áreas classificadas

Motores com tensão nominal excedendo 1 kV devem ser especificados levando em consideração a “avaliação de risco potencial de centelhamento dos enrolamentos do estator – fatores de risco de ignição” (Anexo E da ABNT NBR IEC 60079-14).

A introdução deste Anexo E (normativo) na ABNT NBR IEC 60079-14 teve por base a necessidade que esta avaliação seja feita pelos próprios usuários, os

quais devem possuir conhecimento das características do sistema elétrico e ambientais aos quais as máquinas serão instaladas.

Como os fabricantes dos motores e geradores elétricos para instalação em atmosferas explosivas não possuem todas as informações necessárias para realizar adequadamente esta avaliação, este requisito foi introduzido nesta Parte 14 da série ABNT NBR IEC 60079.

CARACTERÍSTICA	VALOR	FATOR DE RISCO
Tensão nominal	> 11 kV	6
	> 6,6 kV a 11 kV	4
	> 3,3 kV a 6,6 kV	2
	> 1 kV a 3,3 kV	0
Frequência média de partida em serviço	> 1 / hora	3
	> 1 / dia	2
	> 1 / semana	1
	≤ 1 / semana	0
Tempo entre desmontagem, limpeza e inspeção dos enrolamentos (ABNT NBR IEC 60079-17)	> 10 anos	3
	> 10 anos	2
	> 5 anos	1
	< 2 anos	0
Grau de proteção (Código IP)	< IP44 a	3
	IP44 e IP54	2
	IP55	1
	> IP55	0
Condições ambientais	Muito sujo e úmido b	4
	Externa próxima ao mar c	3
	Externa	1
	Abrigado limpo e seco	0

a - Somente em ambientes limpos e regularmente mantidos por pessoal treinado

b - Locais “muito sujos e úmidos” incluem aqueles que podem estar sujeitos a sistemas de descargas ou incluir áreas abertas em locais “Offshore”

c - Exposta a atmosferas contendo sal

ABNT NBR IEC 60079-14 – Anexo E – Avaliação de risco de descarga potencial nos enrolamentos do estator – Fatores de risco de ignição

Se o total da soma dos fatores de risco for maior que seis, elementos aquecedores anticondensação devem ser utilizados e medidas especiais devem ser aplicadas para assegurar que o invólucro não contenha uma atmosfera explosiva de gás no momento da partida.

Se a máquina é destinada para operar sob “medidas especiais”, o certificado deve possuir o símbolo “X”, de acordo com a ABNT NBR IEC 60079-0.

As medidas especiais podem incluir sistema de pré-purga na partida, a aplicação de detectores fixos de gás no interior da máquina ou outros métodos especificados nas instruções do fabricante.

Requisitos para a seleção e especificação técnica de motores “Ex” acionados por conversores de frequência

Motores acionados em tensão e frequência variáveis por um conversor de frequência devem ser especificados, na etapa de projeto das instalações “Ex”, de forma a atender a um dos seguintes requisitos:

- O motor tenha sido submetido a ensaio de tipo para este serviço, como uma unidade em associação com um conversor especificado nos documentos descritivos, de acordo com os requisitos indicados na ABNT NBR IEC 60079-0 e com o dispositivo de proteção fornecido, ou
- O motor não tenha sido submetido a ensaio de tipo para este serviço, como uma unidade em associação com o conversor. Neste caso, meios (ou equipamentos) para controle direto da temperatura por meio de sensores de temperatura embutidos, especificados na documentação do motor ou outros meios efetivos para a limitação da temperatura de

superfície da carcaça do motor, devem ser aplicados. Um dispositivo de proteção térmica por sobrecorrente com retardo de tempo não deve ser considerado um “outro meio efetivo”.

A efetividade do controle de temperatura deve levar em consideração a potência, faixa de rotação, torque e frequência para o serviço requerido, e deve ser verificada e documentada. A ação do dispositivo de proteção deve causar o desligamento do motor.

Deve ser considerado na especificação técnica de motores acionados por “drives” de frequência variável que, em alguns casos deste tipo de acionamento, a temperatura de superfície mais elevada ocorre no rotor do motor.

Para motores com caixas de ligação do tipo “e”, quando utilizando conversores com pulsos de alta frequência na saída, devem ser considerados no projeto e na especificação do motor os picos de sobretensão e temperaturas mais elevadas que podem ser produzidos nestas caixas de ligação.

Requisitos para a seleção e especificação técnica de mancais de motores elétricos “Ex” acionados por conversores de frequência

Mesmo para os casos de mancais localizados no interior do invólucro à prova de explosão, devem ser aplicáveis alguns requisitos complementares para este tipo de aplicação.

As correntes de fuga no eixo e nos mancais contribuem para falhas prematuras nos rolamentos e nas buchas de deslizamento, as quais contribuem

para falhas mecânicas dos mancais, que, por sua vez, podem resultar em ignição da atmosfera externa ao invólucro devido à energia térmica.

Os problemas relacionados com tensões no eixo e nos mancais podem existir em motores “Ex” acionados por conversores de frequência e podem representar riscos para a instalação, os quais devem ser indicados nos requisitos de especificação técnica de projeto, em termos de requisitos construtivos e de ensaios.

Para motores com carcaças de tamanho igual ou superior ao tamanho 280 (IEC 60072), deve ser especificado pelo fabricante do motor que sejam aplicadas uma ou mais das seguintes soluções:

- Utilização de filtros de saída adequados na saída do conversor de frequência;
- Utilização de escovas de aterramento no eixo, no interior de invólucros Ex “d” ou Ex “p”;
- Utilização de técnicas de isolamento de mancais;
- Utilização de cabos de ligação e de aterramento e sistemas de equipotencialização de potencial;
- Topologia adequada do conversor de frequência, casada com o projeto do motor, de forma a minimizar tensões de modo comum.

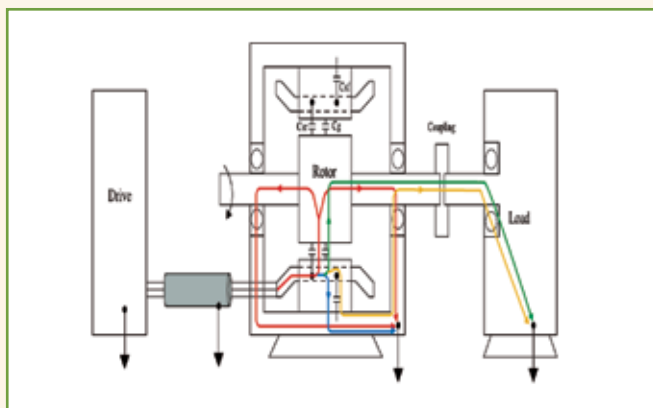
Métodos alternativos de solução de problemas de tensões de eixo e de mancais em motores acionados por conversores de frequência podem ser utilizados, caso possam demonstrar a eliminação das tensões de modo comum.

As tensões de eixo e de mancais podem representar uma fonte primária de ignição e, além deste risco, estas partes podem também influenciar consideravelmente no tempo de vida dos rolamentos. Experiências práticas têm demonstrado que a vida útil pode ser reduzida para somente algumas semanas.

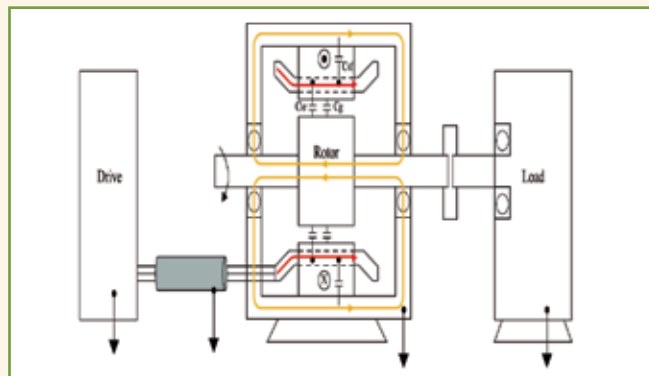
Desta forma, é praticamente impossível estimar a vida útil nestes casos, por meio dos métodos de monitoração tradicionais, baseados na medição de temperatura e de vibração.

Assim, a possibilidade de existência de tensões de eixo no sistema do motor necessita ser analisada e, caso necessário, o sistema inteiro necessita ser projetado de acordo com o necessário, de forma a reduzir a possibilidade de danos imprevistos nos rolamentos.

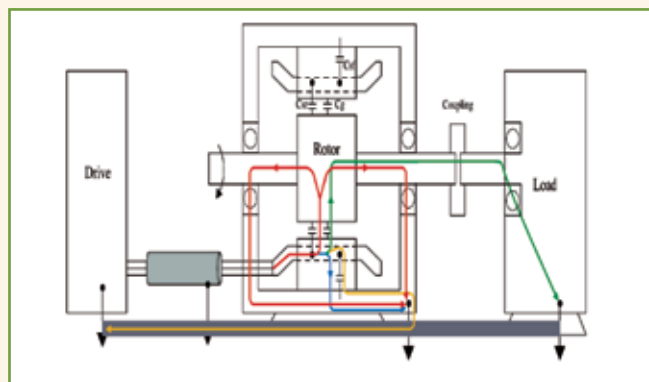
Nas figuras a seguir, são apresentados exemplos de caminhos típicos de correntes por meio do eixo e dos mancais de motores acionados por conversores de frequência.



Caminhos de circulação de correntes capacitivamente acopladas em motores acionados por conversores de frequência



Fluxo de alta frequência ao redor do motor acionado por conversor de frequência, causando circulação de corrente no eixo e nos mancais



Exemplo de motor acionado por conversor de frequência com um sistema de aterramento efetivo, reduzindo a circulação de corrente pelo eixo e mancais

Requisitos para a especificação da elevação de temperatura e da classe de temperatura em motores acionados por conversores de frequência

A alimentação de um motor com tipo de proteção “Ex” por conversor de frequência pode ocasionar duas fontes principais adicionais de elevação de temperatura:

1. Elevação geral na temperatura devido à redução no resfriamento a baixas rotações para motores com ventiladores solidários ao eixo.
2. Geração específica adicional de geração de calor como resultado de circulação de correntes de fase com elevados conteúdos harmônicos.

A elevação de temperatura resultante da circulação de correntes com elevado conteúdo harmônico varia de acordo com o tipo de conversor utilizado e, caso o conversor e o motor não seja bem dimensionado, este conjunto pode resultar em elevadas temperaturas nos mancais do motor e nas extensões do eixo.

Estes fatores adicionais de aquecimento devem ser relacionados na especificação técnica de motores “Ex” a serem controlados por conversores, de forma que as medidas mitigadoras cabíveis possam ser tomadas na fase de projeto das instalações elétricas em áreas classificadas.

Na etapa de projeto, seleção e especificação técnica de motores “Ex” a serem acionados por conversores de frequência, deve ser previsto que a designação da classe de temperatura apropriada

para a condição de operação especificada deva ser realizada por um dos seguintes meios:

- Avaliação do motor e do conversor específico em conjunto para a aplicação especificada;
- Instalação de proteção térmica direta apropriada, normalmente por meio de sensores instalados nos enrolamentos do estator, a qual possua uma precisão suficiente para ser capaz de detectar e evitar temperaturas excessivas nos mancais e extensões do eixo. A precisão pode ser determinada por meio de ensaios ou por cálculo. A utilização de proteção térmica é um requisito mandatório de instalação e deve ser indicado nas condições específicas de utilização (condições “X”) nos respectivos certificados de conformidade.

Requisitos para a especificação de ensaios de elevação de temperatura em motores elétricos “Ex” acionados por conversores de frequência

No ponto de operação entre a tolerância positiva máxima ou a tolerância negativa máxima da tensão nominal do motor resultará na temperatura máxima, tipicamente depende das seguintes condições:

- Pequenos motores com potência nominal menor que 10 kW geralmente apresentam temperatura máxima de superfície quando operando com a tensão de alimentação que seja maior que a tensão nominal, devido às perdas do núcleo (pacote de aço do estator) e às correntes de magnetização, as quais se elevam rapidamente com a saturação do núcleo na tensão de trabalho acima da nominal;
- Motores com potência nominal acima de 10 kW geralmente apresentam temperatura máxima de superfície quando operando com tensão de alimentação que seja menor do que a tensão nominal, devido à elevação das perdas no cobre (I^2R) resultante das correntes eficazes de fase mais elevadas. Nestes casos, estas perdas são geralmente mais elevadas do que aquelas que poderiam ocorrer das perdas do núcleo e resultante das correntes de magnetização, devido a uma tensão de alimentação que seja mais elevada do que a tensão nominal.

Para os casos de motor alimentado por conversor de frequência, a máxima elevação de temperatura de superfície necessita ser determinada sob a “condição mais crítica”, utilizando um dos seguintes métodos:

UTILIZANDO O CONVERSOR ESPECÍFICO

- O motor necessita ser ensaiado com o conversor específico a ser utilizado.

UTILIZANDO UM CONVERSOR “SIMILAR” AO SER USADO NA APLICAÇÃO

- O motor pode ser ensaiado utilizando um conversor similar quando estiverem disponíveis informações suficientes para a avaliação da similaridade. Podem ser aplicados nestes casos fatores de segurança adicionais para o grau de similaridade do conversor a ser utilizado no ensaio em relação ao conversor da aplicação.

FONTE DE ALIMENTAÇÃO SENOIDAL

- O torque do motor necessita ser proporcional ao quadrado da rotação;
- O motor precisa ser colocado sob carga máxima na rotação nominal;
- O método alternativo de determinação da temperatura indicado na IEC 60034-29 pode também ser utilizado;
- Fatores de segurança adicionais podem ser aplicados para levar em consideração o grau de similaridade do conversor.

Quando de comum acordo entre o fabricante do motor, o usuário e o organismo de certificação (sempre que um OCP ou em ExCB esteja envolvido no processo de certificação de um equipamento individual, fora de uma linha certificada de motores), métodos baseados em cálculo, levando em consideração fatores de segurança apropriados podem ser utilizados para determinar a temperatura máxima de superfície.

Os cálculos necessitam ser baseados em dados de ensaio representativos previamente estabelecidos de comum acordo, de acordo com as normas IEC 60034-7 e IEC 60034-25.

Para a determinação da temperatura máxima de operação, a “condição mais crítica” do motor alimentado por conversor necessita ser determinada e pode incluir os seguintes requisitos:

— MOTORES CONTROLADOS POR CONVERSOR DE FREQUÊNCIA QUE ACIONAM MÁQUINAS COM CARACTERÍSTICAS TORQUE/ROTAÇÃO VARIÁVEL, LINEAR OU CONSTANTE

- Motores com torque variável requerem a determinação da temperatura máxima de superfície na potência e na rotação máximas;
- Motores com torque linear ou constante requerem a determinação da temperatura máxima de superfície nas condições de rotação máxima e mínima;
- Motores com torques lineares ou constantes complexos requerem a determinação da temperatura máxima de superfície, no mínimo, nos pontos de inflexão da curva torque/rotação.

— MOTORES CONTROLADOS POR CONVERSOR DE FREQUÊNCIA QUE ACIONAM MÁQUINAS COM POTÊNCIA CONSTANTE

- Motores com potência constante requerem a determinação da temperatura máxima de superfície na rotação máxima e mínima.

— QUEDA DE TENSÃO (INCLUINDO O COMPRIMENTO DO CABO, FILTROS E O CONVERSOR)

- Condições específicas de utilização podem ser necessárias para a especificação do comprimento máximo do cabo de alimentação de força entre o motor e o conversor.

— CARACTERÍSTICAS DE POTÊNCIA DE SAÍDA DA FONTE DE ALIMENTAÇÃO (dV/dt, FREQUÊNCIA DE CHAVEAMENTO)

- A frequência de chaveamento mais baixa tende a elevar o aquecimento do motor. Condições específicas de utilização podem ser necessárias para a especificação da frequência de chaveamento mínima.

— CONDIÇÕES DO FLUIDO DE RESFRIAMENTO

- A temperatura máxima de superfície deve ser determinada nas condições de mínima vazão ou de máxima temperatura do fluido de resfriamento.

— CONDIÇÕES DO FLUIDO DE RESFRIAMENTO

- A temperatura máxima de superfície deve ser determinada nas condições de mínima vazão ou de máxima temperatura do fluido de resfriamento;
- Condições específicas de utilização podem ser necessárias para a especificação dos requisitos do fluido de resfriamento.

Pode ser verificado na prática que o rotor do motor pode apresentar temperaturas significativamente mais elevadas do que as apresentadas pelo estator. A significância deste problema varia de acordo com o tipo de proteção aplicado no motor.

A determinação da temperatura do rotor é particularmente importante para motores com tipos de proteção “nA” e “e”, embora possam ser também significantes para os tipos de proteção “d”, “p” ou “t”, quando as temperaturas de rotor aquecido resultarem naquelas temperaturas mais elevadas que são transferidas para os mancais e para o lado externo do rotor.

Requisitos para a seleção e especificação de equipamentos “Ex” transportáveis e portáteis

De forma diferente dos equipamentos que são per-

manentemente instalados, equipamentos transportáveis podem estar dentro de áreas classificadas somente temporariamente. Tais equipamentos podem incluir, por exemplo, geradores de emergência, máquinas de solda a arco elétrico, caminhões com guinchos industriais, compressores de ar, sopradores ou ventiladores de ar, ferramentas portáteis eletricamente alimentadas e certos equipamentos de ensaio e de inspeção.

Equipamentos que podem ser transportados ou levados para o interior de áreas classificadas devem possuir um nível de proteção de equipamento apropriado. Quando existir a necessidade de utilizar equipamentos transportáveis ou portáteis em uma área classificada para a qual o EPL requerido normalmente não seja atendido, um programa documentado de gerenciamento de risco deve ser implantado.

Este programa deve incluir o treinamento, procedimentos e controles adequados. Uma permissão de trabalho seguro apropriada deve ser emitida para o potencial risco de ignição criado pela utilização do equipamento.

Se plugues e tomadas estiverem instalados em uma área classificada, devem possuir o EPL requerido para a área. Alternativamente outros plugues e tomadas devem ser somente energizados ou conectados sob um procedimento de trabalho seguro.

Requisitos para a seleção e especificação técnica de equipamentos pessoais "Ex"

Equipamentos pessoais que são alimentados por bateria ou energia solar são, às vezes, carregados por pessoas e inadvertidamente levados para o interior da área classificada.

Um relógio eletrônico simples de pulso é um exemplo de um dispositivo eletrônico de baixa tensão que tem sido independentemente avaliado e tido como aceitável para utilização em uma área classificada sob ambos os requisitos históricos e atuais de EPL.

Todos os demais equipamentos pessoais alimentados por bateria ou energia solar (incluindo relógios eletrônicos de pulso incorporando uma calculadora) devem:

- Estar de acordo com o tipo de proteção reconhecido apropriado para o EPL, requisitos de gás, grupo e classe de temperatura; ou
- Ser submetidos a uma avaliação de risco; ou
- Ser levados para o interior de uma área classificada sob um procedimento de trabalho seguro.

Requisitos de certificação de conformidade de equipamentos elétricos e de instrumentação para instalação em áreas classificadas Os equipamentos e instrumentos elétricos, eletrônicos ou digitais para instalação em áreas classificadas de gases inflamáveis ou poeiras combustíveis devem ser devidamente certificado, de acordo com a legislação vigente no Brasil, publicada pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro).

Com exceção de equipamentos simples utilizados em um circuito intrinsecamente seguro, a seleção de equipamentos para utilização em áreas classificadas de gases inflamáveis ou poeiras combustíveis que não possuam certificado ou que possuam um certificado, porém não de acordo com as normas aplicáveis da ABNT ou da IEC sobre atmosferas explosivas, deve ser restrita a circunstâncias onde equipamentos e instrumentos adequados com certificado não sejam disponíveis.

A justificativa para a utilização de tais equipamentos ou instrumentos, em conjunto com os requisitos de instalação e marcação, deve ser realizada pelo usuário, fabricante ou terceira parte, e deve ser registrado no prontuário das instalações elétricas, requerido pela NR-10 do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE).

As caixas de ligação e de junção de circuitos elétricos ou de instrumentação para instalação em áreas classificadas de gases inflamáveis ou poeiras combustíveis devem atender às seguintes especificações técnicas:

- Certificação de conformidade para instalação em atmosferas explosivas de acordo com legislação vigente do Inmetro;
- De acordo com a classificação de área e com os tipos de proteção considerados no projeto de instrumentação, as caixas de junção devem possuir uma das seguintes marcações a serem definidos no projeto:
 - Ex e II T6 Gb IP66W; ou
 - Ex ia IIA/IIB/IIC T6 Ga IP66W; ou

- Ex ib IIA/IIB/IIC T6 Gb IP66W; ou
- Ex ic IIA/IIB/IIC T6 Gc IP66W; ou
- Ex nA II T5/T6 Gc IP66W.

• Para as caixas de ligação e de junção para circuitos do tipo intrinsecamente seguros, os bornes terminais e os prensa-cabos devem possuir cor azul claro;

- Os bornes terminais devem possuir tipo de proteção "segurança aumentada", de acordo com os requisitos indicados na ABNT NBR IEC 60079-7, do tipo para fixação do cabo por meio de parafuso ou por mola;

- Requisitos da letra W: sistema de pintura externa adequado para utilização em ambiente industrial poluído, corrosivo, com ataques químicos por enxofre e com material particulado. Parafusos, porcas, arruelas e placa de identificação em aço inoxidável;

- As caixas de junção devem possuir invólucro de poliéster reforçado com fibra de vidro (ABNT NBR IEC 60079-7) ou de alumínio fundido do tipo "copper-free" de primeiro enchimento ou de aço inoxidável AISI 316, de acordo com os requisitos de projeto de instrumentação;

- As caixas de junção devem possuir porta frontal basculante, caso este requisito tenha sido requerido no projeto;

- Os bornes terminais devem formar uma ou duas régua de bornes, de acordo com a necessidade do projeto e do número de circuitos em cada caixa;

- Os bornes terminais devem ser adequados para ligação de cabos com seção nominal de 1,0 mm² a 35 mm², incluindo bornes de dreno e de terra;

- As entradas de cabos devem ser realizadas pela parte inferior ou lateral da caixa de junção, devendo ser evitada a entrada pelo lado superior, de forma a evitar a entrada de água;

- As entradas de cabos devem ser feitas por meio de eletrodutos (tradicionalmente especificados com rosca do tipo NPT e com seções nominais em polegadas) ou por prensa-cabos (tradicionalmente com rosca do tipo métrica e tamanhos em milímetros quadrados, de acordo com a seção transversal mínima e máxima do cabo);

- As entradas roscadas devem ser do tipo NPT ou métrica, conforme requerido no projeto;

- Os requisitos da quantidade de entradas de cabos, do tipo de entrada por meio de eletrodutos ou de prensa-cabos, da seção nominal das entradas por eletrodutos, da seção nominal dos prensa-cabos, e da posição das entradas em cada uma das laterais da caixa deve ser de acordo com o requerido no projeto de cada caixa de junção ou de ligação.

Requisitos específicos para instalação de equipamentos com tipo de proteção por segurança intrínseca "i" e sistemas intrinsecamente seguros

A técnica de proteção de equipamentos elétricos em invólucros do tipo à prova de explosão é uma das mais antigas aplicadas em instalações com atmosferas explosivas. Ao longo dos últimos anos, uma série de novas tecnologias de fabricação foi aplicada

para tornar os equipamentos à prova de explosão mais seguros, tais como encapsulamento de componentes centelhantes em invólucros plásticos à prova de explosão e invólucros com tampas roscadas e entradas indiretas de cabos.

Os requisitos sobre equipamentos com invólucros do tipo à prova de explosão são indicados na ABNT NBR IEC 60079-1. Esta norma contém requisitos específicos para construção e ensaios de equipamentos elétricos com o tipo de proteção por invólucro à prova de explosão “d”, destinados para utilização em atmosferas explosivas de gás. Esta norma suplementa e modifica os requisitos gerais da ABNT NBR IEC 60079-0. O tipo de proteção de equipamento por invólucros à prova de explosão “d” proporciona nível de proteção de equipamento (EPL) Gb.

A ABNT NBR IEC 60079-1 contém também requisitos sobre projeto, construção, avaliação, ensaios de tipo, ensaios de rotina, critérios de aceitação, documentação e marcação sobre equipamentos com tipo de proteção Ex “d” (invólucros à prova de explosão). Estes invólucros são aplicáveis a diversos tipos de equipamentos elétricos, como motores, luminárias, painéis de força e de controle, unidades seladoras, prensa-cabos e unidades de comando.

A norma ABNT NBR IEC 60079-1 publicada em 19 de maio de 2009 cancelou e substituiu a antiga e obsoleta norma NBR 5363 que havia sido publicada em 1998. A antiga norma NBR 5363/98

baseava-se nos requisitos indicados em normas norte-americanas e internacionais vigentes na época e não trazia as mesmas exigências de ensaios e de segurança indicados na atual norma internacional IEC 60079-1.

Desde a publicação da NBR 5363/98, diversos requisitos construtivos, de ensaios e critérios de aceitação foram atualizados em função do desenvolvimento tecnológico e dos requisitos de segurança incluídos da norma internacional IEC 60079-1, a qual conta com a participação de dezenas de países membros do TC-31 da IEC, inclusive com a participação do Brasil.

A norma sobre equipamentos com invólucros à prova de explosão é provavelmente, no Brasil, a norma que há mais tempo vem sendo aplicada, tanto por parte dos fabricantes como por parte das empresas usuárias.

Este fato deve-se a fatos históricos e culturais verificados no Brasil, que remontam ao início do século passado. O desenvolvimento da indústria petroquímica e do petróleo no Brasil, a partir da década de 1940 do século passado, contou com grande influência de empresas projetistas norte-americanas, as quais, por sua vez, incorporaram práticas de fabricantes norte-americanos, que se baseiam em invólucros metálicos fundidos em areia.

Estas antigas e atualmente obsoletas práticas influenciaram as instalações de praticamente todas as refinarias existentes no Brasil, as quais foram construídas entre as décadas de 1950 e 1970. Este

fato exerceu grande influência sobre os fabricantes brasileiros de equipamentos "Ex", uma vez que a fundição de invólucros de alumínio em moldes de areia é uma técnica secular, com tecnologia conhecida.

Nas Figuras indicadas a seguir são apresentados exemplos de equipamentos elétricos e instrumentos para atmosferas explosivas que utilizam invólucros à prova de explosão, com tampas aparafusadas.



Instrumentos de medição, sinalização e comando, certificados para instalação em áreas classificadas contendo atmosferas explosivas, com invólucros metálicos do tipo à prova de explosão (Ex "d"), com tampa do tipo aparafusada.

No entanto, este tipo de proteção faz com que os equipamentos possuam características críticas do ponto de vista construtivo, de ensaio, de instalação e de reparos. Nos invólucros à prova de explosão com tampa plana do tipo flangeada e com entrada de cabos diretamente para o interior do invólucro, por exemplo, existe a necessidade de instalação de uma grande quantidade de parafusos.

Existe também a necessidade de instalação de acessórios do tipo unidade seladora ou de prensa-cabos também do tipo à prova de explosão. Estes requisitos são de difícil aplicação na prática, tanto em termos de projeto, como de instalação e de manutenção, o que compromete o tipo de proteção e coloca em risco toda a instalação e as pessoas envolvidas.

Estes requisitos de aplicação são frequentemente não atendidos pelos usuários e pelas empresas montadoras, nas etapas de construção e manutenção preditiva, preventiva e corretiva, como pode ser verificado pela elevada quantidade de não conformidades que é encontrada nas inspeções periódicas que são efetuadas nas instalações industriais contendo áreas classificadas.

Em função dessas dificuldades de instalação e manutenção, pode ser verificado que os equipamentos à prova de explosão, contendo invólucros metálicos com juntas planas e entradas diretas de cabo, estão gradativamente caindo em desuso por

parte das especificações técnicas dos usuários, em função destes elevados e problemáticos requisitos de instalação, manutenção e reparos.

De acordo com os novos processos de fabricação disponibilizados pelo mercado, a técnica de fundição de alumínio em areia tem perdido espaço para a injeção em plástico, em que os componentes individuais são individualmente encapsulados em invólucros plásticos, atendendo os requisitos da norma à prova de explosão.

Tais componentes Ex “d” com estas novas técnicas de fabricação, tais como disjuntores, contadores, relés e chaves de comando, são conectados a bornes terminais externos do tipo segurança aumentada (Ex “e”), de acordo com os requisitos indicados na norma ABNT NBR IEC 60079-7, de forma que o conjunto, com tipo de proteção combinada Ex “de”, seja adequado para instalação em áreas classificadas que requerem equipamentos com nível de proteção do tipo EPL Gb.

Alternativas que têm sido consideradas por alguns fabricantes brasileiros é a fabricação de invólucros à prova de explosão com tampas roscadas e de entradas indiretas de cabos, os quais são conectados pelo usuário a bornes terminais do tipo Ex “e”, instalados em caixas de junção externas ao invólucro principal Ex “d”, evitando a necessidade de abertura frequente do invólucro à prova de explosão.



Invólucros do tipo à prova de explosão (Ex “d” – ABNT NBR IEC 60079-1), com tampa do tipo roscada e entradas indiretas de cabos para o interior do invólucro Ex “d”, por meio de buchas seladas, com invólucro externo contendo bornes terminais do tipo segurança aumentada (Ex “e” – ABNT NBR IEC 60079 7).

**ROBERVAL BULGARELLI é engenheiro eletricista, mestre em Proteção de Sistemas Elétricos de Potência, consultor técnico e engenheiro sênior da Petrobras. É membro da subcomissão de Normalização Técnica da Petrobras, na área de eletricidade; coordenador do subcomitê SC 31 – Atmosferas explosivas, do Comitê Brasileiro de Eletricidade, Iluminação e Telecomunicações (Cobei); delegado da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), representando o Brasil no Technical Committee TC 31 – Equipment for Explosive Atmospheres da International Electrotechnical Commission (IEC).*

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