

## COLEÇÃO DE FOLHAS DE DECISÕES DO IECEX ExTAG

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                      |                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Norma:</b><br>NBR IEC 60079-19:2012                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Seções:</b><br>Emenda 31J/223/CD                                                  |                                                                                                                   |
| <b>Assunto:</b><br>Avaliação do sistema de isolamento e enrolamentos do estator<br>Situação do documento: Aprovado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>Palavras chave</b><br>Enrolamentos do estator<br>Sistema de isolamento<br>Motores | <b>Data: Revisado em</b><br>Setembro 2013<br><b>Origem da proposta:</b><br>TC-31 WG 27 –<br>Máquinas elétricas Ex |
| <p><b>Questão:</b> Que informações são requeridas do fabricante original (OEM – <i>Original Equipment Manufacturer</i>) dos enrolamentos do estator de um motor para assegurar que a máquina com um reparo por cópia de enrolamento apresente um comportamento eletromecânico e um desempenho térmico similar ao da máquina do fabricante original do equipamento (OEM).</p> <p><b>Resposta:</b></p> <p>Todos os seguintes dados e informações necessitam ser identificadas, verificadas e reproduzidas em um serviço de reparo por cópia de enrolamento. Para motores Ex “e”, nenhuma variação na forma do enrolamento pode ser feita; outros tipos de proteção “Ex” podem possuir enrolamentos eletromecanicamente equivalentes:</p> <p>Tensão do enrolamento do estator, número de ranhuras, número de espiras do estator, resistência do enrolamento do estator e número de polos.</p> <p><b>Conexões do enrolamento do estator:</b> Isto é, estrela (Y) ou triângulo (delta), incluindo o número de caminhos em paralelo para cada fase.</p> <p><b>Formato do enrolamento do estator:</b> Isto é, um enrolamento do tipo com 2 camadas em série, 2 camadas concêntricas, camada única em série, ranhura de camada única, enrolamento em paralelo, etc.</p> <p><b>Geração de polos pelos enrolamentos:</b> Isto é, o mesmo número de grupos de bobinas por fase como polos (polos salientes ou polos ativos), ou a metade do número de grupo de bobinas por fase como polos (polos consequentes).</p> <p><b>Grupo de conexão do enrolamento do estator:</b> São as conexões de grupo das bobinas, por exemplo, 1-4 ou 1-7, que significa que as bobinas ou são conectadas em sequência norte – sul – norte ou então que todos polos norte e todos os polos sul são conectados em série, o que é somente utilizado quando o enrolamento do estator possui caminhos paralelos.</p> <p><b>Número de bobinas em cada grupo de bobina:</b> Quando o número de ranhuras por polo por fase não é um número inteiro, não existe um número uniforme de bobinas em cada grupo de bobina. O número de bobina em cada grupo de bobina e a sequência destes grupos de bobinas em cada fase e ao redor do núcleo do estator necessitam ser registrados.</p> <p><b>Projeção do enrolamento do estator:</b> A distância da extremidade do núcleo do estator até a extremidade do enrolamento do estator, nas duas extremidades (em ambos os lados do estator).</p> <p><b>Isolamento das cabeças das bobinas dos enrolamentos de fase:</b> Cada isolamento entre bobinas de fase necessita ser identificado e o material avaliado com relação ao material e dimensões, especialmente em relação à espessura.</p> |                                                                                      |                                                                                                                   |

**Cabos terminais (rabichos) e conexões aos enrolamentos:** Todos os cabos terminais (rabichos) e conexões dos enrolamentos necessitam possuir a mesma área de seção nominal do fabricante original do equipamento (OEM) e também o mesmo tipo de isolamento, isto é, os cabos terminais ou os condutores isolados necessitam possuir as mesmas dimensões externas do enrolamento do fabricante original do equipamento. A localização e o encaminhamento das conexões e dos cabos do enrolamento do fabricante original do equipamento necessitam ser replicados na cópia do enrolamento.

**Selagem entre os cabos terminais dos enrolamentos (rabichos) e a caixa de terminais:** As selagens entre a parte interna do motor e a caixa de terminais necessitam ser especificadas e substituídas de acordo com as selagens originais. Quando dispositivos de selagem “Ex” certificados tiverem sido utilizados, estes devem ser reutilizados somente após inspeção contra defeitos e, quando necessário, verificados para avaliação de acordo com as normas aplicáveis, ou então substituídos por dispositivos de selagem “Ex” equivalentes certificados.

**Sensores de temperatura:** O tipo e a faixa de temperatura de todos os sensores de temperatura necessita ser especificado, juntamente com o local preciso de instalação, embutidos no interior dos enrolamentos, para assegurar que sensores de temperatura equivalentes ou preferencialmente idênticos, com o mesmo desempenho térmico, tenham sido instalados na cópia do enrolamento, na mesma localização daquela do fabricante original do equipamento (OEM). Quando sensores de temperatura “Ex” certificados tiverem sido utilizados, estes devem ser substituídos por outros sensores de temperatura “Ex” equivalentes certificados.

**Resistores anticondensação:** Todos os resistores anticondensação necessitam ser substituídos por resistores similares, com o mesmo projeto, tipo e características térmicas e, para resistores com certificação Ex “e”, devem ser de acordo com a certificação original Ex “e”. Os resistores de anticondensação necessitam ser instalados no local idêntico aos resistores do fabricante original do equipamento (OEM) e fixados com método similar.

**Amarração ou suportação das cabeças de bobinas do estator:** O método utilizado pelo fabricante original do equipamento (OEM) para amarrar ou suportar as cabeças das bobinas deve ser avaliado e um sistema de amarração ou suportação equivalente necessita ser utilizado na cópia de enrolamento. No caso de bobinas de enrolamentos com espiras pré-formadas, a localização e a espessura dos blocos de amarração nas cabeças de bobinas devem ser replicadas na cópia do enrolamento, sendo importante que o espaço entre os lados da bobina nas cabeças da bobina seja mantido tão próximo como possível daquele do fabricante original do equipamento (OEM). A rigidez dos materiais da amarração deve ser equivalente ou melhor daquela utilizada pelo fabricante original do equipamento (OEM).

**Processo de impregnação:** O método de impregnação utilizado pelo fabricante original do equipamento (OEM) necessita ser avaliado, identificando se os enrolamentos foram impregnados por meio de imersão, impregnação por meio de vácuo e pressão (VPI - *Vacuum Pressure Impregnation*) ou gotejamento. A cópia do enrolamento necessita passar pelo mesmo processo e, caso isto não seja possível, deve passar por um processo alternativo para atingir a mesma penetração e recobrimento da resina de impregnação nos enrolamentos.

**Passo do enrolamento do estator (*pitch*):** Este requisito é geralmente indicado como 1-X, que são os números de ranhuras (*slots*) nas quais duas bobinas se encaixam. Por exemplo, 1-10 significa que o lado de baixo de uma bobina com sobreposição de 2 camadas se encaixa na ranhura 1 e o lado de cima da bobina se encaixa na ranhura 10. Se os enrolamentos do estator é um enrolamento ondulado (*wave*), o passo do enrolamento na extremidade de não conexão necessita ser registrado.

**Projeção em linha reta da bobina:** Isto é, a distância desde a extremidade do núcleo do estator até a primeira curva do enrolamento do estator, nas duas extremidades de conexão (em ambos os lados do estator).

**Espiras dos enrolamentos do estator:** O número de espiras em cada bobina, dentro de cada grupo de bobinas. Existem enrolamentos que possuem números diferentes de espiras dentro de cada grupo de polo.

**Condutor do enrolamento do estator:** O condutor original do enrolamento do estator necessita ser medido, o qual pode ser um condutor único, que pode ser circular ou retangular, ou múltiplos subcondutores circulares ou retangulares, conectados em paralelo. O aumento das dimensões devido ao isolamento de cada condutor ou subcondutor necessita ser medido.

**Condutor da cópia do enrolamento:** É uma prática comum uma cópia de enrolamento utilizar diferentes condutores ou subcondutores daqueles utilizados pelo fabricante original do equipamento (OEM), em função da disponibilidade dos condutores de enrolamentos. O novo condutor proposto deve possuir uma seção nominal não inferior à área de seção nominal do enrolamento do fabricante original do equipamento (OEM), e a alteração na dimensão não deve ser excessiva. Por exemplo, se o enrolamento original era de 6 fios em paralelo, com diâmetro de 1,2 mm, com seção nominal de 6,7858 mm<sup>2</sup>, não deve ser aceita a utilização de 14 fios em paralelo, com diâmetro de 0,80 mm ou de dois fios em paralelo, sendo um com diâmetro de 2,00 mm e outro com diâmetro de 2,20 mm. O número de subcondutores em paralelo necessita não ser aumentado ou diminuído em mais de 20 % e a variação da seção nominal do fio necessita ser mantida a não mais que dois tamanhos de fio. Por exemplo, 2 x 1,12 mm + 2 x 1,20 mm + 2 x 1,32 mm.

**Isolamento da ranhura para a terra:** O isolamento da ranhura para a terra, por exemplo, por meio de forro ou fita linear ou espessura da parede de bobinas com espiras pré-formadas necessita ser medido e o material utilizado deve ser identificado. Muitas das máquinas de baixa tensão possuem forros ou fitas fabricadas de um material laminado, tipicamente *Nomex* e *Mylar*, normalmente como três camadas de *Nomex / Mylar / Nomex* e, quando possível, a espessura total do material e das camadas individuais, quando possível. Em bobinas pré-formadas o tipo das fitas de isolamento necessita ser identificado, em particular para a identificação do material de base, isto é, vidro laminado e se alguma película de PET (*Polyethylene terephthalate*) tenha sido utilizada. Ocasionalmente mais que um forro ou fita linear pode ter sido utilizado e estes necessitam ser substituídos na cópia do enrolamento e não fundidos em um único forro ou fita.

**Separador de ranhura de bobina:** As dimensões e os materiais utilizados devem ser obtidos e replicados na cópia do enrolamento.

**Fechamento de ranhuras:** Todos os materiais de fechamento de ranhuras devem ser substituídos por materiais equivalentes.

**Cunhas:** Todas as cunhas devem ser substituídas por cunhas com dimensões idênticas e fabricadas com materiais com desempenho térmico e mecânico equivalente ou melhor.