

---

Large Motors and Generators

# Manual para geradores e motores de indução



# Instruções de segurança — AMA, AMB, AMD, AMG, AMH, AMI, AMK, AMZ, AXR, HXR, M3BM, NMH, NMI, NMK, NXR

## 1. Geral

As regulamentações gerais de segurança, os acordos específicos feitos para cada local de trabalho e as precauções de segurança apresentadas neste documento devem ser observadas sempre.

OBS: Em caso de conflito entre estas instruções de segurança e o manual do usuário, as instruções de segurança têm precedência.

## 2. Uso previsto

As máquinas elétricas possuem peças perigosas ativas e rotativas e podem apresentar superfícies quentes. Não é permitido subir na máquina. Todas as operações relacionadas a transporte, armazenamento, instalação, conexão, comissionamento, operação e manutenção devem ser realizadas por pessoas habilitadas (em conformidade com as normas EN 50.110-1/DIN VDE 0105/IEC 60364). O manuseio inadequado pode causar danos pessoais sérios e danos à propriedade. Perigo!

Essas máquinas destinam-se a instalações industriais e comerciais como componentes, como definido na Machinery Directive (MD, diretiva de maquinário) 98/37/EC. O comissionamento é proibido até que a conformidade do produto final com essa diretiva tenha sido estabelecida (siga as regras de instalação e de segurança local particulares, por exemplo, EN 60204).

Essas máquinas estão em conformidade com a série de padrões harmonizada EN 60034/DIN VDE 0530. Seu uso em atmosferas explosivas é proibido a menos que elas sejam expressamente projetadas para esse uso (siga as instruções adicionais).

Sob nenhuma circunstância, use grau de proteção  $\leq$  IP23 ao ar livre. Modelos arrefecidos a ar são tipicamente projetados para temperaturas ambientes de  $-20$  °C até  $40$  °C, e altitudes de  $\leq 1\ 000$  m acima do nível do mar. A temperatura ambiente para modelos arrefecidos a ar/água não deve estar abaixo de  $5$  °C (para máquinas de mancais deslizantes, consulte a documentação do fabricante). Sempre tome nota de informações divergentes presentes na placa de identificação. As condições do campo devem estar em conformidade com todas as marcações da placa de identificação.

## 3. Transporte e armazenamento

Informe imediatamente à transportadora sobre danos demonstrados após a entrega. Suspenda o comissionamento, se necessário. Os olhais de levantamento foram dimensionados para o peso da máquina, não aplique cargas extras. Utilize os olhais de levantamento corretos. Se necessário, utilize meios de transporte com dimensões adequadas (por exemplos, guias de corda). Remova os suportes de carregamento (por exemplo, travas dos mancais e amortecedores de vibração) antes do comissionamento. Guarde-os para uso posterior.

Quando estiver armazenando as máquinas, certifique-se de colocá-las em local seco e livre de pó e vibração (perigo de danos aos mancais em repouso). Meça a resistência de isolamento antes do comissionamento. Em valores de  $\leq 1\ k\Omega$  por volt da tensão nominal, seque o enrolamento. Siga as instruções do fabricante. Procedimentos para armazenamento de longo prazo sempre devem ser devidamente considerados.

## 4. Instalação

Providencie um suporte nivelado, uma base ou flange de montagem sólido e um alinhamento preciso. Evite ressonâncias com a frequência rotacional ou o dobro da frequência da rede como resultado da montagem. Gire o rotor e fique atento a ruídos de deslizamento anormais. Verifique a direção da rotação no estado desacoplado.

Siga as instruções do fabricante durante a montagem ou a remoção dos acoplamentos ou outros elementos de transmissão e cubra esses itens com um protetor anti choques. Para uma operação de teste no estado desacoplado, trave ou remova a chaveta da extremidade do eixo. Evite cargas radiais ou axiais excessivas nos mancais (observe a documentação do fabricante). O equilíbrio da máquina é indicado como H = meia- chaveta e F = chaveta inteira. Em casos de meia-chaveta, o acoplamento deve ser equilibrado para meia-chaveta. Em casos de chaveta inteira, o acoplamento deve ser equilibrado sem uma chaveta. Caso uma parte da chaveta sobressaia de forma visível da extremidade do eixo, restabeleça o equilíbrio mecânico.

Faça as conexões necessárias do sistema de refrigeração e ventilação. A ventilação não deve ser obstruída, e o ar de exaustão, também dos conjuntos vizinhos, não deve ser absorvido diretamente.

## 5. Conexões elétricas

Somente pessoal habilitado pode executar as operações, com a máquina em repouso. Antes de iniciar o trabalho, aplique estritamente as regras de segurança abaixo:

- Desligue a alimentação!
- Forneça proteções contra a religação de contato!
- Verifique o isolamento seguro da alimentação!
- Conecte ao aterramento e em curto!
- Cubra ou forneça barreiras contra peças energizadas próximas!
- Desligue a alimentação dos circuitos auxiliares (por exemplo, o aquecimento anti condensação)!

Ultrapassar os valores limites da zona A em EN 60034-1/DIN VDE 0530-1 (tensão

$\pm 5\%$ , frequência  $\pm 2\%$ , forma de onda e simetria) leva a maiores elevações de temperatura e afeta a compatibilidade eletromagnética. Observe as marcações da placa de identificação e o diagrama de conexão na caixa de ligação.

A conexão deve ser feita de maneira que a conexão elétrica segura permanente seja mantida. Use terminais de cabos adequados. Estabeleça e mantenha a ligação equipotencial segura.

As tolerâncias entre peças elétricas não isoladas e entre essas peças e o aterramento não devem ficar abaixo dos valores das normas adequadas, e os valores possivelmente dados na documentação do fabricante.

Não é permitida, sob nenhuma circunstância, a presença de corpos estranhos, sujeira ou umidade na caixa de ligação. Feche os orifícios de entrada dos cabos não usados na própria caixa e de uma maneira que pó e água não possam entrar. Trave a chaveta quando a máquina é operada sem o acoplamento. Para máquinas com acessórios, verifique se o funcionamento está adequado antes do comissionamento.

A instalação adequada (por exemplo, a separação do sinal e as linhas de força, cabos blindados etc.) é de responsabilidade do instalador.

O que segue se aplica ao arranjo de terminal neutro na instalação de transformadores de corrente: tome as precauções necessárias para garantir que os circuitos secundários de todos os transformadores de corrente sejam conectados a cargas.

## 6. Operação

A intensidade da vibração no limite "satisfatório" ( $V_{rms} \leq 4.5$  mm/s), de acordo com a norma ISO 3945, é aceitável para operação em modo acoplado. Geradores de motor de pistão de acordo com a ISO 8528-9. Se estiver em dúvida em casos de desvios da operação normal (por exemplo, temperaturas elevadas, ruídos ou vibrações), desconecte a máquina. Determine a causa e consulte o fabricante, se necessário.

Não ignore os dispositivos de proteção, nem mesmo em operação de teste. Em caso de grandes depósitos de sujeira, limpe o sistema de resfriamento em intervalos regulares. Abra os orifícios de dreno de condensação bloqueados regularmente.

Engraxe os mancais durante o comissionamento antes da partida. Reaplique graxa nos mancais anti atrito enquanto a máquina estiver em funcionamento. Siga as instruções na placa de lubrificação. Use o tipo correto de graxa. Em caso de máquinas com mancal de deslizamento, observe o tempo limite para a troca de óleo e, se equipada com um sistema de fornecimento de óleo, certifique-se de que o sistema esteja funcionando.

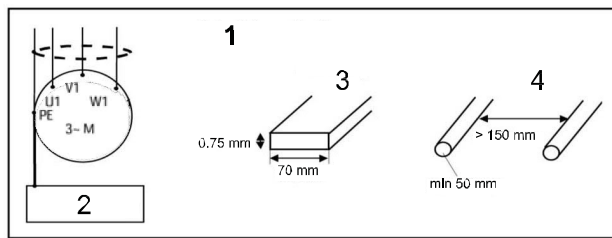
## 7. Manutenção e serviço

Siga as instruções operacionais do fabricante. Para obter mais detalhes, consulte o Manual do Usuário. Guarde essas instruções de segurança.

## 8. Inversor de frequência

Em aplicações de inversores de frequência, o aterramento externo da carcaça do motor deve ser usado para equalizar o potencial entre a carcaça do motor e a máquina acionada, a menos que duas máquinas estejam montadas na mesma base metálica. Para estruturas de motor de dimensões maiores que IEC 280, use um condutor plano de 0,75 x 70 mm ou, pelo menos, dois condutores circulares de 50mm<sup>2</sup>. O espaçamento entre os condutores circulares deve ser de pelo menos 150mm.

Essa disposição não apresenta uma função de segurança elétrica, sua finalidade é equalizar os potenciais. Quando o motor e a caixa de engrenagens são montados na mesma base de aço, a equalização do potencial não é necessária.



1. Equalização de potenciais
2. Maquinário acionado
3. Placa/tira
4. Cabos/fios

Para atender a conformidade com os requisitos da EMC, utilize apenas cabos, conectores e condutores aprovados para essa finalidade. Consulte as instruções dos conversores de frequência.

## Instruções de segurança adicionais para máquinas síncronas de ímã permanente

### Conexão elétrica e operação

Quando o eixo da máquina está girando, uma máquina síncrona de ímã permanente induz a tensão aos terminais. A tensão induzida é proporcional à velocidade de rotação e pode ser perigosa mesmo em baixas velocidades. Evite a rotação do eixo antes de abrir a caixa de ligação e/ou trabalhar com terminais desprotegidos.

- AVISO:** Os terminais de uma máquina com alimentação por conversor de frequência podem estar energizados mesmo quando a máquina estiver parada.
- AVISO:** Tenha cuidado com a potência inversa quando estiver operando um sistema de alimentação.
- AVISO:** Não exceda a velocidade máxima permitida da máquina. Consulte os manuais específicos do produto.

### Manutenção e serviço

Máquinas síncronas de ímã permanente devem receber manutenção apenas de oficinas qualificadas e autorizadas pela ABB. Para obter mais informações sobre a manutenção das máquinas síncronas de ímã permanente, entre em contato com a ABB.

- ALERTA:** Somente o pessoal qualificado e familiarizado com os requisitos de segurança relevantes pode abrir e realizar a manutenção das máquinas síncronas de ímã permanente.
- ALERTA:** Não é permitido remover o rotor de uma máquina síncrona de ímã permanente sem ferramentas especiais projetadas para essa finalidade.
- ALERTA:** Os campos magnéticos de dispersão, causados por uma máquina síncrona de ímã permanente aberta ou desmontada, ou por um rotor separado dessa máquina, podem prejudicar ou danificar outros equipamentos e componentes elétricos ou eletromagnéticos, como marca-passos, cartões de créditos e equivalentes.
- ALERTA:** Deve ser evitada a entrada de peças metálicas soltas e resíduos no interior da máquina síncrona de ímã permanente, assim como o contato dessas com o rotor.
- ALERTA:** Antes de fechar a máquina síncrona de ímã permanente aberta, todas as peças que não pertencerem à máquina e os resíduos devem ser removidos do interior da máquina.
- OBSERVAÇÃO:** Tenha cuidado com os campos magnéticos de dispersão e possíveis tensões induzidas quando girar o rotor separado de uma máquina síncrona de ímã permanente, já que isso pode causar danos aos equipamentos circundantes, por exemplo, tornos ou máquinas de balanceamento.



## Instruções de segurança adicionais para motores elétricos para atmosfera explosiva

**OBSERVAÇÃO:** Estas instruções devem ser seguidas para garantir a instalação, a operação e a manutenção seguras e adequadas do motor. Elas devem ser apresentadas a todos que instalem, operem ou realizem a manutenção desse equipamento. Ignorar a instrução pode invalidar a garantia.

**AVISO:** Os motores para atmosferas explosivas são projetados especialmente para atender a regulamentos oficiais referentes ao risco de explosão. Se forem usadas inadequadamente, mal conectadas ou alteradas, independentemente da ação realizada, sua confiabilidade poderá ser questionada.

As normas relacionadas à conexão e ao uso de dispositivos elétricos em atmosfera explosiva devem ser levadas em consideração, especialmente as normas nacionais de instalação (consulte as normas EN 60079-14, EN 60079-17, GOST 31610.17, GOST IEC 60079-17, GB3836.15, IEC 60079-14, IEC 60079-17). Toda manutenção e vistoria deve ser realizada de acordo com as normas IEC 60079-19, EN 60079-19, GOST 31610.19 e GB 3836.13. Somente equipes qualificadas e familiarizadas com essas normas devem manusear esse tipo de dispositivo.

## Declaração de conformidade

Todas as máquinas Ex da ABB desenvolvidas para atmosferas explosivas estão em conformidade com a diretiva ATEX 2014/34/UE e têm a marca CE na plaqueta de dados nominais.

## Validade

Essas instruções são válidas para os seguintes tipos de motores elétricos ABB, quando a máquina é usada em atmosferas explosivas.

### Ex nA, Classe I Div 2, Classe I Zona 2 e Ex ec de segurança aumentada, sem faíscas

- Motores de indução AMA, carcaças 315 a 500
- Motores de indução AMI, carcaças 400 a 630
- Motores síncronos AMZ, carcaças 710 a 2500
- Motores de indução AXR, carcaças 315 a 500
- Motores de indução HXR, carcaças 315 a 560
- Motores de indução NMH, carcaça 423

### Segurança aumentada “Ex e” e “Ex eb”

- Motores de indução AMA, carcaças 315 a 500
- Motores de indução AMH, carcaça 423
- Motores de indução AMI, carcaças 400 a 1120
- Motores de indução AXR, carcaças 315 a 500
- Motores de indução HXR, carcaças 315 a 560
- Motor de indução NMH, carcaça 423

### À prova de chamas, Ex db e Ex db eb

- Motores de indução AMD, carcaças 355 a 500

**Proteção Pressurizada Ex e px, Ex e pz, Ex nA pz, Ex px, Ex pz e Ex eb pxb, Ex eb pzc, Ex ec pzc, Ex pxb e Ex pzc**

- Motores de indução AMA, carcaças 315 a 500
- Motores de indução AMI, carcaças 400 a 1120
- Motores síncronos AMZ, carcaças 710 a 2500
- Motores de indução AXR, carcaças 315 a 500
- Motores de indução HXR, carcaças 315 a 560

**A prova de poeiras combustíveis (DIP, Ex tD), Classe II Div 2, Classe II Zona 22, Classe III**

- Motores de indução AMA, carcaças 315 a 500
- Motores de indução AMI, carcaças 400 a 1120
- Motores de indução AXR, carcaças 315 a 500
- Motores de indução HXR, carcaças 315 a 560
- Motores de indução AMD, carcaças 355 a 500

(Podem ser necessárias informações adicionais para alguns tipos de máquinas usadas em aplicações especiais ou com projeto especial.)

## Conformidade de acordo com os padrões

Além de estar em conformidade com os padrões relacionados a características mecânicas e elétricas, os motores projetados para atmosferas explosivas também devem estar em conformidade com os seguintes padrões internacionais/nacionais:

**Padrão referente aos requisitos gerais para atmosferas explosivas:**

- EN 60079-0
- IEC 60079-0
- GB 3836.1
- GOST 31610.0

**Padrão referente à proteção Ex db:**

- EN 60079-1
- IEC 60079-1
- GB 3836.2
- GOST IEC 60079-1

**Padrão referente à proteção Ex p:**

- EN 60079-2
- IEC 60079-2
- GB 3836.5
- GOST IEC 60079-2

**Padrão referente à proteção Ex e:**

- EN 60079-7
- IEC 60079-7
- GB 3836.3
- GOST 31610.7

**Padrão referente à proteção Ex nA:**

- EN 60079-15
- IEC 60079-15
- GB 3836.8
- GOST 31610.15

**Padrão referente à proteção à poeira combustível:**

- EN 61241-1; EN 60079-31
- IEC 61241-1; IEC 60079-31
- GB 12476.1
- GOST-R IEC 61241-0; GOST-R IEC 61241-1-1; GOST IEC 60079-31

**Código elétrico Norte-Americano (NEC, National Electric Code):**

- NFPA 70

**Código elétrico canadense, parte 1 (CE Code, Canadian Electrical Code, Part I):**

- C 22-2

**TR CU - Regulamentos Técnicos na União Aduaneira (Rússia, Belarus, Armênia, Quirguistão e Cazaquistão):**

- TR CU 012/2011
- TR CU 004/2011

As máquinas ABB podem ser instaladas em áreas correspondentes às seguintes marcações:

Zona (IEC)	Categoria (EN)	Marcação
1	2	Ex e, Ex e px, Ex eb, Ex eb pxb, Ex px, Ex pxb, Ex db e Ex db eb
2	3	Ex nA, Ex nA pz, Ex e pz, Ex eb pzc, Ex ec, Ex ec pzc, Ex pz e Ex pzc

Algumas máquinas AMD também podem ser instaladas em áreas grupo I (Minas). Para mais informações detalhadas, consulte o certificado da máquina para operação em áreas perigosas.

Atmosfera (EN);

G - atmosfera explosiva causada por gases

D - atmosfera explosiva causada por pó

**Inspeção de chegada**

- Imediatamente após o recebimento, verifique a máquina quanto a danos externos e, se encontrados, informe o agente de encaminhamento sem demora.
- Verifique todos os dados da placa de identificação, especialmente a tensão, a conexão dos enrolamentos (estrela ou delta), a categoria, o tipo de proteção e a marcação de temperatura.

**Observe as seguintes regras durante qualquer operação!**

**ALERTA:** Desconecte e isole a alimentação antes de trabalhar com a máquina ou com o equipamento acionado. Certifique-se de que nenhuma atmosfera explosiva esteja presente enquanto o trabalho estiver em andamento.

**Condições especiais**

Mantenha a conformidade com as condições especiais informadas nos certificados dos motores e daqueles dispositivos certificados separadamente. Tipicamente, a presença de um "x" no número do certificado sinaliza a existência de condições especiais.

**ALERTA:** A substituição de peças pode comprometer a adequação quanto à Classe I Divisão 2 e outros tipos de proteção Ex.

### Partida e nova partida

- O número máximo de partidas sequenciais foi declarado nos documentos técnicos da máquina.
- A nova sequência de partida é permitida após a máquina ter resfriado em temperatura ambiente (partidas em frio) ou temperatura operacional (partidas a quente).

### Aterramento e equipotencialização

- Verifique antes da partida se todos os cabos de aterramento e equipotencialização estão efetivamente conectados.
- Não remova qualquer cabo de aterramento e equipotencialização, eles foram montados pelo fabricante.

### Folgas, distâncias entre terminais e separações

- Não realize remoções ou ajustes nas caixas de ligação que possam diminuir as linhas de fuga e as folgas entre as peças.
- Não instale novos equipamentos às caixas de ligação sem pedir auxílio da ABB.
- Certifique-se de que o entreferro localizado entre o motor e o estator seja medido após as manutenções do rotor ou de mancais. O entreferro deve ser o mesmo em qualquer ponto entre o estator e o rotor.
- Centralize o ventilador para o centro da proteção ou guia de ar após a manutenção. A folga deve ser de, pelo menos, 1% o diâmetro máximo do ventilador e estar de acordo com as normas.

### Conexões nas caixas de terminais

- Todas as conexões nas caixas principais de terminais devem ser feitas com conectores Ex aprovados, que são enviados junto com a máquina pelo fabricante. Em outros casos, peça ajuda à ABB.
- Todas as conexões, em caixas de terminais auxiliares, marcadas como circuitos intrinsecamente seguros (Ex i) devem ser conectadas às barreiras de segurança adequadas.
- Circuitos de energia limitada (Ex nL) e circuitos intrinsecamente seguros (EX i) devem ser separados de outros circuitos elétricos por uma placa separadora ou por uma distância de 50 mm de linha de fuga. Para obter mais informações, veja o diagrama de conexões e os desenhos da caixa de conexões do motor.

### Aquecedores

- Se um aquecedor anti condensação, sem autorregulador, for ligado imediatamente após o motor ter sido desligado, tome as medidas adequadas para controlar a temperatura interna da carcaça do motor. Os aquecedores anti condensação podem ser operados somente dentro de um ambiente com temperatura controlada.
- Os aquecedores anti condensação devem ser intertravados de modo que seja possível energizá-los somente quando o motor está desenergizado.

### Ventilação pré-partida

- As máquinas Ex ec, Ex eb, Ex nA e Ex e podem, ou em alguns casos devem, ser equipadas com uma provisão para a ventilação pré-partida.
- Antes da partida, verifique se a necessidade de purga do invólucro da máquina para certificar-se de que o invólucro esteja livre de gases inflamáveis. Com base na avaliação de riscos, o cliente e/ou as autoridades locais tomarão a decisão quanto à necessidade de o cliente usar a ventilação pré-partida ou não.

ALERTA: Para minimizar os riscos causados por cargas eletrostáticas, limpe o motor apenas com pano úmido ou métodos sem atrito.

### Rotas de chama (máquinas AMD)

- Não é possível alterar máquinas AMD, e suas conexões à prova de fogo não podem ser objeto de qualquer tipo de reparo. Isso se aplica aos componentes dos subconjuntos relativos ao modo de proteção ou à temperatura da superfície (blindagens de extremidade e estruturas, painéis, vedações corta-fogo, dispositivos de entrada das caixas de conexões, enrolamentos etc.). Se alguma alteração substancial for absolutamente necessária, a norma requer uma nova certificação da parte de um Organismo Certificador. Para informações detalhadas, consulte as normas EN 60079-19 / IEC 60079-19.
- Os espaçamentos entre rotas de chama são inferiores aos espaçamentos máximos informados nas tabelas de EN 60079-1 e IEC 60079-1.
- As larguras das conexões à prova de fogo excedem as larguras mínimas informadas nas tabelas de EN 60079-1 e IEC 60079-1.

# Contents

<b>Instruções de segurança — AMA, AMB, AMD, AMG, AMH, AMI, AMK, AMZ, AXR, HXR, M3BM, NMH, NMI, NMK, NXR .....</b>	<b>2</b>
1. Geral .....	2
2. Uso previsto .....	2
3. Transporte e armazenamento .....	2
4. Instalação .....	2
5. Conexões elétricas .....	3
6. Operação .....	3
7. Manutenção e serviço .....	3
8. Inversor de frequência .....	3
Instruções de segurança adicionais para máquinas síncronas de ímã permanente .....	4
Conexão elétrica e operação .....	4
Manutenção e serviço .....	4
Instruções de segurança adicionais para motores elétricos para atmosfera explosiva .....	6
Declaração de conformidade .....	6
Validade .....	6
Conformidade de acordo com os padrões .....	7
Inspeção de chegada .....	8
Observe as seguintes regras durante qualquer operação! .....	8
<b>Capítulo 1 - Introdução .....</b>	<b>14</b>
1.1 Informações gerais .....	14
1.2 Observação importante .....	14
1.3 Limitação da responsabilidade .....	14
1.4 Documentação .....	15
1.4.1 Documentação da máquina .....	15
1.4.2 Informações não incluídas na documentação .....	15
1.4.3 Unidades usadas neste Manual do usuário .....	15
1.5 Identificação da máquina .....	15
1.5.1 Número de série da máquina .....	15
1.5.2 Placa de identificação .....	16
<b>Capítulo 2 Transporte e desempacotamento .....</b>	<b>18</b>
2.1 Medidas de proteção antes do transporte .....	18
2.1.1 Geral .....	18
2.1.2 Placa do mancal .....	18
2.2 Elevação da máquina .....	20
2.2.1 Elevação de uma máquina em uma embalagem marítima .....	21
2.2.2 Elevação de uma máquina sobre palete .....	21
2.2.3 Elevação de uma máquina desempacotada .....	22
2.2.4 Equipamentos de içamento adicionais .....	22
2.3 Como girar uma máquina montada verticalmente .....	24
2.4 Verificações na chegada e no desempacotamento .....	25
2.4.1 Verificação na chegada .....	25
2.4.2 Verificação no desempacotamento .....	25
2.5 Instruções de instalação da caixa de ligação principais e de peças do resfriador .....	25
2.5.1 Instalação da caixa de ligação principal .....	26
2.5.2 Instalação das peças do resfriador .....	26
2.6 Armazenamento .....	26
2.6.1 Armazenamento de curto período (menos de 2 meses) .....	26
2.6.2 Armazenamento a longo período (mais de 2 meses) .....	27
2.6.3 Mancais de rolos .....	28
2.6.4 Mancais deslizantes .....	29
2.6.5 Aberturas .....	29
2.7 Inspeções e registros .....	29
<b>Capítulo 3 Instalação e alinhamento .....</b>	<b>30</b>
3.1 Geral .....	30
3.2 Design da fundação .....	30
3.2.1 Geral .....	30
3.2.2 Forças aplicadas à fundação .....	30
3.2.3 Flanges para máquinas montadas verticalmente .....	31
3.3 Preparações da máquina antes da instalação .....	31
3.3.1 Medições de resistência do isolamento .....	31
3.3.2 Desmontagem do dispositivo de travamento para transporte .....	31
3.3.3 Tipo de acoplamento .....	32
3.3.4 Montagem das metades do acoplamento .....	33
3.3.5 Transmissão por correia .....	33
3.3.6 Drenos .....	34

3.4	Instalação em fundação de concreto.....	34
3.4.1	Escopo da entrega.....	34
3.4.2	Preparações gerais.....	34
3.4.3	Preparações da fundação.....	34
3.4.4	Montagem das máquinas.....	36
3.4.5	Alinhamento.....	36
3.4.6	Cimentação.....	36
3.4.7	Instalação e inspeção final.....	36
3.5	Instalação em fundação de aço.....	37
3.5.1	Escopo da entrega.....	37
3.5.2	Verificação da fundação.....	37
3.5.3	Montagem das máquinas.....	37
3.5.4	Alinhamento.....	37
3.5.5	Instalação e inspeção final.....	37
3.5.6	Instalação das máquinas montadas em flanges sobre a fundação de aço.....	38
3.6	Alinhamento.....	38
3.6.1	Geral.....	38
3.6.2	Nivelamento básico.....	39
3.6.3	Ajuste básico.....	39
3.6.4	Correção para a expansão térmica.....	41
3.6.5	Alinhamento final.....	42
3.7	Cuidados após a instalação.....	45
<b>Capítulo 4 Conexões mecânicas e elétricas.....</b>		<b>46</b>
4.1	Geral.....	46
4.2	Conexões mecânicas.....	46
4.2.1	Conexões do ar de resfriamento.....	46
4.2.2	Conexões da água de resfriamento.....	46
4.2.3	Fornecimento de óleo ao mancal deslizante.....	47
4.2.4	Conexão da tubulação de ar de purga.....	47
4.2.5	Montagem dos transdutores de vibração.....	48
4.2.6	Provisão para ar de purga.....	48
4.2.7	Suprimento de névoa de óleo para mancal de rolamento.....	50
4.3	Conexões elétricas.....	51
4.3.1	Informações gerais.....	51
4.3.2	Segurança.....	51
4.3.3	Medições de resistência do isolamento.....	51
4.3.4	Opções da caixa de ligação principal.....	51
4.3.5	Distâncias de isolamento das conexões da alimentação principal.....	52
4.3.6	Cabos de alimentação principais.....	52
4.3.7	Cabos secundários para conexões de anéis deslizantes.....	53
4.3.8	Caixa de ligação auxiliar.....	53
4.3.9	Conexões de aterramento.....	54
4.3.10	Requisitos para máquinas alimentadas por inversores de frequência.....	54
<b>Capítulo 5 Comissionamento e partida.....</b>		<b>55</b>
5.1	Geral.....	55
5.2	Verificação da instalação mecânica.....	55
5.3	Medições de resistência do isolamento.....	55
5.4	Verificação da instalação elétrica.....	55
5.5	Equipamento de controle e proteção.....	56
5.5.1	Geral.....	56
5.5.2	Temperatura de enrolamento do estator.....	56
5.5.3	Controle da temperatura do mancal.....	57
5.5.4	Equipamento de proteção.....	57
5.6	Primeira partida de teste.....	57
5.6.1	Geral.....	57
5.6.2	Precauções antes da primeira partida de teste.....	57
5.6.3	Partida.....	58
5.7	Operação da máquina pela primeira vez.....	59
5.7.1	Supervisão durante a primeira operação.....	59
5.7.2	Verificações durante a operação da máquina.....	59
5.7.3	Mancais.....	60
5.7.4	Vibrações.....	61
5.7.5	Níveis de temperatura.....	61
5.7.6	Trocadores de calor.....	61
5.7.7	Anéis deslizantes.....	61
5.8	Desligamento.....	61
<b>Capítulo 6 Operação.....</b>		<b>63</b>
6.1	Geral.....	63
6.2	Condições normais de operação.....	63
6.3	Número de partidas.....	63
6.4	Supervisão.....	64
6.4.1	Mancais.....	64
6.4.2	Vibrações.....	64
6.4.3	Temperaturas.....	64
6.4.4	Trocador de calor.....	64
6.4.5	Unidade do anel deslizante.....	64
6.5	Acompanhamento.....	64

6.6 Desligamento.....	65
<b>Capítulo 7 Manutenção.....</b>	<b>66</b>
7.1 Manutenção preventiva.....	66
7.2 Precauções de segurança.....	66
7.3 Programa de manutenção.....	67
7.3.1 Programa de manutenção recomendada.....	68
7.4 Manutenção das construções gerais.....	72
7.4.1 O aperto das fixações.....	72
7.4.2 Vibração e ruído.....	73
7.4.3 Vibrações na caixa do mancal.....	73
7.4.4 Vibrações do eixo.....	75
7.5 Manutenção dos mancais e do sistema de lubrificação.....	75
7.5.1 Mancais deslizantes.....	75
7.5.2 Lubrificação dos mancais deslizantes.....	76
7.5.3 Mancais de rolos.....	77
7.5.4 Isolamento dos mancais e verificação da resistência do isolamento dos mancais.....	80
7.6 Manutenção dos enrolamentos do rotor e do estator.....	82
7.6.1 Instruções de segurança especiais para manutenção dos enrolamentos.....	83
7.6.2 A programação da manutenção.....	83
7.6.3 A temperatura operacional correta.....	83
7.6.4 Teste de resistência do isolamento.....	84
7.6.5 Medição da resistência de isolamento para equipamentos auxiliares.....	87
7.6.6 Índice de polarização.....	87
7.6.7 Outras operações de manutenção.....	88
7.7 Manutenção dos anéis deslizantes e do rolo da escova.....	88
7.7.1 Cuidados com os anéis deslizantes.....	88
7.7.2 Cuidados com o rolo da escova.....	88
7.8 Manutenção das unidades de resfriamento.....	89
7.8.1 Instruções de manutenção para máquinas com resfriamento ao ar livre.....	89
7.8.2 Instruções de manutenção para trocadores de calor ar-água.....	90
7.8.3 Instruções de manutenção para trocadores de calor ar-ar.....	90
7.8.4 Manutenção dos motores da ventilação forçada.....	91
7.9 Reparos, desmontagem e montagem.....	91
<b>Capítulo 8 Solução de problemas.....</b>	<b>92</b>
8.1 Solução de problemas.....	92
8.1.1 Desempenho mecânico.....	92
8.1.2 Sistema de lubrificação e mancais.....	92
8.1.3 Desempenho térmico.....	96
8.2 Vazamento de óleo dos mancais deslizantes.....	99
8.2.1 Óleo.....	100
8.2.2 Mancais deslizantes.....	100
8.2.3 Verificação do mancal.....	100
8.2.4 Recipiente e tubulação de óleo.....	100
8.2.5 Verificação de recipiente e tubulação de óleo.....	101
8.2.6 Uso.....	101
8.2.7 Verificação do uso.....	102
8.3 Desempenho elétrico, controle e proteção.....	104
8.3.1 Disparos da proteção.....	105
8.3.2 Detectores de temperatura resistivo Pt-100.....	105
8.2 Anéis deslizantes e escovas.....	106
8.4.1 Desgaste da escova.....	106
8.4.2 Faíscas da escova.....	107
8.5 Desempenho térmico e sistema de resfriamento.....	107
<b>Capítulo 9 Serviços de ciclo de vida para geradores e motores.....</b>	<b>108</b>
9.1 Serviços para Motores e Geradores.....	108
9.1.1 Produtos de serviços.....	108
9.1.2 Suporte e garantias.....	108
9.1.3 Informações de contato do atendimento para geradores e motores.....	108
9.2 Peças sobressalentes para máquinas elétricas rotativas.....	109
9.2.1 Considerações gerais sobre as peças sobressalentes.....	109
9.2.2 Substituição periódica de peças.....	109
9.2.3 Necessidade de peças sobressalentes.....	109
9.2.4 Seleção do pacote de peças sobressalentes adequado.....	110
9.2.5 Peças típicas recomendadas em diferentes conjuntos.....	110
9.2.6 Informações sobre pedidos.....	113
<b>Capítulo 10 Reciclagem.....</b>	<b>114</b>
10.1 Introdução.....	114
10.2 Conteúdo médio do material.....	114
10.3 Reciclagem do material da embalagem.....	114
10.4 Desmontagem da máquina.....	114
10.5 Separação dos diferentes materiais.....	114
10.5.1 Carcaça, alojamento do mancal, tampas e ventoinha.....	114
10.5.2 Componentes com isolamento elétrico.....	115
10.5.3 Ímãs permanentes.....	115
10.5.4 Resíduos perigosos.....	115

10.5.5 Resíduos de aterros.....	115
<b>Relatório de Comissionamento .....</b>	<b>116</b>
Transporte.....	117
Armazenamento .....	118
Instalação mecânica.....	119
Verificação da lubrificação .....	120
Auto lubrificação .....	120
Lubrificação por imersão.....	120
Mancais lubrificados com graxa: .....	120
Instalação elétrica.....	121
Teste de resistência do isolamento .....	121
Teste de resistência dos acessórios .....	121
Configurações de proteção da máquina.....	122
Execução do teste .....	123
Primeira partida (apenas alguns segundos).....	123
Segunda partida (sem acoplamento, se possível) .....	123
Execução do teste (com carga) .....	124
Aprovação da máquina .....	125
Folha de capa do fax.....	126
<b>Apêndice: Posição típica das placas.....</b>	<b>127</b>
<b>Conexões típicas dos cabos de alimentação principal.....</b>	<b>129</b>

# Capítulo 1 - Introdução

## 1.1 Informações gerais

O Manual do usuário contém informações sobre o transporte, o armazenamento, a instalação, o comissionamento, a operação e a manutenção das máquinas elétricas rotativas fabricadas pela ABB.

Este manual apresenta informações relacionadas a todos os aspectos de operação, manutenção e supervisão da máquina. É necessário o estudo cuidadoso do conteúdo deste manual e de outros documentos relacionados à máquina antes de realizar qualquer ação para garantir a funcionalidade adequada e a vida útil longa da máquina.

**OBSERVAÇÃO:** Alguns itens específicos do cliente podem não estar inclusos no Manual do usuário. Documentos adicionais serão encontrados na documentação do projeto.

As ações descritas neste manual devem ser realizadas somente por uma equipe capacitada com experiência anterior em tarefas semelhantes e autorizadas pelo usuário.

Este documento e suas partes não devem ser reproduzidos ou copiados sem permissão expressa por escrito da ABB. Seu conteúdo não deve ser transmitido a terceiros nem ser usado para qualquer finalidade não autorizada.

A ABB se esforça constantemente para aperfeiçoar a qualidade das informações fornecidas neste Manual do usuário e agradecerá qualquer sugestão de melhoria. Para obter informações de contato, consulte o *Capítulo 9.1.3 Informações de contato do atendimento para geradores e motores*.

**OBSERVAÇÃO:** Essas instruções devem ser seguidas para garantir a instalação, a operação e a manutenção segura e adequada da máquina. Elas devem ser apresentadas a todos que instalem, operem ou realizem a manutenção desse equipamento. A garantia será invalidada se a instrução for ignorada.

## 1.2 Observação importante

As informações deste documento podem, às vezes, ter uma natureza geral e poderão ser aplicadas em várias máquinas produzidas pela ABB.

Onde houver conflitos entre o conteúdo deste e a máquina fornecida de fato, o usuário deverá buscar um parecer de engenharia para decidir o que fazer. Se houver dúvidas, entre em contato com a ABB.

As precauções de segurança em *Instruções de segurança* no início do manual devem ser sempre observadas.

A segurança depende da consciência, preocupação e prudência de todos que operam e realizam a manutenção das máquinas. Embora seja importante que todos os procedimentos de segurança sejam observados, o cuidado próximo à máquina é essencial; portanto, esteja sempre atento.

**OBSERVAÇÃO:** Para evitar acidentes, as medidas e os dispositivos de segurança exigidos no local de instalação devem estar de acordo com as instruções e as regulamentações estipuladas para a segurança no trabalho. Isso se aplica às regulamentações gerais de segurança do país em questão, aos acordos específicos feitos para cada local de trabalho e às instruções de segurança incluídas neste manual e às instruções de segurança separadas enviadas com a máquina.

## 1.3 Limitação da responsabilidade

Sob nenhuma circunstância a ABB será responsável por danos diretos, indiretos, especiais, incidentais ou resultantes de qualquer natureza ou tipos advindos do uso deste documento. A ABB também não será responsável por danos incidentais ou resultantes do uso de qualquer software ou hardware descrito neste documento.

A garantia enviada abrange defeitos materiais e de fabricação. A garantia não cobre danos causados à máquina, a pessoas ou a terceiros devido ao armazenamento inadequado, à instalação incorreta ou à operação da máquina. As condições de garantia são definidas mais detalhadamente de acordo com os termos e as condições da Orgalime S2000.

**OBSERVAÇÃO:** A garantia enviada não será válida se as condições de operação da máquina forem alteradas ou se qualquer alteração na construção da máquina, ou trabalho de reparo à máquina tiver sido feito antes da aprovação por escrito da fábrica da ABB que forneceu essa máquina.

**OBSERVAÇÃO:** Os escritórios de vendas locais da ABB podem dispor de detalhes de garantia diferentes, que são especificados nos termos de venda, nas condições ou nos termos de garantia.

Para obter informações de contato, leia a contracapa deste Manual do usuário. Lembre-se de fornecer o número de série da máquina quando discutir questões específicas à máquina.

## 1.4 Documentação

### 1.4.1 Documentação da máquina

Recomenda-se que a documentação das máquinas seja cuidadosamente estudada antes de tomar qualquer ação. Este manual e as instruções de segurança são fornecidas com cada máquina em uma cobertura plástica afixada à carcaça da máquina.

**OBSERVAÇÃO:** A documentação é fornecida ao cliente solicitante. Para obter mais cópias desses documentos, entre em contato com o escritório local ou com o departamento de pós-vendas da ABB. Consulte o *Capítulo 9.1.3 Informações de contato do atendimento para geradores e motores*.

Além deste manual, cada máquina é fornecida com um desenho dimensional, um diagrama de conexões elétricas e uma folha de dados que indicam o seguinte:

- Montagem e dimensões gerais da máquina
- Peso e carga da máquina na fundação
- Local dos olhais de elevação da máquina
- Instrumentação e local dos acessórios
- Requisitos dos lubrificantes e do óleo do mancal
- Conexões principais e auxiliares.

**OBSERVAÇÃO:** Alguns itens específicos do cliente podem não estar inclusos no Manual do usuário. Documentos adicionais serão encontrados na documentação do projeto. Em caso de conflito entre este manual e a documentação adicional da máquina, prevalecerá a documentação adicional.

### 1.4.2 Informações não incluídas na documentação

Este Manual do usuário não inclui informações sobre qualquer equipamento de partida, proteção ou de controle de velocidade. Essas informações são fornecidas nos manuais do usuário de seus respectivos equipamentos.

### 1.4.3 Unidades usadas neste Manual do usuário

As unidades de medida deste Manual do usuário são baseadas no sistema (métrico) SI e no sistema norte-americano.

## 1.5 Identificação da máquina

### 1.5.1 Número de série da máquina

Cada máquina é identificada com um número de série de 7 dígitos. Ele está carimbado na placa de identificação da máquina, assim como em sua carcaça.

O número de série deve ser fornecido em qualquer correspondência futura a respeito de uma máquina, pois é a única informação exclusiva usada para identificar a máquina em questão.

## 1.5.2 Placa de identificação

Uma placa de identificação de aço inoxidável é anexada permanentemente à carcaça da máquina e não pode, nem deve, ser removida. Para saber o local da placa de identificação, consulte o *Apêndice Posição típica das placas*

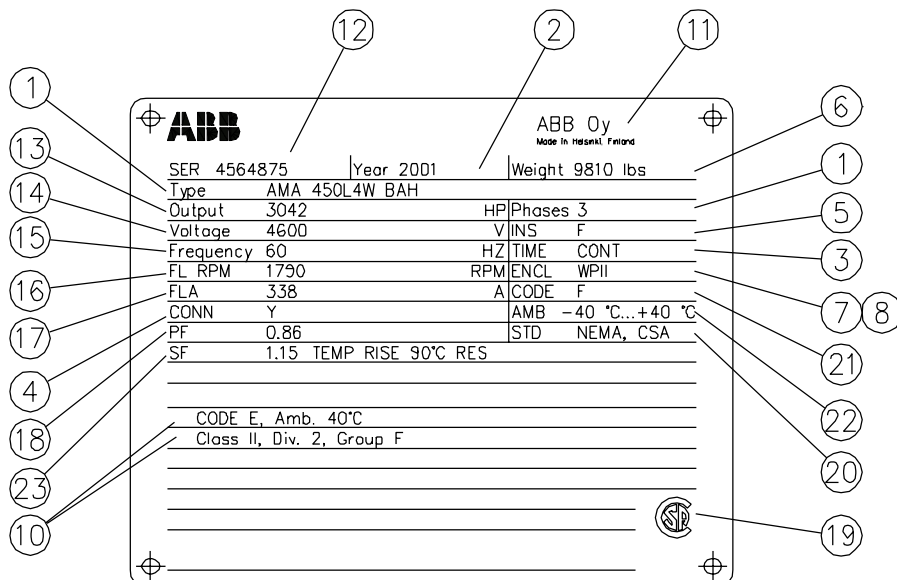
A placa de identificação indica a fabricação, a identificação, as informações elétricas e mecânicas. Consulte a *Figura 1 Placa de identificação para máquinas com partida direta fabricadas de acordo com a IEC (máquina Ex de acordo com a diretiva ATEX)*.

<b>ABB</b>		No 4570787	
Type	HXR 500LP14	Phases	3~
Year	2002	Output	470 kW
Duty	S1	Voltage	3300 V
Connection	D	Frequency	50 Hz
Insul.cl.	F	Speed	425 rpm
Weight	7100 kg	Current	145 A
IP	55	Power factor	0.59
IC	411		
IM	1001		
EEx nA II T3, EN 50021			
VTT 03 ATEX 011X			
IEC 60034-1			

**Figura 1** Placa de identificação para máquinas com partida direta fabricadas de acordo com a IEC (máquina Ex de acordo com a diretiva ATEX)

<b>ABB</b>		ABB Oy Made in Helsinki, Finland	
Type	HXR 450LJ6	No	4574367
Year	2003	Phases	3~
Connection	D	Insul.cl.	F
IP	55	IC	411
Duty	S1	Weight	4095 kg
IM 1002			
S1, CONVERTER SUPPLY			
250 - 455 - 500	kW		
383 - 690 - 690	V		
25 - 45,2 - 49,8	Hz		
495,5 - 899,5 - 990,5	rpm		
475 - 475 - 500	A		
0.83 - 0.83 - 0.87	PF		
INVERTER PARAMETER SETTING:			
455 kW / 690 V / 45,2 Hz / 899,5 rpm / 475 A /			
0,83 PF / Tmax/Tn= 3,0			
OVERLOAD 1,8 x Tn, 60 s / 10 min			
495 - 900 - 990 rpm			
820 - 820 - 910 A			
IEC 60034-1			

**Figura 2** Placa de classificação para máquinas com conversor de frequência fabricadas de acordo com a IEC



**Figura 3** Placa de classificação para máquinas com partida direta fabricadas de acordo com a NEMA

1. Designação de tipo
2. Ano de fabricação
3. Regime de operação
4. Tipo de conexão
5. Classes de isolamento
6. Peso da máquina [kg] ou [lb]
7. Grau de proteção [classe IP]
8. Tipo de resfriamento [código IC]
9. Disposição da montagem [código IM] (IEC)
10. Informações adicionais
11. Fabricante
12. Número serial
13. Saída [kW] ou [HP]
14. Tensão do estator [V]
15. Frequência [Hz]
16. Velocidade de rotação [rpm]
17. Corrente do estator [A]
18. Fator de potência [cosφ]
19. Marcação CSA
20. Norma
21. Designação para rotor travado kVA/HP (NEMA)
22. Temperatura ambiente [°C] (NEMA)
23. Fator de serviço (NEMA)

## Capítulo 2 Transporte e desempacotamento

### 2.1 Medidas de proteção antes do transporte

#### 2.1.1 Geral

As medidas de proteção, a seguir, são realizadas antes que a máquina saia da fábrica. As mesmas medidas de proteção devem ser tomadas sempre que a máquina for movida:

- Algumas máquinas, e todas as máquinas com mancais deslizantes e roletes, têm dispositivos de travamento para transporte instalados

##### ***A seguir, um marcador com o tipo de mancal: Mancal de rolamento***

- Os mancais de esferas e de rolos recebem o lubrificante indicado na placado mancal, presente na carcaça da máquina. Consulte o *Capítulo 2.1.2 Placa do mancal*

##### ***A seguir, um marcador com o tipo de mancal: Mancal deslizante***

- Os mancais deslizantes são imersos em óleo e drenados. Todas as entradas e saídas de óleo, assim como os tubos de lubrificação são tampados. Isso fornece proteção suficiente contra corrosão.

##### ***A seguir, um marcador com o método de resfriamento: Ar-água***

- Os resfriadores ar-água são drenados e as entradas e saídas do resfriador são tampadas
- As superfícies de metal usinado, como a extensão do eixo, são protegidas contra corrosão com um revestimento anticorrosivo
- Para proteger a máquina adequadamente contra danos causados por água, maresia, umidade, ferrugem e vibração durante o carregamento, o transporte marítimo e o descarregamento, a máquina deve ser fornecida em uma embalagem marítima.

##### **Próximos tópicos, relativos à montagem: Máquina vertical**

- O mancal da extremidade D e eventual mancal na extremidade ND são lubrificados com o lubrificante informado na plaqueta do mancal, fixa na estrutura da máquina.
- Se o mancal da extremidade ND for preenchido com óleo (auto lubrificado):  
Sempre que for preciso transportar a máquina, drene antes o óleo de lubrificação do rolamento, para que este não penetre a máquina pelas vedações a partir do mancal em ND.

#### 2.1.2 Placa do mancal

Uma placa do mancal de aço inoxidável é anexada à carcaça da máquina. Para obter o local da placa do mancal, consulte o *Apêndice Posição típica das placas*.

A placa do mancal indica o tipo de mancais e de lubrificação que serão usados. Consulte a *Figura 4 Placa do mancal para mancais de rolos lubrificados com graxa* e *Figura 5 Placa do mancal para mancais deslizantes*.

**A seguir, uma figura com o tipo de mancal: Mancal de rolamento**

DRIVE END (DE) BEARING	6326/C3	1
NON DRIVE END (NDE) BEARING	6324/C3	2
LUBRICATION INTERVAL AT 70°C (158°F) BEARING TEMPERATURE	8800 DUTY HOURS	3
QUANTITY OF GREASE DE	80 GRAMS	4
NDE	80 GRAMS	5
NOTE! EVERY 15°C (59°F) INCREASE ABOVE 70°C (158°F) IN THE BEARING TEMPERATURE HALVES THE RATED LUBRICATION INTERVAL.		
NOTE! ABOVE 85°C (185°F) HIGH TEMPERATURE GREASE SHALL BE USED.		
Empty the waste grease box every 6th relubrication		
DELIVERED FROM FACTORY WITH GREASE	ESSO UNIREX N2	6
FOR ADDITIONAL INFORMATION SEE MAINTENANCE MANUAL		

**Figura 4 Placa do mancal para mancais de rolos lubrificadas com graxa**

1. Tipo de mancal do lado acoplado
2. Tipo de mancal do lado não acoplado
3. Intervalo de lubrificação
4. Quantidade de graxa para o mancal do lado acoplado
5. Quantidade de graxa para o mancal do lado não acoplado
6. Informações adicionais
7. Tipo de graxa fornecida de fábrica

**A seguir, uma figura com o tipo de mancal: Mancal de deslizamento**

Diagrama da placa do mancal para mancais deslizantes. A placa contém os seguintes campos:

- 1. DRIVE END (DE) BEARING: EFZLK 11-125
- 2. NON DRIVE END (NDE) BEARING: EFZLQ 11-125 (INSULATED)
- 3. OIL CHANGE EVERY: 8800
- 4. DUTY HOURS: [ ]
- 5. VISCOSITY: ISO VG 46
- 6. OIL QUANTITY DE BEARING: 4.2 l
- 7. OIL QUANTITY NDE BEARING: 4.2 l
- 8. DE BEARING LUBRICATION: SELF LUBRICATION BY OIL RING
- 9. NDE BEARING LUBRICATION: SELF LUBRICATION BY OIL RING
- ROTOR END FLOAT: +/- 8 mm
- FOR ADDITIONAL INFORMATION SEE MAINTENANCE MANUAL

**Figura 5 Placa do mancal para mancais deslizantes**

1. Tipo de mancal do lado acoplado
2. Tipo de mancal do lado não acoplado
3. Intervalo de troca de óleo
4. Classe de viscosidade
5. Quantidade de óleo para o mancal do lado acoplado (para auto lubrificação)
6. Quantidade de óleo para o mancal do lado não acoplado (para auto lubrificação)
7. Método de lubrificação para o mancal do lado acoplado. Fluxo e pressão de óleo para mancais lubrificados por imersão
8. Método de lubrificação para o mancal do lado não acoplado. Fluxo e pressão de óleo para mancais lubrificados por imersão
9. Folga axial do rotor

**OBSERVAÇÃO:** As informações fornecidas sobre a placa do mancal devem ser seguidas obrigatoriamente. Caso não sejam seguidas, a garantia dos mancais será anulada.

## 2.2 Elevação da máquina

Antes de elevar a máquina, certifique-se de que o equipamento de elevação adequado esteja disponível e que a equipe seja familiarizada com o trabalho de elevação. O peso da máquina é mostrado na placa de identificação, no desenho dimensional e na lista de embarque.

- OBSERVAÇÃO:** Use apenas olhais e grampos de elevação destinados ao levantamento de toda a máquina. Não utilize olhais ou grampos de levantamento adicionais pequenos, pois eles são fornecidos somente para fins de manutenção.
- OBSERVAÇÃO:** O centro de gravidade das máquinas com a mesma carcaça pode variar devido a diferentes saídas, configurações de montagem e equipamentos auxiliares.
- OBSERVAÇÃO:** Verifique se as cavilhas com olhais ou os grampos de elevação integrados à carcaça da máquina não estão danificados antes de levantá-la. Não devem ser usados grampos de elevação danificados.
- OBSERVAÇÃO:** As cavilhas com olhais de elevação devem ser apertadas antes do levantamento. Se necessário, a posição da cavilha com olhal deve ser ajustada com as arruelas adequadas.
- OBSERVAÇÃO:** Para erguer a máquina por baixo, use apenas os pontos de suspensão marcados com a marca padrão da norma ISO 7000-0625-. Consulte a *Figura 6 Marca de suspensão (ISO 7000-0625)*.

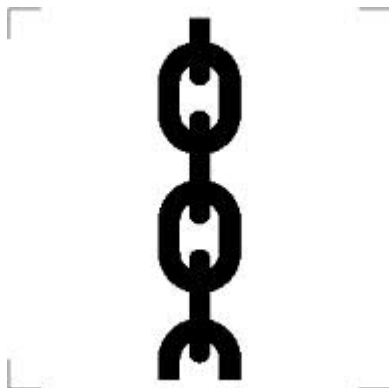


Figura 6 Marca de suspensão (ISO 7000-0625)

### 2.2.1 Elevação de uma máquina em uma embalagem marítima

A embalagem marítima é, normalmente, uma caixa de madeira, coberta internamente por uma lâmina de papel. A embalagem marítima deve ser elevada por uma empilhadeira pela parte inferior ou por uma grua com cabos de sustentação. As posições dos cabos estão pintadas na embalagem.

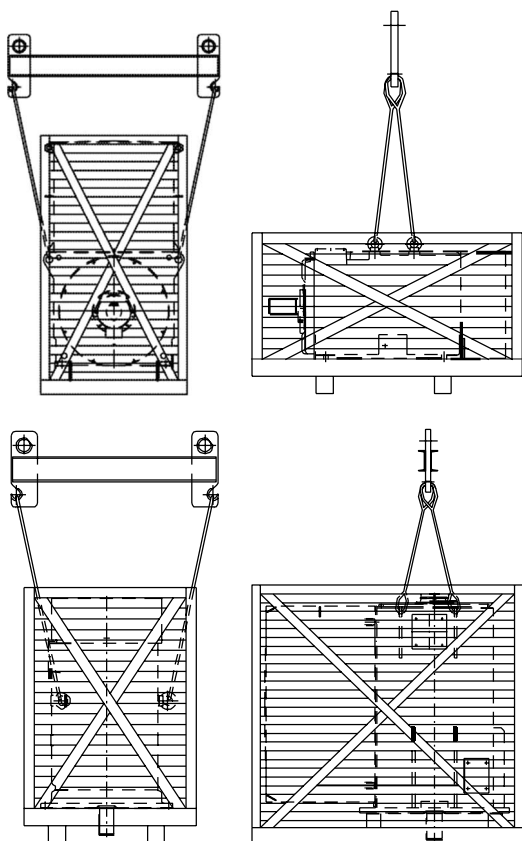
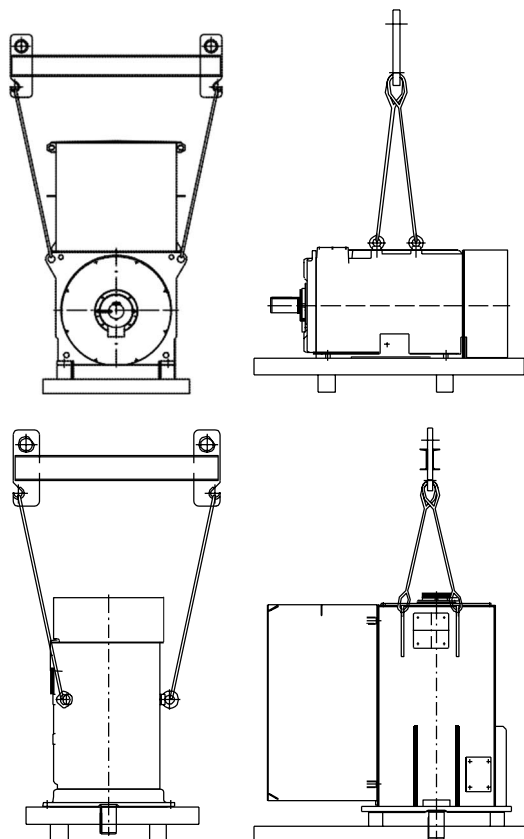


Figura 7 Suspensão de máquinas horizontais e verticais em embalagens marítimas içadas por grua pelos parafusos com olhal da máquina

### 2.2.2 Elevação de uma máquina sobre palete

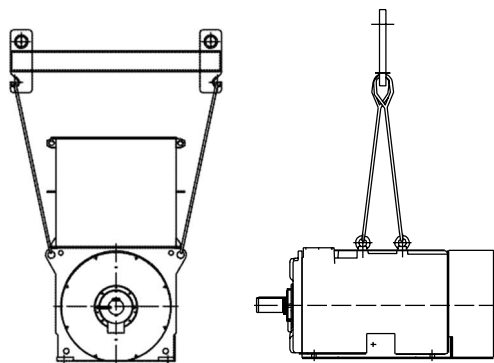
Uma máquina posicionada sobre palete deve ser elevada por uma grua a partir dos olhais de elevação da máquina, consulte a Figura 8 Suspensão de máquinas horizontais e verticais sobre paletes ao içar por guindaste pelos parafusos com olhal da máquina ou com uma empilhadeira por baixo do palete. A máquina é fixada ao palete com parafusos.



**Figura 8** Suspensão de máquinas horizontais e verticais sobre paletes içando por guindaste pelos parafusos com olhal da máquina

### 2.2.3 Elevação de uma máquina desempacotada

Os equipamentos adequados de elevação devem ser usados! A máquina deve sempre ser elevada por uma grua a partir dos olhais de elevação na carcaça da máquina, consulte a *Figura 9 Elevação de máquinas desempacotadas*. A máquina *nunca* deve ser elevada por uma empilhadeira pela parte inferior ou pelos pés da máquina.



**Figura 9** Elevação de máquinas desempacotadas

### 2.2.4 Equipamentos de içamento adicionais

### 2.2.4.1 Resfriador de topo, ar para água

O projeto do resfriador de topo individual está disponível na documentação específica do projeto. Siga as próximas instruções se não houver sinalização no resfriador de topo informando que o içamento deva ser feito de outra forma.

Quando for necessário içar um resfriador ar-água depois que a máquina entrar em operação, drene o resfriador de água antes de içar.

Se o resfriador de topo foi entregue como um conjunto de peças separadas, monte as peças segundo os diagramas de montagem do fornecedor do resfriador e o manual incluso na documentação específica do projeto.

Para içar apenas o resfriador de topo, remova primeiro a cobertura do resfriador de topo (quando for removível). Use olhais de içamento como ilustrado em “Figura 10 - Içamento a cobertura de um resfriador de topo, 4 pontos de içamento e ângulo máximo  $\alpha = 90^\circ$ ”, “Figura 11 - Içamento o resfriador de topo, 4 pontos de içamento e ângulo máximo  $\alpha = 90^\circ$ ” e “Figura 12 - Exemplo de cobertura de resfriador Ar-ar”.

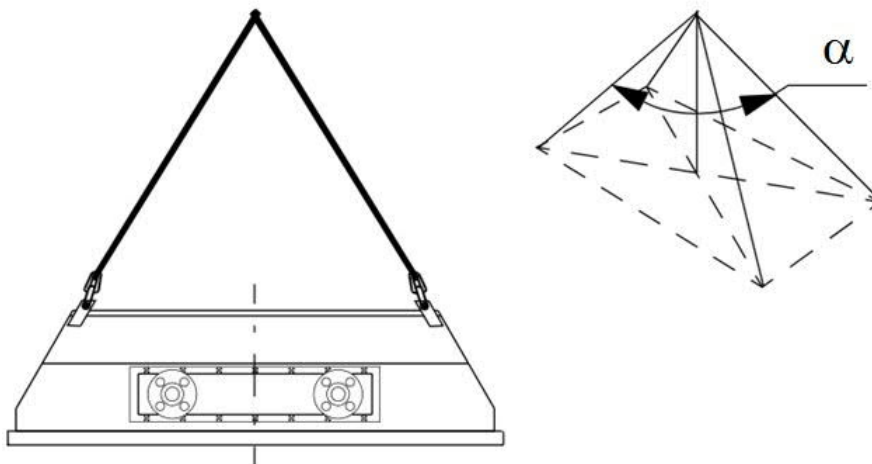


Figura 10. Içamento a cobertura do resfriador de topo, 4 pontos de içamento, ângulo máximo  $\alpha = 90^\circ$

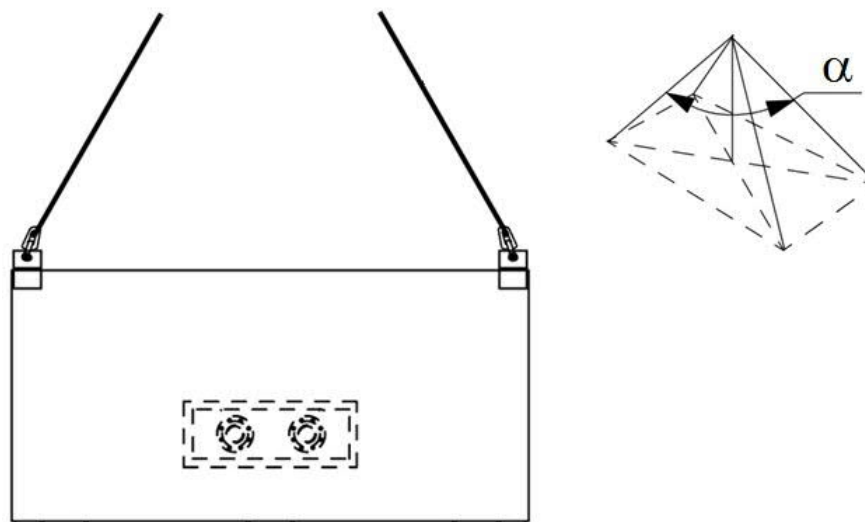


Figura 11. Içamento o resfriador de topo por 4 pontos de içamento, ângulo máximo  $\alpha = 90^\circ$

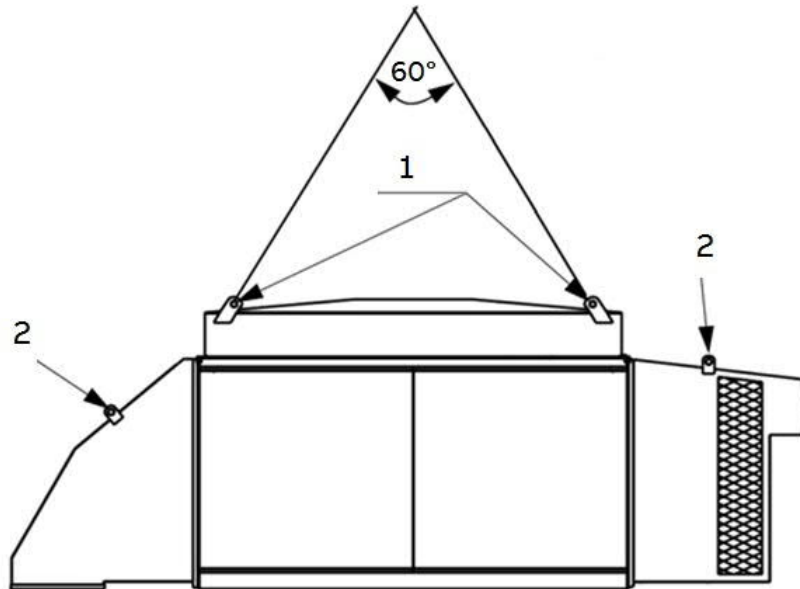


Figura 12. Exemplo de resfriador de topo Ar-Ar.

Use os olhais de içamento marcados como 1 somente para içar a cobertura do resfriador de topo, se esta for removível. Os olhais para içamento do resfriador propriamente dito estão sob a cobertura e ficam visíveis depois que esta é removida (se for removível). Use os olhais marcados como 2 para içar os silenciadores e guias de ar removíveis do resfriador de topo.

### 2.2.4.2 Caixas de conexões à rede e do neutro

A Figura 13 é um exemplo de como devemos içar a caixa de conexões à rede. A quantidade de olhais de içamento é dois ou quatro, conforme o tamanho da caixa de conexões, com ângulo máximo  $\alpha = 60^\circ$ . O estropo para içamento não está incluso na entrega.

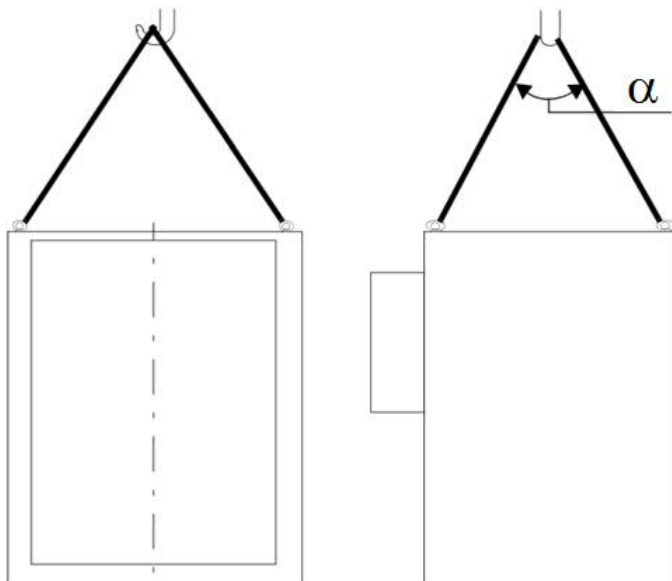


Figura 13. Caixa de conexões à rede.

*A seguir, um capítulo para o tipo de montagem: Vertical*

## 2.3 Como girar uma máquina montada verticalmente

Talvez seja necessário girar as máquinas montadas verticalmente para a posição horizontal, como na troca de mancais, e vice-versa. Isso é mostrado na *Figura 14 Máquina com olhais de elevação giratórios: elevação e giro*. Evite danificar a pintura ou qualquer peça durante o procedimento. Remova ou instale o dispositivo de travamento do mancal somente quando a máquina estiver na posição vertical.

NOTA:

Nas máquinas AMI 710-1120, remova primeiro o resfriador de topo.

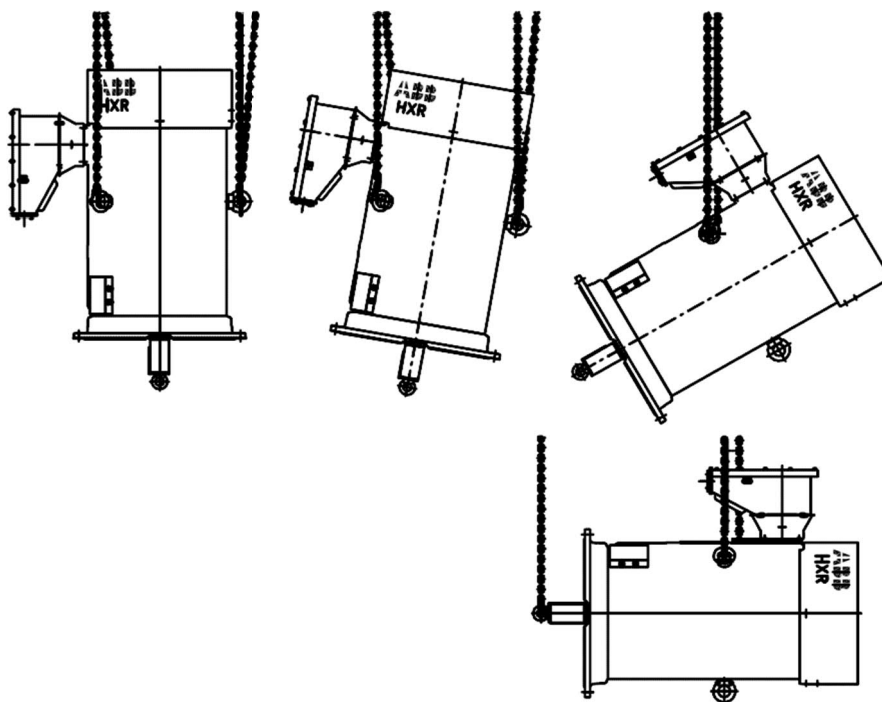


Figura 14 Máquina com olhais de elevação giratórios: elevação e giro

## 2.4 Verificações na chegada e no desempacotamento

### 2.4.1 Verificação na chegada

A máquina e a embalagem devem ser inspecionadas no ato de sua chegada. Qualquer dano de transporte deverá ser fotografado e informado imediatamente, ou seja, em menos de uma (1) semana após sua chegada, se o seguro de transporte for reivindicado. Portanto, é importante que provas do manuseio indevido sejam verificadas e informadas imediatamente à empresa transportadora e ao fornecedor. Use as listas de verificação no *Apêndice Relatório de comissionamento*.

Uma máquina não instalada imediatamente após sua chegada não deverá ser deixada sem supervisão nem sem precauções de proteção. Para obter mais detalhes, consulte o *Capítulo 2.6 Armazenamento*.

### 2.4.2 Verificação no desempacotamento

Posicione a máquina para que ela não impeça o manuseio de qualquer outra mercadoria em uma superfície plana e sem vibrações.

Após remover a embalagem, verifique se a máquina não está danificada e se todos os acessórios estão presentes. Marque os acessórios na lista de embarque em anexo. Se houver suspeita de dano, ou se os acessórios não estiverem presentes, tire fotos de tudo e informe o fato imediatamente ao fornecedor. Use as listas de verificação no *Apêndice Relatório de comissionamento*.

Para obter os métodos corretos de reciclagem e descarte do material da embalagem, consulte o *Capítulo 10.3 Reciclagem do material da embalagem*.

## 2.5 Instruções de instalação da caixa de ligação principais e de peças do resfriador

Essas instruções são aplicadas quando a máquina é entregue no local com os principais componentes desmontados, como a caixa de ligação principal ou as peças do resfriador. Consulte o desenho dimensional incluído na documentação do projeto para obter as posições corretas das peças. Todos os parafusos, as porcas e as arruelas estão incluídos na entrega.

A montagem mecânica deve ser feita apenas por uma equipe especializada. As peças eletricamente ativas, como os cabos do estator, devem ser instaladas somente por uma equipe especializada.

As instruções de segurança devem ser sempre observadas. Para obter mais informações, consulte *Instruções de segurança* no início do manual.

Para garantir que os termos de garantia acordados no contrato da ordem de compra do projeto não sejam invalidados, essas instruções deverão ser seguidas cuidadosamente.

## 2.5.1 Instalação da caixa de ligação principal

A caixa de ligação principal é entregue com a máquina em uma embalagem deslizante/caixa separada. A instalação da caixa de ligação principal é realizada de acordo com essas diretrizes.

1. Abra a embalagem e levante a caixa de ligação principal com um dispositivo de elevação adequado (por exemplo, uma grua) a partir dos olhais de elevação da caixa de ligação principal.
2. Verifique se todas as peças de conexão estão livres de poeira e sujeira.
3. Prepare os parafusos e as arruelas entregues para a instalação.
4. Eleve a caixa de ligação principal diretamente sobre a carcaça da máquina onde a caixa de ligação principal deve ser conectada (consulte o desenho dimensional incluído na documentação do projeto).
5. Somente para caixas de ligação principal NEMA: puxe os cabos do estator através do revestimento do teto.
6. Conecte a caixa de ligação principal com os parafusos enviados com a carcaça da máquina. Certifique-se de que a vedação de isolamento esteja disponível para a superfície de conexão na carcaça da máquina.
7. Aperte todos os parafusos com, no máximo, 200 Nm. (Consulte o Capítulo 7.1.4 - Aperto das fixações).

Somente para caixas de ligação principal NEMA: Após conectar mecanicamente a caixa de ligação principal à carcaça da máquina, os cabos do estator são conectados aos terminais:

1. Verifique as marcações dos cabos do estator e dos terminais.
2. Conecte os cabos do estator aos terminais correspondentes, de acordo com as marcações dos cabos (U1, V1, W1 ou L1, L2, L3). Consulte o diagrama de conexão elétrica para obter mais informações.
3. Aperte os parafusos pré-instalados com, no máximo, 80 Nm. (consulte o *Apêndice Conexões típicas dos cabos de alimentação principal*).

## 2.5.2 Instalação das peças do resfriador

Se o resfriador ou as peças do sistema de resfriamento (por exemplo, o silenciador ou o canal de ligação do ar) forem enviados separadamente, eles deverão ser instalados no local, de acordo com as instruções a seguir.

1. Abra a embalagem do resfriador/das peças do resfriador e eleve as peças usando um dispositivo de elevação adequado (por exemplo, uma grua) a partir dos olhais de elevação da embalagem.
2. Verifique se todas as peças de conexão estão livres de poeira e sujeira.
3. Verifique as posições corretas de instalação no desenho dimensional fornecido com a documentação do projeto.
4. Verifique se todas as peças, os parafusos, as arruelas e as porcas de conexão estão incluídos na entrega.
5. Eleve a peça do resfriador em sua posição correta e conecte-a às peças de instalação fornecidas. Certifique-se de que todas as peças de vedação sejam instaladas nos locais corretos. Confira as instruções de içamento nos Capítulos 2.2.4.1 - Resfriador de topo, ar-água e 2.2.4.2 - Caixas de conexões à rede e de neutro.
6. Aperte todos os parafusos com, no máximo, 80 Nm. (consulte o Capítulo 7.1.4 - Aperto das fixações).

## 2.6 Armazenamento

### 2.6.1 Armazenamento de curto período (menos de 2 meses)

A máquina deve ser armazenada em um depósito adequado com um ambiente controlável. Um bom depósito ou local de armazenamento possui:

- Uma temperatura estável, preferencialmente na faixa de 10 °C (50 °F) a 50°C (120 °F). Se os aquecedores anti condensação estiverem ligados e o ar circundante estiver acima de 50 °C (120 °F), será necessário confirmar se a máquina não está superaquecida
- Baixa umidade relativa do ar, preferencialmente abaixo de 75%. A temperatura da máquina deve ser mantida acima do ponto de condensação para evitar que a umidade condense dentro da máquina. Se a máquina tiver aquecedores anti condensação, eles deverão ser ligados. A operação dos aquecedores anti condensação deve ser periodicamente verificada. Se a máquina não tiver aquecedores anti condensação, um método alternativo de aquecer a máquina e evitar a condensação da umidade deverá ser usado
- Um suporte estável sem vibrações e abalos excessivos. Em caso de suspeita de vibrações altas, a máquina deverá ser isolada com a colocação de blocos de borracha adequados sob os pés da máquina
- O ar ventilado, limpo e livre de poeira e gases corrosivos
- Proteção contra insetos e pragas.

Se a máquina precisar ser armazenada em locais externos, a máquina não deverá ser deixada "como está" em sua embalagem de transporte. Em vez disso, a máquina deve ser:

- Retirada de sua embalagem plástica

- Coberta, de maneira a evitar completamente que a chuva entre na máquina. A tampa deve permitir a ventilação da máquina
- Colocada em suportes rígidos altos com, pelo menos, 100 mm (4 pol.) de altura para garantir que a umidade não entre por baixo da máquina
- Receber boa ventilação. Se a máquina for deixada em sua embalagem de transporte, deverão ser feitas aberturas de ventilação grandes o suficiente na embalagem
- Proteção contra pragas e insetos daninhos.

Use as listas de verificação do Capítulo 2 Armazenamento no *Apêndice Relatório de comissionamento*.

## 2.6.2 Armazenamento a longo período (mais de 2 meses)

Além das medidas descritas com o armazenamento de curto período, o seguinte deve ser realizado.

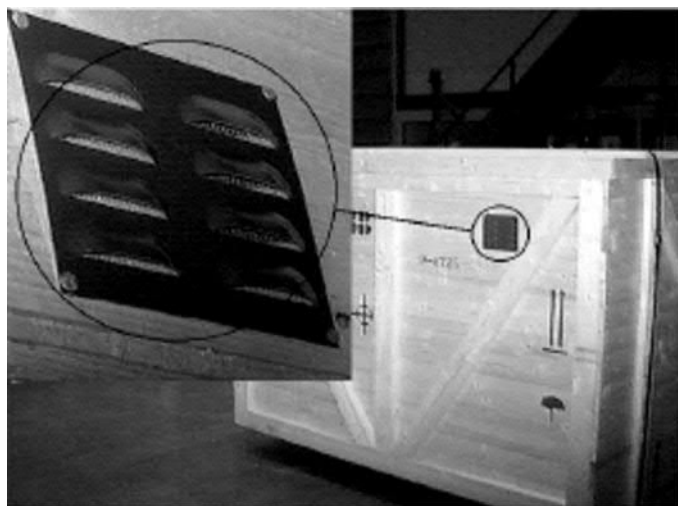
Meça a resistência de isolamento e a temperatura dos enrolamentos a cada três meses. Consulte o *Capítulo 7.6 Manutenção dos enrolamentos do rotor e do estator*.

Verifique as condições das superfícies pintadas a cada três meses. Se a corrosão for observada, remova-a e aplique uma camada nova de tinta

Verifique as condições do revestimento anticorrosivo em superfícies de metal contínuas (como extensões do eixo) a cada três meses. Se a corrosão for observada, remova-a com uma lixa fina de esmeril e realize o tratamento anticorrosivo novamente

Faça pequenas aberturas para ventilação quando a máquina for armazenada em uma caixa de madeira. Não deixe que água, insetos ou pragas entrem na caixa. Consulte a *Figura 15 Orifícios de ventilação*.

Use as listas de verificação do Capítulo 2 Armazenamento no *Apêndice Relatório de comissionamento*.



**Figura 15 Orifícios de ventilação**

### ***A seguir, um parágrafo sobre o método de resfriamento: Camisa de água***

As máquinas com resfriamento por camisa de água devem ser abastecidas com uma mistura de água e glicol com, no mínimo, 50% de glicol. Em vez de glicol, outro líquido semelhante pode ser usado. Certifique-se de que a mistura do líquido tolere a temperatura de armazenamento sem congelar. As entradas e saídas de líquido devem ser fechadas após o abastecimento.

### ***A seguir, um capítulo sobre o tipo de mancal: Mancal de rolamento***

## 2.6.3 Mancais de rolos

Aplique as seguintes medidas:

- Os mancais de rolos devem ser bem lubrificados durante o armazenamento. Os tipos aceitáveis de graxa são apresentados no *Capítulo 2.1.2 Placa do mancal*
- Gire o eixo 10 revoluções a cada três meses para manter os mancais em boas condições. Remova todos os dispositivos de travamento para transporte durante o giro do rotor. Veja no *Capítulo 3.3.2 Desmonte do dispositivo de bloqueio para transporte*.
- As máquinas podem ser fornecidas com um dispositivo de travamento para que os mancais sejam protegidos contra danos durante o transporte e o armazenamento. Verifique o dispositivo de travamento dos mancais periodicamente. Aperte o dispositivo de travamento para transporte de acordo com o tipo de mancal localizado axialmente, confira no *Capítulo 2.6.3 Mancais de Rolos*.

**OBSERVAÇÃO:** Um torque de aperto muito alto no dispositivo de travamento para transporte danificará o mancal.

**OBSERVAÇÃO:** Os tipos de mancais usados são encontrados na placa de mancais, consulte o *Capítulo 2.1.2 Placa do mancal*, e as informações sobre os mancais localizados axialmente são encontrados no desenho dimensional.

**A seguir, uma tabela para o tipo de instalação: Horizontal**

**Tabela 1. Torque de aperto para máquinas horizontais (parafuso lubrificado)**

Tipo de mancal localizado axialmente	Torque de aperto [Nm]	Torque de aperto [pé libra]
6316	45	33
6317	50	37
6319	60	44
6322	120	90
6324	140	100
6326	160	120
6330	240	180
6334	300	220
6034	140	100
6038	160	120
6044	230	170
6048	250	180
6060	250	180
6064	250	180

**A seguir, uma tabela para o tipo de instalação: Vertical**

**Tabela 2. Torque de aperto para máquinas verticais (parafuso lubrificado)**

Tipo de mancal localizado axialmente	Torque de aperto [Nm]	Torque de aperto [pé libra]
7317	30	22
7319	30	22
7322	60	44
7324	60	44
7326	90	66
7330	160	120
7334	350	260
7344	350	260

**A seguir, um capítulo sobre o tipo de mancal: *Mancal deslizante***

## 2.6.4 Mancais deslizantes

Aplique as seguintes medidas:

- As máquinas com mancais deslizantes são enviadas *sem lubrificante*, ou seja, óleo. A parte interna dos mancais deve ser verificada quanto a uma camada de óleo protetor. O produto Tectyl 511 ou outra substância correspondente deverá ser borrifado no mancal através do orifício de abastecimento se o período de armazenamento for maior do que dois meses. O tratamento de proteção contra corrosão é repetido a cada seis meses por um período de dois anos. Se o período de armazenamento for maior que dois anos, o mancal deverá ser desmontado e tratado separadamente
- Os mancais devem ser abertos e todas suas partes inspecionadas após o armazenamento e antes do comissionamento. A corrosão deve ser removida com uma lixa fina de esmeril. Se o eixo tiver deixado marcas na parte inferior do revestimento, ele deverá ser substituído por um novo
- As máquinas com mancais deslizantes são fornecidas com um dispositivo de travamento para que os mancais sejam protegidos contra danos durante o transporte e o armazenamento. Verifique o dispositivo de travamento para transporte periodicamente. Aperte o dispositivo de travamento para transporte de acordo com o mancal localizado axialmente. Consulte o Capítulo 2.6.3 Mancais de rolos.

**OBSERVAÇÃO:** Um torque de aperto muito alto no dispositivo de travamento para transporte danificará o mancal.

**Tabela 3. Torque de aperto (parafuso lubrificado). O mancal localizado axialmente transmite a força de travamento**

Tipo de mancal localizado axialmente	Torque de aperto [Nm]	Torque de aperto [pé libra]
ZM_LB 7	100	74
EF_LB 9	250	180
EF_LB 11	300	220
EF_LB 14	600	440
EM_LB 14	600	440
EF_LB 18	900	670
EF_LB 22	1200	880
EM_LB 22	1200	880
EF_LB 28	1200	880
EM_LB 28	1200	880

## 2.6.5 Aberturas

Se houver aberturas pelas quais os cabos não estiverem conectados às caixas de ligação ou os flanges não estiverem conectados à tubulação, elas deverão ser vedadas. Os resfriadores e a tubulação dentro da máquina devem ser limpos e secos antes de serem vedados. A secagem é feita com a injeção de ar seco e quente através da tubulação.

## 2.7 Inspeções e registros

O período de armazenamento, as precauções e as medidas, incluindo datas, devem ser registrados. Para obter as listas de verificação relevantes, consulte o *Apêndice Relatório de comissionamento*.

## Capítulo 3 Instalação e alinhamento

### 3.1 Geral

Um bom planejamento e preparação resultam em uma instalação simples e correta, garantindo condições de operação seguras e acessibilidade máxima.

**A seguir, um parágrafo sobre o tipo de proteção: Todas as máquinas em áreas classificadas**

As normas relacionadas à conexão e ao uso de dispositivos elétricos em áreas classificadas devem ser levadas em consideração, especialmente as normas nacionais de instalação (consulte a norma IEC60079-14).

**OBSERVAÇÃO:** As instruções gerais, bem como as instruções locais de segurança do trabalho devem ser seguidas durante a instalação.

**OBSERVAÇÃO:** Garanta a proteção da máquina quando estiver trabalhando em suas proximidades.

**OBSERVAÇÃO:** Não utilize a máquina como terra de soldagem.

### 3.2 Design da fundação

#### 3.2.1 Geral

O design da fundação deve garantir condições seguras de operação com a máxima acessibilidade. É necessário deixar espaço livre suficiente ao redor da máquina para garantir o livre acesso para manutenção e monitoramento. O ar de resfriamento deve entrar e sair da máquina sem obstruções. Tome cuidado para garantir que outras máquinas ou outros equipamentos próximos não aqueçam o ar de resfriamento da máquina nem suas peças, como os mancais.

A fundação deve ser sólida, rígida, plana e livre de vibrações externas. A possibilidade de ressonância da máquina com a fundação deve ser verificada. A fim de evitar vibrações de ressonância com a máquina, a frequência natural da fundação, juntamente com a máquina, não deve estar dentro de uma faixa de  $\pm 20\%$  da frequência de velocidade operacional.

Uma fundação de concreto é preferível; porém, uma construção de aço corretamente projetada também é aceitável. A fixação à fundação, o fornecimento de ar, água, óleo e canais de cabos, assim como o local dos orifícios de cimentação devem ser considerados antes da construção. A posição dos orifícios de cimentação e a altura da fundação devem estar de acordo com as dimensões correspondentes no desenho dimensional fornecido.

A fundação deve ser projetada para permitir que calços de 2 mm (0,8 pol.) sejam colocados sob os pés da máquina, a fim de garantir uma margem de ajuste e facilitar a possível instalação futura de uma máquina de substituição. Os pés da fundação e a altura do eixo da máquina apresentam uma certa tolerância de fabricação, que são compensadas com um calço de 2 mm (0,8 pol.).

**OBSERVAÇÃO:** O cálculo e o design da fundação não estão incluídos no escopo de fornecimento da ABB; portanto, o cliente ou terceiro é responsável por eles. Além disso, a operação de cimentação, geralmente, fica fora do escopo e da responsabilidade da ABB.

#### 3.2.2 Forças aplicadas à fundação

A fundação e os parafusos de montagem devem ser dimensionados para suportar um torque mecânico repentino, que ocorre sempre que a máquina é ligada ou em um curto-circuito. A força de curto-circuito é uma onda senoidal gradualmente amortecida que altera a direção. A magnitude dessas forças é mencionada no desenho dimensional da máquina.

**A seguir, um capítulo para o tipo de montagem: Vertical**

### 3.2.3 Flanges para máquinas montadas verticalmente

As máquinas montadas em flanges verticais são equipadas com um flange de montagem de acordo com a publicação da norma IEC 60072. O flange da máquina deve sempre ser instalado em um flange contrário à fundação.

Recomenda-se usar um adaptador de montagem que facilite o encaixe e a inspeção durante a operação.

## 3.3 Preparações da máquina antes da instalação

Prepare a máquina para a instalação da seguinte maneira:

- Meça a resistência de isolamento do enrolamento antes de fazer qualquer outra preparação, conforme descrito no *Capítulo 3.3.1 Medições de resistência do isolamento*
- Remova o dispositivo de travamento para transporte, quando aplicável. Armazene-o para uso posterior. Consulte o *Capítulo 3.3.2 Desmontagem do dispositivo de travamento para transporte* para obter mais instruções
- Verifique se a graxa disponível segue a especificação na placa do mancal. Consulte o *Capítulo 2.1.2 Placa do mancal*. Outras graxas recomendadas podem ser encontradas no *Capítulo 7.5.3.5 Graxa do mancal*

#### **A seguir, um marcador e uma observação sobre o tipo de mancal: Mancal deslizante**

- Encha os mancais deslizantes com um óleo adequado. Quanto a quais são os óleos apropriados, consulte o *Capítulo 7.5.2.4 Qualidades do óleo*. Limpe os mancais deslizantes antes de abastecer com óleo se a máquina tiver sido armazenada por um longo período (mais de dois meses) e os mancais tiverem recebido tratamento contra corrosão.

OBSERVAÇÃO: Os mancais deslizantes são enviados sempre sem óleo.

- Remova o revestimento anticorrosivo na extensão do eixo e dos pés da máquina com solvente (white spirit)
- Instale as metades do acoplamento, como descrito no *Capítulo 3.3.4 Montagem das metades do acoplamento*
- Verifique se os drenos na parte inferior de ambas as extremidades da máquina estão na posição aberta. Consulte o *Capítulo 3.3.6 Drenos*.

### 3.3.1 Medições de resistência do isolamento

Antes de ligar uma máquina pela primeira vez, após um longo período sem uso ou dentro do escopo do trabalho de manutenção geral, será necessário medir a resistência de isolamento da máquina. Isso inclui a medição do enrolamento do estator e de todos os dispositivos auxiliares. Em máquinas equipadas com anéis deslizantes, a medição também inclui o enrolamento do rotor. Consulte o *Capítulo 7.6.4 Teste de resistência do isolamento*.

### 3.3.2 Desmontagem do dispositivo de travamento para transporte

Algumas máquinas, e todas as máquinas com mancais deslizantes e roletes, têm dispositivos de travamento para transporte instalados. Em máquinas com mancais de roletes cilíndricos ou de bucha, o dispositivo de travamento para transporte é composto por uma barra de aço ligada tanto à proteção do mancal no lado acoplado quanto na extremidade da extensão do eixo.

O dispositivo de travamento para transporte deve ser removido antes da instalação. O revestimento anticorrosivo na extensão do eixo deve ser limpo. O dispositivo de travamento deve ser armazenado para uso posterior.

#### **Alternativa 1**

- O dispositivo de travamento para transporte é uma unidade pesada (peso aproximado de 100kg).
- Apoie o dispositivo de travamento para transporte de forma apropriada quando retirar os fixadores.
- Desacople todo o equipamento de travamento do rotor, com sua barra e pinos, da extremidade D.

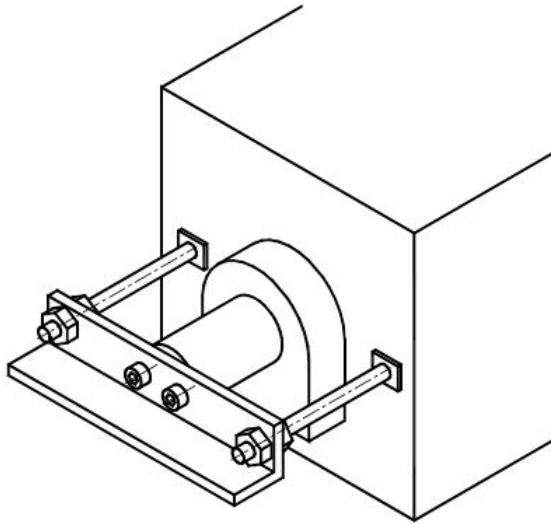


Figura 16. Exemplo de dispositivo de travamento de rotor (1)

#### Alternativa 2

- Desatarraxe o parafuso de travamento (sinalizado com uma etiqueta vermelha) no mancal da extremidade D em 5mm e volte a travar com uma porca de travamento.

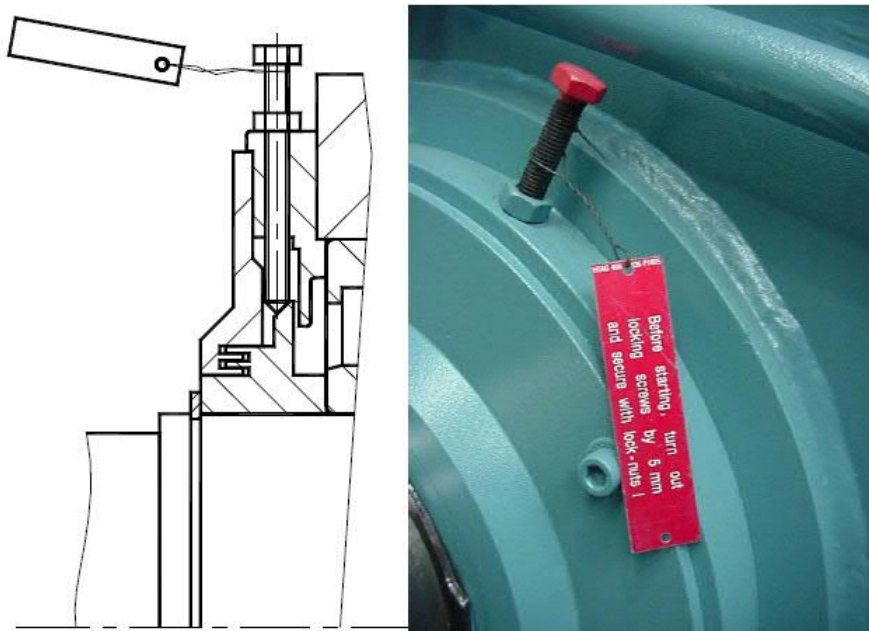


Figura 17. Exemplo de dispositivo de travamento de rotor (2)

**OBSERVAÇÃO:** Para evitar danos ao mancal, o dispositivo de travamento para transporte deve ser afixado à máquina sempre que ela for movida, transportada para outro local ou armazenada. Consulte o *Capítulo 2.1 Medidas de proteção antes do transporte*.

### 3.3.3 Tipo de acoplamento

#### **A seguir, um parágrafo sobre o tipo de mancal: Mancal de rolamento**

As máquinas com mancais de rolos devem ser conectadas à máquina acionada com acoplamentos flexíveis, por exemplo, acoplamentos de pino ou acoplamentos dentados.

Se o mancal travado axialmente estiver no lado não acoplado (consulte o desenho dimensional), certifique-se de que um movimento axial livre contínuo seja possível entre as partes de acoplamento, a fim de permitir a expansão térmica do eixo da máquina sem danificar os mancais. A expansão térmica axial esperada do rotor pode ser calculada de acordo com o *Capítulo 3.6.4 Correção para a expansão térmica*.

**A seguir, um parágrafo sobre o tipo de instalação: Vertical**

As máquinas verticais podem ter sido projetadas para suportar alguma carga do eixo da máquina acionada. Se esse for o caso, as metades do acoplamento deverão ser travados para evitar o deslizamento na direção axial através de uma placa de travamento na extremidade do eixo.

**OBSERVAÇÃO:** A máquina não é adequada para a conexão com cintas, correias ou engrenagens, a menos que tenha sido especificamente projetada para esse uso. Isso também é relevante para aplicações com alto empuxo axial.

**A seguir, um parágrafo sobre o tipo de mancal: Mancal deslizante com folga axial**

A construção do mancal deslizante permite que o rotor se mova axialmente entre os limites da folga mecânica. Os mancais padrão não suportam qualquer força axial da máquina acionada. Qualquer força axial da carga causará danos ao mancal. Portanto, todas as forças axiais devem ser transmitidas pela máquina acionada e o acoplamento deve ser um tipo de folga axial limitada.

### 3.3.4 Montagem das metades do acoplamento

#### 3.3.4.1 Balanceamento do acoplamento

O rotor é balanceado dinamicamente com meia-chaveta como padrão. O modo de balancear está carimbado na extremidade do eixo:

- H = meia-chaveta e
- F = chaveta inteira

As metades do acoplamento devem ser balanceadas respectivamente.

#### 3.3.4.2 Montagem

As seguintes instruções devem ser consideradas durante a montagem das metades do acoplamento.

- Siga as instruções gerais do fornecedor de acoplamento
- O peso das metades do acoplamento pode ser considerável. e um equipamento de elevação adequado pode ser necessário
- Limpe a extensão do eixo de seu revestimento anticorrosivo e verifique as medidas da extensão e do acoplamento comparando-as aos desenhos fornecidos. Certifique-se também de que os rasgos de chaveta no acoplamento e a extensão do eixo estejam limpos e livres de rebarbas
- Recubra a extensão do eixo e o orifício do cubo com uma fina camada de óleo para facilitar a montagem das metades do acoplamento. Nunca recubra superfícies de contato com dissulfeto de molibdênio (Molykote) ou produtos semelhantes
- O acoplamento deve ser coberto por um protetor antichoque.

**OBSERVAÇÃO:** Para não danificar os mancais, eles não devem receber força adicional durante a montagem das metades do acoplamento.

### 3.3.5 Transmissão por correia

As máquinas projetadas com transmissão por correias sempre terão um mancal de roletes cilíndrico no lado acoplado. Se uma transmissão por correias for usada, certifique-se de que a transmissão e as polias de transmissão estejam corretamente alinhadas.

**OBSERVAÇÃO:** A adequação da extremidade do eixo e dos mancais para a transmissão por correias deve ser sempre verificada antes do uso. Não exceda a força radial especificada nas definições de ordem.

### 3.3.6 Drenos

Os motores são equipados com drenos em sua parte inferior. Os drenos são projetados para manter a poeira longe da máquina, além de permitir a saída da água condensada. Os drenos devem estar sempre abertos, ou seja, metade do bujão dentro e metade fora. O dreno é aberto puxando-o para fora da estrutura. Nas máquinas AMA/AMI 560-630, o dreno (parafuso M12) fica aberto entre 6 e 12 mm (0,2 a 0,5 pol.). A estrutura dos plugues de drenagem das máquinas AMI 710, AXR e NXR é diferente: eles devem permanecer fechados durante a operação.

**A seguir, um parágrafo sobre o tipo de instalação: Horizontal**

Em máquinas horizontais, dois drenos são colocados nas duas extremidades da máquina.

**A seguir, um parágrafo sobre o tipo de instalação: Vertical**

Em máquinas verticais, dois drenos são colocados na proteção da extremidade inferior.

A caixa de ligação principal tem um bujão de drenagem em sua parte inferior, que deve ser fechado durante a operação.

**A seguir, um capítulo para o tipo de montagem: Horizontal com fundação de concreto**

## 3.4 Instalação em fundação de concreto

### 3.4.1 Escopo da entrega

Normalmente, a entrega da máquina não inclui a instalação, os calços, os parafusos de montagem, o conjunto da placa da fundação ou o conjunto da placa de assento. Esses itens são entregues de acordo com pedidos especiais.

Se novos orifícios de fixação precisarem ser perfurados, entre em contato com a ABB para garantir sua adequação.

### 3.4.2 Preparações gerais

Antes de iniciar o procedimento de instalação, considere os seguintes aspectos:

- Reserve material da chapa de aço para calçar a máquina. Os possíveis ajustes de alinhamento exigem calços com espessura de 1, 0,5, 0,2, 0,1 e 0,05 mm (40, 20, 8, 4 e 2 mil)
- Reserve um martelo de mola, os parafusos de ajuste ou os macacos hidráulicos para ajustes axiais e horizontais
- Reserve medidores com mostrador ou, de preferência, um analisador óptico a laser para obter um alinhamento exato e preciso da máquina
- Reserve um braço de alavanca simples para girar o rotor durante o alinhamento
- Em instalações externas, propicie proteção contra o sol e a chuva para eliminar erros de medição durante a instalação.

OBSERVAÇÃO: As máquinas são entregues com parafusos de elevação para o ajuste vertical em cada pé.

### 3.4.3 Preparações da fundação

#### 3.4.3.1 Preparações dos orifícios de cimentação e fundação

As estacas de fundação ou placas de assento são usadas quando a máquina está fixada a uma fundação de concreto.

Considere os seguintes aspectos durante a preparação da fundação:

- A parte superior da fundação deve ser varrida ou limpa com um aspirador de pó
- As paredes dos orifícios de cimentação devem ter superfícies ásperas que proporcionem boa aderência. Pela mesma razão, elas devem ser lavadas e enxaguadas, ficando livres de poluição e sujeira. O óleo e a graxa devem ser removidos desbastando-se as lascas das superfícies de concreto
- Verifique se a posição dos orifícios de cimentação e a altura da fundação estão de acordo com as medidas correspondentes no desenho fornecido
- Prenda um fio de aço à fundação para indicar a linha central da máquina. Marque também a posição axial da máquina.

### 3.4.3.2 Preparações das estacas de fundação e das placas de assento

Se os calços e as estacas de fundação fizerem parte da entrega, eles serão enviados como itens separados. A montagem desses itens será feita no local.

**OBSERVAÇÃO:** Para garantir que as estacas de fundação sejam fixadas ao concreto adequadamente, elas não deverão ser pintadas e deverão estar livres de poluição e sujeira.

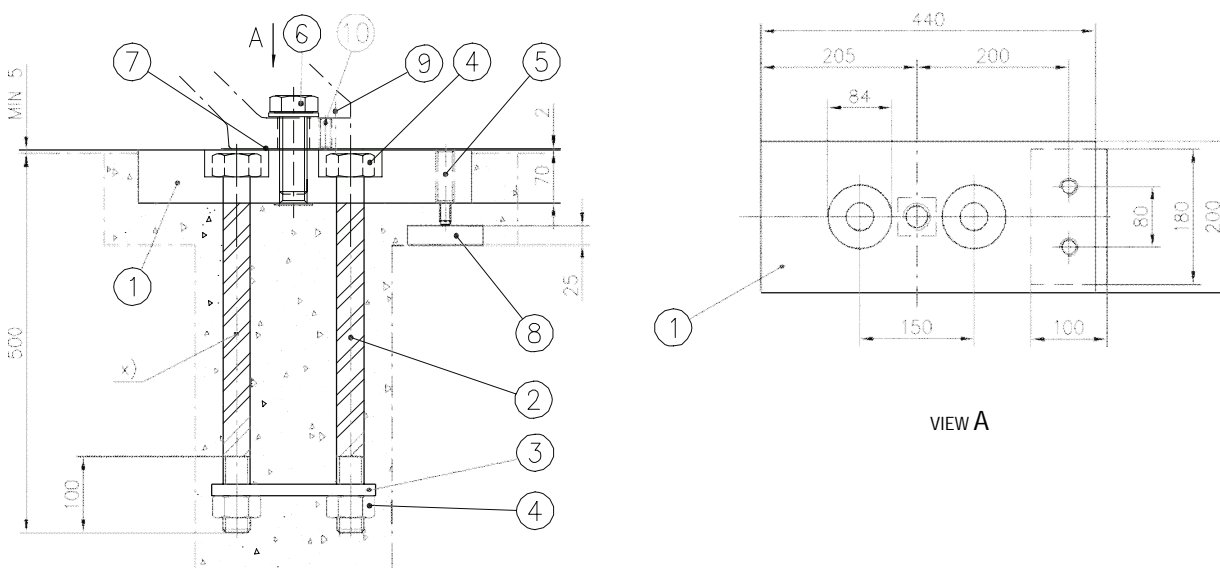


Figura 18 Montagem tradicional da estaca de fundação

Item	Nome das Peças	Tamanho	Quantidade/Conjunto [Peças]
1	Placa	70x200x440	4
2	Estaca	M36x500/4S+100	8
3	Flange	10x60x210	4
4	Porca	M36	16
5	Parafuso de Elevação	M24x60	8
6	Parafuso de Fixação	M36x90/90	4
7	Calço	2x170x250	4
8	Placa de Apoio	25x100x180	4
9	Pino Cônico	10x100	2
10	Parafuso de Elevação	M16x55	4

O pino cônico (peça 9) é necessário apenas no lado acoplado do motor.

X) A fita não está incluída na entrega.

Parafuso de fixação a ser montado na fundação.

A estaca de fundação será entregue como itens soltos.

Um conjunto inclui as peças para uma máquina (4 peças).

Para montar a estaca de fundação ou o conjunto da placa de assento, a máquina deve ser suspensa acima do chão por uma grua. Proceda conforme indicado na *Figura 18 Montagem tradicional da estaca de fundação*:

- Limpe as peças protegidas por um revestimento anticorrosivo com solvente (white spirit)
- Fixe os parafusos de nivelamento lubrificados nas estacas de fundação (peça 5) ou nas placas de assento
- Envolve a parte superior dos parafusos de fixação com uma camada de fita (peça 2), conforme a *Figura 18 Montagem tradicional da estaca de fundação*. A fita evitará que a parte superior do parafuso fique presa no concreto e permite que ele seja fixado novamente após o assentamento do concreto
- Encaixe o parafuso de fixação (peça 2) nas placas de fundação (peça 1) ou placas de assento, de maneira que a ponta superior dos parafusos de fixação esteja entre 1 e 2 mm (40 e 80 mil) acima da superfície superior das porcas (peça 4)
- Encaixe o flange de fixação (peça 3) e a porca inferior (peça 4) aos parafusos de fixação (peça 2). Ligue o flange de fixação (peça 3) aos parafusos soldando e apertando as porcas. Se a ligação não puder ser feita, trave o flange de fixação entre duas porcas
- Após a montagem das placas de fundação, a máquina deverá ser elevada e suspensa acima do chão. Os pés da máquina, as superfícies laterais inferiores das placas de fundação, assim como os parafusos de fixação devem ser limpos com white spirit
- Monte as estacas de fundação e as placas de assento sob os pés da máquina com o parafuso de montagem (peça 6) e a arruela (peça 3). Centralize o parafuso de montagem (peça 6) no orifício da máquina envolvendo a parte superior do parafuso com papel, papelão ou fita
- Coloque o calço de 2 mm (0,8 pol.) (peça 7) entre o pé e a placa (peça 1). Prenda a placa firmemente contra o pé com um parafuso de montagem (peça 6)
- Coloque a placa de nivelamento (peça 8) sob o parafuso de nivelamento (peça 5)
- Verifique se o espaço entre a placa (peça 1) e os parafusos de fixação (peça 2) é apertado. Se o concreto penetrar através desse interstício até as porcas, não será possível fixar novamente.

OBSERVAÇÃO: A fita e a placa de aço não estão incluídas na entrega das estacas de fundação.

### 3.4.4 Montagem das máquinas

A máquina é cuidadosamente elevada e colocada sobre a fundação. Um alinhamento horizontal básico é feito com a ajuda do fio de aço anteriormente instalado e a marcação do local axial. Um alinhamento vertical é feito com os parafusos de nivelamento. A precisão de posicionamento necessária está dentro de 2 mm (80 mil).

### 3.4.5 Alinhamento

O alinhamento é feito conforme descrito no *Capítulo 3.6 Alinhamento*.

### 3.4.6 Cimentação

A cimentação da máquina na fundação é uma parte muito importante da instalação. As instruções do fornecedor do composto de cimentação devem ser seguidas.

Utilize materiais de cimentação de alta qualidade que não apresentem encolhimento para evitar dificuldades com a cimentação no futuro. As rachaduras no composto de cimentação ou uma fixação mal realizada à fundação de concreto não podem ser aceitas.

### 3.4.7 Instalação e inspeção final

Após o concreto ter secado, levante a máquina de sua fundação e aperte os parafusos de fixação novamente. Trave as porcas unindo ou golpeando-as com força suficiente com uma punção de centro. Levante a máquina colocando-a novamente sobre a fundação e aperte os parafusos de montagem.

Verifique o alinhamento a fim de garantir que a máquina operará com a vibração permitida. Se necessário, faça ajustes com calços e conclua a fixação seguindo os orifícios nos pés do lado acoplado da máquina.

#### 3.4.7.1 Fixação dos pés da máquina

A máquina tem um orifício de fixação por pé no lado acoplado. Aprofunde os orifícios perfurando através da fundação de aço. Após a perfuração, os orifícios serão afilados com uma ferramenta de fresagem. Os pinos cônicos adequados são encaixados nos orifícios para garantir o alinhamento exato, bem como para permitir a fácil reinstalação após qualquer possível remoção da máquina.

### 3.4.7.2 Tampas e invólucros

Conclua a instalação do acoplamento fixando uma metade do acoplamento a outra, de acordo com as instruções do fabricante do acoplamento.

**OBSERVAÇÃO:** O acoplamento deve ser coberto por um protetor antichoque.

Após a máquina ter sido erigida, alinhada e seus acessórios instalados, verifique cuidadosamente se nenhuma ferramenta ou objetos estranhos foram deixados dentro do invólucro. Limpe também sujeira ou detritos.

Verifique se todas as fitas de vedação estão intactas ao instalar as tampas.

Armazene os acessórios de alinhamento e montagem juntamente com os dispositivos de travamento para transporte para uso posterior.

**A seguir, um capítulo para o tipo de montagem: *Horizontal com fundação de aço***

## 3.5 Instalação em fundação de aço

### 3.5.1 Escopo da entrega

A entrega da máquina normalmente não inclui a instalação, os calços ou os parafusos de montagem. Esses itens são entregues de acordo com pedidos especiais.

Se novos orifícios de fixação precisarem ser perfurados, entre em contato com a ABB para garantir sua adequação.

### 3.5.2 Verificação da fundação

Antes de elevar a máquina sobre a fundação, as seguintes verificações deverão ser feitas:

- Limpe a fundação cuidadosamente
- As fundações devem ser planas e paralelas dentro de 0,1 mm (4,0 mil) ou menor
- A fundação deve estar livre de vibração externa.

### 3.5.3 Montagem das máquinas

A máquina é cuidadosamente elevada e colocada sobre a fundação.

### 3.5.4 Alinhamento

O alinhamento é feito conforme descrito no *Capítulo 3.6 Alinhamento*.

### 3.5.5 Instalação e inspeção final

#### 3.5.5.1 Fixação dos pés da máquina

A máquina tem um orifício de fixação por pé no lado acoplado. Aprofunde os orifícios perfurando através da fundação de aço. Após a perfuração, os orifícios serão afilados com uma ferramenta de fresagem. Os pinos cônicos adequados são encaixados nos orifícios para garantir o alinhamento exato, bem como para permitir a fácil reinstalação após qualquer possível remoção da máquina.

### 3.5.5.2 Tampas e invólucros

Conclua a instalação do acoplamento fixando uma metade do acoplamento a outra, de acordo com as instruções do fabricante do acoplamento.

**OBSERVAÇÃO:** O acoplamento deve ser coberto por um protetor antichoque.

Após a máquina ter sido montada, alinhada e seus acessórios instalados, verifique cuidadosamente se nenhuma ferramenta ou objetos estranhos foram deixados dentro do invólucro. Limpe também sujeira ou detritos.

Verifique se todas as fitas de vedação estão intactas ao instalar as tampas.

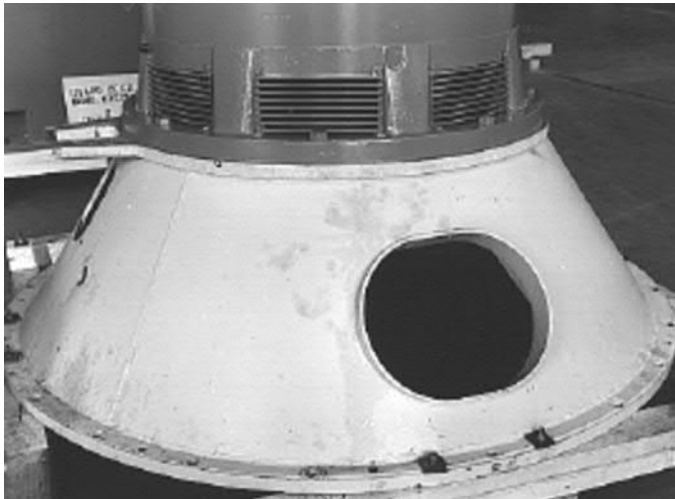
Armazene os acessórios de alinhamento e montagem juntamente com os dispositivos de travamento para transporte para uso posterior.

**A seguir, um capítulo somente para o tipo de montagem: Vertical**

### 3.5.6 Instalação das máquinas montadas em flanges sobre a fundação de aço

A finalidade de um flange de montagem para máquinas instaladas verticalmente é facilitar a instalação e conexão de acoplamento, assim como a inspeção do acoplamento durante a operação. Para encaixar as máquinas ABB, os flanges de montagem devem ser projetados de acordo com a norma IEC.

O flange de montagem não está incluído no escopo de entrega da ABB.



**Figura 19** Flange de montagem

A máquina é elevada e colocada sobre o flange de montagem. Os parafusos de montagem são levemente apertados.

## 3.6 Alinhamento

### 3.6.1 Geral

Para garantir uma vida útil longa e satisfatória na máquina acionadora e na acionada, elas precisam ser alinhadas corretamente umas às outras. Isso significa que os desvios radial e angular entre os dois eixos das máquinas devem ser minimizados. O alinhamento deve ser realizado com grande cuidado, pois erros de alinhamento causarão danos no mancal e no eixo.

Antes de iniciar o procedimento de alinhamento, as metades do acoplamento devem ser instaladas. Consulte o *Capítulo 3.3.4 Montagem das metades do acoplamento*. As metades do acoplamento das máquinas acionadora e acionada devem ser aparafusados juntos, mas não muito apertados, a fim de se moverem livremente em relação um ao outro durante o alinhamento.

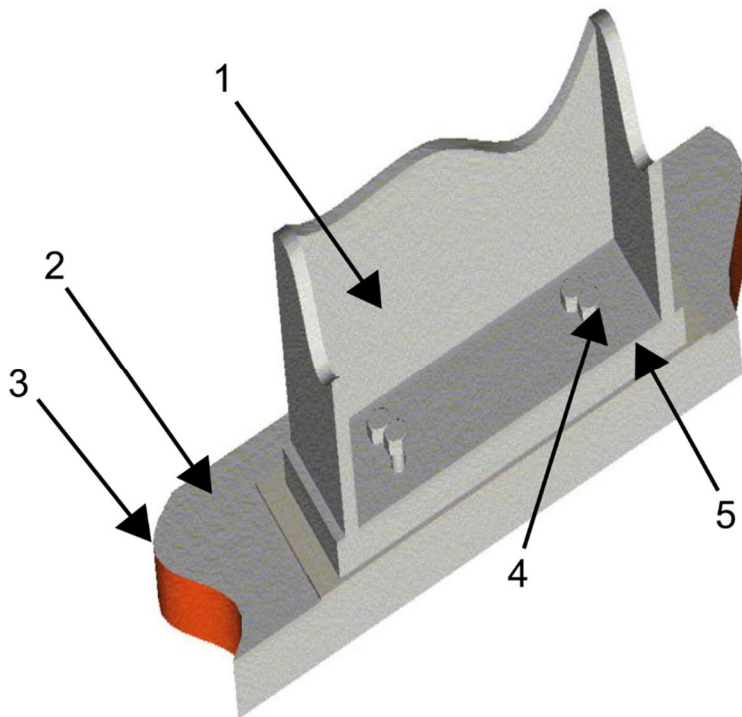
O texto a seguir refere-se à instalação tanto na fundação de concreto quanto na de aço. Não serão necessários calços no caso de uma fundação de concreto, se o alinhamento e a cimentação forem feitos corretamente.

### 3.6.2 Nivelamento básico

Para facilitar o alinhamento e permitir a montagem dos calços, os parafusos de elevação são conectados aos pés da máquina. Consulte a *Figura 20 Posicionamento vertical do pé da máquina*. A máquina é deixada sobre os parafusos de elevação.

Observe que a máquina deve ficar sobre todos os quatro pés (parafusos) em uma superfície plana paralela com variação de 0,1 mm (4,0 mil) ou menor. Se esse não for o caso, a carcaça da máquina será torcida ou dobrada, o que poderá causar danos aos mancais ou a outras peças.

Verifique se a máquina está nivelada nos aspectos vertical, horizontal e axial. Faça os ajustes adequados colocando calços sob os quatro pés. O nível horizontal da máquina é verificado com um nível de bolha de ar.

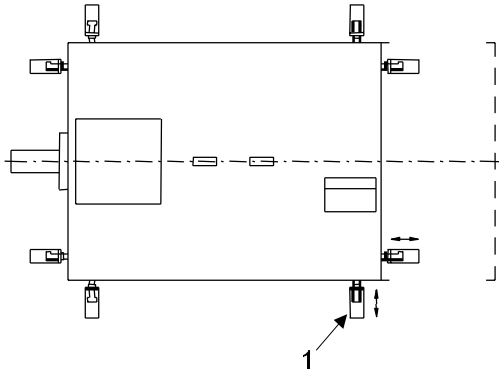


1. Pé da máquina
2. Calço
3. Fundação
4. Parafuso de fixação
5. Parafuso de elevação

**Figura 20** Posicionamento vertical do pé da máquina

### 3.6.3 Ajuste básico

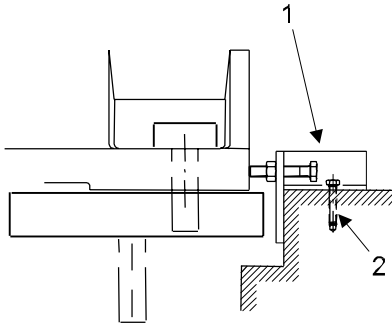
Para facilitar o alinhamento em direções axiais e transversais, coloque placas de suporte com parafusos de ajuste nos cantos. Consulte a *Figura 21 Posicionamento das placas de suporte*.



1. Suporte com parafuso de ajuste

**Figura 21 Posicionamento das placas de suporte**

As placas de suporte são colocadas contra a borda da fundação e fixadas com parafusos de expansão. Consulte a *Figura 22 Montagem da placa de suporte*. Mova a máquina usando os parafusos de ajuste até que a linha central do eixo e a linha central de máquina acionada estejam alinhadas e a distância desejada entre as metades dos acoplamentos seja obtida. Aperte todos os parafusos de ajuste levemente.



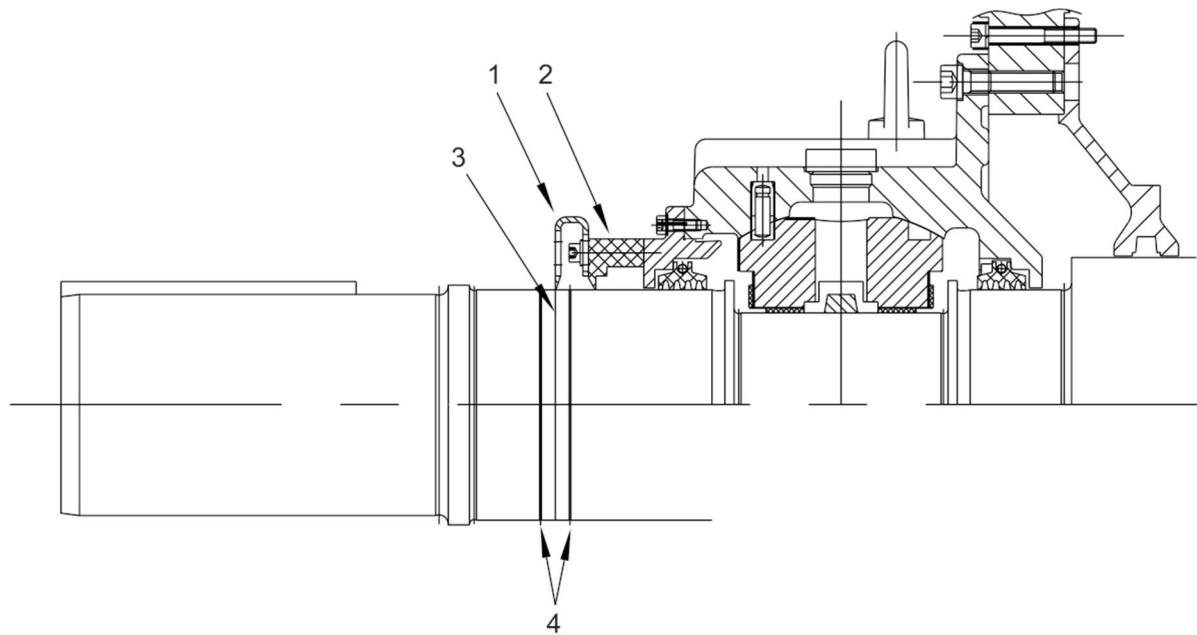
**Figura 22 Montagem da placa de suporte**

1. Suporte com parafuso de ajuste
2. Parafuso de expansão

**OBSERVAÇÃO:** A *Figura 22 Montagem da placa de suporte* mostra a placa de suporte instalada na fundação de concreto. Coloque uma placa de suporte semelhante sobre uma fundação de aço.

**A seguir, um parágrafo e uma figura sobre o tipo de mancal: Mancal deslizante com folga axial**

O mancal deslizante no lado acoplado tem um ponteiro para indicar o centro de execução, que está marcado com uma ranhura no eixo. Há também ranhuras no eixo para os limites da folga axial mecânica do rotor. A posição estará correta quando a ponta estiver alinhada com a ranhura central de execução da máquina no eixo, consulte a *Figura 23 Marcação no eixo e no ponteiro do centro de execução*. Observe que o centro de execução não é necessariamente igual ao centro magnético, pois a ventoinha pode tirar o rotor do centro magnético.



1. Ponteiro
2. Vedação externa
3. Centro de execução
4. Limites da folga axial do rotor

**Figura 23** Marcações no eixo e no ponteiro do centro de execução

### 3.6.4 Correção para a expansão térmica

#### 3.6.4.1 Geral

As temperaturas de execução têm uma influência considerável sobre o alinhamento; portanto, elas devem ser consideradas durante o alinhamento. A temperatura da máquina é menor durante a montagem em comparação às condições operacionais. Por essa razão, o centro do eixo será maior, ou seja, mais distante dos pés durante a operação do que quando parado.

Portanto, talvez seja necessário usar um alinhamento compensado por calor, dependendo da temperatura operacional da máquina acionada, do tipo de acoplamento, da distância entre as máquinas etc.

#### 3.6.4.2 Expansão térmica para cima

A expansão térmica da distância entre os pés e o centro do eixo da máquina elétrica pode ser calculada aproximadamente como segue:

$$\Delta H = \alpha \times \Delta T \times H \text{ onde}$$

$$\Delta H = \text{expansão térmica [mm]}$$

$$\alpha = 10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

$$\Delta T = 40 \text{ K}$$

$$H = \text{altura do eixo [mm]}$$

**OBSERVAÇÃO:** Considere a expansão térmica da máquina acionada em relação à máquina elétrica para definir a expansão térmica total.

### 3.6.4.3 Expansão térmica axial

A expansão axial térmica precisará ser considerada se o movimento axial do mancal do lado não acoplado estiver travado. Consulte o desenho dimensional para determinar qual extremidade está travada.

A expansão térmica axial esperada do rotor é proporcional ao comprimento da carcaça do estator e pode ser calculada aproximadamente como segue:

$$\Delta L = \alpha \times \Delta T \times L \text{ onde}$$

$\Delta L$ =expansão térmica[mm]

$$\alpha=10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

$\Delta T$ =50 K (para AMA, AMB, AMK, AMI), 80 K (para AMH, HXR, M3BM, M3GM, NXR)

L=comprimento da carcaça [mm]

**OBSERVAÇÃO:** Certifique-se de que um movimento axial contínuo livre seja possível entre as metades dos acoplamentos (com exceção dos acoplamentos rígidos), a fim de permitir a expansão térmica axial do eixo da máquina para não danificar os mancais.

### 3.6.5 Alinhamento final

#### 3.6.5.1 Geral

A seguir, o alinhamento final é feito com medidores com mostrador, apesar de haver outros equipamentos de medição mais exatos no mercado. A razão para utilizar os medidores com mostrador neste texto é fornecer teoria sobre o alinhamento.

**OBSERVAÇÃO:** As medições devem ser feitas somente após a colocação correta de calços com os parafusos de fixação adequadamente apertados.

**OBSERVAÇÃO:** As medidas do alinhamento final devem sempre ser registradas para futura referência.

#### 3.6.5.2 Deslocamento das metades do acoplamento

O procedimento de alinhamento é iniciado com a medição do deslocamento das metades do acoplamento. Essa medida mostrará qualquer imprecisão do eixo e/ou das metades do acoplamento.

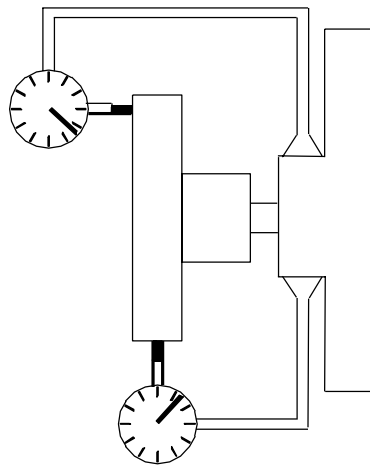
O deslocamento das metades do acoplamento em relação ao alojamento do mancal da máquina é medido. Posicione os medidores de acordo com a *Figura 24 Medição do deslocamento na metade de acoplamento*. Do mesmo modo, verifique o deslocamento das metades do acoplamento da máquina acionada em relação à caixa de rolamento.

Um braço de alavanca simples é necessário para girar um rotor de uma máquina com mancal deslizante.

**A seguir, uma observação sobre o tipo de mancal: Mancais deslizantes**

**OBSERVAÇÃO:** Os mancais deslizantes devem ser preenchidos com óleo antes de serem girados.

O erro de deslocamento admissível é menor que 0,02 mm (0,8 mil).



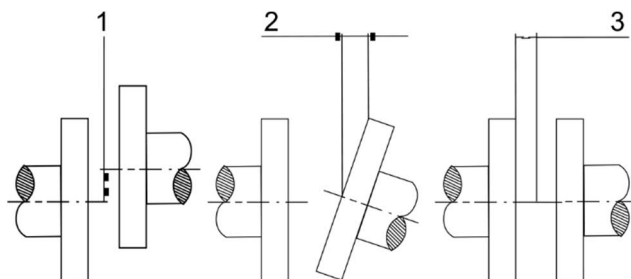
**Figura 24** Medição do deslocamento na metade de acoplamento

### 3.6.5.3 Alinhamento paralelo, angular e axial

Após o posicionamento da máquina, conforme descrito no *Capítulo 3.6.2 Nivelamento básico* e no *Capítulo 3.6.3 Ajuste básico*, o alinhamento final poderá ser iniciado. Essa etapa deve ser realizada com extrema atenção. Caso contrário, poderá haver sérias vibrações e danos às máquinas acionadora e acionada.

O alinhamento é feito de acordo com as recomendações feitas pelo fabricante do acoplamento. É necessário realizar o alinhamento paralelo, angular e axial da máquina. Algumas publicações de normas apresentam recomendações sobre o alinhamento do acoplamento, por exemplo: BS 3170:1972 "*Acoplamentos flexíveis para transmissão de potência*".

De acordo com a prática aceita, o desalinhamento paralelo e angular não deve exceder 0,05 a 0,10 mm, e o desalinhamento axial não deve exceder 0,10 mm. Consulte a *Figura 25 Definição do desalinhamento*. O deslocamento correspondente é 0,10 e 0,20 para o desalinhamento paralelo e angular.



1. Parallel misalignment  $\Delta r$
2. Angular misalignment  $\Delta b$
3. Axial misalignment  $\Delta a$ .

**Figura 25** Definição do desalinhamento

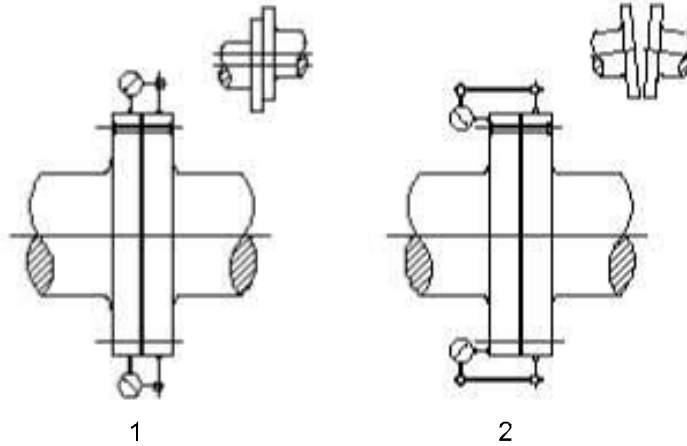
### 3.6.5.4 Alinhamento

O alinhamento da máquina é feito de acordo com essas diretrizes.

**A seguir, uma observação sobre o tipo de mancal: Mancais deslizantes**

OBSERVAÇÃO: Os mancais deslizantes devem ser preenchidos com óleo antes de serem girados.

1. A máquina deve ficar sobre seus parafusos de elevação
2. Gire o rotor e verifique a folga axial. Consulte o *Capítulo 3.6.3 Ajuste básico*
3. Monte o equipamento de alinhamento. Se os medidores forem usados, será prático ajustar o medidor com mostrador de maneira que aproximadamente metade da escala esteja disponível em ambas as direções. Verifique a rigidez dos suportes do mostrador a fim de eliminar a possibilidade de curvatura. Consulte a *Figura 26 Verificação do alinhamento com medidores*

**1 Alinhamento radial****2 Alinhamento angular****Figura 3-9 Verificação do alinhamento com medidores**

4. Meça e anote as leituras para o desalinhamento paralelo, angular e axial em quatro posições diferentes: superior, inferior, direita e esquerda, ou seja, a cada 90°, girando os dois eixos simultaneamente. As leituras são registradas.
5. Alinhe a máquina verticalmente girando os parafusos de elevação ou elevando-a com macacos hidráulicos. Para facilitar o alinhamento no plano vertical, os parafusos de elevação são fixados nos pés da máquina horizontal. Consulte a *Figura 20 Posicionamento vertical do pé da máquina*. A precisão do alinhamento da máquina é afetada às vezes pela expansão térmica de sua carcaça. Consulte o *Capítulo 3.6.4 Correção para expansão térmica*
6. Meça a distância entre a parte inferior dos pés da máquina e a chapa de fundo, faça os blocos sólidos, ou cunhas correspondentes, ou separe a quantidade necessária de calços
7. Coloque os blocos sólidos ou calços sob os pés da máquina. Afrouxe os parafusos de elevação e aperte os parafusos de fixação
8. Verifique novamente o alinhamento. Faça as correções necessárias
9. Faça um registro para verificações futuras
10. Aperte novamente as porcas e prenda-as com pingos de solda, golpeando-as com força suficiente com punção de centro.
11. Fixe os pés da máquina para facilitar uma reinstalação futura da máquina. Consulte o *Capítulo 3.4.7.1 Fixação dos pés da máquina*.

**3.6.5.5 Desalinhamento tolerado**

As tolerâncias de alinhamento definidas são impossíveis de se afirmar, pois são influenciadas por muitos fatores. As tolerâncias muito grandes causarão vibrações e possíveis danos aos mancais ou a outros itens. Portanto, recomenda-se buscar as tolerâncias mais estreitas possíveis. Os desalinhamentos tolerados máximos são mostrados na *Tabela 4 Desalinhamentos tolerados recomendados*. Para obter as definições do desalinhamento, consulte a *Figura 25 Definição do desalinhamento*.

OBSERVAÇÃO: As tolerâncias determinadas pelo fabricante do acoplamento indicam as tolerâncias para o acoplamento e não para o alinhamento da máquina acionadora/acionada. As tolerâncias determinadas pelo fabricante do acoplamento devem ser usadas como diretriz para o alinhamento somente se forem mais estreitas que os desalinhamentos máximos tolerados mostrados na *Tabela 4 Desalinhamentos tolerados recomendados*.

**Tabela 4. Desalinhamentos tolerados recomendados**

Informações sobre o acoplamento		Desalinhamento tolerado		
Acoplamento Diâmetro	Tipo de acoplamento	Paralelo $\Delta r$	Angular $\Delta b$	Axial $\Delta a$
100 – 250 mm (4 – 10 pol.)	Flange rígido	0,02 mm (0,8 mil)	0,01 mm (0,4 mil)	0,02 mm (0,8 mil)
	Dentada	0,05 mm (2 mil)	0,03 mm (1 mil)	0,05 mm (2 mil)
	Flexível	0,10 mm (4 mil)	0,05 mm (2 mil)	0,10 mm (4 mil)
250 – 500 mm (10 – 20 pol.)	Flange rígido	0,02 mm (0,8 mil)	0,02 mm (0,8 mil)	0,02 mm (0,8 mil)
	Dentada	0,05 mm (2 mil)	0,05 mm (2 mil)	0,05 mm (2 mil)
	Flexível	0,10 mm (4 mil)	0,10 mm (4 mil)	0,10 mm (4 mil)

### 3.7 Cuidados após a instalação

Se a máquina não for operada por um longo período após sua instalação, as mesmas medidas mencionadas anteriormente, no *Capítulo 2.6.1 Armazenamento de curto período (menos de 2 meses)*, deverão ser aplicadas. Lembre-se de girar o eixo, pelo menos, 10 revoluções a cada 3 meses e que os mancais auto lubrificadas devem ser preenchidos com óleo. Se houver vibração externa, o acoplamento do eixo deverá ser aberto e blocos de borracha adequados deverão ser colocados sob os pés da máquina.

**A seguir, uma observação sobre o tipo de mancal: Mancal deslizante**

OBSERVAÇÃO: A vibração externa danificará as superfícies deslizantes dos mancais e diminuirá a vida útil do mancal.

**A seguir, uma observação sobre o tipo de mancal: Mancal de deslizamento**

OBSERVAÇÃO: A vibração externa danificará as superfícies deslizantes dos mancais e diminuirá a vida útil do mancal.

## Capítulo 4 Conexões mecânicas e elétricas

### 4.1 Geral

As conexões mecânicas e elétricas são feitas após os procedimentos de instalação e alinhamento. As conexões mecânicas incluem a conexão dos dutos de ar, tubulação de água e/ou o sistema de fornecimento de óleo, onde aplicável.

As conexões elétricas incluem a conexão dos cabos principais e auxiliares, cabos de aterramento e possíveis motores da ventilação forçada.

Para determinar as ações adequadas, leia o desenho dimensional, o diagrama de conexões e a folha de dados fornecidas com a máquina.

**OBSERVAÇÃO:** Orifícios ou passagens adicionais de instalação nunca devem ser perfurados através da carcaça, já que tal ação pode danificar a máquina.

### 4.2 Conexões mecânicas

*A seguir, um capítulo sobre o método de resfriamento: Dutos de ar*

#### 4.2.1 Conexões do ar de resfriamento

As máquinas projetadas para resfriar o fluxo de ar que entra e/ou sai da máquina com dutos de ar têm flanges de conexão, conforme especificado no desenho dimensional.

Limpe os dutos de ar cuidadosamente antes de conectá-los à máquina e verifique se há possíveis obstruções nos dutos. Vede as superfícies com as juntas apropriadas. Verifique se há possíveis vazamentos nos dutos de ar após terem sido conectados.

*A seguir, um capítulo sobre o método de resfriamento: Ar-água e camisa de água*

#### 4.2.2 Conexões da água de resfriamento

*A seguir, um capítulo sobre o método de resfriamento: Ar-água*

##### 4.2.2.1 Resfriadores ar-água

As máquinas equipadas com um trocador de calor ar-água têm flanges especificados nas normas DIN 633 ou ANSI B 16.5. Conecte os flanges e vede as superfícies com as juntas adequadas. Antes de ligar a máquina, a água deve ser ligada.

*A seguir, um capítulo sobre o método de resfriamento: Camisa de água*

##### 4.2.2.2 Carcaças com resfriamento de água

A carcaça de aço com resfriamento de água deve ser usada apenas com uma circulação de água doce em malha fechada. Os flanges do circuito de resfriamento de água são fabricados de acordo com as especificações do cliente e estão definidos no desenho dimensional.

A água de resfriamento circula em dutos integrados à carcaça da máquina. O material da carcaça e dos dutos é aço-carbono, segundo a norma EN 10025: S235 JRG2, equivalente à DIN 17100 - RSt 37-2. Esse material é suscetível à corrosão em água salina e suja. Os produtos corrosivos e os depósitos de sujeira podem bloquear o fluxo de água nos dutos. Por isso, é importante usar água com inibidor ou água pura no sistema de resfriamento.

Os valores padrão para a água de resfriamento a serem usados no sistema de resfriamento:

- pH 7,0 a 9,0
- Alcalinidade (CaCO<sub>3</sub>) ≥ 1 mmol/kg
- Cloreto (Cl) < 20 mg/kg
- Sulfato < 100 mg/kg
- Concentração KMnO<sub>4</sub> < 20 mg/kg
- Concentração Al < 0,3 mg/kg
- Concentração Mn < 0,05 mg/kg

Na maioria dos casos, a água da torneira, ou seja, a água de consumo doméstico, preenche todos esses requisitos.

A água de resfriamento deve também receber um inibidor para proteger o sistema de resfriamento contra a corrosão, a sujeira e, quando necessário, contra o congelamento. Todos os materiais em contato com a água de resfriamento (canos, trocadores de calor etc.) devem ser levados em consideração na seleção de um inibidor adequado.

Inibidor recomendado:

Fabricante ASHLAND

Produto RD-25

que é adequado para aço, cobre, alumínio e muitos outros materiais.

Use somente vedações e peças de conexão adequadas e de alta qualidade para conectar a máquina ao circuito de água. Verifique possíveis vazamentos após conectar a tubulação e as juntas.

***A seguir, um capítulo sobre o tipo de mancal: Mancal deslizante***

### 4.2.3 Fornecimento de óleo ao mancal deslizante

As máquinas com sistema de lubrificação forçada são equipadas com flanges de tubulação de óleo e, possivelmente, com medidores de pressão e indicadores de fluxo. Instale todas as tubulações de óleo necessárias e conecte as unidades circuladoras de óleo.

Instale o sistema de fornecimento de óleo próximo à máquina com distâncias iguais entre cada mancal. Antes de conectar as tubulações aos mancais, teste o sistema de fornecimento de óleo injetando óleo de lavagem através dele. Em seguida, remova o filtro de óleo e limpe-o.

O recipiente de óleo deve ser construído de modo que não seja possível a entrada de pressão na tubulação de retorno do óleo do recipiente em direção ao mancal.

Instale e conecte as tubulações de entrada de óleo aos mancais. Instale as tubulações de saída de óleo dos mancais para baixo, em um ângulo mínimo de 15°, que corresponde a uma inclinação de 250 a 300 mm/m (3 a 3½ pol./pé). O nível de óleo dentro do mancal aumentará se a inclinação das tubulações for muito pequena, o óleo fluirá muito lentamente do mancal para o recipiente, podendo causar vazamentos ou distúrbios no fluxo de óleo.

**OBSERVAÇÃO:** Não perfure orifícios através da carcaça durante a instalação das tubulações ou de qualquer outro equipamento, pois isso pode danificar seriamente a máquina.

Abasteça o sistema de fornecimento com o óleo adequado de viscosidade correta. O tipo de óleo correto e sua viscosidade estão indicados no desenho dimensional. Se estiver em dúvida sobre a limpeza do óleo, use uma rede de 0,01 mm (0,4 mil) para filtrar detritos indesejados do óleo.

Ligue o fornecimento de óleo e verifique o circuito de óleo em busca de possíveis vazamentos antes de ligar a máquina. O nível normal de óleo é obtido quando o visor de óleo estiver coberto pela metade.

**OBSERVAÇÃO:** Os mancais são entregues sem lubrificante.

**OBSERVAÇÃO:** Operar a máquina sem lubrificante danificará imediatamente o mancal.

***A seguir, um capítulo sobre o tipo de proteção: Ex p***

### 4.2.4 Conexão da tubulação de ar de purga

A máquina EEx p ou Ex p apresenta proteção contra explosão por pressurização. Ela é equipada com um sistema de controle, que inclui uma unidade de controle de ar e uma válvula de alívio. O sistema funciona com ar pressurizado não contaminado como gás protetor. Antes de ligá-la, a máquina é purgada para remover quaisquer gases perigosos. Durante a operação, a máquina é mantida sob sobrepressão para que gases perigosos não entrem na máquina.

O fornecimento de ar pressurizado e de purga é conectado ao flange fornecido na unidade de controle de ar. A pressão do fornecimento de ar deve ficar entre 4 e 8 bar. A taxa de fluxo exigida durante a purga e a pressurização é especificada no certificado de proteção Ex. Para obter informações mais detalhadas sobre o sistema de controle, consulte o manual de instruções do fornecedor.

## 4.2.5 Montagem dos transdutores de vibração

Se os transdutores de vibração instalados se projetarem na carcaça da máquina, eles serão entregues desinstalados de modo a evitar danos durante o transporte.

Para colocar os transdutores de vibração em uso, proceda da seguinte maneira:

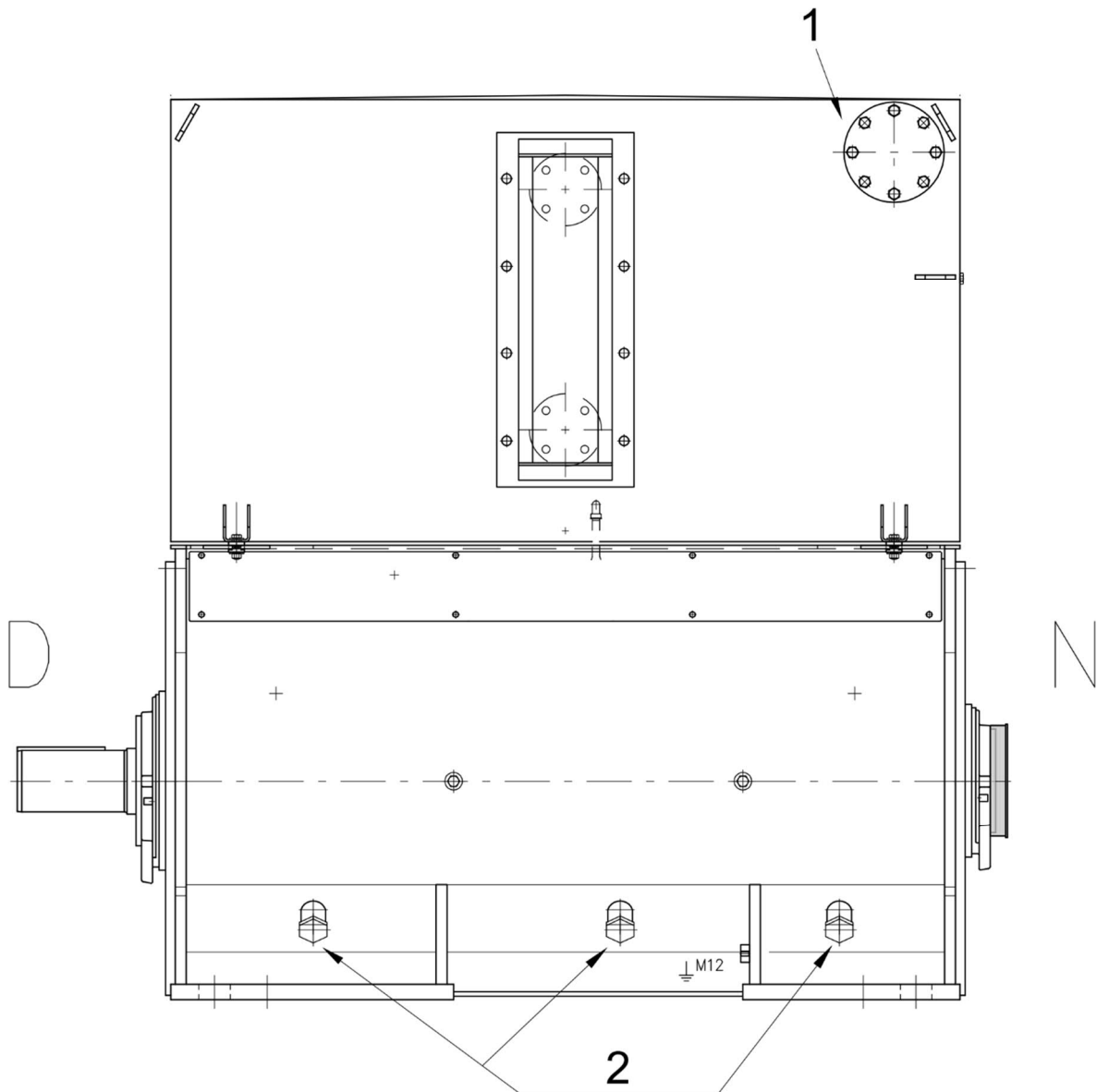
1. Desconecte os transdutores de vibração soltos de seus cabos.
2. Remova os plugues de proteção dos orifícios de montagem localizados na tampa do motor.
3. Proteja as superfícies de montagem contra ferrugem com um agente anticorrosivo adequado.
4. Monte os transdutores de vibração nos orifícios de montagem feitos. O torque de aperto depende do tipo de transdutor utilizado:
  - PYM TRV18 : 10 Nm
  - PYM 330400\_ : 3,3 Nm
  - PYM 330500\_ : 4,5 Nm
5. Por fim, conecte os cabos ao transdutor de vibração.

**Capítulo seguinte sobre o tipo de proteção: Ex e Ex n**

## 4.2.6 Provisão para ar de purga

Dependendo da classificação Ex, o motor pode ser equipado com conexões de ar. Se forem usadas provisões, faça as conexões conforme as ilustrações a seguir.

Para obter mais informações, consulte as Instruções de Segurança.

**Conexões para motores AMA/AMI**

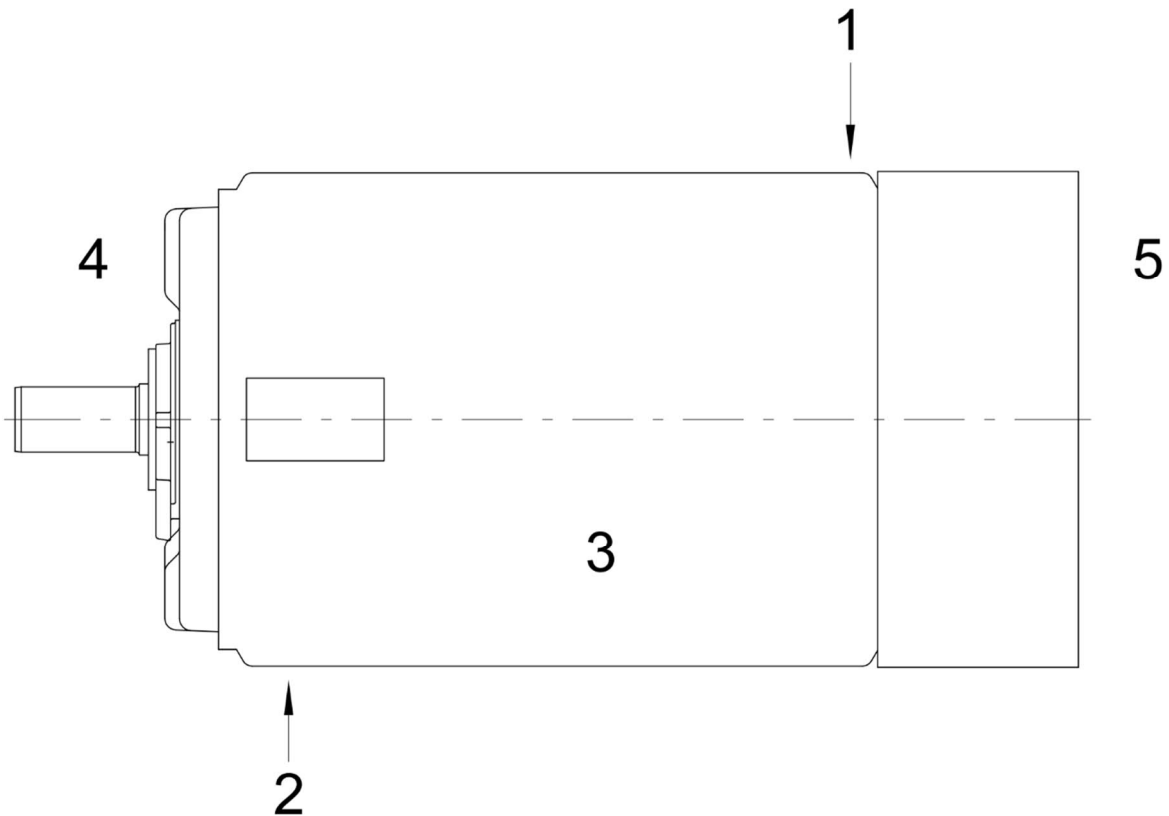
1. Saída de ar
2. Equalização de potencial

**Figura 27 Conexões para motores AMA/AMI**

- Entrada de ar: conecte apenas a um lado da estrutura, use as três conexões.
- Saída de ar: conecte ao resfriador em um lado.

**Conexões para motores HXR**

A entrada e a saída de ar devem ser conectadas ao lado oposto e extremidades opostas do motor.



1. Saída de ar
2. Entrada de ar
3. Vista superior
4. Extremidade acionada
5. Extremidade não acionada

**Figura 28** Conexões de entrada e saída de ar em motores HXR

**Capítulo seguinte sobre o tipo de mancal: Mancal anti atrito com lubrificação com névoa de óleo**

#### 4.2.7 Suprimento de névoa de óleo para mancal de rolamento

Máquinas com lubrificação com névoa de óleo são equipadas com conectores de tubulação. Conecte as unidades circuladoras de óleo.

Instale o sistema de suprimento de óleo perto da máquina. Antes de conectar as tubulações aos mancais, teste o sistema de fornecimento de óleo injetando óleo de lavagem através dele. Em seguida, remova o filtro de óleo e limpe-o.

Instale e conecte as tubulações de entrada e de saída de óleo aos mancais.

**OBSERVAÇÃO:** Não perfure orifícios através da estrutura durante a instalação das tubulações ou de qualquer outro equipamento, pois isso pode danificar seriamente a máquina.

Abasteça o sistema de fornecimento com o óleo adequado e a viscosidade correta. O tipo de óleo correto e sua viscosidade estão indicados no desenho dimensional. Se você não tiver certeza de que o óleo está limpo, use uma rede de 0,01 mm (0,4 mil) para filtrar detritos indesejados.

Ligue o fornecimento de óleo e verifique o circuito de óleo em busca de possíveis vazamentos antes de ligar a máquina.

**OBSERVAÇÃO:** Os mancais são fornecidos sem lubrificante.

**OBSERVAÇÃO:** Não ligue a máquina sem lubrificante, isso danifica os mancais.

## 4.3 Conexões elétricas

### 4.3.1 Informações gerais

As informações de segurança em *Instruções de segurança* no início do manual devem ser sempre observadas.

A instalação elétrica deve ser planejada minuciosamente antes que qualquer ação seja realizada. Os diagramas de conexão recebidos com a máquina devem ser estudados antes do início do trabalho de instalação. É importante verificar se a frequência e a tensão de alimentação são iguais aos valores indicados na placa de identificação da máquina.

A frequência e a tensão da rede devem estar dentro dos limites determinados de acordo com a norma aplicável. Observe as marcações da placa de identificação e o diagrama de conexão na caixa de ligação. Para obter mais informações, consulte a plaqueta de dados nominais da máquina.

**OBSERVAÇÃO:** Antes do trabalho de instalação, é importante verificar se os cabos de entrada estão separados da rede de alimentação e se foram aterrados.

**OBSERVAÇÃO:** Verifique todos os dados da placa de identificação, especialmente a tensão e a conexão da bobina.

#### ***A seguir, um parágrafo sobre o tipo de rotor: Ímã permanente***

As máquinas se destinam somente a transmissões de velocidade variável, ou seja, com alimentação por inversores de frequência. O inversor de frequência deve ser projetado para operar com uma máquina síncrona de ímã permanente. Se não houver certeza com relação à compatibilidade da máquina síncrona de ímã permanente e do inversor de frequência, entre em contato com o escritório de vendas da ABB.

### 4.3.2 Segurança

O trabalho elétrico deve ser realizado somente por pessoas qualificadas. As seguintes regras de segurança devem ser aplicadas:

- Desligue todos os equipamentos da alimentação, inclusive os equipamentos auxiliares
- Proteja o equipamento contra o fornecimento de energia
- Verifique se todas as peças estão isoladas de sua alimentação respectiva
- Conecte todas as peças ao aterramento de proteção e realize o curto-circuito
- Cubra ou coloque barreiras contra peças elétricas na área circundante
- Se o circuito secundário do transformador de corrente tiver sido estendido, certifique-se de que o circuito não fique aberto quando em uso

#### ***A seguir, um marcador sobre o tipo de rotor: Rotor de ímã permanente***

- A máquina síncrona de ímã permanente produz tensão quando o eixo está girando. Evite a rotação do eixo antes de abrir a caixa de ligação. Não abranem toque nos terminais desprotegidos enquanto o eixo da máquina estiver girando. Siga as *Instruções de segurança* no início do manual.

### 4.3.3 Medições de resistência do isolamento

Antes de ligar uma máquina pela primeira vez, após um longo período sem uso ou dentro do escopo do trabalho de manutenção geral, será necessário medir a resistência de isolamento da máquina, consulte o *Capítulo 7.6.4 Teste de resistência do isolamento*.

### 4.3.4 Opções da caixa de ligação principal

A parte interna da caixa de ligação principal deve estar livre de poeira, umidade e detritos externos. A caixa, as prensa cabos e os orifícios de entrada de cabos não usados devem ser fechados de modo a evitar a entrada de poeira e água.

A caixa de ligação principal possui um bujão de drenagem em sua parte inferior. Ele deve estar na posição aberta, ou seja, metade do bujão está dentro e metade fora, durante o transporte e o armazenamento. Durante a operação da máquina, o bujão de drenagem deve ser mantido na posição fechada, mas aberto eventualmente. Se a caixa for girada antes da entrega, a função do bujão de drenagem deverá ser verificada e, possivelmente, reposicionada na parte inferior da caixa.

Algumas caixas de ligação principais podem ser giradas em etapas de 90°. Antes de girá-la, verifique se a extensão dos cabos entre o enrolamento do estator e a caixa de ligação é suficiente.

### 4.3.4.1 Entrega sem a caixa de ligação principal

Se a máquina for enviada sem uma caixa de ligação principal, os cabos de conexão do estator deverão ser cobertos com uma estrutura protetora aterrada antes do comissionamento. A estrutura deve ter uma classificação de recipiente e certificações de área classificada iguais ou superiores às da máquina.

Para evitar a falha do cabo, os cabos de conexão do estator deverão ser encurtados para reduzir o movimento livre. O fornecedor do sistema de terminais é responsável por garantir que os suportes adequados dos cabos de conexão do estator sejam usados. O arranjo dos cabos de conexão do estator devem ser amplos a fim de evitar o superaquecimento dos cabos. Os cabos de conexão do estator não devem encostar em cantos pontiagudos. O raio mínimo de curvatura do cabo de conexão do estator é 6 vezes maior que o diâmetro externo do cabo.

### 4.3.5 Distâncias de isolamento das conexões da alimentação principal

As conexões dos cabos de alimentação principal devem ser projetadas para suportar condições de operação exigentes, em que os isoladores possam ser submetidos a poeira, umidade e picos de tensão. A fim de garantir uma operação duradoura e sem problemas, é importante que a distância entre os terminais e isolamento sejam suficientes. A distância entre os terminais e isolamento mínimas devem ser iguais ou superiores às exigências definidas por:

- Requisitos locais
- Normas
- Regras de classificação
- Classificação de área classificada.

A distância entre os terminais e isolamento aplicam-se às distâncias de isolamento entre as duas diferentes fases e às distâncias de isolamento entre uma fase e o aterramento. A distância de isolamento de ar é a menor distância entre dois pontos com diferentes potenciais elétricos (tensão). A linha de fuga da superfície é a menor distância ao longo das superfícies próximas umas às outras entre dois pontos com diferente potencial elétrico (tensão).

### 4.3.6 Cabos de alimentação principais

O tamanho dos cabos de entrada deve ser adequado para a corrente de carga máxima e deve seguir as normas locais. Os terminais dos cabos devem ser de tipo adequado e tamanho correto. A conexão a todos os dispositivos deve ser verificada.

As conexões do cabo de alimentação principal devem ser corretamente apertadas para garantir a operação confiável. Para obter os detalhes, consulte o *Apêndice Conexões típicas dos cabos de alimentação principal*.

**A seguir, uma observação sobre o tipo de proteção: Todas as áreas classificadas**

**OBSERVAÇÃO:** Para máquinas Ex, as prensa cabos ou as buchas dos cabos de alimentação devem ter a certificação Ex. As prensa cabos ou as buchas não estão incluídos na entrega do fabricante.

**OBSERVAÇÃO:** Antes do trabalho de instalação, é importante verificar se os cabos de entrada estão separados da rede de alimentação e se foram aterrados.

Os terminais do estator estão marcados com as letras U, V e W, de acordo com a norma IEC 60034-8 ou T1, T2 e T3 de acordo com a norma NEMA MG-1. O terminal neutro está marcado com N (IEC) ou T0 (NEMA). O descascamento, a junção e o isolamento dos cabos de alta tensão devem ser realizados de acordo com as instruções do fabricante dos cabos.

Os cabos devem ter um suporte, de maneira que não seja aplicada tensão nos barramentos da caixa de ligação.

**OBSERVAÇÃO:** Verifique a sequência de fase no diagrama de conexões.

**A seguir, um parágrafo sobre o tipo de rotor: Rotor de ímã permanente**

**OBSERVAÇÃO:** As máquinas síncronas de ímã permanente devem ser ligadas com o uso de cabos simétricos blindados e prensa cabos proporcionando uma união de 360° (também denominada prensa EMC).

**A seguir, um parágrafo sobre o tipo de rotor: Anéis deslizantes**

### 4.3.7 Cabos secundários para conexões de anéis deslizantes

A caixa do anel deslizante no lado não acoplado da máquina funciona como uma caixa de ligação para os cabos secundários e tem o mesmo grau de proteção que a máquina.

Os cabos podem ser conectados por qualquer lado. A conexão é feita aos terminais do rotor na placa de ligação, projetada para encaixar até seis terminais do condutor por fase. Os terminais são identificados como K, L e M, de acordo com as publicações da norma IEC 60034-8.

**OBSERVAÇÃO:** Estude cuidadosamente o diagrama de conexões fornecido com a máquina antes de conectar os cabos.

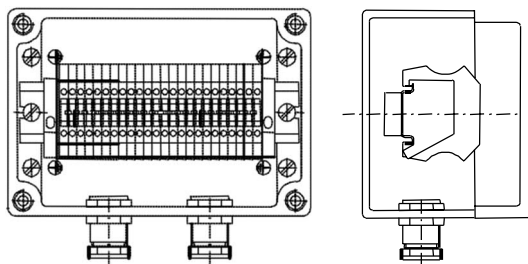
### 4.3.8 Caixa de ligação auxiliar

As caixas de ligação auxiliares são anexadas à carcaça da máquina de acordo com os acessórios e com as necessidades do cliente. Suas posições são mostradas no desenho dimensional da máquina.

As caixas de ligação auxiliares são equipadas com blocos de terminais e prensa cabos. Consulte a *Figura 29 Caixa de ligação típica*. Normalmente, o tamanho máximo dos condutores é limitado a 2,5 mm<sup>2</sup> (0,004 pol<sup>2</sup>), e a tensão é limitada a 750 V. As prensa cabos são adequadas para cabos de diâmetro de 10 a 16 mm (0,4 a 0,6 pol.).

**A seguir, uma observação sobre o tipo de proteção: Todas as máquinas em áreas classificadas**

**OBSERVAÇÃO:** Para máquinas Ex, as prensa cabos ou as buchas dos cabos de alimentação devem ter a certificação Ex. As prensa cabos ou as buchas não estão incluídas na entrega do fabricante.



**Figura 29 Caixa de ligação típica**

#### 4.3.8.1 Conexão dos auxiliares e instrumentos

Conecte os instrumentos e os equipamentos auxiliares de acordo com o diagrama de conexões.

**OBSERVAÇÃO :** Estude cuidadosamente o diagrama de conexões fornecido com a máquina antes de conectar os cabos. A conexão e o funcionamento dos acessórios devem ser verificados antes do comissionamento.

**OBSERVAÇÃO:** Rotule convenientemente os terminais dos acessórios, que normalmente estão sob tensão quando a máquina está desligada.

### 4.3.8.2 Conexão do motor da ventilação forçada

Geralmente, o motor da ventilação forçada é um motor assíncrono trifásico. Uma caixa de conexão fica normalmente na carcaça do motor da ventilação forçada. A placa de valores do motor da ventilação forçada mostra a tensão e a frequência que devem ser usadas. A direção do giro do ventilador é indicada por uma placa com uma flecha no flange da máquina principal.

**OBSERVAÇÃO:** Verifique visualmente a direção do giro do motor da ventilação forçada (ventilador) antes de ligar a máquina principal. Se o motor da ventilação forçada estiver girando na direção errada, a sequência de fase do motor da ventilação forçada deverá ser alterada.

### 4.3.9 Conexões de aterramento

A carcaça da máquina, a caixa de ligação principal, a caixa de ligação auxiliar e os equipamento associados devem ser aterrados. As conexões para o aterramento e a fonte de alimentação devem proteger a carcaça da máquina de potenciais elétricos (tensões) perigosos ou prejudiciais.

**OBSERVAÇÃO:** O aterramento deve ser realizado de acordo com as regulamentações locais antes que a máquina seja conectada à tensão de alimentação.

**OBSERVAÇÃO:** A garantia não cobre mancais destruídos devido à conexão de cabos e ao aterramento inadequado.

Marque a máquina e as caixas de ligação com símbolos de aterramento de acordo com as normas nacionais relevantes.

**A seguir, um capítulo sobre o tipo de aplicação: Inversor de frequência**

### 4.3.10 Requisitos para máquinas alimentadas por inversores de frequência

Em conformidade com a diretiva EMC (89/336/EEC, conforme emendado por 93/68/EEC) é necessário que uma máquina CA alimentada com inversor de frequência seja instalada com os cabos blindados, conforme especificado a seguir. Para obter mais informações sobre outros cabos equivalentes, entre em contato com o representante ABB local.

#### 4.3.10.1 Cabo principal

O cabo de alimentação principal entre a máquina e o conversor de frequência deve ser um cabo blindado e simétrico de três condutores para atender os requisitos de emissão radiada indicados na norma de emissão genérica para ambientes industriais, EN 50081-2.

#### 4.3.10.2 Aterramento do cabo principal

A conformidade com a diretiva EMC requer um aterramento de alta frequência do cabo principal. Isso é obtido com um aterramento de 360° das blindagens do cabo em suas entradas, tanto na máquina quanto no inversor de frequência. O aterramento na máquina é implementado, por exemplo, por meio das passagens do cabo do SISTEMA EMC ROX para instalações blindadas.

**OBSERVAÇÃO:** O aterramento de alta frequência de 360° das entradas do cabo é feito a fim de suprimir os distúrbios eletromagnéticos. Além disso, as blindagens do cabo devem ser conectadas a um aterramento de proteção a fim de atenderem às regulamentações de segurança.

#### 4.3.10.3 Cabos auxiliares

Os cabos auxiliares devem ser blindados para atender aos requisitos da EMC. As prensa cabos especiais devem ser usadas para o aterramento de alta frequência de 360° das blindagens do cabo em suas entradas.

## Capítulo 5 Comissionamento e partida

### 5.1 Geral

Um relatório de comissionamento é uma ferramenta vital para o serviço, a manutenção e a procura por falhas posteriores.

O comissionamento não deve ser considerado finalizado até que um relatório aceitável de comissionamento tenha sido documentado e arquivado.

O relatório de comissionamento deve estar disponível nas solicitações de garantia para que se obtenha a garantia para a máquina. Para obter informações de contato, consulte o *Capítulo 9.1.3 Informações de contato do atendimento para geradores e motores*.

O relatório de comissionamento recomendado pode ser consultado no *Apêndice Relatório de comissionamento*.

### 5.2 Verificação da instalação mecânica

Verifique o alinhamento da máquina antes do comissionamento:

- Repasse o relatório de alinhamento e garanta que a máquina esteja precisamente alinhada de acordo com as especificações da ABB no *Capítulo 3.6 Alinhamento*
- O protocolo de alinhamento deve sempre ser incluído no relatório de comissionamento

Verifique se a máquina está adequadamente fixada à fundação:

- Verifique se há rachaduras na fundação, além de verificar as condições gerais da fundação
- Verifique o aperto dos parafusos de montagem. Verificações adicionais, quando aplicável:
- Verifique se o sistema de lubrificação foi comissionado e está operando antes de o eixo ser girado
- Se possível, gire o eixo manualmente e certifique-se de que ele gire livremente e de que nenhum som anormal possa ser ouvido
- Verifique a montagem da caixa de ligação principal e o sistema de resfriamento
- Verifique a conexão da tubulação da água de resfriamento e do óleo e verifique se há vazamentos durante a operação
- Verifique a pressão e o fluxo do óleo e da água de resfriamento

### 5.3 Medições de resistência do isolamento

Antes de ligar uma máquina pela primeira vez, após um longo período sem uso ou dentro do escopo do trabalho de manutenção geral, será necessário medir a resistência de isolamento da máquina, consulte o *Capítulo 7.6.4 Teste de resistência do isolamento*.

### 5.4 Verificação da instalação elétrica

Os cabos de alimentação podem ser permanentemente conectados aos terminais na caixa de ligação principal quando a resistência de isolamento do estator tiver sido medida, consulte o *Capítulo 7.6.4 Teste de resistência do isolamento*.

Verifique a conexão dos cabos de alimentação:

- Verifique se os parafusos do terminal do condutor foram apertados com o torque adequado
- Verifique se os cabos de alimentação estão adequadamente direcionados
- Verifique se os cabos de alimentação não estão tensionados
- Verifique as conexões do equipamento auxiliar

**OBSERVAÇÃO:** Se a máquina for enviada sem uma caixa de ligação principal, consulte o *Capítulo 4.3.4.1 Entrega sem a caixa de ligação principal*.

**A seguir, uma observação sobre o tipo de proteção: Todas as máquinas em áreas classificadas**

**OBSERVAÇÃO:** Se um aquecedor anti condensação, sem autorregulador, for ligado imediatamente após o motor ter sido desligado, tome as medidas adequadas para controlar a temperatura interna da carcaça do motor. Os aquecedores anti condensação podem ser operados somente dentro de um ambiente com temperatura controlada.

## 5.5 Equipamento de controle e proteção

### 5.5.1 Geral

A máquina possui detectores de temperatura que são conectados a um sistema de proteção e monitoramento de temperatura. O local e o tipo, assim como as configurações desses detectores, podem ser encontrados no desenho dimensional e no diagrama de conexões da máquina.

O nível de alarme de temperatura para os detectores de temperatura da resistência (RTD, Pt-100) deve ser definido o mais baixo possível. O nível pode ser determinado com base nos resultados de testes, ou na temperatura operacional observada. O alarme de temperatura pode ser definido em 10 K (20 °F) mais alto do que a temperatura operacional da máquina durante a carga máxima na temperatura ambiente máxima.

Se um sistema de monitoramento de temperatura de duas funções for usado, o nível mais baixo normalmente é usado como um nível de alarme e o mais alto como um nível de disparo.

**OBSERVAÇÃO:** Caso a máquina dispare, o motivo deve ser encontrado e eliminado antes de a máquina ser reiniciada. No caso de um alarme, encontre o motivo e corrija a situação. Use o guia de solução de problemas, consulte o *Capítulo 8.1 Solução de problemas*.

**A seguir, uma observação sobre o tipo de rotor: Rotor de ímã permanente**

**OBSERVAÇÃO:** As máquinas síncronas de ímã permanente possuem termistores e/ou elementos de resistência Pt-100. O uso desses elementos de proteção é obrigatório para evitar o risco de sobrecarregar da máquina.

### 5.5.2 Temperatura de enrolamento do estator

#### 5.5.2.1 Geral

Os enrolamentos do estator são fabricadas de acordo com o aumento de temperatura de classe F, que apresenta um limite de temperatura de 155 °C (300 °F). Uma alta temperatura envelhecerá o isolamento e diminuirá a vida útil do enrolamento. Portanto, uma consideração minuciosa deve ser feita ao decidir os níveis de alarme e disparo da temperatura para o enrolamento.

#### 5.5.2.2 Detectores de temperatura resistivos

**Configurações recomendadas de temperatura máxima:**

Para determinar as configurações de temperatura, consulte o diagrama de conexões enviado com a máquina. Recomenda-se aplicar o método descrito no *Capítulo 5.5.1 Geral* quando o alarme de temperatura estiver sendo configurado.

#### 5.5.2.3 Termistores

Para máquinas com termistores (PTC), a temperatura operacional dos termistores pode ser encontrada no diagrama de conexões. A função operacional pode ser escolhida para ser um sinal de disparo ou alarme. Se a máquina possuir seis termistores, tanto os sinais de alarme quanto de disparo podem ser usados respectivamente.

## 5.5.3 Controle da temperatura do mancal

### 5.5.3.1 Geral

Os mancais podem ser equipados com detectores de temperatura para o monitoramento das temperaturas dos mancais. A viscosidade da graxa ou do óleo em uso ficará menor em função da temperatura mais alta. Quando a viscosidade cair abaixo de um certo limite, acabará a capacidade de formação de uma película lubrificante dentro do mancal; assim, o mancal falhará e, possivelmente, como resultado disso, podem ocorrer danos no eixo.

Se a máquina possuir detectores de temperatura da resistência, a temperatura dos mancais deverá, preferivelmente, ser monitorada de modo contínuo. Se a temperatura de um mancal começar a subir inesperadamente, a máquina deverá ser desligada no mesmo instante, visto que a elevação de temperatura pode indicar uma falha do mancal.

### 5.5.3.2 Detectores de temperatura resistivos

#### Configurações recomendadas de temperatura máxima:

Para determinar as configurações de temperatura, consulte o diagrama de conexões enviado com a máquina. Recomenda-se aplicar o método descrito no *Capítulo 5.5.1 Geral* quando o alarme de temperatura estiver sendo configurado.

### 5.5.3.3 Termistores

Para mancais de rolos com termistores (PTC), a temperatura operacional dos termistores pode ser encontrada no diagrama de conexões. A função operacional pode ser escolhida para ser um sinal de disparo ou alarme. Se os mancais de rolos possuírem dois termistores, tanto os sinais de alarme quanto de disparo poderão ser usados, respectivamente.

## 5.5.4 Equipamento de proteção

A máquina deve ser protegida contra a diversidade de distúrbios, falhas e sobrecarga que podem danificá-la. A proteção deverá ser feita de acordo com as instruções e regulamentações de cada país onde a máquina for usada.

Os valores do parâmetro da máquina para as configurações do relé são informados no documento "Dados de desempenho da máquina", que é parte da documentação fornecida com a máquina.

OBSERVAÇÃO: O fabricante da máquina não é responsável por ajustar o equipamento de proteção no local.

## 5.6 Primeira partida de teste

### 5.6.1 Geral

A primeira partida de teste é um procedimento padrão realizado depois de o procedimento de instalação e alinhamento ter sido concluído, as conexões mecânicas e elétricas terem sido feitas, o procedimento de comissionamento ter sido processado e os dispositivos de proteção terem sido ativados.

OBSERVAÇÃO: Se possível, a primeira partida é feita com o acoplamento desacoplado entre a máquina acionadora e a acionada. A carga na máquina deve, em qualquer caso, ser a menor possível.

### 5.6.2 Precauções antes da primeira partida de teste

Uma inspeção visual da máquina e de seus equipamentos é feita antes da primeira partida de teste. Verifica-se se todas as tarefas, verificações e ajustes foram realizados.

Antes da partida de teste, as seguintes verificações e medições devem ser feitas:

- Se a metade do acoplamento não estiver montada, a chave de extensão do eixo deverá estar travada ou removida

**A seguir, um marcador com o tipo de mancal: Mancal deslizante**

- Os reservatórios de óleo do mancal deslizante e os possíveis sistemas de fornecimento de óleo são abastecidos com o óleo recomendado, no nível correto. O sistema de fornecimento de óleo é ligado

**A seguir, um marcador com o tipo de mancal: Mancal de rolamento**

- O rotor é girado manualmente, e verifica-se se os mancais não emitem nenhum ruído anormal. Para girar o rotor com mancais de bucha, é necessário um braço de alavanca simples

**A seguir, um marcador com o tipo de mancal: Mancal de rolamento com névoa de óleo**

- Os sistemas de suprimento de óleo são abastecidos com o óleo recomendado no nível correto. O sistema de fornecimento de óleo é ligado.

**A seguir, um marcador com o método de resfriamento: Ar-água**

- No caso de máquinas resfriadas a água, a água de resfriamento é ligada. O aperto de flanges e da unidade de resfriamento é verificado
- As conexões de cabeamento, cabos e barramentos são verificadas de acordo com o diagrama de conexões
- As conexões e os dispositivos de aterramento são verificados
- Os relés de alarme, partida, controle e proteção de cada dispositivo são inspecionados
- A resistência de isolamento do enrolamento e outros equipamentos são verificados
- As tampas da máquina são montadas e as vedações de eixos são encaixadas firmemente
- A máquina e o ambiente são limpos

**A seguir, um marcador sobre o tipo de proteção: Ex p**

- A carcaça da máquina Ex foi purgada e está pressurizada. Consulte as instruções sobre o sistema de purga e pressurização.

## 5.6.3 Partida

A primeira partida deve durar cerca de um (1) segundo, durante o qual a direção e a rotação da máquina são verificadas. A direção da rotação dos possíveis motores da ventilação forçada também deve ser verificada. Verifica-se também se as peças rotativas não entram em contato com as peças fixas.

**OBSERVAÇÃO:** Se a máquina não dispuser de um mancal localizado axialmente e for operada desacoplada, será normal o eixo mover-se axialmente antes de estabilizar-se.

### 5.6.3.1 Direção da rotação

O objetivo da primeira partida é verificar a direção da rotação da máquina. A máquina deve girar na mesma direção que a mostrada com uma seta localizada na carcaça ou na tampa do ventilador. A direção da rotação do motor da ventilação forçada é indicada por uma seta próxima ao motor da ventoinha. A máquina pode ser operada somente na direção de rotação especificada. A direção da rotação é indicada na placa de marcação, consulte o *Apêndice Posição típica das placas*.

As máquinas adequadas para a reversão da operação são marcadas com uma seta bidirecional na placa de identificação, assim como na carcaça.

Se a direção desejada da rotação por alguma razão for diferente daquela especificada na máquina, os ventiladores de resfriamento, no circuito de arrefecimento interno e/ou externo, deverão ser substituídos, assim como o carimbo na placa de identificação.

Para alterar a direção da rotação, troque as fases da fonte de alimentação.

**A seguir, um capítulo sobre o tipo de rotor: Anéis deslizantes**

### 5.6.3.2 Partida de máquinas com anéis deslizantes

As máquinas com anéis deslizantes não podem ser operadas sem um regulador de partida. O regulador de partida geralmente é uma resistência variável conectada a cada fase do rotor através de anéis deslizantes. A seleção do regulador é feita de acordo com o torque e a corrente de partida necessários. A partida geralmente é feita com corrente e torque nominais.

Durante a partida, a resistência do regulador de partida é diminuída e a velocidade do conjugado máximo é alterada em favor de uma velocidade mais alta. A velocidade da máquina fica sempre entre a velocidade real do conjugado máximo e a velocidade síncrona. A operação entre a inatividade e o máximo conjugado, ou a interrupção durante a partida, não é permitida.

**OBSERVAÇÃO:** Caso a partida da máquina não seja realizada com a verificação dos ajustes de todo o mecanismo do anel deslizante, poderão ocorrer sérios problemas. As conexões ao regulador de partida e suas funções também devem ser verificadas.

**OBSERVAÇÃO:** O dispositivo de elevação da escova deve estar na posição de partida antes da partida da máquina.

**A seguir, um capítulo sobre o tipo de proteção: Ex p**

### 5.6.3.3 Partida de máquinas Ex p

O invólucro da máquina Ex p tem proteção contra explosões durante a operação por meio de pressurização. Antes da pressurização, a carcaça da máquina deve ser purgada com ar limpo. Instruções detalhadas de comissionamento para o equipamento de purga e pressurização são apresentadas em um manual separado. Se houver vazamentos de ar evidentes no invólucro da máquina, as juntas que apresentam vazamento deverão ser adequadamente vedadas.

O sistema de purga e pressurização deve ser incluído no sistema de intertravamento de partida. Conecte os sinais do interruptor do status e do alarme da unidade ao sistema de controle do disjuntor principal. Isso garante que não será possível dar a partida na máquina antes de a purga ser concluída e que o invólucro da máquina está pressurizado.

## 5.7 Operação da máquina pela primeira vez

Após uma primeira partida bem-sucedida, o acoplamento entre a máquina acionadora e a acionada deve ser conectado e a máquina pode ser reiniciada.

### 5.7.1 Supervisão durante a primeira operação

Durante a operação da máquina pela primeira vez, verifica-se se a máquina funciona como previsto. O nível de vibração, a temperatura dos enrolamentos e mancais e os outros equipamentos são frequentemente monitorados. Se a máquina funcionar como previsto, ela poderá ser deixada em operação por um período mais longo.

Verifique a carga operacional da máquina comparando a corrente de carga ao valor mostrado na placa de identificação da máquina.

Registre as leituras de temperatura apresentadas pelos detectores de temperatura colocados nos enrolamentos e possivelmente nos mancais. Verifique as temperaturas frequentemente para garantir que elas permaneçam abaixo dos limites. Recomenda-se o monitoramento contínuo da temperatura.

**OBSERVAÇÃO:** Se o detector da temperatura da resistência (RTD, Pt-100) ou equivalente não estiver disponível, a temperatura da superfície da área do mancal deverá, se possível, ser medida. A temperatura do mancal é aproximadamente 10 °C (20 °F) maior que a temperatura da superfície.

Em caso de desvios da operação normal prevista, por exemplo, temperaturas elevadas, ruído ou vibração, desligue a máquina e descubra os motivos para os desvios. Se necessário, consulte o fabricante da máquina.

**OBSERVAÇÃO:** Não desengate os dispositivos de proteção durante a operação da máquina ou durante a busca por um motivo para o funcionamento inesperado da máquina.

### 5.7.2 Verificações durante a operação da máquina

Durante os primeiros dias de operação, é importante manter uma supervisão detalhada da máquina, caso ocorram quaisquer alterações na vibração ou nos níveis de temperatura ou sons anormais.

### 5.7.3 Mancais

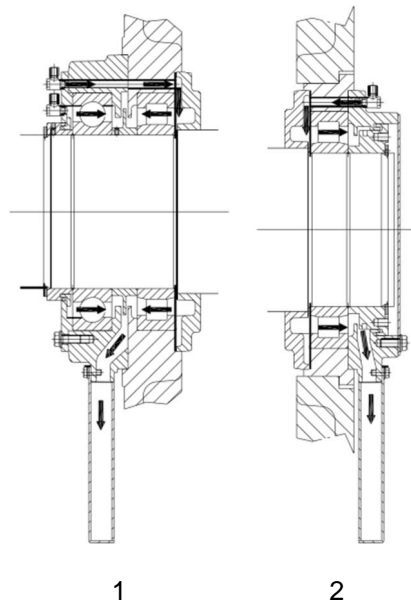
As máquinas elétricas rotativas fabricadas pela ABB possuem mancais deslizantes ou de rolos.

**A seguir, um capítulo sobre o tipo de mancal: Mancal de rolamento**

#### 5.7.3.1 Máquinas com mancais de rolos

No caso de uma máquina recém-instalada ou uma máquina que ficou fora de serviço por mais de 2 meses, injete nova graxa nos mancais imediatamente após a partida. Isso garante que os mancais tenham graxa fresca e que o intervalo de reaplicação automática de graxa seja válido.

A nova graxa deve ser injetada quando a máquina estiver em operação, sendo injetada até que a graxa antiga ou o excesso da graxa nova seja liberado através do canal de lubrificação na parte inferior da caixa do mancal, consulte a *Figura 30 Exemplo de canal de lubrificação através do arranjo do mancal da máquina horizontal*.



1. Extremidade acoplada
2. Extremidade não acoplada

**Figura 30 Exemplo de canal de lubrificação através do arranjo do mancal da máquina horizontal**

**OBSERVAÇÃO:** A aplicação de graxa inicial pode levar diversas porções de graxa (3 a 10 vezes a quantidade mencionada na placa de lubrificação).

**OBSERVAÇÃO:** O intervalo de reaplicação do lubrificante nunca será maior que 12 meses.

O tipo de graxa original usado está na máquina, na placa do mancal. Os tipos aceitáveis de graxa podem ser encontrados no *Capítulo 7.5.3 Mancais de rolos*.

**OBSERVAÇÃO:** Não misture graxas!! Deve haver apenas um tipo de graxa dentro do mancal, e não mistura de dois ou mais tipos de graxa.

A temperatura dos mancais inicialmente aumentará devido ao excesso de graxa. Após algumas horas, o excesso de graxa será liberado através da válvula de lubrificação, e a temperatura do mancal retornará à temperatura operacional normal.

Se disponível, após a máquina tiver sido colocada em operação por várias horas, meça as vibrações ou os valores SPM dos bocais SPM e registre os valores para uso em referências futuras.

**A seguir, um capítulo sobre o tipo de mancal: Mancal deslizante**

### 5.7.3.2 Máquinas com mancais deslizantes

Certifique-se de que nenhuma peça rotativa raspe em peças fixas. Verifique através do visor de nível de óleo se o nível do óleo dentro do mancal está correto. O nível correto de óleo está indicado no meio do visor de nível de óleo, mas, desde que esse nível esteja dentro do visor do nível de óleo, o nível será aceitável.

Verifique a temperatura e o nível de óleo dos mancais continuamente no início. Isso é especialmente importante para os mancais auto lubrificados. Se a temperatura do mancal se elevar repentinamente, a máquina deve ser imediatamente parada, e o motivo para a elevação da temperatura deve ser encontrado antes de a máquina ser reiniciada. Se nenhum motivo lógico for encontrado com os equipamentos de medição, recomenda-se que o mancal seja aberto e suas condições sejam verificadas. Se a máquina estiver dentro da garantia, a fábrica de produção deve sempre ser contatada antes que qualquer ação seja tomada.

Para mancais auto lubrificados, a rotação do anel lubrificante de óleo é verificada através da janela de inspeção na parte superior do mancal. Se o anel lubrificante não estiver girando, a máquina deverá ser imediatamente parada, já que um anel lubrificante parado ocasionará a falha do mancal.

Para máquinas lubrificadas por imersão, a pressão de fornecimento de óleo é ajustada com a válvula e o orifício de pressão. A pressão normal de fornecimento é de 125 kPa

$\pm 25$  kPa (18 psi  $\pm$  4 psi). Isso proporciona o fluxo correto de óleo ao mancal. O uso de uma pressão de fornecimento maior não proporciona benefícios adicionais, mas pode causar vazamentos de óleo no mancal. A taxa de fluxo de óleo também é especificada no desenho dimensional.

**OBSERVAÇÃO:** O sistema de lubrificação deve ser construído de maneira que a pressão dentro do mancal seja igual à pressão atmosférica (externa). A pressão de ar que entra no mancal tanto da tubulação de entrada quanto de saída de óleo causará vazamentos de óleo no mancal.

### 5.7.4 Vibrações

Para uma discussão abrangente sobre as vibrações, consulte o *Capítulo 7.4.2 Vibração e ruído*.

### 5.7.5 Níveis de temperatura

As temperaturas dos mancais, dos enrolamentos do estator e do ar de resfriamento devem ser verificadas quando a máquina estiver em funcionamento.

As temperaturas do enrolamento e do mancal não podem atingir uma temperatura estável até que várias horas (entre 4 e 8) tenham se passado, durante a operação em carga plena.

A temperatura do enrolamento do estator depende da carga da máquina. Se a carga plena não for obtida durante ou logo após o comissionamento, a carga e a temperatura atuais deverão ser observadas e incluídas no relatório de comissionamento.

Para obter as configurações recomendadas para os níveis de alarme e disparo, consulte o diagrama de conexões principais.

**A seguir, um capítulo sobre o tipo de resfriamento: Ar-ar e ar-água**

### 5.7.6 Trocadores de calor

Antes da partida, certifique-se de que as conexões estejam firmes e de que não haja vazamento no sistema. Após operar a máquina por algum tempo, o sistema de resfriamento deve ser verificado. Verifique se o fluido de resfriamento, onde for aplicável, e o ar estão circulando sem nenhuma obstrução.

**A seguir, um capítulo sobre o tipo de rotor: Anéis deslizantes**

### 5.7.7 Anéis deslizantes

Verifique se as escovas nos anéis deslizantes não estão produzindo faíscas.

## 5.8 Desligamento

O desligamento da máquina depende da aplicação, mas as principais diretrizes são:

- Reduzir a carga do equipamento acionado, se aplicável
- Abrir o disjuntor principal
- Ativar os possíveis aquecedores anti condensação, caso isso não seja feito automaticamente pelo mecanismo de comutação

***A seguir, um marcador sobre o tipo de resfriamento: Ar-água e camisa de água***

- Em máquinas resfriadas a água, desligue o fluxo da água de resfriamento para evitar a condensação dentro da máquina.

## Capítulo 6 Operação

### 6.1 Geral

Para garantir a operação sem problemas, a máquina deve ser cuidada e supervisionada com atenção.

Sempre antes da partida da máquina certifique-se de que:

- Os mancais estejam engraxados ou lubrificados com o óleo no nível correto, de acordo com as especificações técnicas do fabricante e o desenho dimensional
- O sistema de resfriamento esteja funcionando
- O invólucro da máquina tenha sido purgado e pressurizado, se aplicável
- Nenhuma manutenção esteja sendo realizada
- O pessoal e os equipamentos associados à máquina estejam prontos para a partida da máquina.

Para o procedimento de partida, consulte *Capítulo 5.6.3 Partida*.

Caso quaisquer desvios da operação normal prevista sejam observados, por exemplo, temperaturas elevadas, ruído ou vibração, desligue a máquina e descubra os motivos para os desvios. Se necessário, consulte o fabricante da máquina.

OBSERVAÇÃO: A máquina pode apresentar superfícies quentes durante a operação com carga.

#### ***A seguir, uma observação sobre o tipo de rotor: Rotor de ímã permanente***

OBSERVAÇÃO: Sobrecarregar a máquina pode causar a desmagnetização dos ímãs permanentes, assim como danos aos enrolamentos.

### 6.2 Condições normais de operação

As máquinas fabricadas pela ABB são desenvolvidas individualmente para operarem em condições normais, de acordo com as normas IEC ou NEMA, especificações do cliente e normas internas da ABB.

As condições de operação, como a temperatura ambiente máxima e a altura máxima de operação, são especificadas na folha de dados de desempenho enviada como parte da documentação do projeto. A fundação deve estar livre de vibração externa, e o ar circundante deve estar livre de poeira, sal e gases corrosivos ou substâncias químicas

OBSERVAÇÃO: As precauções de segurança apresentadas em *Instruções de segurança* no início do manual devem ser sempre observadas.

### 6.3 Número de partidas

O número de partidas consecutivas permitidas das máquinas fornecidas em linha direta depende essencialmente das características da carga (curva de torque X velocidade de rotação, inércia), e do tipo e projeto da máquina. Muitas partidas e/ou partidas muito pesadas causam temperaturas e tensões excepcionalmente altas sobre a máquina, acelerando, assim, o envelhecimento da máquina e ocasionando uma vida útil atipicamente menor ou, até mesmo, a falha da máquina.

Para obter informações sobre as partidas anuais ou consecutivas permitidas, consulte a folha de dados de desempenho ou consulte o fabricante. As características da carga da aplicação são necessárias para determinar a frequência de partida. Como base, o número máximo de partidas em uma aplicação típica é de 1 000 partidas por ano.

Um sistema de contagem para o controle do número de partidas deve ser usado, e os intervalos de manutenção devem ser determinados com base nas horas operacionais equivalentes, consulte o *Capítulo 7.3 Programa de manutenção*.

OBSERVAÇÃO: As precauções de segurança apresentadas em *Instruções de segurança* no início do manual devem ser sempre observadas.

## 6.4 Supervisão

O pessoal responsável pela operação deve inspecionar a máquina em intervalos regulares. Isso significa que eles devem ouvir, observar e cheirar a máquina e os equipamentos a ela associados, a fim de obter uma percepção favorável à condição operacional normal.

O objetivo da inspeção de supervisão é familiarizar o pessoal com o equipamento. Ela é essencial para a detecção e o conserto de ocorrências anormais em tempo.

A diferença entre a supervisão e a manutenção não é nitidamente definida. A supervisão normal da operação inclui o registro dos dados operacionais, como a carga, as temperaturas e vibrações. Esses dados são uma base útil para a manutenção e o serviço.

- Durante o primeiro período de operação (- 200 horas) a supervisão deve ser intensa. As temperaturas dos mancais e dos enrolamentos, a carga, a corrente, o resfriamento, a lubrificação e a vibração deverão ser frequentemente verificados.
- Durante o período de trabalho seguinte (200 - 1.000 horas), uma verificação diária é suficiente. Um registro das inspeções de supervisão deve ser arquivado e salvo para referência posterior. O tempo entre as inspeções pode ser estendido se a operação for contínua e estável.

Para obter as listas de verificação relevantes, consulte o *Apêndice Relatório de comissionamento*.

### 6.4.1 Mancais

As temperaturas e a lubrificação do mancal devem ser monitoradas cuidadosamente. Consulte o *Capítulo 5.7.3 Mancais*.

### 6.4.2 Vibrações

Os níveis de vibração do sistema da máquina acionadora-acionada devem ser monitorados. Consulte o *Capítulo 7.4.3 Vibrações na caixa do mancal*.

### 6.4.3 Temperaturas

As temperaturas dos mancais, dos enrolamentos do estator e do ar de resfriamento devem ser verificadas quando a máquina estiver em funcionamento. Consulte *Capítulo 5.7.5 Níveis de temperatura*.

**A seguir, um capítulo sobre o tipo de resfriamento: Ar-ar e ar-água**

### 6.4.4 Trocador de calor

Certifique-se de que as conexões estejam firmes e de que não haja vazamentos no sistema. Verifique se o fluido de resfriamento, onde for aplicável, e o ar estão circulando sem nenhuma obstrução.

**A seguir, um capítulo sobre o tipo de rotor: Anéis deslizantes**

### 6.4.5 Unidade do anel deslizante

Atente-se ao desgaste das escovas de carbono e substitua-as antes que o limite de desgaste seja alcançado. Verifique se as escovas não estão emitindo faíscas.

Certifique-se de que as superfícies do anel deslizante permaneçam lisas. Se isso não ocorrer, os anéis deslizantes deverão ser alisados em um torno. Sob condições ideais, uma camada regular de pátina marrom se formará sobre os anéis deslizantes durante as primeiras horas de operação.

Verifique a firmeza do alojamento do anel deslizante. A entrada de água, graxa, óleo ou poeira no alojamento não deve ser permitida.

## 6.5 Acompanhamento

O acompanhamento da operação inclui o registro dos dados operacionais, como a carga, as temperaturas e vibrações. Esses dados são uma base útil para a manutenção e o serviço.

## 6.6 Desligamento

Quando a máquina não está em operação, os aquecedores anti condensação devem ser ligados, onde forem aplicáveis. Isso é feito para evitar o efeito da condensação dentro da máquina.

***A seguir, um parágrafo sobre o método de resfriamento: Ar-água e camisa de água***

Para máquinas com resfriamento a água, o fornecimento da água de resfriamento deve ser desligado, a fim de evitar-se a condensação dentro da máquina.

OBSERVAÇÃO: A tensão pode ser conectada à caixa de ligação para o elemento aquecedor.

# Capítulo 7 Manutenção

## 7.1 Manutenção preventiva

Uma máquina elétrica rotativa geralmente compõe uma parte importante de uma instalação mais ampla e, se receber supervisão e manutenção corretas, apresentará operação segura e garantirá uma vida útil normal.

Portanto, o objetivo da manutenção é:

- Garantir que a máquina funcione de maneira confiável sem ações ou intervenções imprevistas
- Estimar e planejar ações de manutenção a fim de minimizar o tempo de inatividade.

A diferença entre a supervisão e a manutenção não é nitidamente definida. A supervisão normal da operação e manutenção inclui registrar os dados operacionais, como carga, temperaturas, vibrações, além de verificar a lubrificação e medir as resistências de isolamento.

Após o comissionamento ou a manutenção, a supervisão deve ser intensa. A temperatura dos mancais e dos enrolamentos, a carga, a corrente, o resfriamento, a lubrificação e a vibração deverão ser frequentemente verificados.

Este capítulo apresenta recomendações relacionadas ao programa de manutenção e a instruções de trabalho sobre como conduzir tarefas comuns de manutenção. Essas instruções e recomendações devem ser lidas cuidadosamente e usadas como base durante o planejamento do programa de manutenção. Observe que as recomendações de manutenção apresentadas neste capítulo representam um nível mínimo de manutenção. Ao intensificar as atividades de manutenção e supervisão, aumentarão a confiabilidade da máquina e a disponibilidade em longo prazo.

Os dados obtidos durante a supervisão e a manutenção são úteis para a estimativa e o planejamento de serviços adicionais. Caso alguns desses dados indiquem algo fora do comum, os guias de solução de problemas no *Capítulo 8 Solução de problemas* ajudarão a localizar o motivo do problema.

A ABB recomenda o uso de especialistas na criação de programas de manutenção, bem como na realização da própria manutenção e de possíveis soluções de problemas. O departamento de atendimento para geradores e motores de indução da ABB estará pronta para ajudar nesses casos. As informações de contato do departamento de pós-vendas da ABB podem ser encontradas no *Capítulo 9.1.3 Informações de contato do atendimento para geradores e motores*.

Uma parte essencial da manutenção preventiva é dispor de uma seleção de peças sobressalentes adequadas. A melhor maneira de ter acesso a peças sobressalentes essenciais é mantê-las no estoque. Pacotes de peças sobressalentes prontos para uso podem ser obtido por meio do departamento de pós-vendas da ABB. Consulte o *Capítulo 9.1.3 Informações de contato do atendimento para geradores e motores*.

## 7.2 Precauções de segurança

Antes de trabalhar com qualquer equipamento elétrico, é necessário levar em consideração as medidas gerais de segurança elétrica, bem como respeitar as regulamentações locais a fim de evitar danos pessoais. Isso deve ser feito de acordo com as instruções da equipe de segurança.

A equipe que realizar a manutenção de instalações e equipamentos elétricos deve ser altamente qualificada. Ela deve receber treinamento e ter experiência nos testes e procedimentos de manutenção específicos que são necessários para as máquinas elétricas rotativas.

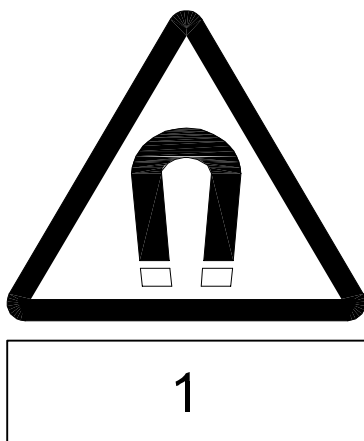
### **A seguir, três parágrafos sobre o tipo de proteção: Todas as máquinas em áreas classificadas**

As máquinas em áreas classificadas são projetadas especialmente para atender regulamentos oficiais referentes ao risco de explosão. Se forem usadas inadequadamente, mal conectadas ou alteradas, independentemente da ação realizada, sua confiabilidade poderá ser questionada.

As normas relacionadas à conexão e ao uso de dispositivos elétricos em áreas classificadas devem ser levadas em consideração, especialmente as normas nacionais de instalação (consulte as normas: IEC 60079-14, IEC 6000-17 e IEC 6007-19). Somente equipes qualificadas e familiarizadas com essas normas devem manusear esse tipo de dispositivo.

Desconecte e trave antes de trabalhar com a máquina ou o equipamento acionados. Certifique-se de que nenhuma atmosfera explosiva esteja presente enquanto o trabalho estiver em andamento.

Para obter instruções gerais de segurança, consulte as *Instruções de segurança* no início do manual.

**A seguir, uma observação sobre o tipo de rotor: Rotor de ímã permanente****OBSERVAÇÃO:**

A máquina síncrona de ímã permanente produz tensão quando o eixo está girando. Evite a rotação do eixo antes de abrir a caixa de ligação. Não abra nem toque nos terminais desprotegidos enquanto o eixo da máquina estiver girando. Siga as *Instruções de segurança* no início do manual.

- 1.missão de campo magnético  
Categoria 2  
EN 12198

**A seguir, uma observação sobre o tipo de aplicação: Inversor de frequência****OBSERVAÇÃO:**

Os terminais de uma máquina com alimentação por inversor de frequência podem estar energizados mesmo quando a máquina estiver parada.

## 7.3 Programa de manutenção

Este capítulo apresenta um programa de manutenção recomendado para as máquinas ABB. Esse programa de manutenção é generalizado e deve ser considerado como tendo um nível de manutenção mínimo. A manutenção deve ser intensificada quando as condições locais forem exigentes ou for necessária uma confiabilidade muito alta. Deve-se observar que, mesmo quando o programa de manutenção for seguido, serão necessárias supervisão e observação normais das condições da máquina.

Observe que, apesar de os programas de manutenção abaixo terem sido personalizados para se adequarem à máquina, eles poderão conter referências a acessórios não disponíveis em todas as máquinas.

O programa de manutenção baseia-se em quatro níveis de manutenção, que se intercalam de acordo com as horas de operação. A quantidade de trabalho e de inatividade varia; portanto, o nível 1 inclui, principalmente, inspeções visuais rápidas, e o nível 4, medidas e substituições mais exigentes. Mais informações sobre os pacotes de peças sobressalentes adequados para essas manutenções podem ser encontradas no *Capítulo 9.2 Peças sobressalentes para máquinas elétricas rotativas*. O intervalo de manutenção recomendado pode ser consultado na *Tabela 5 - Intervalos de manutenção*. A recomendação para hora de operação neste capítulo é determinada em horas operacionais equivalentes (Eq. h), que podem ser contadas de acordo com a seguinte fórmula:

**A seguir, um parágrafo sobre o tipo de aplicação: Inversor de frequência**

*Horas operacionais equivalentes (Eq. h) = horas reais de operação*

**A seguir, um parágrafo sobre o tipo de aplicação: Inversor de frequência**

*Horas operacionais equivalentes (Eq. h) = horas reais de operação + número de partidas x 20*

**Nível 1 (L1)**

A manutenção de nível 1 ou L1 consiste em inspeções visuais e manutenção leve. O objetivo dessa manutenção é verificar, rapidamente, se os problemas estão começando a se desenvolver antes que causem falhas e interrupções de manutenção não programadas. Esse nível também oferece sugestões sobre que ações de manutenção devem ser realizadas na próxima vistoria mais ampla.

A duração estimada de manutenção é de 4 a 8 horas, dependendo do tipo e da instalação da máquina e do escopo das inspeções. As ferramentas para essa manutenção incluem ferramentas comuns de manutenção, como chaves inglesas e chaves de fenda. As preparações consistem na abertura das tampas de inspeção. Recomenda-se que, pelo menos, o pacote de peças sobressalentes operacionais esteja disponível no início dessa manutenção. Os pacotes são mostrados no *Capítulo 9.2.5 Peças típicas recomendadas em diferentes conjuntos*.

A primeira manutenção de nível 1 deve ser realizada após 4 000 horas operacionais equivalentes ou seis meses após o comissionamento. Posteriormente, a manutenção L1 deverá ser realizada anualmente no meio do período entre as manutenções de nível 2. Consulte a *Tabela 5 - Intervalos de manutenção*.

### Nível 2 (L2)

A manutenção de nível 2 ou L2 consiste, principalmente, em inspeções e testes, além de pequenas tarefas de manutenção. O objetivo dessa manutenção é descobrir se há problemas na operação da máquina e realizar pequenos reparos, garantindo uma operação ininterrupta.

A duração estimada da manutenção é de 8 a 16 horas, dependendo do tipo e da instalação da máquina e da quantidade de manutenção a ser feita. As ferramentas para essa manutenção incluem ferramentas comuns de manutenção, como multímetro, torquímetro e testador de resistência de isolamento. As preparações consistem na abertura das tampas de inspeção e dos mancais se necessário. As peças sobressalentes adequadas para esse nível de manutenção estão incluídas no pacote de peças sobressalentes operacionais. Os pacotes são mostrados no *Capítulo 9.2.5 Peças típicas recomendadas em diferentes conjuntos*.

A primeira manutenção de nível 2 deve ser realizada após 8 000 horas operacionais equivalentes ou um ano após o comissionamento. Posteriormente, a manutenção L2 deve ser realizada anualmente ou após cada 8 000 horas operacionais equivalentes. Consulte a *Tabela 5 - Intervalos de manutenção*.

### Nível 3 (L3)

A manutenção de nível 3 ou L3 consiste na realização de inspeções extensas, testes e tarefas maiores de manutenção que surgiram durante as manutenções L1 e L2. O objetivo dessa manutenção é reparar os problemas encontrados e substituir peças sujeitas ao desgaste.

A duração estimada da manutenção é de 16 a 40 horas, dependendo do tipo e da instalação da máquina e da quantidade de reparos e substituições a serem feitos. As ferramentas para essa manutenção incluem as mesmas ferramentas do L2, além de um endoscópio e um osciloscópio. As preparações consistem na abertura das tampas de inspeção, dos mancais e do resfriador de água, se aplicável. As peças sobressalentes adequadas para esse nível de manutenção estão incluídas no pacote de peças sobressalentes recomendadas. Os pacotes são mostrados no *Capítulo 9.2.5 Peças típicas recomendadas em diferentes conjuntos*.

A manutenção de nível 3 deve ser realizada após cada 24 000 horas operacionais equivalentes ou em um intervalo de três a cinco anos. Quando a manutenção L3 é realizada, ela substitui as manutenções L1 ou L2 programadas sem afetar a rotatividade. Consulte a *Tabela 5 - Intervalos de manutenção*.

### Nível 4 (L4)

A manutenção de nível 4 ou L4 consiste na realização de inspeções e tarefas de manutenção extensas. O objetivo dessa manutenção é restaurar a máquina deixando-a em uma condição operacional confiável.

A duração estimada da manutenção é de 40 a 80 horas, dependendo principalmente das condições da máquina e das ações de condicionamento necessárias. As ferramentas para essa manutenção incluem as mesmas ferramentas do L3, além do equipamento de remoção do rotor. As preparações consistem na abertura das tampas de inspeção, dos mancais e do resfriador de água, se aplicável, e na remoção do rotor.

A quantidade de peças sobressalentes necessária para esse nível de manutenção precisa ser determinada antes da manutenção. É necessário ter, pelo menos, a peça sobressalente recomendada. As peças sobressalentes incluídas no pacote básico de peças sobressalentes garantiriam uma execução rápida e eficaz dessa manutenção.

A manutenção de nível 4 deve ser realizada após cada 80 000 horas operacionais equivalentes. Quando a manutenção L4 é realizada, ela substitui as manutenções L1, L2 ou L3 programadas, sem afetar a rotatividade. Consulte a *Tabela 5 - Intervalos de manutenção*.

## 7.3.1 Programa de manutenção recomendada

Abreviações usadas no programa de manutenção:

- V = verificação visual
- C = limpeza
- D = desmontagem e montagem
- R = condicionamento ou substituição
- T = teste e medição.

Nem todas as opções se aplicam a todas as máquinas.

Tabela 5. Intervalos de manutenção

<b>INTERVALOS DE MANUTENÇÃO</b>			
Em horas operacionais equivalentes ou no período de tempo, o que ocorrer primeiro			
L1	L2	L3	L4
4 000	8 000	24 000	80 000
12 000 20 000	16 000		
28 000			
½ ano	Anual	3 a 5 anos	Vistoria

### 7.3.1.1 Construção geral

Objeto da manutenção	L1	L2	L3	L4	Verificação/Teste
Operação da máquina	V/T	V/T	V/T	V/T	Partida, desligamento, medição da vibração e ponto sem carga
Montagem e fundação	V	V/T	V/T	V/T/D	Rachaduras, ferrugem e alinhamento
Exterior	V	V	V	V	Ferrugem, vazamento e condições
Fixações	V	V/T	V/T	V/T	Aperto de todas as fixações
Parafusos de fixação	V	V	V/T	V/T	Fixação, condição

### 7.3.1.2 Conexão da alimentação principal

Objeto da manutenção	L1	L2	L3	L4	Verificação/Teste
Cabeamento de alta tensão	V	V/T	V/T	V/T/D	Desgaste, fixação
Conexões de alta tensão	V	V/T	V/T	V/T/D	Oxidação, fixações
Acessórios da caixa de terminais, ou seja, capacitores de sobretensão, para-raios e transformadores de corrente	V	V	V	V	Condição geral
Passagens de cabos	V	V	V	V	Condições de cabos que entram na máquina e que ficam dentro da máquina

### 7.3.1.3 Estator e rotor

Objeto da manutenção	L1	L2	L3	L4	Verificação/Teste
Núcleo do estator	V	V	V	V/C	Conserto, rachaduras e soldas
Isolamento do enrolamento do estator	V	V/T	V/T/C	V/T/C	Desgaste, limpeza, resistência de isolamento e teste de isolamento das espiras (teste de alta tensão)
Saliências do enrolamento do estator	V	V	V	V	Danos no isolamento
Suportes do enrolamento do estator	V	V	V	V	Danos no isolamento
Cunhas das ranhuras do estator	V	V	V	V	Movimento, aperto
Barramentos do terminal do estator	V	V	V	V	Fixação, isolamento
Instrumentação	V	V	V	V	Condição dos cabos e de suas ligações

Objeto da manutenção	L1	L2	L3	L4	Verificação/Teste
Isolamento da bobina do rotor	V	V/T	V/T/C	V/T/C	Desgaste, limpeza, resistência do isolamento
Pesos de equilíbrio do rotor	V	V	V	V	Movimento
Centro do eixo	V	V	V	V	Rachadura, corrosão
Conexões no rotor	V	V	V/T	V/T	Fixação, condições gerais
Escovas de aterramento	V	V	V	V	Operação e condições gerais

OBSERVAÇÃO: Não é recomendado que máquinas totalmente blindadas sejam desmontadas e inspecionadas internamente com frequência maior do que a cada 3 a 5 anos (L3).

### 7.3.1.4 Equipamentos auxiliares

Objeto da manutenção	L1	L2	L3	L4	Verificação/Teste
Elementos Pt-100 (estator, ar refrigerante e mancal)	V	V/T	V/T	V/T	Resistência
Aquecedores anti condensação	V	V/T	V/T	V/T	Operação e resistência do isolamento
Codificadores	V	V	V/T	V/T	Operação, condições gerais e alinhamento
Caixas de terminais auxiliares	V	V/T	V/T	V/T	Condições gerais, terminais e condições da fiação

*A seguir, uma tabela para o tipo de rotor: Anéis deslizantes*

### 7.3.1.5 Unidade do anel deslizante

Objeto da manutenção	L1	L2	L3	L4	Verificação/Teste
Montagem	V	V/C	V/C	V/C	Montagem e isolamento
Suportes das escovas	V	V/T	V/T	V/T	Alinhamento
Escovas	V	V/T	V/T	V/T	Arqueamento e folga
Cabeamento do anel coletor	V	V	V	V	Desgaste, arqueamento
Anéis coletores	V/T	V/T	V/T	V/T	Desgaste, circularidade e pátina
Mecanismo da escova	V	V/T	V/T	V/T	Resistência do isolamento
Elementos Pt-100	V	V/T	V/T	V/T	Resistência
Aquecedores anti condensação	V	V/T	V/T	V/T	Operação e resistência do isolamento
Codificadores	V	V	V/T	V/T	Operação, condições gerais e alinhamento
Caixas de terminais auxiliares	V	V/T	V/T	V/T	Condições gerais, terminais e condições da fiação

### 7.3.1.6 Sistema de lubrificação e mancais

*A seguir, uma tabela para o tipo de mancal: Mancal deslizante*

Objeto da manutenção	L1	L2	L3	L4	Verificação/Teste
Mancal durante operação	T	T	T/R	T/R	Condições gerais, ruído adicional e vibração
Desperdício de graxa	V	V/C	V/C	V/C	Condições, purga, limpeza da caixa de desperdício de graxa
Reaplicação de graxa	V	V/R	V/R	V/R	De acordo com placa do mancal
Vedações	V	V/D	V/D	V/D	Vazamento
Isolamento do mancal	V/C	V/C	V/C/T	V/C/T	Limpeza da blindagem lateral e resistência do isolamento

**A seguir, uma tabela para o tipo de mancal: Mancal deslizante**

Objeto da manutenção	L1	L2	L3	L4	Verificação/Teste
Montagem do mancal	V	V/T	V/T	V/T	Fixação, condições gerais
Cascos dos mancais	V	V	V/T/D	V/T/D	Condições gerais, desgaste
Vedações e gaxetas	V	V	V/T/D	V/T/D	Vazamento
Isolamento do mancal	V	V/T	V/T/D	V/T/D	Condições, resistência do isolamento
Tubulação de lubrificação	V	V	V/T/D	V/T/D	Vazamento, operação
Óleo de lubrificação	V/R	V/R	V/R	V/R	Quantidade, qualidade e fluxo
Anel lubrificador	V	V	V	V	Operação
Regulador do fluxo de óleo	V	V/T	V/T	V/T/D	Operação
Tanque de óleo	V	V/C	V/C	V/C	Limpeza, vazamento
Sistema de elevação	V	V/T	V/T	V/T	Operação
Aquecedor/Refrigerante de óleo	T	T	T	T	Temperatura do óleo

**7.3.1.7 Sistema de refrigeração****A seguir, uma tabela para o tipo de refrigeração: Ar livre**

Objeto da manutenção	L1	L2	L3	L4	Verificação/Teste
Ventilador(es)	V	V	V	V	Operação, condições
Filtros	V/C	V/C	V/C/R	V/C/R	Limpeza, operação
Passagens de ar	V	V/C	V/C	V/C	Limpeza, operação
Material para redução de ruído	V	V	V	V	Condição

**A seguir, uma tabela para o tipo de refrigeração: Ar-ar**

Objeto da manutenção	L1	L2	L3	L4	Verificação/Teste
Ventilador(es)	V	V	V	V	Operação, condições
Tubulações	V	V/C	V/C	V/C	Limpeza, operação
Dutos	V	V/C	V/C	V/C	Limpeza, operação
Aletas da placa	V	V/C	V/C	V/C	Condição geral
Amortecedor de vibrações	V	V	V	V	Condição e perfil
Material para redução de ruído	V	V	V	V	Condição

**A seguir, uma tabela para o tipo de refrigeração: Ar-água**

Objeto da manutenção	L1	L2	L3	L4	Verificação/Teste
Permutador de calor	V	V	V	V	Vazamento, operação e teste de pressão
Ventilador	V	V	V	V	Operação, condições
Tubulações	V	V/C	V/C	V/C	Limpeza, corrosão
Dutos	V	V/C	V/C	V/C	Limpeza, operação
Caixas finais	V	V/C	V/C	V/C	Vazamento, condição
Vedações e gaxetas	V	V/C	V/C	V/C	Vazamento, condição
Aletas da placa	V	V/C	V/C	V/C	Condição geral
Amortecedor de vibrações	V	V	V	V	Condição e perfil
Anodos protetores			V/C	V/C	Condição, atividade
Regulador do fluxo de água	V/T	V/T	V/T	V/T	Operação

## 7.4 Manutenção das construções gerais

Para garantir uma vida útil longa para a construção geral da máquina, o exterior da máquina deve ser mantido limpo e deve ser periodicamente inspecionado quanto a ferrugem, vazamentos e outros defeitos. A sujeira no exterior da máquina expõe a carcaça à corrosão e pode afetar o resfriamento da máquina.

### 7.4.1 O aperto das fixações

O aperto de todas as fixações deve ser verificado regularmente. Atenção especial deve ser dada à cimentação, aos parafusos de fixação e às peças do rotor, que devem permanecer sempre apertadas corretamente. Se as fixações dessas peças ficarem frouxas, isso poderá levar a danos repentinos e graves a toda a máquina.

Os valores gerais para os torques de aperto são apresentados na *Tabela 6 - Torques de aperto em geral*.

**Tabela 6. Torques de aperto em geral**

Tamanho	Torque de aperto em Nm (libras-pés) Classe de propriedade 8.8 para parafusos			
	Com óleo [Nm]	Com óleo [libras-pés]	Seco [Nm]	Seco [libras-pés]
M 4	2,7	2,0	3,0	2,2
M 5	5,0	3,7	5,5	4,1
M 6	9	6,6	9,5	7,0
M 8	22	12	24	18
M 10	44	32	46	34
M 12	75	55	80	59
M 14	120	88	130	96
M 16	180	130	200	150
M 20	360	270	390	290
M 24	610	450	660	490
M 27	900	660	980	720
M 30	1200	890	1300	960
M 36	2100	1500	2300	1700
M 39	2800	2100	3000	2200
M 42	3400	2500	3600	2700
M 48	5200	3800	5600	4100

**OBSERVAÇÃO:** Os valores na *Tabela 6 - Torques de aperto em geral* são generalizados e não se aplicam a vários itens, como diodos, isoladores de suporte, mancais, terminais de cabos ou fixações do polo, terminais de barramentos, supressores de surtos, capacitores, transformadores de corrente, pontes de tiristor e retificador ou se algum outro valor for dado em outra parte deste manual.

## 7.4.2 Vibração e ruído

Níveis altos ou crescentes de vibração indicam alterações nas condições da máquina. Níveis normais variam consideravelmente conforme a aplicação, o tipo e a fundação da máquina. Algumas razões comuns que podem causar altos níveis de vibração ou ruído são:

- Alinhamento, consulte *Capítulo 3 Instalação e alinhamento*
- Entreferro, consulte *Capítulo 3 Instalação e alinhamento*
- Dano ou desgaste do mancal
- Vibração em maquinário conectado, consulte *Capítulo 3 Instalação e alinhamento*
- Parafusos de fixação ou fixações frouxas, consulte *Capítulo 3 Instalação e alinhamento*
- Desbalanceamento do rotor
- Acoplamento.

## 7.4.3 Vibrações na caixa do mancal

As seguintes instruções são baseadas na norma ISO 10816-3:1998 Mechanical vibration - Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts: Part 3: Industrial machines with nominal power above 15 kW and nominal speeds between 120 r/min and 15000 r/min when measured in situ.

### 7.4.3.1 Procedimentos de medição e condições operacionais

#### Equipamentos de medição

Os equipamentos de medição devem ser capazes de medir vibração r.m.s. de banda larga com resposta plana em uma faixa de frequência de, pelo menos, 10 Hz a 1 000 Hz, de acordo com os requisitos da norma ISO 2954. Dependendo dos critérios de vibração, poderão ser necessárias medições do deslocamento ou da velocidade ou uma combinação de ambos (consulte a norma ISO 10816-1). Porém, para máquinas com velocidades que se aproximam ou estão abaixo de 600 r/min, o limite inferior da faixa de frequência de resposta plana não deve ser maior que 2 Hz.

#### Locais das medições

As medições geralmente serão feitas em peças expostas da máquina que normalmente são acessíveis. Deve-se tomar cuidado para garantir que as medições representem razoavelmente a vibração na caixa do mancal e não incluam qualquer ressonância ou amplificação local. Os locais e as direções das medições de vibração devem ser tais que forneçam uma sensibilidade adequada às forças dinâmicas da máquina. Normalmente, isso requer dois locais de medição radial ortogonal em cada caixa ou tampa do mancal, conforme mostrado na *Figura 31 - Pontos de medição*. Os transdutores podem ser colocados em qualquer posição angular nas caixas do mancal. As direções verticais e horizontais são designadas, de preferência, para máquinas instaladas horizontalmente. Para máquinas verticais ou inclinadas, um dos locais utilizados deve ser o que proporciona a leitura de vibração máxima. Em alguns casos, recomenda-se medir também a direção axial. As direções e os locais específicos devem ser registrados com a medição.

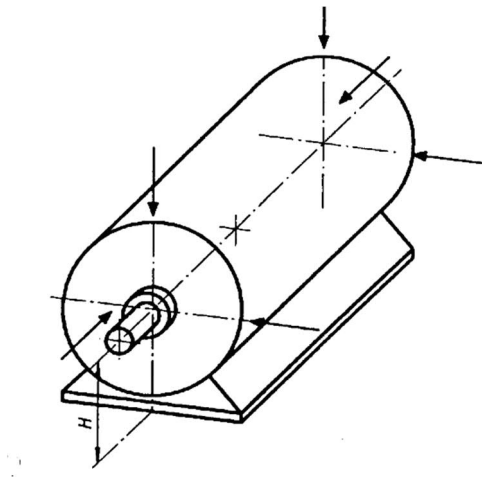


Figura 31 Pontos de medição

### 7.4.3.2 Classificação de acordo com a flexibilidade do suporte

São usadas duas condições para classificar a flexibilidade da montagem do suporte nas direções especificadas:

- suportes rígidos
- suportes flexíveis

Essas condições de suporte são determinadas pela relação entre as flexibilidades da fundação e da máquina. Se a menor frequência natural do sistema combinado de máquina e suporte na direção da medição for maior que sua principal frequência de excitação (na maioria dos casos, a frequência rotacional) em pelo menos 25%, o sistema de suporte poderá ser considerado rígido nessa direção. Todos os outros sistemas de suporte podem ser considerados flexíveis.

Se a classe de um sistema máquina-suporte não puder ser prontamente determinada a partir de desenhos e cálculos, ela pode ser determinada por testes. Máquinas elétricas de tamanho grande e médio com baixa velocidade geralmente terão suportes rígidos.

### 7.4.3.3 Avaliação

A norma ISO 10816-1 apresenta uma descrição geral dos dois critérios de avaliação usados para analisar a intensidade de vibração em várias classes de máquinas. Um critério considera a magnitude da vibração de banda larga observada, enquanto o segundo considera as mudanças na magnitude, independentemente de haver aumento ou redução.

#### Zonas de avaliação

As seguintes zonas de avaliação são definidas para permitir uma avaliação qualitativa da vibração de uma determinada máquina e fornecer diretrizes sobre ações possíveis.

Zona A: a vibração de máquinas comissionadas recentemente, em geral, ficará nesta zona.

Zona B: as máquinas com vibrações dentro desta zona são normalmente consideradas aceitáveis para operações irrestritas de longo prazo.

Zona C: as máquinas com vibrações dentro desta zona são normalmente consideradas insatisfatórias para operações contínuas de longo prazo. Em geral, a máquina pode ser operada por um período limitado nessa condição até que surja a oportunidade adequada para uma ação corretiva.

Zona D: os valores de vibração dentro desta zona são normalmente considerados como tendo intensidade suficiente para causar danos à máquina.

**Tabela 7. Classificação das zonas de intensidade de vibração para máquinas de grande porte com potência nominal acima de 300 kW e não mais que 50 MW; máquinas elétricas com altura de eixo H/315 mm ou superior**

Classe do suporte	Limite da zona	Velocidade r.m.s. [mm/s]
Rígido	A/B	2,3
	B/C	4,5
	C/D	7,1
Flexível	A/B	3,5
	B/C	7,1
	C/D	11,0

**Limites operacionais**

Para operações de longo prazo, é comum estabelecer limites de vibração operacional. Esses limites tomam a forma de ALARMES e DISPAROS.

A Tabela 8 - Valores iniciais de velocidade de vibração para ALARME e DISPARO mostra os valores iniciais de ALARME e DISPARO para máquinas com base em experiências com máquinas semelhantes. Após um período de tempo, o valor de base do estado regular no local será estabelecido e a configuração do ALARME deve ser ajustada de acordo (consulte ISO 100816-3).

**Tabela 8. Valores iniciais de velocidade de vibração para ALARME e DISPARO para a vibração da caixa do mancal em mm/s r.m.s.**

Classe do suporte	Inicial ALARME [mm/s]	DISPARO [mm/s]
Rígido	3,4	7,1
Flexível	5,3	11,0

OBSERVAÇÃO: Estes valores são padronizados e podem ser ajustados quando houver informações adicionais sobre o tipo da máquina e da aplicação.

**7.4.4 Vibrações do eixo**

Para obter mais informações sobre vibrações de eixo relativas, consulte as normas ISO 7919-1:1996 Mechanical vibration of non-reciprocating machines - Measurements on rotating shafts and evaluation criteria: Part 1: General guidelines e Part 3: Coupled industrial machine.

Os Valores iniciais de ALARME e DISPARO para vibrações do eixo podem variar entre tipos de máquinas e devem ser consultados com a fábrica.

**7.5 Manutenção dos mancais e do sistema de lubrificação**

Este capítulo examina as tarefas de manutenção mais importantes nos mancais e no sistema de lubrificação.

**A seguir, capítulos sobre o tipo de mancal: Mancal deslizante**

**7.5.1 Mancais deslizantes**

Em condições normais de operação, os mancais deslizantes exigem pouca manutenção. Para garantir a operação confiável, o nível de óleo e a quantidade de vazamento de óleo devem ser regularmente verificados.

**7.5.1.1 Nível de óleo**

O nível de óleo de um mancal deslizante auto lubrificado precisa ser verificado com regularidade. O nível correto de óleo está indicado no meio do visor de nível de óleo, mas, enquanto o nível de óleo estiver dentro do visor do nível de óleo, o nível será aceitável.

Se necessário, reabasteça com o lubrificante adequado. Consulte o *Capítulo 7.5.2.4 Qualidades do óleo*.

O nível correto de óleo de um mancal deslizante com lubrificação por imersão é igual ao de um mancal auto lubrificado. Em mancais lubrificados por imersão, o visor do nível de óleo pode ser substituído por um flange de saída de óleo.

### 7.5.1.2 Temperatura do mancal

As temperaturas do mancal são medidas por detectores de temperatura resistivos Pt-

100. Já que um aumento de temperatura acima do limite do alarme pode ser causado tanto por aumento das perdas no mancal quanto por uma queda na capacidade de resfriamento, ela frequentemente indica um problema em algum outro lugar na máquina ou no sistema de lubrificação e deve ser monitorada com atenção.

Os motivos para temperaturas anormais do mancal variam, mas, para conhecer alguns motivos possíveis, consulte o *Capítulo 7.5.2 Lubrificação dos mancais deslizantes* ou o *Capítulo 8.1.2 Sistema de lubrificação e mancais*. Se o aumento da temperatura for seguido por um aumento nos níveis de vibração, o problema poderá também estar relacionado ao alinhamento da máquina, consulte o *Capítulo 3 Instalação e alinhamento*, ou a danos nas buchas do mancal de deslizamento, o que exigiria desmontá-lo e verificá-lo.

## 7.5.2 Lubrificação dos mancais deslizantes

As máquinas estão equipadas com mancais deslizantes que terão uma vida útil muito longa desde que a lubrificação funcione continuamente, que o tipo e a qualidade do óleo estejam de acordo com as recomendações da ABB e que as instruções de troca de óleo sejam seguidas.

### 7.5.2.1 Temperatura do óleo de lubrificação

A temperatura correta do óleo de lubrificação é essencial para manter o mancal na temperatura operacional correta, bem como para garantir o efeito de lubrificação suficiente e a viscosidade correta do óleo de lubrificação. Para máquinas equipadas com fornecimento de óleo, a operação inadequada do resfriamento ou aquecedor de óleo e o fluxo incorreto de óleo podem causar problemas na temperatura do óleo. Para todos os mancais, a qualidade e a quantidade corretas de óleo deverão ser verificadas se surgirem problemas com a temperatura. Para obter mais informações, consulte o *Capítulo 7.5.2.3 Valores de controle recomendados para o óleo lubrificante* e o *Capítulo 7.5.2.4 Qualidades do óleo*.

OBSERVAÇÃO: A temperatura ambiente mínima na partida (sem aquecedor de óleo) é 0 °C (32 °F).

### 7.5.2.2 Controle do lubrificante

Durante o primeiro ano de operação, é aconselhável fazer amostragem do óleo lubrificante após 1 000, 2 000 e 4 000 horas operacionais. A amostra deve ser enviada ao fornecedor de óleo para análise. Com base nos resultados é possível determinar um intervalo adequado para a troca de óleo.

Após a primeira troca de óleo, o óleo pode ser analisado, aproximadamente, no meio e no fim do intervalo de troca de óleo.

### 7.5.2.3 Valores de controle recomendados para o óleo lubrificante

O óleo lubrificante deve ser verificado quanto aos seguintes aspectos:

- Verifique visualmente o óleo observando a cor, a turbidez e os depósitos em um frasco de ensaio. O óleo deve estar limpo ou minimamente turvo. A turbidez pode não ser causada pela água
- O conteúdo de água não deve exceder 0,2%
- A viscosidade original deve ser mantida dentro de uma tolerância de  $\pm 15\%$
- O óleo não deve apresentar detritos, e sua limpeza deve estar de acordo com a norma ISO 4406 classe 18/15 ou NAS 1638 classe 9
- A quantidade de impurezas de metal deve ser inferior a 100 PPM. Uma tendência de aumento no valor significa que o mancal está se desgastando
- O índice de acidez total (TAN, Total Acid Number) não deve exceder 1 mg KOH por grama de óleo. Observe que o valor do TAN não é igual ao valor do índice de basicidade total (TBN, Total Base Number)
- Cheiro o óleo. Um cheiro ácido forte ou de queimado não é aceitável.

Uma verificação do óleo deve ser realizada alguns dias após a primeira realização do teste da máquina, antes da primeira troca de óleo, e, posteriormente, quando necessário. Se o óleo for trocado logo após o comissionamento, ele poderá ser usado novamente após a remoção das partículas de desgaste através de filtragem ou centrifugação.

Em caso de dúvida, uma amostra de óleo pode ser enviada ao laboratório para determinar a viscosidade, o índice de acidez, a tendência de formação de espuma etc.

### 7.5.2.4 Qualidades do óleo

Os mancais são projetados para uma das qualidades de óleo indicadas abaixo. Os óleos indicados abaixo incluem os seguintes aditivos:

- Inibidor de ferrugem e oxidação
- Agente antiespumante
- Aditivo anti desgaste.

OBSERVAÇÃO: Verifique a qualidade correta do óleo na placa do mancal e no desenho dimensional.

	ISO VG 22 Viscosidade 22 cSt a 40 °C	ISO VG 32 Viscosidade 32 cSt a 40 °C	ISO VG 46 Viscosidade 46 cSt a 40 °C	ISO VG 68 Viscosidade 68 cSt a 40 °C	ISO VG 100 Viscosidade 100 cSt a 40 °C
<b>Óleos minerais:</b>					
Castrol	Hyspin AWS 22	Hyspin AWS 32	Hyspin AWS 46	Hyspin AWS 68	Hyspin AWS 100
Chevron	Randon HDZ 22	Randon HDZ 32	Randon HDZ 46	Randon HDZ 68	Randon HDZ 100
Klüber		LAMORA HLP 32	LAMORA HLP 46	LAMORA HLP 68	CRUCOLAN 100
Mobil		Terrestic T 32	Terrestic T 46	Terrestic T 68	Terrestic T 100
Shell	Tellus S3 22	Tellus S3 32	Tellus S3 46	Tellus S3 68	Tellus S3 100
Total	Azolla ZS 22	Azolla ZS 32	Azolla ZS 46	Azolla ZS 68	Azolla ZS 100
<b>Óleos sintéticos:</b>					
Castrol	-	Optileb HY 32	Optileb HY 46	Optileb HY 68	
Chevron		Óleo Hidráulico Sintético Clarity AW 32	Óleo Hidráulico Sintético Clarity AW 46	Óleo Hidráulico Sintético Clarity AW 68	
Klüber	-	Summit SH 32	Summit SH 46	Summit SH 68	Summit SH 100
Lubcon	Turmosynthoil GV 22	Turmosynthoil GV 32	Turmosynthoil GV 46	Turmosynthoil GV 68	Turmosynthoil GV 100
Mobil		SHC 624	SHC 625	SHC 626	SHC 627
Shell	-	Morlina S2 B 32	Morlina S2 B 46	Morlina S2 B 68	Morlina S2 B 100
Total		NEVASTANE SH 32	NEVASTANE SH 46	NEVASTANE SH 68	NEVASTANE SH 100

### 7.5.2.5 Programação de troca para óleos minerais

Para mancais auto lubrificados, são recomendados intervalos de limpeza com trocas de óleo de, aproximadamente, 8 000 horas operacionais e, para mancais com sistemas de circulação de óleo, são recomendados intervalos de, aproximadamente, 20 000 horas operacionais.

Intervalos mais curtos de troca de óleo podem ser necessários em caso de partidas frequentes, temperaturas altas do óleo ou contaminação excessivamente alta devido a influências externas.

O intervalo correto da troca de óleo pode ser encontrado na placa do mancal e no desenho dimensional. Consulte o *Capítulo 2.1.2 Placa do mancal*.

**A seguir, um capítulo sobre o tipo de mancal: Mancal de rolamento**

## 7.5.3 Mancais de rolos

### 7.5.3.1 Construção do mancal

Em condições operacionais normais, os mancais de rolos exigem pouca manutenção. Para garantir a operação confiável, os mancais devem ser regularmente lubrificados com graxa para mancais de rolos de alta qualidade.

### 7.5.3.2 Placa do mancal

Todas as máquinas são fornecidas com placas do mancal anexadas à carcaça da máquina. As placas do mancal apresentam informações sobre o mancal, como:

- Tipo de mancal
- Lubrificante usado
- Intervalo de reaplicação de graxa e
- Quantidade de reaplicação de graxa.

Para obter mais detalhes sobre a placa de mancal, consulte o *Capítulo 2.1.2 Placa do mancal*.

**OBSERVAÇÃO:** É essencial que as informações apresentadas na placa do mancal sejam consideradas durante o uso e a manutenção da máquina.

### 7.5.3.3 Intervalos de reaplicação de graxa

Os mancais de rolos das máquinas elétricas precisam ser engraxados em intervalos regulares. O intervalo de reaplicação de graxa está indicado na placa do mancal.

**OBSERVAÇÃO:** Independentemente do intervalo de reaplicação de graxa, os mancais precisam ser engraxados, pelo menos, uma vez por ano.

Os intervalos de reaplicação de graxa são calculados para uma temperatura operacional de 70 °C (160 °F). Se a temperatura operacional for inferior ou superior à presumida, o intervalo de reaplicação de graxa deverá ser alterado proporcionalmente. Uma temperatura operacional maior diminui o intervalo de reaplicação da graxa.

**OBSERVAÇÃO:** A elevação da temperatura ambiente aumenta a temperatura dos mancais proporcionalmente. Os valores no intervalo de reaplicação da graxa devem ser divididos para cada 15 °C (30 °F) de aumento na temperatura do mancal e podem ser duplicados uma vez para uma queda de 15 °C (30 °F) na temperatura do mancal.

#### Intervalos de reaplicação da graxa para os transmissores do conversor de frequência

Uma operação de maior velocidade, como em aplicações de conversores de frequência, ou menor velocidade com carga pesada exigirão intervalos de lubrificação menores ou um lubrificante especial. Consulte o departamento de atendimento para geradores e motores de indução da ABB nesses casos.

**OBSERVAÇÃO:** A velocidade máxima de construção da máquina não deve ser excedida. A adequação dos mancais em operações de alta velocidade deve ser verificada.

### 7.5.3.4 Reaplicação de graxa

A reaplicação de graxa deve ser feita em todos os mancais de rolos em máquinas elétricas rotativas. Consulte o *Capítulo 7.5.3.3 Intervalos de reaplicação de graxa*. Ela pode ser realizada manualmente ou por meio de um sistema automático. Em ambos os casos, é necessário verificar se uma quantidade adequada da graxa correta está sendo inserida no mancal em intervalos adequados.

**OBSERVAÇÃO:** A graxa pode causar irritação à pele e inflamação nos olhos. Siga todas as medidas de segurança especificadas pelo fabricante da graxa.

#### Reaplicação manual de graxa nos mancais

As máquinas adequadas para a reaplicação manual de graxa são equipadas com bicos de graxa. Para evitar que detritos entrem nos mancais, os bicos de graxa e a área circundante devem ser limpos cuidadosamente antes de reaplicar a graxa.

### Reaplicação manual da graxa com a máquina em operação

Reaplicação da graxa com a máquina em operação:

- Verifique se a graxa a ser usada é adequada
- Limpe os bicos de graxa e a área em volta
- Verifique se o canal de lubrificação está aberto; se tiver uma alavanca, abra-o.
- Injete a quantidade e o tipo especificados de graxa no mancal
- Deixe a máquina funcionar de 1 a 2 horas, a fim de garantir que o excesso de graxa seja forçado para fora do mancal. A temperatura do mancal pode aumentar temporariamente durante esse período
- Se tiver uma alavanca, feche-a.

OBSERVAÇÃO: Cuidado com as peças rotativas durante a reaplicação.

### Reaplicação manual da graxa com a máquina parada

De preferência, reaplique a graxa na máquina enquanto ela estiver em operação. Caso isso não seja possível ou seja considerado perigoso, a reaplicação deverá ser realizada quando a máquina estiver parada. Nesse caso:

- Verifique se a graxa a ser usada é adequada
- Interrompa a máquina
- Limpe os bicos de graxa e a área em volta
- Verifique se o canal de lubrificação está aberto; se tiver uma alavanca, abra-o.
- Injete apenas a metade do tipo especificado de graxa no mancal
- Opere a máquina por alguns minutos em velocidade máxima
- Interrompa a máquina
- Após interromper a operação da máquina, injete a quantidade especificada da graxa correta no mancal
- Deixe a máquina funcionar de 1 a 2 horas, a fim de garantir que o excesso de graxa seja forçado para fora do mancal. A temperatura do mancal pode aumentar temporariamente durante esse período
- Se tiver uma alavanca, feche-a.

### Reaplicação automática de graxa

Vários sistemas de reaplicação automática de graxa estão disponíveis no mercado. Porém, a ABB recomenda somente o uso de sistemas eletromecânicos de reaplicação de graxa. A qualidade da graxa inserida no mancal deve ser verificada, pelo menos, uma vez ao ano: a graxa deve ter a aparência e a textura da graxa nova. Nenhuma separação do óleo-base para o sabão é aceitável.

OBSERVAÇÃO: Se um sistema de reaplicação automática de graxa for usado, dobre a quantidade de graxa indicada na placa do mancal.

## 7.5.3.5 Graxa do mancal

É essencial usar uma graxa de boa qualidade e com o sabão-base correto. Isso garantirá uma vida útil longa e sem problemas para os mancais.

A graxa usada na reaplicação deve ter as seguintes propriedades:

- Ser uma graxa especial para mancais de rolos
- Ser de boa qualidade com um sabão de complexo de lítio e com óleo mineral ou PAO
- Apresentar uma viscosidade de óleo-base de 100 a 160 cSt a 40 °C (105 °F)
- Apresentar um grau NLGI de consistência entre 1,5 e 3. Para máquinas montadas verticalmente ou em condições quentes, recomenda-se um grau NLGI de 2 ou 3
- Apresentar uma faixa de temperatura contínua entre -30 °C (-20 °F) e, pelo menos, +120 °C (250 °F).

A graxa com as propriedades corretas está disponível nos principais fabricantes de lubrificantes. Se a marca da graxa for trocada e a compatibilidade for incerta, consulte a fábrica da ABB. Leia o *Capítulo 9.1.3 Informações de contato do atendimento para geradores e motores*.

- OBSERVAÇÃO:** Não misture graxas!! Deve haver apenas um tipo de graxa dentro do mancal, e não mistura de dois ou mais tipos de graxa.
- OBSERVAÇÃO:** Recomenda-se usar aditivos de graxa. Porém, uma garantia por escrito deve ser obtida do fabricante de lubrificante declarando que os aditivos não danificam os mancais nem as propriedades da graxa no campo da temperatura operacional. Isso é especialmente importante para aditivos EP.
- OBSERVAÇÃO:** Não são recomendados os lubrificantes que contêm misturas EP.

#### Graxa para mancal de rolamento recomendada

A ABB recomenda o uso de qualquer uma das seguintes graxas de alto desempenho:

Base de óleo mineral	
Mobil	Unirex N2
	Unirex N3
Base de óleo sintético	
Klüber	Klüberplex BEM 41-132
Lubcon	Turmogrease Li 802 EP Plus
Mobil	Mobilith SHC 100
Rhenus	LKZ 2
Shell	Gadus S5 V100 2
Total	Multiplex S 2 A

Reduza os intervalos de reaplicação para outras graxas que atendam às propriedades exigidas.

#### Graxa do mancal de rolamento para temperaturas extremas

Se a temperatura operacional do mancal for superior a 100 °C (210 °F), consulte a fábrica da ABB para obter as graxas adequadas.

### 7.5.3.6 Manutenção do mancal

É provável que a vida útil dos mancais seja menor que a vida útil da máquina elétrica. Portanto, os mancais deverão ser substituídos periodicamente.

A manutenção dos mancais de roletes exige cuidado, ferramentas e arranjos especiais para garantir que os mancais instalados recentemente tenham uma vida útil longa.

Durante a manutenção do mancal, certifique-se de que:

- Sujeira e detritos estranhos não entrem nos mancais durante a manutenção
- Os mancais sejam lavados, secos e recebam uma pré-aplicação de graxa adequada e de alta qualidade para mancal de rolamento antes da montagem
- A desmontagem e montagem dos mancais não os danifica. Os mancais devem ser removidos com extratores e instalados com calor ou com ferramentas especiais para esse fim.

Se houver a necessidade de substituir os mancais, entre em contato com o departamento de atendimento para geradores e motores de indução da ABB. Consulte as informações de contato do departamento de geradores e motores de indução no *Capítulo 9.1.3 Informações de contato do atendimento para geradores e motores*.

### 7.5.4 Isolamento dos mancais e verificação da resistência do isolamento dos mancais

A verificação da resistência do isolamento dos mancais é uma operação de manutenção realizada primeiramente na fábrica, durante os testes e a montagem final. Ela também deve ser feita durante todas as vistorias abrangentes da máquina. Um bom isolamento é necessário para eliminar a possibilidade de circular correntes de mancais, que podem ser induzidas por tensões do eixo. O isolamento do mancal do lado não acoplado corta o caminho da corrente do mancal, eliminando o risco de danos ao mancal devido a correntes do mancal.

Ambas as extremidades do eixo não devem ser isoladas da carcaça, já que um eixo eletricamente flutuante apresentaria um potencial elétrico desconhecido em comparação a suas proximidades, se tornando uma fonte potencial de danos. Porém, para facilitar o teste do isolamento do mancal do lado não acoplado, o mancal do lado acoplado geralmente também é isolado. Esse isolamento é colocado em curto-circuito pelo cabo de aterramento durante a operação normal. Consulte a *Figura 32 - Cabo de aterramento no mancal da extremidade acoplada*.

OBSERVAÇÃO: Nem todas as máquinas são equipadas com mancais isolados.

OBSERVAÇÃO: As máquinas com mancais isolados apresentam um adesivo indicando o mancal isolado.

### 7.5.4.1 Procedimento

Para máquinas com um mancal do lado acoplado isolado, o cabo de aterramento em curto-circuito no mancal do lado acoplado deve ser removido antes que o teste de resistência do isolamento do mancal do lado não acoplado seja iniciado. Se o mancal do lado acoplado não estiver isolado, será necessário realizar o teste de resistência do isolamento do mancal no lado não acoplado, remover as buchas do mancal de deslizamento ou a proteção do mancal no lado acoplado e elevar o eixo. Isso garante que não haja contato elétrico entre o eixo e qualquer outra peça, como a carcaça ou ao alojamento do mancal.

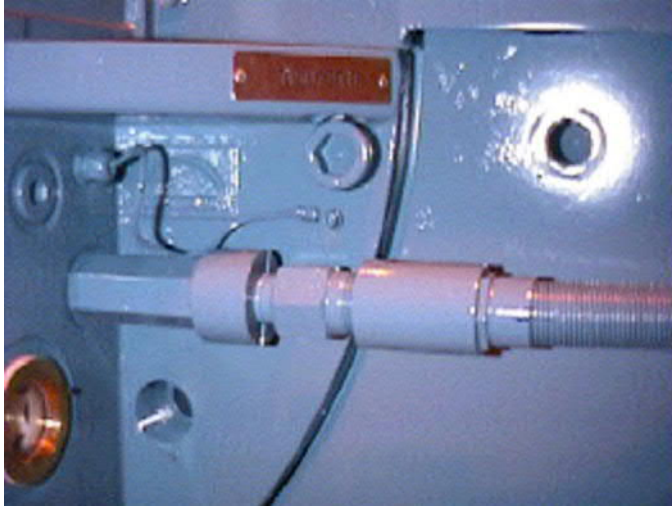


Figura 32 Cabo de aterramento do mancal do lado acoplado

Para todas as máquinas, qualquer escova de aterramento do eixo opcional, escova de falha de aterramento do rotor e acoplamento (se for feito de material condutor) deverão ser removidos. Meça a resistência de isolamento do eixo ao terra usando não mais que 100 VCC. Consulte a *Figura 33 - Medindo a resistência de isolamento de um mancal deslizante* e a *Figura 34 - Medindo a resistência de isolamento de um mancal de roletes*. Os pontos de medição sobre o isolamento do mancal estão circulados nas figuras.

A resistência de isolamento será aceitável se o valor da resistência for maior que 10 k $\Omega$ .

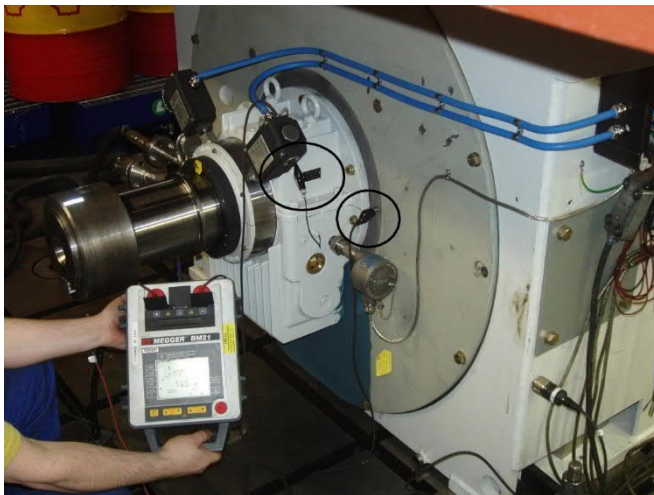


Figura 33 Medição da resistência de isolamento de um mancal deslizante



Figura 34 Medição da resistência de isolamento de um mancal de roletes

A seguir, um capítulo sobre o tipo de mancal: *Mancal de roletes*

### 7.5.4.2 Limpeza do isolamento do mancal

Os isolamentos do mancal são instalados nas proteções da extremidade. Para evitar uma diminuição na resistência do isolamento causada por agentes externos (sal e poeira) acumulando-se na superfície de isolamento, a limpeza do mancal e das superfícies da proteção da extremidade ao seu redor deve ser verificada regularmente, limpando se necessário. Consulte a *Figura 35 - Isolamento do mancal e superfícies de proteção de extremidade* para conhecer as áreas que devem ser verificadas regularmente e mantidas limpas. As áreas estão marcadas com um círculo e o isolamento do mancal é apontado por uma seta na figura.

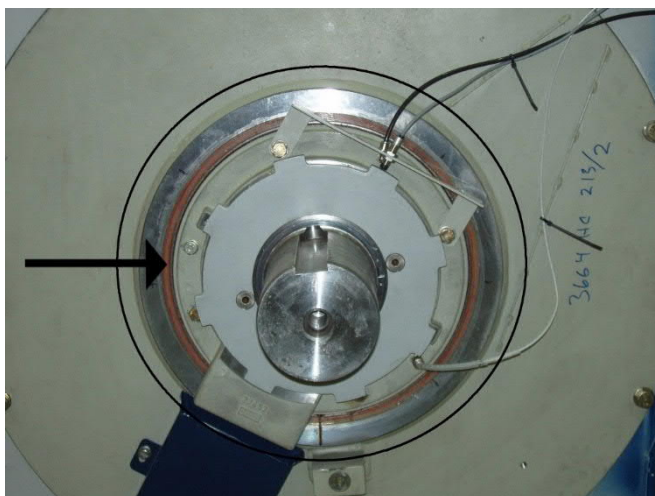


Figura 35 Isolamento do mancal e superfícies de proteção da extremidade

## 7.6 Manutenção dos enrolamentos do rotor e do estator

Os enrolamentos das máquinas elétricas rotativas estão sujeitos a tensões elétricas, mecânicas e térmicas. Os enrolamentos e o isolamento envelhecem gradualmente e se deterioram em função dessas tensões. Portanto, a vida útil da máquina geralmente depende da durabilidade do isolamento.

Muitos processos que causam danos podem ser prevenidos ou, pelo menos, desacelerados com a manutenção adequada e com testes regulares. Este capítulo oferece uma descrição geral sobre como realizar manutenção e testes básicos.

Em muitos países, a ABB Service oferece pacotes completos de manutenção de serviço, que incluem testes abrangentes.

Antes de conduzir qualquer trabalho de manutenção nos enrolamentos, é necessário levar em consideração as medidas gerais de segurança elétrica e respeitar as regulamentações locais a fim de evitar acidentes pessoais. Consulte o *Capítulo 7.2 Precauções de segurança* para obter mais informações.

Também é possível encontrar instruções de manutenção e teste independentes nas seguintes normas internacionais:

1. Norma IEEE 43-2000, IEEE Recommended Practice for Testing Insulation Resistance of Rotating Machines
2. Norma IEEE 432-1992, IEEE Guide for Insulation Maintenance for Rotating Electrical Machinery (5 hp to Less Than 10 000 hp)

## 7.6.1 Instruções de segurança especiais para manutenção dos enrolamentos

Entre os trabalhos perigosos na manutenção dos enrolamentos estão:

- O manuseio de solventes, vernizes e resinas perigosos. Substâncias perigosas são necessárias para a limpeza e a reaplicação de verniz nos enrolamentos. Essas substâncias podem ser perigosas se inaladas, ingeridas ou se entrarem em contato com a pele ou com outros órgãos. Procure cuidados médicos adequados se ocorrer um acidente
- O manuseio de solventes e vernizes inflamáveis. O manuseio e o uso dessas substâncias sempre devem ser realizados por uma equipe autorizada, e procedimentos de segurança adequados devem ser seguidos.
- O teste em alta tensão (AT). Os testes em alta tensão devem ser conduzidos somente por equipes autorizadas, e os procedimentos de segurança adequados devem ser seguidos.

As substâncias perigosas usadas na manutenção dos enrolamentos são:

- White spirit: solvente
- 1.1.1 tricloroetano: solvente
- Verniz de acabamento: solvente e resina
- Resina adesiva: resina epóxi.

**OBSERVAÇÃO:** Há instruções especiais para o manuseio de substâncias perigosas durante o trabalho de manutenção. Essas instruções devem ser seguidas.

A seguir, algumas medidas gerais de segurança durante a manutenção do enrolamento:

- Evitar respirar gases: garanta a circulação adequada do ar no local de trabalho ou use máscaras de respiração
- Use equipamentos de segurança como óculos, sapatos, capacete, luvas e roupas protetoras adequadas para proteger a pele. Sempre use cremes protetores
- Os equipamentos de pulverizar verniz, a carcaça da máquina e os enrolamentos devem ser aterrados durante a aplicação do verniz
- Tome as medidas necessárias durante o trabalho em fossos e locais confinados
- Apenas pessoas treinadas para trabalhar com alta tensão podem realizar um teste de tensão
- Não fume, coma nem beba no local de trabalho.

Para obter um registro de teste da manutenção do enrolamento, consulte o *Apêndice Relatório de comissionamento*.

## 7.6.2 A programação da manutenção

Há três princípios básicos para programar a manutenção dos enrolamentos:

- A manutenção dos enrolamentos deve ser organizada de acordo com outras manutenções da máquina
- A manutenção deve ser realizada somente quando necessário
- Máquinas importantes devem receber a manutenção com mais frequência do que aquelas menos importantes. Isso também se aplica aos enrolamentos que ficarem rapidamente contaminados e a transmissões pesadas.

**OBSERVAÇÃO:** Como regra geral, um teste de resistência do isolamento deve ser feito uma vez ao ano. Isso deve ser suficiente para a maior parte das máquinas na maioria das condições operacionais. Outros testes deverão ser conduzidos somente se surgirem problemas.

Um programa de manutenção para toda a máquina, incluindo os enrolamentos, é apresentado no *Capítulo 7.3 Programa de manutenção*. Porém, esse programa de manutenção deve ser adaptado às circunstâncias específicas do cliente, ou seja, a manutenção de outras máquinas e as condições operacionais desde que os intervalos de manutenção recomendados não sejam excedidos.

## 7.6.3 A temperatura operacional correta

A temperatura correta dos enrolamentos é garantida mantendo as superfícies exteriores da máquina limpas, observando a operação correta do sistema de resfriamento e monitorando a temperatura do líquido de arrefecimento. Se o líquido estiver muito frio, a água poderá condensar dentro da máquina. Isso pode molhar o enrolamento e deteriorar a resistência do isolamento.

**\*\*\*A seguir, o parágrafo para o tipo de resfriamento: Ar livre**

Em máquinas com resfriamento a ar, é importante monitorar a limpeza dos filtros de ar. O intervalo de troca e limpeza dos filtros de ar deve ser planejado de acordo com o ambiente operacional local.

As temperaturas operacionais do estator devem ser monitoradas com os detectores da temperatura resistivos. Diferenças significativas de temperatura entre os detectores podem ser um sinal de dano nos enrolamentos. Certifique-se de que as mudanças não sejam causadas pelo deslocamento do canal de medição.

## 7.6.4 Teste de resistência do isolamento

Durante o trabalho de manutenção geral e antes de iniciar a máquina pela primeira vez, ou após um longo período de inatividade, a resistência de isolamento do estator e dos enrolamentos do rotor deve ser medida.

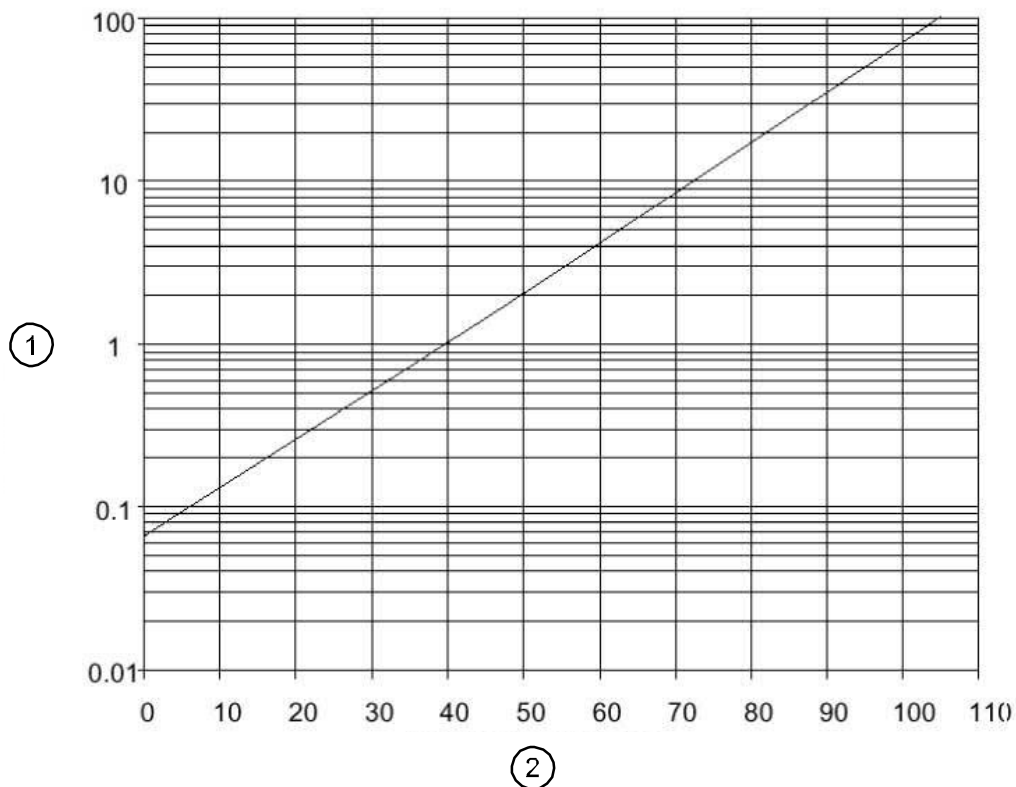
A medida da resistência de isolamento fornece informações sobre a umidade ea limpeza do isolamento. Com base nessas informações, as ações de limpeza e secagem corretas podem ser determinadas.

Para máquinas novas com enrolamentos secos, a resistência de isolamento é muito alta. Entretanto, a resistência poderá ser extremamente baixa se a máquina estiver sujeita a condições de transporte e armazenagem incorretas e à umidade ou se a máquina for operada incorretamente.

OBSERVAÇÃO: OS enrolamentos devem ser aterrados logo após a medição, a fim de evitar riscos de choque elétrico.

### 7.6.4.1 Conversão dos valores da resistência de isolamento medidos

Para poder comparar os valores da resistência de isolamento medidos, os valores são declarados a 40 °C. Portanto, o valor medido real é convertido para um valor correspondente a 40 °C com a ajuda do seguinte diagrama. O uso do diagrama deve limitar-se a temperaturas próximas ao valor padrão de 40 °C, já que maiores desvios podem resultar em erros.



1. Coeficiente Kt da Resistência de Isolamento
2. Temperatura do enrolamento em °C

**Figura 36 Correlação entre a resistência de isolamento e a temperatura**

R = valor da resistência de isolamento em uma temperatura específica R40 = resistência de isolamento equivalente a 40 °C

$$R_{40} = k \times R$$

Exemplo:

$R = 30 \text{ M}\Omega$  medida a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$

$k = 0,25$

$R_{40} = 0,25 \times 30 \text{ M}\Omega = 7,5 \text{ M}\Omega$

**Tabela 9. Valores da temperatura em graus Celsius ( $^\circ\text{C}$ ) e graus Fahrenheit ( $^\circ\text{F}$ )**

$^\circ\text{C}$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
$^\circ\text{F}$	32	50	68	86	104	122	140	158	176	194	212	230

### 7.6.4.2 Considerações gerais

A seguinte consideração deve ser observada, antes de tomar qualquer ação com base nos testes da resistência de isolamento:

- Se o valor medido for considerado muito baixo, o enrolamento deverá ser limpo e/ou seco. Se essas medidas não forem suficientes, ajuda especializada deverá ser obtida
- As máquinas com suspeita de apresentarem problemas de umidade devem ser secas cuidadosamente, independentemente do valor de resistência de isolamento medido
- O valor da resistência de isolamento diminuirá quando a temperatura do enrolamento aumentar
- A resistência cai à metade com o aumento de temperatura em 10-15 K.

**OBSERVAÇÃO:** A resistência de isolamento indicada no relatório de teste é normalmente considerada maior que os valores medidos no local.

### 7.6.4.3 Valores mínimos para a resistência do isolamento

Critérios para os enrolamentos em uma condição normal:

Geralmente, os valores da resistência de isolamento para enrolamentos secos devem ultrapassar significativamente os valores mínimos. Os valores definidos são impossíveis de se obter, pois a resistência varia conforme o tipo de máquina e as condições locais. Além disso, a resistência de isolamento é afetada pela idade e pelo uso da máquina.

Portanto, os valores a seguir só podem ser considerados diretrizes.

Os limites da resistência de isolamento, apresentados abaixo, são válidos a  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  e quando a tensão de teste tiver sido aplicada por 1 minuto ou mais.

- Rotor

Para máquinas de indução com rotores enrolados:  $R (1 \text{ a } 10 \text{ min a } 40 \text{ }^\circ\text{C}) > 5 \text{ M}\Omega$

**OBSERVAÇÃO:** O pó de carbono em anéis deslizantes e superfícies de cobre desencapado reduzem os valores da resistência de isolamento do rotor.

- Estator

Para novos estatores:  $R (1 \text{ a } 10 \text{ min a } 40 \text{ }^\circ\text{C}) > 1 \text{ 000 M}\Omega$  Se as condições de medição forem extremamente quentes e úmidas, os valores de  $R (1 \text{ a } 10 \text{ min a } 40 \text{ }^\circ\text{C})$  acima de  $100 \text{ M}\Omega$  poderão ser aceitos

Para estatores usados:  $R (1 \text{ a } 10 \text{ min a } 40 \text{ }^\circ\text{C}) > 100 \text{ M}\Omega$

**OBSERVAÇÃO:** Se os valores apresentados aqui não forem alcançados, a razão para a baixa resistência do isolamento deverá ser determinada. Um valor de resistência de isolamento baixo geralmente é causado pelo excesso de umidade ou sujeira, apesar de o isolamento real estar intato.

### 7.6.4.4 Medição da resistência de isolamento do enrolamento do estator

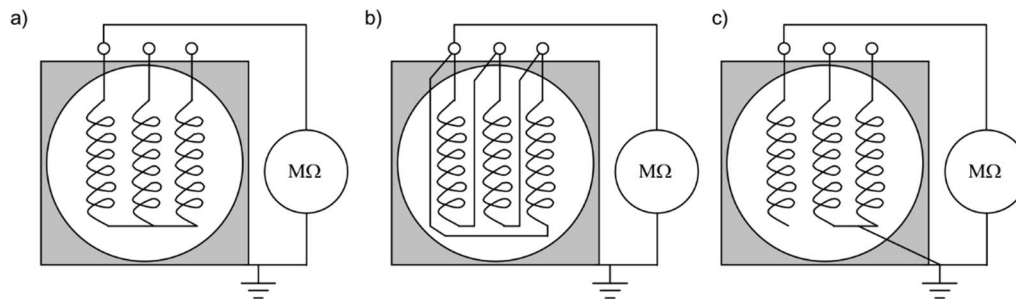
A resistência do isolamento é medida com o uso de um medidor de resistência de isolamento. A tensão do teste é de 1 000 VCC. O tempo de teste é de 1 minuto, após o qual o valor da resistência do isolamento é registrado. Antes que o teste de resistência do isolamento seja conduzido, as seguintes ações deverão ser tomadas:

- Verifique as conexões secundárias dos transformadores de corrente (TCs), incluindo os núcleos sobressalentes que não estão abertos. Consulte a *Figura 37 - Conexões dos enrolamentos estatóricos para medições de resistência de isolamento*.
- Verifique se todos os cabos da fonte de alimentação estão desconectados
- Verifique se a carcaça da máquina e os enrolamentos do estator que não estão sendo testados estão aterradas
- Medir a temperatura do enrolamento
- Aterrar todos os detectores da temperatura de resistência
- O possível aterramento dos transformadores de tensão (raro) deve ser removido.

A medição da resistência do isolamento deve ser realizada na caixa de ligação. Geralmente, o teste é realizado em todo o enrolamento como um grupo e, nesse caso, o medidor é conectado entre a carcaça da máquina e o enrolamento. Consulte a *Figura 37 - Conexões dos enrolamentos estatóricos para medições de resistência de isolamento*. A carcaça é aterrada e as três fases do enrolamento do estator permanecem conectadas no ponto neutro. Consulte a *Figura 37 - Conexões dos enrolamentos estatóricos para medições de resistência de isolamento*.

Se a resistência de isolamento medida de todo o enrolamento for menor que a especificada, e os enrolamentos da fase puderem ser facilmente desconectados um do outro, cada fase também poderá ser medida separadamente. Isso não é possível para todas as máquinas. Nessa medição, o testador está conectado entre a carcaça da máquina e um dos enrolamentos. A carcaça e as duas fases não medidas estão aterradas. Consulte a *Figura 37 - Conexões dos enrolamentos estatóricos para medições de resistência de isolamento*.

Quando as fases são medidas separadamente, todos os pontos de estrela do sistema de enrolamentos devem ser removidos. Se o ponto de estrela do componente não puder ser removido, como em um transformador de tensão trifásico típico, todo o componente deverá ser removido.



**Figura 37 - Conexões dos enrolamentos estatóricos para medições de resistência de isolamento**

- Medição da resistência de isolamento para conexão em estrela
- Medição da resistência de isolamento para conexão em delta
- Medição da resistência de isolamento para uma fase do enrolamento. O "MΩ" representa o medidor da resistência de isolamento.

Após a medição da resistência de isolamento, as fases do enrolamento devem ser aterradas brevemente para que sejam descarregadas.

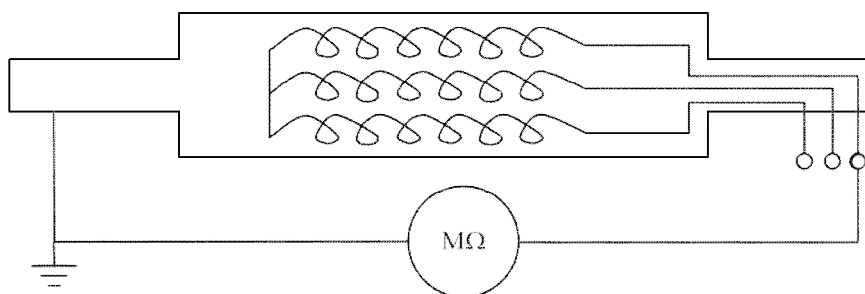
**A seguir, um capítulo sobre o tipo de rotor: Anéis deslizantes**

### 7.6.4.4 Medição da resistência de isolamento do enrolamento do rotor

A resistência de isolamento do enrolamento do rotor é medida com um medidor de resistência de isolamento. A tensão de teste dos enrolamentos do rotor deve ser de 1.000 VCC. Observações e medidas necessárias:

- Verifique se todos os cabos da fonte de alimentação estão desconectados da alimentação principal
- Verifique se os cabos de conexão da unidade do anel deslizante estão desconectados de sua alimentação
- Verifique se a carcaça da máquina e os enrolamentos do estator estão aterrados
- O eixo está aterrado
- As fases do enrolamento do rotor que não estão sendo testadas estão aterradas. O enrolamento do rotor pode ser conectado internamente em uma conexão delta ou estrela. Se esse for o caso, não será possível medir as fases individualmente
- As conexões da escova de carbono estão em ordem
- O dispositivo de medição foi verificado
- As temperaturas do enrolamento do estator são medidas e consideradas como sendo um valor de referência para a temperatura do enrolamento do rotor.

O medidor da resistência de isolamento é conectado entre todo o enrolamento do motor e o eixo da máquina. Consulte a **Figura 38 Medição da resistência de isolamento dos enrolamentos do rotor**. Após as medições do enrolamento do rotor terem sido realizadas, as fases do enrolamento do rotor deverão ser brevemente aterradas para que os enrolamentos sejam descarregados.



**Figura 38 Medição da resistência de isolamento dos enrolamentos do rotor**

Na figura acima, o rotor é conectado em estrela.

### 7.6.5 Medição da resistência de isolamento para equipamentos auxiliares

Para garantir a operação correta das proteções das máquinas e de outros equipamentos auxiliares, suas condições podem ser determinadas através de um teste de resistência de isolamento. O procedimento é descrito com detalhes no *Capítulo 7.6 Manutenção dos enrolamentos do rotor e do estator*. A tensão de teste para a resistência de aquecimento deve ser de 500 VCC e, para outros equipamentos auxiliares, de 100 VCC. A medição da resistência de isolamento para detectores Pt-100 ou sensores de proximidade não é recomendada.

### 7.6.6 Índice de polarização

No teste do índice de polarização, a resistência de isolamento é medida após a tensão ter sido aplicada por 15 segundos e 1 minuto (ou 1 minuto e 10 minutos). O teste do índice de polarização é menos dependente da temperatura que a resistência de isolamento. Quando a temperatura do enrolamento estiver abaixo de 50 °C (122 °F), ela poderá ser considerada independente da temperatura. As altas temperaturas podem causar alterações imprevisíveis no índice de polarização; portanto, o teste não deve ser usado para temperaturas acima de 50 °C (122 °F).

Normalmente, o acúmulo de poeira e umidade no enrolamento reduz a resistência de isolamento e o índice de polarização, bem como sua dependência na temperatura.

Assim, a linha na *Figura 36 - Correlação entre a resistência de isolamento e a temperatura* se torna menos íngreme. Os enrolamentos com grande distância entre os terminais são muito sensíveis aos efeitos de poeira e umidade.

Há várias regras para determinar o menor valor aceitável com o qual é possível dar a partida na máquina com segurança. Para o índice de polarização (PI, Polarization Index), os valores geralmente variam entre 1 e 4. Os valores próximos de 1 indicam que os enrolamentos estão úmidos e sujos.

O valor mínimo do PI para o enrolamento do estator de classe F é mais que 2.

**OBSERVAÇÃO:** Se a resistência de isolamento do enrolamento estiver dentro da faixa de vários milhares de MΩ, o índice de polarização não será um critério significativo da condição de isolamento e poderá ser desconsiderado.

$$PI = \frac{R_{1\min}}{R_{15s}} \text{ or } \left( \frac{R_{10\min}}{R_{1\min}} \right)$$

### 7.6.7 Outras operações de manutenção

Geralmente, os enrolamentos feitos pela ABB não apresentam problemas e, além do monitoramento periódico, elas necessitam apenas de limpeza e secagem eventuais como já descrito. Se ocorrerem circunstâncias extraordinárias e outra manutenção for necessária, será melhor obter auxílio profissional. O departamento de pós-vendas da ABB está pronto para ajudar em questões relacionadas à manutenção de enrolamentos de máquinas elétricas. Para obter as informações de contato, consulte o *Capítulo 9.1.3 Informações de contato do atendimento para geradores e motores*.

**A seguir, capítulos sobre o tipo de rotor: Anéis deslizantes**

## 7.7 Manutenção dos anéis deslizantes e do rolo da escova

Uma máquina com anéis deslizantes funcionará de maneira adequada somente se os anéis e o rolo da escova forem inspecionados e receberem manutenções regulares.

### 7.7.1 Cuidados com os anéis deslizantes

As superfícies deslizantes dos anéis deslizantes devem ser mantidas lisas e limpas. Os anéis deslizantes devem ser inspecionados e as superfícies de isolamento devem ser limpas. O desgaste das escovas produz pó de carvão que se acumula facilmente compondo pontes sobre as superfícies de isolamento. As descargas elétricas podem ocorrer entre os anéis coletores e um brilho pode aparecer, levando à interrupção da operação da máquina. A superfície de contato dos anéis deslizantes forma uma pátina, ou camada, nas escovas. A pátina pode ser vista como uma superfície colorida, o que é normal e, em muitos casos, um benefício à operação da escova. Portanto, a pátina não deve ser considerada como uma falha na operação e não deve ser limpa.

#### 7.7.1.1 Período sem uso

Quando for iniciado um período sem uso mais longo da máquina, as escovas deverão ser elevadas. Durante o transporte, o armazenamento, a instalação e as paradas mais longas, as superfícies deslizantes dos anéis deslizantes poderão ser manchadas ou cobertas com poeira etc. Antes de dar a partida na máquina novamente, as superfícies deslizantes deverão ser inspecionadas e limpas.

#### 7.7.1.2 Desgaste

Caso os anéis deslizantes tenham se tornado ásperos ou desiguais, eles deverão ser amolados ou girados em um torno. A assimetria do diâmetro de todo o anel deve ser menor que 1,0 mm, mas, para uma distância pequena, um valor de, no máximo, 0,2 mm é permitido. Caso os anéis deslizantes tenham se desgastado ou sido queimados, novos anéis deverão ser montados.

Meça a excentricidade dos anéis deslizantes usando um calibre com mostrador. Deixe o ponto de medição sobre o anel deslizante ou sobre a superfície externa de uma escova. O maior e o menor valor durante uma volta do eixo são registrados. A diferença entre o valor máximo e o valor mínimo não deve ser maior que 1,0 mm e, localmente, não deve ser maior que 0,2 mm. De preferência, a diferença entre os diâmetros externos dos dois anéis deslizantes não deve ser maior que 2 mm.

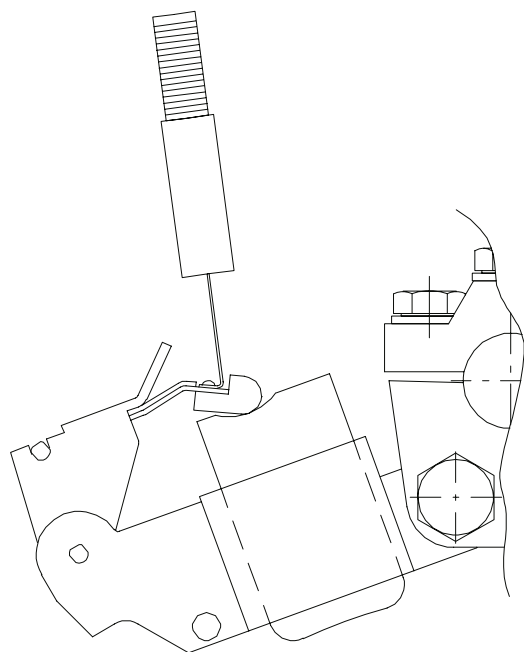
### 7.7.2 Cuidados com o rolo da escova

O rolo da escova deve ser inspecionado e as superfícies do isolamento limpas.

O desgaste das escovas produz pó de carvão que se acumula facilmente compondo pontes sobre as superfícies de isolamento. O pó de carvão é mais bem removido com o auxílio de um aspirador.

#### 7.7.2.1 Pressão da escova

A pressão da escova deve ser igualmente distribuída sobre toda a superfície de contato, ou seja, a escova deve seguir a curvatura do anel deslizante. A pressão da escova é um dos fatores mais importantes na operação da escova. A pressão deve ser de 18 a 20 mN/mm<sup>2</sup> (180 a 200 g/cm<sup>2</sup>). Use uma balança de mola para medir a pressão da escova. Anexe a balança de mola à ponta da alavanca que pressiona a escova e puxe em uma direção radial até que a pressão seja aliviada da escova. Use um pedaço de papel entre a escova e a alavanca de pressão para detectar quando a pressão é aliviada. Consulte a *Figura 39 - Conferindo a pressão da escova com uma balança de mola*.



**Figura 39 - Conferindo a pressão da escova com uma balança de mola**

***A seguir, capítulos sobre o tipo de resfriamento: Ar livre, ar-água e ar-ar***

## **7.8 Manutenção das unidades de resfriamento**

As unidades de resfriamento normalmente exigem pouca manutenção, mas é recomendada a verificação regular de sua condição, a fim de garantir uma operação sem problemas.

A condição do material para redução de ruído dos trocadores de calor e silenciador a ar deve ser inspecionado com frequência. Se parecer que o material está se desmanchando ou já está desmanchado, ele deve ser trocado, e o trocador de calor deve ser limpo a fim de remover qualquer partícula que possa obstruir as saídas de ar.

***A seguir, um capítulo sobre o tipo de resfriamento: Ar livre***

### **7.8.1 Instruções de manutenção para máquinas com resfriamento ao ar livre**

Normalmente, o ar de resfriamento é circulado por um ventilador e/ou por um rotor. O ventilador pode ser instalado no eixo ou acionado por um motor separado. Uma conexão à pressão de ar externa também é possível. Dependendo do design da máquina, a circulação pode ser simétrica ou assimétrica de forma axial. O ar de resfriamento deve ser o mais limpo possível, pois qualquer poeira levada à máquina causa a contaminação e reduz a eficiência do resfriamento.

As tampas superiores das máquinas protegidas contra intempéries são fornecidas com ou sem filtros, de acordo com a especificação. Através de um pedido especial, a tampa superior é equipada com um interruptor de pressão diferencial para monitorar as condições dos filtros.

Se os detectores de temperatura do ar de resfriamento e dos enrolamentos mostrarem uma temperatura anormal, uma verificação dos sistemas de resfriamento deverá ser feita. As duas questões de manutenção são verificar a condição dos filtros de ar e garantir a boa circulação do ar dentro da máquina. A parte interior da máquina deve estar limpa e ser verificada durante vistorias ou se surgirem problemas.

Outras causas possíveis para o mau desempenho do sistema de resfriamento podem ser temperatura ambiente elevada ou alta temperatura na entrada de ar. Além disso, o mau funcionamento da lubrificação ou do mancal pode levar à alta temperatura do mancal.

Uma temperatura aparentemente alta também pode ser causada por um problema no sistema de medição da temperatura *Capítulo 8.3.2 Detectores de temperatura resistivo Pt-100*.

### 7.8.1.1 Limpeza dos filtros

Os filtros devem ser limpos regularmente. O intervalo de limpeza depende da limpeza do ar no ambiente circundante. Os filtros devem ser limpos quando os detectores de temperatura no enrolamento mostrarem uma temperatura anormal ou se aproximarem do nível de alarme.

Se um sistema de monitoramento de pressão diferencial do filtro estiver sendo usado, os filtros deverão ser substituídos imediatamente após um alarme de pressão. O nível de alarme indica que 50% da superfície do filtro de ar está obstruída. A equipe operacional também deve inspecionar manualmente os filtros com frequência.

Remova os filtros de ar para limpeza. Se o ar circundante estiver limpo o suficiente, os filtros poderão ser trocados durante a operação. Eles devem ser limpos regularmente, primeiro aspirando-se a lateral escalar e, em seguida, a lateral de descarga.

Periodicamente, uma lavagem minuciosa com água limpa é recomendada para liberar sujeira não removida pelo aspirador. Quando grandes concentrações de graxa são encontradas, os filtros devem ser lavados com uma solução detergente. Essa solução deve ser enxaguada minuciosamente antes de devolver o filtro ao serviço. Tenha o cuidado de instalar os filtros de ar na direção correta. As setas na carcaça do filtro de ar indicam a direção do fluxo de ar. Alguns filtros podem ser instalados em qualquer direção. Consulte também as informações do fabricante do filtro.

**A seguir, capítulos sobre o tipo de resfriamento: Ar-água**

### 7.8.2 Instruções de manutenção para trocadores de calor ar-água

Se os detectores de temperatura mostram uma temperatura operacional normal e os detectores de vazamento não indicam vazamentos, geralmente não é necessário realizar mais supervisões no sistema de resfriamento.

**A seguir, capítulos sobre o tipo de resfriamento: Ar-ar**

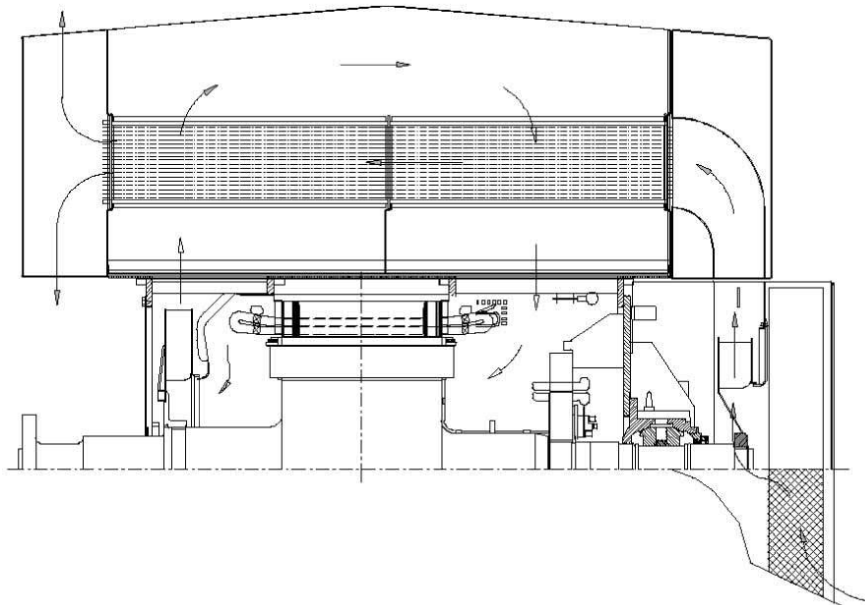
### 7.8.3 Instruções de manutenção para trocadores de calor ar-ar

A unidade de resfriamento é instalada na máquina. Os tubos de ar no trocador de calor são normalmente feitos de alumínio.

#### 7.8.3.1 Circulação de ar

Normalmente, o ar interno é circulado por um ventilador e/ou por um rotor. O ventilador pode ser instalado no eixo ou acionado por um motor separado. Dependendo do design da máquina, a circulação pode ser simétrica ou assimétrica de forma axial.

Geralmente, o fluxo de ar externo é criado por um ventilador montado no eixo ou acionado por um motor separado. A conexão à pressão de ar externa também é possível.



**Figura 40 Fluxo de ar de resfriamento (construção assimétrica típica)**

A máquina pode ser equipada com detectores de temperatura para monitorar o ar de resfriamento interno. Se os detectores de temperatura mostrarem uma temperatura normal, geralmente nenhuma manutenção adicional na inspeção de supervisão é necessária para o sistema de resfriamento.

Se os detectores de temperatura mostrarem uma temperatura anormal ou próxima ao nível de alarme no enrolamento ou no ar de resfriamento, o sistema de arrefecimento deverá ser verificado. Se os resfriadores precisarem ser limpos, consulte as instruções a seguir.

### 7.8.3.2 Limpeza

O acúmulo de sujeira na superfície de resfriamento e na parede do tubo ocorrerá eventualmente. Esse acúmulo reduz a capacidade de resfriamento. Portanto, o trocador de calor deve ser limpo em intervalos regulares, sendo determinado com base nos casos individuais conforme as propriedades do ar de resfriamento. Durante o período inicial da operação, o trocador de calor deve ser frequentemente inspecionado.

Injete ar comprimido no trocador de calor para limpá-lo ou limpe-o com uma escova apropriada. Não use uma escova de aço em tubos de alumínio, pois ela pode danificar os tubos. Uma escova de latão arredondada e macia pode ser usada em seu lugar.

### 7.8.4 Manutenção dos motores da ventilação forçada

Os motores da ventilação forçada são unidades livres de manutenção. Por exemplo, os mancais dos motores externos já têm graxa para toda a sua vida útil. Um motor da ventilação forçada sobressalente é recomendado. A manutenção do motor de ventoinha é realizada de acordo com o manual do motor.

## 7.9 Reparos, desmontagem e montagem

Todas as ações relacionadas a reparos, desmontagem e montagem devem ser feitas por uma equipe de manutenção treinada. Para obter mais informações, entre em contato com o departamento de pós-vendas. Consulte o *Capítulo 9.1.3 Informações de contato do atendimento para geradores e motores*.

**A seguir, uma observação sobre o tipo de proteção: Todas as máquinas em áreas classificadas**

OBSERVAÇÃO: As máquinas em áreas classificadas devem receber manutenção apenas de oficinas qualificadas e autorizadas pela ABB.

**Observação seguinte sobre o tipo de rotor: Ímã permanente**

OBSERVAÇÃO: Para desmontar a máquina de ímã permanente síncrona, sempre entre em contato com o atendimento para geradores e motores da ABB para obter mais instruções.

## Capítulo 8 Solução de problemas

### 8.1 Solução de problemas

Este capítulo tem o objetivo de auxiliar caso ocorra alguma falha operacional com uma máquina elétrica rotativa entregue pela ABB. As tabelas de solução de problemas apresentadas abaixo podem auxiliar na localização e no reparo de problemas mecânicos, elétricos e térmicos, assim como problemas associados ao sistema de lubrificação. As verificações e ações corretivas mencionadas devem sempre ser conduzidas por pessoal qualificado. Em caso de dúvidas, atendimento para geradores e motores de indução da ABB para obter mais informações ou assistência técnica com relação à solução de problemas e manutenção.

#### 8.1.1 Desempenho mecânico

Apresentou mau funcionamento		Causa possível		Ação corretiva
Vibração	Ruído			
•	•	Mau funcionamento da lubrificação		Verifique a qualidade e a quantidade do lubrificante, bem como o funcionamento do sistema de lubrificação
•	•	Mau funcionamento do mancal	Peças danificadas do mancal	Verifique as condições do mancal e substitua as peças do mancal
•	•		Montagem incorreta do mancal	Abra e reajuste o mancal
•	•	Defeito no(s) ventilador(es) de resfriamento	Ventilador(es) sem estabilidade ou danificado(s)	Verifique e repare o(s) ventilador(es) de resfriamento
•	•	Mau funcionamento do sistema de resfriamento		Inspecione e repare o sistema de resfriamento
•	•	Desalinhamento da máquina		Verifique o alinhamento da máquina
•	•	Desbalanceamento do rotor e do eixo		Faça o balanceamento do rotor
•	•	Vibração vinda do maquinário conectado		Verifique o balanceamento do maquinário conectado e do tipo de acoplamento
•	•	Carga axial vinda do maquinário conectado		Verifique o alinhamento, e a operação e o tipo do acoplamento
•	•	Acoplamento incorretamente montado ou defeituoso		Verifique a função do acoplamento
•	•	Força de fundação insuficiente		Reforce a fundação de acordo com as instruções da ABB
•	•	Falha na bobina?		Verifique as bobinas
•	•	Desbalanceamento excessivo da rede		Verifique se o balanceamento da rede está de acordo com os requisitos
	•	Material estranho, umidade ou sujeira dentro da máquina		Verifique e limpe o interior da máquina e seque as bobinas

#### 8.1.2 Sistema de lubrificação e mancais

### 8.1.2.1 Sistema de lubrificação e mancais de rolos

Apresentou mau funcionamento			Causa possível		Ação corretiva
Alta temperatura do mancal	Vazamentos de lubrificante	Ruído ou vibração do mancal			
•		•	Lubrificação insuficiente	Quantidade insuficiente de graxa	Verifique as condições do mancal e adicione graxa
•	•	•	Qualidade ou viscosidade inadequada da graxa		Verifique as recomendações sobre a graxa da ABB, troque a graxa
•			Forças axiais excessivas	Acoplamento ou montagem incorretos	Verifique o acoplamento, a montagem e o alinhamento
•		•	Qualidade reduzida da graxa	Período de reaplicação da graxa incorreto	Verifique as recomendações da ABB, reaplique a graxa
•		•		Condições operacionais incorretas	Verifique as recomendações sobre a operação e a graxa da ABB
•	•		Lubrificação excessiva		Limpe o mancal e adicione a quantidade correta de lubrificante
•		•	Peças danificadas do mancal	Impurezas na graxa	Substitua a graxa, verifique as condições do mancal
•		•		Correntes do mancal	Verifique as condições do isolamento e o mancal
•		•		Falha total do mancal	Substitua o mancal
•		•		Desgaste normal	Substitua as peças desgastadas do mancal
•			Instrumentação com defeito	Detector de temperatura com defeito	Verifique o sistema de medição da temperatura do mancal
	•	•	Vedações do mancal com defeito		Verifique a qualidade das vedações e do lubrificante do mancal
•			Mancal montado incorretamente		Substitua o mancal e certifique-se de que seja montado corretamente
•		•	O anel externo está girando devido à instabilidade da carga		Reequilibre a máquina, repare o orifício do mancal e substitua o mancal
		•	Ruído do mancal devido a elemento de rolete deformado		Substitua o mancal
		•	Materiais estranhos dentro do mancal		Limpe o conjunto do mancal, verifique as condições da vedação e reponha o mancal

### 8.1.2.2 Mancais deslizantes com auto lubrificação

Apresentou mau funcionamento					Causa possível	Ação corretiva	
Alta temperatura do mancal	Vazamentos de óleo	Óleo dentro da máquina	Ruído ou vibração do mancal	Qualidade do óleo visivelmente baixa			
•				•	Lubrificação insuficiente	Baixo nível de óleo	Verifique se há vazamentos no mancal e adicione óleo
•	•	•		•	Qualidade inadequada do óleo		Verifique as recomendações de óleo da ABB
•			•		Qualidade do óleo reduzida	Período de troca de óleo incorreto	Limpe o mancal e troque o óleo
•	•		•	•	Carga axial excessiva	Acoplamento ou montagem incorretos	Verifique o acoplamento, a montagem e o alinhamento
•	•		•		Desalinhamento da máquina		Realine a máquina
•			•		Mancal montado incorretamente		Verifique a montagem e os ajustes corretos do mancal
•	•	•			Quantidade excessiva de óleo		Limpe o mancal e adicione a quantidade correta de lubrificante
•			•	•	Cascos danificados	Impurezas no óleo	Troque o óleo, verifique as condições do mancal e substitua os cascos
•			•			Correntes do mancal	Restaure o isolamento do mancal e substitua os cascos
•			•			Falha total do mancal	Substitua as peças do mancal
•			•			Desgaste normal	Substitua as buchas do mancal de deslizamento
•			•			Velocidade operacional muito baixa	Verifique a faixa da velocidade operacional do mancal
•					Instrumentação com defeito	Detector de temperatura com defeito	Verifique o sistema de medição da temperatura do mancal
	•				Vedações do mancal danificadas ou desgastadas		Substitua a vedação do mancal
	•				Vácuo externo	Equipamento rotativo próximo	Verifique os níveis de pressão e reassente o equipamento rotativo
	•	•			Sobreprensão interna	Falha na compensação da pressão	Remova a causa da sobreprensão interna
		•			Vedação da máquina danificada		Substitua ou repare a vedação da máquina
•					Operação do disco ou anel lubrificante insatisfatória		Abra o mancal e ajuste a operação
			•	•	Materiais estranhos dentro do mancal		Limpe o mancal e verifique as condições da vedação

### 8.1.2.3 Mancal deslizante com lubrificação por imersão

Apresentou mau funcionamento					Causa possível	Ação corretiva	
Alta temperatura do mancal	Vazamentos de óleo	Óleo dentro da máquina	Ruído ou vibração do mancal	Qualidade do óleo visivelmente baixa			
•			•	•	Lubrificação insuficiente	Mau funcionamento do fluxo de óleo	Verifique a bomba de óleo, a válvula de redução do óleo e o filtro de óleo
•						Viscosidade do óleo muito alta	Verifique a temperatura e o tipo de óleo
•	•	•		•	Qualidade inadequada do óleo		Verifique as recomendações de óleo da ABB
•					Temperatura de entrada do óleo muito alta		Verifique o sistema de lubrificação e ajuste a temperatura do óleo
•			•		Qualidade do óleo reduzida	Período de troca de óleo incorreto	Limpe o mancal e troque o óleo
•	•		•	•	Carga axial excessiva	Acoplamento ou montagem incorretos	Verifique o acoplamento, a montagem e o alinhamento
•	•		•		Desalinhamento da máquina		Realinhe a máquina
•			•		Mancal montado incorretamente		Verifique a montagem e os ajustes corretos do mancal
•			•	•	Cascos danificados	Impurezas no óleo	Troque o óleo, verifique as condições do mancal e substitua os cascos
•			•			Correntes do mancal	Restaure o isolamento do mancal e substitua os cascos
•			•			Falha total do mancal	Substitua as peças do mancal
•			•			Desgaste normal	Substitua os cascos do mancal
•			•			Velocidade operacional muito baixa	Verifique a faixa da velocidade operacional do mancal
•					Instrumentação com defeito	Detector de temperatura com defeito	Verifique o sistema de medição da temperatura do mancal
	•				Vedações do mancal danificadas ou desgastadas		Substitua as vedações do mancal
	•				Fluxo do óleo muito alto	Configurações do regulador incorretas	Verifique e corrija o fluxo do óleo
	•				Problema no fluxo de retorno do óleo	Tubulação do óleo com defeito	Verifique a inclinação da tubulação de retorno do óleo
	•				Vácuo externo	Equipamento rotativo próximo	Verifique os níveis de pressão e reassente o equipamento rotativo
	•	•			Sobreprensão interna	Falha na compensação da pressão	Remova a causa da sobreprensão interna
		•			Vedação da máquina danificada		Substitua ou repare a vedação da máquina
	•				Tubulação de lubrificação montada ou mantida incorretamente		Verifique as conexões da tubulação e o aperto do filtro de óleo
			•	•	Materiais estranhos dentro do mancal		Limpe o mancal e verifique as condições da vedação

## OBSERVAÇÃO:

Para informações sobre o vazamento de óleo dos mancais deslizantes, consulte o *Capítulo 8.2 Vazamento de óleo dos mancais deslizantes*.

### 8.1.3 Desempenho térmico

#### 8.1.3.1 Sistema de resfriamento ao ar livre

Apresentou mau funcionamento		Causa possível		Ação corretiva
Alta temperatura do enrolamento	Alta temperatura do ar de resfriamento			
•	•	Alta temperatura do ar de entrada	Temperatura ambiente muito alta	Adicione ventilação para diminuir a temperatura ambiente
•	•		Ar de saída é puxado de volta	Certifique-se de que a distância de folga seja suficiente ao redor da máquina
•	•		Fonte de calor próxima	Coloque as fontes de calor mais longe e verifique a ventilação
•	•	Fluxo de ar incorreto	Interior da máquina sujo	Limpe as peças da máquina e os entreferros
•	•		Disposição do resfriamento incorreta	Inspecione a condição da disposição do resfriamento e a montagem correta
•	•		Entradas de ar bloqueadas	Elimine os detritos das entradas de ar
•	•		Filtro de ar entupido	Limpe ou substitua os filtros de ar
•	•	Ventilador(es) de resfriamento danificado(s)		Substitua o(s) ventilador(es)
•	•	Ventilador de resfriamento girando no sentido incorreto		Substitua o(s) ventilador(es) ou altere o sentido da rotação do ventilador externo
•		Sobrecarga	Configuração do sistema de controle	Verifique os controles da máquina e elimine a sobrecarga
•	•	Sobre velocidade		Verifique a velocidade real e as recomendações de velocidade da ABB
•		Desbalanceamento da rede		Verifique se o balanceamento da rede está de acordo com os requisitos
•	•	Sistema de medição ou instrumentação com defeito		Verifique as medições, os sensores e a fiação
•		Falha no enrolamento		Verifique os enrolamentos

**OBSERVAÇÃO:**

Para obter informações sobre altas temperaturas dos mancais, consulte a *Tabela 8.1.2 Sistema de lubrificação e mancais*.

## 8.1.3.2 Sistema de resfriamento ar-ar

Apresentou mau funcionamento		Causa possível	Ação corretiva	
Alta temperatura do enrolamento	Alta temperatura do ar de resfriamento			
•	•	Resfriamento primário: baixo desempenho do circuito	Ventilador(es) de resfriamento danificado(s)	Substitua o(s) ventilador(es)
•	•		Ventilador girando no sentido errado	Substitua o(s) ventilador(es)
•	•		Interior da máquina sujo	Limpe as peças da máquina e os entreferros
•	•		Saídas de ar obstruídas	Limpar as saídas de ar, eliminando a causa da obstrução
•	•	Resfriamento secundário: baixo desempenho do circuito	Ventilador externo danificado	Substitua o ventilador
•	•		Ventilador girando no sentido errado	Substitua ventilador do eixo ou corrija a operação do motor externo da ventilação forçada
•	•		Resfriador com vazamento	Repare o resfriador
•	•		Saídas de ar obstruídas	Limpar as saídas de ar, eliminando a causa da obstrução
•	•	Alta temperatura do ar de entrada	Temperatura ambiente muito alta	Adicione ventilação para diminuir a temperatura ambiente
•	•		Ar de saída é puxado de volta	Certifique-se de que a distância de folga seja suficiente ao redor do resfriador
•	•		Fonte de calor próxima	Coloque as fontes de calor mais longe e verifique a ventilação
•		Sobrecarga	Configuração do sistema de controle	Verifique os controles da máquina e elimine a sobrecarga
•	•	Sobre velocidade		Verifique a velocidade real e as recomendações de velocidade da ABB
•		Desbalanceamento da rede		Verifique se o balanceamento da rede está de acordo com os requisitos
•	•	Sistema de medição ou instrumentação com defeito		Verifique as medições, os sensores e a fiação
•		Muitas partidas		Deixe a máquina resfriar antes de dar a partida novamente
•		Falha no enrolamento		Verifique os enrolamentos

## OBSERVAÇÃO:

Para obter informações sobre altas temperaturas dos mancais, consulte a *Tabela 8.1.2 Sistema de lubrificação e mancais*.

### 8.1.3.3 Sistema de resfriamento ar-água

Apresentou mau funcionamento			Causa possível	Ação corretiva	
Alta temperatura da bobina	Alta temperatura do ar de resfriamento	Alarme de vazamento de água			
•	•		Resfriamento primário: baixo desempenho do circuito	Ventilador de resfriamento danificado	Substitua o ventilador
•	•			Ventilador girando no sentido errado	Substitua ventilador do eixo ou corrija a operação do motor externo da ventoinha
•	•			Interior da máquina sujo	Limpe as peças da máquina e os entreferros
•	•		Resfriamento secundário: baixo desempenho do circuito	Tubulações de resfriamento bloqueadas	Abra o resfriador e limpe as tubulações
•	•			Bomba de resfriamento com defeito	Verifique e repare a bomba
•	•			Configurações do regulador de fluxo incorretas	Verifique e ajuste o fluxo do resfriamento
•	•	•		Vazamento do cabeçote do resfriador	Substitua o cabeçote do resfriador
•	•			Ar dentro do resfriador	Realize a sangria do resfriador com o parafuso de sangria
•	•			Passagem de resfriamento de emergência aberta	Feche a passagem de resfriamento de emergência firmemente
•	•			Temperatura de entrada da água de resfriamento muito alta	Ajuste a temperatura da água de resfriamento
•			Sobrecarga	Configuração do sistema de controle	Verifique os controles da máquina e elimine a sobrecarga
•			Desbalanceamento da rede		Verifique se o balanceamento da rede está de acordo com os requisitos
•	•	•	Sistema de medição ou instrumentação com defeito		Verifique as medições, os sensores e a fiação
•			Muitas partidas		Deixe a máquina resfriar antes de dar a partida novamente
•			Falha no enrolamento		Verifique os enrolamentos

## OBSERVAÇÃO:

Para obter informações sobre altas temperaturas dos mancais, consulte a *Tabela 8.1.2 Sistema de lubrificação e mancais*.

### 8.1.3.4 Resfriamento por aletas

Apresentou mau funcionamento	Causa possível	Ação corretiva	
<b>Alta temperatura do enrolamento</b>			
	• Sobrecarga	Configuração do sistema de controle	Verifique os controles da máquina e elimine a sobrecarga
	•	Sobre velocidade	Verifique a velocidade real e as recomendações de velocidade da ABB
	•	Desbalanceamento da rede	Verifique se o balanceamento da rede está de acordo com os requisitos
	•	Sistema de medição ou instrumentação com defeito	Verifique as medições, os sensores e a fiação
	•	Muitas partidas	Deixe a máquina resfriar antes de dar a partida novamente
	•	Falha no enrolamento	Verifique os enrolamentos
	•	Exterior da máquina sujo	Limpe o exterior da máquina
	•	Fluxo de ar reduzido	Remova os obstáculos. Garanta um fluxo de ar suficiente, consulte o desenho dimensional da máquina

OBSERVAÇÃO: Para obter informações sobre alta temperatura do mancal, consulte o *Capítulo 8.1.2 Sistema de lubrificação e mancais*.

**A seguir, capítulos sobre o tipo de mancal: Mancal deslizante**

## 8.2 Vazamento de óleo dos mancais deslizantes

A construção de um mancal deslizante é feita de tal maneira que é muito difícil evitar completamente o vazamento de óleo e, portanto, pequenas quantidades de vazamento devem ser toleradas.

Entretanto, o vazamento de óleo também pode surgir por outras razões além do design do mancal, como a viscosidade incorreta do óleo, sobrepressão dentro do mancal, queda de pressão fora do mancal ou altos níveis de vibração no mancal.

Se for observado um vazamento excessivo de óleo, verifique o seguinte:

- Verifique se o óleo usado está de acordo com as especificações
- Reaperte as metades da carcaça do mancal e a tampa da vedação em labirinto. Essa ação é especialmente importante se a máquina tiver ficado parada por um longo período
- Meça as vibrações do mancal com vazamento em três direções sob carga plena. Se o nível de vibração for alto, a carcaça do mancal poderá "afrouxar" o suficiente para permitir que o óleo elimine o selante entre as metades da caixa
- Abra o mancal, limpe as superfícies e aplique novo selante entre as metades da carcaça do mancal
- Certifique-se de que não haja nada que possa causar baixa pressão perto do mancal. A tampa de um acoplamento ou um eixo pode, por exemplo, ser desenvolvida de maneira que venha a causar a baixa pressão perto do mancal
- Verifique se não há sobrepressão dentro do mancal. A sobrepressão pode entrar no mancal pela tubulação de saída de óleo da unidade de lubrificação de óleo. Faça respiros ou aberturas na carcaça do mancal para aliviar a sobrepressão do mancal
- Em caso de um sistema de lubrificação do mancal por imersão, verifique se a inclinação das tubulações de saída do óleo é suficiente

Se um vazamento excessivo de óleo for encontrado depois que os itens anteriores e posteriores tiverem sido verificados, preencha o formulário "Vazamentos de óleo nos mancais de luva RENK" e envie-o ao departamento local de atendimento para geradores e motores.

## 8.2.1 Óleo

Para que os mancais funcionem da maneira esperada, o óleo deve atender a certos critérios como viscosidade e limpeza, consulte o *Capítulo 7.5.2.2 Controle do lubrificante* e *Capítulo 7.5.2.3 Valores de controle recomendados para o óleo lubrificante*.

### Viscosidade

Os mancais são desenvolvidos para operarem com um óleo de viscosidade específica, que é mencionada na documentação fornecida com a máquina elétrica.

A viscosidade incorreta levará a falhas de lubrificação e pode danificar os mancais, assim como o eixo.

## 8.2.2 Mancais deslizantes

Os mancais deslizantes, usados nas máquinas elétricas rotativas, são geralmente "mancais padrão" usados em diversas aplicações. Portanto, o design do mancal em si normalmente não é a causa dos vazamentos no mancal, e o motivo para o vazamento deve ser encontrado em outro lugar.

Porém, o mancal é montado a partir de várias peças, e as junções entre as peças podem vazar devido à montagem equivocada ou à falta de um composto selante.

### Carcaça do mancal

A carcaça do mancal consiste em uma parte superior e uma inferior, que são unidas. Além disso, as vedações em labirinto são montadas na entrada da carcaça do mancal do eixo. Essa construção não é completamente hermética; desse modo, vazamentos em pequenas quantidades serão tolerados.

A quantidade tolerável de vazamento para os mancais auto lubrificados é a quantidade com a qual o mancal não precisa de um reforço durante os intervalos de troca de óleo.

O óleo pode vazar do mancal de duas maneiras:

- Através das vedações em labirinto
- Através da linha divisória da carcaça do mancal

### Selante

Para evitar que o óleo vaze do mancal através das linhas divisórias, o selante é aplicado nas linhas divisórias. A ABB recomenda o composto selante Hylomar Blue Heavy. Curil T ou outros compostos semelhantes também podem ser usados.

## 8.2.3 Verificação do mancal

Caso suspeite que o vazamento de óleo tenha se originado da própria carcaça do mancal, as seguintes ações devem ser realizadas:

1. Reaperte a carcaça do mancal

Essa ação é especialmente importante durante o comissionamento da máquina, ou se a máquina tiver ficado em inatividade por um longo período, visto que as peças podem acabar ficando assentadas.

Se as metades da carcaça do mancal não estiverem encaixadas firmemente uma em relação a outra, o óleo poderá eliminar o selante da linha divisória. Isso, por sua vez, pode causar o vazamento de óleo.

2. Abra a carcaça do mancal

A carcaça do mancal pode ser aberta e novo selante aplicado sobre as linhas divisórias. Deve-se tomar cuidado para que sujeira ou matérias estranhas não entrem no mancal durante esse procedimento. As linhas divisórias devem ser completamente desengraxadas antes de uma fina camada de selante ser aplicada.

**A seguir, um capítulo sobre o tipo de mancal: *Mancal deslizante com lubrificação por imersão***

## 8.2.4 Recipiente e tubulação de óleo

Uma tubulação e um recipiente de óleo separados são usados apenas para os mancais lubrificados por imersão.

### Recipiente de óleo

O recipiente de óleo pode ser separado ou, em alguns casos, no bloco do motor de um motor diesel. Em ambos os casos, o recipiente deve ficar bem abaixo dos mancais, para que o óleo flua para o recipiente, saindo do mancal.

O recipiente de óleo deve ser construído de tal maneira que não seja possível a entrada de pressão na tubulação de retorno do óleo do recipiente em direção ao mancal.

#### **Tubulação de óleo**

A função da tubulação de retorno de óleo é permitir que ele retorne ao tanque de óleo com o mínimo de fricção possível. Isso normalmente é obtido com a escolha de um diâmetro de tubulação suficientemente largo, de maneira que o fluxo do óleo na linha de retorno não ultrapasse 0,15 m/s (6 pol./s), com base na seção cruzada da tubulação.

Instale as tubulações de saída de óleo dos mancais para baixo, em um ângulo mínimo de 15°, que corresponde a uma inclinação de 250 a 300 mm/m (3 a 3½ pol./pés).

A montagem da tubulação deve ser realizada de tal forma que a inclinação mencionada acima esteja presente em todos os pontos da tubulação.

**A seguir, um capítulo sobre o tipo de mancal: Mancal deslizante com lubrificação por imersão**

## **8.2.5 Verificação de recipiente e tubulação de óleo**

Caso suspeite que o vazamento de óleo tenha sido originado da construção do recipiente ou da tubulação de óleo, as seguintes ações devem ser tomadas:

#### **Pressão no recipiente de óleo**

A pressão atmosférica dentro do recipiente de óleo deve ser verificada. A pressão não pode ser maior que a pressão fora do mancal. Se esse for o caso, um respiro deverá ser instalado no recipiente de óleo.

#### **Tubulação de óleo**

É necessário verificar se a tubulação apresenta um diâmetro suficiente, se não está entupida e se a inclinação é decrescente e suficiente através de toda a tubulação de retorno de óleo.

## **8.2.6 Uso**

Algumas das causas de vazamentos do mancal, além das relacionadas à instalação, podem ser referentes ao uso.

**A seguir, parágrafos sobre o tipo de mancal: Mancal deslizante com lubrificação por imersão**

#### **Pressão do óleo**

A pressão do óleo de entrada para cada mancal é calculada de acordo com o fluxo desejado de óleo e, portanto, a pressão do óleo deve ser ajustada de acordo com isso durante o comissionamento.

O valor específico da pressão do óleo para cada máquina deve ser verificado na documentação fornecida com a máquina.

**A seguir, um parágrafo sobre o tipo de mancal: Mancal deslizante sem auto lubrificação**

#### **Nível de óleo**

O nível de óleo de um mancal deslizante auto lubrificado precisa ser verificado com regularidade, consulte o *Capítulo 7.5.1.1 Nível de óleo*.

#### **Temperatura do óleo**

A temperatura correta do óleo de lubrificação é essencial para manter o mancal na temperatura operacional correta, bem como para garantir o efeito de lubrificação suficiente e a viscosidade correta do óleo de lubrificação, consulte o *Capítulo 7.5.2.1 Temperatura do óleo de lubrificação*.

#### **Vibrações**

Todas as máquinas estão sujeitas a vibrações, além de terem sido projetadas para suportá-las. Grandes vibrações podem fazer com que várias partes do mancal funcionem diferentemente do previsto.

Vibrações fortes podem causar diferentes fenômenos na camada de óleo entre o eixo e o metal branco, mas isso raramente levará a vazamentos de óleo, mas sim a falhas no mancal.

Vibrações fortes podem fazer com que as peças da carcaça do mancal se fixem, ou que afrouxem o suficiente para permitir que o óleo entre na superfície dividida entre a parte superior e a parte inferior da carcaça do mancal. As vibrações farão com que as peças da carcaça do mancal movam-se em relação uma a outra. Isso pode causar o efeito de bombeamento de tal maneira que o óleo será bombeado para dentro e para fora da superfície dividida. Por fim, isso removerá o selante e fará com que os mancais vazem.

#### **Pressão do ar dentro do mancal**

A carcaça do mancal não é um compartimento hermético e, portanto, qualquer sobrepressão dentro da caixa escapará dela através das vedações em labirinto. Ao escapar, o ar trará uma névoa de óleo com ele, fazendo assim com que o mancal vazem.

A sobrepressão dentro do mancal normalmente é causada por outros componentes que não são o mancal em si. A razão mais comum para a sobrepressão dentro do mancal é a sobrepressão na tubulação de retorno do óleo.

#### **Pressão de ar fora do mancal**

Semelhantemente à sobrepressão dentro do mancal, a queda de pressão fora do mancal "sugará" ar de dentro para fora do mancal, trazendo óleo e fazendo com que o mancal vazem.

A queda de pressão dentro do mancal normalmente não é causada pelo mancal em si, mas pelas peças fora dele.

A queda de pressão próxima ao alojamento do mancal é causada pelas peças rotativas que movem o ar próximo a elas de tal maneira que uma queda de pressão local ocorra próxima à saída do eixo do mancal.

## **8.2.7 Verificação do uso**

### **Óleo**

A qualidade do óleo deve ser verificada.

#### **Parágrafo seguinte sobre o tipo de mancal: Mancal de deslizamento com lubrificação forçada**

A pressão de entrada do óleo deve ser verificada e ajustada adequadamente.

O valor normal para a pressão do óleo é 125 kPa  $\pm$  25 kPa (1,25 bar  $\pm$  0,25 bar), mas o valor específico da pressão do óleo para cada máquina deve ser verificado na documentação fornecida com a máquina.

#### **A seguir, parágrafos sobre o tipo de mancal: Mancal deslizante sem auto lubrificação**

O nível de óleo no mancal deve ser verificado.

A temperatura do óleo deve ser verificada. Uma temperatura muito alta fará com que a viscosidade do óleo diminua, facilitando o escape do mancal.

**OBSERVAÇÃO:** Os mancais com apenas um detector de temperatura Pt-100 normalmente detectam a temperatura do mancal, não do óleo. A temperatura do óleo é aproximadamente 10 °C (20 °F) menor que a temperatura do mancal.

#### **Parágrafo seguinte sobre o tipo de mancal: Mancal de deslizamento com lubrificação forçada**

A temperatura normal de entrada do óleo é de 45°C (113 °F), mas ela deve ser verificada na documentação fornecida com a máquina.

### **Vibrações**

As leituras da vibração das carcaças de mancais devem ser feitas em três direções: axial, transversal (horizontal) e vertical, consulte o *Capítulo 7.4.3 Vibrações na caixa do mancal*.

#### **Pressão do ar dentro do mancal**

As pressões de ar dentro e fora dos mancais devem ser verificadas.

A sobrepressão normalmente é, como afirmado acima, causada por sobre pressões no tanque de óleo. A sobrepressão do tanque de óleo é transmitida ao mancal através da tubulação de retorno de óleo.

A melhor maneira de medir a pressão dentro de um mancal é no bocal de abastecimento do óleo ou no visor de inspeção na parte superior do mancal.

Caso seja observada a sobrepressão dentro do mancal, as seguintes medidas devem ser tomadas na seguinte ordem:

- Instale um respiro no tanque de óleo, se possível. Essa medida não é adequada para o bloco do motor de motores diesel.
- Certifique-se de que a tubulação de retorno de óleo entre no tanque de óleo abaixo do nível. Isso é essencial para o cárter de motores diesel.
- Faça um bloqueio de água em U na tubulação de retorno de óleo
- Instale um respiro acima do alojamento do mancal.

#### **Pressão do ar fora do mancal**

A pressão de ar próxima da saída do eixo do mancal precisa ser verificada. Isso é especialmente importante se o mancal for montado em flange na máquina ou se o eixo for montado dentro de uma tampa ou outra estrutura que possa formar um "ventilador centrífugo" com o eixo.

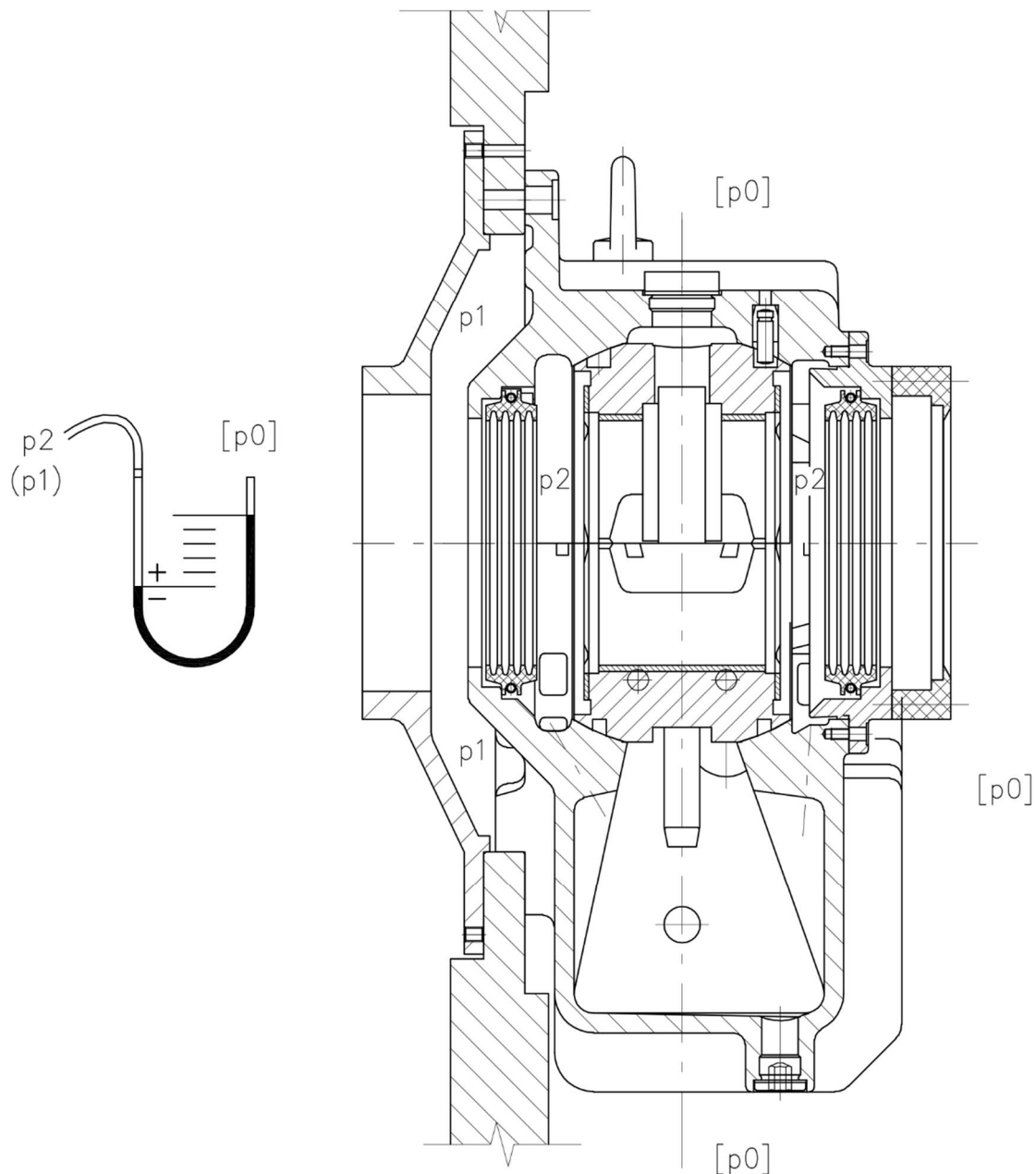
Os mancais em flange possuem dois canais entre a caixa e o flange, que normalmente é suficiente para compensar qualquer queda de pressão próxima da saída do eixo da carcaça do mancal. Porém, se por alguma razão uma queda de pressão muito grande ocorrer perto dessa área, os dois canais podem não ser suficientes, e um pouco de ar é sugado de dentro do mancal. É mais provável que isso ocorra a mancais deslizantes com placas de encosto axiais, já que o fluxo de óleo nesses mancais é maior que nos mancais radiais simples.

Caso perceba ou suspeite de uma grande queda de pressão, a pressão do ar deve ser medida perto da saída do eixo da carcaça do mancal.

Para verificar se a queda de pressão fora do mancal pode causar o vazamento, a pressão fora do mancal ( $p_0$ ) e dentro do mancal ( $p_2$ ) e a pressão na área entre proteção da extremidade e a vedação da máquina ( $p_1$ ) também devem ser medidas. Quando estiver medindo ( $p_1$ ), a tubulação deve ser inserida o mais profundamente possível, e os canais devem ser temporariamente fechados, consulte a *Figura 41 Verificação da pressão do ar dentro e fora do mancal deslizante*.

Para analisar a situação,  $p_1$  e  $p_2$  devem ser comparados a  $p_0$ , que deve ser medido livre de distúrbios ou turbulência perto da máquina. As seguintes situações podem ocorrer:

- $p_0 = p_1 = p_2$ . Se todas as leituras de pressão forem as mesmas, o vazamento não será causado pelas diferenças de pressão. Porém, lembre-se do que foi dito anteriormente sobre os motores diesel
- $p_2 > p_1 (= p_0)$ . Se a pressão dentro do mancal for maior que a pressão foradele, haverá apenas uma situação com sobrepressão dentro do mancal
- $p_2 (= p_0) > p_1$ . Se a pressão fora do mancal for menor que a pressão em outro lugar, houve uma queda de pressão perto do mancal
- $p_2 > p_0 > p_1$ . Se todas as leituras de pressão forem diferentes, poderá haver uma sobrepressão dentro do mancal e uma queda fora dele.



**Figura 41 Verificação da pressão do ar dentro e fora do mancal deslizante**

Se uma grande queda de pressão for observada dentro da máquina, por exemplo, entre a proteção da extremidade e a vedação da máquina, a situação será delicada. Normalmente é muito difícil remover a vedação da máquina e vedá-la novamente.

**OBSERVAÇÃO:** Sob nenhuma circunstância um respiro deve ser instalado para remediar a queda de pressão no mancal, pois ele apenas agravará o vazamento.

### 8.3 Desempenho elétrico, controle e proteção

O desempenho elétrico de uma máquina elétrica rotativa é definido principalmente pela condição dos enrolamentos do rotor e do estator. A manutenção dos enrolamentos da máquina é descrita com detalhes no *Capítulo 7.6 Manutenção dos enrolamentos do rotor e do estator*. Neste capítulo, o foco está na solução de problemas dos sistemas de controle e proteção.

### 8.3.1 Disparos da proteção

A máquina precisa ser protegida com alarmes e disparadores contra condições operacionais anormais, tanto elétricas quanto mecânicas. Algumas dessas proteções podem ser redefinidas e a máquina reiniciada diretamente quando a falha for localizada.

Exemplos de proteções que, se ativarem um alarme ou disparo, podem precisar de uma investigação posterior:

- Temperatura alta no mancal, consulte *Capítulo 7.5 Manutenção dos mancais e do sistema de lubrificação*
- Temperatura alta no enrolamento ou no ar de resfriamento, consulte *Capítulo 7.6 Manutenção dos enrolamentos do rotor e do estator e Capítulo 8.5 Desempenho térmico e sistema de resfriamento*
- Sobrecarga, desbalanceamento de corrente e tensão, sobretensão
- Proteção de vibração, *Capítulo 7.4.2 Vibração e ruído*.

### 8.3.2 Detectores de temperatura resistivo Pt-100

Os detectores de temperatura resistivo Pt-100 são parte essencial do sistema de monitoramento e proteção das condições da máquina. Eles são usados para medir as temperaturas dos enrolamentos, mancais e no ar de resfriamento. O detector Pt-100 usa um filamento de platina fino para a medição da temperatura, que pode ser danificado, por exemplo, pelo manuseio incorreto ou pela vibração excessiva.

Os seguintes sintomas podem sugerir um problema no detector Pt-100:

- Resistência infinita ou zero no detector
- Desaparecimento de sinal de medição durante ou após a partida
- Um valor de resistência significativamente diferente em um único detector Se houver suspeita de uma falha do Pt-100, as descobertas deverão sempre ser

confirmadas na caixa de conexões, medindo-se a resistência no detector com seus cabos desconectados. As conclusões devem ser registradas. Para obter a medição correta da corrente, observe o detector Pt-100 adequado. Para obter informações sobre os valores de resistência a diferentes temperaturas, consulte a *Tabela 10 Valores de temperatura para elementos Pt-100*.

**Tabela 10. Valores de temperatura para elementos Pt-100**

PT100 RES. Ω	TEMP. °C	TEMP. °F	PT100 RES. Ω	TEMP. °C	TEMP. °F	PT100 RES. Ω	TEMP. °C	TEMP. °F
100.00	0	32.00	127.07	70	158.00	153.58	140	284.00
100.78	2	35.60	127.84	72	161.60	154.32	142	287.60
101.56	4	39.20	128.60	74	165.20	155.07	144	291.20
102.34	6	42.80	129.37	76	168.80	155.82	146	294.80
103.12	8	46.40	130.13	78	172.40	156.57	148	298.40
103.90	10	50.00	130.89	80	176.00	157.31	150	302.00
104.68	12	53.60	131.66	82	179.60	158.06	152	305.60
105.46	14	57.20	132.42	84	183.20	158.81	154	309.20
106.24	16	60.80	133.18	86	186.80	159.55	156	312.80
107.02	18	64.40	133.94	88	190.40	160.30	158	316.40
107.79	20	68.00	134.70	90	194.00	161.04	160	320.00
108.57	22	71.60	135.46	92	197.60	161.79	162	323.60
109.35	24	75.20	136.22	94	201.20	162.53	164	327.20
110.12	26	78.80	136.98	96	204.80	163.27	166	330.80
110.90	28	82.40	137.74	98	208.40	164.02	168	334.40
111.67	30	86.00	138.50	100	212.00	164.76	170	338.00
112.45	32	89.60	139.26	102	215.60	165.50	172	341.60
113.22	34	93.20	140.02	104	219.20	166.24	174	345.20
113.99	36	96.80	140.77	106	222.80	166.98	176	348.80
114.77	38	100.40	141.53	108	226.40	167.72	178	352.40
115.54	40	104.00	142.29	110	230.00	168.46	180	356.00
116.31	42	107.60	143.04	112	233.60	169.20	182	359.60
117.08	44	111.20	143.80	114	237.20	169.94	184	363.20
117.85	46	114.80	144.55	116	240.80	170.58	186	366.80
118.62	48	118.40	145.31	118	244.40	171.42	188	370.40
119.40	50	122.00	146.06	120	248.00	172.16	190	374.00
120.16	52	125.60	146.81	122	251.60	172.90	192	377.60
120.93	54	129.20	147.57	124	255.20	173.63	194	381.20
121.70	56	132.80	148.32	126	258.80	174.37	196	384.80
122.47	58	136.40	149.07	128	262.40	175.10	198	388.40
123.24	60	140.00	149.83	130	266.00	175.84	200	392.00
124.01	62	143.60	150.57	132	269.60	176.57	202	395.60

PT100 RES. $\Omega$	TEMP. $^{\circ}\text{C}$	TEMP. $^{\circ}\text{F}$	PT100 RES. $\Omega$	TEMP. $^{\circ}\text{C}$	TEMP. $^{\circ}\text{F}$	PT100 RES. $\Omega$	TEMP. $^{\circ}\text{C}$	TEMP. $^{\circ}\text{F}$
124.77	64	147.20	151.33	134	273.20	177.31	204	399.20
125.54	66	150.80	152.04	136	276.80	178.04	206	402.80
126.31	68	154.40	152.83	138	280.40	178.78	208	406.40

Há duas soluções possíveis para os danos ao detector Pt-100 do estator. Se houver detectores sobressalentes operacionais sobrando no núcleo do estator, eles poderão ser colocados em uso. Se todos os detectores montados nas fábricas que funcionarem estiverem em uso, um novo detector poderá ser adaptado na extremidade do enrolamento.

***A seguir, um capítulo sobre o tipo de rotor: Anéis deslizantes***

## 8.4 Anéis deslizantes e escovas

### 8.4.1 Desgaste da escova

Caso as escovas estejam sofrendo desgaste rápida ou irregularmente, os seguintes pontos devem ser observados:

- A pressão da escova está dentro dos limites especificados? Consulte o *Capítulo 7.7.2.1 Pressão da escova*.
- Todos os rabichos da escova estão conectados adequadamente?
- As superfícies deslizantes dos anéis deslizantes estão deterioradas?
- É provável que as escovas de carbono tenham absorvido óleo ou umidade?
- A qualidade da escova é a especificada para a máquina?

Sempre que possível:

- Certifique-se de que as escovas estejam em boas condições e possam ser movidas livremente em seus suportes
- Verifique se os rabichos da escova estão em ordem e se estão adequadamente conectados
- Remova o pó de carvão com um aspirador de pó

## 8.4.2 Faíscas da escova

Qualquer possível faísca das escovas pode ser observada através da janela do recipiente do anel deslizante. As faíscas geralmente são uma indicação de operação inadequada. Devem ser tomadas medidas imediatamente para que as faíscas sejam evitadas. As razões para as faíscas devem ser eliminadas e a operação natural deve ser restaurada. Possíveis causas para as faíscas:

- Condição de carregamento inadequada
- Escovas aderidas aos suportes
- Escovas muito soltas em seus suportes
- Conexão frouxa do terminal de escovas
- Assento das escovas inadequado
- Pressão das escovas incorreta ou desigual
- As superfícies deslizantes dos anéis deslizantes estão deterioradas
- O tipo de escovas de carbono não é aceitável para as condições operacionais
- Desalinhamento dos acoplamentos do eixo
- A máquina está desbalanceada
- Mancais desgastados produzindo entreferros desiguais

## 8.5 Desempenho térmico e sistema de resfriamento

Há duas razões fundamentais que podem causar um aumento na temperatura da máquina:

- O efeito do sistema de resfriamento diminuiu
- A máquina está produzindo uma quantidade excessiva de calor

Se a temperatura da máquina ultrapassar os valores normais, deverão ser tomadas medidas para determinar qual das duas causas mencionadas acima é a dominante em um incidente específico.

**OBSERVAÇÃO:** Uma produção excessiva de calor pode ser causada por um problema no enrolamento ou pelo desbalanceamento da rede e, nesses casos, ações corretivas no sistema de resfriamento seriam ineficientes e danosas.

Se os detectores de temperatura do ar de resfriamento e dos enrolamentos mostrar uma temperatura anormal, uma verificação do sistema de resfriamento deverá ser feita. Dois problemas de manutenção separados afetam o sistema de resfriamento. A parte aparente é para garantir a operação ininterrupta e correta do trocador de calor. Essa tarefa é realizada com a limpeza e a verificação periódicas do trocador de calor para garantir a operação correta.

O fluxo de ar ou água através do trocador de calor também deve ser verificado. Se o resfriador possuir uma ventilação forçada, sua operação também deverá ser verificada.

A parte menos aparente, mas também igualmente importante, é garantir a circulação correta de ar no circuito de resfriamento primário dentro da máquina. Essa tarefa pode ser realizada com a limpeza e a verificação do interior da máquina durante as revisões ou se surgirem problemas.

Outras causas possíveis para o mau desempenho do trocador de calor podem incluir a temperatura ambiente elevada, alta temperatura de entrada de ar ou água e baixo fluxo de ar ou água.

Além disso, o mau funcionamento da lubrificação ou do mancal pode levar à alta temperatura do mancal. Uma temperatura aparentemente alta também pode ser causada por um problema no sistema de medição da temperatura *Capítulo 8.3.2 Detectores de temperatura resistivo Pt-100*.

# Capítulo 9 Serviços de ciclo de vida para geradores e motores

## 9.1 Serviços para Motores e Geradores

O Atendimento para Geradores e Motores da ABB cobre desde instalação e comissionamento até peças e manutenção e também atualizações e substituições.

Com 120 anos de experiência na fabricação de geradores e motores, nós fornecemos serviços que ajudam os operadores de plantas a agregar valor e a otimizar seu custo de propriedade.

Com a mais ampla rede de serviços do mercado globalmente e engenheiros de serviço certificados prontos para realizar reparos no local ou em oficinas autorizadas, podemos oferecer diferentes opções de serviço que atendem às suas necessidades.

### 9.1.1 Produtos de serviços

Podemos oferecer os seguintes serviços para geradores e motores:

- Instalação e comissionamento
- Peças sobressalentes
- Manutenção
  - Manutenção preventiva
  - Manutenção preditiva
  - Monitoramento de condições
- Reparos
  - No local e em oficinas
  - Solução de problemas remota
  - Suporte técnico
- Engenharia e consultoria
- Extensões, atualizações e aperfeiçoamentos
- Substituições
- Treinamento
- Contratos de serviço.

Para obter mais informações, visite [www.abb.com/motors&generators](http://www.abb.com/motors&generators) ou entre em contato com o departamento local de atendimento para geradores e motores da ABB.

### 9.1.2 Suporte e garantias

Todos os geradores e motores têm garantia de fábrica, que cobre defeitos de componentes, projeto, mão de obra e fabricação. Os termos e o período de garantia estão definidos no contrato de venda.

A solicitação da garantia geralmente é processada por meio do canal oficial de vendas da máquina da ABB. A solicitação da garantia deve sempre ser feita em um formulário por escrito e deve incluir no mínimo:

- número de série da máquina
- local da máquina
- uma descrição mais detalhada possível do problema
  - imagens, resultados de medições ou relatórios que ajudam a analisar o problema
- expectativas do cliente
- informações de contato do cliente.

Informações de contato do suporte técnico e garantias podem ser encontradas no próximo capítulo. Para obter mais informações, visite [www.abb.com/motors&generators](http://www.abb.com/motors&generators).

### 9.1.3 Informações de contato do atendimento para geradores e motores

Encontre informações de contato do atendimento local em [www.abb.com/motors&generators](http://www.abb.com/motors&generators).

Entre em contato com o Global Technical Support Center Finland ligando para:

- Telefone: 7h às 17h (GMT +2): +358 (0)10 22 11
- Assistência técnica 24 horas: +358 (0)10 22 21999
- e-mail para vendas: [machines.service@fi.abb.com](mailto:machines.service@fi.abb.com)
- e-mail para garantias e suporte técnico: [support.machines@fi.abb.com](mailto:support.machines@fi.abb.com)
- Fax: +358 (0)10 22 22544

OBSERVAÇÃO: Se disponível, adicione o número de série da máquina (sete dígitos, começando com 46#####) a seu e-mail para referência.

## 9.2 Peças sobressalentes para máquinas elétricas rotativas

### 9.2.1 Considerações gerais sobre as peças sobressalentes

As máquinas fabricadas pela ABB são desenvolvidas e fabricadas para fornecer operação confiável e sem problemas por décadas. Porém, isso exige que as máquinas sejam adequadamente conservadas e operadas. Essa conservação inclui a troca de peças sujeitas ao desgaste normal.

Há sempre uma quantidade inevitável de incerteza relacionada ao desgaste. As taxas de desgaste dessas peças variam muito de acordo com a aplicação, o ambiente e as condições específicas. Portanto, a condição dessas peças deve ser inspecionada regularmente, e uma quantidade suficiente de peças sobressalentes deve ser mantida em estoque. Essas peças ajudarão a minimizar o tempo de inatividade se houver necessidade. A extensão do estoque deve ser decidida com base na urgência da aplicação, na disponibilidade da peça sobressalente em particular e na recomendação do fabricante.

### 9.2.2 Substituição periódica de peças

Há sempre um desgaste mecânico quando duas superfícies móveis estão em contato uma com a outra. Em máquinas elétricas, a maior parte do desgaste mecânico ocorre entre o eixo rotativo e as peças fixas. Os mancais, como os de roletes, as buchas do mancal de deslizamento e os anéis lubrificadores nos mancais deslizantes ficarão desgastados e precisarão ser substituídos, mesmo que a lubrificação correta seja mantida. Outras peças de desgaste incluem as vedações que estão em contato constante com o eixo rotativo e as escovas, os rolos da escova e os anéis deslizantes da unidade do anel deslizante.

As peças mencionadas anteriormente compõem uma extensa, mas incompleta, lista de peças de desgaste mecânico. Essas peças apresentam uma vida útil estimada, mas, como já foi citado, sua durabilidade real pode variar significativamente. Por essa razão, é necessário manter, pelo menos essas peças em estoque. Também é necessário observar que a substituição dessas peças, devido ao desgaste normal, não é coberta pela garantia.

### 9.2.3 Necessidade de peças sobressalentes

Outros tipos de desgaste ocorrem em função de temperaturas elevadas, distúrbios elétricos e reações químicas.

Os filtros de ar, que protegem o interior da máquina contra contaminações, ficam saturados com impurezas do ar e precisam ser substituídos para que sejam garantidas a operação correta da unidade de resfriamento e a proteção contínua das peças sensíveis da máquina.

Enrolamentos das máquinas da ABB apresentam uma boa proteção contra o desgaste, mas somente se a manutenção correta e as condições operacionais forem seguidas. A temperatura operacional correta não deve ser excedida, e é necessário eliminar a poeira dos enrolamentos regularmente. O enrolamento também pode estar sujeito a um desgaste acelerado, devido a inúmeros distúrbios elétricos.

Detectores de temperatura Pt-100 do enrolamento do estator estão localizados dentro das fendas do núcleo do estator, não podendo ser substituídos. Portanto, a prática da ABB é adicionar detectores Pt-100 sobressalentes no núcleo do estator. Esses detectores não devem ser considerados peças sobressalentes regulares, pois eles se destinam ao uso como substitutos em caso de falha do elemento Pt-100 do estator durante o comissionamento. Porém, esses elementos poderão ser colocados em uso durante a operação se o detector principal falhar. Se o elemento sobressalente falhar, a ação corretiva possível será adicionar os elementos Pt-100 à extremidade do enrolamento do estator.

### 9.2.4 Seleção do pacote de peças sobressalentes adequado

A ABB fornece três níveis de pacotes de peças sobressalentes prontas para uso. A equipe mais bem informada sobre as condições operacionais da máquina deve selecionar o pacote mais adequado com base na urgência da aplicação e no risco financeiro relacionado à duração da inatividade e à perda de produção.

Pacote de peças sobressalentes operacionais para comissionamento e garantia da utilidade:

- Essas são as peças sobressalentes mais essenciais e devem sempre estar disponíveis.

Pacote de peças sobressalentes recomendadas para a solução de problemas e para garantir a disponibilidade:

- Essas peças devem estar disponíveis durante manutenção na metade do período. Essas peças também permitem a recuperação rápida em caso de falha nos acessórios.

Peças sobressalentes essenciais para reduzir o tempo de reparo em caso de danos sérios:

- Essas peças sobressalentes são recomendadas quando a máquina faz parte de um processo essencial. Elas permitem a recuperação rápida, mesmo em caso de danos sérios.

### 9.2.5 Peças típicas recomendadas em diferentes conjuntos

Abaixo, apresentamos as recomendações gerais das peças sobressalentes típicas para diferentes pacotes. Para receber uma cotação sobre as peças de uma máquina específica, entre em contato com o departamento de atendimento para geradores e motores da ABB.

Observe que, apesar de a ABB personalizar os conjuntos de peças sobressalentes para se adequarem à máquina, alguns conjuntos poderão se referir a acessórios que não estão disponíveis em todas as máquinas.

**Os seguintes capítulos se referem à família de produtos: AXR, HXR e NXR**

#### 9.2.5.1 Pacote de peças sobressalentes operacionais

Peça sobressalente	Quantidade
Mancal RTD	1 peça
Alternativamente, para máquinas de mancais anti atrito:	
Mancal anti atrito	2 peças
Alternativamente, para máquinas com mancais de bucha:	
Casco do mancal para lado acoplado	1 peça
Casco do mancal para lado não acoplado	1 peça
Anel lubrificante do mancal para lado acoplado	1 peça
Anel lubrificante do mancal para lado não acoplado	1 peça
Vedações em labirinto do mancal para lado acoplado	2 peças
Vedações em labirinto do mancal para lado não acoplado	2 peças

#### 9.2.5.2 Pacote de peças sobressalentes recomendadas

Peça sobressalente	Quantidade
Pacote de peças sobressalentes operacionais	1 peça
Aquecedor	1 peça
Pt-100 do estator, kit de adaptação	1 peça
Suporte ou isoladores da bucha	1 peça

### 9.2.5.3 Peças sobressalentes essenciais

Peça sobressalente	Quantidade
Estator	1 peça
Rotor	1 peça

Os seguintes capítulos se referem à família de produtos: AMA, AMB, AMI, NMH e NMI

### 9.2.5.4 Pacote de peças sobressalentes operacionais

Peça sobressalente	Quantidade
Filtros de ar (para máquinas IPW24/IC01)	1 conjunto
Detector de vazamento de água (para máquinas IP55/IC81W)	1 peça
Mancal RTD	1 peça
Alternativamente, para máquinas de mancais anti atrito:	
Mancal anti atrito	2 peças
Alternativamente, para máquinas com mancais deslizantes:	
Casco de mancal para lado acoplado	1 peça
Casco do mancal para lado não acoplado	1 peça
Anel lubrificante do mancal para lado acoplado	1 peça
Anel lubrificante do mancal para lado não acoplado	1 peça
Vedações em labirinto do mancal para lado acoplado	2 peças
Vedações em labirinto do mancal para lado não acoplado	2 peças

### 9.2.5.5 Pacote de peças sobressalentes recomendadas

Peça sobressalente	Quantidade
Pacote de peças sobressalentes operacionais	1 peça
Aquecedor	1 peça
Pt-100 do estator, kit de adaptação	1 peça
Elemento do resfriador de água e gaxetas	1 peça
Suporte ou isoladores da bucha	1 peça

### 9.2.5.6 Peças sobressalentes essenciais

Peça sobressalente	Quantidade
Rotor	1 peça
Estator	1 peça

Os seguintes capítulos se referem à família de produtos: AMK e NMK

### 9.2.5.7 Pacote de peças sobressalentes operacionais

Peça sobressalente	Quantidade
Filtros de ar (para máquinas IPW24/IC01)	1 conjunto
Filtro de ar para poeira de carbono do anel coletor	1 peça
Escovas	1 conjunto
Suporte das escovas	1 conjunto
Detector de vazamento de água (para máquinas IP55/IC81W)	1 peça
Mancal RTD	1 peça
Alternativamente, para máquinas com mancais de rolos:	
Mancal de rolamento	2 peças
Alternativamente, para máquinas com mancais deslizantes:	
Casco do mancal para lado acoplado	1 peça
Casco do mancal para lado não acoplado	1 peça
Anel lubrificante do mancal para lado acoplado	1 peça
Anel lubrificante do mancal para lado não acoplado	1 peça
Vedações em labirinto do mancal para lado acoplado	2 peças
Vedações em labirinto do mancal para lado não acoplado	2 peças

### 9.2.5.8 Pacote de peças sobressalentes recomendadas

Peça sobressalente	Quantidade
Pacote de peças sobressalentes operacionais	1 pacote
Aquecedor	1 peça
Aquecedor da unidade do anel coletor	1 peça
Unidade do anel coletor	1 peça
Pt-100 do estator, kit de adaptação	1 peça
Interruptor de pressão para o monitoramento de condições do filtro de poeira da escova	1 peça
Elemento do resfriador de água	1 peça
Suporte ou isoladores da bucha	1 peça

### 9.2.5.9 Peças sobressalentes essenciais

Peça sobressalente	Quantidade
Rotor	1 peça
Estator	1 peça

## 9.2.6 Informações sobre pedidos

Para garantir o pedido e a entrega rápida das peças sobressalentes corretas, a equipe do departamento de Pós-Venda deve ser informada sobre o número de série da máquina em questão. O número de série pode ser encontrado na placa de identificação fixada à carcaça da máquina ou em um carimbo na carcaça da máquina. Além disso, forneça informações específicas detalhadas sobre as peças solicitadas.

As informações de contato do departamento de atendimento para geradores e motores de indução da ABB podem ser encontradas no *Capítulo 9.1.3 Informações de contato do atendimento para geradores e motores*.

# Capítulo 10 Reciclagem

## 10.1 Introdução

A ABB está comprometida com sua política ambiental. A ABB se esforça constantemente para tornar seus produtos mais seguros para o meio ambiente aplicando os resultados obtidos a partir de análises da capacidade de reciclagem e do ciclo de vida. Os produtos, os processos de manufatura e, até mesmo, a logística foram desenvolvidos considerando os aspectos ambientais. O sistema de gestão ambiental da ABB, com a certificação ISO 14001, é a ferramenta que conduz a política ambiental.

As instruções a seguir devem ser consideradas apenas recomendações para o descarte seguro de máquinas no meio ambiente. É de responsabilidade do cliente garantir que as regulamentações locais sejam seguidas. Alguns itens específicos do cliente podem não estar inclusos no Manual do usuário. Documentos adicionais serão encontrados na documentação do projeto.

## 10.2 Conteúdo médio do material

O conteúdo médio do material usado na fabricação da máquina elétrica é o seguinte:

	Máquinas de indução com estrutura de ferro fundido	Máquinas de indução com estrutura de aço modular
<b>Aço</b>	46 - 55%	77 - 83%
<b>Cobre</b>	7 - 12%	10 - 12%
<b>Ferro fundido</b>	35 - 45%	1 - 5%
<b>Alumínio</b>	0 - 2%	0 - 1%
<b>Plásticos, borracha, materiais de isolamento etc.</b>	1 - 2%	1 - 2%
<b>Aço inoxidável</b>	menos de 1%	menos de 1%
<b>Outros</b>	menos de 1%	menos de 1%

## 10.3 Reciclagem do material da embalagem

Quando a máquina chegar ao local, o material da embalagem precisará ser removido.

- Qualquer embalagem de madeira pode ser queimada
- Em alguns países, a embalagem usada para transporte marítimo é feita de madeira impregnada que deve ser reciclada de acordo com as regulamentações locais
- O material plástico ao redor da máquina pode ser reciclado
- Qualquer agente anticorrosivo cobrindo a superfície da máquina pode ser removido com o uso de um detergente à base de petróleo e um pano de limpeza. O pano deve ser descartado de acordo com as regulamentações locais.

## 10.4 Desmontagem da máquina

A desmontagem da máquina é um procedimento básico visto que ela é montada com parafusos. Porém, devido a seu peso, essa tarefa exige um operador treinado no manuseio de componentes pesados para que se evitem situações perigosas.

## 10.5 Separação dos diferentes materiais

### 10.5.1 Carcaça, alojamento do mancal, tampas e ventoinha

Essas peças são feitas de aço estrutural, que pode ser reciclado de acordo com as instruções locais. Todos os equipamentos auxiliares, cabeamento, assim como mancais devem ser removidos antes que o material seja derretido.

## 10.5.2 Componentes com isolamento elétrico

O estator e o rotor são os componentes principais que incluem materiais de isolamento elétrico. No entanto, há componentes auxiliares fabricados a partir de materiais similares e que podem ser tratados da mesma maneira. Isso inclui vários isoladores usados na caixa de ligação, excitador, transformadores de corrente e tensão, cabos de alimentação, fios de instrumentação, transformadores de corrente e capacitores. Alguns desses componentes são usados somente em máquinas síncronas, enquanto outros são usados apenas em um número muito limitado de máquinas.

Todos esses componentes permanecem em um estágio inerte quando a fabricação da máquina é concluída. Alguns componentes, especialmente o estator e o rotor, contêm uma quantidade considerável de cobre que pode ser separada de um processo de tratamento térmico adequado, no qual os materiais ligantes orgânicos do isolamento elétrico são gaseificados. Para garantir uma queima adequada dos gases, o forno deverá incluir uma unidade de pós-queima adequada. As condições a seguir são recomendadas para o tratamento térmico e para a pós-queima para minimizar as emissões do processo:

### Tratamento térmico

Temperatura: 380 a 420 °C (716 a 788 °F)

Duração: após obter 90% da temperatura-alvo, o objeto deverá permanecer, no mínimo, cinco horas nessa temperatura

### Após a queima dos gases ligantes

Temperatura: 850 a 920 °C (1 562 a 1 688 °F)

Taxa de fluxo: os gases ligantes devem permanecer, no mínimo, três segundos na câmara de queima

**OBSERVAÇÃO:** A emissão consiste principalmente em gases O<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> e partículas microscópicas. É responsabilidade do usuário garantir que o processo esteja em conformidade com a legislação local.

**OBSERVAÇÃO:** O processo de tratamento térmico e a manutenção do equipamento de tratamento térmico exigem cuidados especiais a fim de se evitar riscos de incêndios e explosões. Devido às diversas instalações usadas para essa finalidade, não é possível que a ABB forneça instruções detalhadas sobre o processo de tratamento térmico ou a manutenção do equipamento de tratamento térmico, mas esses aspectos devem ser levados em consideração pelo cliente.

## 10.5.3 Ímãs permanentes

Se a máquina síncrona de ímã permanente for derretida completamente, nada precisará ser feito com os ímãs permanentes.

Se a máquina for desmontada para uma reciclagem mais minuciosa e se o rotor precisar ser transportado após, recomenda-se que os ímãs permanentes sejam desmagnetizados. A desmagnetização é feita por meio do aquecimento do rotor em um forno até que os ímãs permanentes atinjam a temperatura de 300 °C (572 °F).

**AVISO:** Os campos magnéticos de dispersão, causados por uma máquina síncrona de ímã permanente aberta ou desmontada, ou por um rotor separado dessa máquina, podem prejudicar ou danificar outros equipamentos e componentes elétricos ou eletromagnéticos, como marca-passos, cartões de créditos e equivalentes.

## 10.5.4 Resíduos perigosos

O óleo do sistema de lubrificação é um resíduo perigoso e deve ser processado de acordo com as instruções locais.

## 10.5.5 Resíduos de aterros

Todos os materiais de isolamento podem ser processados como resíduos de aterros.

## Relatório de Comissionamento

Informações da placa de classificação:	
	Nº de série
Fabricante:	ABB Oy
Endereço: Telefone: Fax:	P.O. Box 186 FIN-00381 HELSINKI FINLAND +358 (0) 10 22 11 +358 (0) 10 22 22544
Cliente:	
Endereço do cliente:	
Pessoa de contato:	
Telefone:	
Telefone celular:	
Fax:	
E-mail:	

## Transporte

Geral:	
Data de chegada da máquina:	
Data e local da inspeção:	
Assinatura do consignatário:	
Inspeção com caixa aberta:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, feita por:

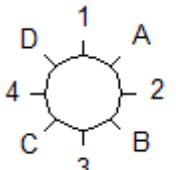
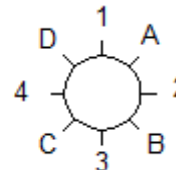
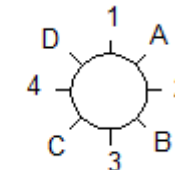
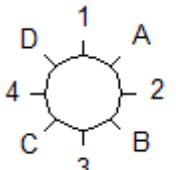
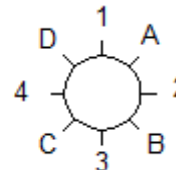
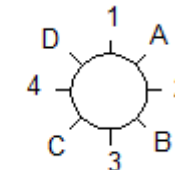
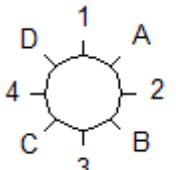
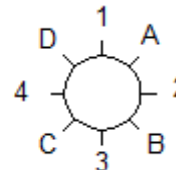
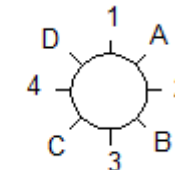
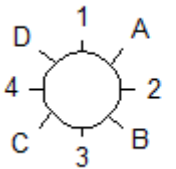
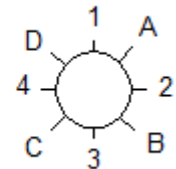

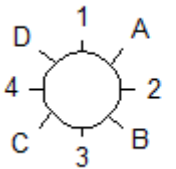
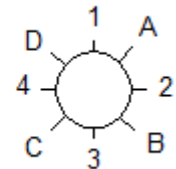
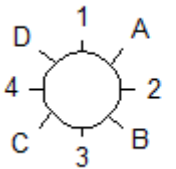
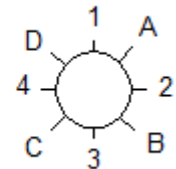
Danos:	
Romaneio:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, itens ausentes:
Máquina:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, tipo:
Pacote:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, tipo:
Acessórios:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, tipo:
Peças sobressalentes + ferramentas:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, tipo:
Ações tomadas em resposta aos danos:	
Fotografados:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, data:
Informado à empresa de transporte:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, a quem: data:
Informado ao fornecedor:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, a quem: data:
Informado à seguradora:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, a quem: data:
Método de transporte:	
<input type="checkbox"/> Ferroviário <input type="checkbox"/> Aéreo <input type="checkbox"/> Caminhão	<input type="checkbox"/> Correio <input type="checkbox"/> Enviado pelo navio _____ <input type="checkbox"/> Outro:

Comentários:
--------------

## Armazenamento


Geral:	
Armazenamento:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, início: fim: _____
Tempo de armazenamento mais longo que 6 meses:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim
Responsável pelo armazenamento:	
Local de armazenamento:	
Ações de armazenamento:	
	<input type="checkbox"/> em local interno <input type="checkbox"/> em local externo
	<input type="checkbox"/> em uma embalagem <input type="checkbox"/> protegido por uma tampa à prova d'água
	Temp. máx. diária: _- _____ °C      Umidade: _____ %
A embalagem de transporte é ventilada:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim
O aquecedor/ventilação forçada é usada:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, tipo: _____
Os aquecedores do espaço da máquina são usados:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, tensão: _____
Os mancais são lavados:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, tipo de óleo: _____
Os cascos são removidos:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, data: _____
A proteção anticorrosão da extremidade do eixo é verificada:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, tipo: _____
A proteção anticorrosão da extremidade do eixo é renovada:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, data: _____
O eixo é girado 10 revoluções a cada dois meses:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim
Há vibrações no local de armazenamento:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, _____ mm/s, rms
Há gases corrosivos no ar:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, tipo: _____
As escovas são levantadas:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim
Os documentos da máquina estão salvos e protegidos para uso futuro:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, local: _____
<b>Comentários:</b>	

### Instalação mecânica

A fundação é verificada de acordo com o desenho da máquina:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, número do desenho: _____			
É possível que os parafusos de fixação ou as placas de assento da fundação estejam montados de acordo com as instruções:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim			
O entreferro é medido, se aplicável: Para mancais de pedestal, valores marcados 1-4, e para mancais flangeados, valores A-D 1 _____ A _____ 2 _____ B _____ 3 _____ C _____ 4 _____ D _____	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 33%;">                     Lado acoplado parte superior   </td> <td style="text-align: center; width: 33%;">                     Lado não acoplado parte superior   </td> <td style="text-align: center; width: 33%;">                     Lado não acoplado do excitador parte superior   </td> </tr> </table>	Lado acoplado parte superior 	Lado não acoplado parte superior 	Lado não acoplado do excitador parte superior 
Lado acoplado parte superior 	Lado não acoplado parte superior 	Lado não acoplado do excitador parte superior 		
Para o alinhamento do acoplamento, use os valores de 1-4 ou os valores de A-D 1 _____ 2 _____ 3 _____ 4 _____ A _____ B _____ _____ C _____ D _____ _____	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 50%;">                     Alinhamento radial do acoplamento parte superior   </td> <td style="text-align: center; width: 50%;">                     Alinhamento radial do acoplamento parte superior   </td> </tr> </table> <p>                     Posição axial do rotor: ET nº 1: _____ mm, ET nº 2: _____ mm                      Distância axial entre as extremidades do eixo: _____ mm                      Distância do suporte do rotor:                        _____ mm _____ mm                 </p>	Alinhamento radial do acoplamento parte superior 	Alinhamento radial do acoplamento parte superior 	
Alinhamento radial do acoplamento parte superior 	Alinhamento radial do acoplamento parte superior 			
A deflexão do virabrequim é verificada:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim			
Os pinos-guia cônicos são usados para travar a posição da máquina após o alinhamento:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim			
Os parafusos da fundação são apertados com um torquímetro:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, tamanho do parafuso: _____ torque: _____ Nm			
Lubrificação do parafuso:	<input type="checkbox"/> seco <input type="checkbox"/> óleo, <input type="checkbox"/> MoS <sub>2</sub>			
Água de resfriamento:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, quantidade <input type="checkbox"/> m <sup>3</sup> /s			
Tubulação do elemento de resfriamento:	<input type="checkbox"/> flexível <input type="checkbox"/> rígido			
O dispositivo de travamento de transporte foi removido:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim			
O eixo gira sem ruído ou atrito:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim			

## Verificação da lubrificação

### Auto lubrificação

Óleo do mancal:	Fabricante: _____ Tipo: _____
A qualidade do óleo é a mesma que a recomendada:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim
O óleo do mancal é preenchido até o nível indicado: <i>Marque o nível no círculo do visor à direita</i>	 Visor
Os anéis de lubrificação giram livremente:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim

### Lubrificação por imersão

Óleo do mancal:	Fabricante: _____ Tipo: _____
A qualidade do óleo é a mesma que a recomendada:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim
Os anéis de lubrificação giram livremente:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim
Pressão do óleo de lubrificação por imersão:	_____ kPa
Fluxo do óleo:	_____ litros/min
Rotação das bombas verificada:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim
Bombas de elevação verificadas:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, configuração do alarme: ___ kPa, configuração da válvula de alívio: _____ kPa
Filtros de óleo verificados:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim

### Mancais lubrificados com graxa:

Graxa:	Fabricante: _____ Tipo: _____
A qualidade da graxa é a mesma que a recomendada na placa do mancal:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim
A primeira aplicação de graxa foi feita:	Data: _____ Quantidade: _____ g
<b>Comentários:</b>	

## Instalação elétrica

Varição da rede:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, tensão: _____ - _____ V, frequência: _____ - _____ Hz
Operação do aquecedor:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> manual <input type="checkbox"/> automático, controlado por: _____
Aquecedor da unidade do anel deslizante:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, tensão: _____ V, potência: _____ W

## Teste de resistência do isolamento

Enrolamento estator (1 min, 1 000 VCC):	_____ M $\Omega$ , testado por _____ kV, temperatura da bobina: _____ °C
Enrolamento estator (15/60 s ou 1/10 min):	PI = _____, testado por _____ kV, temperatura da bobina: _____ °C
Enrolamento do rotor (1 min):	_____ M $\Omega$ , testado por _____ kV, temperatura da bobina: _____ °C
Enrolamento do excitador (1 min, 500 VCC):	_____ M $\Omega$ , testado por _____ kV, temperatura da bobina: _____ °C
Aquecedor:	_____ M $\Omega$ (500 VCC)
Detectores de temperatura:	_____ M $\Omega$ (100 VCC)
Isolamento do mancal do lado não acoplado:	_____ M $\Omega$ (100 VCC)

## Teste de resistência dos acessórios

Estator 1 Pt 100:	<input type="checkbox"/> _____ $\Omega$
Estator 2 Pt 100:	<input type="checkbox"/> _____ $\Omega$
Estator 3 Pt 100:	<input type="checkbox"/> _____ $\Omega$
Estator 4 Pt 100:	<input type="checkbox"/> _____ $\Omega$
Estator 5 Pt 100:	<input type="checkbox"/> _____ $\Omega$
Estator 6 Pt 100:	<input type="checkbox"/> _____ $\Omega$
Lado acoplado do mancal Pt 100:	<input type="checkbox"/> _____ $\Omega$
Lado não acoplado do mancal Pt 100:	_____ $\Omega$
Temperatura do ar 1 Pt 100:	<input type="checkbox"/> _____ $\Omega$
Temperatura do ar 2 Pt 100:	<input type="checkbox"/> _____ $\Omega$
Aquecedor de anti condensação:	<input type="checkbox"/> _____ $\Omega$

### Teste da resistência de aquecimento em áreas classificadas

O teste de resistência não pode ser usado para testar a resistência de aquecimento, pois os aquecedores são baseados em termistores autolimitados. Em vez disso, o teste de desempenho do aquecimento é usado.

Requisitos do teste:

- Condição de estado regular (mínimo de uma hora em operação)
- Temperatura ambiente de 20 °C a 25 °C
- Fonte de alimentação: 230 VAC
- O valor medido da corrente deve ser de no mínimo 0,1 A... 0,9 A



## Configurações de proteção da máquina

Disparo de sobrecarga:	_____ A _____ s
Disparo instantâneo de sobrecarga:	_____ A _____ s
Configuração da sobretensão:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, configuração:
Configuração da falha de aterramento:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, configuração:
Configuração da potência inversa:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, configuração:
Configuração da proteção diferencial:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, configuração:
Monitoramento da vibração:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, alarme: _____ mm/s, disparo: _____ mm/s
Monitoramento da temperatura:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, alarme: _____ °C, disparo: _____ °C
- no enrolamento do estator	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, alarme: _____ °C, disparo: _____ °C
- no mancal	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, alarme: _____ °C, disparo: _____ °C
- no(a) _____	
Outras unidades de proteção:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, tipo:

## Execução do teste

### Primeira partida (apenas alguns segundos)

Observação: Verifique se a lubrificação por imersão possível está ativada!

Sentido da rotação (vista a partir do lado acoplado):	<input type="checkbox"/>  Horário	<input type="checkbox"/>  Anti-horário
Há ruídos anormais?	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, de:	

### Segunda partida (sem acoplamento, se possível)

Observação: Verifique se a lubrificação por imersão possível está ativada!

Há ruídos anormais?	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, de:
A máquina vibra anormalmente?	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim, onde/como:
Nível medido da vibração do mancal:	Lado acoplado: _____ mm/s, rms; Lado não acoplado: _____ mm/s, rms
Em execução:	<input type="checkbox"/> execução da máquina OK <input type="checkbox"/> interrupções da operação, motivo:

Tabela 11. Verificação da programação e das informações

Tempo	Temperatura do mancal		Níveis de vibração do mancal		Estator			Temperatura da bobina do estator		
	Lado acoplado	Lado não acoplado	Lado acoplado mm/s	Lado não acoplado mm/s	Corrente	Fator de potência	Corrente de excitação	U	V	W
h:min	°C	°C	rms	rms	A	cos $\phi$	A	°C	°C	°C
0:00										
0:05										
0:10										
0:15										
0:20										

Comentários:	
Observações:	

## Execução do teste (com carga)

Tabela 12. Verificação da programação e das informações

Tempo	Carga	Temp. do mancal		Níveis de vibração do mancal		Estator			Temperatura da bobina do estator		
		Lado acoplado	Lado não acoplado	Lado acoplado mm/s	Lado não acoplado mm/s	Corrente	Fator de potência	Corrente de excitação	U	V	W
h:min	%	°C	°C	rms	rms	A	cos $\phi$	A	°C	°C	°C
0:00											

Espectro da vibração vinculado:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim
Tempo de aceleração:	_____ s.
Temperatura do ar de resfriamento:	Entrada: __°C      Saída: __°C
Temperatura da água de resfriamento:	Entrada: __°C      Saída: __°C
<b>Comentários:</b>	

## Aprovação da máquina

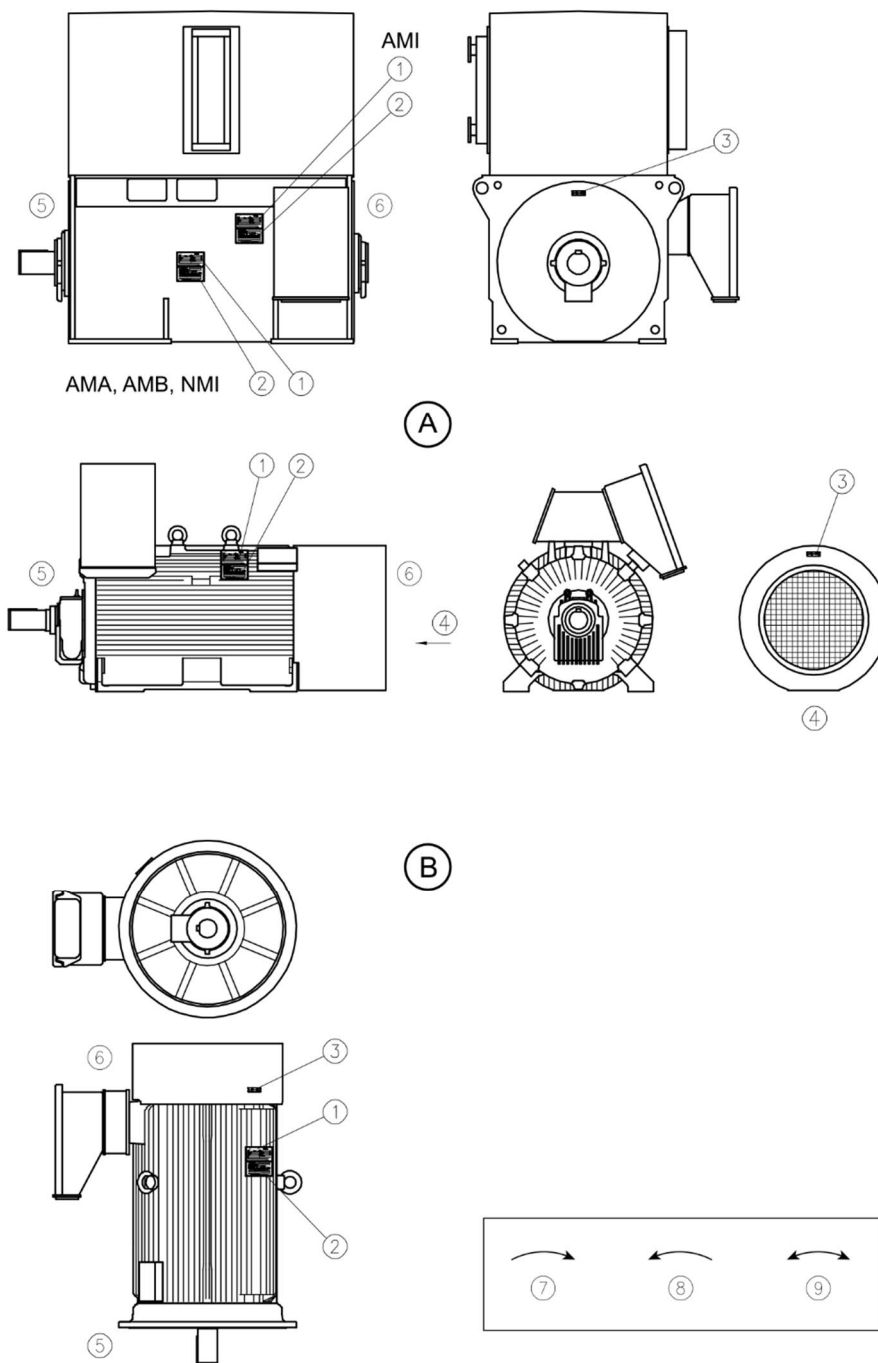
Máquina aprovada para uso	Data:
Comissionamento feito por:	
Aprovada por:	

**Folha de capa do fax**

Data:	
Para:	ABB Ou Fax: +358 (0) 10 22 22544
De:	
Número de fax:	
Número de telefone:	
E-mail:	
Número de páginas:	1 + 9 + __
Mensagem:	

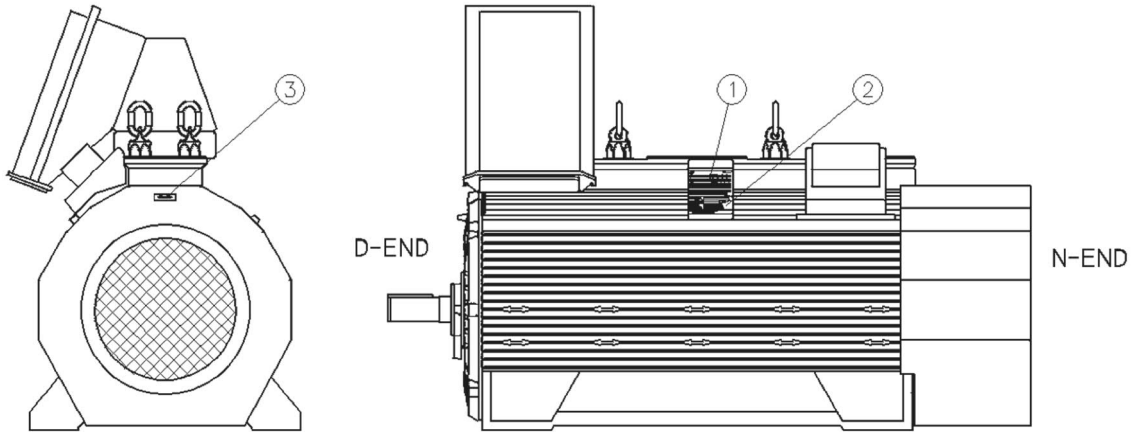
# Apêndice: Posição típica das placas

AMA, AMB, AMI, NMI

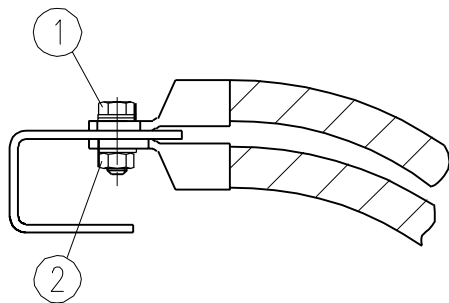


<b>A</b>	<b>HXR Horizontally mounted</b>
<b>B</b>	<b>HXR Vertically mounted</b>
1	Rating plate of the machine
2	Bearing plate of the machine
3	Marking plate for direction of rotation
4	View A
Machine ends	
5	D-end = drive end

6	N-end = non-drive end
Direction of rotation seen from the drive end towards the machine	
7	Clockwise
8	Counter-clockwise
9	Reversing

NXR

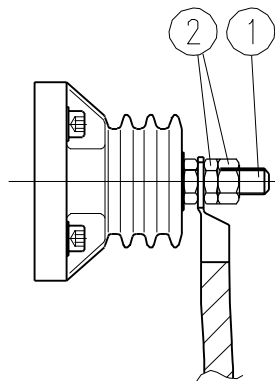
## Conexões típicas dos cabos de alimentação principal



### PARAFUSO DE CONEXÃO M12

1. Parafuso: aço M12
2. Porca sextavada: aço M12

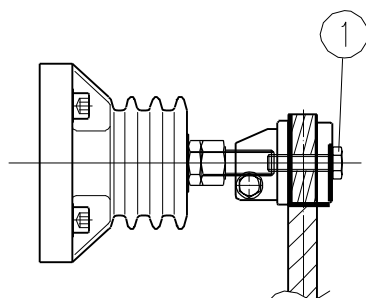
Torque de aperto 55 Nm.



### PARAFUSO DE CONEXÃO

1. Parafuso: bronze M16
2. Porca sextavada: latão M16

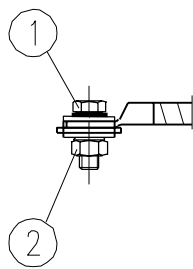
Torque de aperto 40 Nm.



### TERMINAL CIRCULAR: DIN 46223

1. Parafuso: aço M10

Apertado até que uma conexão confiável seja obtida.



#### PARAFUSO DE ATERRAMENTO M12

1. Parafuso: M12 - AISI 316
2. Porca sextavada: M12 - AISI 316

Torque de aperto 55 Nm. Não aperte com a máquina.

Recomenda-se o uso de graxa com porcas de mola.





---

ABB Oy  
Large Motors and Generators  
P.O. Box 186  
00381 Helsinki, Finland  
Fone: + 358 (0)10 2211  
Fax: + 358 (0)10 22 22141

[www.abb.com/motors&generators](http://www.abb.com/motors&generators)