

Compensador Síncrono

Linha S - Horizontais

Manual de Instalação, Operação e Manutenção





Manual de Instalação, Operação e Manutenção

Modelo: SPW, SPA e SPI

Nº do documento: 19388008

Idioma: Português

Revisão: 01

Agosto 2026

Prezado Cliente,

Obrigado por adquirir o compensador síncrono da WEG. É um produto desenvolvido com níveis de qualidade e eficiência que garantem um excelente desempenho.

A energia elétrica desempenha papel essencial no conforto e no bem-estar da sociedade. Nesse contexto, o compensador síncrono é um equipamento fundamental para a estabilidade do sistema elétrico, atuando no controle da potência reativa e na regulação de tensão. Por se tratar de uma máquina elétrica, o compensador síncrono deve ser devidamente identificado e manuseado conforme suas características construtivas e operacionais, exigindo cuidados específicos durante as etapas de armazenagem, instalação, comissionamento e manutenção.

Todos os esforços foram feitos para que as informações contidas neste manual sejam fidedignas as configurações e utilização do compensador síncrono.

Assim recomenda-se ler atentamente este manual antes de proceder à instalação, operação ou manutenção do compensador síncrono, para assegurar sua operação segura e contínua e também para garantir a segurança do operador e das instalações. Caso as dúvidas persistirem solicitamos contatar a WEG.

Mantenha este manual sempre próximo do compensador síncrono, para que possa ser consultado sempre que for necessário.



ATENÇÃO

1. É imprescindível seguir os procedimentos contidos neste manual para que a garantia tenha validade;
2. Os procedimentos de instalação, operação e manutenção do compensador síncrono deverão ser feitos apenas por pessoas capacitadas.



NOTAS

1. A reprodução das informações deste manual, no todo ou em partes, é permitida desde que a fonte seja citada;
2. Caso este manual seja extraviado, uma cópia em formato PDF poderá ser obtida no site www.weg.net ou poderá ser solicitada outra cópia impressa junto à WEG.
3. Todas as máquinas estão equipadas com um QR code único localizado próximo à placa de identificação do equipamento. Este QR code proporciona acesso rápido e fácil a diversos serviços, incluindo:
 - Suporte técnico
 - Peças de reposição
 - Comissionamento
 - Serviços gerais e de manutenção em campo e em fábrica

Para utilizar este recurso, basta escanear o QR code com seu dispositivo móvel. Certifique-se de manter este manual à disposição para consultas futuras e para assegurar a utilização correta e segura do motor elétrico.

WEG EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS S.A.

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	AVISOS DE SEGURANÇA NO MANUAL	11
2	INSTRUÇÕES GERAIS	12
2.1	PESSOAS CAPACITADAS.....	12
2.2	INSTRUÇÕES DE SEGURANÇA.....	12
2.3	NORMAS	12
2.4	CARACTERÍSTICAS DO AMBIENTE.....	13
2.5	CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO.....	13
2.6	TENSÃO E FREQUÊNCIA.....	13
3	RECEBIMENTO, MANUSEIO E ARMAZENAGEM	14
3.1	RECEBIMENTO.....	14
3.2	MANUSEIO	14
3.3	ARMAZENAGEM.....	15
3.3.1	Armazenagem externa	15
3.3.2	Armazenagem prolongada	15
3.3.2.1	Local de armazenagem	15
3.3.2.1.1	Armazenagem interna	15
3.3.2.1.2	Armazenagem externa.....	15
3.3.2.2	Piças separadas.....	16
3.3.2.3	Resistência de aquecimento	16
3.3.2.4	Resistência de isolamento	16
3.3.2.5	Superfícies usinadas expostas	16
3.3.2.6	Mancais.....	16
3.3.2.6.1	Mancal de deslizamento	16
3.3.2.7	Caixa de ligação	17
3.3.2.8	Radiador.....	17
3.3.2.9	Inspecões e registros durante a armazenagem	17
3.3.2.10	Plano de manutenção durante a armazenagem.....	18
3.3.3	Preparação para entrada em operação	19
3.3.3.1	Limpeza.....	19
3.3.3.2	Inspecão dos mancais.....	19
3.3.3.3	Lubrificação dos mancais.....	19
3.3.3.4	Verificação da resistncia de isolamento	19
3.3.3.5	Trocador de calor ar-água.....	19
3.3.3.6	Outros	19
4	INSTALAÇÃO	20
4.1	LOCAL DE INSTALAÇÃO	20
4.2	TRAVA DO EIXO	20
4.3	SENTIDO DE ROTAÇÃO.....	20
4.4	RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO	20
4.4.1	Instruções de segurana	20
4.4.2	Considerações gerais	20
4.4.3	Medição nos enrolamentos do estator.....	20
4.4.4	Medição nos enrolamentos do rotor e excitatriz	21
4.4.5	Informações adicionais	21
4.4.6	Índice de polarização	21
4.4.7	Conversão dos valores medidos.....	21
4.4.8	Valores mínimos recomendados.....	22
4.5	PROTEÇÕES.....	22
4.5.1	Proteções térmicas.....	22
4.5.1.1	Sensores de temperatura	22
4.5.1.2	Limites de temperatura para os enrolamentos	22
4.5.1.3	Temperaturas para alarme e desligamento	22
4.5.1.4	Temperatura e resistncia ôhmica das termorresistências Pt100	23
4.5.2	Proteções no painel	23
4.5.3	Resistncia de aquecimento	23

4.5.4	Sensor de vazamento de água	23
4.6	REFRIGERAÇÃO.....	23
4.6.1	Refrigeração por trocador de calor ar-água	24
4.6.1.1	Radiadores para aplicação com água do mar	24
4.6.2	Refrigeração por ventilação independente	24
4.6.3	Limpeza do trocador de calor ar / ar	24
4.7	ASPECTOS ELÉTRICOS	25
4.7.1	Conexões elétricas	25
4.7.1.1	Conexões elétricas principais.....	25
4.7.1.2	Aterramento	25
4.8	ASPECTOS MECÂNICOS.....	25
4.8.1	Fundações	25
4.8.2	Esforços nas fundações	25
4.8.3	Tipos de bases	26
4.8.3.1	Base de concreto.....	26
4.8.3.2	Base metálica	26
4.8.4	Frequência natural da base	26
4.8.5	Montagem.....	26
4.8.6	Conjunto da placa de ancoragem	26
4.8.7	Nivelamento	26
4.8.7.1	Apoio	27
4.8.8	Alinhamento.....	27
4.8.9	Inspecção dos mancais de pedestal.....	28
4.8.10	Acoplamentos.....	28
4.8.10.1	Acoplamento direto	29
4.8.10.2	Acoplamento por engrenagem	29
4.8.10.3	Acoplamento de compensadores equipados com mancais de deslizamento	29
4.9	UNIDADE HIDRÁULICA	30
5	PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO	31
6	COMISSIONAMENTO	32
6.1	INSPEÇÃO PRELIMINAR	32
6.2	OPERAÇÃO INICIAL SEM CARGA	32
6.2.1	Procedimento de operação inicial	32
6.3	OPERAÇÃO	33
6.3.1	Procedimento de operação	33
6.3.2	Conexão à carga ou ao sistema elétrico de potência (Rede).....	34
6.3.3	Sincronização do compensador síncrono com a rede elétrica	34
6.3.4	Registro de dados	34
6.3.5	Temperaturas	34
6.3.6	Mancais	34
6.3.6.1	Sistema de injeção de óleo sob alta pressão	35
6.3.7	Radiadores.....	35
6.3.7.1	Verificação do desempenho do radiador.....	35
6.3.8	Vibração.....	35
6.3.9	Causas de vibração	35
6.4	PARADA	35
7	MANUTENÇÃO.....	36
7.1	GERAL	36
7.2	LIMPEZA GERAL	36
7.3	INSPEÇÕES NOS ENROLAMENTOS.....	36
7.4	LIMPEZA DOS ENROLAMENTOS.....	36
7.4.1	Inspecções.....	37
7.4.2	Reimpregnação.....	37
7.4.3	Resistência de isolamento	37
7.5	MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO	37
7.6	MANUTENÇÃO DOS RADIADORES	37
7.7	VIBRAÇÃO.....	37
7.8	DISPOSITIVO DE ATERRAMENTO DO EIXO	37
7.9	MANUTENÇÃO DA EXCITATRIZ	38

7.9.1	Excitatriz	38
7.9.2	Resistência de isolamento	38
7.9.3	Testes dos diodos	38
7.9.3.1	Substituição dos diodos	38
7.9.4	Teste nos varistores	38
7.9.4.1	Substituição dos varistores	38
7.10	MANUTENÇÃO DOS MANCAIS	39
7.10.1	Mancais de deslizamento	39
7.10.1.1	Dados dos mancais	39
7.10.1.2	Instalação e operação dos mancais	39
7.10.1.3	Refrigeração com circulação de água	39
7.10.1.4	Troca de óleo	39
7.10.1.5	Vedações.....	39
7.10.1.6	Operação dos mancais de deslizamento	40
7.10.1.7	Manutenção dos mancais de deslizamento	40
7.10.2	Ajuste das proteções	40
7.10.3	Desmontagem/montagem dos sensores de temperatura Pt100 dos mancais	40
7.11	CAIXA DE LIGAÇÃO	41
8	DESMONTAGEM E MONTAGEM DO COMPENSADOR SÍNCRONO	42
8.1	DESMONTAGEM	42
8.2	MONTAGEM.....	42
8.3	TORQUE DE APERTO.....	42
8.4	MEDIÇÃO DO ENTREFERRO	43
8.5	PEÇAS DE REPOSIÇÃO	43
9	PLANO DE MANUTENÇÃO	44
10	ANORMALIDADES, CAUSAS E SOLUÇÕES	46
11	DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE	48
12	INFORMAÇÕES AMBIENTAIS	49
12.1	EMBALAGEM.....	49
12.2	PRODUTO	49
12.3	RESÍDUOS PERIGOSOS.....	49
13	ASSISTENTES TÉCNICOS.....	49
14	TERMO DE GARANTIA	50

1 INTRODUÇÃO

Este manual visa atender aos compensadores síncronos de baixa e alta tensão.

Os compensadores síncronos são fornecidos com documentos específicos (desenhos, esquema de ligação, curvas características etc.). Estes documentos juntamente com este manual devem ser avaliados criteriosamente antes de proceder à instalação, operação ou manutenção do compensador síncrono. Em alguns modelos de compensadores síncronos, um volante de inércia instalado em um compartimento independente pode existir. Nesses casos, os mesmos cuidados aplicáveis ao compensador síncrono devem ser estendidos ao volante de inércia externo, assegurando a correta armazenagem, instalação e manutenção de ambos os componentes. Além disso, os compensadores síncronos podem ser fornecidos com um motor auxiliar, conhecido como pony motor, acoplado à linha de eixo, cuja função é acelerar a máquina até atingir a sincronização. Esse motor conta com um manual próprio de operação, instalação e manutenção, que deve ser seguido em conjunto com o manual do compensador síncrono.

Todos os procedimentos e normas constantes neste manual deverão ser seguidos para garantir o bom funcionamento do compensador síncrono e a segurança do pessoal envolvido na operação do mesmo. Observar estes procedimentos é igualmente importante para assegurar a validade da garantia do compensador síncrono. Recomendamos a leitura minuciosa deste manual antes da instalação, operação ou manutenção do compensador síncrono. Caso persistir alguma dúvida, consultar a WEG.

1.1 AVISOS DE SEGURANÇA NO MANUAL

Neste manual são utilizados os seguintes avisos de segurança:



PERIGO

A não consideração dos procedimentos recomendados neste aviso pode ocasionar danos materiais consideráveis, ferimentos graves ou risco de morte.



ATENÇÃO

A não consideração dos procedimentos recomendados neste aviso pode ocasionar danos materiais.



NOTA

O texto objetiva fornecer informações importantes para o correto entendimento e bom funcionamento do produto.

2 INSTRUÇÕES GERAIS

Todos que trabalham com instalações elétricas, quer seja na montagem, na operação ou na manutenção, deverão ser permanentemente informados e estar atualizados sobre as normas e prescrições de segurança que regem o serviço e são aconselhados a observá-las rigorosamente. Antes do início de qualquer trabalho, cabe ao responsável certificar-se de que tudo foi devidamente observado e alertar seu pessoal sobre os perigos inerentes à tarefa que será executada. Compensador síncrono deste tipo, quando aplicados inadequadamente ou receberem manutenção deficiente, ou ainda quando receberem intervenção de pessoas não capacitadas, podem causar sérios danos pessoais e/ou materiais. Assim, recomenda-se que estes serviços sejam executados sempre por pessoal capacitado.

2.1 PESSOAS CAPACITADAS

Entende-se por pessoas capacitadas aquelas que, em função de seu treinamento, experiência, nível de instrução, conhecimentos das normas pertinentes, especificações, normas de segurança, prevenção de acidentes e conhecimento das condições de operação, tenham sido autorizadas pelos responsáveis para a realização dos trabalhos necessários e que possam reconhecer e evitar possíveis perigos. Estas pessoas capacitadas também devem conhecer os procedimentos de primeiros socorros e serem capazes de prestar estes serviços, se necessário. Pressupõe-se que todo trabalho de colocação em funcionamento, manutenção e consertos sejam feitos unicamente por pessoas capacitadas.

2.2 INSTRUÇÕES DE SEGURANÇA



PERIGO

Durante a operação, estes equipamentos possuem partes energizadas ou girantes expostas, que podem apresentar alta tensão ou altas temperaturas. Assim, a operação com caixas de ligação abertas, acoplamentos não protegidos, ou manuseio errôneo, sem considerar as normas de operação, pode causar graves acidentes pessoais e materiais.



ATENÇÃO

Quando se pretende utilizar aparelhos e equipamentos fora do ambiente industrial, o usuário deve garantir a segurança do equipamento através da adoção das devidas medidas de proteção e segurança durante a montagem (por exemplo, impedir a aproximação de pessoas, contato de crianças e outros).

Os responsáveis pela segurança da instalação devem garantir que:

- Somente pessoas capacitadas efetuem a instalação e operação do equipamento;
- Estas pessoas tenham em mãos este manual e demais documentos fornecidos com o compensador síncrono, bem como realizem os trabalhos observando rigorosamente as instruções de serviço, as normas pertinentes e a documentação específica dos produtos.



ATENÇÃO

O não cumprimento das normas de instalação e de segurança pode anular a garantia do produto. Equipamentos para combate a incêndio e avisos sobre primeiros socorros deverão estar no local de trabalho em lugares bem visíveis e de fácil acesso.

Devem observar também:

- Todos os dados técnicos quanto às aplicações permitidas (condições de funcionamento, ligações e ambiente de instalação), na documentação do pedido, nas instruções de operação, nos manuais e demais documentações;
- As determinações e condições específicas para a instalação local;
- O emprego de ferramentas e equipamentos adequados para o manuseio e transporte;
- Que os dispositivos de proteção dos componentes individuais sejam removidos pouco antes da instalação.

As peças individuais devem ser armazenadas em ambientes livres de vibração, evitando quedas e assegurando que estejam protegidas contra agentes agressivos e/ou coloquem em risco a segurança das pessoas.

2.3 NORMAS

Os compensadores síncronos são especificados, projetados, fabricados e testados de acordo com as normas descritas na Tabela 2-1. As normas aplicáveis são especificadas no contrato comercial que, por sua vez, dependendo da aplicação ou do local da instalação, pode indicar outras normas nacionais ou internacionais.

Tabela 2-1: Normas aplicáveis

	NORMAS
Especificação	IEC60034-1 / NBR5117 IEC60034-3
Dimensões	IEC60072 / NBR5432
Ensaio	IEC60034-4 / NBR5052
Graus de proteção	IEC60034-5 / NBR IEC 60034-5
Refrigeração	IEC60034-6 / NBR IEC 60034-6
Formas Construtivas	IEC60034-7 / NBR IEC 60034-7
Ruído	IEC60034-9 / NBR IEC 60034-9
Vibração mecânica	IEC60034-14 / NBR IEC 60034-14
Tolerâncias mecânicas	ISO286 / NBR6158
Balanceamento	ISO1940 / NBR8008

2.4 CARACTERÍSTICAS DO AMBIENTE

O compensador síncrono foi projetado de acordo com as características do ambiente (temperatura e altitude) específicas para sua aplicação e estas estão descritas na placa de identificação e na folha de dados do compensador.



ATENÇÃO

Para utilização de compensadores síncronos com refrigeração à água com temperatura ambiente inferior a +5 °C, devem ser adicionados aditivos anticongelantes na água.

2.5 CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Para que o termo de garantia do produto tenha validade, o compensador deve operar de acordo com os dados nominais indicados na sua placa de identificação, observando as normas aplicáveis e as informações contidas neste manual.

2.6 TENSÃO E FREQUÊNCIA

- Conforme definido pela área sombreada da Figura 2.1, o compensador deverá ser capaz de fornecer continuamente sua potência nominal, operando em seu fator de potência nominal, com uma variação de $\pm 5\%$ da tensão e de $\pm 2\%$ da frequência. Conforme o ponto de operação se distância dos valores nominais de frequência e tensão, a temperatura dos enrolamentos do gerador pode aumentar progressivamente;
- Conforme definido pelo limite exterior da Figura 2.1, o gerador também deverá ser capaz de fornecer continuamente sua potência nominal, operando em seu fator de potência nominal, com uma variação de $\pm 5\%$ da tensão e de +3 e -5% da frequência. No entanto, neste caso a elevação de temperatura será ainda maior do que no caso anterior. Assim, para minimizar a redução do tempo de vida do gerador devido aos efeitos da temperatura, a operação fora da área sombreada deverá ser limitada quanto a sua extensão e frequência com que ocorre. A potência do gerador deve ser reduzida ou outra medida corretiva deve ser tomada.

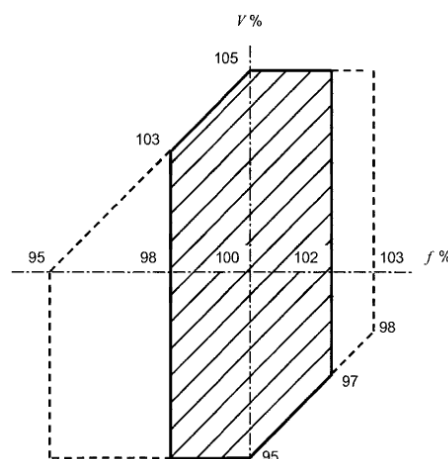


Figura 2.1: Limites das variações da tensão e frequência (IEC60034-3)

3 RECEBIMENTO, MANUSEIO E ARMAZENAGEM

3.1 RECEBIMENTO

Todos os compensadores síncronos são testados e estão em perfeitas condições de operação. As superfícies usinadas são protegidas contra corrosão. A embalagem deverá ser checada logo após sua recepção para verificar se não sofreu eventuais danos durante o transporte.



ATENÇÃO

Toda e qualquer avaria deverá ser fotografada, documentada e comunicada imediatamente à empresa transportadora, à seguradora e à WEG. A não comunicação desta avaria acarretará a perda da garantia.



ATENÇÃO

Peças fornecidas em embalagens adicionais devem ser conferidas no recebimento.

- Ao levantar a embalagem (ou o contêiner), devem ser observados os locais corretos para içamento, o peso indicado na embalagem ou na placa de identificação, bem como a capacidade e o funcionamento dos dispositivos de içamento;
- Compensadores síncronos acondicionados em embalagem de madeira devem ser levantados sempre pelos seus próprios olhais ou por empilhadeira adequada, mas nunca devem ser levantados pela embalagem;
- A embalagem nunca poderá ser tombada. Coloque-a no chão com cuidado (sem causar impactos) para evitar danos aos mancais;
- Não remover a graxa de proteção contra corrosão da ponta do eixo nem as borrachas ou bujões de fechamento dos furos das caixas de ligações. Estas proteções deverão permanecer no local até a hora da montagem final.
- Após retirar a embalagem, deve-se fazer uma completa inspeção visual do compensador síncrono;
- O sistema de travamento do eixo deve ser removido somente pouco antes da instalação e armazenado para ser utilizado em um futuro transporte do compensador.

3.2 MANUSEIO

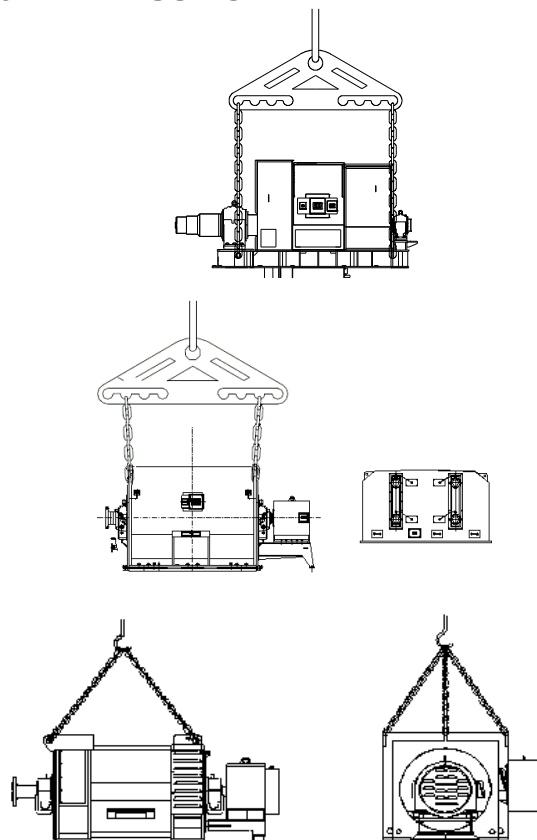


Figura 3.1: Manuseio dos compensadores síncronos.



NOTAS

- Observar o peso indicado. Não levantar o compensador aos solavancos ou colocar bruscamente no chão, pois isso poderá causar danos aos mancais;
- Para levantar o compensador, utilizar somente os olhais providos para esta finalidade. Caso se faça necessário, usar uma travessa para proteger partes do compensador;
- Os olhais no trocador de calor, tampas, mancais, radiador, caixa de ligação etc., servem apenas para manusear estes componentes;
- Nunca usar o eixo para levantar o compensador;
- Para movimentar o compensador, o eixo deve estar travado com o dispositivo de trava fornecido com o compensador.



ATENÇÃO

- Os cabos de aço, as manilhas e o equipamento para içamento devem ter capacidade para suportar o peso do compensador.
- Para o manuseio e a montagem de compensador fornecidas desmontadas, consultar o manual de manuseio e montagem fornecido junto com o compensador.

3.3 ARMAZENAGEM

Caso o compensador síncrono não seja instalado imediatamente após o recebimento, deverá permanecer dentro da embalagem e armazenado em lugar protegido contra umidade, vapores, rápidas trocas de calor, roedores e insetos.

Para que os mancais não sejam danificados, o compensador deve ser armazenado em locais isentos de vibração.



ATENÇÃO

As resistências de aquecimento devem permanecer ligadas durante a armazenagem para evitar a condensação de água no interior do compensador, exceto as resistências dos mancais caso sejam lubrificadas à óleo. Qualquer dano na pintura ou nas proteções contra ferrugens das partes usinadas deverão ser retocadas.

3.3.1 Armazenagem externa

O compensador síncrono deve ser armazenado em local seco, livre de inundações e de vibrações.

Reparar todos os eventuais danos causados na embalagem durante o transporte antes de armazenar o compensador, o que é necessário para assegurar condições apropriadas de armazenamento.

Posicionar o compensador sobre estrados ou fundações que garantam a proteção contra a umidade da terra e que impeçam que o mesmo afunde no solo. Deve ser assegurada uma livre circulação de ar por baixo do compensador. A cobertura utilizada para proteger o compensador contra intempéries não deve fazer em contato com as superfícies do mesmo. Para assegurar a livre circulação de ar entre o compensador e a cobertura, colocar blocos de madeira como espaçadores.

3.3.2 Armazenagem prolongada

Quando o compensador fica armazenado por um longo período (dois meses ou mais) antes da colocação em operação, fica exposto a influências externas, como flutuações de temperatura, umidade, agentes agressivos etc.

Os espaços vazios no interior do compensador, como dos mancais, caixa de ligação e enrolamentos, ficam expostos à umidade do ar, que se pode condensar e, dependendo do tipo e do grau de contaminação do ar, também substâncias agressivas podem penetrar nestes espaços vazios.

Como consequência, após períodos prolongados de armazenagem, a resistência de isolamento dos enrolamentos pode cair a valores abaixo dos admissíveis, componentes internos como mancais podem oxidar e o poder de lubrificação do agente lubrificante nos mancais pode ser afetado adversamente.

Todas estas influências aumentam o risco de dano antes da partida do compensador síncrono.



ATENÇÃO

Para que a garantia do compensador tenha validade, deve-se assegurar que todas as medidas preventivas descritas neste manual, como aspectos construtivos, manutenção, embalagem, armazenagem e inspeções periódicas, sejam seguidas e registradas.

As instruções de armazenagem prolongada são válidas para compensador síncrono que permanecem armazenados por longos períodos (dois meses ou mais) antes de serem colocados em operação ou para compensadores já instalados e que estejam em parada prolongada, considerando o mesmo período.

3.3.2.1 Local de armazenagem

Para assegurar as melhores condições de armazenagem do compensador durante longos períodos, o local escolhido deve obedecer rigorosamente aos critérios descritos nos itens 3.3.2.1.1 e 3.3.2.1.2.

3.3.2.1.1 Armazenagem interna

- O ambiente deve ser fechado e coberto;
- O local deve estar protegido contra umidade, vapores, agentes agressivos, roedores e insetos;
- Não pode haver a presença de gases corrosivos, como cloro, dióxido de enxofre ou ácidos;
- O ambiente deve estar livre de vibração;
- O ambiente deve possuir sistema de ventilação com filtro de ar;
- Temperatura ambiente entre 5 °C e 60 °C, não devendo apresentar variação súbita de temperatura;
- Umidade relativa do ar < 50 %;
- Possuir prevenção contra sujeira e depósitos de pó;
- Possuir sistema de detecção de incêndio;
- Estar provido de eletricidade para alimentação das resistências de aquecimento.

Caso algum destes requisitos não seja atendido no local da armazenagem, a WEG sugere que proteções adicionais sejam incorporadas na embalagem do compensador síncrono durante o período de armazenagem, conforme segue:

- Caixa de madeira fechada ou similar com instalação elétrica que permita que as resistências de aquecimento possam ser energizadas;
- Caso exista risco de infestação e formação de fungos, a embalagem deve ser protegida no local de armazenamento, borrifando-a ou pintando-a com agentes químicos apropriados;
- A preparação da embalagem deve ser feita com cuidado por uma pessoa experiente.

3.3.2.1.2 Armazenagem externa



ATENÇÃO

Não é recomendada a armazenagem externa do compensador síncrono (ao tempo).

Caso a armazenagem externa não puder ser evitada, o compensador deve estar acondicionado em embalagem específica para esta condição, conforme segue:

- Para armazenagem externa (ao tempo), além da embalagem recomendada para armazenagem interna, a embalagem deve ser coberta com uma proteção contra poeira, umidade e outros materiais estranhos, utilizando para esta finalidade uma lona ou plástico resistente;
- Posicionar a embalagem sobre estrados ou fundações que garantam a proteção contra a umidade da terra e que impeçam que a mesma afunde no solo;
- Depois que a embalagem estiver coberta, um abrigo deve ser erguido para proteger a mesma contra chuva direta, neve e calor excessivo do sol.



ATENÇÃO

Caso o compensador permaneça armazenado por longos períodos (2 meses ou mais), recomenda-se inspecionar regularmente conforme especificado no item Plano de manutenção durante a armazenagem deste manual.

3.3.2.2 Peças separadas

- Caso tenham sido fornecidas peças separadas (caixas de ligação, tampas etc.), estas peças deverão ser embaladas conforme especificado nos itens 3.3.2.1.1 e 3.3.2.1.2 deste manual;
- A umidade relativa do ar dentro da embalagem não deverá exceder 50%;
- Rolamentos não devem ser submetidos a pancadas, quedas, armazenagem com vibração ou umidade, pois podem provocar marcas nas pistas internas ou nas esferas, reduzindo sua vida útil.

3.3.2.3 Resistência de aquecimento



ATENÇÃO

As resistências de aquecimento devem permanecer energizadas durante todo o período de armazenagem do compensador (exceto as resistências dos mancais caso sejam lubrificadas à óleo), para evitar a condensação da umidade no seu interior e assegurar que a resistência de isolamento dos enrolamentos permaneça em níveis aceitáveis.

3.3.2.4 Resistência de isolamento

Durante o período de armazenagem, a resistência de isolamento dos enrolamentos do compensador deve ser medida e registrada a cada três meses e antes da instalação do compensador. Eventuais quedas do valor da resistência de isolamento devem ser investigadas.

3.3.2.5 Superfícies usinadas expostas

Todas as superfícies usinadas expostas (por exemplo, ponta de eixo e flanges) são protegidas na fábrica com um agente protetor temporário (inibidor de ferrugem). Esta película protetora deve ser reaplicada pelo menos a cada seis meses ou quando for removida e/ou danificada.

Produto Recomendado: Óleo protetivo Anticorit BW,
Fabricante: Fuchs

3.3.2.6 Mancais



ATENÇÃO

Se os rolamentos do motor precisarem ser abertos, desmontados ou remontados, o trabalho **deve ser realizado exclusivamente** pelos engenheiros de serviço de campo da **WEG** ou por um **parceiro de serviço autorizado pela WEG**.

Qualquer intervenção por pessoal não autorizado pode resultar em desalinhamento do rolamento, desgaste prematuro e **anulará a garantia do produto**.

3.3.2.6.1 Mancal de deslizamento

Dependendo da posição de montagem da máquina e do tipo de lubrificação, a máquina pode ser transportada com ou sem óleo nos mancais.

A armazenagem da máquina deve ser feita na sua posição original de funcionamento e com óleo nos mancais, quando especificado.

O nível do óleo dos mancais deve ser respeitado, permanecendo na metade do visor de nível.

Para conservar os mancais em boas condições durante o período de armazenagem, os seguintes procedimentos de preservação devem ser executados:

- Fechar todos os furos roscados com plugues;
- Verificar se todos os flanges (ex.: entrada e saída de óleo) estão fechados. Caso não estejam, devem ser fechados com tampas cegas;
- O nível do óleo deve ser respeitado, permanecendo na metade do visor de nível;
- A cada dois meses deve-se remover o dispositivo de trava do eixo, adicionar entre 100 e 200ml de óleo de lubrificação pelo visor na parte superior do mancal e realizar o giro do eixo que pode ser manualmente com o auxílio de uma alavanca, sendo que duas ou três voltas completas são suficientes.



NOTAS

Para mancais que possuem sistema de injeção de óleo com alta pressão (jacking), este sistema deve ser acionado para efetuar o giro do rotor da máquina. Para mancais sem depósito interno de óleo (cárter seco), e para mancais de escora e contra escora, o sistema de circulação de óleo deve ser acionado para efetuar o giro do eixo da máquina.

O giro do eixo deve ser feito sempre no sentido de rotação da máquina.

Caso não seja possível girar o eixo da máquina, conforme recomendado, após 6 meses de armazenagem, o procedimento a seguir deve ser utilizado para proteger o mancal internamente e as superfícies de contato contra corrosão:

- Fechar todos os furos roscados com plugues;
- Selar os interstícios entre o eixo e o selo do mancal no eixo através da aplicação de fita adesiva à prova d'água;
- Verificar se todos os flanges (ex.: entrada e saída de óleo) estão fechados. Caso não estejam, devem ser fechados com tampas cegas;
- Retirar o visor superior do mancal e aplicar o spray anticorrosivo (TECTYL 511 ou equivalente) no interior do mancal;
- Fechar o mancal com o visor superior.



NOTAS

Caso o mancal não possua visor superior, a tampa superior do mancal deverá ser desmontada para aplicação do anticorrosivo.

Repetir o procedimento descrito acima a cada 6 meses de armazenagem

Se o período de armazenagem for superior a 2 anos:

- Desmontar o mancal;
- Preservar e armazenar as peças.

3.3.2.7 Caixa de ligação

Quando a resistência de isolamento dos enrolamentos do compensador síncrono for medida, deve-se inspecionar também a caixa de ligação principal e as demais caixas de ligações, observando os seguintes aspectos:

- O interior deve estar seco, limpo e livre de qualquer deposição de poeira;
- Os elementos de contato não podem apresentar corrosão;
- As vedações devem estar em condições apropriadas;
- As entradas dos cabos devem estar corretamente seladas.



ATENÇÃO

Se algum destes itens não estiverem em conformidade, deve-se fazer uma limpeza ou reposição de peças.

3.3.2.8 Radiador

Quando o radiador permanecer por longo período fora de operação, deve ser drenado e secado. A secagem pode ser efetuada com ar comprimido pré-aquecido. Durante o inverno, caso haja perigo de congelamento, toda a água deve ser drenada do interior do radiador, mesmo que o compensador síncrono permaneça fora de operação apenas durante curto período, para assim evitar deformação dos tubos ou danos nas vedações.



NOTA

Durante curtas paradas de operação, é preferível manter a circulação da água a baixas velocidades do que interromper a sua circulação pelo trocador de calor sem sua drenagem, assegurando assim que produtos nocivos como compostos de amônia e sulfeto de hidrogênio sejam carregados para fora do radiador e não se depositem em seu interior.

3.3.2.9 Inspeções e registros durante a armazenagem

O compensador síncrono armazenado deve ser inspecionado periodicamente e os registros de inspeção devem ser arquivados.

Os seguintes pontos devem ser inspecionados:

1. Danos físicos;
2. Limpeza;
3. Sinais de condensação de água;
4. Condições do revestimento protetivo;
5. Condições da pintura;
6. Sinais de agentes agressivos;
7. Operação satisfatória das resistências de aquecimento. Recomenda-se que seja instalado um sistema de sinalização ou alarme no local para detectar a interrupção da energia das resistências de aquecimento;
8. Registrar a temperatura ambiente e umidade relativa ao redor do compensador síncrono, a temperatura do enrolamento (utilizando RTDs), a resistência de isolamento e o índice de polarização;
9. O local de armazenagem para que esteja de acordo com os critérios descritos no item 3.3.2.1.

3.3.2.10 Plano de manutenção durante a armazenagem

Durante o período de armazenagem, a manutenção do compensador síncrono deverá ser feita e registrada de acordo com o plano descrito na Tabela 3-1.

Tabela 3-1: Plano de armazenagem

	Mensal	2 meses	6 meses	2 anos	Antes de entrar em operação	Notas
Local de Armazenagem						
Inspecionar as condições de limpeza		X			X	
Inspecionar as condições de umidade e temperatura		X				
Verificar sinais de infestações de insetos		X				
Embalagem						
Inspecionar danos físicos			X			
Inspecionar a umidade relativa no interior do compensador síncrono		X				
Trocar o desumidificador na embalagem (se houver)			X			Quando necessário
Resistência de aquecimento						
Verificar as condições de operação	X					
Compensador síncrono completo e compartimento do volante de inércia (se existente)						
Realizar limpeza externa			X		X	
Verificar as condições da pintura			X			
Verificar o inibidor de oxidação nas partes usinadas expostas			X			
Repor o inibidor de oxidação			X			
Enrolamentos						
Medir a resistência de isolamento		X			X	
Medir o índice de polarização		X			X	
Caixa de ligação e terminais de aterramento						
Limpar o interior das caixas				X	X	
Inspecionar os selos e vedações				X	X	
Mancais de deslizamento						
Girar o eixo		X				
Aplicar anticorrosivo			X			
Limpar os mancais e relubrificá-los					X	
Desmontar e armazenar as peças						Se o período de armazenagem for superior a dois anos

3.3.3 Preparação para entrada em operação

3.3.3.1 Limpeza

- O interior e o exterior do compensador síncrono devem estar livres de óleo, água, pó e sujeira;
- Remover o inibidor de ferrugem das superfícies expostas com um pano embebido em solvente à base de petróleo;
- Certificar-se que os mancais e cavidades utilizadas para lubrificação estejam livres de sujeira e que os plugues das cavidades estejam corretamente selados e apertados. Oxidações e marcas nos assentos dos mancais e eixo devem ser cuidadosamente removidas.

3.3.3.2 Inspeção dos mancais



ATENÇÃO

Se o período de armazenagem do compensador síncrono ultrapassar 6 meses, os mancais de deslizamento devem ser desmontados, inspecionados e limpos, antes de colocar o compensador em operação. Os mancais de deslizamento sem depósito de óleo (cárter seco), independente do tempo de armazenagem do compensador, devem necessariamente ser desmontados, inspecionados e limpos antes de colocar o compensador em operação. Montar novamente os mancais de deslizamento e proceder a lubrificação. Consultar a WEG para realização deste procedimento.

3.3.3.3 Lubrificação dos mancais

Utilizar o lubrificante especificado para lubrificação dos mancais. As informações dos mancais e lubrificantes estão indicadas na placa de identificação dos mancais e a lubrificação deve ser feita conforme descrito no item 1.1 deste manual, considerando sempre tipo de mancal utilizado.

3.3.3.4 Verificação da resistência de isolamento

Antes de colocar o compensador síncrono em operação, deve-se medir a resistência de isolamento, conforme item 3.3.2.4 deste manual.

3.3.3.5 Trocador de calor ar-água

- Antes da entrada em operação do compensador síncrono, deve-se assegurar que a água circule livremente através do radiador;
- Os parafusos do radiador devem ser apertados com torques de 40 a 50Nm;
- Certificar-se de que não tem vazamento de água. Verificar as juntas de vedação do radiador e substituí-las, se necessário;
- Verificar as borrachas de vedação do trocador de calor e substituí-las, se necessário;
- O radiador possui dois cabeçotes, sendo necessário remover a proteção traseira da máquina para acessá-los.

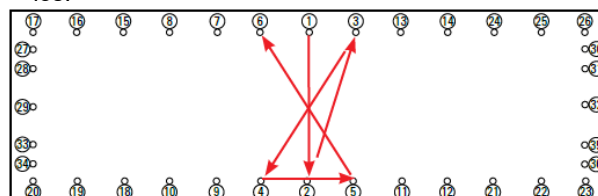


Figura 3.2: Informação de aperto



ATENÇÃO

A operação do equipamento com velocidade da água superior aos limites recomendados pode provocar erosão dos tubos do radiador, comprometendo sua integridade, reduzindo sua vida útil e ocasionando falhas no sistema de arrefecimento. Certifique-se de que a velocidade da água permaneça dentro dos seguintes limites:

Tubos de cobre: até 2,0 m/s.

Tubos de cobre-níquel: até 2,5 m/s.

Para outros materiais, consulte a WEG.

3.3.3.6 Outros

Seguir os demais procedimentos descritos no item 6 deste manual antes de colocar o compensador síncrono em operação.

4 INSTALAÇÃO

4.1 LOCAL DE INSTALAÇÃO

O compensador síncrono deve ser instalado em locais de fácil acesso, que permitam a realização de inspeções periódicas, de manutenções locais e, se necessário, a remoção do mesmo para serviços externos.

As seguintes características ambientais devem ser asseguradas:

- Local limpo e bem ventilado;
- Instalação de outros equipamentos ou paredes não deve dificultar ou obstruir a ventilação do compensador síncrono;
- O espaço ao redor e acima do compensador deve ser suficiente para manutenção ou manuseio do mesmo;
- O ambiente deve estar de acordo com o grau de proteção do compensador.

4.2 TRAVA DO EIXO

O compensador síncrono é fornecido com uma trava no eixo para evitar danos aos mancais durante o transporte. Esta trava deve ser retirada antes da instalação do compensador.



ATENÇÃO

O dispositivo de travamento do eixo deve ser instalado sempre que o compensador for removido da sua base (desacoplado) para evitar que os mancais sofram danos durante o transporte.

A ponta de eixo é protegida na fábrica com um agente protetor temporário (inibidor de ferrugem). Durante a instalação do compensador, deve-se remover este produto na área da pista de contato da escova de aterramento (se houver) com o eixo.

4.3 SENTIDO DE ROTAÇÃO

O sentido de rotação é indicado por uma placa fixada no lado acionado do compensador síncrono e na documentação específica do compensador.



ATENÇÃO

Compensadores fornecidos com sentido único de rotação não devem operar no sentido contrário ao especificado. Para operar o compensador na rotação contrária ao especificado, consultar a WEG.

4.4 RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO

4.4.1 Instruções de segurança



PERIGO

Para fazer a medição da resistência de isolamento, o compensador deve estar desligado e parado. O enrolamento em teste deve ser conectado à carcaça e aterrado até remover a carga eletrostática residual. Aterrar também os capacitores (se houver) antes de desconectar e separar os terminais para medir a resistência de isolamento. A não observação destes procedimentos pode resultar em danos pessoais.

4.4.2 Considerações gerais

Quando não é colocado imediatamente em operação, o compensador deve ser protegido contra umidade, temperatura elevada e sujeira, evitando assim que a resistência de isolamento seja afetada.

A resistência de isolamento do enrolamento deve ser medida antes de colocar o compensador síncrono em operação.

Se o ambiente for muito úmido, a resistência de isolamento deve ser medida em intervalos periódicos durante a armazenagem. É difícil estabelecer regras fixas para o valor real da resistência de isolamento dos enrolamentos, uma vez que ela varia com as condições ambientais (temperatura, umidade), condições de limpeza do compensador (pó, óleo, graxa, sujeira) e com a qualidade e as condições do material isolante utilizado.

A avaliação dos registros periódicos de acompanhamento é útil para concluir se o compensador está apto a operar.

4.4.3 Medição nos enrolamentos do estator

A resistência de isolamento deve ser medida com um megôhmetro. A tensão do teste para os enrolamentos deve ser conforme Tabela 4-1, de acordo com a norma IEEE43.

Tabela 4-1: Tensão para teste de resistência de isolamento dos enrolamentos

*Tensão nominal do enrolamento (V)	Teste de resistência de isolamento - tensão contínua (V)
< 1000	500
1000 - 2500	500 - 1000
2501 - 5000	1000 - 2500
5001 - 12000	2500 - 5000
> 12000	5000 - 10000

* Tensão nominal fase-fase

Antes de fazer a medição da resistência de isolamento no enrolamento do estator:

- Desligar todas as ligações com os terminais do estator;
- Desconectar e isolar todos os TC's e TP's (se houver);
- Aterrar a carcaça do compensador síncrono;
- Medir a temperatura do enrolamento;
- Aterrar todos os sensores de temperatura;
- Verificar a umidade;
- Desligar o aterramento neutro;
- Assegurar que as barras do compensador síncrono não estão aterradas.

A medição da resistência de isolamento dos enrolamentos do estator deve ser feita na caixa de ligação principal. O medidor (megôhmetro) deve ser conectado entre a carcaça do compensador síncrono e o enrolamento. A carcaça deve ser aterrada e as três fases do enrolamento do estator devem permanecer conectadas no ponto neutro, conforme Figura 4.1.

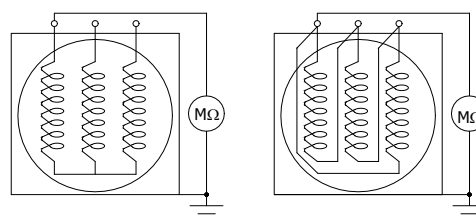


Figura 4.1: Conexão do megôhmetro

Quando possível, cada fase deve ser isolada e testada separadamente. O teste separado permite a comparação entre as fases. Quando uma fase é testada, as outras duas fases devem ser aterradas no mesmo aterramento da carcaça, conforme Figura 4.2.

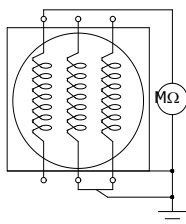


Figura 4.2: Conexão do megôhmetro em fases separadas

Se a medição total do enrolamento apresentar um valor abaixo do recomendado, as conexões do neutro devem ser abertas e a resistência de isolamento de cada fase deve ser medida separadamente.



ATENÇÃO

Com o compensador síncrono em operação durante muito tempo podem ser obtidos frequentemente valores muito maiores. A comparação com valores obtidos em ensaios anteriores com o mesmo compensador síncrono, em condições similares de carga, temperatura e umidade, pode auxiliar na avaliação das condições de isolamento do enrolamento do que apenas basear-se apenas no valor obtido em um único ensaio. Reduções muito grandes ou bruscas são consideradas suspeitas.

4.4.4 Medição nos enrolamentos do rotor e excitatriz

Medição no enrolamento do rotor:

- Desconectar os cabos do rotor do conjunto de diodos e do resistor de descarga (se houver);
- Conectar o medidor de resistência de isolamento (megôhmetro) entre o enrolamento do rotor e o eixo do compensador síncrono. A corrente da medição não pode circular pelos mancais.

Medição do enrolamento do estator da excitatriz principal:

- Desconectar os cabos de alimentação da excitatriz;
- Conectar o medidor de resistência de isolamento (megôhmetro) entre o enrolamento do estator da excitatriz e a carcaça do compensador síncrono.

Medição no enrolamento do rotor da excitatriz principal:

- Desconectar os cabos do rotor da excitatriz do conjunto de diodos;
- Conectar o medidor de resistência de isolamento (megôhmetro) entre o enrolamento do rotor da excitatriz e o eixo do compensador síncrono. A corrente da medição não pode circular pelos mancais.

Medição do enrolamento do estator da excitatriz auxiliar (PMG), se houver.

- Desconectar os cabos que ligam a excitatriz auxiliar ao regulador de tensão;
- Conectar o medidor de resistência de isolamento (megôhmetro) entre o enrolamento do estator da excitatriz auxiliar e a carcaça do compensador síncrono.

4.4.5 Informações adicionais



ATENÇÃO

Após a medição da resistência de isolamento, aterrar o enrolamento testado para descarregá-lo. tensão do teste para medir a resistência de isolamento do rotor e da resistência de aquecimento deve ser 500 Vcc e para os demais acessórios 100 Vcc. Não é recomendado medir resistência de isolamento de protetores térmicos.

4.4.6 Índice de polarização

O índice de polarização é definido pela relação entre a resistência de isolamento medida em 10 minutos e a resistência de isolamento medida em 1 minuto, medição sempre feita em uma temperatura relativamente constante. O índice de polarização permite avaliar as condições do isolamento do compensador síncrono.



PERIGO

Para evitar acidentes, deve-se aterrar o enrolamento imediatamente após medir a resistência de isolamento.

4.4.7 Conversão dos valores medidos

A resistência de isolamento medida nos enrolamentos deve ser convertida para 40°C, utilizando o fator de correção fornecido na Figura 4.3 (norma IEEE43) e aplicando na seguinte fórmula:

$$R_c = K_t \cdot R_t$$

Onde:

R_{40} = resistência de isolamento referida a 40°C

K_t = Fator de correção da resistência de isolamento em função da temperatura, conforme Figura 4.3,

R_t = resistência de isolamento medida.

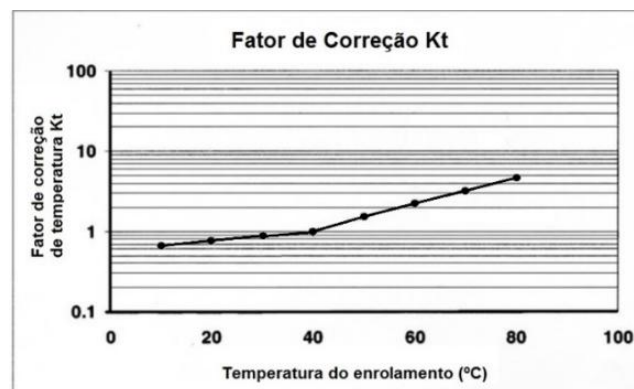


Figura 4.3: Fator de correção da resistência de isolamento em função da temperatura

Os valores utilizados para gerar a curva da Figura 4.3 são mostrados na Tabela 4-2.

Tabela 4-2: Fatores de correção (K_t) em função da temperatura

t (°C)	Fator de correção (kt)
10	0,7
20	0,8
30	0,9
40	1,0
50	1,5
60	2,3
70	3,3
80	4,6

4.4.8 Valores mínimos recomendados

Conforme a norma IEEE-43 os valores mínimos recomendados para **resistência de isolamento (R.I.)** e **Índice de Polarização (I.P.)** dos enrolamentos são mostrados na Tabela 4-3:

Tabela 4-3: Valores mínimos de R.I. e I.P.

Tensão do Enrolamento	R.I. mínima (referida a 40°C)	I.P. mínimo
Até 1000 V	5 MΩ	Não se aplica
Maior que 1000 V	100 MΩ	2

4.5 PROTEÇÕES

4.5.1 Proteções térmicas

Os sensores de medição de temperatura são instalados no estator principal, nos mancais e nos demais componentes que necessitam de monitoramento da temperatura e proteção térmica. Os terminais dos sensores de temperatura estão disponíveis na caixa de acessórios. Esses sensores devem ser ligados a um sistema externo de monitoramento de temperatura e de proteção.

4.5.1.1 Sensores de temperatura

Termostatos - São detectores térmicos do tipo bimetálico, com contatos de prata normalmente fechados. Estes se abrem em determinada temperatura. Os termostatos são ligados em série ou independentes conforme esquema de ligação.

Termistores (tipo PTC ou NTC) - São detectores térmicos, compostos de semicondutores que variam sua resistência bruscamente ao atingirem uma determinada temperatura. Os termistores são ligados em série ou independentes conforme esquema de ligação.



NOTA

Os termostatos e os termistores deverão ser conectados a uma unidade de controle para interromper o funcionamento do compensador síncrono ou acionar um dispositivo de sinalização.

Termorresistências (Pt100) - São elementos de resistência calibrada. Seu funcionamento se baseia no princípio de que a resistência elétrica de um condutor metálico varia linearmente com a temperatura. Os terminais do detector devem ser ligados a um painel de controle, que inclui um medidor de temperatura.



NOTA

As termorresistências tipo RTD permitem o monitoramento através da temperatura absoluta informada pelo seu valor de resistência instantânea. Com esta informação, o relé poderá efetuar a leitura da temperatura, como também a parametrização para alarme e desligamento conforme as temperaturas predefinidas.

4.5.1.2 Limites de temperatura para os enrolamentos

A temperatura do ponto mais quente do enrolamento deve ser mantida abaixo do limite da classe térmica do isolamento. A temperatura total é composta pela soma da temperatura ambiente com a elevação de temperatura (T), mais a diferença que existe entre a temperatura média do enrolamento e a ponto mais quente do enrolamento. A temperatura ambiente não deve exceder a 40 °C, conforme a norma NBR IEC60034-1. Acima dessa temperatura, as condições de trabalho são consideradas especiais e a documentação específica do compensador síncrono deve ser consultada. A Tabela 4-4 mostra os valores numéricos e a composição da temperatura admissível do ponto mais quente do enrolamento.

Tabela 4-4: Classe de isolamento

Classe de isolamento (°C)	F	H
Temperatura ambiente	40	40
T = elevação de temperatura (método de medição da temperatura pela variação da resistência)	105	125
Diferença entre o ponto mais quente e a temperatura média	10	15
Total: temperatura do ponto mais quente	155	180



ATENÇÃO

Caso o compensador síncrono opere com temperaturas no enrolamento acima dos valores limites da classe térmica do isolamento, a vida útil da isolação e, consequentemente, a do compensador, será reduzida significativamente ou até mesmo pode resultar na queima do compensador.

4.5.1.3 Temperaturas para alarme e desligamento

As temperaturas de alarme e o desligamento do compensador síncrono devem ser parametrizadas no valor mais baixo possível. Estas temperaturas podem ser determinadas com base nos testes de fábrica ou através da temperatura de operação do compensador síncrono. A temperatura de alarme pode ser ajustada em 10°C acima da temperatura de operação da máquina em plena carga, considerando sempre a maior temperatura ambiente do local.



ATENÇÃO

Os valores de alarme e desligamento podem ser definidos em função da experiência, porém não devem ultrapassar aos valores máximos indicados no esquema de ligação do compensador síncrono.



ATENÇÃO

Os dispositivos de proteção do compensador síncrono estão relacionados no desenho WEG - esquema de ligação. A não utilização destes dispositivos é de total responsabilidade do usuário e, em caso de danos ao compensador, acarretará na perda de garantia.

4.5.1.4 Temperatura e resistência ôhmica das termorresistências Pt100

A Tabela 4-5 mostra os valores de temperatura em função da resistência ôhmica medida para as termorresistências tipo Pt 100.

$$\text{Fórmula: } \frac{R - 100}{0,386} = ^\circ\text{C}$$

Tabela 4-5: Temperatura X Resistência (Pt100)

° C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	100.00	100.39	100.78	101.17	101.56	101.95	102.34	102.73	103.12	103.51
10	103.90	104.29	104.68	105.07	105.46	105.85	106.24	106.63	107.02	107.40
20	107.79	108.18	108.57	108.96	109.35	109.73	110.12	110.51	110.90	111.28
30	111.67	112.06	112.45	112.83	113.22	113.61	113.99	114.38	114.77	115.15
40	115.54	115.93	116.31	116.70	117.08	117.47	117.85	118.24	118.62	119.01
50	119.40	119.78	120.16	120.55	120.93	121.32	121.70	122.09	122.47	122.86
60	123.24	123.62	124.01	124.39	124.77	125.16	125.54	125.92	126.31	126.69
70	127.07	127.45	127.84	128.22	128.60	128.98	129.37	129.75	130.13	130.51
80	130.89	131.27	131.66	132.04	132.42	132.80	133.18	133.56	133.94	134.32
90	134.70	135.08	135.46	135.84	136.22	136.60	136.98	137.36	137.74	138.12
100	138.50	138.88	139.26	139.64	140.02	140.39	140.77	141.15	141.53	141.91
110	142.29	142.66	143.04	143.42	143.80	144.17	144.55	144.93	145.31	145.68
120	146.06	146.44	146.81	147.19	147.57	147.94	148.32	148.70	149.07	149.45
130	149.82	150.20	150.57	150.95	151.33	151.70	152.08	152.45	152.83	153.20
140	153.58	153.95	154.32	154.70	155.07	155.45	155.82	156.19	156.57	156.94
150	157.31	157.69	158.06	158.43	158.81	159.18	159.55	159.93	160.30	160.67

4.5.2 Proteções no painel

A Tabela 4-6 relaciona as proteções geralmente aplicadas nos painéis de acionamentos. Além destes dispositivos de proteção, outros deverão ser utilizados conforme necessidade.

Tabela 4-6: Proteções no painel

POTÊNCIA	PROTEÇÕES
Até 150 kVA – Baixa tensão	50/51 – 52-59
De 150 a 1000 kVA – Baixa Tensão	27-49-50-59-50/51
Acima 1000 kVA – Baixa Tensão	27-32-49-50G-51V-52-59
Até 3000 kVA – Média Tensão	CP-PR-27-32-49-50G-51V-52-59
3000 a 7500 kVA – Média Tensão	CP-PR-32-40-46-49-50G-51V-52-59-87
Acima de 7500 kVA – Média Tensão	CP-PR-27-32-40-46-49-50G-51V-52-59-78-81-87

Simbologia:

CP – Capacitor
PR - Para-raios
27 - Subtensão
32 - Potência inversa
40 - Perda de campo
46 - Desequilíbrio de corrente
49 - Sobrecarga
50G - Sobrecorrente de terra
50 - Sobrecorrente instantânea
51 - Sobrecorrente temporizada
51V - Sobrecorrente com travamento por tensão
52 – Disjuntor
59 - Sobretensão
64 - Terra no campo
78 - Ângulo de fase
81 – Frequência
86 - Relé de bloqueio
87 - Diferencial

4.5.3 Resistência de aquecimento

Quando o compensador síncrono está equipado com resistência de aquecimento para impedir a condensação de água em seu interior durante longos períodos fora de operação, deve-se assegurar que a mesma seja ligada logo após o desligamento do compensador síncrono e que seja desligada antes do compensador entrar em operação.

Os valores da tensão de alimentação e da potência da resistência de aquecimento são informados no esquema de ligação e na placa específica fixada no compensador. Certifique-se que os mancais possuem óleo antes de ligar a resistência de aquecimento dos mancais.

4.5.4 Sensor de vazamento de água

Compensadores síncronos com trocador de calor ar-água são providos de sensor de vazamento de água que serve para detectar eventuais vazamentos de água do radiador para o interior do compensador. Este sensor deve ser ligado ao painel de controle, conforme esquema de ligação da máquina. O sinal deste sensor deve ser utilizado para acionar o alarme.

Quando esta proteção atuar, deve ser feita uma inspeção no trocador de calor e, caso seja constatado vazamento de água no radiador, o compensador síncrono deve ser desligado e o problema corrigido.

4.6 REFRIGERAÇÃO

O tipo de refrigeração do compensador síncrono pode variar de acordo com sua aplicação. Apenas uma correta instalação do compensador e do sistema de refrigeração pode garantir seu funcionamento contínuo e sem sobreaquecimentos.



ATENÇÃO

Os dispositivos de proteção do sistema de refrigeração devem ser monitorados periodicamente; As entradas e saídas de ar e/ou de água não devem ser obstruídas, pois podem causar sobreaquecimento e até mesmo levar à queima do compensador síncrono. Para maiores detalhes consultar o desenho dimensional do compensador.

4.6.1 Refrigeração por trocador de calor ar-água

Nos compensadores síncronos com trocador de calor ar-água, o ar interno, em circuito fechado é resfriado pelo radiador, que é um transmissor de calor de superfície, projetado para dissipar calor. Como fluido de resfriamento deve ser utilizada água limpa, com as seguintes características:

- pH: entre 7 e 9;
- Condutividade: $\leq 500 \mu\text{S/cm}$
- Oxigênio dissolvido: $< 0,02 \text{ mg/L}$
- Sólidos Totais Dissolvidos (TDS): $\leq 300 \text{ ppm (NaCl)}$
- Sólidos em suspensão (TSS): $\leq 20 \text{ mg/L}$
- Cloretos (Cl^-): $\leq 100 \text{ mg/L}$
- Sulfatos: $\leq 70 \text{ mg/L}$
- Nitratos (NO_3^-): $\leq 10 \text{ mg/L}$
- Amônia (NH_3): Ausentes (free)
- Sulfetos: Ausentes (free)
- Ferro + Manganês: $< 0,2 \text{ mg/L}$
- Dureza total: $\leq 300 \text{ ppm CaCO}_3$
- Alcalinidade total: $70 - 300 \text{ ppm CaCO}_3$
- Sílica (SiO_2): $\leq 70 \text{ mg/L}$



ATENÇÃO

Os dados dos radiadores que compõem o trocador de calor ar-água estão indicados na placa de identificação dos mesmos e no desenho dimensional do compensador. Estes dados devem ser observados para o correto funcionamento do sistema de refrigeração do compensador e assim evitar sobreaquecimento.

4.6.1.1 Radiadores para aplicação com água do mar



ATENÇÃO

No caso de radiadores para aplicação com água do mar, os materiais em contato com a água (tubos e espelhos) devem ser resistentes à corrosão. Além disso, os radiadores podem ser equipados com anodos de sacrifício (por exemplo: de Zinco ou de Magnésio) conforme Figura 4.4, os quais são corroídos durante a operação do trocador de calor, protegendo os cabeçotes do radiador. Para manter a integridade dos cabeçotes do radiador, estes anodos devem ser substituídos periodicamente, sempre considerando o grau de corrosão apresentado.

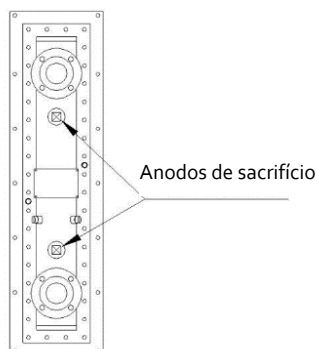


Figura 4.4: Radiador com anodos de sacrifício



NOTA

O tipo, a quantidade e a posição dos anodos de sacrifício podem variar conforme aplicação.

4.6.2 Refrigeração por ventilação independente

Os **ventiladores independentes** são acionados por motores assíncronos trifásicos, cuja caixa de ligação é parte integrante dos mesmos. Os dados característicos destes motores (frequência, tensão etc.) são mostrados na sua placa de identificação e o sentido de rotação é indicado por uma placa fixada na carcaça do ventilador ou próximo dele.



NOTA

Deve-se verificar o sentido de rotação dos motores de ventilação independente antes de ligar o compensador síncrono. Se o sentido de rotação estiver contrário ao especificado, inverta a conexão de 2 fases de alimentação dos mesmos.

Os **filtros de ar** (se houver) que protegem o interior do compensador síncrono contra a entrada de sujeira e devem ser inspecionados regularmente, conforme o item “Plano de Manutenção” deste manual. Os filtros devem estar em perfeitas condições para assegurar a correta operação do sistema de refrigeração e garantir uma proteção permanente das partes internas sensíveis do compensador síncrono.

4.6.3 Limpeza do trocador de calor ar / ar

Algum entupimento da superfície de resfriamento e da parede do tubo eventualmente ocorrer. Essa incrustação reduz a capacidade de resfriamento. O trocador de calor deve, portanto, ser limpo em intervalos regulares, a ser determinado a partir de caso a caso, dependendo das propriedades do ar de refrigeração. Durante o período inicial de operação, o trocador de calor deve ser inspecionados com frequência. Limpe o trocador de calor com ar comprimido ou limpe-o com uma escova adequada. Não use uma escova de aço em tubos de alumínio, pois pode danificar os tubos; uma escova de arame redondo de latão macio pode ser usada.

4.7 ASPECTOS ELÉTRICOS

4.7.1 Conexões elétricas



ATENÇÃO

Analisar cuidadosamente o esquema elétrico de ligação fornecido com o compensador síncrono antes de iniciar a conexão dos cabos de força, do aterramento e dos acessórios. Para a conexão elétrica dos equipamentos auxiliares, consultar os manuais específicos destes equipamentos.

4.7.1.1 Conexões elétricas principais

A localização das caixas de ligação de força, do neutro e do rotor está identificada no desenho dimensional específico do compensador síncrono. A identificação dos terminais do estator e do rotor e a correspondente ligação são indicadas no esquema de ligação específico do compensador. Certificar-se de que a seção e a isolamento dos cabos de ligação sejam apropriadas para a corrente e tensão do compensador. O compensador deve girar no sentido de rotação especificado na placa de identificação e/ou na placa fixada no lado acionado do compensador.



NOTA

O sentido de rotação é convencionado olhando-se para a ponta do eixo do lado acionado do compensador. Compensadores com sentido único de rotação devem girar somente no sentido indicado, visto que os ventiladores e outros dispositivos são unidirecionais. Para operar o compensador no sentido de rotação contrário ao indicado, consultar a WEG.



ATENÇÃO

Antes de fazer as conexões entre o compensador e a rede de energia elétrica, é necessário que seja feita uma medição cuidadosa da resistência de isolamento dos enrolamentos.

Para conectar os cabos principais do compensador, desparafusar a tampa da caixa de ligação do estator, cortar os anéis de vedação (compensadores normais sem prensa-cabos) conforme os diâmetros dos cabos a serem utilizados e insira os cabos dentro dos anéis de vedação. Cortar os cabos de alimentação no comprimento necessário, desencapar as extremidades e colocar os terminais a serem utilizados.

4.7.1.2 Aterramento

A carcaça do compensador e a caixa de ligação principal devem ser aterradas antes de conectar o compensador a rede elétrica.

Conectar o revestimento metálico dos cabos (se houver) ao condutor de aterramento comum. Cortar o condutor de aterramento no comprimento adequado e conectar ao terminal existente na caixa de ligação e/ou o existente na carcaça.

Fixar firmemente todas as conexões.



ATENÇÃO

Não utilizar arruelas de aço ou outro material de baixa condutividade elétrica para a fixação dos terminais.

4.8 ASPECTOS MECÂNICOS

4.8.1 Fundações

- A fundação ou estrutura onde o compensador será instalado deverá ser suficientemente rígida, plana, isenta de vibração externas e capaz de resistir aos esforços mecânicos aos quais será submetida;
- Se o dimensionamento da fundação não for criteriosamente executado, isso poderá ocasionar vibração no conjunto da fundação, no compensador e no motor auxiliar;
- O dimensionamento estrutural da fundação deve ser feito com base no desenho dimensional, nas informações referentes aos esforços mecânicos sobre as fundações e na forma de fixação do compensador síncrono.
- O cliente é responsável pelo projeto e construção da fundação conforme requisitos descritos em Frequência natural da base;
- A responsabilidade pelo projeto e execução da fundação é do cliente, que também deve realizar estudos das velocidades críticas laterais (motor sobre a base) e torcionais do conjunto, garantindo a estabilidade de toda a instalação. A estrutura deve apresentar rigidez suficiente para suportar esforços dinâmicos e ocasionais, como aqueles decorrentes de curto-circuito. Para reduzir riscos de ressonância, recomenda-se que a frequência natural do conjunto fundação-máquina esteja afastada em pelo menos $\pm 15\%$ da velocidade nominal de operação.



ATENÇÃO

Colocar calços de diferentes espessuras, entre as superfícies de apoio do compensador e da fundação para permitir um alinhamento preciso.



NOTA

O usuário é responsável pelo dimensionamento e construção da fundação onde o compensador será instalado.

4.8.2 Esforços nas fundações

Os esforços sobre a fundação são informados na documentação do compensador síncrono.

4.8.3 Tipos de bases

4.8.3.1 Base de concreto

As bases de concreto são as mais usadas para a instalação de compensadores elétricos.

O tipo e o tamanho da fundação, parafusos e placas de ancoragem dependem do tamanho e do tipo do compensador.

4.8.3.2 Base metálica

O compensador deve estar apoiado uniformemente sobre a base metálica para assim evitar deformações na carcaça. Eventuais erros de altura da superfície de apoio do compensador podem ser corrigidos com chapas de compensação (calços). Não remover o compensador da base comum para fazer o alinhamento. A base deve ser nivelada na própria fundação, usando instrumentos de nivelção. Quando uma base metálica é utilizada para ajustar a altura da ponta de eixo do compensador com a ponta de eixo da máquina acoplada, esta deve ser nivelada na base de concreto.

Após a base ter sido nivelada, os chumbadores estiverem apertados e os acoplamentos verificados, a base metálica e os chumbadores podem ser concretados.

4.8.4 Frequência natural da base

Para garantir uma operação segura, o compensador deve estar precisamente alinhado com o equipamento acoplado e ambos devem estar devidamente balanceados.

Como requisito, a base de instalação do compensador deve ser plana e atender aos requisitos da norma DIN 4024-1.

Para verificar se os critérios da norma estão sendo atendidos, deve-se avaliar as seguintes frequências potenciais de excitação de vibração geradas pelo compensador e pela máquina acoplada:

- A frequência de giro do compensador;
- O dobro da frequência de giro;
- O dobro da frequência elétrica do compensador.

De acordo com a norma DIN 4024-1, as frequências naturais da base ou da fundação devem manter um afastamento destas frequências potenciais de excitação, conforme especificado a seguir:

- A primeira frequência natural da base ou da fundação (frequência natural de 1ª ordem da base) deve estar fora da faixa compreendida entre 0.8 e 1.25 vezes qualquer das potenciais frequências de excitação acima;
- As demais frequências naturais da base ou da fundação devem estar fora da faixa compreendida entre 0.9 e 1.1 vezes qualquer das potenciais frequências de excitação acima.

4.8.5 Montagem



ATENÇÃO

Montar o compensador de forma segura e alinhá-lo corretamente. A montagem inadequada pode causar vibração excessiva, ocasionando desgaste prematuro dos mancais e podendo causar até a ruptura do eixo.

4.8.6 Conjunto da placa de ancoragem

O conjunto placa de ancoragem, quando aplicado, é composto de placa de ancoragem, parafusos de nivelamento, calços para nivelamento, parafusos para alinhamento e chumbadores.



NOTAS

Quando a WEG fornecer placa de ancoragem para fixação e alinhamento do compensador, os detalhes dimensionais e de instalação do conjunto placa de ancoragem são fornecidos no desenho dimensional específico do compensador.

A montagem, nivelamento e graute das placas de ancoragem é de responsabilidade do usuário (salvo acordo comercial específico em contrário).

Os chumbadores devem ser apertados de acordo com a Tabela 4-7.

Tabela 4-7: Torque de aperto nos chumbadores

Tipo Ø	Torque de Aperto a Seco [Nm]	Torque de Aperto com Molycote [Nm]
M30	710	470
M36	1230	820
M42	1970	1300
M48	2960	1950
M56	3500	2300

Após o posicionamento do compensador, fazer o nivelamento final, utilizando os parafusos de nivelamento vertical e as chapas de nivelamento.



ATENÇÃO

Proteger todos os furos rosqueados para evitar que o graute penetre nas roscas, durante o procedimento de graute da placa de ancoragem e chumbadores.

4.8.7 Nivelamento

O compensador síncrono deve estar apoiado sobre a superfície com planicidade de até 0,08 mm/m. Verificar se o compensador está perfeitamente alinhado no plano vertical e horizontal. Fazer os ajustes adequados colocando chapas de nivelamento sob o compensador. O nivelamento do compensador deverá ser verificado com equipamento adequado.

Chapas de nivelamento

Durante a montagem do compensador, deverão ser inseridos entre o compensador e a placa de ancoragem chapas de nivelamento, de forma que o procedimento de alinhamento comece com esta quantidade de chapas, conforme segue:

- 3 mm de chapas de aço inox (2 mm + 1 mm) ou
- 5,40 mm de chapas de aço galvanizado (2,7 mm + 2,7 mm)

As demais chapas, mostradas na Tabela 4-8, ficarão de reserva para que possam ser utilizadas em combinações, de forma a obter diferentes arranjos com as espessuras de chapas em função do nivelamento necessário.

A espessura máxima dos chapas de nivelamento não deverá ultrapassar 4.5 mm de espessura.

A Tabela 4-8 mostra a quantidade de chapas de nivelamento de aço inox ou de aço galvanizado para cada região de apoio do compensador na placa de ancoragem.

Tabela 4-8: Chapas de nivelamento

Aço inox		Aço galvanizado	
Quantidade (un.)	Espessura (mm)	Quantidade (un.)	Espessura (mm)
2	0,1	2	0,43
2	0,2	2	0,50
2	0,5	1	0,65
2	1	1	0,80
1	2	1	1,95
-	-	2	2,70

4.8.7.1 Apoio



NOTA

No mínimo 75% da área das superfícies de apoio dos pés do compensador síncrono devem ficar apoiadas sobre a base.

4.8.8 Alinhamento

O compensador deve ser alinhado corretamente com a máquina acoplada.



ATENÇÃO

Um alinhamento incorreto pode resultar em danos nos mancais, gerar excessivas vibrações e até levar à ruptura do eixo.

O alinhamento deve ser feito de acordo com as recomendações do fabricante do acoplamento. Os eixos do compensador e da máquina acoplada devem ser alinhados axial e radialmente, conforme mostrado na Figura 4.5 e Figura 4.6.

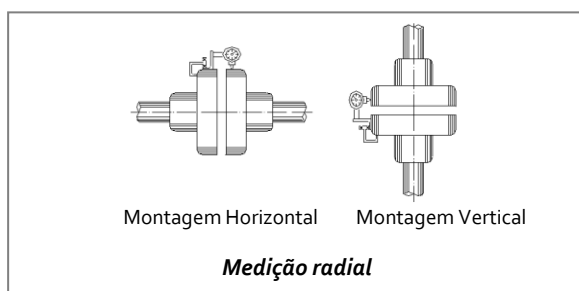
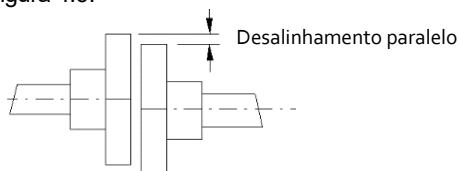


Figura 4.5: Alinhamento paralelo

A Figura 4.5 mostra o desalinhamento paralelo das duas pontas de eixo e a forma prática de medição, utilizando relógios comparadores adequados.

A medição é feita em 4 pontos deslocado 90° entre si, com os dois meio-acoplamentos girando juntos para eliminar os efeitos devido a irregularidades da superfície de apoio da ponta do relógio comparador. Escolhendo o ponto vertical superior 0°, a metade da diferença da medição do relógio comparador nos pontos em 0° e 180° representa o erro coaxial vertical. No caso de desvio, este deve ser corrigido, acrescentando ou removendo calços de montagem. A metade da diferença da medição do relógio comparador

nos pontos em 90° e 270° representa o erro coaxial horizontal.

Esta medição indica quando é necessário levantar ou abaixar o compensador ou movê-lo para a direita ou para a esquerda no lado acionado para eliminar o erro coaxial.

A metade da diferença máxima da medição do relógio comparador em uma rotação completa representa a máxima excentricidade encontrada.

O desalinhamento numa volta completa do eixo, acoplamento rígido ou semiflexível, não pode ser superior a 0,03 mm.

Quando forem utilizados acoplamentos flexíveis, valores maiores que os indicados acima são aceitáveis, desde que não excedam o valor permitido pelo fabricante do acoplamento.

Recomenda-se manter uma margem de segurança para estes valores.

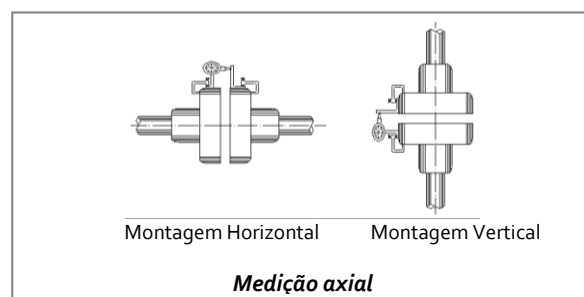
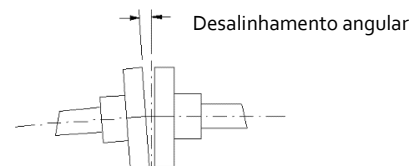


Figura 4.6: Alinhamento angular

A Figura 4.6 mostra o desalinhamento angular e a forma prática de fazer esta medição.

A medição é feita em 4 pontos deslocados 90° entre si, com os dois meio-acoplamentos girando juntos para eliminar os efeitos devido a irregularidades da superfície de apoio da ponta do relógio comparador. Escolhendo o ponto vertical superior 0°, a metade da diferença da medição do relógio comparador nos pontos em 0° e 180° representa o desalinhamento vertical. No caso de desvio, estes devem ser corrigidos, acrescentando ou removendo calços de montagem debaixo dos pés do compensador síncrono. A metade da diferença da medição do relógio comparador nos pontos em 90° e 270° representa o desalinhamento horizontal, que deve ser corrigido adequadamente com o deslocamento lateral/angular do compensador síncrono. A metade da diferença máxima da medição do relógio comparador em uma rotação completa representa o máximo desalinhamento angular encontrado. O desalinhamento numa volta completa do eixo, com acoplamento rígido ou semiflexível, não pode ser superior a 0,03 mm. Quando são utilizados acoplamentos flexíveis, valores maiores que os indicados acima são aceitáveis, desde que não excedam o valor fornecido permitido pelo fabricante do acoplamento. Recomenda-se manter uma margem de segurança para estes valores. No alinhamento/nivelamento deve-se considerar a influência da temperatura sobre o compensador síncrono e a máquina acoplada. Dilatações distintas dos componentes podem alterar o estado do alinhamento/nivelamento durante a operação.



ATENÇÃO

Após o alinhamento do conjunto e ter assegurado o perfeito alinhamento (tanto a frio como a quente), deve-se fazer a pinagem do compensador na placa de ancoragem ou na base, conforme informações do desenho dimensional do compensador síncrono.

4.8.9 Inspeção dos mancais de pedestal



ATENÇÃO

Os mancais de pedestal devem ser inspecionados e, se necessário, realinhados conforme instruções abaixo:

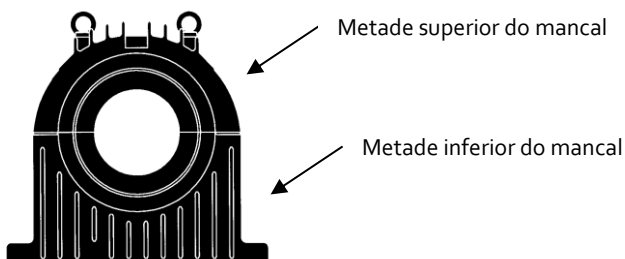


Figura 4.7: Mancal de pedestal

Alinhamento do mancal dianteiro

1. Soltar os parafusos de fixação das duas metades da carcaça do mancal dianteiro;
2. Suspender a metade superior da carcaça do mancal;
3. Soltar os parafusos de fixação das duas metades do casquilho e suspender a metade superior;
4. Lubrificar a superfície de deslizamento do eixo e a superfície de deslizamento da metade superior do casquilho, se necessário, com o mesmo tipo de óleo do mancal, utilizando um papel macio e absorvente ou um pano limpo que não solte fiapos;
5. Verificar se a face do bipartido da metade inferior do casquilho está alinhada com a face do bipartido da metade inferior da carcaça do mancal utilizando uma barra rígida e perfeitamente paralela;
6. Utilizando um calibrador de folgas, verificar as folgas entre a metade inferior do casquilho e o eixo em quatro pontos (lados direito, esquerdo, dianteiro e traseiro do casquilho);
7. Caso as folgas medidas forem desiguais, ou as faces do bipartido do casquilho estiverem desalinhadas com as faces do bipartido da carcaça do mancal, o casquilho precisa ser alinhado com o eixo, conforme descrito a seguir:
8. Soltar os parafusos de fixação das duas metades da carcaça do mancal traseiro antes de suspender o eixo;
9. Suspender levemente a ponta dianteira do eixo do compensador, apenas o suficiente para que o peso do rotor não fique sobre o casquilho e o mesmo possa ser ajustado no assento esférico da metade inferior da carcaça do mancal;



NOTA

Utilizar entre o eixo e o dispositivo de levantamento um material mais macio que o material do eixo para evitar danos (por exemplo, cobre ou bronze).

10. Alinhar o casquilho fazendo as medições conforme os itens 5 e 6;
11. Abaixar o eixo até encostar no casquilho inferior;
12. Montar a metade superior do casquilho e apertar os parafusos de fixação da metade superior do casquilho com a metade inferior do casquilho com o torque de aperto especificado na Tabela 4-9;
13. Aplicar uma camada vedante de CURIL T nas faces usinadas da metade inferior da carcaça do mancal inferior;
14. Com o auxílio de uma talha, montar a metade superior da carcaça do mancal sobre a metade inferior;
15. Fixar os parafusos, aplicando o torque de aperto conforme especificado na Tabela 4-10;
16. Após o correto aperto dos parafusos, aplicar tinta lacre entre os parafuso e carcaça do mancal para indicar o torqueamento e o lacre dos parafusos de fixação da carcaça do mancal.

Alinhamento do mancal traseiro

Utilizar o mesmo procedimento de alinhamento do mancal dianteiro.



ATENÇÃO

Os dois mancais de pedestal devem estar perfeitamente alinhados.

Tabela 4-9: Torque de aperto dos casquilhos dos mancais

Tamanho mancal pedestal	Torque (Nm)
14	20
18 – 22	69
28 – 35	170
45	330

Tabela 4-10: Torque de aperto da carcaça dos mancais

Tamanho mancal pedestal	Torque (Nm)
14	170
18	330
22	580
28	1160
35	1150
45	2010

4.8.10 Acoplamentos

Somente devem ser utilizados acoplamentos apropriados, que transmitem apenas o torque, sem gerar forças transversais. Tanto para os acoplamentos elásticos quanto para os rígidos, os centros dos eixos das máquinas acopladas devem estar numa única linha. O acoplamento elástico permite a amenizar os efeitos de desalinhamentos residuais e evitar a transferência de vibração entre as máquinas acopladas, o que não acontece quando são usados acoplamentos rígidos. O acoplamento sempre deve ser montado ou retirado com a ajuda de dispositivos adequados e nunca por meio de dispositivos rústicos, como martelo, marreta etc. Siga as instruções de fabricação ao montar ou remover acoplamentos ou outros elementos de acionamento e cubra-os com uma proteção de toque. Para a realização de ensaios em estado desacoplado, trave ou remova a chaveta da extremidade do eixo. Evite cargas radiais e axiais excessivas dos rolamentos (observe a documentação da fabricação). O equilíbrio da máquina é indicado como H= metade e F= chaveta completa. Em casos de meia chaveta, o acoplamento deve ser balanceado pela metade sem uma chaveta. No caso de parte visível e saliente da chaveta do final do eixo, estabelecer o equilíbrio mecânico.



ATENÇÃO

Os pinos, porcas, arruelas e calços para nivelamento podem ser fornecidos com o compensador, quando solicitados pelo cliente no pedido de compra.



NOTAS

O usuário é responsável pela instalação do compensador síncrono (salvo acordo comercial específico em contrário). A WEG não se responsabiliza por danos no compensador, equipamentos associados e instalação, ocorridos devido a:

- Transmissão de vibração excessivas;
- Instalações precárias;
- Falhas no alinhamento;
- Condições inadequadas de armazenamento;
- Não observação das instruções antes da partida;
- Conexões elétricas incorretas.

4.8.10.1 Acoplamento direto

Por questões de custo, economia de espaço, ausência de deslizamento das correias e maior segurança contra acidentes, sempre que possível, deve-se utilizar acoplamento direto.



ATENÇÃO

Alinhar cuidadosamente as pontas de eixo e, sempre que possível, usar acoplamento flexível, deixando uma folga (E) mínima de 3 mm entre os acoplamentos, conforme mostrado na Figura 4.8.

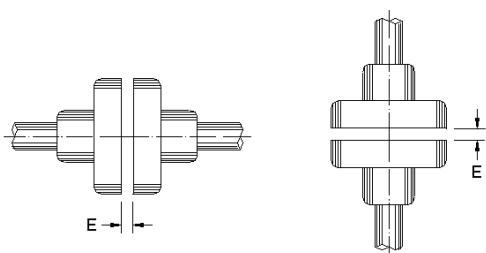


Figura 4.8: Folga axial do acoplamento (E)

4.8.10.2 Acoplamento por engrenagem

Acoplamentos por engrenagens mal alinhadas geram vibração na própria transmissão e no compensador. Portanto, deve-se cuidar para que os eixos estejam perfeitamente alinhados, rigorosamente paralelos no caso de transmissões por engrenagens retas e em ângulo corretamente ajustado, no caso de transmissões por engrenagens cônicas ou helicoidais. O engrenamento dos dentes poderá ser controlado com inserção de uma tira de papel, na qual aparece, após uma volta da engrenagem, o decalque de todos os dentes.

4.8.10.3 Acoplamento de compensadores equipados com mancais de deslizamento

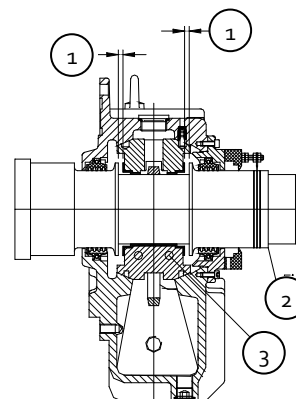


Figura 4.9: Mancal de deslizamento

Legenda do Figura 4.9:

1. Folga axial
2. Eixo
3. Casquilho



ATENÇÃO

Compensadores síncronos equipados com mancais de deslizamento devem operar com acoplamento direto à máquina acionante. Este tipo de mancal não permite o acoplamento através de polias e correias.

Compensadores síncronos equipados com mancais de deslizamento possuem três marcas na ponta de eixo, sendo que a marca central (pintada de vermelho) é a indicação do centro magnético e as duas marcas externas indicam os limites permitidos para o movimento axial do rotor.

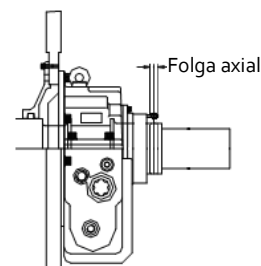


Figura 4.10: Marcação do centro magnético

Para o acoplamento do compensador devem ser considerados os seguintes fatores:

- Folga axial do mancal;
- O deslocamento axial da máquina acionante (se existente);
- A folga axial máxima permitida pelo acoplamento.



ATENÇÃO

- Deslocar o eixo totalmente para frente e desta forma fazer a medição correta da folga axial;
- Alinhar cuidadosamente as pontas de eixos e, sempre que possível, usar acoplamento flexível, deixando uma folga axial mínima de **3 a 4 mm** entre os acoplamentos.



NOTA

Caso não seja possível movimentar o eixo, deve-se considerar a posição do eixo, o deslocamento do eixo para frente (conforme as marcações no eixo) e a folga axial recomendada para o acoplamento.

- Antes de colocar em operação, deve-se verificar se o eixo do compensador permite a livre movimentação axial dentro das condições de folgas mencionadas;
- Em operação, a seta deve estar posicionada sobre a marca central (vermelha), que indica que o rotor se encontra em seu centro magnético;
- Durante a partida ou mesmo durante a operação, o compensador poderá mover-se livremente entre as duas marcações externas limites.



ATENÇÃO

Os mancais de deslizamento utilizados neste compensador não foram projetados para suportar esforço axial constante, de modo que, sob hipótese nenhuma, o compensador poderá operar continuamente com esforço axial sobre o mancal. O compensador somente poderá operar continuamente com esforço axial e/ou radial sobre o mancal, se forem respeitados os critérios informados na documentação do compensador.

4.9 UNIDADE HIDRÁULICA

Para mais informações sobre a instalação, operação e manutenção da unidade hidráulica (se houver), deve-se consultar o desenho dimensional do compensador síncrono e o manual específico deste equipamento. A tubulação de retorno de óleo do mancal do compensador e a unidade hidráulica deve ter uma inclinação mínima a partir do flange de saída de 15° em todo o comprimento da tubulação.



ATENÇÃO

O não atendimento da recomendação da inclinação da tubulação de retorno de óleo pode gerar afogamento do mancal e problemas de vazamento de óleo.

5 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

O compensador síncrono tem um sistema de partida suave por meio do motor auxiliar (pony motor). O regulador de tensão fornece a tensão de alimentação CC para a excitatriz principal. A tensão secundária de um dos PTs que estão conectados aos terminais principais do compensador serve como sinal de tensão de detecção para o painel de excitação. Quando os parâmetros de sincronização (tensão, frequência e ângulo de fase) do compensador e da rede são atingidos, o compensador pode ser conectado à rede elétrica. Após a sincronização do compensador com a rede elétrica, o pony motor é desligado e o controle relativo é feito pela variação da excitação por meio do painel de excitação.



ATENÇÃO

Os detalhes do sistema de excitação e as configurações do compensação reativa podem ser encontrados no manual do painel de excitação. O regulador de tensão deve ser parametrizado de acordo com as informações do manual desse equipamento.

6 COMISSIONAMENTO

Quando o compensador síncrono é acionado pela primeira vez ou após uma parada prolongada, vários aspectos devem ser considerados além dos procedimentos normais de operação.



ATENÇÃO

- Evitar qualquer contato com circuitos elétricos;
- Mesmo circuitos de baixa tensão podem oferecer perigo de vida;
- Em qualquer circuito eletromagnético poderão ocorrer sobretensões em certas condições de operação;
- Não abrir repentinamente um circuito eletromagnético, pois a presença de uma tensão de descarga indutiva poderá perfurar a isolamento ou ferir o operador;
- Para a abertura destes circuitos devem ser utilizadas chaves de acionamento ou disjuntores.

6.1 INSPEÇÃO PRELIMINAR

Antes da operação inicial do compensador síncrono ou após um longo período sem operação, devem ser verificados os seguintes itens:

1. Verificar se o compensador síncrono está corretamente alinhado com o motor auxiliar e volante de inércia (se aplicável);
2. Verificar se os pés do compensador foram fixados com torques de aperto recomendados neste manual. O compensador deve estar pinado na base;
3. Verificar se o compensador síncrono está limpo e se foram removidas as embalagens, instrumentos de medição e dispositivos de alinhamento da área de trabalho do compensador;
4. Verificar se o compensador está devidamente aterrado;
5. Medir a resistência de isolamento dos enrolamentos, certificando-se de que está dentro do valor prescrito;
6. Verificar se as partes de conexão do acoplamento estão em perfeitas condições de operação, devidamente apertadas e engraxadas, quando necessário;
7. Verificar se os mancais não estão danificados, se estão corretamente fixados e alinhados;
8. Verificar se os mancais estão devidamente lubrificados. O lubrificante usado deve ser do tipo especificado na placa de identificação. Checar o nível de óleo dos mancais lubrificados a óleo. Mancais com lubrificação forçada devem ter uma vazão e pressão de óleo, conforme especificado na sua placa de identificação;



NOTA

Os rolamentos do motor não devem ser removidos, desmontados ou remontados por qualquer pessoa que não seja a WEG ou um parceiro de serviço autorizado pela WEG. Durante toda a vida útil do motor, qualquer atividade de manutenção que envolva os rolamentos - incluindo inspeção, remoção ou reinstalação - deve ser realizada exclusivamente por engenheiros de serviço de campo da WEG ou parceiros de reparo autorizados. O não cumprimento pode resultar em desalinhamento, desgaste prematuro ou anulação da garantia.

9. Verificar se as conexões dos cabos de ligação do compensador síncrono e dos acessórios foram feitas conforme o esquema de ligação e se o

sistema de proteção/excitação do compensador está funcionando corretamente no painel de controle;

10. Verifique se o controle de campo e o sistema de excitação estão conectados corretamente de acordo com as instruções do manual de instalação específico;
11. Verificar se o relé de proteção está parametrizado e funcionando de acordo com o estudo de seletividade;
12. Verificar se os cabos da rede estão corretamente ligados aos bornes principais do compensador síncrono e assegurar que estejam corretamente apertados e que a possibilidade de curto-circuito seja evitada;
13. Inspeccionar o sistema de refrigeração. Nos compensadores síncronos com refrigeração a água, inspecionar o funcionamento do sistema de alimentação de água dos radiadores. Nos compensadores com ventilação forçada, verificar o sentido de rotação dos ventiladores;
14. Entradas e saídas de ar do compensador síncrono devem estar desobstruídas;
15. As partes móveis do compensador síncrono devem ser protegidas para evitar acidentes;
16. As tampas das caixas de ligação devem estar fixadas corretamente;
17. Testar o funcionamento do sistema de injeção de óleo sob alta pressão (se houver), assegurando seu correto funcionamento;
18. Testar o funcionamento da unidade hidráulica (se houver), assegurando seu correto funcionamento;
19. Ao girar o rotor do compensador síncrono, verificar se o mesmo não apresenta ruídos estranhos.

6.2 OPERAÇÃO INICIAL SEM CARGA

6.2.1 Procedimento de operação inicial

Após terem sido feitas todas as inspeções preliminares, proceder de acordo com orientações a seguir para efetuar a operação inicial do compensador síncrono:

1. Ajustar as proteções no painel de proteção/excitação do compensador síncrono;
2. Em mancais lubrificados a óleo, verificar o nível de óleo;
3. Em mancais com lubrificação forçada, ligar o sistema de circulação do óleo e verificar o nível, a vazão e a pressão de óleo, certificando-se de que estão de acordo com os dados indicados na placa;
4. Caso o sistema possua equipamento para detecção de fluxo de óleo, deve-se aguardar o sinal de retorno de fluxo de óleo do sistema de circulação de ambos os mancais, que assegura que o óleo chegou aos mancais;
5. Em máquinas elétricas girantes que utilizam placas de orifício na entrada de óleo dos mancais, é

obrigatória a calibração da vazão de óleo durante o comissionamento, por meio do ajuste do diâmetro do furo da placa de orifício. Essa calibração deve ser realizada pelo cliente ou pela equipe responsável pelo comissionamento, com o objetivo de garantir que o fluxo de óleo atenda às especificações do sistema de lubrificação. A placa de orifício tem a função de reduzir a pressão na linha de óleo, sendo essencial para o funcionamento seguro e eficiente dos mancais. O ajuste incorreto — ou a ausência de ajuste — pode comprometer a lubrificação e resultar em falhas prematuras nos mancais.



ATENÇÃO

O ajuste do diâmetro da placa de orifício não é realizado previamente pelo fabricante, pois depende da pressão e da temperatura reais da linha de óleo fornecida pelo sistema do cliente. Como esses parâmetros podem variar de uma instalação para outra, o dimensionamento final só pode ser feito de forma precisa durante o comissionamento.

6. Ligar o sistema de água industrial de resfriamento, verificando a vazão e a pressão necessária (compensadores síncronos com trocador de calor ar-água);
7. Ligar os ventiladores (compensadores síncronos com ventilação forçada);
8. Ligar o sistema de injeção de óleo sob alta pressão (se houver), este deve permanecer ligado conforme informado na documentação técnica do compensador síncrono, até que os mancais consigam a lubrificação por auto bombeamento;
9. Desligar a resistência de aquecimento;
10. Acelerar o compensador síncrono até atingir a velocidade nominal;
11. Mantenha a máquina girando na velocidade e anote as temperaturas do rolamento em intervalos de 1 minuto até que elas se tornem constantes. Qualquer aumento repentino ou contínuo na temperatura do rolamento indica anormalidade na lubrificação ou na superfície de atrito;
12. Monitorar a temperatura, o nível de óleo dos mancais e os níveis de vibração. Caso haja uma variação significativa de algum valor, interromper a partida do compensador síncrono, detectar as possíveis causas e fazer a devida correção;
13. Quando as temperaturas dos mancais se estabilizarem é possível sincronizar a máquina com o sistema sem carga;
14. Após estes procedimentos, o compensador síncrono poderá ser excitado e testado na condição sem carga;
15. Ajuste os parâmetros do sistema de excitação e verifique o valor de tensão de saída, bem como a operação de todos os instrumentos e a sequência de fases do compensador síncrono;
16. Todos os instrumentos de medição e controle devem ser monitorados permanentemente para que eventuais alterações possam ser detectadas imediatamente e suas causas sanadas antes de prosseguir com a operação.



ATENÇÃO

Após a realização da operação inicial e assegurar o perfeito funcionamento do compensador síncrono, pode-se prosseguir com a operação normal do compensador para conexão com carga ou à rede.

6.3 OPERAÇÃO

6.3.1 Procedimento de operação

Para colocar o compensador síncrono em operação, proceder de acordo com as orientações a seguir:

1. Ajustar as proteções no painel de controle;
2. Ligar a unidade hidráulica (se houver);
3. Ligar o sistema de circulação de óleo dos mancais (se houver). Verificar o nível, a vazão e a pressão do óleo, certificando-se de que estão de acordo com os dados de placa;
4. Aguardar o sinal de retorno da pressão ou do fluxo de óleo do sistema de circulação que assegura que o óleo chegou aos mancais;
5. Ligar o sistema de água industrial de resfriamento, verificando a vazão e a pressão necessárias (compensadores síncronos com trocador de calor ar-água);
6. Ligar os ventiladores (compensadores com ventilação forçada);
7. Ligar o sistema de injeção de óleo sob alta pressão (se houver), este deve permanecer ligado conforme informado na documentação técnica do compensador síncrono, até que os mancais consigam a lubrificação por auto bombeamento;
8. Desligar a resistência de aquecimento;
9. Dar partida no compensador síncrono e aumentar a sua rotação;
10. Quando o compensador síncrono atingir 95% de sua velocidade nominal, ligue o regulador de tensão no modo automático para iniciar o processo de excitação;
11. Os valores nominais de tensão e frequência são atingidos quando a máquina atinge a velocidade nominal;
12. Medir e comparar a corrente elétrica consumida com o valor indicado na placa de identificação. Em regime contínuo, sem oscilação de carga, o valor da corrente medida não deve ultrapassar o valor indicado na placa de identificação da máquina multiplicado pelo fator de serviço;



ATENÇÃO

Todos os instrumentos de medição e controle devem ser monitorados permanentemente para que eventuais alterações possam ser detectadas imediatamente e suas causas sanadas antes de prosseguir com a operação.

6.3.2 Conexão à carga ou ao sistema elétrico de potência (Rede)

- Verificar a sequência de fases do compensador síncrono:

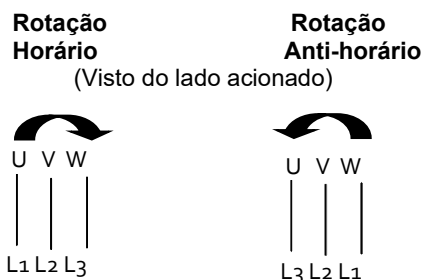


Figura 6.1: Sequência de fases (IEC60034-8)

- Para conectar o compensador síncrono à carga no modo individual (singelo), o mesmo deve estar com a mesma tensão nominal e a mesma sequência de fases da carga;
- Quando o compensador síncrono for trabalhar conectado ao sistema elétrico de potência (rede da concessionária), antes de se fazer a conexão, as tensões do compensador síncrono e da rede devem estar com a mesma sequência de fases e em sincronismo.



ATENÇÃO

Os terminais do compensador síncrono somente devem ser conectados ao sistema elétrico de potência quando os sinais de tensão estiverem sincronizados e as sequências de fases forem iguais.

6.3.3 Sincronização do compensador síncrono com a rede elétrica

Para sincronizar o compensador síncrono com a rede elétrica:

- Ajustar a tensão do compensador síncrono até que ela se torne igual à tensão de rede;
- Variar a velocidade do compensador síncrono até que a tensão de rede e a tensão do compensador síncrono estejam em fase;
- Quando os parâmetros de sincronização (tensão, frequência e ângulo de fase) do compensador síncrono e da rede elétrica forem atendidos, o compensador síncrono pode ser conectado à rede elétrica;
- Após a sincronização do compensador com a rede elétrica, desconecte o inversor de frequência que alimenta o motor auxiliar (se aplicável);
- O motor auxiliar permanecerá mecanicamente acoplado ao compensador, mas permanecerá eletricamente desligado durante a operação do compensador (se aplicável).



ATENÇÃO

A ligação do compensador síncrono ao sistema elétrico de potência somente deve ser feita quando os sinais de tensão estiverem sincronizados e com a mesma sequência de fases.

6.3.4 Registro de dados

Os seguintes dados devem ser coletados e registrados periodicamente durante a operação do compensador síncrono:

- Temperatura dos mancais;
- Nível de óleo dos mancais;
- Temperatura do enrolamento estator;
- Temperatura da entrada e saída de ar;
- Nível de vibração;
- Tensão e corrente do estator e do campo.

No início da operação, os valores devem ser verificados a cada 15 minutos. Após algumas horas de funcionamento, verificar estes valores a cada hora. Após algum tempo, estes intervalos podem ser aumentados progressivamente, mas estes valores devem ser registrados diariamente durante um período de 5 a 6 semanas.

6.3.5 Temperaturas

- As temperaturas dos mancais, do enrolamento do estator e do ar de ventilação (se houver) devem ser monitoradas enquanto o compensador síncrono estiver em operação.
- As temperaturas dos mancais e do enrolamento do estator se estabilizam num período entre 4 a 8 horas de funcionamento;
- A temperatura do enrolamento do estator depende da condição de carga do compensador síncrono. Por isso, seus dados de operação (tensões, correntes, frequência) devem ser monitorados durante a operação do compensador síncrono.

6.3.6 Mancais

A partida do sistema, bem como as primeiras horas de operação, devem ser monitoradas cuidadosamente.

Antes de colocar o compensador síncrono em operação, verificar:

- Se o sistema de injeção de óleo sob alta pressão (se houver) está ligado;
- Se o sistema de lubrificação externa (se houver) está ligado;
- Se o lubrificante utilizado está de acordo com o especificado;
- As características do lubrificante;
- O nível de óleo (mancais lubrificados a óleo);
- Se as temperaturas de alarme e desligamento estão ajustadas para os mancais;

Durante a primeira partida deve-se ficar atento para vibrações ou ruídos anormais.

Caso o mancal não trabalhe de maneira silenciosa e uniforme, o compensador síncrono deve ser desligado imediatamente.

Caso ocorra uma sobre-elevação de temperatura, o compensador síncrono deverá ser desligado imediatamente para inspecionar os mancais e sensores de temperatura, corrigindo eventuais causas. O compensador síncrono deve operar durante algumas horas até que a temperatura dos mancais se estabilize dentro dos limites especificados.

Após a estabilização das temperaturas dos mancais, verificar se não há vazamento pelos plugues, juntas ou pela ponta do eixo.

6.3.6.1 Sistema de injeção de óleo sob alta pressão

Nos mancais que possuem a opção de levantamento do eixo na partida ou parada através de pressão de óleo, o acionamento deste sistema é feito através de uma bomba de óleo externa ao compensador síncrono e deve ser seguido o seguinte procedimento:



ATENÇÃO

O sistema de injeção de óleo sob alta pressão deve ser ligado antes de colocar o compensador síncrono em operação e durante o procedimento de parada, conforme informado na documentação técnica do compensador.

6.3.7 Radiadores

Para compensadores síncronos com trocador de calor ar-água é importante:

- Controlar a temperatura na entrada e na saída do radiador e, se necessário, corrigir a vazão de água;
- Regular a pressão da água para apenas vencer a resistência nas tubulações e no radiador;
- Para controle da operação do compensador síncrono, recomenda-se instalar termômetros na entrada e na saída do ar e da água do radiador, fazendo o registro destas temperaturas em determinados intervalos de tempo;
- Por ocasião da instalação de termômetros também podem ser instalados instrumentos de registro ou de sinalização (sirene, lâmpadas) em determinados locais.

6.3.7.1 Verificação do desempenho do radiador

- Para controle de operação, recomenda-se que as temperaturas da água e do ar na entrada e na saída do radiador sejam medidas e registradas periodicamente;
- O desempenho do radiador é expresso pela diferença de temperaturas entre água fria e ar frio durante operação normal. Esta diferença deve ser controlada periodicamente. Caso se constate um aumento desta diferença após longo período de operação normal, verificar a necessidade de limpar o radiador;
- Uma redução do desempenho ou danos no radiador poderão também ocorrer por acúmulo de ar no interior do mesmo. Nesse caso, uma desaeração do radiador e das tubulações de água poderá corrigir o problema;
- O diferencial de pressão da água pode ser considerado como um indicador de necessidade de limpeza do radiador;
- Recomenda-se também a medição e registro dos valores da pressão diferencial da água antes e após o radiador. Periodicamente, os novos valores medidos devem ser comparados com o valor original, sendo que um aumento da pressão diferencial indica a necessidade de limpeza do radiador.

6.3.8 Vibração

Os níveis de vibração admissíveis devem ser obtidos diretamente na norma referente ao compensadores síncronos.

Tabela 6-1: Normas para avaliação de vibração em compensador acoplado

Aplicação	Medição em partes não-girantes	Medição em partes girantes
Mancal lado acionado	ISO 20816-2	ISO 20816-2
Mancal lado não acionado	ISO 20816-2	ISO 20816-2

6.3.9 Causas de vibração

As causas de vibração mais frequentes são:

- Desalinhamento entre o compensador síncrono e o motor auxiliar e/ou volante de inércia externo;
- Fixação inadequada do compensador à base, com “calços soltos” debaixo de um ou mais pés do compensador e parafusos de fixação mal apertados;
- Base inadequada ou com falta de rigidez;
- Vibração externas provenientes de outros equipamentos.



ATENÇÃO

Operar o compensador síncrono com valores de vibração acima dos descritos em norma pode prejudicar a sua vida útil e/ou seu desempenho.

6.4 PARADA

Para efetuar a parada do compensador síncrono, proceder conforme segue:

- Reduzir a carga do compensador síncrono até 5 a 10% da corrente nominal;
 - Desligar o regulador de tensão;
 - Desligar a excitação do compensador síncrono;
 - Abrir o disjuntor do compensador síncrono;
 - Ative o sistema de desligamento do compensador;
 - Ligar o sistema de injeção de óleo sob alta pressão (se houver), quando o compensador síncrono atingir a rotação especificada na documentação técnica;
- Após o compensador síncrono parar completamente:
- Desligar o sistema de injeção de óleo sob alta pressão (se houver);
 - Desligar o sistema de circulação de óleo dos mancais (se houver);
 - Desligar a unidade hidráulica (se houver);
 - Desligar o sistema de água industrial (se houver);
 - Desligar o sistema de ventilação forçada (se houver);
 - Ligar as resistências de aquecimento. Estas devem ser mantidas ligadas até próxima operação do compensador síncrono.



PERIGO

Mesmo após a desexcitação ainda pode existir tensão nos bornes do compensador síncrono. Por isso é permitido realizar qualquer trabalho somente após a parada total do equipamento. A não observação dos pontos acima descrito constitui perigo de vida.



ATENÇÃO

As caixas de terminais da máquina equipadas com capacitores não devem ser abertas antes de sua descarga completa. Tempo de descarga do capacitor: 30 minutos após o desligamento do compensador síncrono

7 MANUTENÇÃO

7.1 GERAL

Um programa adequado de manutenção, inclui as seguintes recomendações:

- Manter o compensador síncrono e os equipamentos associados limpos;
- Medir periodicamente a resistência de isolamento dos enrolamentos;
- Medir periodicamente a temperatura dos enrolamentos, mancais e sistema de refrigeração;
- Verificar eventuais desgastes, funcionamento do sistema de lubrificação e a vida útil dos mancais;
- Medir os níveis de vibração do compensador síncrono;
- Inspeccionar o sistema de refrigeração;
- Inspeccionar os equipamentos associados;
- Inspeccionar todos os acessórios, proteções e conexões do compensador síncrono e assegurar seu correto funcionamento.



ATENÇÃO

Os resistores devem ser desenergizados antes da abertura da tampa da caixa de ligação, sempre que houverem manutenções.



ATENÇÃO

A não observância das recomendações mencionadas no item 7.1 pode resultar em paradas não desejadas do equipamento.

A frequência com que estas inspeções devem ser feitas depende das condições locais de aplicação. Sempre que for necessário transportar o compensador síncrono, deve-se cuidar para que o eixo esteja devidamente travado para não danificar os mancais. Para o travamento do eixo, utilizar o dispositivo fornecido com o compensador síncrono. Quando for necessário recondicionar o compensador síncrono ou alguma peça danificada, consultar a WEG.

7.2 LIMPEZA GERAL

- Manter a carcaça limpa, sem acúmulo de óleo ou poeira na sua parte externa, para facilitar a troca de calor com o meio;
- Também o interior do compensador síncrono deve ser mantido limpo, isento de poeira, detritos e óleos;
- Para a limpeza utilizar escovas ou pano limpos de algodão. Se a poeira não for abrasiva, a limpeza deve ser feita com um aspirador de pó industrial, “aspirando” a sujeira da tampa defletora e todo o pó acumulado nas pás do ventilador e na carcaça;
- O compartimento da escova de aterramento (se houver) deve ser mantido limpo e sem acúmulo de pó;
- Os detritos impregnados com óleo ou umidade podem ser removidos com pano embebido em solventes adequados;
- Fazer a limpeza das caixas de ligação, quando necessário. Os bornes e conectores de ligação ser mantidos limpos, sem oxidação e em perfeitas condições de operação. Evitar a presença de graxa ou zinabre nos componentes de ligação.

7.3 INSPEÇÕES NOS ENROLAMENTOS

Anualmente, os enrolamentos devem ser submetidos a inspeção visual completa, anotando e consertando todo e qualquer dano e defeito observados.

As medições da resistência de isolamento dos enrolamentos devem ser feitas em intervalos regulares, principalmente durante tempos úmidos ou depois de prolongadas paradas do compensador síncrono. Valores baixos ou variações bruscas da resistência do isolamento devem ser investigados.

Os enrolamentos deverão ser submetidos a inspeções visuais completas em intervalos frequentes, anotando e consertando todo e qualquer o dano ou defeito observado.

A resistência de isolamento poderá ser aumentada até um valor adequado nos pontos em que ela estiver baixa (em consequência de poeira e umidade excessiva) por meio da remoção da poeira e secagem da umidade do enrolamento.

7.4 LIMPEZA DOS ENROLAMENTOS

Para obter uma operação mais satisfatória e uma vida mais prolongada dos enrolamentos isolados, recomenda-se mantê-los livre de sujeira, óleo, pó metálico, contaminantes etc.

Para isso é necessário inspecionar e limpar os enrolamentos periodicamente, conforme recomendações do “Plano de Manutenção” deste manual. Se houver a necessidade de reimpregnação, consultar a WEG.

Os enrolamentos poderão ser limpos com aspirador de pó industrial com ponteira fina não metálica ou apenas com pano seco.

Para condições extremas de sujeira, poderá haver a necessidade da limpeza com um solvente líquido apropriado. Esta limpeza deverá ser feita rapidamente para não expor os enrolamentos por muito tempo à ação dos solventes.

Após a limpeza com solvente, os enrolamentos deverão ser secados completamente.

Medir a resistência do isolamento e o índice de polarização para avaliar as condições de isolamento dos enrolamentos.

O tempo requerido para secagem dos enrolamentos após a limpeza varia de acordo com as condições do tempo, como temperatura, umidade etc.



PERIGO

A maioria dos solventes atualmente usados são altamente tóxicos e/ou inflamáveis. Os solventes não devem ser aplicados nas partes retas das bobinas dos compensadores síncronos de alta tensão, pois podem afetar a proteção contra efeito corona.

7.4.1 Inspeções

As seguintes inspeções devem ser executadas após a limpeza cuidadosa dos enrolamentos:

- Verificar as isolações dos enrolamentos e das ligações;
- Verificar as fixações dos distanciadores, amarrações, estecas de ranhuras, bandagens e suportes;
- Verificar se não ocorreram rupturas, se não há soldas deficientes, curto-circuito entre espiras e contra a massa nas bobinas e nas ligações. No caso de detectar alguma irregularidade, consultar a WEG;
- Certificar-se de que os cabos elétricos estejam ligados adequadamente e que os elementos de fixação dos terminais estejam firmemente apertados. Caso necessário, reapertar.

7.4.2 Reimpregnação

Caso alguma camada da resina dos enrolamentos tenha sido danificada durante a limpeza ou inspeções, tais partes devem ser retocadas com material adequado (neste caso, consultar a WEG).

7.4.3 Resistência de isolamento

A resistência de isolamento deve ser medida quando todos os procedimentos de manutenção estiverem concluídos.



ATENÇÃO

Antes de recolocar o compensador síncrono em operação, é imprescindível medir a resistência de isolamento dos enrolamentos e assegurar que os valores medidos atendam aos especificados.

7.5 MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO

- Os tubos dos trocadores de calor ar-ar (quando houver) devem ser mantidos limpos e desobstruídos para assegurar uma perfeita troca de calor. Para remover a sujeira acumulada no interior dos tubos, pode ser utilizada uma haste com escova redonda na ponta;
- Em caso de trocadores de calor ar-água, é necessária uma limpeza periódica nas tubulações do radiador para remover toda e qualquer incrustação.



NOTA

Caso o compensador síncrono possua filtros na entrada e ou saída de ar, os mesmos deverão ser limpos com ar comprimido;
Caso a poeira seja de remoção difícil, lavar o filtro com água fria e detergente neutro e secar na posição horizontal;
Caso o filtro esteja impregnado com pó contendo graxa, é necessário lavá-lo com gasolina, querosene ou outro solvente de petróleo ou água quente com aditivo P3;
Todos os filtros devem ser secados depois da limpeza. Evitar torcê-los;
Fazer a troca do filtro, se necessário.

7.6 MANUTENÇÃO DOS RADIADORES

O grau de sujeira no radiador pode ser detectado pelo aumento da temperatura do ar na saída. Quando a temperatura do ar frio, nas mesmas condições de operação, ultrapassar o valor determinado, pode-se supor que os tubos estão sujos.

Caso seja constatada corrosão no radiador, é necessário providenciar uma proteção contra corrosão adequada (por exemplo, anodos de zinco, cobertura com plástico, epóxi ou outros produtos de proteção similares), para prevenir danos maiores às partes já afetadas.

A camada externa de todas as partes do radiador deve ser mantida sempre em bom estado.

Instruções para remoção e manutenção do radiador

Para remoção do radiador para manutenção, utilizar o seguinte procedimento:

1. Fechar todas as válvulas da entrada e saída da água depois de parar a ventilação;
2. Drenar a água do radiador através dos plugues de drenagem;
3. Soltar os cabeçotes, guardando os parafusos, porcas e arruelas e juntas (gaxetas) em local seguro;
4. Escovar cuidadosamente o interior dos tubos com escovas de nylon para remoção de resíduos. Se durante a limpeza forem constatados danos nos tubos do radiador, os mesmos devem ser reparados;
5. Remontar os cabeçotes, substituindo as juntas, se necessário.

7.7 VIBRAÇÃO

Qualquer evidência de aumento de desbalanceamento ou vibração do compensador deve ser investigada imediatamente.



ATENÇÃO

Após o torqueamento ou desmontagem de qualquer parafuso da máquina, é necessário aplicar o Loctite.

7.8 DISPOSITIVO DE ATERRAMENTO DO EIXO

A escova de aterramento do eixo (se houver) evita a circulação de corrente elétrica pelos mancais, que é prejudicial ao seu funcionamento. A escova é colocada em contato com o eixo e ligada através de um cabo à carcaça do compensador síncrono, que deve estar aterrada. Assegurar que a fixação do porta-escovas e sua conexão com a carcaça tenham sido feitas corretamente.

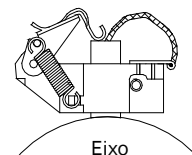


Figura 7.1: Escova para aterramento do eixo

Para proteger o eixo do compensador contra ferrugem durante o transporte, este é protegido com um óleo secativo. Para assegurar o funcionamento da escova de aterramento, este óleo, bem como qualquer resíduo entre o eixo e a escova, deve ser removido antes de ligar o compensador. A escova de aterramento deverá ser monitorada constantemente durante o seu funcionamento e, ao chegar ao fim de sua vida útil, deverá ser substituída por outra de mesma dimensão e qualidade (granulação).

7.9 MANUTENÇÃO DA EXCITATRIZ

7.9.1 Excitatriz

Para o bom desempenho de seus componentes, o compartimento da excitatriz do compensador síncrono deve ser mantido limpo. Efetuar a limpeza periódica nos enrolamentos, seguindo os procedimentos descritos no item 7.2 deste manual.

7.9.2 Resistência de isolamento

Verificar a resistência de isolamento dos enrolamentos da excitatriz principal e excitatriz auxiliar periodicamente para determinar as condições de isolamento dos mesmos, seguindo os procedimentos descritos no item 4.4.4 deste manual.

7.9.3 Testes dos diodos

Os diodos são componentes que possuem grande durabilidade e não exigem testes frequentes. Caso o compensador síncrono apresente algum defeito que indique falha nos diodos através do regulador de tensão ou um aumento da corrente de campo para uma mesma condição de carga, então os diodos devem ser testados conforme procedimento a seguir:



NOTA

Quando testar os diodos, observar a polaridade dos terminais de teste em relação à polaridade do diodo.

1. Soltar os cabos flexíveis de todos os 6 diodos;
2. Com um ohmímetro, medir a resistência de cada diodo em ambas as direções.

O diodo é considerado bom quando apresentar baixa resistência ôhmica (até $\pm 100 \Omega$) na sua direção direta e alta resistência (aproximadamente $1 M\Omega$) na direção contrária. Diodos defeituosos terão resistência ôhmica de 0Ω ou maior que $1 M\Omega$ em ambas as direções medidas. Na maioria dos casos, o método com ohmímetro para testar os diodos é suficiente para identificar falhas nos diodos. No entanto, em alguns casos extremos poderá ser necessária a aplicação da tensão nominal de bloqueio e/ou circulação de corrente para detectar falha nos diodos. Devido aos esforços requeridos para estes testes, em caso de dúvida, recomenda-se realizar a troca dos diodos.

7.9.3.1 Substituição dos diodos

Para substituir qualquer um dos diodos, proceder de acordo com as orientações a seguir:

1. Substituir os diodos danificados por diodos novos idênticos aos originais, respeitando a posição de cada diodo anodo e cada diodo catodo;
2. Os diodos já são fornecidos com cordoalha de conexão isolada e terminal de ligação;
3. Limpar completamente o disco dissipador ao redor do furo de montagem do diodo.
4. Verificar se a rosca do diodo está limpa e livre de rebarbas;
5. Passar pasta térmica nos contatos;
6. Instalar o diodo em sua posição correta utilizando uma chave de torque, respeitando os torques de aperto recomendados na Tabela 7-1.

Tabela 7-1: Torque de aperto dos diodos

Rosca da base do diodo (mm)	Chave do torquímetro (mm)	Torque de aperto (Nm)
M12	24	10
M16	32	30
M24	41	60



ATENÇÃO

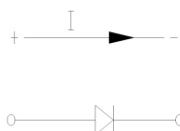
É de fundamental importância que o torque de aperto seja respeitado para não danificar os diodos durante a montagem.

7. Depois de fixar os diodos, fazer a conexão das cordoalhas dos diodos.



NOTA

A polaridade do diodo é indicada por uma seta em sua carcaça. Ao substituir os diodos, assegurar que os mesmos sejam instalados em cada parte do disco dissipador na polaridade correta.



A condução de corrente deve acontecer apenas no sentido anodo-catodo, ou seja, na condição de polarização direta.

7.9.4 Teste nos varistores

Os varistores são dispositivos instalados entre as duas metades do disco da ponte retificadora onde estão instalados os diodos e têm a finalidade de proteger os diodos contra sobretensão.

Em caso de falha destes componentes, os mesmos devem ser substituídos.

Para testar as condições de funcionamento dos varistores pode ser utilizado um ohmímetro.

A resistência de um varistor deve ser muito alta (± 20.000 ohms). No caso de danos verificados no varistor ou se sua resistência estiver muito baixa, este deve ser substituído.

7.9.4.1 Substituição dos varistores

Para substituir qualquer um dos varistores, proceder de acordo com as orientações a seguir:

1. Substituir os varistores danificados por varistores novos idênticos aos originais, de acordo com a especificação do fabricante do compensador síncrono;
2. Para substituir o varistor, soltar o parafuso que fixa-o ao disco dissipador e o parafuso que prende a ponte de ligação do varistor ao disco dissipador contrário;
3. Ao remover o varistor, observar atentamente como os componentes foram montados para que novo varistor seja instalado da mesma forma;
4. Antes de montar o novo varistor, certificar-se que todas as superfícies de contato dos componentes (discos dissipadores, calços, isoladores e varistor) estejam niveladas e lisas para assegurar um perfeito contato entre elas;
5. Fixar o novo varistor apertando o parafuso que o prende ao disco dissipador somente o suficiente para fazer uma boa conexão elétrica. Um aperto excessivo pode rachar ou danificar o varistor;
6. Apertar também o parafuso que fixa a ponte de ligação do varistor ao disco dissipador.

7.10 MANUTENÇÃO DOS MANCAIS

7.10.1 Mancais de deslizamento

7.10.1.1 Dados dos mancais

Mancais de cárter seco ou que utilizam duas saídas de óleo por mancal, não possuem visor de nível de óleo. Portanto não é necessário fazer a verificação do nível de óleo.

Os dados característicos como tipo, quantidade e vazão de óleo são indicados na placa de identificação dos mancais e devem ser seguidos rigorosamente sob pena de sobreaquecimento e danos aos mancais.

A instalação hidráulica (para mancais com lubrificação forçada) e a alimentação de óleo para os mancais do compensador síncrono são de responsabilidade do usuário.

7.10.1.2 Instalação e operação dos mancais

Para informação sobre a relação das peças, instruções para montagem e desmontagem, detalhes de manutenção, consultar o manual de instalação e operação específico dos mancais.

7.10.1.3 Refrigeração com circulação de água

Os mancais de deslizamento com refrigeração por circulação de água possuem uma serpentina no interior do reservatório de óleo do mancal por onde circula a água.

Para assegurar uma refrigeração eficiente do mancal, a água circulante deve ter, na entrada do mancal, uma temperatura menor ou igual a do ambiente, a fim de que ocorra a refrigeração.

A pressão da água deve ser de 0,1 bar e a vazão igual a 0,7 l/s. O pH deve ser neutro.



NOTA

Sob hipótese alguma pode haver vazamento de água para o interior do reservatório de óleo, o que contaminará o lubrificante.

7.10.1.4 Troca de óleo

Mancais auto lubrificáveis:

A troca do óleo dos mancais deve ser feita obedecendo os intervalos em função da temperatura de trabalho do mancal mostrados na Tabela 7-2:

Tabela 7-2: Intervalos para troca de óleo

Temperatura de trabalho do mancal	Intervalo para troca de óleo do mancal
Abaixo de 75 °C	20.000 horas
Entre 75 e 80 °C	16.000 horas
Entre 80 e 85 °C	12.000 horas
Entre 85 e 90 °C	8.000 horas
Entre 90 e 95 °C	6.000 horas
Entre 95 e 100 °C	4.000 horas

Mancais com circulação de óleo (externa):

A troca do óleo dos mancais deve ser feita a cada 20.000 horas de trabalho ou sempre que o lubrificante apresentar alterações em suas características. A viscosidade e o pH do óleo devem ser verificados periodicamente.



NOTA

O nível de óleo deve ser verificado diariamente e deve permanecer no meio do visor de nível de óleo.

Os mancais devem ser lubrificados com o óleo especificado, respeitando os valores de vazão informados na placa de identificação dos mesmos. Todos os furos roscados não usados devem estar fechados por plugues e nenhuma conexão pode apresentar vazamento.

O nível de óleo é atingido quando o lubrificante pode ser visto aproximadamente no meio do visor de nível. O uso de maior quantidade de óleo não prejudica o mancal, mas pode causar vazamentos através das vedações de eixo.

O nível de óleo deve estar dentro de uma faixa especificada, conforme indicado pelo visor de nível. O nível mínimo de óleo é um quarto da distância da parte inferior do visor de vidro e o nível máximo de óleo é três quartos da distância da parte superior do visor de vidro. Se o equipamento não tiver tubos de saída de óleo, entre em contato com a WEG para obter orientação sobre como garantir o nível adequado de óleo na saída.



ATENÇÃO

Os cuidados tomados com a lubrificação determinarão a vida útil dos mancais e a segurança no funcionamento do compensador síncrono. Por isso, deve-se observar as seguintes recomendações:

- O óleo lubrificante selecionado deverá ser aquele que tenha a viscosidade adequada para a temperatura de trabalho dos mancais. Isso deve ser observado em cada troca de óleo ou durante as manutenções periódicas.
- Nunca usar ou misturar óleo hidráulico com o óleo lubrificante dos mancais;
- Quantidade insuficiente de lubrificante, devido a enchimento incompleto ou falta de acompanhamento do nível, pode danificar os casquilhos;
- O nível mínimo de óleo é atingido quando o lubrificante pode ser visto na parte inferior do visor de nível com o compensador síncrono parado.

7.10.1.5 Vedações

Fazer inspeção visual das vedações, verificando se as marcas de arraste do selo de vedação no eixo não comprometem sua integridade e se há trincas e partes quebradas. Peças trincadas ou quebradas devem ser substituídas.

No caso de manutenção do mancal, para montar o selo de vedação deve-se limpar cuidadosamente as faces de contato do selo e de seu alojamento e recobrir as vedações com um componente não endurecível (Ex. selante Curil T). As duas metades do anel labirinto de vedação devem ser unidas por uma mola circular. Os furos de drenagem localizados na metade inferior do anel, devem ser mantidos limpos e desobstruídos. Uma instalação incorreta pode danificar a vedação e causar vazamento de óleo.



ATENÇÃO

Para maiores detalhes sobre a desmontagem e montagem dos selos de vedação dos mancais de deslizamento, consultar o manual específico destes equipamentos.

7.10.1.6 Operação dos mancais de deslizamento

A partida do sistema, bem como as primeiras horas de operação, devem ser monitoradas cuidadosamente.

Antes da partida, verificar:

- Se os tubos de entrada e saída de óleo (se houver) estão limpos. Limpar os tubos por decapagem, se necessário;
- Se o óleo utilizado está de acordo com o especificado na placa de características;
- As características do lubrificante;
- O nível de óleo;
- As temperaturas de alarme e desligamento ajustadas para o mancal.

Durante a primeira partida, deve-se ficar atento quanto a eventuais vibrações ou ruídos. Caso o mancal não trabalhe de maneira silenciosa e uniforme, o compensador síncrono deve ser desligado imediatamente.

O compensador síncrono deve operar durante algumas horas até que a temperatura dos mancais se estabilize. Caso ocorra uma sobre-elevação de temperatura dos mancais, o compensador síncrono deverá ser desligado e os mancais e sensores de temperatura devem ser verificados.

Verificar se não há vazamento de óleo pelos plugues, juntas ou pela ponta de eixo.

7.10.1.7 Manutenção dos mancais de deslizamento

A manutenção dos mancais de deslizamento inclui:

- Verificação periódica do nível de óleo e das condições do lubrificante;
- Verificação dos níveis de ruído e de vibrações do mancal;
- Monitoramento da temperatura de trabalho e reaperto dos parafusos de fixação e montagem;
- Para facilitar a troca de calor com o meio, a carcaça deve ser mantida limpa, sem acúmulo de óleo ou poeira na sua parte externa;
- O mancal traseiro é isolado eletricamente. As superfícies esféricas de assento do casquilho na carcaça são encapadas com um material isolante. Nunca remova esta capa;
- O pino antirrotação também é isolado, e os selos de vedação são feitos de material não condutor;

Instrumentos de controle da temperatura que estiverem em contato com o casquilho também devem ser devidamente isolados.

7.10.2 Ajuste das proteções



ATENÇÃO

As seguintes temperaturas devem ser ajustadas no sistema de proteção dos mancais:

ALARME: 110 °C DESLIGAMENTO: 120 °C

A temperatura de alarme deverá ser ajustada em 10 °C acima da temperatura de regime de trabalho, não ultrapassando o limite de 110 °C.

7.10.3 Desmontagem/montagem dos sensores de temperatura Pt100 dos mancais

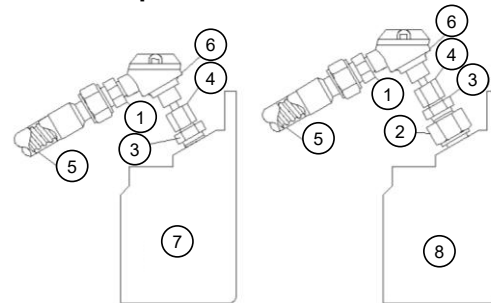


Figura 7.2: Pt100 nos mancais

Legenda da Figura 7.2:

1. Niple de redução
2. Adaptador isolante
3. Contraporca
4. Bulbo
5. Tubo flexível
6. Sensor de Temperatura Pt-100
7. Mancal não isolado
8. Mancal isolado

Instruções para desmontagem:

Caso seja necessário retirar o Pt100 para manutenção do mancal, proceder de acordo com as orientações a seguir:

- Retirar o Pt100 com cuidado, travando a contraporca (3) e desrosqueando apenas o Pt100 do ajuste do bulbo (4);
- As peças (2) e (3) não devem ser desmontadas.

Instruções para montagem:



ATENÇÃO

Antes de efetuar a montagem do Pt100 no mancal, verificar se o mesmo não apresenta marcas de batidas ou outra avaria qualquer que possa comprometer seu funcionamento.

- Inserir o Pt100 no mancal;
- Travar a contraporca (3) com uma chave;
- Rosquear o bulbo (4), ajustando-o para que a extremidade do Pt100 encoste na superfície de contato do mancal.



NOTAS

- A montagem do Pt100 em mancais não isolados deve ser feita diretamente no mancal, sem o adaptador isolante (2);
- O torque de aperto para montagem do Pt100 e dos adaptadores não deve ser superior a 10 Nm.

7.11 CAIXA DE LIGAÇÃO

Ao retirar a tampa da caixa de ligação para a conexão/desconexão dos cabos de alimentação e acessórios, devem ser adotados os seguintes cuidados:

- Garanta que, ao remover os parafusos, a tampa da caixa não cause danos aos componentes internos instalados.
- Se for necessário deslocar a caixa, utilize exclusivamente o olhal de suspensão para evitar qualquer tipo de dano.
- Para motores com placa de bornes, aterramento e pinos de ligação, assegure-se de que os torques de aperto estejam conforme os valores especificados na Tabela 7-3.
- Verifique se os cabos não entram em contato com superfícies com bordas ou cantos cortantes.
- Tome as precauções necessárias para preservar o grau de proteção original, conforme indicado na placa de identificação do motor. As entradas de cabos para alimentação e controle devem ser sempre equipadas com componentes (como prensa-cabos e eletrodutos) que estejam em conformidade com as normas e regulamentações locais.
- Certifique-se de que a janela de alívio de pressão, quando presente, esteja intacta. As juntas de vedação da caixa de conexão devem estar em boas condições para reutilização e devidamente posicionadas para garantir o grau de proteção.
- Verifique os torques de aperto dos parafusos de fixação da tampa da caixa conforme os valores da Tabela 8-1 e Tabela 8-2.

Tabela 7-3: Torques de aperto para elementos de Ligação e Condutores de Corrente [Nm]

Tipo de parafuso e junta	Placa de Bornes*		Aterramento **		Pino de Ligação ***
	Aço Carbono	Aço Inoxidável	Aço Carbono	Aço Inoxidável	Latão e Cobre eletrolítico
Classe do parafuso	4.8 / 5.8	A2 - 70 A4-70	4.8 / 5.8	A2 - 70 A4-70	3.6 / 4.6
M 3,5	-	-	-	-	0,8
M 4	1 a 1,5	-	1,5 a 3	1,5 a 3	1,2
M 5	3 a 5	3 a 5	3 a 5	3 a 5	2
M 6	5 a 10	5 a 8,5	5 a 10	5 a 8,5	3
M 8	10 a 18	10 a 18	10 a 18	10 a 18	6
M 10	28 a 40	28 a 40	28 a 40	28 a 40	10
M 12	45 a 70	45 a 60	45 a 70	45 a 60	15,5
M 14	75 a 110	75 a 100	-	-	25
M 16	115 a 170	115 a 170	115 a 170	115 a 170	30
M 20	-	-	-	-	52
M 24	-	-	-	-	80
M 30	-	-	-	-	150
M 33	-	-	-	-	197
M 36	-	-	-	-	252

*WPR-6328 PT - TABELA 6 - Torque de Aperto para Parafusos Fixação da Placa de Bornes 1) (Aço Carbono - Classe 8.8 / 12.9)

**WPR-6328 PT - TABELA 11 - Torque de Aperto para Parafusos de Aterramento (Aço Carbono - Classe 8.8 / 12.9)

***DIN 46200 - Pinos de Ligação, Condutores de Corrente até 1600 A (Cobre)

8 DESMONTAGEM E MONTAGEM DO COMPENSADOR SÍNCRONO



ATENÇÃO

Todos os serviços referentes a reparos, desmontagem, montagem devem ser executados apenas por profissionais devidamente capacitados e treinados, sob pena de ocasionar danos ao equipamento e danos pessoais. Em caso de dúvidas, consultar a WEG.

A sequência para desmontagem e montagem depende do modelo do compensador síncrono.

Utilizar sempre ferramentas e dispositivos adequados. Qualquer peça danificada (trincas, amassamento de partes usinadas, roscas defeituosas), deve ser substituída, evitando a recuperação da mesma.

8.1 DESMONTAGEM

Os seguintes cuidados devem ser tomados quando é feita a desmontagem do compensador síncrono:

1. Utilizar sempre ferramentas e dispositivos adequados para desmontagem do compensador síncrono;
2. Antes de desmontar o compensador síncrono, desconectar os tubos de água de refrigeração e de lubrificação (se houver);
3. Desconectar as ligações elétricas e dos acessórios;
4. Retirar o trocador de calor e supressor de ruído (se houver);
5. Retirar os sensores de temperatura dos mancais e escova de aterramento;
6. Para prevenir danos ao rotor, apoiar o eixo nos lados dianteiro e traseiro sobre suportes;
7. Para desmontagem dos mancais, seguir os procedimentos descritos neste manual;
8. A retirada do rotor do interior do compensador síncrono deve ser feita com um dispositivo adequado e com o máximo de cuidado para que o rotor não arraste no pacote de chapas do estator ou nas cabeças de bobina, evitando danos.

8.2 MONTAGEM

Para montagem do compensador síncrono, adotar o procedimento de desmontagem na ordem inversa;



NOTA

Quando o compensador síncrono é fornecido desmontado, um manual de montagem é fornecido com o mesmo, descrevendo os procedimentos para sua montagem no local de instalação. Utilizar sempre ferramentas e dispositivos adequados para montagem do compensador síncrono; Qualquer peça danificada (trincas, amassamento de partes usinadas, roscas defeituosas), deve ser substituída, evitando sempre uma recuperação da mesma.



ATENÇÃO

A montagem do volante de inércia, se houver, deverá ser feita conforme o manual de montagem do compensador síncrono. Caso persistir alguma dúvida, consultar a WEG.

8.3 TORQUE DE APERTO

A Tabela 8-1 e Tabela 8-2 apresentam os torques de aperto recomendados para os parafusos de montagem do compensador síncrono ou de suas peças.

Tabela 8-1: Torques de aperto dos parafusos para peças metal / metal

Material / Classe de resistência		Aço carbono / 8.8 ou superior		Aço inox / A2 – 70 ou superior	
% Tensão de escoamento		70%		70%	
Lubrificante		Seco	Molycote 1000	Seco	Molycote 1000
Diâm.	Passo (mm)	Torque de aperto em parafusos (Nm)			
M4	0,7	2,1	1,8	1,8	1,3
M5	0,8	4,2	3,6	3,6	2,7
M6	1	8	6	6,2	4,5
M8	1,25	19,5	15	15	11
M10	1,5	40	29	30	22
M12	1,75	68	51	52	38
M14	2	108	81	84	61
M16	2	168	126	130	94
M18	2,5	240	174	180	130
M20	2,5	340	245	255	184
M22	2,5	470	335	350	251
M24	3	590	424	440	318
M27	3	940	621	700	466
M30	3,5	1170	843	880	632
M33	3,5	1730	1147	1300	860
M36	4	2060	1473	1540	1105
M42	4,5	3300	2359	2470	1770
M48	5	5400	3543	4050	2657

Tabela 8-2: Torques de aperto dos parafusos para peças metal / isolante

Material / Classe de resistência		Aço carbono / 8.8 ou superior		Aço inox / A2 – 70 ou superior	
% Tensão de escoamento		40%		40%	
Lubrificante		Seco	Molycote 1000	Seco	Molycote 1000
Diâm.	Passo (mm)	Torque de aperto em parafusos (Nm)			
M4	0,7	1	1	1	0,8
M5	0,8	2	2	1,7	1,5
M6	1	4,4	3	3,4	2,6
M8	1,25	10,7	7,5	8,3	6,3
M10	1,5	21	15	16,5	12,5
M12	1,75	37	26	28	22
M14	2	60	42	46	35
M16	2	92	65	72	54
M18	2,5	132	90	100	74
M20	2,5	187	126	140	105
M22	2,5	260	172	190	143
M24	3	330	218	240	182
M27	3	510	320	390	266
M30	3,5	640	433	480	360
M33	3,5	950	590	710	490
M36	4	1130	758	840	630
M42	4,5	1800	1213	1360	1010
M48	5	2970	1822	2230	1518



NOTA

A classe de resistência normalmente está indicada na cabeça dos parafusos sextavados.

8.4 MEDIÇÃO DO ENTREFERRO

Após a desmontagem e montagem do motor, é necessário medir o entreferro para verificar a concentricidade do rotor. Medir o espaço de entreferro do suporte metálico da vedação do eixo dos motores, medir o eixo em quatro pontos equidistantes do eixo (45°, 135°, 225° e 315°).

A diferença entre as medidas de entreferro em dois pontos diametralmente opostos terá que ser inferior a 10% da medida do entreferro médio.



ATENÇÃO

O mancal só pode ser fechado após a conclusão do alinhamento e medição do entreferro.

Para mancal único:

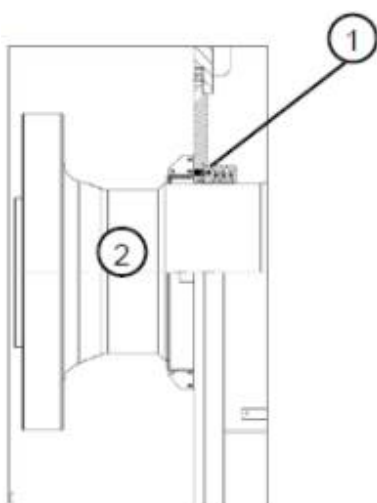


Figura 8.1: Medição entreferro

Legenda da Figura 8.1:

1. LA vedação do eixo
2. Vedação do motor

8.5 PEÇAS DE REPOSIÇÃO

- Casquilho para mancal dianteiro e mancal traseiro (mancais de deslizamento);
- Selo labirinto flutuante para mancal dianteiro e mancal traseiro (mancais de deslizamento)
- Sensor de temperatura para mancal dianteiro e mancal traseiro;
- Resistência de aquecimento;
- Conjunto de diodos;
- Conjunto de varistores;
- Lubrificante para os mancais;
- Escova de aterramento (se houver).

As peças de reposição devem ser armazenadas em ambientes limpos, secos e bem arejados e, se possível, em uma temperatura constante.

9 PLANO DE MANUTENÇÃO

O plano de manutenção descrito na Tabela 9-1 é orientativo, sendo que os intervalos entre cada intervenção de manutenção podem variar com as condições e o local de funcionamento do compensador síncrono. Para os equipamentos associados, como unidade de fornecimento de água ou sistema de comando e proteção, deve-se consultar também os manuais específicos dos mesmos.

Tabela 9-1: Plano de manutenção

	Sem.	Mensal	3 meses	6 meses	Anual	3 a 5 anos	Notas
ESTATOR							
Inspeção visual do estator					x		
Verificação da limpeza.						x	
Inspeção visual das estecas de ranhura						x	Durante a desmontagem/montagem do compensador síncrono
Inspeção visual dos terminais do estator					x		
Inspeção visual do isolamento do enrolamento				x			
Medição da resistência de isolamento do enrolamento					x		
Inspeção do entreferro do compensador síncrono							3 a 5 anos - Após a remontagem do compensador síncrono
ROTOR							
Verificação da limpeza.					x		
Inspeção visual						x	
Inspeção visual das estecas de ranhura						x	Durante a desmontagem/montagem do compensador síncrono
Medição da resistência de isolamento do enrolamento					x		
Inspeção visual do eixo (desgaste, incrustações, centro magnético, posição da agulha indicadora do centro magnético)						x	Durante a desmontagem/montagem do compensador síncrono
EXCITATRIZ PRINCIPAL E EXCITATRIZ AUXILIAR (PMG)							
Verificação da limpeza					x		
Testar diodos e varistores					x		
Inspeção dos enrolamentos					x		
Verificar o entreferro					x		
Medir a resistência de isolamento do enrolamento					x		
MANCAIS							
Verificação do ruído, vibração, vazão de óleo, vazamentos e temperatura	x						
Controle da qualidade do lubrificante				x			
Inspeção dos casquilhos e pista do eixo (mancal de deslizamento).						x	Durante a desmontagem/montagem do compensador síncrono
Troca do lubrificante							Período indicado na placa de identificação do mancal
Recalibração dos sensores de proximidade							Quando o mancal for desmontado
Inspeção das conexões internas do sistema de alta pressão (jacking)							Quando o mancal for desmontado
TROCADOR DE CALOR AR-ÁGUA							
Inspeção dos radiadores, tubos, caixa dos cabeçotes e sensor de vazamento de água					x		
Inspeção da bandeja coletora de água					x		
Inspeção do revestimento interno dos cabeçotes e da caixa dos cabeçotes					x		
Limpeza dos radiadores					x		
Inspeção das juntas (gaxetas) dos cabeçotes dos radiadores					x		Substituir quando necessário
TROCADOR DE CALOR AR-AR							
Limpeza dos tubos de ventilação.					x		
Inspeção da ventilação.					x		
Inspeção e substituição dos filtros, se necessário.							A cada 2 meses

* Caso a resistência de isolamento seja inferior a 100 MΩ, consulte a WEG para obter instruções adicionais.

* Os intervalos operacionais variam conforme a aplicação. Entre em contato com o suporte técnico para confirmar os prazos recomendados.

	Sem.	Mensal	3 meses	6 meses	Anual	3 a 5 anos	Notas
CAIXAS DE LIGAÇÃO E TERMINAIS DE ATERRAMENTO							
Limpeza do interior das caixas de ligação					x		
Reaperto dos parafusos					x		
Inspeção visual dos componentes					x		
EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO E CONTROLE							
Teste do funcionamento					x		
Registro dos valores	x						
Desmontagem e recalibração					x		
ACOPLAMENTO							
Inspeção do alinhamento					x		Checar após a primeira semana de funcionamento.
Inspeção dos parafusos de fixação					x		
COMPENSADOR SÍNCRONO COMPLETO							
Inspeção do ruído e vibração	x						
Acompanhamento das temperaturas de operação	x						
Drenagem da água condensada			x				
Reaperto dos parafusos					x		
Limpeza da parte externa do compensador síncrono					x		
Reaperto das conexões elétricas e de aterramento					x		
Inspeção das escovas do dispositivo de falta a terra do rotor (se houver).		x					
Inspeção da escova de aterramento do eixo		x					
Inspeção e confirmação do torque de aperto dos terminais de ligação principais do compensador					x		
Inspeção e reaperto das conexões dos TCs e TPs					x		
Inspeção da funcionalidade das resistências de aquecimento, e garantia do intertravamento				x			
COMPARTIMENTO DO VOLANTE DE INERCIA (QUANDO EXISTIR)							
Inspeção da limpeza.					x		
Inspeção visual.					x		
EIXO DO VOLANTE DE INERCIA (QUANDO EXISTIR)							
Inspeção da limpeza.					x		
Inspeção visual.					x		
Inspeção visual do eixo (desgaste, incrustações, etc).						x	Durante a desmontagem/montagem do compensador síncrono

10 ANORMALIDADES, CAUSAS E SOLUÇÕES



NOTA

As instruções na Tabela 10-1 apresentam apenas uma relação básica de anormalidades, causas e medidas corretivas. Em caso de dúvida, consultar a WEG.

Tabela 10-1: Relação básica de anormalidades, causas e ações corretivas

ANORMALIDADE	POSSÍVEIS CAUSAS	CORREÇÃO
O compensador síncrono não excita ou não escorva	▪ Proteção atuada.	▪ Verificar no painel principal e nos módulos dos reguladores a sinalização de proteção atuada.
	▪ Chave de excitação, caso houver, não está funcionando.	▪ Verificar a chave de excitação.
	▪ Interrupção no circuito de alimentação de potência do regulador de tensão.	▪ Verificar o circuito de alimentação de potência do regulador de tensão.
	▪ Velocidade de acionamento não está correta.	▪ Medir a rotação do compensador e fazer eventualmente, nova regulagem.
	▪ Interrupção no circuito de excitação principal.	▪ Verificar se a proteção de subfrequência não está atuada.
		▪ Fazer medições em todos os diodos girantes; trocar diodos defeituosos ou trocar o conjunto todo.
	▪ Relé ou outro componente do regulador com defeito.	▪ Verificar a ligação entre rotor principal e disco de diodos.
	▪ Referência de tensão parametrizada em valor baixo.	▪ Passar para o modo manual.
Compensador síncrono não excita até a tensão nominal	▪ Varistor de proteção dos diodos está defeituoso.	▪ Trocar o regulador de tensão.
	▪ Retificadores girantes defeituosos.	▪ Reajustar a parametrização.
		▪ Caso estiver defeituoso, deve ser trocado, ou se não houver peça de reposição, retirá-lo temporariamente.
	▪ Velocidade abaixo do ajuste parametrizado para função U/F do regulador de tensão.	▪ Fazer a medição individual em todos os diodos girantes, trocar os diodos defeituosos e trocar eventualmente o conjunto todo.
		▪ Verificar se a função U/F do regulador de tensão está atuando.
	▪ Referência de tensão parametrizada em valor baixo.	▪ Se a função U/F estiver parametrizada acima da frequência nominal, reajustar para -5% abaixo.
	▪ Ajuste remoto da tensão abaixo da nominal.	▪ Medir a velocidade e regulá-la.
	▪ Tensão de alimentação de potência do regulador de tensão abaixo da tensão desejada resultando uma tensão de saída menor que a necessária.	▪ Reajustar a parametrização da referência de tensão.
Em vazio, o compensador excita até a tensão nominal, porém entra em colapso com a carga	▪ Diodos girantes estão defeituosos.	▪ Reajustar nas botoeiras remotas o valor correto.
	▪ Atuação de proteção: sobrecorrente, sobre-excitação, sobretensão.	▪ Verificar se as ligações estão de acordo com o Manual de Regulador de Tensão.
	▪ Atuação da função de limite de corrente de excitação.	▪ Fazer medições individuais em todos os diodos girantes; trocar os diodos defeituosos; trocar, eventualmente o conjunto todo.
	▪ Forte queda de velocidade, com atuação ou não da função U/F.	▪ Verificar se as parametrizações não estão ajustadas de tal modo que atuem em condições normais de operação.
		▪ Verificar as grandezas ajustadas para a atuação das proteções e também as parametrizações.
		▪ Verificar controle de velocidade da turbina.
		▪ Verificar a parametrização da função U/F.

ANORMALIDADE	POSSÍVEIS CAUSAS	CORREÇÃO
O compensador síncrono, em vazio, excita-se através de sobretensão	▪ Para sobretensão momentânea com imediato desligamento: abertura do circuito do transformador de sinal.	▪ Verificar fusíveis e cabos de conexão.
	▪ No modo remoto: Erro no ajuste através das botoeiras remotas, com desligamento após certo tempo (ajustado também na parametrização).	▪ Reajustar o valor da tensão de referência.
	▪ No modo manual: Erro na parametrização da tensão de referência: não haverá atuação da proteção.	▪ Reajustar o valor da tensão de referência.
	▪ No modo local: Erro na parametrização da tensão de referência, com desligamento após certo tempo (ajustado também na parametrização).	▪ Reajustar o valor da tensão de referência.
Oscilações na tensão do compensador síncrono	▪ Modo Manual: Estabilidade mal ajustada.	▪ Ajustar a parametrização do regulador de tensão.
	▪ Modo automático: Estabilidade mal ajustada.	▪ Ajustar a parametrização do regulador de tensão.
	▪ Oscilações da carga.	▪ Verificar a causa das oscilações.
	▪ Oscilações na rotação da turbina.	▪ Verificar o controle de velocidade da turbina.

11 DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE

Declaração de Conformidade UE



Fabricantes:

WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Av. Prefeito Waldemar Grubba, 3000
89256-900 - Jaraguá do Sul - SC - Brazil
www.weg.net

WEG Industrie (India) PVT. LTD.
Plot n° E-20 (North), SIPCOT Industrial Complex
Phase II - Expansion II,
Mornapalli Village, Hosur 635 109
Tamil Nadu - India
www.weg.net/in

WEG MEXICO, S.A. DE C.V
Carretera Jorobas - Tula Km 3.5, Manzana 5,
Lote 1, Fraccionamiento Parque Industrial Huehuetoca,
Municipio de Huehuetoca, C.P. 54680,
CD. de Mexico y Área Metropolitana - Mexico
www.weg.net/mx

WEG (Nantong) Electric Motor Manufacturing CO., LTD.
No. 128# - Xinkai South Road, Nantong
Economic & Technical Development
Zone, Nantong, Jiangsu Province - China
www.weg.net/cn

WEGeuro - Industria Eléctrica S.A.
Rua Eng Frederico Ulrich,
4470-605 - Maia - Porto - Portugal
www.weg.net/pt
Pessoa de contato: Luís Filipe Oliveira Silva Castro Araújo
Representante Autorizado na União Europeia
(Único Ponto de Contato)

O fabricante declara sob exclusiva responsabilidade que:

Os motores síncronos e assíncronos WEG, Geradores WEG e seus componentes usados nas seguintes linhas:

M..., W60, WGM, G...S e AN10

quando instalados, mantidos e utilizados em aplicações para os quais foram projetados e quando consideradas as normas de instalação e instruções do fabricante pertinentes, eles atendem os requisitos das seguintes legislações de harmonização pertinentes da União Europeia aplicáveis:

Diretiva de Baixa Tensão 2014/35/UE*

Diretiva de Máquinas 2006/42/CE**

Diretiva de Compatibilidade Eletromagnética 2014/30/UE (motores de indução são considerados intrinsecamente benignos em termos de compatibilidade eletromagnética)

O cumprimento dos objetivos de segurança das relevantes legislações de harmonização da União Europeia foi demonstrado através da conformidade com as seguintes normas aplicáveis:

**EN 60034-1:2010 + AC:2010/ EN 60034-3:2008 / EN 60034-5:2001 + A1:2007/ EN 60034-6:1993/
EN 60034-7:1993 + A1:2001/ EN 60034-8:2007 + A1: 2014/ EN 60034-9:2005 + A1:2007/
EN 60034-11:2004/ EN 60034-12:2002 + A1:2007/ EN 60034-14:2004 + A1:2007/
EN 60204-1:2018 e EN IEC 60204-11:2019**

Marca CE em: **1998**

* Motores elétricos projetados para uso com tensão superior a 1000V não são considerados dentro do escopo.

** Motores elétricos de baixa tensão não são considerados dentro do escopo e motores elétricos projetados para uso com tensão superior a 1000V são considerados máquinas parcialmente completas e são fornecidas com uma

Declaração de Incorporação:

Os produtos acima não podem ser colocados em serviço até que a máquina, na qual serão incorporados, tenha sido declarada em conformidade com a Diretiva de Máquinas.

A Documentação Técnica para os produtos acima é compilada de acordo com a parte B do Anexo VII da Diretiva de Máquinas 2006/42/CE.

Nós nos comprometemos em transmitir, em resposta a um pedido fundamentado das autoridades nacionais, informação relevante sobre a máquina parcialmente completa identificada acima, através do representante autorizado WEG estabelecido na União Europeia. O método de transmissão deve ser eletrônico ou físico e não deve ser prejudicial aos direitos de propriedade intelectual do fabricante.

Assinado por e em nome do fabricante:
Rodrigo Fumo Fernandes
Diretor de Engenharia

Jaraguá do Sul, 14 de Abril de 2022

DEC3222-Rev00 - Portuguesa

1/1

12 INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

13 ASSISTENTES TÉCNICOS

12.1 EMBALAGEM

Os compensadores síncronos elétricos são fornecidos em embalagens de papelão, polímeros, madeira ou material metálico. Estes materiais são recicláveis ou reutilizáveis e devem receber o destino certo conforme as normas vigentes de cada país. Toda a madeira utilizada nas embalagens dos compensadores síncronos WEG provém de reflorestamento e recebe tratamento de antifungos.

12.2 PRODUTO

Os compensadores síncronos, sob o aspecto construtivo, são fabricados essencialmente com metais ferrosos (aço, ferro fundido), metais não ferrosos (cobre, alumínio) e plástico.

O compensador síncrono, de maneira geral, é um produto que possui vida útil longa, porém quando for necessário seu descarte, a WEG recomenda que os materiais da embalagem e do produto sejam devidamente separados e encaminhados para reciclagem.

Os materiais não recicláveis devem, como determina a legislação ambiental, ser dispostos de forma adequada, ou seja, em aterros industriais, coprocessados em fornos de cimento ou incinerados. Os prestadores de serviços de reciclagem, disposição em aterro industrial, coprocessamento ou incineração de resíduos devem estar devidamente licenciados pelo órgão ambiental de cada estado para realizar estas atividades.

12.3 RESÍDUOS PERIGOSOS

Os resíduos de graxa e óleo utilizados na lubrificação dos mancais devem ser descartados, conforme as instruções dos órgãos ambientais pertinentes, pois sua disposição inadequada pode causar impactos ao meio ambiente.

Para consultar a rede de Assistentes Técnicos Autorizados, acesse o site www.weg.net.

14 TERMO DE GARANTIA

A WEG oferece garantia contra defeitos de fabricação ou de materiais, para seus produtos, por um período de 12 (doze) meses, contados a partir da data de emissão da nota fiscal fatura da fábrica. No caso de produtos adquiridos por revendas/distribuidor/ fabricantes, a garantia será de 12 (doze) meses a partir da data de emissão da nota fiscal da revenda/ distribuidor/fabricante, limitado a 18 (dezoito) meses da data de fabricação. A garantia independe da data de instalação do produto e os seguintes requisitos devem ser satisfeitos:

- Transporte, manuseio e armazenamento adequados;
- Instalação correta e em condições ambientais especificadas e sem a presença de agentes agressivos;
- Operação dentro dos limites de suas capacidades;
- Realização periódica das devidas manutenções preventivas;
- Realização de reparos e/ou modificações somente por pessoas autorizadas por escrito pela WEG.
- O equipamento, na ocorrência de uma anomalia esteja disponível para o fornecedor por um período mínimo necessário à identificação da causa da anomalia e seus devidos reparos;
- Aviso imediato, por parte do comprador, dos defeitos ocorridos e que os mesmos sejam posteriormente comprovados pela WEG como defeitos de fabricação.

A garantia não inclui serviços de desmontagem nas instalações do comprador, custos de transportes do produto e despesas de locomoção, hospedagem e alimentação do pessoal da Assistência Técnica quando solicitado pelo cliente. Os serviços em garantia serão prestados exclusivamente em oficinas de Assistência Técnica autorizadas WEG ou na própria fábrica.

Excluem-se desta garantia os componentes cuja vida útil, em uso normal, seja menor que o período de garantia.

O reparo e/ou substituição de peças ou produtos, a critério da WEG durante o período de garantia, não prorrogará o prazo de garantia original.

A presente garantia se limita ao produto fornecido não se responsabilizando a WEG por danos a pessoas, a terceiros, a outros equipamentos ou instalações, lucros cessantes ou quaisquer outros danos emergentes ou consequentes.



WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Jaraguá do Sul - SC
Fone (47) 3276-4000 - Fax (47) 3276-4030
São Bernardo do Campo - SP
Fone (11) 2191-6800 - Fax (11) 2191-6849
energia@weg.net
www.weg.net

1012.06/0709



+55 47 3276.4000



energia@weg.net



Jaraguá do Sul - SC - Brazil