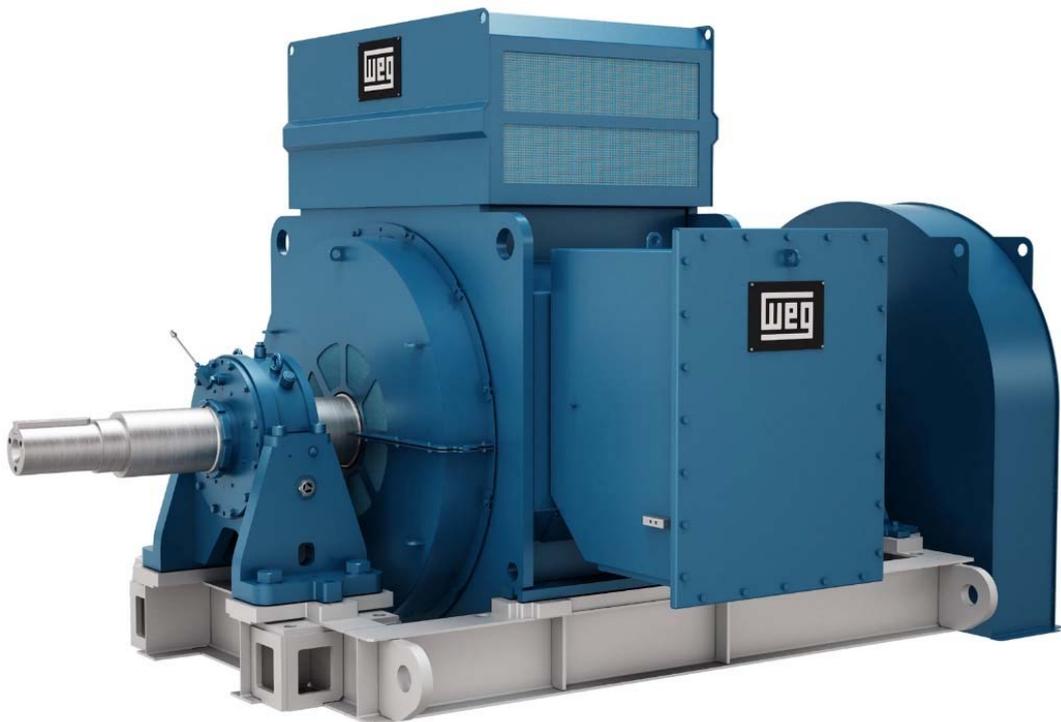


Hidrogeradores

Linha GH30 – Horizontais

Manual de Instalação, Operação e Manutenção





Manual de Instalação, Operação e Manutenção

Modelo: GH30

Nº do documento: 16568474

Idioma: português

Revisão: 03

Abril 2024

Prezado Cliente,

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

A energia elétrica exerce um papel de relevante importância para o conforto e bem-estar da humanidade. Sendo o gerador responsável pela geração desta energia, este precisa ser identificado e tratado como uma máquina elétrica, cujas características envolvem determinados cuidados, dentre os quais os de armazenagem, instalação e manutenção.

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

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

Mantenha este manual sempre próximo do gerador, 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 gerador 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.

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
2.3.1	Normas brasileiras.....	12
2.3.2	Normas internacionais.....	13
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.....	14
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	Peças separadas.....	15
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	Vedações.....	16
3.3.2.7	Mancais.....	16
3.3.2.8	Caixas de ligação.....	16
3.3.2.9	Limpeza e conservação do gerador durante a armazenagem.....	17
3.3.2.10	Inspeções e registros durante a armazenagem.....	17
3.3.2.11	Manutenção preditiva / preventiva.....	17
3.3.2.12	Plano de manutenção durante a armazenagem.....	18
3.3.2.13	Preparação para entrada em operação.....	19
3.3.2.13.1	Limpeza.....	19
3.3.2.13.2	Inspeção nos mancais.....	19
3.3.2.13.3	Lubrificação dos mancais.....	19
3.3.2.13.4	Verificação da resistência de isolamento.....	19
3.3.2.13.5	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 segurança.....	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	Conversão dos valores medidos.....	21
4.4.7	Índice de polarização (I.P.).....	22
4.4.8	Valores mínimos recomendados.....	22
4.5	PROTEÇÕES.....	22
4.5.1.1	Limites de temperatura para os enrolamentos.....	22
4.5.1.2	Temperaturas para alarme e desligamento.....	22
4.5.1.3	Temperatura e resistência ôhmica das termorresistências Pt100.....	23
4.5.2	Proteções no painel.....	23
4.5.3	Resistência de aquecimento.....	23
4.6	REFRIGERAÇÃO.....	23
4.7	ASPECTOS ELÉTRICOS.....	24
4.7.1	Conexões elétricas.....	24
4.7.1.1	Conexões elétricas principais.....	24
4.7.1.2	Conexões dos acessórios.....	24

4.7.1.3	Aterramento.....	24
4.8	ASPECTOS MECÂNICOS	24
4.8.1	Fundações	24
4.8.1.1	Esforços nas fundações	24
4.8.2	Tipos de bases.....	24
4.8.2.1	Base de concreto.....	24
4.8.2.2	Base metálica	25
4.8.3	Frequência natural da base	25
4.8.4	Montagem do gerador.....	25
4.8.5	Conjunto da placa de ancoragem	25
4.8.6	Nivelamento	25
4.8.6.1	Apoio	26
4.8.7	Alinhamento	26
4.8.8	Inspeção dos mancais de pedestal.....	27
4.8.9	Acoplamentos	27
4.8.9.1	Acoplamento direto.....	28
4.8.9.2	Acoplamento de geradores equipados com mancais de deslizamento	28
4.8.10	Esforços nos mancais.....	28
4.8.11	Centro magnético.....	28
4.9	FREIO.....	29
4.10	UNIDADE HIDRÁULICA.....	29
4.11	VOLANTE DE INERCIA.....	29
4.12	NOTA GERAL.....	29
5	PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO	30
5.1	EXCITAÇÃO.....	30
5.2	DESEXCITAÇÃO.....	30
5.3	REGULADOR DE TENSÃO.....	30
6	COMISSIONAMENTO.....	31
6.1	INSPEÇÃO PRELIMINAR.....	31
6.2	OPERAÇÃO INICIAL SEM CARGA.....	31
6.3	OPERAÇÃO.....	32
6.3.1	Conexão à carga ou ao sistema elétrico de potência (Rede).....	32
6.3.2	Sincronização do gerador com a rede elétrica	32
6.3.3	Registro de dados.....	32
6.3.4	Temperaturas.....	32
6.3.5	Mancais.....	33
6.3.6	Vibração.....	33
6.3.7	Causas de vibração	33
6.4	PARADA.....	33
7	MANUTENÇÃO	34
7.1	GERAL.....	34
7.2	LIMPEZA GERAL	34
7.3	INSPEÇÕES NOS ENROLAMENTOS	34
7.4	LIMPEZA DOS ENROLAMENTOS	34
7.4.1	Inspeções	34
7.4.2	Inspeções	35
7.4.3	Reimpregnação.....	35
7.4.4	Resistência de isolamento	35
7.5	REFRIGERAÇÃO DO GERADOR.....	35
7.6	VIBRAÇÃO.....	35
7.7	DISPOSITIVO DE ATERRAMENTO DO EIXO	35
7.8	MANUTENÇÃO DA EXCITATRIZ.....	35
7.8.1	Excitatriz	35
7.8.2	Resistência de isolamento	35
7.8.3	Testes dos diodos.....	35
7.8.3.1	Substituição dos diodos.....	35
7.8.4	Teste nos varistores.....	36
7.8.4.1	Substituição dos varistores.....	36
7.8.5	Teste do capacitor.....	36
7.8.6	Substituição do capacitor.....	36
7.9	MANUTENÇÃO DOS MANCAIS	36
7.9.1	Mancal de rolamento lubrificado a graxa	37
7.9.1.1	Instruções para lubrificação.....	37
7.9.1.2	Procedimento para lubrificação inicial do mancal.....	37
7.9.1.3	Procedimento para lubrificação dos rolamentos	37

7.9.1.4	Tipo e quantidade de graxa.....	37
7.9.1.5	Compatibilidade de graxas.....	37
7.9.1.6	Desmontagem dos mancais.....	38
7.9.1.7	Montagem dos mancais.....	38
7.9.2	Mancal de rolamento combinado lubrificado a óleo.....	39
7.9.2.1	Instruções para lubrificação.....	39
7.9.2.2	Tipo de óleo.....	39
7.9.2.3	Troca do óleo.....	39
7.9.2.4	Operação dos mancais.....	39
7.9.2.5	Desmontagem dos mancais.....	39
7.9.2.6	Montagem dos mancais.....	40
7.9.3	Substituição dos rolamentos.....	40
7.9.4	Ajuste das proteções.....	40
7.9.5	Mancal de deslizamento (hidrodinâmico) lubrificado a óleo.....	40
7.9.5.1	Instalação e operação dos mancais.....	40
7.9.6	Vedações.....	40
7.9.7	Operação dos mancais de deslizamento.....	41
7.9.8	Manutenção dos mancais de deslizamento.....	41
7.9.9	Ajuste das proteções.....	41
7.9.10	Desmontagem/montagem dos sensores de temperatura Pt100 dos mancais.....	41
8	DESMONTAGEM E MONTAGEM DO GERADOR.....	42
8.1	DESMONTAGEM.....	42
8.2	MONTAGEM.....	42
8.3	MEDIÇÃO DO ENTREFERRO.....	42
8.4	VOLANTE DE INERCIA.....	42
8.5	TORQUE DE APERTO.....	43
8.6	PEÇA DE REPOSIÇÃO.....	44
8.6.1	Peças de reposição necessárias.....	44
8.6.2	Peças de reposição opcionais.....	44
9	PLANO DE MANUTENÇÃO.....	45
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 informar os procedimentos de instalação, operação e manutenção dos hidrogeradores modelo GH30 Hydro.

Os geradores 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 gerador.

Todos os procedimentos e normas constantes neste manual deverão ser seguidos para garantir o bom funcionamento do gerador e a segurança do pessoal envolvido na operação do mesmo. Observar estes procedimentos é igualmente importante para assegurar a validade da garantia do gerador. Recomendamos a leitura minuciosa deste manual antes da instalação, operação ou manutenção do gerador. 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. Geradores 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. 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 gerador, 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 geradores são especificados, projetados, fabricados e testados de acordo com as normas descritas no item 2.3.1 e item 2.3.2. As normas aplicáveis são especificadas no contrato comercial. Dependendo da aplicação ou do local da instalação, podem ser indicadas outras normas nacionais ou internacionais.

2.3.1 Normas brasileiras

- NBR 15623-2, Máquinas elétricas girantes - Dimensões e series de potências para máquinas elétricas girantes – Padronização Parte 2: Designação de carcaças entre 355 a 1000 e flanges entre 1180 a 2360;
- ABNT NBR 5117:2007, Máquina elétrica girante – Máquina Síncrona – Especificação;
- ABNT NBR 5052:1984, Máquina Síncrona – Ensaios;
- ABNT NBR 6158:1995, Sistema de tolerância e ajustes;
- ABNT NBR IEC60034-5, Máquinas elétricas girantes – Parte 5: Grau de proteção proporcionados pelo projeto completo de máquinas elétricas girantes (código IP) – classificação;
- ABNT NBR IEC60034-6, Máquinas elétricas girantes – Parte 6: Métodos de resfriamento (código IC)
- ABNT NBR IEC60034-7, Máquinas elétricas girantes – Parte 7: Classificação dos tipos de construção, arranjos de montagem e posição da caixa de terminais (código IM)
- ABNT NBR IEC60034-9, Máquinas elétricas girantes – Parte 9: Limites de Ruído.
- ABNT NBR IEC60034-14, Máquinas elétricas girantes – Parte 14: Medição, avaliação e limites da severidade de vibração mecânica de máquinas de altura de eixo igual ou superior a 56mm.

2.3.2 Normas internacionais

- IEC-60072-2, Dimensions and output series for rotating electrical machines – Part 2: Frame numbers 355 to 1000 and flange numbers 1180 to 2360;
- IEC60034-1 Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance
- IEC60034-2-1 Rotating electrical machines – Part 2-1: Standard methods for determining losses and efficiency from tests (excluding machines for traction vehicles)
- IEC60034-4 Rotating electrical machines – Part 4: Methods for determining synchronous machine quantities from tests
- IEC60034-5 Rotating electrical machines – Part 5: Degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (IP code) – classification
- IEC60034-6 Rotating electrical machines – Part 6: Methods of cooling (IC code)
- IEC60034-7 Rotating electrical machines – Part 7: Classification of types of construction, mounting arrangements and terminal box position (IM code)
- IEC60034-8 Rotating electrical machines – Part 8: Terminal markings and direction of rotation
- IEC60034-9 Rotating electrical machines – Part 9: Noise limits
- IEC60034-14 Rotating electrical machines – Part 14: Mechanical vibration of certain machines with shaft heights 56mm and higher – Measurement, evaluation and limits of vibration severity
- ISO286-1 Geometrical product specifications (GPS) – ISO code system for tolerances on linear sizes – Part 1: Basis of tolerances, deviations and fits
- ISO286-2 Geometrical product specifications (GPS) – ISO code system for tolerances on linear sizes – Part 2: Tables of standard tolerance classes and limit deviations for holes and shafts
- ISO1940-1 Mechanical vibration – Balance quality requirements for rotors in a constant (rigid) state – Part 1: Specification and verification of balance tolerances;
- ISO10816-5 Mechanical vibration – Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts – Part 5: Machine sets in hydraulic power generating and pumping plants;

2.4 CARACTERÍSTICAS DO AMBIENTE

Os geradores são projetados 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 gerador.

2.5 CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Para que o termo de garantia do produto tenha validade, o gerador 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

O gerador deve ser capaz de desempenhar continuamente sua função principal na Zona A, mas não precisa atender completamente suas características de desempenho na tensão e frequência nominais (ver ponto das características nominais na Figura 2.1), e pode apresentar alguns desvios. As elevações de temperatura podem ser superiores àquelas na tensão e frequência nominais.

O gerador deve ser capaz de desempenhar sua função principal na Zona B, mas pode apresentar desvios maiores do seu desempenho na tensão e frequência nominais do que na Zona A. As elevações de temperatura podem ser superiores às verificadas na tensão e frequência nominais e, muito provavelmente, serão superiores àquelas da Zona A. A operação prolongada na periferia da Zona B não é recomendada.

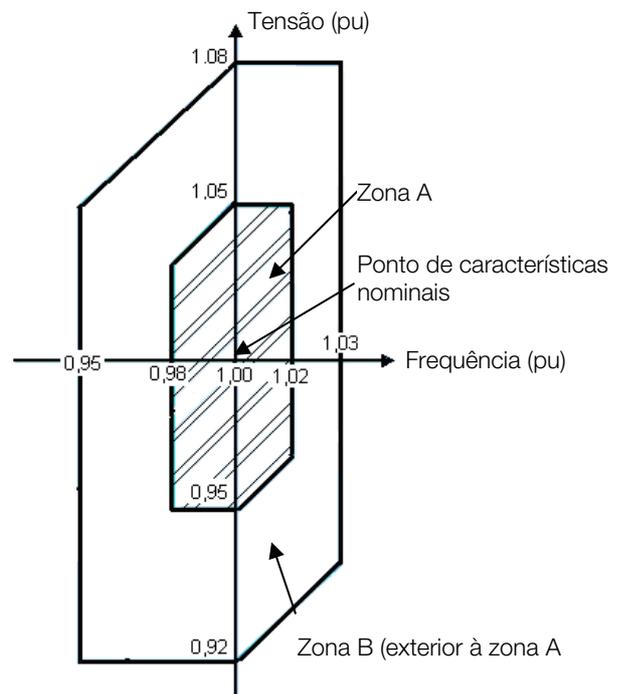


Figura 2.1: Limites das variações da tensão e frequência (IEC60034-1)

3 RECEBIMENTO, MANUSEIO E ARMAZENAGEM

3.1 RECEBIMENTO

Todos os geradores são testados e estão em perfeitas condições de operação. As superfícies usinadas são protegidas contra corrosão. A embalagem deverá ser inspecionada 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;
- Geradores acondicionadas em embalagem de madeira devem ser levantadas sempre pelos seus próprios olhais ou por empilhadeira adequada, mas nunca devem ser levantadas 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 do gerador.
- Após retirar a embalagem, deve-se fazer uma completa inspeção visual do gerador;
- O sistema de travamento do eixo deve ser removido somente pouco antes da instalação e armazenado para ser utilizado em um futuro transporte do gerador.

3.2 MANUSEIO

O manuseio dos geradores deverá ser feito conforme mostrado na Figura 3.1.

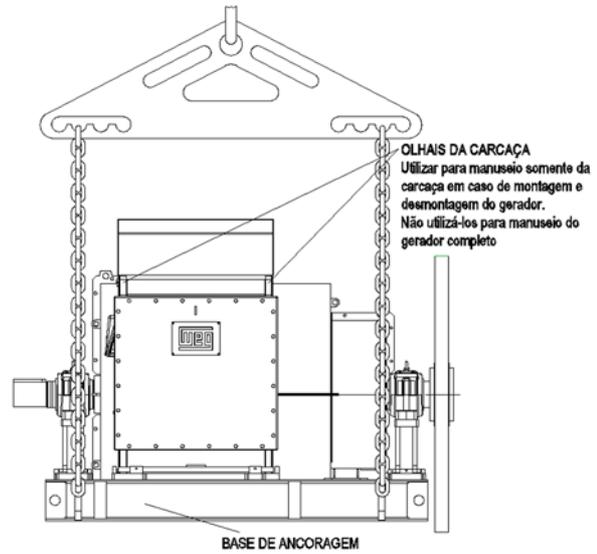


Figura 3.1: Manuseio dos geradores

 **ATENÇÃO**

- Observar o peso do gerador e não levantá-lo aos solavancos ou colocá-lo bruscamente no chão, para evitar danos aos mancais;
- Os olhais nas tampas, mancais, caixa de ligação etc., servem apenas para manusear estes componentes;
- Nunca usar o eixo para levantar o gerador;
- Para movimentar o gerador, o eixo deve estar travado com o dispositivo de trava fornecido com o gerador.
- Os cabos de aço, manilhas e o equipamento para içamento devem ter capacidade para suportar o peso do gerador.
- O içamento e manuseio devem ser feitos com equipamento que permita manter o gerador na posição horizontal.

3.3 ARMAZENAGEM

Caso o gerador 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 gerador 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 gerador. Qualquer dano na pintura ou nas proteções contra ferrugens das partes usinadas deverão ser retocadas.

3.3.1 Armazenagem externa

O gerador 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 gerador, o que é necessário para assegurar condições apropriadas de armazenamento.

Posicionar o gerador 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 gerador.

A cobertura utilizada para proteger o gerador contra intempéries não deve fazer em contato com as superfícies do mesmo. Para assegurar a livre circulação de ar entre o gerador e a cobertura, colocar blocos de madeira como espaçadores.

3.3.2 Armazenagem prolongada

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

Os espaços vazios no interior do gerador, como dos mancais, caixa de ligação e enrolamentos, ficam expostos à umidade do ar, que 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 gerador.



ATENÇÃO

Para que a garantia do gerador 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 geradores que permanecem armazenados por longos períodos (dois meses ou mais) antes de serem colocados em operação ou para geradores 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 gerador 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 gerador 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 prolongada do gerador (ao tempo).

Caso a armazenagem externa não puder ser evitada, o gerador 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 gerador permaneça armazenado por longos períodos (2 meses ou mais), recomenda-se inspecionar regularmente conforme especificado no item 3.3.2.12 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 gerador, 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 gerador deve ser medida e registrada a cada dois meses e antes da instalação do gerador ou, eventualmente, caso ocorra alguma alteração no processo de preservação (por exemplo, falta prolongada de energia elétrica).

Os procedimentos de medição e os critérios de aceitação dos resultados deverão ser conforme norma IEEE-43. 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 Vedações

As borrachas de vedação das caixas de ligação deverão ser inspecionadas anualmente e substituídas, se necessário.

3.3.2.7 Mancais

- Os mancais são lubrificados na fábrica para realização dos ensaios no gerador.
- Dependendo do tipo de mancal 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 ou graxa nos mancais, quando especificado.
- O nível do óleo dos mancais deve ser respeitado, permanecendo na metade do visor de nível.



ATENÇÃO

Para conservar os mancais em boas condições durante o período de armazenagem, **a cada dois meses deve-se remover o dispositivo de trava do eixo 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** para circular o lubrificante e conservar as partes internas dos mancais.



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 o gerador permanecer armazenado por um período superior a 2 anos, recomenda-se a substituição dos rolamentos.
- Antes de colocar o gerador em operação, os rolamentos devem ser relubrificados.

Para mancais de deslizamento em que 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.

3.3.2.8 Caixas de ligação

Quando a resistência de isolamento dos enrolamentos do gerador 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.

3.3.2.9 Limpeza e conservação do gerador durante a armazenagem

- O gerador deve estar livre de óleo, água, poeira e sujeira.
- A parte externa do gerador deve ser limpa com ar comprimido com pressão reduzida.
- Remover os sinais de ferrugem removíveis com um pano limpo embebido em solvente de petróleo.
- Verificar se os mancais e cavidades de lubrificação estão livres de poeira e sujeira e se os plugs dos mancais estão devidamente apertados.
- Riscos, marcas ou ferrugem na ponta de eixo devem ser removidos com cuidado.

3.3.2.10 Inspeções e registros durante a armazenagem

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

Os seguintes pontos devem ser inspecionados:

1. Verificar se há danos físicos no gerador e repará-los, se necessário;
2. Inspeccionar as condições de limpeza;
3. Verificar se há sinais de condensação de água no interior do gerador;
4. Verificar as condições do revestimento protetivo das partes usinadas expostas;
5. Verificar as condições da pintura e reparar, se necessário;
6. Verificar se há sinais de agentes agressivos;
7. Verificar a operação das resistências de aquecimento.
8. Registrar a temperatura ambiente e umidade relativa ao redor do gerador;
9. Medir e registrar a temperatura, a resistência de isolamento e o índice de polarização do enrolamento do estator;
10. Certificar-se de que o local de armazenagem esteja de acordo com os critérios descritos no item 3.3.2.1.

3.3.2.11 Manutenção preditiva / preventiva

A WEG recomenda que, a cada 3 anos de armazenagem, o gerador armazenado seja enviado para um Assistente Técnico Autorizado da WEG Energia ou para a própria fábrica da WEG Energia, com o objetivo de realizar uma manutenção preditiva completa. O procedimento completo de manutenção preditiva compreende em desmontar o gerador completo para inspeção e, após a montagem, realizar um ensaio de rotina no laboratório.

3.3.2.12 Plano de manutenção durante a armazenagem

Durante o período de armazenagem, a manutenção do gerador 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 gerador		X				
Trocar o desumidificador na embalagem (se houver)			X			Quando necessário
RESISTÊNCIAS DE AQUECIMENTO						
Verificar as condições de operação	X					
Medir a tensão e corrente do circuito			X			
Verificar o funcionamento do sistema de sinalização (se houver)			X			
GERADOR COMPLETO						
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			
Inspecionar borrachas e juntas de vedação			X			
Manutenção preditiva completa						Conforme item 3.3.2.11
ENROLAMENTOS						
Medir a resistência de isolamento e a temperatura dos enrolamentos		X			X	
Medir o índice de polarização dos enrolamentos		X			X	
CAIXAS DE LIGAÇÃO						
Limpar o interior das caixas				X	X	
Inspecionar os selos e vedações				X	X	
MANCAIS						
Girar o eixo do gerador		X				
Relubrificar o mancal			X			
Desmontar, limpar e relubrificar os mancais					X	
Desmontar e armazenar as peças						Se o período de armazenagem for superior a dois anos

3.3.2.13 Preparação para entrada em operação

3.3.2.13.1 Limpeza

- O interior e o exterior do gerador 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.

3.3.2.13.2 Inspeção nos mancais



ATENÇÃO

Se o período fora de operação do gerador ultrapassar 6 meses, os mancais devem ser desmontados, inspecionados e limpos, antes de colocar o gerador em operação. Montar novamente os mancais e proceder a lubrificação. Consultar a WEG para realização deste procedimento.

3.3.2.13.3 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 nos itens 7.9.1.1 e 7.9.2.1 deste manual.

3.3.2.13.4 Verificação da resistência de isolamento

Antes de colocar o gerador em operação, deve-se medir a resistência de isolamento, conforme item 4.4 deste manual.

3.3.2.13.5 Outros

Seguir os demais procedimentos de comissionamento descritos no item 6 deste manual, antes de colocar o gerador em operação.

4 INSTALAÇÃO

4.1 LOCAL DE INSTALAÇÃO

O gerador deve ser instalado em locais de fácil acesso, que permita 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 gerador;
- O espaço ao redor e acima do gerador deve ser suficiente para manutenção ou manuseio do mesmo;
- O ambiente deve estar de acordo com o grau de proteção do gerador.

4.2 TRAVA DO EIXO

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



ATENÇÃO

O dispositivo de travamento do eixo deve ser instalado sempre que o gerador 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 gerador, 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 gerador e na documentação específica do gerador.



ATENÇÃO

Geradores fornecidos com sentido único de rotação não devem operar no sentido contrário ao especificado.

Para operar o gerador 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 gerador 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 gerador 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 gerador 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 gerador (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 gerador 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 gerador;
- Medir a temperatura do enrolamento;
- Aterrar todos os sensores de temperatura;
- Verificar a umidade;
- Desligar o aterramento neutro;
- Assegurar que as barras do gerador 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 gerador 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.

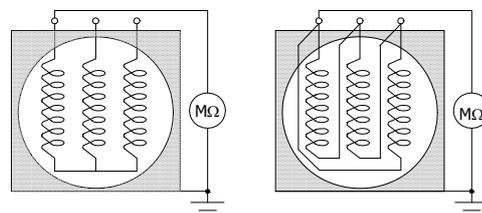


Figura 4.1: Conexão do Megôhmetro

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.

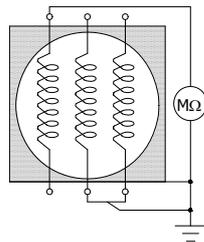


Figura 4.2: Conexão do Megômetro em fases separadas

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 geradores em operação durante muito tempo podem ser obtidos frequentemente valores muito maiores. A comparação com valores obtidos em ensaios anteriores com o mesmo gerador, 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 no valor da resistência de isolamento 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;
- Conectar o medidor de resistência de isolamento (Megômetro) entre o enrolamento do rotor e o eixo do gerador. A corrente da medição não pode circular pelos mancais.

Medição do enrolamento do estator da excitatriz:

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

Medição no enrolamento do rotor da excitatriz:

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

4.4.5 Informações adicionais



ATENÇÃO

Após a medição da resistência de isolamento, aterrar o enrolamento testado para descarregá-lo. A 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 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.

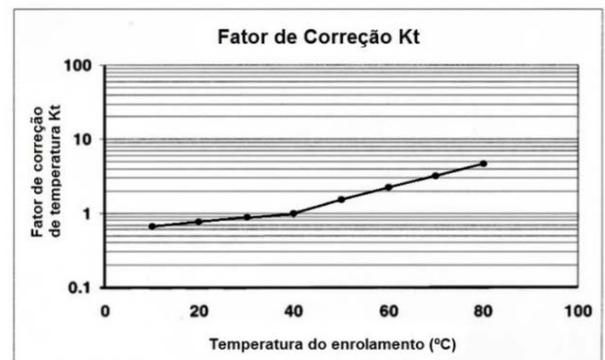


Figura 4.3: Fator de correção da resistência de isolamento em função da temperatura

Os valores utilizados para gerar a curva da Figura 4.3 são mostrados na Tabela 4.2.

Tabela 4.2: Fatores de correção (Kt) 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

4.4.7 Índice de polarização (I.P.)

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 gerador.



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

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

Os dispositivos de proteção contra sobre-elevação de temperatura são instalados no estator principal, nos mancais e demais componentes que necessitam de monitoramento da temperatura e proteção térmica. Estes dispositivos devem ser ligados a um sistema externo de monitoramento de temperatura e proteção.

O tipo de sensor de temperatura, os terminais de ligação e as temperaturas de ajuste para alarme e desligamento são informadas no ESQUEMA DE CONEXÕES do gerador.

4.5.1.1 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 gerador 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 gerador opere com temperaturas no enrolamento acima dos valores limites da classe térmica do isolamento, a vida útil da isolação e, conseqüentemente, a do gerador, será reduzida significativamente ou até mesmo pode resultar na queima do gerador.

4.5.1.2 Temperaturas para alarme e desligamento

As temperaturas de alarme e o desligamento do gerador 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 gerador. 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 gerador.



ATENÇÃO

Os dispositivos de proteção do gerador 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 gerador, acarretará a perda de garantia.

4.5.1.3 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.

$$\text{Fórmula: } \frac{\Omega - 100}{0,386} = \text{°C}$$

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	105.95	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

O gerador 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 resistência seja ligada logo após o desligamento do gerador e que seja desligada antes do gerador entrar em operação. Os valores da tensão de alimentação e da potência da resistência de aquecimento são informados no esquema de conexões e na placa específica fixada no gerador.

4.6 REFRIGERAÇÃO

Os geradores da linha GH30 Hydro possuem construção aberta autoventilada com métodos de resfriamento IC01 ou IC21, conforme Figura 4.4.

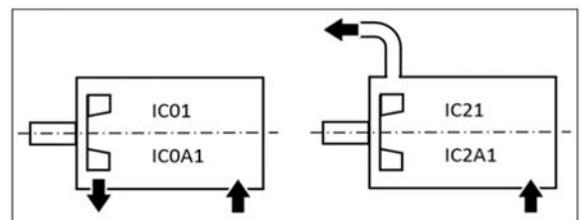


Figura 4.4: Refrigeração

Apenas uma correta instalação do gerador e do sistema de refrigeração pode garantir seu funcionamento contínuo e sem sobreaquecimentos.



ATENÇÃO

As entradas e saídas de ar do gerador não devem ser obstruídas, pois podem causar sobreaquecimento e até mesmo levar à queima do gerador. Para maiores detalhes consultar o desenho dimensional do gerador.

4.7 ASPECTOS ELÉTRICOS

4.7.1 Conexões elétricas



ATENÇÃO

Analisar cuidadosamente o ESQUEMA DE CONEXÕES fornecido com o gerador antes de iniciar a conexão dos cabos das fases do estator, aterramento e 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 principal (fases) e do neutro (se houver) é mostrada no DESENHO DIMENSIONAL específico do gerador.

A identificação dos terminais do estator e neutro e a conexão elétrica são mostradas no ESQUEMA DE CONEXÕES específico do gerador.

Certificar-se de que a seção e a isolação dos cabos de ligação sejam apropriadas para a corrente e tensão do gerador.

O gerador deve girar no sentido de rotação especificado na placa de identificação e/ou na placa fixada no lado acionado do gerador.



NOTA

O sentido de rotação é convencionado olhando-se para a ponta do eixo do lado acionado do gerador.

Geradores com sentido único de rotação devem girar somente no sentido indicado, visto que os ventiladores e outros dispositivos são unidirecionais.

Para operar o gerador no sentido de rotação contrário ao indicado, consultar a WEG.



ATENÇÃO

Antes de fazer as conexões entre o gerador 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 gerador, desparafusar a tampa da caixa de ligação do estator, cortar os anéis de vedação (geradores 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 Conexões dos acessórios

A localização das caixas de ligação dos acessórios é mostrada no DESENHO DIMENSIONAL específico do gerador.

A identificação dos terminais dos acessórios e a conexão elétrica são mostradas no ESQUEMA DE CONEXÕES específico do gerador.

4.7.1.3 Aterramento

A carcaça do gerador e a caixa de ligação principal devem ser aterradas antes de conectar o gerador 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 gerador 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 gerador e na turbina;
- 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 gerador.
- O cliente é responsável pelo projeto e construção da fundação conforme requisitos descritos em 4.8.4.



ATENÇÃO

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



NOTA

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

4.8.1.1 Esforços nas fundações

Os esforços sobre a fundação são informados na documentação do gerador.

4.8.2 Tipos de bases

4.8.2.1 Base de concreto

As bases de concreto são as mais usadas para a instalação de geradores elétricos. O tipo e o tamanho da fundação, parafusos e placas de ancoragem dependem do tamanho e do tipo do gerador.

4.8.2.2 Base metálica

O gerador deve estar apoiado uniformemente sobre a base metálica para assim evitar deformações na carcaça. Eventuais erros de altura da superfície de apoio do gerador podem ser corrigidos com chapas de compensação (calços). Não remover o gerador 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 gerador 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.

4.8.3 Frequência natural da base

Para garantir uma operação segura, o gerador deve estar precisamente alinhado com o equipamento acoplado e ambos devem estar devidamente balanceados. Como requisito, a base de instalação do gerador 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 gerador e pela máquina acoplada:

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

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.

4.8.4 Montagem do gerador



ATENÇÃO

Montar o gerador 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.

4.8.5 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 gerador, os detalhes dimensionais e de instalação do conjunto placa de ancoragem são fornecidos na documentação do gerador. 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 ϕ	Torque de Aperto a Seco [Nm]	Torque de Aperto com Molykote [Nm] *
M30	710	470
M36	1230	820
M42	1970	1300

* utilizando pasta lubrificante para parafusos (Molykote P37)

Após o posicionamento do gerador, 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.

4.8.6 Nivelamento

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

Chapas de nivelamento

Durante a montagem do gerador, deverão ser inseridos chapas de nivelamento entre os pés do gerador e a base, de forma que o procedimento de alinhamento comece com esta quantidade de chapas, conforme segue:

- 3 mm de chapas (2 mm + 1 mm), se as chapas fornecidas forem de aço inox.
- 5,40 mm de chapas (2,7 mm + 2,7 mm), se as chapas fornecidas forem de aço galvanizado.

As demais chapas, mostradas na Tabela 4.8, conforme fornecimento, 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 das 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 gerador na placa de ancoragem.

Tabela 4.8: Chapas de nivelamento

Fornecimento em aço inox		Fornecimento em 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



ATENÇÃO

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

4.8.6.1 Apoio



NOTA

No mínimo 75% da área das superfícies de apoio dos pés do gerador deve ficar apoiadas sobre a base.

4.8.7 Alinhamento

O eixo do gerador deve ser alinhado corretamente com o eixo da máquina acoplada, conforme procedimento a seguir:



ATENÇÃO

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

Os eixos do gerador e da máquina acoplada devem ser alinhados axial e radialmente, conforme mostrado na Figura 4.5 e Figura 4.6.

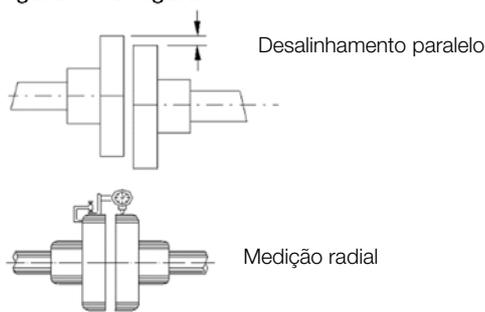


Figura 4.5: Alinhamento paralelo

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 gerador 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.

Para o gerador, 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.

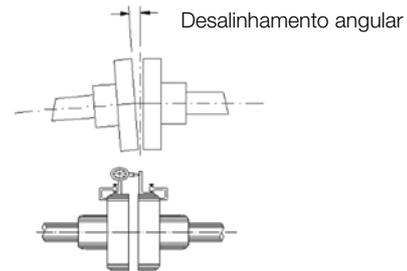


Figura 4.6: Alinhamento angular

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 gerador.

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 gerador.

A metade da diferença máxima da medição do relógio comparador em uma rotação completa representa o máximo desalinhamento angular encontrado.

Para o gerador, 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 gerador 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 gerador na placa de ancoragem ou na base, conforme informações do desenho dimensional do gerador.

4.8.8 Inspeção dos mancais de pedestal



ATENÇÃO

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

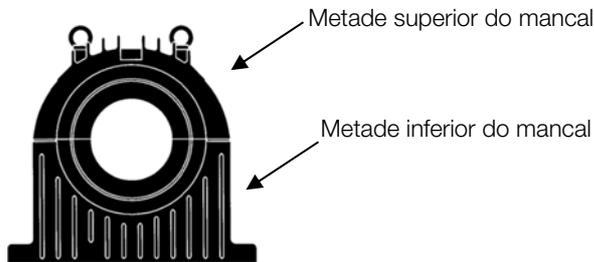


Figura 4.7: Mancal de pedestal

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 gerador, 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 parafusos 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	3500
45	5300
56	5300

4.8.9 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 proteja-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.

4.8.9.1 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. Também no caso de transmissão por engrenagem redutora deve ser dada preferência ao 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.

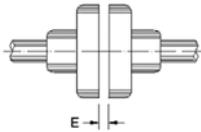


Figura 4.8: Folga axial do acoplamento (E)

4.8.9.2 Acoplamento de geradores equipados com mancais de deslizamento

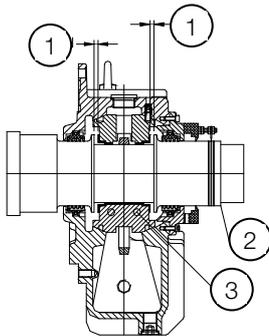


Figura 4.9: Mancal de deslizamento

Legenda do Figura 4.9:

1. Folga axial
2. Eixo
3. Casquilho



ATENÇÃO

Geradores equipados com mancais de deslizamento devem operar com acoplamento direto à máquina acionante ou por meio de um redutor. Este tipo de mancal não permite o acoplamento através de polias e correias.

4.8.10 Esforços nos mancais

Os dados referentes aos esforços radiais e axiais (F_a e F_r) nos mancais para as condições de partida, rotação nominal, rotação de disparo e rejeição de carga do hidrogerador, são calculados de acordo com os dados mecânicos da turbina e informados no desenho dimensional específico do hidrogerador.



ATENÇÃO

Geradores equipados com mancal de escora, permitem esforço axial contínuo, conforme especificado no desenho dimensional do gerador. Geradores equipados com mancais de deslizamento que permitem deslocamento axial não suportam esforço axial constante, de modo que, sob hipótese nenhuma, o gerador poderá operar continuamente com esforço axial sobre o mancal.

4.8.11 Centro magnético

Geradores que permitem deslocamento axial do eixo (mancais sem escora) 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, conforme mostrado na Figura 4.10.

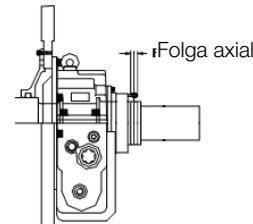


Figura 4.10: Marcação do centro magnético

Para o acoplamento do gerador 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 gerador 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 gerador poderá mover-se livremente entre as duas marcações externas limites.

4.9 FREIO

Para obter as informações sobre a instalação, operação e manutenção do freio (se houver), deve-se consultar o desenho dimensional do gerador e o manual específico deste equipamento.

4.10 UNIDADE HIDRÁULICA

Para obter as informações sobre a instalação, operação e manutenção da unidade hidráulica de lubrificação dos mancais (se houver), deve-se consultar o desenho dimensional do gerador e o manual específico deste equipamento.

O mínimo desnível recomendado para instalação da unidade hidráulica está mostrado na Figura 4.11.

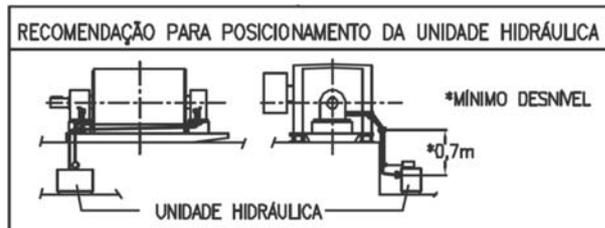


Figura 4.11: Unidade hidráulica



ATENÇÃO

- A instalação da Unidade Hidráulica deve garantir a vazão e pressão de óleo solicitada para os mancais, considerando a perda de carga na tubulação entre a bomba de óleo e a entrada de óleo dos mancais.

4.11 VOLANTE DE INERCIA

O volante de inercia, quando aplicado, é montado no conjunto gerador / turbina conforme projeto, de acordo com as características da aplicação e protegido com uma carenagem específica.

4.12 NOTA GERAL

O usuário é responsável pela instalação do gerador (salvo acordo comercial específico em contrário). A WEG não se responsabiliza por danos no gerador, 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.

5 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

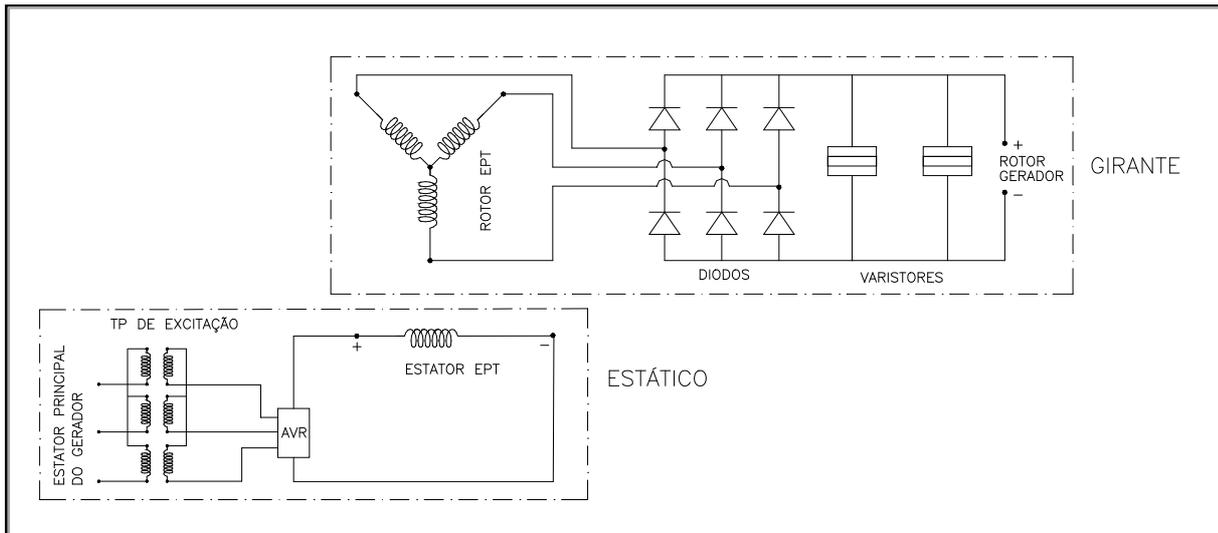


Figura 5.1: Circuitos elétricos internos do gerador shunt (sem excitatriz auxiliar)

5.1 EXCITAÇÃO

Excitação shunt (sem excitatriz auxiliar)

Ao ser acionado pela máquina primária e quando atingir a rotação nominal, inicia-se no gerador o processo de excitação onde a tensão gerada no estator principal do gerador, através do magnetismo residual, é rebaixada pelo transformador de excitação e alimenta o circuito de potência do regulador de tensão. Ao ser habilitado, o regulador de tensão retifica esta tensão e alimenta o estator da excitatriz principal do gerador em corrente contínua. A tensão alternada gerada pelo rotor da excitatriz principal é retificada através dos diodos rotativos e alimenta os polos do rotor principal do gerador. A tensão do gerador aumenta automaticamente em rampa desde o valor residual até a tensão nominal preestabelecida e é regulada através do monitoramento da tensão de referência no regulador eletrônico de tensão. A tensão de referência para o regulador de tensão deve ser obtida através de TP's de referência que devem ser conectados nos terminais principais do gerador.



ATENÇÃO

Para iniciar o processo de excitação dos geradores shunt, pode ser necessária a utilização de um circuito de pré-escorvamento externo (fonte CC), pois o magnetismo residual do gerador pode não ser suficiente para o escorvamento. Verificar no manual do regulador de tensão o procedimento para habilitar esta função durante o processo de excitação.

Excitação com excitatriz auxiliar

Ao ser acionado pela máquina primária e quando atingir a rotação nominal, inicia-se no gerador o processo de excitação, onde a tensão gerada pela excitatriz auxiliar alimenta o circuito de potência do regulador de tensão. Ao ser habilitado, o regulador de tensão retifica esta tensão e alimenta o estator da excitatriz trifásica principal do gerador em corrente contínua.

A tensão alternada gerada pelo rotor da excitatriz principal é retificada através dos diodos rotativos e alimenta os polos do rotor principal. A tensão do gerador aumenta desde o valor residual até a tensão nominal preestabelecida e é regulada através do monitoramento da tensão de referência no regulador eletrônico de tensão.

A tensão de referência para o regulador de tensão deve ser obtida através de TP's de referência que devem ser conectados nos terminais principais do gerador.



PERIGO

Operando em vazio, na rotação nominal e sem tensão de excitação, o gerador apresentará em seus terminais uma tensão residual devido ao magnetismo residual presente no núcleo magnético da excitatriz. Estes níveis de tensão podem causar acidentes graves e com risco de morte. É desaconselhável a manipulação do gerador enquanto o rotor estiver em movimento.

- Geradores com tensão nominal de 440V podem apresentar 180V de tensão residual;
- Geradores com tensão nominal de 13800V podem apresentar 1000V de tensão residual.

5.2 DESEXCITAÇÃO

A desexcitação completa do gerador é feita pela parada do gerador ou desligamento do regulador de tensão. Para executar os serviços de manutenção, o gerador precisa estar parado, pois somente a desexcitação não basta, assim como, o painel de comando deve ser bloqueado.

5.3 REGULADOR DE TENSÃO

O regulador de tensão deve ser parametrizado de acordo com as informações do manual deste equipamento.

6 COMISSONAMENTO

Quando o gerador 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 gerador ou após um longo período sem operação, devem ser verificados os seguintes itens:

1. Verificar se o gerador está corretamente alinhado;
2. Verificar se os pés do gerador foram fixados com torques de aperto recomendados neste manual. O gerador deve estar pinado na base;
3. Verificar se o gerador está limpo e se foram removidas as embalagens, instrumentos de medição e dispositivos de alinhamento da área de trabalho do gerador;
4. Verificar se o gerador 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 e devidamente fixadas.
7. Verificar se os mancais estão devidamente lubrificados. O lubrificante usado deve ser do tipo especificado na placa de identificação dos mancais.
8. Verificar se as conexões dos cabos de ligação do gerador, dos acessórios e do regulador de tensão foram feitas conforme o esquema de ligação e se o sistema de proteção/excitação do gerador está funcionando corretamente no painel de controle;
9. Verificar se o regulador de tensão está devidamente parametrizado e opera conforme seu manual de instalação;
10. Verificar se o relé de proteção está parametrizado e funcionando de acordo com o estudo de seletividade;
11. Verificar se os cabos da rede estão corretamente ligados aos bornes principais do gerador e assegurar que estejam corretamente apertados e que a possibilidade de curto-circuito seja evitada;
12. Inspeccionar as entradas e saídas de ar do gerador, estas devem estar desobstruídas;
13. As partes móveis do gerador devem ser protegidas para evitar acidentes;
14. As tampas das caixas de ligação devem estar fixadas corretamente;
15. Ao girar o rotor do gerador, verificar se o mesmo não apresenta ruídos estranhos.

6.2 OPERAÇÃO INICIAL SEM CARGA

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

1. Desligar a resistência de aquecimento;
2. Ajustar as proteções no painel de proteção/excitação do gerador;
3. Abrir o desvio (by-pass) da válvula borboleta da tubulação de alimentação de água da turbina para equalização da pressão de água;
4. Liberar os freios do gerador (se houver);
5. Acionar a turbina;
6. Aumentar a rotação do gerador a um valor situado entre um terço e a metade da rotação nominal. Manter o gerador nesta rotação e anotar os valores das temperaturas nos mancais em intervalos de 1 minuto até que elas se estabilizem. Qualquer aumento rápido ou contínuo da temperatura do mancal indica anormalidades na lubrificação ou na superfície de atrito do mesmo;
7. Monitorar a temperatura dos mancais e os níveis de vibração. Caso haja uma variação significativa de algum valor, interromper a partida do gerador, detectar as possíveis causas e fazer a devida correção;
8. Quando as temperaturas dos mancais se estabilizarem nesta rotação reduzida, a rotação do gerador pode ser aumentada gradativamente até seu valor nominal;
9. Após estes procedimentos, o gerador poderá ser excitado;
10. Quando o gerador estiver na rotação nominal, ligar o regulador de tensão no modo manual e, utilizando uma fonte externa de tensão (conforme recomenda o manual do regulador de tensão), fazer a excitação em degraus até que o gerador atinja a tensão nominal;
11. Verificar o valor de tensão de saída, o funcionamento de todos os instrumentos e a sequência das fases do gerador;
12. 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 gerador, pode-se prosseguir com a operação normal do gerador para conexão com carga ou à rede. Para operar o gerador no modo de operação automático (operação normal), deve-se desligar o gerador e fazer a conexão dos terminais do secundário do TP de excitação ao circuito de potência do regulador eletrônico de tensão.



ATENÇÃO

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

6.3 OPERAÇÃO

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

1. Desligar a resistência de aquecimento;
2. Ajustar as proteções no painel de controle;
3. Abrir o desvio (by-pass) da válvula borboleta da tubulação de alimentação de água da turbina para equalização da pressão de água;
4. Liberar os freios do gerador (se houver);
5. Acionar a turbina hidráulica ajustando a rotação nominal do gerador;
6. Ajustar o regulador de tensão para o modo automático ajustando a tensão de referência para o valor da tensão nominal do gerador;
7. Quando o gerador atingir a rotação nominal, ligar o regulador de tensão. Este deve fazer a excitação do gerador até que o mesmo atinja a tensão nominal.



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.

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

- Verificar a seqüência de fases do gerador:

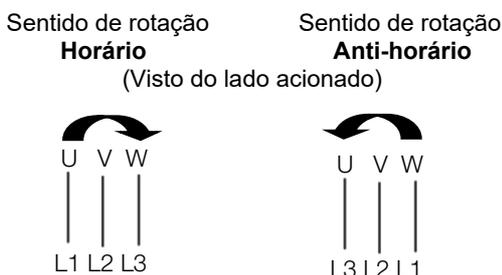


Figura 6.1: Seqüência de fases (IEC60034-8)

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

6.3.2 Sincronização do gerador com a rede elétrica

Para sincronizar o gerador com a rede elétrica:

- Colocar o regulador de tensão em serviço e deixar controlar a tensão do gerador;
- Ajustar a tensão do gerador até que ela se torne igual à tensão da rede;
- Variar a velocidade do gerador até que a tensão da rede e a tensão do gerador estejam em fase;
- Com as tensões do gerador e da rede iguais e em fase, fechar o disjuntor de ligação do gerador com a rede.

Dados recomendados para sincronização:

$\Delta U = + 4\% \text{ e } - 2\%$

$\Delta f = + 0,18\text{Hz e } - 0,10\text{Hz}$

Ângulo de fase menor que 8°

Valores máximos $\Delta U = 5\%$, $\Delta f = 2\%$ não devem ser excedidos.

6.3.3 Registro de dados

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

- Temperatura dos mancais;
- Temperatura do enrolamento estator;
- 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.

6.3.4 Temperaturas

- As temperaturas dos mancais e do enrolamento do estator devem ser monitoradas enquanto o gerador 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 gerador. Por isso, seus dados de operação (tensão, corrente e frequência) devem ser monitorados durante a operação do gerador.

6.3.5 Mancais

Durante a partida do gerador, bem como durante as primeiras horas de operação, devem ser monitoradas cuidadosamente os seguintes aspectos:

Antes de colocar o gerador em operação, verificar:

- Se os mancais estão lubrificados corretamente e com o lubrificante especificado;
- 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 gerador deve ser desligado imediatamente.

Caso ocorra uma sobre-elevação de temperatura, o gerador deverá ser desligado imediatamente para inspecionar os mancais e sensores de temperatura, corrigindo eventuais causas.

O gerador 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 Vibração

Os níveis de vibração admissíveis para o gerador em operação devem ser obtidos diretamente na norma indicada na Tabela 6.1.

Tabela 6.1: Normas para avaliação de vibração do gerador em operação

Aplicação	Medição em partes não girantes	Medição em parte girante
Hidrogeradores	ISO 10816-5	ISO 7919-5 VDI2059-5

6.3.7 Causas de vibração

As causas de vibração mais frequentes são:

- Desalinhamento entre o gerador e a turbina;
- Fixação inadequada do gerador à base, com “calços soltos” debaixo de um ou mais pés do gerador e parafusos de fixação mal apertados;
- Base inadequada ou com falta de rigidez;
- Vibração externas provenientes de outros equipamentos.



ATENÇÃO

Operar o gerador 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 gerador, proceder conforme segue:

- Reduzir a entrada de água na turbina até que a potência (kW) de saída do gerador se torne nula;
- Abrir o disjuntor da armadura do gerador;
- Desligar o regulador de tensão;
- Fechar completamente o distribuidor da turbina;

Após o gerador parar completamente:

- Ligar as resistências de aquecimento. Estas devem ser mantidas ligadas até próxima operação do gerador.



PERIGO

Mesmo após a desexcitação ainda pode existir tensão nos bornes do gerador. 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.

7 MANUTENÇÃO

7.1 GERAL

Um programa adequado de manutenção, inclui as seguintes recomendações:

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



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 gerador, 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 gerador.

Quando for necessário recondicionar o gerador 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 gerador 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 e todo o pó acumulado nas pás do ventilador e na carcaça;
A limpeza pode ser feita quando houver necessidade de desmontagem do gerador para trocar os rolamentos;
- 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

Os enrolamentos deverão ser submetidos a inspeção visual completa, anotando e consertando todo e qualquer dano e defeito observados, em intervalos de tempo recomendados no item 9, conforme segue:

- As medições da resistência de isolamento dos enrolamentos devem ser feitas em intervalos regulares, principalmente durante tempos úmidos ou depois de prolongadas paradas do gerador;
- 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 geradores 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 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.

7.4.3 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).

7.4.4 Resistência de isolamento

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



ATENÇÃO

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

7.5 REFRIGERAÇÃO DO GERADOR

As entradas e saídas de ar do gerador não devem ser obstruídas.

7.6 VIBRAÇÃO

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



ATENÇÃO

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

7.7 DISPOSITIVO DE ATERRAMENTO DO EIXO

A escova de aterramento do eixo (quando houver) impede a circulação de corrente do rotor através dos mancais, evitando que os mancais falhem prematuramente por desgaste causados por descargas elétricas.

A escova é colocada em contato com o eixo e ligada através de um cabo à carcaça do gerador, que deve estar aterrada. Assegurar que a fixação do porta-escovas e sua conexão com a carcaça tenham sido feitas corretamente.

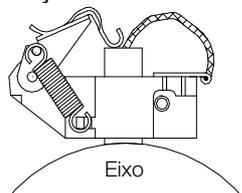


Figura 7.1: Escova para aterramento do eixo

Para proteger o eixo do gerador 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 gerador. 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).

7.8 MANUTENÇÃO DA EXCITATRIZ

7.8.1 Excitatriz

Para o bom desempenho de seus componentes, a excitatriz do gerador deve ser mantida limpa.

7.8.2 Resistência de isolamento

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

7.8.3 Testes dos diodos

Os diodos são componentes que possuem grande durabilidade e não exigem testes frequentes. Caso o gerador 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 as ligações de todos os diodos com o enrolamento do rotor da excitatriz;
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 $1 \text{ M}\Omega$) na direção contrária. Diodos defeituosos terão resistência ôhmica de 0Ω ou maior que $1 \text{ M}\Omega$ 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.

7.8.3.1 Substituição dos diodos

Para ter acesso aos diodos e poder realizar a troca dos mesmos, é necessário retirar a tampa de proteção da roda de diodos (ver item 8 deste manual).

A substituição dos diodos deve ser feita 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 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.



ATENÇÃO

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

Tabela 7.1: Torque de aperto dos diodos

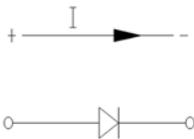
Rosca da base do diodo (mm)	Chave do torquímetro (mm)	Torque de aperto (Nm)
M12	24	10
M16	32	30
M24	41	60

7. Depois de fixar os diodos, fazer a conexão elétrica dos diodos no enrolamento do rotor da excitatriz.



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.

7.8.4 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.

7.8.4.1 Substituição dos varistores

Para ter acesso aos varistores e poder realizar a troca dos mesmos, é necessário retirar a tampa de proteção da roda de diodos (ver item 8 deste manual).

Para substituir o varistor, proceder de acordo com as orientações a seguir:

1. Substituir os varistores danificados por varistores novos idênticos aos originais;
2. Para substituir os varistores, soltar os parafusos que o fixam às pontes de ligação dos diodos;
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.
6. Observar o preenchimento com silicone no compartimento do novo varistor, em geradores das carcaças 315 a 400.

7.8.5 Teste do capacitor

O capacitor (se houver) é o dispositivo instalado entre as duas pontes de ligação dos diodos e têm a finalidade de proteger os diodos contra surtos de tensão. Para testar as condições de funcionamento do capacitor pode ser utilizado um multímetro com a função de medição de capacitância.

A capacitância medida deve ser conforme a especificação do componente.

No caso de danos verificados no capacitor ou se a capacitância for acima da tolerância especificada, este deve ser substituído.

7.8.6 Substituição do capacitor

Para ter acesso ao capacitor e poder realizar a troca do mesmo, é necessário retirar a tampa de proteção da roda de diodos (ver item 8 deste manual).

Para substituir o capacitor (se houver), a WEG recomenda proceder de acordo com as orientações a seguir:

1. Substituir o capacitor danificado por um novo idêntico ao original;
2. Para substituir o capacitor, solte os parafusos que o fixam às pontes de ligação dos diodos;
3. Ao remover o capacitor, observe atentamente como os componentes foram montados para que novo capacitor seja instalado da mesma forma;
4. Antes de montar o novo capacitor, certificar-se que os terminais e parafusos de conexão estejam limpos, assegurando um perfeito contato entre elas;
5. Fixar o novo capacitor apertando os terminais que o prendem às pontes de ligação, somente o suficiente para fazer uma boa conexão elétrica. Observar o preenchimento com silicone no compartimento do novo capacitor.

7.9 MANUTENÇÃO DOS MANCAIS

A aplicação padrão para os hidrogeradores da linha GH30 Hydro se caracteriza na utilização de mancal de rolamento lubrificado a graxa e mancal de rolamento ou de deslizamento lubrificados a óleo, dependendo da aplicação.



NOTA

Os dados dos rolamentos, quantidade e tipo de lubrificante e intervalos de lubrificação são informados em uma placa de identificação dos mancais, fixada no gerador. Verifique estas informações antes de fazer a lubrificação dos mancais. Os dados dos mancais lubrificados a óleo 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 gerador são de responsabilidade do usuário.

7.9.1 Mancal de rolamento lubrificado a graxa

7.9.1.1 Instruções para lubrificação

Os mancais foram projetados de tal modo que durante a lubrificação, toda a graxa velha seja removida das pistas dos rolamentos e expelida para as laterais da caixa do mancal. A caixa do mancal deve ser aberta e limpa a cada 2 anos de operação. A limpeza da graxa velha pode ser antecipada sempre que houver uma parada programada ou haver indício de aumento da temperatura do rolamento. Operações em altas temperaturas e ambientes com alto grau de contaminação podem reduzir o tempo de limpeza da graxa. Após a limpeza da caixa do mancal, a lubrificação inicial deve seguir os passos do item 7.9.1.2. É aconselhável fazer a lubrificação com o gerador em operação, para assegurar a renovação da graxa no alojamento do rolamento. Se isso não for possível, devido à presença de peças girantes perto da engraxadeira (polias etc.) que podem pôr em risco a integridade física do operador, proceder da seguinte maneira:

- Com o gerador parado, injetar aproximadamente a metade da quantidade total da graxa prevista e girar o rotor do gerador durante aproximadamente 1 minuto em rotação nominal;
- Parar o gerador e injetar o restante da graxa.



ATENÇÃO

A injeção de toda a graxa com o gerador parado pode causar vazamento de parte do lubrificante através da vedação interna da caixa do rolamento.

É importante limpar as graxadeiras antes da lubrificação, para evitar que materiais estranhos sejam arrastados para dentro do rolamento. Utilizar engraxadeira manual para lubrificação dos mancais.

- Os intervalos de lubrificação informados na placa de características dos mancais consideram uma temperatura de trabalho do rolamento de 70 °C;
- Baseado nas faixas de temperatura de operação relacionadas na Tabela 7.2 aplicar os seguintes fatores de correção para os intervalos de lubrificação dos rolamentos:

Tabela 7.2: Fator de redução para intervalos de lubrificação

Temperatura de trabalho do mancal	Fator de redução
Abaixo de 60 °C	1,59
Entre 70 e 80 °C	0,63
Entre 80 e 90 °C	0,40
Entre 90 e 100 °C	0,25
Entre 100 e 110 °C	0,16

7.9.1.2 Procedimento para lubrificação inicial do mancal

1. Verificar o tipo de graxa no desenho dimensional do gerador;
2. Preencher o espaço livre do rolamento com a graxa indicada;
3. Preencher a caixa do mancal entre 20% a 40% do seu volume com a caixa indicada, conforme tabela 7.3;
4. Preencher o espaço do selo de vedação com a mesma graxa do rolamento;
5. Vedar as duas metades da caixa do mancal com o uso de selante universal;
6. Fechar a caixa do mancal.

Tabela 7.3: Quantidade de graxa para a caixa do mancal

Rolamento	Preenchimento caixa do mancal	
	20%	40%
kg		
3024	0,3	0,5
3026	0,4	0,7
3028	0,5	0,7
3030	0,5	0,9
3032	0,5	1,0
3034	0,8	1,4
3036	1,0	1,8
3038	1,0	1,9
3040	1,1	2,0
3044	1,5	2,7
3048	1,5	2,8
3052	2,1	3,8
3056	2,3	4,2

7.9.1.3 Procedimento para lubrificação dos rolamentos

1. Retirar a tampa do dreno;
2. Limpar com pano de algodão ao redor do orifício da graxeira;
3. Com o rotor em operação, injetar a graxa por meio de engraxadeira manual ter sido introduzida a quantidade de graxa informada na placa de características do mancal;
4. Manter o gerador em funcionamento durante o tempo suficiente para que o excesso de graxa seja expurgado para as laterais da caixa do mancal
5. Inspeccionar a temperatura do mancal para certificar-se de que não houve nenhuma alteração significativa;
6. Recolocar novamente a tampa do dreno.

7.9.1.4 Tipo e quantidade de graxa

A relubrificação dos mancais deve ser feita sempre com a **graxa original**, especificada na placa de características dos mancais e na documentação do gerador.



ATENÇÃO

A WEG não recomenda a utilização de graxa diferente da graxa original do gerador.

É importante fazer uma lubrificação correta, isto é, aplicar a graxa correta e em quantidade adequada, pois tanto uma lubrificação deficiente quanto uma lubrificação excessiva, causam danos aos rolamentos. Uma lubrificação em excesso acarreta elevação de temperatura devido à grande resistência que oferece ao movimento das partes rotativas.

7.9.1.5 Compatibilidade de graxas

Pode-se dizer que as graxas são compatíveis quando as propriedades da mistura se encontram dentro das faixas de propriedades das graxas individualmente. Em geral, graxas com o mesmo tipo de sabão são compatíveis entre si, mas dependendo da proporção de mistura, pode haver incompatibilidade. Não é recomendada a mistura de diferentes tipos de graxas, sem antes consultar o fornecedor da graxa ou a WEG. Alguns espessantes e óleos básicos não podem ser misturados entre si, pois não formam uma mistura homogênea. Neste caso, não se pode descartar uma tendência de endurecimento ou, ao contrário, um amolecimento da graxa ou queda do ponto de gota da mistura resultante.



ATENÇÃO

Graxas com diferentes tipos de base nunca deverão ser misturadas.
Exemplo: graxas à base de Lítio nunca devem ser misturadas com outras que tenham base de sódio ou cálcio.

7.9.1.6 Desmontagem dos mancais

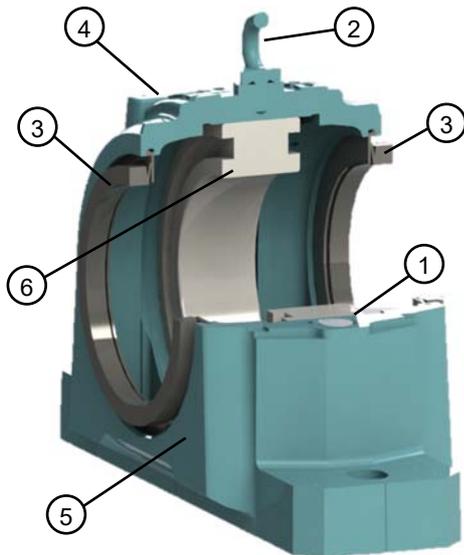


Figura 7.2: Partes do mancal

Legenda da Figura 7.2:

1. Parafuso do bipartido da caixa do mancal
2. Olhal de içamento
3. Selos de vedação
4. Parte superior da caixa do mancal
5. Parte inferior da caixa do mancal
6. Rolamento

Antes de desmontar o mancal dianteiro:

- Retirar o niple de entrada de graxa;
- Limpar completamente a parte externa do mancal;
- Retirar a escova de aterramento (se houver);
- Retirar os sensores de temperatura do mancal;

Antes de desmontar o mancal traseiro:

- Retirar o niple de entrada de graxa;
- Limpar completamente a parte externa do mancal;
- Retirar os sensores de temperatura do mancal;

Desmontagem do mancal

Para desmontar o mancal, proceder de acordo com as orientações a seguir:

1. Suspender o eixo (rotor completo) utilizando-se de cintas ou macacos hidráulicos;
2. Soltar os parafusos do pé do mancal e da base de apoio do mancal;
3. Remover a base do mancal mantendo a caixa do mancal pendurada ao eixo;
4. Utilizar um macaco hidráulico para apoiar a parte inferior do mancal;
5. Retirar os parafusos (1) que fixam o bipartido que separa a parte superior (4) da parte inferior (5) do mancal;
6. Utilizar o olhal de içamento (2) para suspender a metade superior (4);
7. Remover as vedações (3) de ambas as partes da caixa do mancal (4 e 5);
8. Abaixar a parte inferior do mancal utilizando-se do macaco hidráulico posicionado anteriormente;
9. Injetar óleo sob pressão pelos furos axiais do eixo a fim de facilitar a remoção do rolamento;
10. Retirar o rolamento (6) utilizando ferramenta descrita no item 7.9.3.



ATENÇÃO

Durante a desmontagem dos mancais, deve-se ter cuidado para não causar danos aos rolamentos ou à superfície do eixo. Guardar as peças desmontadas em local seguro e limpo.



NOTA

Para remoção do mancal traseiro em máquinas que possuem volante de inércia, deve-se retirar a carenagem de proteção e desacoplar o volante do eixo da máquina.

7.9.1.7 Montagem dos mancais

- Limpar os mancais completamente e inspecionar as peças desmontadas e o interior da caixa de mancal;
- Certificar-se de que as superfícies do rolamento, eixo e caixa de mancal estejam perfeitamente lisas;
- Verificar se os selos de vedação (3) estão em perfeito estado, ou seja, sem fissuras, que o elastômero não esteja ressecado, e a mola (quando houver) esteja corretamente montada e em bom estado;
- Lubrificar o rolamento com quantidade suficiente de graxa antes de montá-lo;
- Antes de montar o rolamento no eixo, aqueça-o a uma temperatura entre 50°C e 100°C;
- Para montagem completa do mancal, seguir as instruções para desmontagem na ordem inversa.



NOTA

A WEG não se responsabiliza pela troca da graxa ou mesmo por eventuais danos oriundos da troca.



ATENÇÃO

Quando o mancal for aberto, injetar a graxa nova através da graxeira para expelir a graxa velha que se encontra no tubo de entrada da graxa e aplicar a graxa nova no rolamento. Nunca limpar o rolamento com panos a base.

7.9.2 Mancal de rolamento combinado lubrificado a óleo

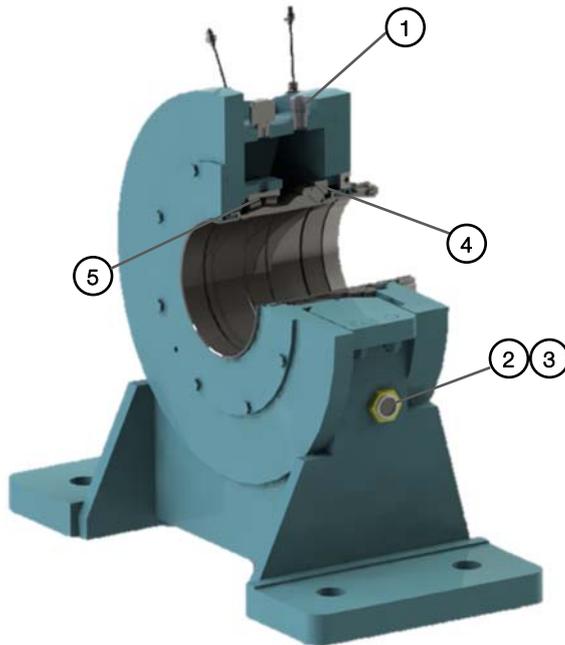


Figura 7.3: Mancal combinado

Legenda da Figura 7.3:

1. Entrada de óleo
2. Visor de nível de óleo
3. Saída de óleo (lado oposto ao visor de nível de óleo)
4. Rolamento axial autocompensador de rolos
5. Rolamento radial autocompensador de rolos

7.9.2.1 Instruções para lubrificação

Drenagem do óleo: Quando é necessário efetuar a troca do óleo do mancal, remover o bujão de dreno na parte inferior do mancal e drenar o óleo completamente.

Para colocação de óleo no mancal:

- Fechar o dreno com o bujão e a saída de óleo (2) com a visor;
- Remover a tampa da entrada de óleo (1);
- Colocar o óleo especificado até o nível indicado no visor de óleo (metade do visor).



NOTAS

1. Todos os furos roscados não usados devem estar fechados por plugues e nenhuma conexão pode apresentar vazamento;
2. O nível de óleo é atingido quando o lubrificante pode ser visto aproximadamente no meio do visor de nível;
3. O uso de quantidade maior de óleo não prejudica o mancal, mas pode ocasionar vazamentos através das vedações de eixo;
4. Nunca utilizar ou misturar óleo hidráulico ao óleo lubrificante dos mancais.

7.9.2.2 Tipo de óleo

O tipo e a quantidade de **óleo lubrificante** a ser utilizado estão especificados na placa de características do mancal fixada no gerador.

7.9.2.3 Troca do óleo

A troca do óleo do mancal deve ser feita obedecendo os intervalos informados na documentação técnica do gerador e na placa de características do mancal. A vida útil dos mancais depende de suas condições de operação, das condições de operação do gerador e dos procedimentos de manutenção.

Proceder de acordo com as orientações a seguir:

- O óleo selecionado para a aplicação deve ter a viscosidade adequada para a temperatura de operação do mancal. O tipo de óleo recomendado pela WEG já considera estes critérios;
- Quantidade insuficiente de óleo pode danificar o mancal;
- O nível de óleo mínimo recomendado é alcançado quando o lubrificante pode ser visto na parte inferior do visor de nível de óleo com o gerador parado.



ATENÇÃO

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

7.9.2.4 Operação dos mancais

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

- 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 gerador deve ser desligado imediatamente. O gerador deve operar durante algumas horas até que a temperatura dos mancais se estabilize. Caso ocorra uma sobre-elevação de temperatura dos mancais, o gerador 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.

7.9.2.5 Desmontagem dos mancais

Antes de desmontar:

- Limpar externamente todo o mancal;
- Drenar completamente o óleo do mancal;
- Remover o sensor de temperatura do mancal;
- Remover a escova de aterramento (se houver);
- Providenciar um suporte para o eixo para sustentar o rotor durante a desmontagem.

Desmontagem dos mancais:



ATENÇÃO

- Durante a desmontagem dos mancais, deve-se ter cuidado para não causar danos aos rolos ou à superfície do eixo;
- Guardar as peças desmontadas em local seguro e limpo.

7.9.2.6 Montagem dos mancais

- Limpar completamente o rolamento, os reservatórios de óleo e inspecionar todas as peças para montagem do mancal;
- Certificar-se de que as superfícies de contato do rolamento estejam lisas, sem riscos ou com vestígios de corrosão;
- Antes da montagem do rolamento no eixo, aquecer o mesmo a uma temperatura entre 50 e 100°C;



ATENÇÃO

Durante a montagem do mancal, aplicar selante (Ex.: **Hylomar® HV**) para vedar as superfícies do reservatório de óleo.

7.9.3 Substituição dos rolamentos

A desmontagem dos rolamentos deve ser feita com ferramenta adequada (extrator de rolamentos). As garras do extrator deverão ser aplicadas sobre a face lateral do anel interno a ser desmontado ou sobre uma peça adjacente.

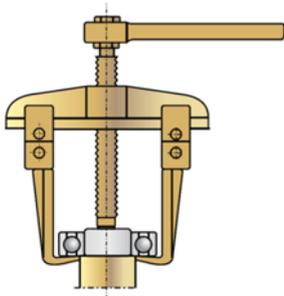


Figura 7.4: Dispositivo para sacar rolamento

Antes da aplicação de carga no sacador deve-se injetar óleo nos canais de injeção para facilitar a remoção do rolamento (aplicável apenas em eixos com canais de injeção de óleo).

7.9.4 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.

7.9.5 Mancal de deslizamento (hidrodinâmico) lubrificado a óleo

7.9.5.1 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.

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 7.3:

Tabela 7.3: 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 lubrificadas 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.



ATENÇÃO

Os cuidados tomados com a lubrificação determinarão a vida útil dos mancais e a segurança no funcionamento do gerador. 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 gerador parado.

7.9.6 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 Hylomar® HV). As duas metades do anel labirinto de vedação devem ser unidas por uma mola circular.

É muito importante executar a aplicação do selante não endurecível conforme figura abaixo:



Figura 7.5: Correta aplicação do selante nos selos flutuantes do mancal

Os furos de drenagem localizados na metade inferior do anel devem ser mantidos limpos e desobstruídos. A 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.

7.9.7 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 gerador deve ser desligado imediatamente.

O gerador deve operar durante algumas horas até que a temperatura dos mancais se estabilize. Caso ocorra uma sobre-elevação de temperatura dos mancais, o gerador 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.

7.9.8 Manutenção dos mancais de deslizamento

A manutenção de 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.

7.9.9 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.

7.9.10 Desmontagem/montagem dos sensores de temperatura Pt100 dos mancais

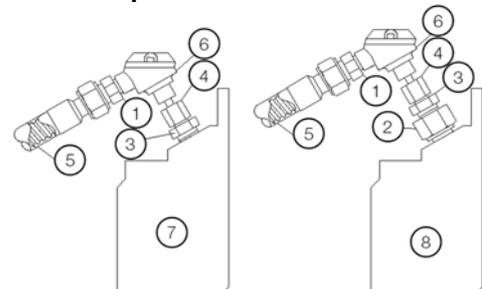


Figura 7.6: Pt100 nos mancais

Legenda da Figura 7.6:

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.

8 DESMONTAGEM E MONTAGEM DO GERADOR



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 gerador.

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

8.1 DESMONTAGEM

Os seguintes cuidados devem ser tomados quando é feita a desmontagem do gerador elétrico:

1. Utilizar sempre ferramentas e dispositivos adequados para desmontagem do gerador;
2. Antes de desmontar o gerador, desconectar os tubos do sistema de lubrificação (se houver);
3. Desconectar as ligações elétricas e dos acessórios;
4. Retirar os sensores de temperatura dos mancais e escova de aterramento;
5. Para prevenir danos ao rotor, apoiar o eixo nos lados dianteiro e traseiro sobre suportes;
6. Para desmontagem dos mancais, seguir os procedimentos descritos neste manual;
7. A retirada do rotor do interior do gerador 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 gerador, adotar os mesmos cuidados indicados para desmontagem.



NOTA

Quando o gerador é fornecido desmontado, um manual específico de montagem é fornecido com o mesmo. Neste manual são descritos os procedimentos e etapas para sua montagem no local de instalação.

Qualquer peça danificada (trincas, amassamento de partes usinadas, rosca defeituosas), deve ser substituída, evitando sempre uma recuperação da mesma.

8.3 MEDIÇÃO DO ENTREFERRO

Após a montagem do gerador, será necessário medir o entreferro para verificar a concentricidade entre rotor e estator.

Medir o entreferro em todos os polos do rotor em 4 pontos equidistantes do estator (Ex.: 45°, 135°, 210° e 330°).

É necessário também medir o entreferro da excitatriz e excitatriz auxiliar (se houver). Removendo a tampa de inspeção da excitatriz, proceder a medição do entreferro da excitatriz assim como é feita no gerador.

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

8.4 VOLANTE DE INERCIA

A fixação do volante de inércia (quando houver) no eixo do gerador é feita pelo anel de fixação, conforme detalhe da Figura 8.1.

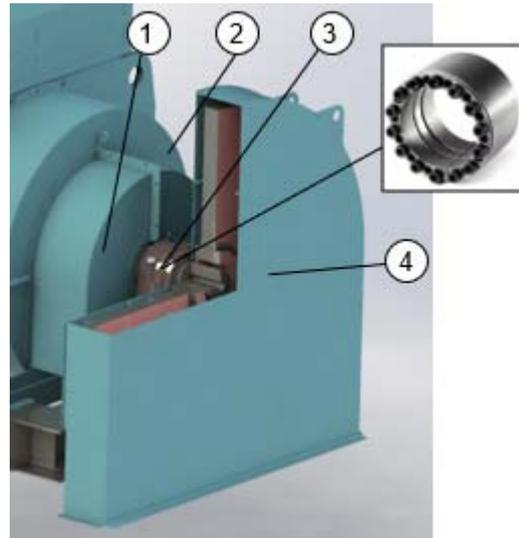


Figura 8.1: Fixação do volante de inércia

1. Mancal traseiro
2. Volante de inércia
3. Anel de fixação do volante de inércia
4. Tampa de proteção do volante de inércia

Montagem

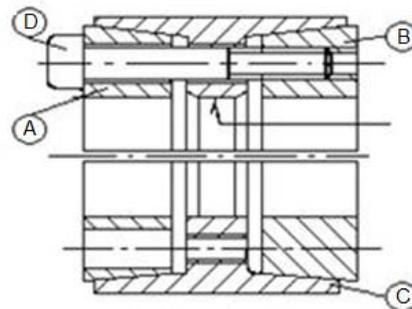


Figura 8.1: Detalhe da montagem do anel de fixação

A montagem do anel que fixa o volante de inércia ao eixo do gerador deve ser feita conforme mostra a Figura 8.1 de acordo com o seguinte procedimento:

1. Soltar alguns passos de filete de todos os parafusos e montar pelo menos 3 parafusos nas rosca das peças A e C, para que as peças A e B mantenham a distância da peça C.
2. Montar os anéis laterais com as rampas cônicas lubrificadas. Não utilizar bissulfeto de molibdênio (Molycote).
3. Montar o anel no cubo e eixo e iniciar o procedimento de aperto dos parafusos D.

- Utilizando um torquímetro, apertar os parafusos uniformemente e em cruz, conforme Figura 8.2, adotando várias etapas com escalonamento do torque de aperto.

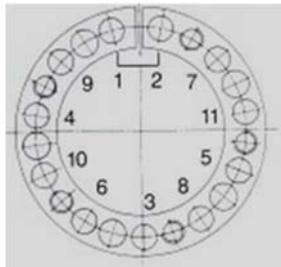


Figura 8.2: Sequência de aperto dos parafusos

Controle do torque de aperto:

- Controlar torque de aperto na ordem de disposição dos parafusos.
- A montagem do anel de fixação e do volante de inércia estará concluída quando o torque de aperto informado no catálogo do fornecedor do anel de fixação é alcançado em todos os parafusos.



NOTA

Os anéis laterais (A e B) possuem rampas cônicas auto-travantes.

Desmontagem

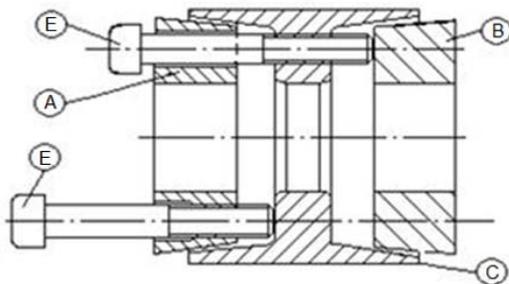


Figura 8.3: Detalhe da desmontagem do anel de fixação

A desmontagem do anel que fixa o volante de inércia ao eixo do gerador deve ser feita conforme o seguinte procedimento:

- Soltar alguns passos de filete de todos os parafusos;
- Extrair as peças A e C utilizando os parafusos extratores E, conforme mostra a Figura 8.3;
- Após este processo, proceder a retirada da peça B.

8.5 TORQUE DE APERTO

A Tabela 8.1 e a Tabela 8.2 apresentam os torques de aperto recomendados para os parafusos de montagem do gerador 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		
	70%		70%		
% 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		
	40%		40%		
% 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	1,3
M5	0,8	2	2	1,7	2,7
M6	1	4,4	3	3,4	4,5
M8	1,25	10,7	7,5	8,3	11
M10	1,5	21	15	16,5	22
M12	1,75	37	26	28	38
M14	2	60	42	46	61
M16	2	92	65	72	94
M18	2,5	132	90	100	130
M20	2,5	187	126	140	184
M22	2,5	260	172	190	251
M24	3	330	218	240	318
M27	3	510	320	390	466
M30	3,5	640	433	480	632
M33	3,5	950	590	710	860
M36	4	1130	758	840	1105
M42	4,5	1800	1213	1360	1770
M48	5	2970	1822	2230	2657



NOTA

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

8.6 PEÇA DE REPOSIÇÃO

8.6.1 Peças de reposição necessárias

A WEG recomenda que sejam mantidas em estoque as seguintes peças de reposição, necessárias para os procedimentos de manutenção recomendados no plano de manutenção do gerador:

Peças de reposição necessárias
Rolamento dianteiro e traseiro
Casquilho para mancal dianteiro e traseiro
Selos de vedações para mancal dianteiro e traseiro
Sensor de temperatura para mancal dianteiro e traseiro
Conjunto de resistências de aquecimento
Escova de aterramento
Conjunto de diodos retificadores
Conjunto de varistores
Capacitor
Lubrificante para os mancais

A disponibilidade de peças de reposição necessárias é importante para reduzir os tempos de parada do gerador devido a necessidade de troca de componentes.

8.6.2 Peças de reposição opcionais

As peças de reposição listadas a seguir são opcionais e podem ser solicitadas para atender eventuais necessidades de substituição.

Peças de reposição opcionais
Sensor de vibração para mancal dianteiro e traseiro*
Conversor de sinal de vibração para mancal dianteiro e traseiro*
Regulador de tensão
Roda de diodos
Estator da excitatriz
Rotor da excitatriz
* Se aplicável

As peças sobressalentes 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 gerador.

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

EQUIPAMENTO	Semanal	Mensal	3 meses	6 meses	Anual	3 anos	Observação
ESTATOR							
Inspeção visual do estator.					x		
Controle da limpeza.					x		
Inspeção visual das estecas das ranhuras.						x	
Verificação da fixação dos terminais do estator.					x		
Medição da resistência de isolamento do enrolamento.					x		
ROTOR							
Inspeção visual.					x		
Controle da limpeza.					x		
Inspeção do eixo (desgaste, incrustações).						x	
Medição da resistência de isolamento do enrolamento.					x		
EXCITATRIZ							
Controle da limpeza.				x			
Teste dos diodos e varistores					x		
Inspeção dos enrolamentos.					x		
Medição da resistência de isolamento do enrolamento.					x		
MANCAIS							
Controle do ruído, vibração, vazamentos, temperatura e nível de óleo (se aplicável).	x						
Controle da qualidade do lubrificante.					x		
Troca do lubrificante.							Intervalo indicado na placa de identificação do mancal.
CAIXAS DE LIGAÇÃO E TERMINAIS DE ATERRAMENTO							
Limpeza do interior das caixas de ligação.					x		
Reaperto dos parafusos.					x		
EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO E CONTROLE							
Teste de funcionamento.					x		
Registro dos valores.	x						
Desmontagem e teste de funcionamento.						x	
ACOPLAMENTO							
Inspeção do alinhamento.					x		Checar após a primeira semana de funcionamento.
Inspeção da fixação.					x		
GERADOR COMPLETO							
Inspeção do ruído e vibração.	x						
Reaperto dos parafusos.					x		
Limpeza das caixas de ligação.					x		
Reaperto das conexões elétricas e do aterramento.					x		

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 gerador não excita ou não escorva	<ul style="list-style-type: none"> Proteção atuada. 	<ul style="list-style-type: none"> Verificar no painel principal e nos módulos dos reguladores a sinalização de proteção atuada.
	<ul style="list-style-type: none"> Chave de excitação, caso houver, não está funcionando. 	<ul style="list-style-type: none"> Verificar a chave de excitação.
	<ul style="list-style-type: none"> Interrupção no circuito de alimentação de potência do regulador de tensão. 	<ul style="list-style-type: none"> Verificar o circuito de alimentação de potência do regulador de tensão.
	<ul style="list-style-type: none"> Velocidade de acionamento não está correta. 	<ul style="list-style-type: none"> Medir a rotação do gerador e fazer eventualmente, nova regulagem. Verificar se a proteção de subfrequência não está atuada.
	<ul style="list-style-type: none"> Interrupção no circuito de excitação principal. 	<ul style="list-style-type: none"> Fazer medições em todos os diodos girantes; trocar diodos defeituosos ou trocar o conjunto todo. Verificar a ligação entre rotor principal e disco de diodos.
	<ul style="list-style-type: none"> Relé ou outro componente do regulador com defeito. 	<ul style="list-style-type: none"> Passar para o modo manual. Trocar o regulador de tensão.
	<ul style="list-style-type: none"> Referência de tensão parametrizada em valor baixo. 	<ul style="list-style-type: none"> Reajustar a parametrização.
	<ul style="list-style-type: none"> Varistor de proteção dos diodos está defeituoso. 	<ul style="list-style-type: none"> Caso estiver defeituoso, deve ser trocado, ou se não houver peça de reposição, retirá-lo temporariamente.
Gerador não excita até a tensão nominal	<ul style="list-style-type: none"> Retificadores girantes defeituosos. 	<ul style="list-style-type: none"> Fazer a medição individual em todos os diodos girantes, trocar os diodos defeituosos e trocar eventualmente o conjunto todo.
	<ul style="list-style-type: none"> Velocidade abaixo do ajuste parametrizado para função U/F do regulador de tensão. 	<ul style="list-style-type: none"> Verificar se a função U/F do regulador de tensão está atuando. Se a função U/F estiver parametrizada acima da frequência nominal, reajustar para -5% abaixo. Medir a velocidade e regulá-la.
	<ul style="list-style-type: none"> Referência de tensão parametrizada em valor baixo. 	<ul style="list-style-type: none"> Reajustar a parametrização da referência de tensão.
	<ul style="list-style-type: none"> Ajuste remoto da tensão abaixo da nominal. 	<ul style="list-style-type: none"> Reajustar nas botoeiras remotas o valor correto.
	<ul style="list-style-type: none"> Tensão de alimentação de potência do regulador de tensão abaixo da tensão desejada resultando uma tensão de saída menor que a necessária. 	<ul style="list-style-type: none"> Verificar se as ligações estão de acordo com o Manual de Regulador de Tensão.
Em vazio, o gerador excita até a tensão nominal, porém entra em colapso com a carga	<ul style="list-style-type: none"> Diodos girantes estão defeituosos. 	<ul style="list-style-type: none"> Fazer medições individuais em todos os diodos girantes; trocar os diodos defeituosos; trocar, eventualmente o conjunto todo.
	<ul style="list-style-type: none"> Atuação de proteção: sobrecorrente, sobre-excitação, sobretensão. 	<ul style="list-style-type: none"> Verificar se as parametrizações não estão ajustadas de tal modo que atuem em condições normais de operação.
	<ul style="list-style-type: none"> Atuação da função de limite de corrente de excitação. 	<ul style="list-style-type: none"> Verificar as grandezas ajustadas para a atuação das proteções e as parametrizações.
	<ul style="list-style-type: none"> Forte queda de velocidade, com atuação ou não da função U/F. 	<ul style="list-style-type: none"> Verificar controle de velocidade da turbina. Verificar a parametrização da função U/F.

ANORMALIDADE	POSSÍVEIS CAUSAS	CORREÇÃO
O gerador, em vazio, excita-se através de sobretensão	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Para sobretensão momentânea com imediato desligamento: abertura do circuito do transformador de sinal. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificar fusíveis e cabos de conexão.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ No modo remoto: Erro no ajuste através das botoeiras remotas, com desligamento após certo tempo (ajustado também na parametrização). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reajustar o valor da tensão de referência.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ No modo manual: Erro na parametrização da tensão de referência: não haverá atuação da proteção. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reajustar o valor da tensão de referência.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ No modo local: Erro na parametrização da tensão de referência, com desligamento após certo tempo (ajustado também na parametrização). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reajustar o valor da tensão de referência.
Oscilações na tensão do gerador	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modo Manual: Estabilidade mal ajustada. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ajustar a parametrização do regulador de tensão.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modo automático: Estabilidade mal ajustada. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ajustar a parametrização do regulador de tensão.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oscilações da carga. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificar a causa das oscilações.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oscilações na rotação da turbina. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 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 nº 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... and S...

.....

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 60204-1:2006 + A1:2009 + AC:2010 e EN 60204-11:2000 + AC:2010**

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:

Eduardo de Nobrega
Diretor Superintendente

Jaraguá do Sul, 19 de Março de 2019

DEC3519-Rev00 - Portuguesa

1/1

12 INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

13 ASSISTENTES TÉCNICOS

12.1 EMBALAGEM

Os geradores 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 geradores WEG provém de reflorestamento e recebe tratamento de antifungos.

12.2 PRODUTO

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

O gerador elétrico, 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 Bernado 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