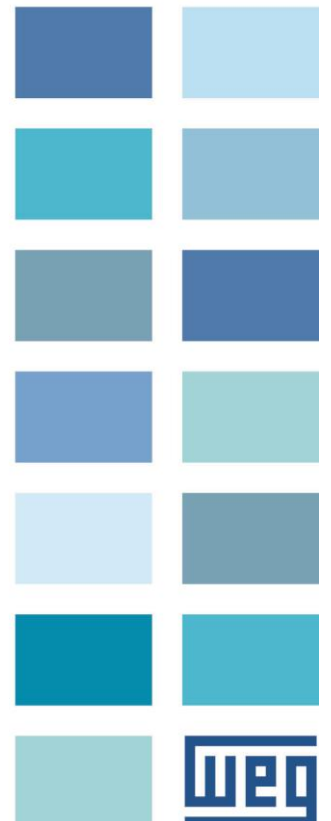


Transformador de Potência

Linha Aletado

Manual de Instalação, Operação e Manutenção





Manual de Instalação, Operação e Manutenção

N^o do Documento: 10000892317

Idioma: Português

Versão: 14

Julho 2020

Prezado Cliente,

Obrigado por adquirir o transformador de potência 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 transformador elétrico um dos equipamentos responsável pela geração, transmissão e distribuição desta energia, por isso este precisa ser identificado e tratado como uma máquina cujas características envolvem determinados cuidados, dentre os quais os de armazenagem, instalação e manutenção.

Assim indicamos ler atentamente este manual antes de proceder à instalação, operação ou manutenção do transformador, assegurando uma operação segura e contínua, além de garantir a sua segurança e de suas instalações. Caso as dúvidas persistam, solicitamos contatar a WEG.

Mantenha este manual sempre próximo ao seu transformador, para que possa ser consultado quando necessário.



ATENÇÃO!

É imprescindível seguir os procedimentos contidos neste manual para que a garantia tenha validade.

Os procedimentos de instalação, operação e manutenção do transformador deverão ser feitos por pessoal qualificado.



NOTA!

A reprodução das informações deste manual, no todo ou em partes, é permitida desde que a fonte seja citada.

Caso este manual seja extraviado, entre em contato com a WEG para que outra cópia seja fornecida.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 OBJETIVO	7
1.2 RESPONSABILIDADE	7
1.3 SUPORTE TÉCNICO PARA TRANSFORMADORES.....	7
2 INSTRUÇÕES BÁSICAS.....	7
3 TRANSPORTE.....	8
3.1 ETAPAS EM FÁBRICA ANTES DO TRANSPORTE	8
3.1.1 PRESSURIZAÇÃO PARA RETIRADA DE ÓLEO	8
3.1.2 DRENAGEM DO ÓLEO	9
3.1.3 DESMONTAGEM DOS RADIADORES.....	9
3.1.4 DESMONTAGEM DOS CONSERVADOR DE ÓLEO.....	10
3.1.5 DESMONTAGEM DAS TUBULAÇÕES E ACESSÓRIOS.....	10
3.1.6 PRESSURIZAÇÃO PARA TRANSPORTE	10
3.1.7 INSTALAÇÃO DE INSTRUMENTOS DE MONITORAMENTO DE TRANSPORTE.....	11
3.1.8 CARREGAMENTO	12
3.2 REGISTRADOR DE IMPACTO TIPO ELETRÔNICO.....	12
3.3 EQUIPAMENTO PRESSURIZADO COM CILINDRO REGULADOR DE PRESSÃO	13
3.3.1 VERIFICAÇÃO DA PRESSÃO DO GÁS.....	13
3.3.2 PRESSURIZAÇÃO DO EQUIPAMENTO.....	14
3.3.3 PLANILHA DE VERIFICAÇÃO DE PRESSÃO DO GÁS.....	15
4 INSTRUÇÕES GERAIS	17
4.1 INSPEÇÃO E VERIFICAÇÃO DE RECEBIMENTO	17
4.2 ARMAZENAMENTO.....	18
5 MONTAGEM	19
5.1 NIVELAMENTO.....	20
5.2 CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS	20
5.3 ESTANQUEIDADE	20
5.4 NÍVEL DO LÍQUIDO ISOLANTE.....	20
5.5 ATERRAMENTO DO TANQUE	21
5.6 LIGAÇÕES	21
5.7 TANQUE PRINCIPAL.....	21
5.8 CONSERVADOR DE ÓLEO.....	23
5.9 RADIADOR DESTACAVEL	25
5.10 OLHAL DE IÇAMENTO	27
5.11 APOIO PARA MACACO.....	28
5.12 COMUTADOR DE DERIVAÇÃO	29
5.12.1 COMUTADOR TIPO ACIONAMENTO A VAZIO (DESENERGIZADO)	29

5.13 ACESSÓRIOS	29
5.13.1 DESCRIÇÃO FUNCIONAL DOS ACESSÓRIOS	29
5.13.1.1 VÁLVULA DE ALÍVIO DE PRESSÃO (DAP)	29
5.13.1.2 DESUMIDIFICAR (SECADOR) DE AR A SÍLICA GEL.....	30
5.13.1.3 RELÉ DETECTOR DE GÁS TIPO BUCHHOLZ (RB)	31
5.13.1.4 INDICADOR MAGNÉTICO DE NÍVEL DE ÓLEO (INO)	32
5.13.1.5 TERMÔMETRO DO ÓLEO (ITO)	33
5.13.1.6 TERMÔMETRO DO ENROLAMENTO (ITE)	33
5.13.1.7 CONTROLADOR MICROPROCESSADO DE TEMPERATURA.....	35
5.13.1.8 TRANSFORMADOR DE CORRENTE (TC)	35
5.13.1.9 RELÉ DE PRESSÃO SÚBITA (RPS)	36
5.13.1.10 MANÔMETRO E MANOVACUÔMETRO.....	37
5.13.1.11 BOLSA DE BORRACHA EM CONSERVADOR DE ÓLEO	37
5.13.1.12 RELÉ DE RUPTURA DE MEMBRANA/BOLSA.....	37
5.13.1.13 BUCHAS	38
5.13.1.14 RODA LISA OU FLANGEADA	40
6 INSTALAÇÃO	42
6.1 INSPEÇÃO VISUAL.....	42
6.2 PLACA DE IDENTIFICAÇÃO	42
6.3 SISTEMA DE PROTEÇÃO E MANOBRA.....	42
7 ENSAIOS ANTES DA ENERGIZAÇÃO	42
7.1 RELAÇÃO DOS ENSAIOS ELÉTRICOS E COMISSONAMENTO	42
7.1.1 ÓLEO ISOLANTE	43
7.2 VERIFICAÇÕES ANTES DA ENERGIZAÇÃO	43
8 ENERGIZAÇÃO	44
8.1 VERIFICAÇÕES PRELIMINARES À ENERGIZAÇÃO	44
8.2 VERIFICAÇÕES PÓS ENERGIZAÇÃO	44
8.2.1 MUDANÇA DE POSIÇÃO DO TAP DO TRANSFORMADOR	45
9 MANUTENÇÃO.....	45
9.1 CRONOGRAMA DE MANUTENÇÃO	46
9.1.1 INSPEÇÃO TRIMESTRAL.....	46
9.1.2 ROTINA DE INSPEÇÃO PARA INTERVALOS MAIS ABRANGENTES.....	47
9.2 COLETA DE AMOSTRAS DO ÓLEO ISOLANTE.....	48
9.2.1 CONDIÇÃO DE COLETA EM TRANSFORMADORES EM OPERAÇÃO	48
9.2.2 COLETA DE ÓLEO PARA TRANSFORMADOR PROVIDO DE SISTEMA DE SELAGEM	48
9.2.3 PROCEDIMENTO PARA AVALIAR CONDIÇÃO DO SISTEMA DE SELAGEM.....	49
9.3 COLETA PARA ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA	49
9.3.1 UTENSÍLIOS DE COLETA DA AMOSTRA.....	49
9.3.2 LIMPEZA DOS FRASCOS DE AMOSTRAGEM	50

9.3.3 PROCEDIMENTO PARA COLETA DA AMOSTRA COM FRASCO.....	50
9.4 COLETA PARA ANÁLISE CROMATOGRÁFICA	52
9.4.1 UTENSÍLIOS DE COLETA DA AMOSTRA.....	52
9.4.2 LIMPEZA DA SERINGA DE AMOSTRAGEM	52
9.4.3 PROCEDIMENTO PARA COLETA DA AMOSTRA COM SERINGA.....	52
9.5 IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS DE ÓLEO	54
9.5.1 IDENTIFICAÇÃO DOS RECIPIENTES COM AMOSTRAS DE ÓLEO PARA ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E CROMATOGRÁFICA	54
9.5.2 ARMAZENAGEM DAS AMOSTRAS COLETADAS	54
9.6 DESLIGAMENTO DE EMERGÊNCIA	54
9.7 FALHAS E DIAGNÓSTICOS	55
ANEXO A – TERMO DE GARANTIA.....	57
ANEXO B – PLANILHA DE VERIFICAÇÃO DE RECEBIMENTO	58
APÊNDICE A – ÓLEO ISOLANTE.....	59
APÊNDICE B – CONEXÕES DOS TERMINAIS	64
APÊNDICE C – TORQUE RECOMENDADO.....	66
APÊNDICE D – CUIDADOS AMBIENTAIS	74
APÊNDICE E – DIRETRIZES ESPECÍFICAS PARA PROTEÇÕES DE TRANSFORMADORES PARA INVERSORES.....	77

1 INTRODUÇÃO

1.1 OBJETIVO

Este manual foi elaborado com o objetivo de dar as instruções necessárias para o recebimento, armazenamento, montagem, instalação, energização e manutenção de transformadores de potência igual ou superior a 500kVA e com radiadores aletados. Todos os procedimentos constantes neste manual deverão ser seguidos para garantir o bom funcionamento do equipamento e a segurança do pessoal envolvido. O manual deve ser lido antes do início de qualquer trabalho.

Estas instruções (não pretendem) abranger todas as situações que possivelmente podem ocorrer durante a instalação, operação, manutenção, nem todos os detalhes e variações desses equipamentos. Mas pretende orientar adequadamente o usuário na instalação quanto aos procedimentos e atividades necessárias para receber e colocar o equipamento em serviço. Isto irá assegurar a proteção do equipamento e a validação do "Termo de Garantia Contratual". Em caso de dúvidas, o operador deve necessariamente contatar o fabricante do produto, para obtenção de informações adicionais e os devidos esclarecimentos sobre os temas correlacionados ao uso adequado do seu equipamento. Este manual também fornece informações sobre ensaios que devem ser executados nestes equipamentos, em determinados momentos específicos.

Se necessitar de informações adicionais referentes a instalação em particular ou à operação e manutenção de seu equipamento, entre em contato com o representante WEG local ou Assistência Técnica autorizada WEG.

Jamais, em face de dúvidas sobre instalação, manutenção ou operação, execute manobras que tem potencial para colocar seu equipamento em risco. Sempre acione o fabricante nestes casos.

1.2 RESPONSABILIDADE

Devido à constante evolução tecnológica, a WEG se reserva o direito de fazer alterações neste documento sem prévio aviso e não se responsabiliza por quaisquer ações de terceiros em função de tais modificações.

1.3 SUPORTE TÉCNICO PARA TRANSFORMADORES

Para maiores informações ou esclarecimentos sobre as informações fornecidas neste manual, entre em contato pelo seguinte endereço ou e-mail da assistência técnica WEG.

Blumenau
Santa Catarina – Brasil
Fone: +55 (47) 3276-5993
E-mail: wtd-astec@weg.net

Consulte a rede autorizada de Assistência Técnica WEG e as representações WEG distribuídas no Brasil e no mundo no site da WEG.

2 INSTRUÇÕES BÁSICAS

Todos que trabalham em instalações elétricas, seja na montagem, operação ou manutenção, deverão ser permanentemente informados e atualizados sobre as normas e prescrições de segurança que regem este tipo de serviço, e a obrigatoriedade em segui-las. Cabe ao responsável certificar-se, antes do início do trabalho, de que tudo foi devidamente observado e alertar seu pessoal para os perigos inerentes à tarefa proposta.

O local de trabalho deve estar de acordo com as normas de segurança atuais que regem as atividades, ou seja, contar com equipamento para combate a incêndios e avisos sobre primeiros socorros, em lugares bem visíveis e acessíveis.

É de fundamental importância que os procedimentos de instalação, operação e manutenção do transformador sejam efetuados por equipe qualificada.

Os transformadores antes de expedidos são testados na fábrica, garantindo, assim, o seu perfeito funcionamento, (dependendo do tamanho do transformador ou das condições de transporte, ele pode ser expedido montado ou desmontado). Maiores detalhes estão descritos mais adiante neste manual.

3 TRANSPORTE

3.1 ETAPAS EM FÁBRICA ANTES DO TRANSPORTE

O equipamento é preparado para atender as limitações de espaço e peso para transporte ferroviário, rodoviário ou marítimo. Transformadores com radiador de aleta fixa são transportados montados, transformadores com radiador destacável usualmente são transportados desmontado ou parcialmente. Por esta razão, e também para proteger os acessórios contra possíveis danos, o equipamento, quando necessário, é despachado com as seguintes partes principais desmontadas:

- * Buchas (condensivas)
- * Para-raios (quando aplicável)
- * Conservador de óleo
- * Rodas
- * Radiadores destacáveis
- * Motoventiladores (quando aplicável)
- * Acessórios diversos e tubulações, conexões, suportes, etc.

O equipamento é despachado com a sua parte ativa alojada dentro do tanque e protegida com gás pressurizado (quando aplicável), que dependendo das características do equipamento pode ser controlado por meio de cilindro regulador de pressão. O equipamento pode ser transportado sem óleo ou com óleo rebaixado. O óleo para abastecimento do equipamento é fornecido na forma de tambores. Todas as partes desmontadas são cuidadosamente embaladas e protegidas. Cuidado especial deve ser tomado com a embalagem de todos os acessórios que forem particularmente frágeis. Para os fins de proteção, todos os componentes feitos de aço, tais como o conservador, tubulações, radiadores etc., que serão abastecidos com óleo na instalação do equipamento, têm suas aberturas provisoriamente fechadas. Todas as aberturas da tampa e das paredes do tanque são provisoriamente fechadas por meio de tampas à prova d'água ou flanges cegos de aço. Com a finalidade de evidenciar quaisquer colisões ou choques que possam ocorrer durante o transporte e manuseio do equipamento, quando aplicável é instalado em fábrica o registrador ou indicador de impacto.

As seguintes etapas são executadas em fábrica nos transformadores que são desmontados para transporte:

3.1.1 Pressurização para Retirada de Óleo

Evita que na retirada do óleo isolante e desmontagem do transformador, a parte ativa tenha contato com o meio externo.

- * Tempo permitido de exposição da parte ativa:

O transformador, quando necessário, é embarcado cheio de ar seco ou gás nitrogênio, sob baixa pressão. Serviços como inspeção interna (realizada somente por pessoal autorizado), instalação de bucha, conexão interna, entre outros, são executados no transformador com a tampa aberta. Dessa forma o núcleo e as bobinas absorvem umidade por estarem expostas à atmosfera. Por esta razão, o tempo de exposição do núcleo e das bobinas deve ser limitado dentro do alcance mencionado no **Gráfico 01**.

**ATENÇÃO!**

O tanque do transformador não deve ser aberto quando estiver chovendo, ameaçando tempestade ou quando a umidade relativa exceder a 70%.

Feche e sele a janela de inspeção e aberturas imediatamente após a suspensão ou término do serviço interno. Entretanto, não só o tempo de trabalho com a tampa aberta, como também o tempo no qual o transformador permanece fechado e cheio de ar devem ser considerados como tempo de exposição, já que o núcleo e as bobinas absorverão umidade durante este período. Se o tempo em que o transformador ficar fechado com ar for menor que 4 horas, conte-o como tempo de exposição. De outra forma, considere apenas 4 horas como tempo de exposição, se o tempo em que o transformador ficar fechado com ar for maior que 4 horas.

No caso do transformador cuja tensão superior é menor ou igual a 362 kV, ilustra-se no **Gráfico 01**, o tempo permissível total de exposição.

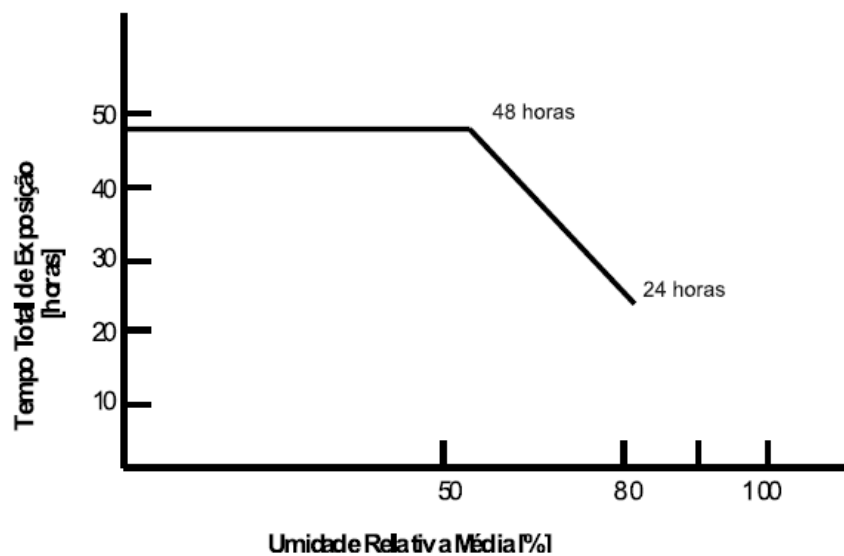


Gráfico 01 - Tempo permitido de exposição da parte ativa do transformador

3.1.2 Drenagem do Óleo

Rebaixar ou retirar todo o óleo isolante de acordo com a especificação definida para o transporte do transformador até o cliente.

3.1.3 Desmontagem dos Radiadores

Retirar, flangear e embalar, disponibilizando para transporte (**Figura 01**).



Figura 01 - Desmontagem dos radiadores

3.1.4 Desmontagem do Conservador de Óleo

Retirar, flangear e embalar, disponibilizando para transporte (**Figura 02**).



Figura 02 - Preparação do conservador de óleo para transporte

3.1.5 Desmontagem das Tubulações e Acessórios

Retirar, flangear e embalar, disponibilizando para transporte (**Figura 03**).



Figura 03 - Preparação das tubulações e acessórios para transporte

3.1.6 Pressurização para Transporte

Mantêm a parte interna do tanque do transformador com pressão positiva durante as etapas de manuseio e transporte, evitando contaminação por umidade externa, preservando a secagem da parte interna do tanque e da parte ativa.

Quando o transformador for transportado com óleo, deve ser mantido um nível de óleo suficiente para cobrir a parte ativa, bem como assegurada uma camada de gás seco, que possibilite a compensação da variação de volume do óleo em função da variação da temperatura ambiente. Caso o cliente solicite monitoramento desta pressão, é instalado um manômetro na tampa superior do transformador.

Quando o transformador for transportado sem óleo, deve ser pressurizado com gás seco, mantendo-se pressão positiva de 0,25 kgfcm², a uma temperatura referenciada a 25 °C (**Figura 04**). Este sistema deve ser composto por cilindros acoplados ao tanque, através de dispositivos que fornecem pressão positiva constante.

Durante o percurso e antes do recebimento, devem ser realizadas inspeções no sistema de pressurização de gás para detecção de possíveis vazamentos.



Figura 04 - Ligação do sistema de pressurização automático

3.1.7 Instalação de Instrumentos de Monitoramento de Transporte

Servem para indicar a ocorrência de choques e vibrações nos sentidos transversal, longitudinal e vertical durante o transporte, carga e descarga. A amplitude das vibrações e choques é registrada em termos "g" (múltiplos da aceleração da gravidade), conforme **Tabela 01**. São analisados os limites do indicador de impacto após descarga do transformador e enviado ao fabricante. Caso estejam fora dos limites, o fabricante tomará as devidas providências. Se os limites de aceleração recomendados forem extrapolados, não significa que houve danos no transformador. Caso ocorra esta extrapolação, o fabricante deverá realizar uma análise mais criteriosa da ocorrência, definindo a necessidade ou não de uma avaliação interna ou, eventualmente, a adoção de outra ação específica. É necessário observar que, não somente o valor máximo é importante, mas também a quantidade de vezes que este valor é atingido durante o transporte.

Tabela 01 - Valores de aceleração aceitáveis durante o transporte

Sentido da aceleração	Transporte rodoviário ou marítimo	Duração máxima do impacto	
		Modelo: MLog IM 100	Modelo: Shocklog 298
Longitudinal	2,0 g	35 ms	100 ms
Transversal	2,0 g	35 ms	100 ms
Vertical	3,0 g	35 ms	100 ms

Observação: g = Aceleração da gravidade (9,81 m/s²)

O indicador de impacto apenas indica através de um **LED vermelho** **Figura 05 b** a ocorrência de um evento de choque ou vibração, caso o impacto ultrapasse o valor de "3g" nos sentidos transversal e longitudinal.

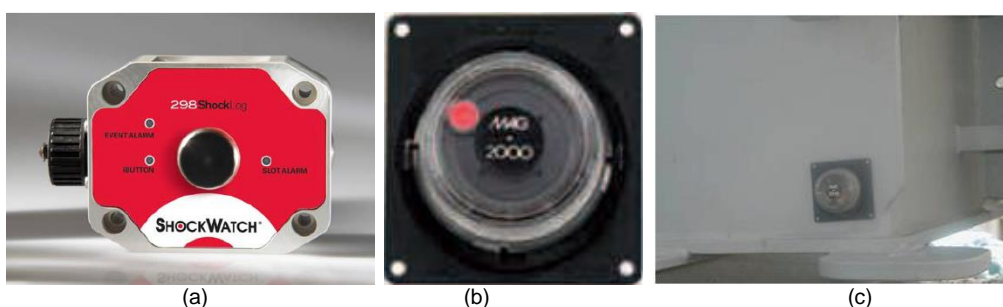


Figura 05 - (a) Registrador eletrônico (b) indicador de impacto (c) indicador de impacto instalado na parte inferior do transformador



NOTA!

Consulte no transformador qual indicador de impacto está instalado.

3.1.8 Carregamento

Esta operação é realizada em fábrica quando o transformador é expedido com auxílio de ponte rolante, içado pelos quatro pontos de engate, atendendo sempre os requisitos de segurança para o manuseio do transformador (**Figura 06**).



Figura 06 - Carregamento do transformador em fábrica

3.2 REGISTRADOR DE IMPACTO TIPO ELETRÔNICO

A finalidade é registrar choques e vibrações ocorridas nos sentidos transversal, longitudinal e vertical durante os processos de transporte, carregamento e descarregamento. A magnitude das vibrações e dos choques é registrada em unidades de “g” (múltiplos de aceleração da gravidade). Os valores de impacto serão analisados depois que o equipamento estiver descarregado e os dados para análise devem ser enviados para a Assistência Técnica WEG.



NOTA!

A bateria utilizada para alimentação do registrador de impacto tem a duração aproximada de 6 (seis) meses.

Recomenda-se que a bateria do registrador de impacto seja trocada por uma nova sempre que o registrador de impacto for utilizado, evitando assim perda de informações por falta de carga na bateria.

A instalação do registrador de impacto (**Figura 07**) é feita por técnicos especializados WEG antes do embarque efetivo do equipamento, habilitando o início do processo do registro de impactos.

O registrador de impacto somente pode ser removido após o posicionamento efetivo do equipamento na base definitiva. Para a remoção do instrumento, as seguintes informações devem ser registradas na etiqueta:

- * Data de remoção do registrador de impacto.
- * Horário de remoção do registrador de impacto.
- * Responsável pela remoção do registrador de impacto.

Após o preenchimento das informações, remover o registrador de impacto com o auxílio de uma chave através dos parafusos de fixação.

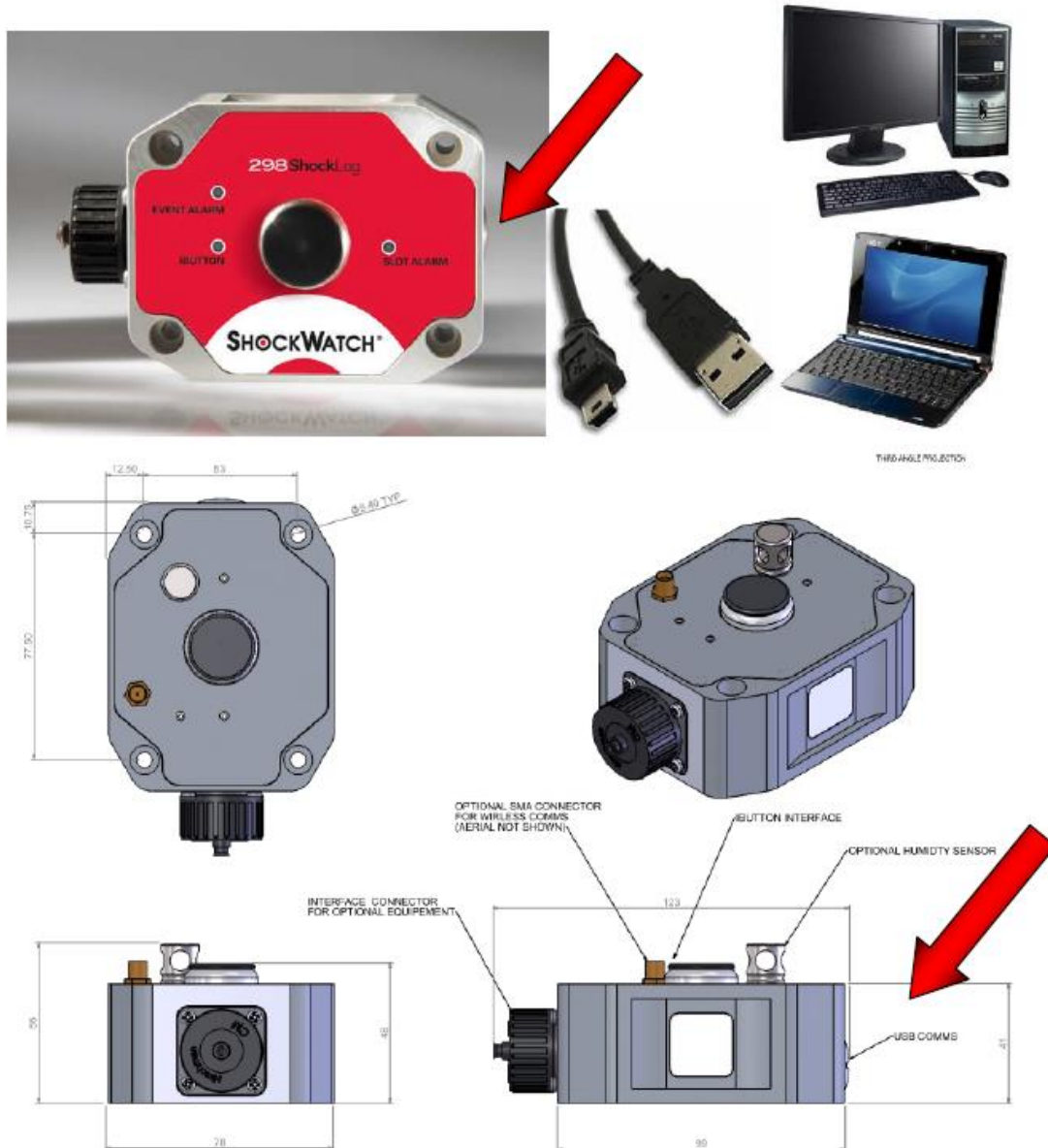


Figura 07 - Detalhes do registrador de impacto tipo eletrônico

3.3 EQUIPAMENTO PRESSURIZADO COM CILINDRO REGULADOR DE PRESSÃO



PERIGO!

O cilindro é altamente pressurizado. Desta forma, é necessário que seja manejado por pessoas treinadas. A operação das válvulas deverá ser feita com movimentos suaves de operação das válvulas, tomando cuidado com a integridade do cilindro.

3.3.1 Verificação da Pressão do Gás

Em casos onde se é necessário, um cilindro de gás, equipado com um regulador automático de pressão, é conectado ao tanque principal do equipamento, e é mantido assim durante todo o processo de transporte.

O regulador automático de pressão possui dois manômetros: um de alta pressão, que indica a pressão dentro do cilindro e um de baixa pressão, que indica a pressão dentro do tanque do equipamento. A pressão dentro do tanque do equipamento é regulada entre 0,19 kgf/cm² e 0,30 kgf/cm², em 25°C. A verificação da pressão do gás deve ser feita de acordo com a planilha de verificação de pressão de gás no **item 3.3.3**.



ATENÇÃO!

Caso o manômetro de alta pressão (pressão do gás do cilindro) indicar pressão menor do que 50 kgf/cm² deve-se interromper o transporte e contatar a WEG imediatamente.

3.3.2 Pressurização do Equipamento

Para realizar a pressurização do equipamento os procedimentos abaixo devem ser seguidos (ver **Figura 08**):

- * Conectar a mangueira na válvula 4 na parte superior do tanque do equipamento, normalmente conectada a uma tampa de inspeção;
- * Abrir lentamente a válvula 4;
- * Abrir lentamente a válvula 1;
- * Checar as leituras de pressão nos manômetros 2 e 3.

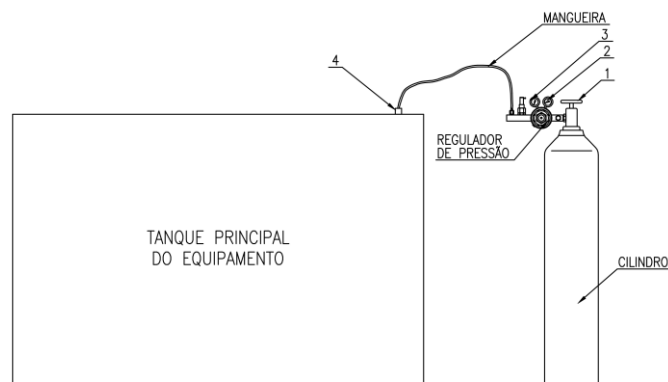


Figura 08 - Arranjo de montagem do cilindro



ATENÇÃO!

A pressão limite inferior do(s) cilindro(s) de suprimento do gás seco deve ser de **20kgf/cm²**. Atingida esta pressão, este(s) cilindro(s) deve(m) ser substituído(s) por outro(s) de pressão não inferior a **160kgf/cm²** (pressões referidas a uma temperatura de 25°C).

Para realizar a substituição do cilindro os procedimentos abaixo devem ser seguidos (ver **Figura 08**):

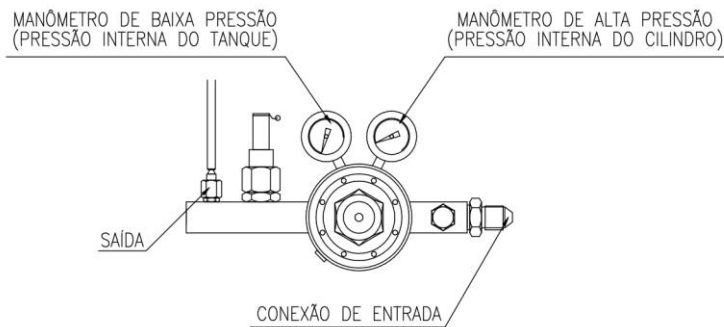
- * Fechar válvula 1;
- * Fechar válvula 4;
- * Desconectar o regulador de pressão do cilindro;
- * Substituir o cilindro;
- * Conectar o regulador de pressão no cilindro novo;
- * Abrir a válvula 4;
- * Abrir a válvula 1;
- * Checar as leituras de pressão nos manômetros 2 e 3.

Dependendo do porte do equipamento, ou quando solicitado pelo comprador, pode ser necessária a instalação de um ou dois cilindros de pressurização no tanque. Em qualquer um dos casos, deve-se garantir que a válvula de cada cilindro permaneça na posição aberta de

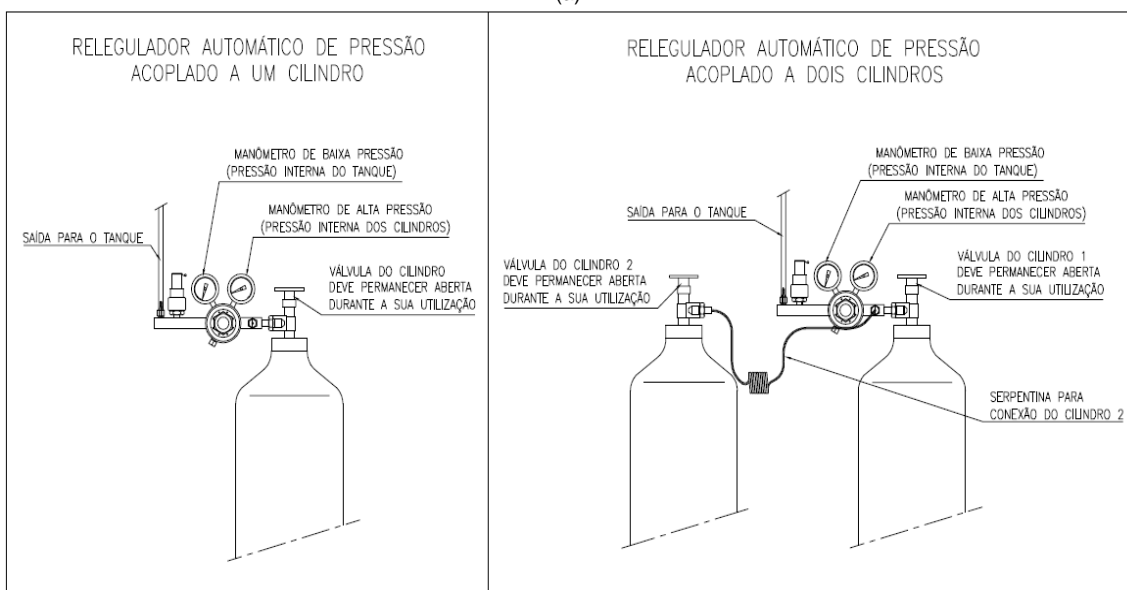
modo a garantir o bom funcionamento do(s) cilindro(s) de pressurização durante a etapa de transporte e, quando for o caso, durante o armazenamento com o tanque pressurizado (Ver detalhe na **Figura 09**).

**NOTA!**

Em solicitações especiais, pode ser fornecido um cilindro reserva não acoplado ao tanque de equipamento. Este cilindro é fornecido totalmente lacrado. O lacre só deve ser retirado antes de sua colocação em operação.



(a)



(b)

Figura 09 - (a) Regulador automático de pressão; (b) Arranjo da montagem dos cilindros

3.3.3 Planilha de Verificação de Pressão do Gás

4 INSTRUÇÕES GERAIS

4.1 INSPEÇÃO E VERIFICAÇÃO DE RECEBIMENTO

O processo de recebimento do transformador consiste em realizar a conferência dos itens contidos na nota fiscal e os itens recebidos, assim como, suas condições, ainda em cima do veículo transportador.

Desta forma, indica-se que o processo contemple as seguintes etapas destacadas abaixo e o preenchimento do ANEXO B – PLANILHA DE VERIFICAÇÃO DE RECEBIMENTO deste manual:

- * Registros fotográficos (5 fotos no mínimo) com foco voltado a lateral e parte superior do equipamento;
- * Registros fotográficos (2 fotos no mínimo) de cada acessório e buchas/terminais;
- * Verificar a ausência de danos externos no transformador, tais como: vazamento de óleo em vedações, fixação de acessórios, buchas, aletas de radiadores (trocadores de calor);
- * Inexistência de fissuras ou lascas nos corpos isolantes das buchas;
- * Arranhões, avarias na pintura;
- * Sinais de corrosão, choque;
- * Estado dos acessórios;
- * Placa de identificação: Verificar se as características da placa de identificação do transformador estão de acordo com o especificado;
- * Sistema de comutação: Deve-se efetuar a troca de todas as posições do comutador a vazio, de modo a identificar possíveis problemas ocorridos durante transporte, posteriormente retornando à posição inicial.

Para casos em que supostamente os danos foram causados em decorrência do transporte, indica-se proceder conforme indicações abaixo:

- 1 – Notificar imediatamente o representante WEG;
- 2 – Conforme termo de garantia, efetuar ressalva detalhando o desvio no verso do conhecimento de transporte e nota fiscal;
- 3 – Enviar imediatamente e-mail para a Assistência Técnica WEG, wtd-astec@weg.net, com cópia para wtd-sinistros@weg.net, contendo fotos do equipamento ainda sobre a carroceria do caminhão, fotos das avarias e informar o número de série do equipamento.



ATENÇÃO!

Para ter direito à garantia, o CLIENTE deve atender às especificações dos documentos técnicos da WEG.

No descarregamento ou içamento, devem ser observadas as normas usuais de segurança. Sob hipótese alguma podem ser utilizadas as buchas ou os olhais dos acessórios (radiadores, conservador, etc.), como apoio para qualquer esforço no transformador, pois os mesmos são partes frágeis (nem mesmo para deslocamento longitudinal).



ATENÇÃO!

Os cabos para içamento do transformador devem ser posicionados corretamente para evitar a deformação dos olhais (ganchos).

Para qualquer um dos casos a Assistência Técnica WEG deve ser informada o mais breve possível, ou em um período máximo de 10 dias.

Após este período, toda e qualquer definição para atendimento em garantia ficará a critério de avaliação das informações efetuadas pela Assistência Técnica WEG.

Somente com a observação e avaliação criteriosa dos procedimentos acima, a garantia do equipamento poderá ser acionada.

Para auxílio dispomos no final do manual o ANEXO B – PLANILHA DE VERIFICAÇÃO DE RECEBIMENTO.

Demais informações de contatos WEG podem ser encontradas no final do Manual.

4.2 ARMAZENAMENTO

É indicado que o transformador, após chegar ao local de instalação, seja prontamente montado e instalado em sua base definitiva, mesmo que não vá entrar em operação imediatamente.

Em casos de curtos intervalos de tempo (máximo 3 meses) o transformador pode ser armazenado sem óleo, desde que seja pressurizado com gás seco para transformador imerso em óleo isolante mineral (se o líquido do transformador for óleo vegetal, a pressurização deve ser feita com nitrogênio). A pressão a ser aplicada no equipamento é de 0,3Kgf/cm² à temperatura de 25°C. Os cilindros para pressurização e os dispositivos de controle da pressão interna do transformador são de responsabilidade atribuída ao cliente.

Em transformadores armazenados sem óleo, deve ser realizada inspeção semanal na pressão de gás, com respectivos registros, de modo a detectar vazamentos em tempo hábil e evitar penetração de umidade.

Conforme boas práticas de manutenção, indicamos gerar, manter uma planilha de controle com os registros de inspeção, contendo datas e valores obtidos de pressão do gás dos cilindros e do equipamento, para serem apresentadas ao fabricante, caso solicitado.

A grande maioria dos transformadores abrangidos neste manual será entregue completo na obra, incluindo óleo. Alguns poucos casos, por necessidades especiais, ou por solicitação do cliente serão entregues sem óleo. Para estas situações, considerar:

a. Os transformadores, quando não instalados imediatamente, devem ser armazenados preferencialmente em lugar abrigado, seco, isento de poeiras e gases corrosivos, colocando-os sempre em posição normal e afastados de área com muito movimento ou sujeito a colisões e intempéries.

Sempre deposite o transformador sobre suportes que evitem seu contato direto com o solo, diminuindo assim a possibilidade de corrosão. Quando armazenado ao tempo, a posição deve ser tal que evite o acúmulo de água sobre as superfícies, e se isto não for possível, use uma proteção (lona) contra chuva.

b. Os componentes e acessórios, quando retirados do transformador para transporte ou para armazenamento, devem atender ao seguinte:

* Os acessórios devem ser armazenados em locais adequados (abrigados, secos e limpos);

* Radiadores, quando destacáveis, devem ser armazenados em locais secos e limpos, e sem contato com o solo;

* Especificamente para equipamentos com óleo vegetal isolante, o manuseio de peças e acessórios com óleo, tal como radiadores, válvulas, etc. exigem cuidados adicionais de preservação e acondicionamento, pois as camadas finas de óleo vegetal contidas nestes materiais não devem ser expostos ao ar atmosférico e às temperaturas acima de 40°C, para minimizar a possibilidade de contaminação e/ou degradação (polimerização).

O óleo isolante pode ser armazenado em tambores metálicos de 200L com revestimento interno compatível com óleo isolante. Devem ser mantidos na posição horizontal, ficando os tampões alinhados, conforme **Figura 10**, e devem ser colocados em local abrigado, evitando-se ainda o contato dos tambores com o solo. É indicado verificar as informações da FISPQ (Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos, elaborada pelo fabricante do óleo) dos óleos mineral e vegetal antes de qualquer atividade com o óleo isolante.

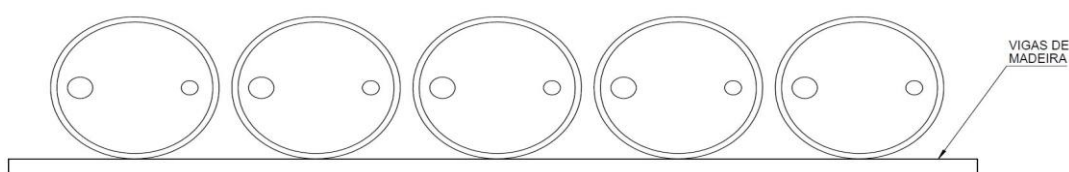


Figura 10 - Armazenagem dos tambores de óleo

Os recipientes de armazenamento com óleo isolante, bem como as embalagens vazias que continham óleo e que serão reutilizadas:

- a) Devem ser hermeticamente selados: com gás inerte para recipientes que continham óleo mineral e nitrogênio super seco para os recipientes que continham óleo vegetal.
- b) É indicado que sejam estocados à temperatura ambiente (inferior a 35°C), em áreas abrigadas, sem incidência de luz solar direta, isoladas e bem ventiladas, longe de fontes de ignição ou calor.

O transformador provido de painéis de circuitos auxiliares, deve ser mantido com os resistores de aquecimento ligados, comandados por termostatos regulados para a temperatura de 30°C.

**NOTA!**

Há casos em que o transformador poderá ser enviado à obra sem óleo. Nesta situação, levar em conta o que segue indicado no item 4.2.

**ATENÇÃO!**

A observância de todas as instruções de armazenagem supracitadas é obrigatória e condição básica para a manutenção e validação da garantia contratual.

5 MONTAGEM

Antes de qualquer providência para montagem do transformador, deve ser verificada a disponibilidade de pessoal qualificado assim como de equipamentos e ferramentas adequadas. O fabricante do transformador não é responsável por sua montagem e instalação. A montagem e instalação deve ser realizada de acordo com as leis correntes, normas e as instruções do fabricante.

Informamos que possuímos na WEG a Seção de Comissionamento e Startup, que atua na área de prestação de serviços, assim como vendas de partes e peças de transformadores.

Caso julgar necessário a visita de um técnico especializado, ou equipe para instalação, mediante vossa solicitação, este canal de atendimento poderá apresentar uma proposta comercial para prestação do serviço.

Dados para contato:

Blumenau
Santa Catarina – Brasil
Fone: (47) 3231 - 8146
E-mail: wtd-parts@weg.net

**ATENÇÃO!**

Não deve ser feita a montagem do transformador em dia chuvoso, ou com umidade superior a 70%.

a) Antes da montagem do transformador, deve ser feita uma verificação geral constando de:

- * Inspeção visual principalmente quanto ao correto nivelamento da base;
- * Fixação correta do transformador, através do dispositivo de ancoragem;
- * Inspeção visual, na parte externa do tanque do transformador, a fim de constatar a não-ocorrência de danos durante o manuseio;
- * Constatação de que os dados de placa estão compatíveis com a especificação técnica do equipamento;

- * Para transformadores religáveis, constatação de que a ligação de despacho (expedição) atende ao especificado;
- * Para transformadores transportados sem óleo, deve ser verificada a pressão interna. Para o caso do equipamento em que a parte ativa estiver impregnada com óleo vegetal, o equipamento deve estar pressurizado com gás nitrogênio super seco. Precauções de segurança quanto ao equipamento estar pressurizado com nitrogênio devem ser seguidas;
- * Para transformadores transportados com óleo, verificar a existência de vazamentos;
- * Para transformadores transportados sem óleo, realizar o enchimento do equipamento conforme APÊNDICE A item 3 deste Manual;
- * Devem ser verificadas as conexões de aterramento do transformador.

Quando o transformador tiver desenho de dimensões externas, utilizá-lo para a montagem do mesmo.



ATENÇÃO!

A relação de tensão, além da placa de identificação, deve ser confirmada através do ensaio de relação de transformação.



PERIGO!

Em caso de transformador transportado sem óleo, o mesmo pode ter sido preenchido com nitrogênio: Cuidado, este gás é asfíxiante e implica risco de morte. A manipulação deve ser feita por pessoal qualificado.

5.1 NIVELAMENTO

Caso seja instalado sobre bases/rodas, providenciar seu nivelamento, de tal maneira que se obtenha apoio adequado, a fim de evitar problemas devido às vibrações próprias do transformador.



ATENÇÃO!

A base da unidade deverá estar nivelada (inclinação máxima: 1,5°) e suas fundações devem ter resistência suficiente para suportar o peso do equipamento.

5.2 CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS

Verificar se os dados da placa de identificação estão coerentes com o sistema ao qual o transformador vai ser instalado (particularmente deslocamento angular, tensão e frequência). Salvo indicação em contrário na ordem de compra, o transformador será despachado da fábrica na maior tensão (quando existirem derivações) da alta e/ou baixa tensão.

5.3 ESTANQUEIDADE

No caso de ocorrer algum vazamento de óleo isolante, indicamos identificar o ponto e comunicar imediatamente a assistência técnica da WEG, o qual avaliará e definirá o procedimento de reparo a ser executado.

5.4 NÍVEL DO LÍQUIDO ISOLANTE

O líquido isolante constitui-se num elemento essencial para a boa performance do equipamento. Verificar a indicação de nível no seu respectivo indicador (25°C para o tipo magnético e marcação no tipo coluna). Nos transformadores sem indicador de nível, a indicação é feita no interior do tanque (normalmente no lado de baixa tensão) com uma marca referente ao nível a 25°C, sendo o acesso feito através da tampa de inspeção.

5.5 ATERRAMENTO DO TANQUE

O aterramento do tanque é necessário para atender os critérios de segurança operacional do equipamento e pessoal dos técnicos operadores e/ou mantenedores. No tanque está previsto um ou dois pontos (conectores) para conexão, o qual deverá ser ligado a malha de terra através de um cabo de cobre devidamente especificado pelo projeto da instalação.

Caso o tanque contemple dois pontos de aterramento, a WEG indica que apenas um deles seja utilizado.

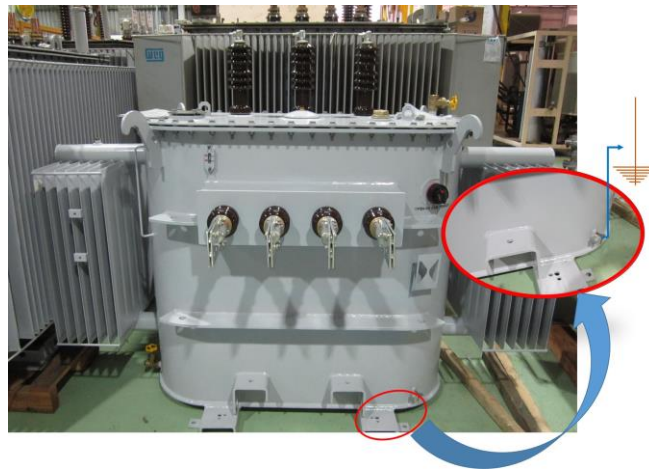


Figura 11 - Aterramento do tanque

5.6 LIGAÇÕES

As ligações do transformador devem ser realizadas de acordo com o diagrama de ligações de sua placa de identificação. É fundamental que se verifique se os dados da placa de identificação estão coerentes com o sistema ao qual o transformador vai ser instalado, e, adicionalmente, que seja feito o ensaio de relação de transformação. As ligações das buchas deverão ser apertadas adequadamente, cuidando para que nenhum esforço seja transmitido aos terminais, o que pode ocasionar afrouxamento das ligações, mau contato e posteriores vazamentos por deformações no sistema de vedação.

As terminações devem ser suficientemente flexíveis, a fim de evitar esforços mecânicos por tração, expansão e contração dos cabos ou barramentos, que poderão causar a quebra da porcelana dos isoladores. Os esforços devem ser eliminados através de suportes especiais previstos no projeto da instalação e/ou conectores apropriados que podem ou não ser fornecidos com o transformador, através especificação técnica de compra.



ATENÇÃO!

Verificar e confirmar que os dados da placa de identificação (tensão, derivação) do transformador estão corretos, atendendo as necessidades da rede na qual o transformador será instalado.

5.7 TANQUE PRINCIPAL

Destinado a servir de invólucro da parte ativa e de recipiente do líquido isolante, subdivide-se em três partes: lateral, fundo e tampa.

Neste invólucro encontram-se janela de inspeção, dispositivos de drenagem e amostragem do líquido isolante, conector de aterramento, furos de passagem das buchas, radiadores, suportes para acessórios e placa de identificação do equipamento. Em transformadores de maior porte, encontram-se também, a caixa de ligações dos acessórios, tubulações e demais acessórios definidos durante o projeto topográfico.

O tanque e a respectiva tampa devem ser de chapas de aço, laminadas a quente, conforme padronizados em normas.

Para transformadores maiores não há normalização para as espessuras das chapas. Cada fabricante escolhe as chapas conforme a especificação ou necessidade no projeto mecânico. Com referência aos tipos construtivos do tanque, isto dependerá principalmente da especificação do cliente, layout da subestação para definição da localização e saída das buchas, do tipo de derivação dos enrolamentos para definição do comutador a ser utilizado e principalmente do projeto da parte ativa, dentre outros requisitos gerais. Basicamente, os tipos construtivos dividem-se em:

a) Transformador com conservador de óleo: os transformadores que tem o tanque totalmente cheio de óleo possuem o conservador de óleo para expansão do mesmo quando aquecido (**Figura 12**), o conservador é um acessório destinado a compensar as variações de volume de óleo decorrentes das variações da temperatura ambiente e da parte ativa do transformador quando em operação. Normalmente possuem forma cilíndrica, com o seu eixo disposto na horizontal e instalado a uma altura suficiente que possa assegurar o nível mínimo permissível para as partes isolantes, na condição de nível mínimo de óleo. Tem como vantagem melhor controle da pressão interna no tanque e possibilita a instalação do relé detector de gás do tipo Buchholz, detectando os gases combustíveis gerados por falha elétrica interna, permitindo o desligamento do transformador.

Ao instalar, é necessário verificar se o conservador está seco e limpo internamente, caso não, lavá-lo com óleo limpo e aquecido ± 10 à 50°C .

Caso exista sistema de preservação do óleo isolante no conservador (membrana/bolsa de borracha), verificar sua integridade e correto funcionamento.

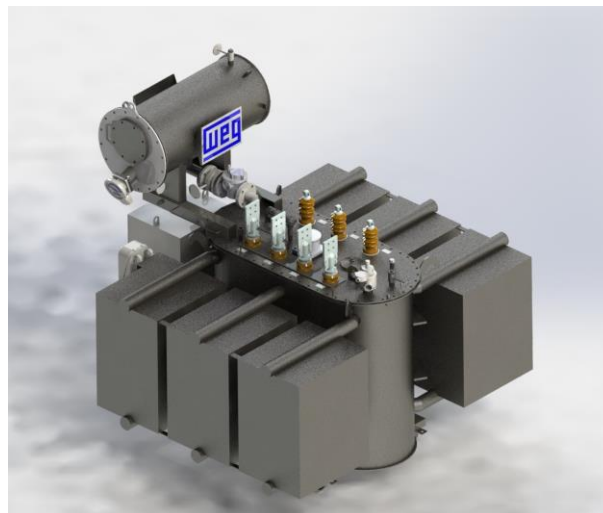


Figura 12 - Tanque com conservador de óleo

b) Transformador com tanque selado: transformadores cujo tanque assegura a separação total entre os ambientes interno e externo. O tanque, neste caso, mantém-se parcialmente cheio de óleo (**Figura 13**) sendo necessário um espaço interno de ar para expansão do óleo quando aquecido.

Tem como vantagem uma melhor preservação do óleo uma vez que o mesmo não está em contato com o meio externo.

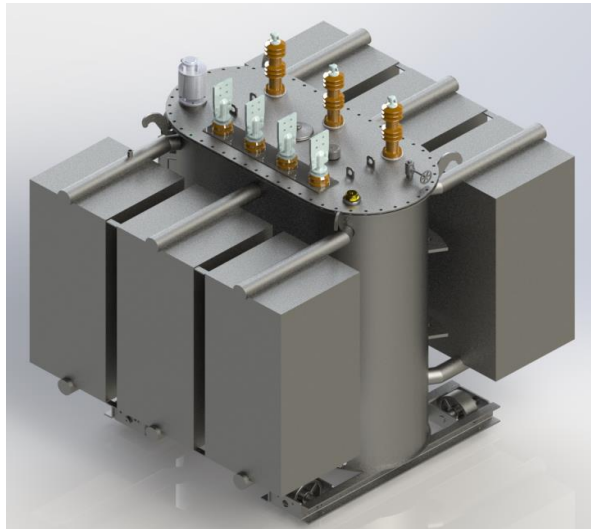


Figura 13 - Transformador com tanque selado

5.8 CONSERVADOR DE ÓLEO

Os equipamentos deste manual em geral são fornecidos com conservador de óleo montado no transformador. No entanto há casos no qual o conservador será fornecido em separado. Nesta situação, considerar as instruções a seguir.

O conservador de óleo possui tubos flangeados para as conexões das tubulações do secador de ar e do relé de gás, para as conexões do indicador de nível de óleo, e válvulas para enchimento e drenagem de óleo. É embalado separado do tanque principal e sem óleo e todas as suas tubulações são tampadas com flanges.

Verificar se o conservador está seco e limpo internamente, caso não, lavá-lo com óleo limpo e aquecido ± 10 à 50°C .

Caso exista sistema de preservação do óleo isolante no conservador (membrana/bolsa de borracha), verificar sua integridade e correto funcionamento.

Instalar o conservador (erguendo-o pelos pontos apropriados) e os respectivos suportes eventualmente existentes.



ATENÇÃO!

Antes da montagem do conservador, deve-se proceder com uma inspeção visual e executar o ensaio de estanqueidade na bolsa de borracha (caso a bolsa seja aplicável ao transformador).



ATENÇÃO!

Para o caso de transformadores recebidos com óleo ou sem óleo, porém com conservador resistente a vácuo, montar a tubulação de interligação entre conservador e tampa do transformador, incluindo o relé de gás e respectivas válvulas.



ATENÇÃO!

Para o caso dos transformadores recebidos sem óleo e o conservador não resistente a vácuo, montar a tubulação, porém não montar o relé de gás e respectivas válvulas. A extremidade da tubulação ligada à tampa do transformador pode ser utilizada para aplicação de vácuo.

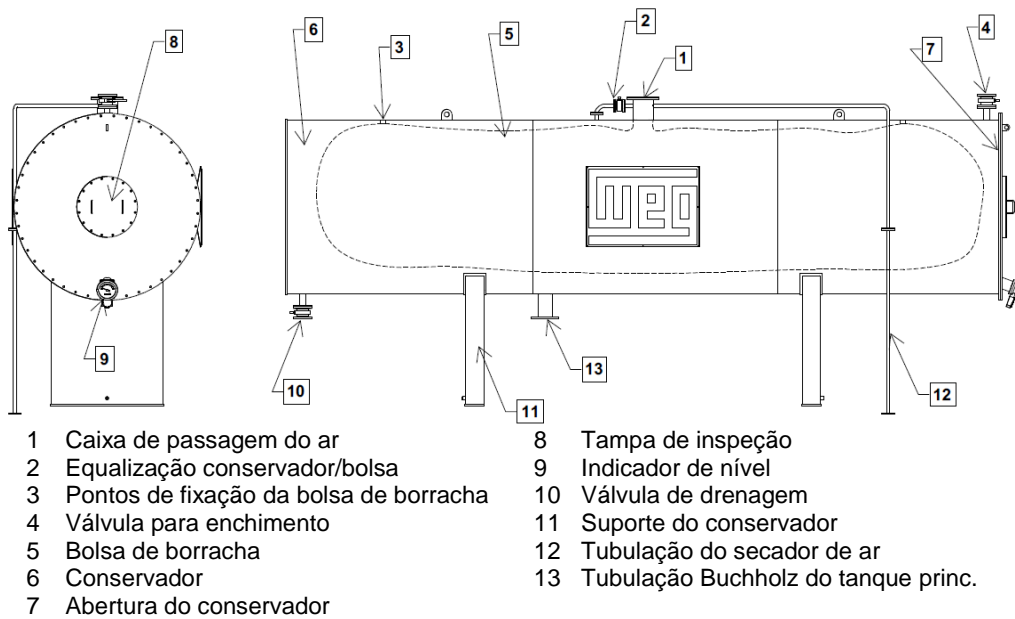


Figura 14 - Conservador de óleo com bolsa de borracha

O ar existente entre a bolsa de borracha e suas adjacências (**Figura 14**) deverá ser eliminado no local da instalação durante o enchimento de óleo. O óleo devidamente preparado é introduzido no tanque até a bolsa de borracha ficar vazia.

Exceto quando houver determinação especial, a temperatura deverá estar entre 5 e 35 °C, e a umidade relativa do ar entre 45 e 85% durante os ensaios. Portanto, deverão ser evitadas correntes de ar para que não haja variação de temperatura e umidade relativa, prejudicando assim os resultados.

O conservador deverá resistir ao ensaio de estanqueidade com colocação de ar seco à pressão de 0,1 kgf/cm². Não devendo apresentar nenhum vazamento durante o ensaio (**Figura 15**). Durante o processo de vácuo e pressurização do transformador manter aberta a válvula de equalização da bolsa.



ATENÇÃO!

Proceda com a inspeção visual da bolsa de borracha e execute o ensaio de estanqueidade na mesma antes da montagem no conservador de óleo.



ATENÇÃO!

Deve ser evitado o uso de objetos pontiagudos e cortantes para manuseio da bolsa de borracha, já que os mesmos podem furar ou cortar a bolsa.



Figura 15 - Teste estanqueidade na bolsa de borracha

Para conservador de óleo sem bolsa de borracha deve-se proceder a montagem normalmente.

5.9 RADIADOR DESTACÁVEL

Os equipamentos deste manual em geral são fornecidos com radiadores fixos no corpo do transformador. No entanto há casos nos quais os radiadores são fornecidos em separado. Nestas situações, considerar as instruções a seguir.

Os radiadores destacáveis, quando aplicados, são destacados para o transporte, e para evitar a entrada de impurezas, umidade e outros elementos que possam contaminá-los, são colocadas tampas nos flanges, que deverão ser retiradas na montagem, os radiadores devem ser inspecionados internamente no momento da sua instalação quanto a limpeza e umidade. Caso necessário (detecção de resíduos ou tempo de armazenagem superior a 03 meses) devem ser lavados com óleo limpo e aquecido ($50^{\circ}\text{C} \pm 10$). Este procedimento deve ser realizado por pessoal especializado.

Os radiadores são embalados empilhados sobre um pallet de madeira e amarrados com cintos conforme mostrado na **Figura 16**. Para movimentar este conjunto de radiadores, deve-se utilizar empilhadeira ou cintos que envolvam todo o estrado de madeira.

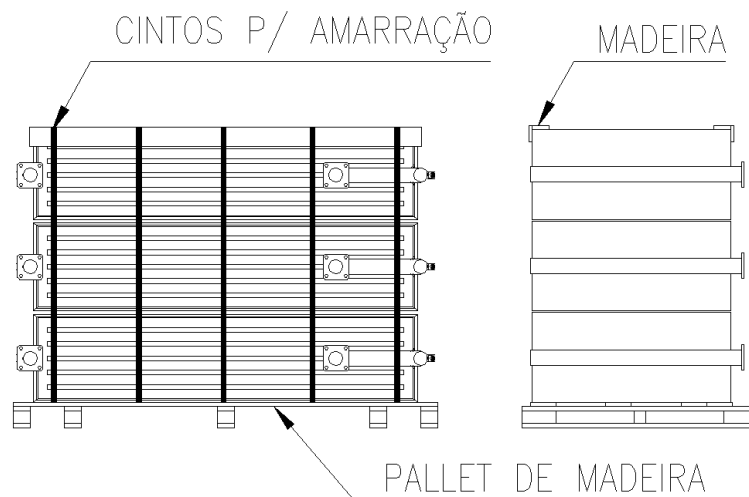


Figura 16 - Embalagem dos radiadores

Para o levantamento individual dos radiadores (**Figura 17**) deve-se operar com cuidado, evitando batidas e amassamentos. Para isto separe cada um de seu engradamento prendendo o cabo de aço nos olhais de suspensão (itens 10 e 11 da **Figura 18**).

A fixação do radiador ao transformador deverá ser realizada preferencialmente com guindaste conforme a **Figura 17**.

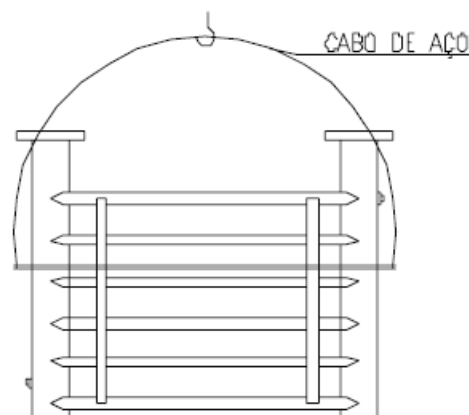
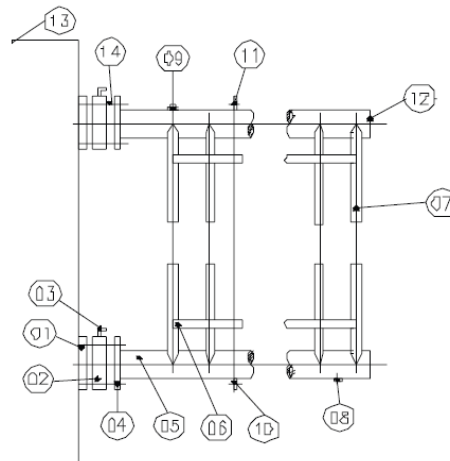


Figura 17 - Levantamento do radiador para retirada da embalagem

A passagem de óleo dos radiadores (**Figura 18**) ao tanque é feita através dos flanges de ligação (1) soldados ao tanque. Os radiadores são fixados aos flanges de ligação (1) por meio dos flanges dos radiadores (4) intercalando-se, em alguns casos, uma válvula “borboleta” (2) que permite a desmontagem sem que seja necessário esgotar-se o óleo do tanque da unidade. Estas válvulas existentes nos tubos superiores e inferiores são acionadas por meio de alavancas (3). O radiador possui um bujão superior (9) para enchimento do óleo e purga de ar localizado no tubo coletor superior e um bujão inferior (8) para drenagem do óleo. Para facilitar o içamento individual do radiador, existem dois olhais de suspensão conforme (10 e 11), um posicionado no tubo coletor inferior e o outro no superior.



1. Flange de ligação ao tanque	8. Bujão inferior
2. Válvula de tipo borboleta	9. Bujão superior
3. Alavanca	10. Olhal de suspensão inferior
4. Flange do radiador	11. Olhal de suspensão superior
5. Tubo coletor	12. Fundo do tubo coletor
6. Suporte antivibratório	13. Tanque do transformador
7. Elementos	14. Guarnição

Figura 18 - Montagem do radiador no transformador

O seguinte procedimento deve ser adotado para desmontagem dos radiadores, caso seja necessário no futuro:

- * Fechar as correspondentes válvulas tipo “borboleta” **Figura 18** (item 2).
- * Retirar o líquido isolante contido nos radiadores, através dos bujões inferiores **Figura 18** (item 8). Para facilitar o escoamento, abrir também o bujão superior **Figura 18** (item 9).
- * Desmontar os radiadores, utilizando um guindaste **Figura 19**, colocando as respectivas guarnições e flanges cegos nos flanges dos radiadores e das válvulas tipo borboleta.
- * Armazená-los conforme **Figura 16**.



Figura 19 - Desmontagem do radiador

**ATENÇÃO!**

Radiadores, flanges, suportes, válvulas, caixas de proteção de buchas ou quaisquer outros componentes externos NUNCA devem ser submetidos a apoios de carga, apoio do operador ou para apoio para levantamento do transformador. Tais componentes não são projetados para esta finalidade.

**ATENÇÃO!**

As proteções dos flanges dos radiadores não devem ser retiradas durante o transporte e armazenamento a fim de evitar qualquer penetração e/ou condensação de umidade. Deve acontecer a retirada somente quando for executada a montagem dos radiadores no tanque principal.

**ATENÇÃO!**

Faça o levantamento do transformador utilizando os pontos de sustentação destinados para esta finalidade, conforme indicação nos desenhos. O uso de quaisquer outros pontos resultará em danos severos ao equipamento.

**ATENÇÃO!**

Durante o levantamento evite batidas, amassamentos ou danos à pintura do radiador. Batidas ou amassamentos do radiador podem causar mau funcionamento do mesmo.

**PERIGO!**

A carga suspensa nunca deve ser movimentada sobre pessoas.

**ATENÇÃO!**

Em caso de ventos e chuvas fortes a operação de levantamento e movimentação da carga, se ocorrer em ambientes externos, deve ser paralisada.

5.10 OLHAL DE IÇAMENTO

Olhal de elevação é tipicamente fornecido para o levantamento do equipamento completo. Os olhais de levantamento do transformador completo são posicionados no tanque do equipamento. Os mesmos são projetados para a elevação vertical do equipamento e são concebidos para suportar o peso do transformador completamente montado e com óleo (**Figura 20**).

Se o transformador não puder ser conduzido por um guindaste ou carro hidráulico, pode então ser deslocado sobre roletes. Neste caso, devem ser colocadas pranchas para melhor distribuição dos esforços na base.

Ao levantar o equipamento completo, o cabo deve ser fixado de modo que ele forneça uma força vertical para cada terminal. Como precaução adicional para evitar qualquer deformação das paredes do tanque, a tampa deve estar sempre firmemente presa no lugar. O comprimento dos cabos de elevação deve ser apropriado para que o equipamento seja levantado de maneira uniforme. Os pesos são indicados na placa de identificação e desenho de dimensões externas do equipamento.

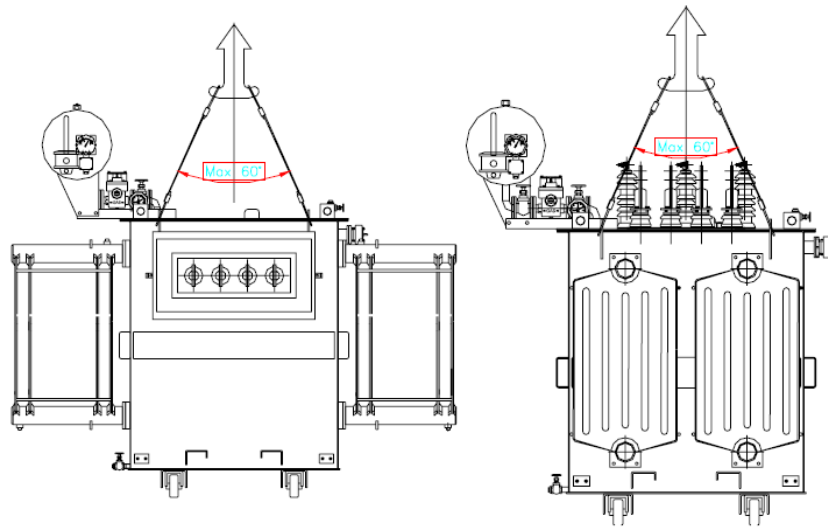


Figura 20 - Suspensão

**ATENÇÃO!**

Faça o levantamento utilizando exclusivamente os pontos de sustentação destinados para esta finalidade, conforme indicação nos desenhos. O uso de quaisquer outros pontos resultará em danos severos ao equipamento, consequente perda de garantia.

**ATENÇÃO!**

O içamento do transformador pode ser realizado com cabos de aço, cintas apropriadas, correntes ou outros elementos de içamento disponíveis no cliente. Entretanto é importante verificar previamente o estado de conservação dos elementos de elevação e se sua capacidade de carga está de acordo com aquela necessidade.

**PERIGO!**

A carga suspensa nunca deve ser movimentada sobre pessoas.

Guias ou vigas intermediárias, devem ser usadas caso os cabos ou correntes não sejam longos o suficiente para permitir o levantamento adequado.

Esta instrução somente deve ser efetuada no caso de operações especiais, por exemplo, situações que apresentem limitações de altura no local da instalação ou componentes montados na parte superior do equipamento a ser manuseado, que não possam ser desmontados, e que interfiram diretamente nos cabos de levantamento.

Em qualquer situação, no mínimo quatro pontos de levantamento devem ser utilizados para evitar a inclinação do equipamento durante o manuseio.

**ATENÇÃO!**

Em caso de ventos e chuvas fortes a operação de levantamento e movimentação da carga, se acontecer em ambientes externos, deve ser paralisada.

5.11 APOIO PARA MACACO

Os apoios para macacos (**Figura 21**) são fornecidos nos equipamentos e normalmente posicionados nas laterais maiores do tanque principal próximo à base do equipamento. São projetados para suportar o peso do equipamento completamente montado e cheio de óleo. Consulte o desenho do arranjo externo para verificar o posicionamento exato destes apoios.

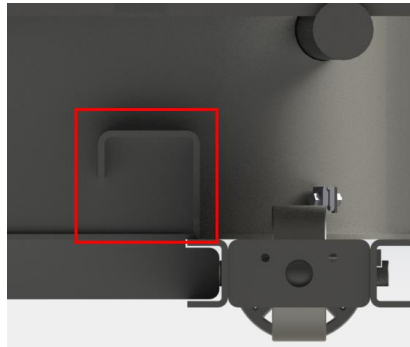


Figura 21 - Exemplo de apoio para macaco do transformador

5.12 COMUTADOR DE DERIVAÇÃO

5.12.1 Comutador Tipo Acionamento a Vazio (Desenergizado)

Este tipo de comutador tem como principal vantagem a sua facilidade de operação, sendo a manobra ou comutação realizada internamente ou externamente por meio de uma manopla que pode estar situada internamente acima do nível do óleo ou externamente na tampa ou lateral do transformador. Podem ser monofásicos ou trifásicos. O acionamento externo do comutador é usado obrigatoriamente quando o transformador possuir conservador de óleo. Normalmente, os comutadores de acionamento a vazio utilizam acionamento não motorizado, porém, dependendo do modelo poderão possuir acionamento motorizado.

Tipos de comutadores sem tensão utilizados nos transformadores de potência:

a) Comutador linear 300 A: até 13 posições, acionamento externo, tensões até classe 145 kV, usado para potências superiores a 3 MVA ou quando a corrente for elevada. Este comutador é normalmente instalado na vertical, possui grande flexibilidade. Admite até 3 colunas com até 4 grupos de contato por colunas.

b) Comutador rotativo: até 7 posições, acionamento externo, tensões até classe 145 kV, corrente até 1.200A, normalmente 200, 300, 400, 800, 1.200 e 2000A. Podem ou não possuir acionamento motorizado e sinalizações remotas de operação, normalmente são instalados na vertical.

c) Comutador linear especial: até 13 posições e para qualquer classe de tensão e corrente até 2.500A, pode vir com contatos para bloqueio de operação indevida. Pode ou não possuir acionamento motorizado e sinalizações remotas de operação. Instalado na vertical ou horizontal. Neste grupo incluem-se o comutador sem tensão para religação de tensões.

5.13 ACESSÓRIOS

Os acessórios são componentes que complementam o conjunto tanque, tampa e conservador (se aplicável) necessários para vários procedimentos aplicados a transformadores, tais como: proteção, retirada de óleo isolante, indicação de nível, sinalizações, acionamento da refrigeração etc.

Os acessórios tratados neste manual são aqueles utilizados para proteção e supervisão de transformadores imersos em óleo isolante. No **item 5.13.1** do manual está a descrição funcional resumida dos principais acessórios. Definições mais detalhadas devem ser consultadas nos desenhos do fornecimento, catálogos e manuais de cada fabricante do componente específico.

5.13.1 Descrição Funcional dos Acessórios

5.13.1.1 Válvula de alívio de pressão (DAP)

A válvula de alívio de pressão é utilizada contra surtos de sobrepressão em tanques de transformadores selados ou com conservador de óleo. Pode ser fornecida, dependendo de seu modelo, com ou sem capa de proteção para direcionar o fluxo do líquido que será ejetado quando a mesma atuar. Também pode ter contatos de sinalização para alarme e/ou desligamento.

Pode ser fornecida com ajustes de 0,25 a 0,9 kgf/cm² (25 a 90 kPa), conforme modelo. É normalmente fornecida já calibrada de fábrica com 0,7 kgf/cm² (70 kPa).

Em transformadores podem ocorrer sobrepressões no interior do tanque causados por curtos-circuitos.

Quando ocorrer uma sobrepressão interna no tanque que ultrapasse a pressão de calibração da válvula, esta irá atuar imediatamente aliviando a sobrepressão interna excedente, preservando assim a integridade física do tanque e dos equipamentos a ele ligados. Após o alívio da pressão, a válvula retorna à posição original automaticamente. É equipada com ou sem contatos elétricos e pode possuir um sinalizador visual, conforme modelo da válvula, que irá permanecer atuado até o seu rearme manual.



ATENÇÃO!

A válvula de alívio de pressão instalada submersa em líquido, antes de colocada em operação, deve ser purgada até que os gases existentes internamente sejam eliminados.

A **Figura 22** apresenta algumas válvulas existentes no mercado que são utilizadas para proteção de tanques de transformadores.



Figura 22 - Modelos de válvulas de alívio de pressão

5.13.1.2 Desumidificador (secador) de ar a sílica gel

O desumidificador de ar a sílica gel é utilizado nos transformadores que são providos de conservador de óleo isolante. É instalado na tubulação de respiro do conservador e tem como função retirar as impurezas e a umidade do ar que passa por dentro do mesmo através da ação da sílica gel existente no seu interior, evitando assim a deterioração do óleo ou bolsa de borracha existente no interior do conservador de óleo.

Ao passar pela sílica gel, o ar deixará umidade, fazendo que com o tempo a sílica gel troque de coloração, até a sua saturação. No estado de saturação a sílica muda de cor indicando a necessidade de sua substituição ou regeneração.

Devem-se observar nas instruções contidas no catálogo do fabricante da sílica para as colorações predominantes para cada estado de saturação.

Para regeneração da sílica gel pode-se colocar em estufa com temperatura máxima de 120 °C por 2 a 4 horas até o retorno da coloração original da sílica. Porém, existe um número máximo de regenerações possíveis uma vez que a cada regeneração ocorrerá um percentual de perda da capacidade de absorção de umidade pela sílica.

Os desumidificadores de ar poderão ser fornecidos com o corpo em alumínio, ferro, aço inox, acrílico ou policarbonato. As capacidades internas dos mesmos variam de 0,5 a 7,0 kg de sílica gel e as formas de fixação ao transformador são normalmente através de luva roscada ou flange.

O dimensionamento da capacidade do reservatório do desumidificador de ar varia de acordo com cada fabricante e está relacionado diretamente com o volume de óleo existente no transformador.

Existem vários modelos e fornecedores de desumidificador de ar. A **Figura 23** apresenta alguns modelos disponíveis no mercado.



Figura 23 - Modelos de desumidificadores de ar a sílica gel

Procedimento para enchimento do secador de ar com sílica gel:

- * Identificar o ponto de colocação de sílica gel no secador de ar (consultar o manual do fabricante) conforme **Figura 24 (a)**.
- * Colocar a quantidade de sílica gel de acordo com a capacidade de cada secador de ar conforme mostrado na **Figura 24 (b)**.
- * Fechar o secador de ar (consultar o manual do fabricante).
- * Instalar o secador de ar na tubulação específica para esta finalidade existente no transformador conforme **Figura 24 (c)**.
- * Colocar óleo no copo destinado para o selo hidráulico do secador de ar conforme **Figura 24 (d)**.

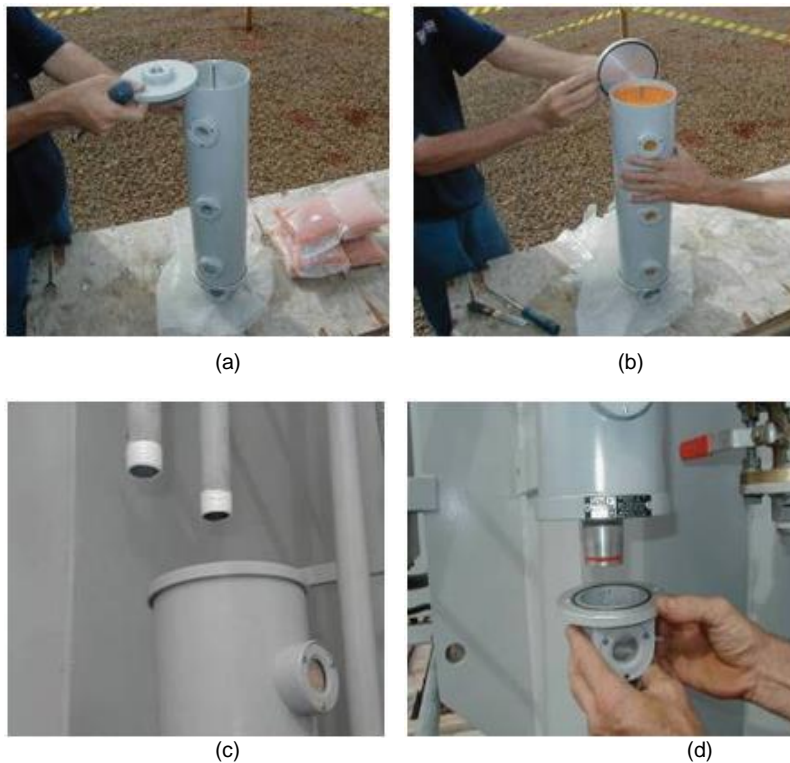


Figura 24 - Secador de ar: a) Identificação do ponto de colocação de sílica, b) Colocação de sílica e c) Instalação do secador na tubulação do transformador d) colocação do óleo no copo do secador

5.13.1.3 Relé detector de gás tipo Buchholz (RB)

O relé detector de gás tipo Buchholz (**Figura 25**) tem por finalidade proteger equipamentos imersos em líquido isolante, através da supervisão do fluxo anormal do óleo ou ausência dele, e a formação anormal de gases pelo transformador. É utilizado em transformadores que

possuem tanque para expansão de líquido isolante (conservador de óleo). Detecta, por exemplo, os seguintes problemas: vazamento de óleo isolante, curto-circuito interno do transformador ocasionando grande deslocamento de óleo isolante, formação de gases internos devido às falhas intermitentes ou contínuas que estejam ocorrendo no interior do transformador.

O relé detector de gás é normalmente instalado entre o tanque principal e o tanque de expansão do óleo (conservador de óleo) do transformador. O acoplamento é feito através de flanges com aberturas para passagem do óleo com diâmetro que varia de acordo com o modelo do relé. Possui visores nos quais estão indicados uma escala graduada do volume de gás. Internamente, o relé tem uma estrutura de sustentação onde estão presas duas boias e dois ou mais contatos elétricos. Uma das boias é destinada à atuação por acúmulo de gases e a outra destinada à atuação por fluxo ou falta de óleo. Se uma produção excessiva de gás provoca uma circulação de óleo no relé, é a boia inferior que irá reagir, antes mesmo que os gases formados atinjam o relé. Em ambos os casos as boias, ao sofrerem deslocamento, acionam os respectivos contatos.

A escolha do relé detector de gás é normalmente realizada de acordo com a potência do transformador e do diâmetro da tubulação (1", 2", 3" ou 4") no qual o mesmo será instalado.



Figura 25 - Modelos de relés detectores de gás (tipo Buchholz)

5.13.1.4 Indicador magnético de nível de óleo (INO)

O óleo isolante do transformador se dilata ou se contrai de acordo com a variação da temperatura ambiente e a variação da temperatura gerada pela parte ativa do transformador. Em função desta variação haverá um aumento ou uma diminuição do nível do óleo do transformador. Sendo assim, a finalidade do indicador de nível do óleo (**Figura 26**) é indicar com relativa precisão o nível de óleo no interior do tanque do transformador ou do conservador de óleo. Para esta indicação são utilizados normalmente indicadores magnéticos de nível, podendo possuir ou não sistema de indicação elétrica (contatos, transdutores etc.).

É um aparelho de proteção que mostra local ou remotamente o status do nível de óleo do transformador.

A denominação “magnético” do indicador de nível se dá porque o mesmo possui o acoplamento da parte traseira (onde é instalada a boia) à parte dianteira (ponteiro) sem comunicação física entre eles, sendo esta comunicação realizada pelo acoplamento magnético de dois ímãs denominados “acionado” e “acionador”.

O ímã acionador fica ligado ao eixo da boia e o ímã acionado fica ligado ao eixo do ponteiro. Existem no mercado vários modelos de INO que podem ser utilizados em transformadores, e a **Figura 26** mostra alguns destes modelos.



a) Vista frontal

b) Vista traseira axial

c) Vista traseira radial

Figura 26 - Modelo de indicador magnético de nível de óleo

5.13.1.5 Termômetro do óleo (ITO)

O termômetro de óleo é utilizado para medir e indicar a temperatura do óleo, que varia em função da carga e da condição climática a que é submetido o transformador.

Existem termômetros de óleo com haste rígida, usados nos transformadores de menor porte, e termômetros de óleo com capilar, usados nos transformadores de maior porte. O sistema é constituído de um sensor de temperatura, um capilar e um mostrador.

O sensor de temperatura é encapsulado e montado em um poço protetor, que é imerso em uma câmara de óleo na tampa do tanque do transformador, ponto mais quente do óleo. Conforme a variação da temperatura no sensor de temperatura, o fluido térmico em seu interior sofre dilatação ou contração, transmitindo a variação de temperatura para o mecanismo interno do mostrador do termômetro.

O capilar também é composto de fluido térmico em seu interior e une o sensor de temperatura ao mecanismo do mostrador do termômetro.

O mostrador do termômetro é constituído de uma caixa com visor de escala graduada, microchaves, ponteiros de limite (ajustados manualmente), ponteiro indicador da temperatura e ponteiro de arraste para indicação da máxima temperatura.

O ponteiro indicador da temperatura movimenta-se de acordo com a variação do fluido térmico, acionando as microchaves ao atingir as temperaturas ajustadas nos ponteiros de limite.

O ponteiro de arraste é movimentado pelo ponteiro indicador da temperatura somente no processo de elevação de temperatura, ficando estacionado na maior temperatura atingida pelo equipamento num determinado período.

Em função da necessidade, pode-se especificar modelos de termômetros de óleo com até seis contatos tipo microchaves (NAF) independentes, saída de 0 a 1mA, 4 a 20mA e termoresistência Pt100.

Seguem exemplos de termômetros de óleo com as características construtivas mencionadas neste subitem, sendo a **Figura 27** para termômetro com haste rígida e a **Figura 28** para termômetro com capilar.

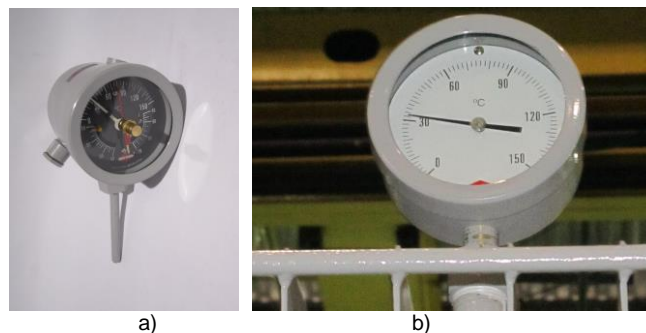


Figura 27 - Termômetros com bulbo com haste rígida - a) com contatos elétricos; b) sem contatos



Figura 28 - Termômetros com bulbo com capilar e contatos tipo microswitch

5.13.1.6 Termômetro do enrolamento (ITE)

O termômetro do enrolamento é utilizado para medir e indicar indiretamente a temperatura do enrolamento, que varia em função da carga a que é submetido o transformador.

A informação da temperatura do enrolamento é obtida através de um sistema chamado “imagem térmica”. Ela é denominada imagem térmica por reproduzir indiretamente a temperatura do enrolamento, sendo esta última a composição da temperatura do óleo acrescida do gradiente de temperatura do enrolamento (Δt) em relação ao óleo.

Esta medição de temperatura poderá ser realizada através de termômetros do enrolamento convencionais ou eletrônicos.

Os termômetros convencionais utilizam a calibração do sistema de imagem térmica realizada através do ajuste de uma resistência de aquecimento (que representará o gradiente de temperatura (Δt) calculado do enrolamento). A corrente do TC de imagem térmica do enrolamento passará por esta resistência devendo a elevação da temperatura da resistência de aquecimento ser proporcional à elevação da temperatura do enrolamento em relação ao óleo.

São constituídos basicamente de um bulbo, capilar, termoresistência (opcional), resistência de ajuste e mostrador. O bulbo é instalado na parte mais quente do óleo (topo óleo) em um reservatório geralmente localizado na tampa do transformador. O capilar, quando existir, liga o mostrador ao bulbo possibilitando que o mostrador fique localizado em um local distante do mesmo, mas de fácil visualização do usuário.

Termoresistência é um elemento sensor de temperatura de cobre (Cu) ou platina (Pt) que é utilizado para transmitir remotamente um sinal de temperatura do enrolamento. A resistência de ajuste serve para ajuste do incremento do gradiente de temperatura (Δt) do enrolamento. O mostrador é constituído de uma caixa, um visor com impressão das temperaturas, contatos elétricos ou microinterruptores, ponteiro indicador da temperatura, e ponteiro de arraste para indicação de temperatura máxima com retorno manual. Este ponteiro de arraste é impulsionado pelo ponteiro indicador da temperatura e apenas quando em ascensão desta, possibilitando assim, a verificação da temperatura máxima do enrolamento atingida em um dado período.

Com a variação da temperatura do óleo no bulbo, o líquido (fluido térmico) em seu interior sofre uma dilatação ou contração, transmitindo esta variação de temperatura até o mecanismo interno do mostrador do termômetro. No mesmo momento, o sistema também sofre o acréscimo do gradiente de temperatura do enrolamento que se soma à temperatura do óleo. Esta informação é repassada ao ponteiro do indicador de temperatura que é acionado indicando esta composição de temperaturas no display do mostrador. Quando o valor da temperatura atingir os valores ajustados para fechamento dos contatos elétricos ou microinterruptores, o sinal será transmitido ao sistema de proteção podendo acionar alarme, desligamento ou fazer o controle automático do dispositivo de resfriamento do transformador.

Quando o transformador é dotado de termômetros do óleo e enrolamento, levando-se em consideração que a resposta de aumento de temperatura é mais rápida no enrolamento do que no óleo, geralmente o controle da ventilação forçada do transformador é realizado pelos contatos do termômetro do enrolamento.

A constante do tempo do sistema é da mesma ordem de grandeza do enrolamento. Logo, o sistema reproduz uma verdadeira imagem térmica da temperatura do enrolamento do transformador.

Estão apresentados na **Figura 29** alguns termômetros de enrolamento convencionais.

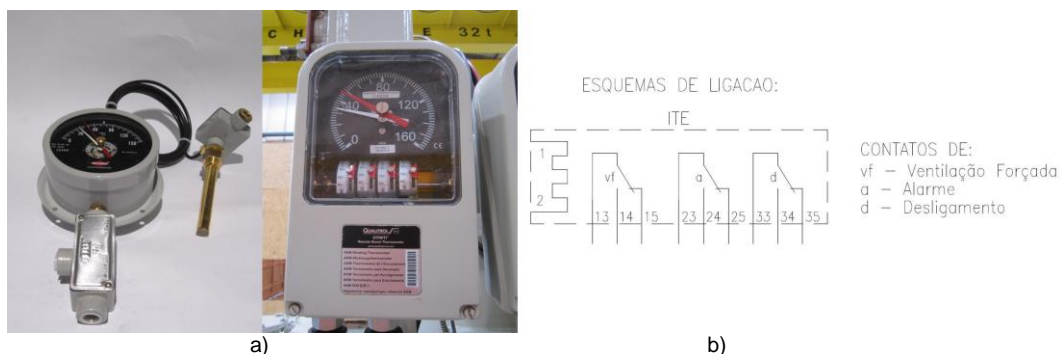


Figura 29 - Termômetro do enrolamento (ITE) - a) Bulbo com capilar (com contatos tipo microswitch); b) Exemplo de uma representação esquemática

5.13.1.7 Controlador microprocessado de temperatura

Os controladores microprocessados de temperatura (**Figura 30 c**) foram desenvolvidos para substituir, com a vantagem da tecnologia microprocessada, o termômetro de óleo e enrolamento tradicional. É um sistema microcontrolado de alta precisão, confiabilidade e versatilidade. Sua aplicação é a leitura, cálculo, indicação e transmissão da temperatura do ponto mais quente do óleo e enrolamento. Recebe valores de corrente provenientes de TCs e de resistência de um sensor do tipo Pt100 (**Figura 30 a**), que são transformados através de um software incorporado em temperatura equivalente vista no display. Possuem relés de contatos fixos ou programáveis, saídas analógicas individuais programáveis, saídas de comunicação serial RS232 e RS485 em protocolo a ser especificado.

O monitor de temperatura desempenha diversas funções de controle e supervisão, sendo que através do mesmo é possível configurar os parâmetros de sua atuação e ler os valores medidos e programados.

Para verificar o funcionamento dos contatos e configurar os parâmetros no monitor de temperatura, com o mesmo instalado no transformador, proceder conforme orientação específica de cada fabricante.

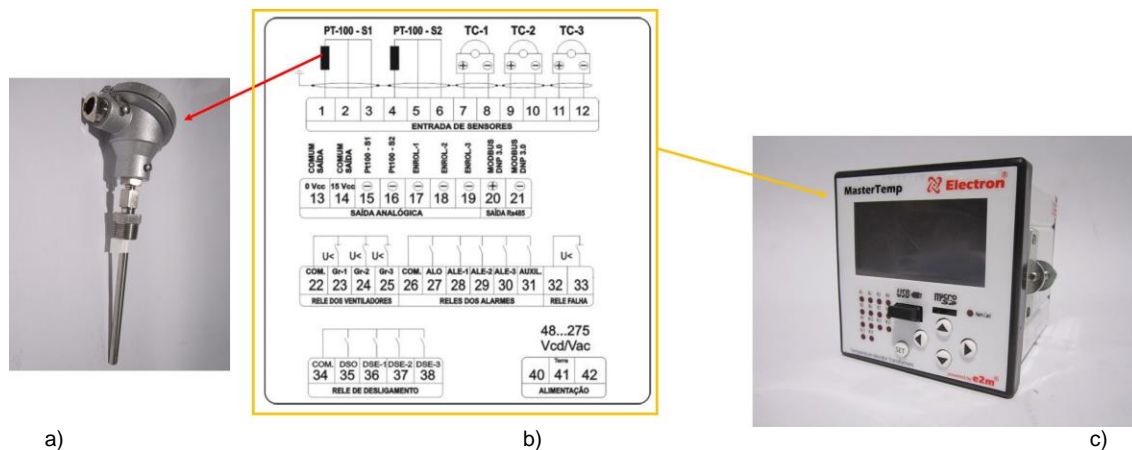


Figura 30 – Conexão do monitor de temperatura: a) Sensor de temperatura; b) Esquema de ligação; c) Controlador de temperatura (TM)

5.13.1.8 Transformadores de corrente (TC)

O transformador de corrente faz parte de um grupo denominado transformador para instrumento. Este transformador de corrente é mundialmente utilizado nos sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica. Ele proporciona isolamento contra a alta tensão e corrente do circuito de potência, suprindo instrumentos que integram os sistemas de medição, controle e proteção da rede de transmissão e distribuição.

O circuito primário do TC é constituído de poucas espiras (uma, duas ou três, por exemplo) feitas de condutor de cobre de grande seção. No caso do TC instalado na bucha do transformador, o próprio condutor do circuito serve como primário. O circuito secundário fornece uma corrente proporcional à passante no circuito primário, porém suficientemente reduzida de forma que os instrumentos conectados a ele possam ser fabricados relativamente pequenos. Esses instrumentos são elétricos de baixa impedância, e fazem parte dos sistemas de proteção, medição e controle. Tratam-se de amperímetros, relés de corrente, termômetros temperatura, monitores de temperatura, entre outros. Para os TCs fabricados no Brasil são estabelecidas correntes primárias nominais dentro de uma faixa que varia de 5A à 8000A. A corrente secundária nominal é padronizada em 5A, porém correntes de 1A, 1,5A, 2A, 2,5A também são frequentemente utilizadas. A norma especifica as correntes primárias e as relações nominais para transformadores de corrente em quatro grupos que caracterizam respectivamente os tipos de relações nominais simples, duplas, triplas e múltiplas.

Os TCs utilizados em transformadores são do tipo bucha e possuem o núcleo com formato toroidal, conforme ilustrado na **Figura 31**, construído com chapas de aço silício ou outro

material de características ferromagnético adequadas a esta utilização. São normalmente classificados como: TC para medição com classes de precisão de 0,3; 0,6; 1,2 ou 3% e TC para proteção com classes de precisão de 3,5 ou 10%.

Outras relações de transformação poderão ser projetadas de acordo com as necessidades de cada cliente, porém cuidados devem ser tomados, pois relações de transformação muito baixas para este tipo de TC poderão acarretar dimensões e peso muito grandes. Dependendo da classe de precisão requerida, a fabricação do TC poderá tornar-se inviável.

São instalados internamente no transformador.

Para o projeto dos TCs tipo bucha deverá ser seguido todas as indicações descritas em normas.

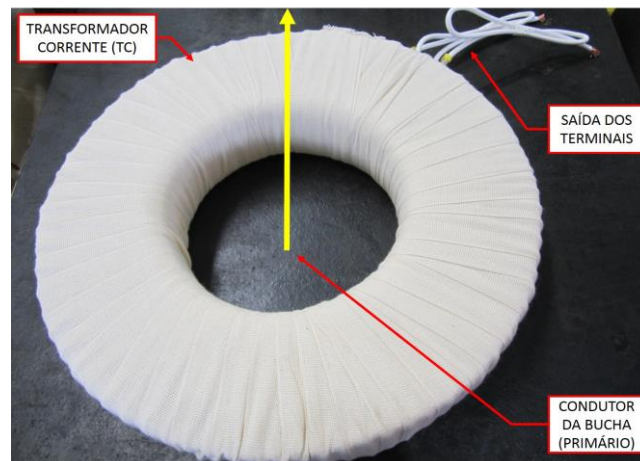


Figura 31 - Transformador de corrente tipo bucha

5.13.1.9 Relé de pressão súbita (RPS)

O relé de pressão súbita (**Figura 32**) é um equipamento de proteção de súbitas pressões internas em transformadores. Existem modelos distintos para instalação em transformadores selados ou com conservador de líquido isolante. Normalmente, o relé de pressão súbita para transformadores selados é instalado acima do nível máximo do líquido isolante, no espaço compreendido entre o líquido isolante e a tampa do transformador. Entretanto, é aceitável também a montagem horizontal, sobre a tampa do transformador. Para transformadores com conservador de óleo, o relé de súbita pressão normalmente é instalado na parte inferior do tanque no mesmo nível da válvula de drenagem de óleo do transformador.

O relé é projetado para atuar quando ocorrerem defeitos no transformador que produzam pressão interna anormal, na ordem de 0,2 kgf/cm², sendo sua operação ocasionada somente pelas mudanças rápidas da pressão interna independente da pressão normal de operação do transformador.

Por outro lado, o relé não opera devido a mudanças lentas de pressão, próprias do funcionamento normal do transformador, bem como durante perturbações do sistema (raios, sobretensões de manobra ou curto-circuito), a menos que tais perturbações produzam danos internos no transformador.



Figura 32 - Relé de pressão súbita

5.13.1.10 Manômetro e Manovacuômetro

O manômetro (**Figura 33 a**) é um instrumento utilizado para medir a pressão interna do tanque do transformador, e o manovacuômetro (**Figura 33 b**), mede a pressão interna e o vácuo no tanque do transformador. Podem ou não possuir contatos de atuação.

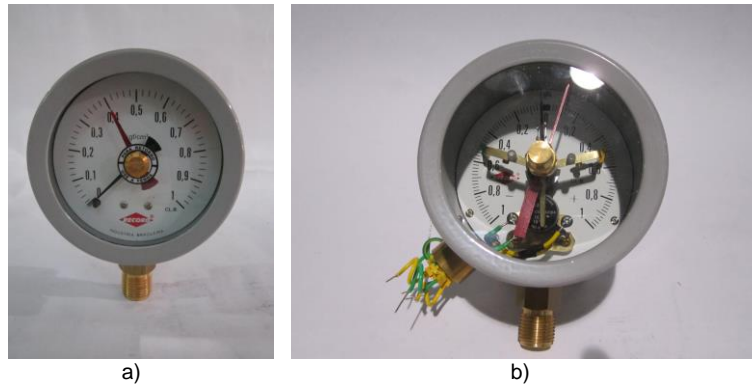


Figura 33 – (a) Manômetro; (b) Manovacuômetro com contato elétrico

5.13.1.11 Bolsa de borracha em conservador de óleo

O sistema de selagem através de bolsa de borracha (**Figura 34**) no conservador de óleo de transformadores previne que o óleo isolante do equipamento tenha contato com o ar ambiente, evitando assim sua contaminação com oxigênio e umidade, fatores aceleradores do envelhecimento da celulose, além de evitar a deterioração do óleo e a redução de sua rigidez dielétrica.



Figura 34 – Montagem da bolsa de borracha

5.13.1.12 Relé de ruptura de membrana/bolsa

Eventuais vazamentos na bolsa de borracha podem permanecer despercebidos, expondo o transformador a um processo de contaminação contínua por um longo período. O relé de ruptura (**Figura 35**) monitora on-line a ruptura da membrana ou bolsa, emitindo alarme se for detectada a presença indevida de óleo na parte interna da bolsa de borracha. É constituído por um sensor óptico que é instalado dentro da bolsa de borracha (lado do ar), que se interliga a uma unidade de controle localizada no painel do transformador, dotada de contato de alarme e sinalização local de ruptura.

O princípio de funcionamento é baseado na reflexão da luz. Quando não há presença de óleo, a luz emitida pelo led-emissor (contido no sensor óptico) é totalmente refletida internamente pela cúpula da cápsula e captada pelo receptor óptico. Caso o óleo atinja a cúpula, a quantidade de luz emitida será diferente da captada pelo receptor causando desequilíbrio dos circuitos de acoplamento e atuação do contato de sinalização.

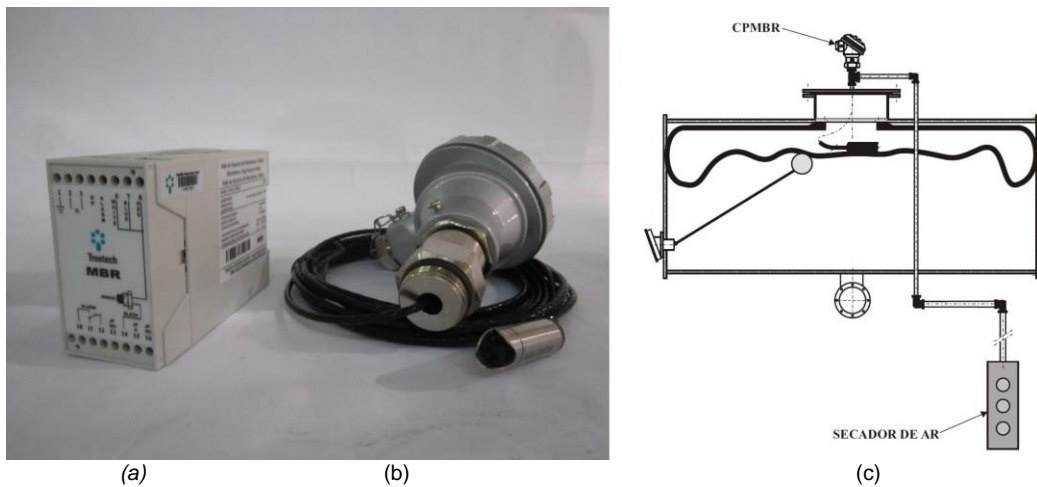


Figura 35 – Relé de ruptura de membrana: a) Relé; b) Sensor; c) Esquema de instalação

5.13.1.13 Buchas

Buchas são dispositivos que permitem a passagem isolada dos condutores internos dos enrolamentos do transformador ao meio externo. São constituídos, basicamente por:

- * Corpo isolante: de porcelana vitrificada ou material polimérico;
- * Conductor passante: de cobre eletrolítico ou latão;
- * Terminal: de latão ou bronze;
- * Vedação: de borracha (resistente ao óleo) e papelão hidráulico.

As formas, tipos e dimensões variam com a tensão e a corrente de operação. Para os transformadores desta especificação subdividem-se em:

a) Bucha em porcelana sólida padrão DIN

Buchas de média e alta tensão, classes de tensão de 15, 24,2 e 36,2 kV e correntes nominais de 250, 630, 1.000, 2.000 e 3.150A, fabricadas pela WEG conforme a **Figura 36 a)**.

Buchas em porcelana sólida fornecidas por outros fabricantes, também com padrão internacional:

- * Podem ser fornecidas, quando forem solicitadas, tensão corrente ou características especiais diferentes do padrão de fabricação da WEG. Ver **Figura 36 b)**.

As buchas devem estar perfeitamente limpas e secas, e há necessidade de revisar e reapertar os terminais antes de colocá-los em serviço. No momento de instalação e/ou manutenção prévia as conexões devem passar por limpeza com escova de aço, reconectadas e revestidas com vaselina ou outro produto que proporcione uma película inibidora à formação da oxidação. Os isoladores não deverão apresentar lascas, ou trincas. Toda sujeira deve ser removida com estopa limpa embebida em solvente.

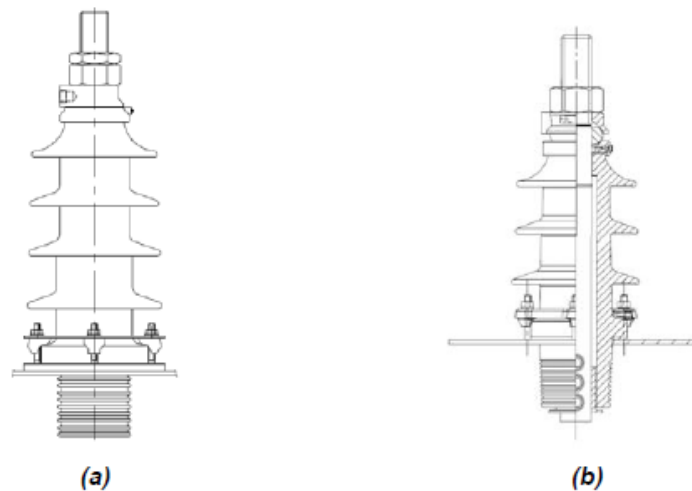


Figura 36 - a) Exemplo de bucha sólida DIN - fabricação WEG; b) Exemplo de bucha sólida DIN - fabricação COMEM



NOTA!

Verifique as características das buchas nos desenhos do fornecimento. Algumas características das buchas podem sofrer alterações dependendo da necessidade do projeto.



ATENÇÃO!

Tome cuidado durante o manuseio das buchas. Evite danos ou trincas a porcelana.



ATENÇÃO!

O processo de aperto dos prisioneiros e porcas de fixação das buchas deve ser cumprido rigorosamente, a fim de evitar trincas, quebras na porcelana e vazamentos em decorrência da má distribuição de torque.

b) Bucha polimérica

O corpo isolante de porcelana é substituído por um isolante polimérico.

A vantagem desse tipo de bucha é que elas são mais resistentes a quebras ou vandalismos e seu peso é bem reduzido devido ao material. São muito utilizadas em transformador tipo subterrâneo e transformadores móveis. Podem ser fabricadas a seco ou condensivas (**Figura 37**).



Figura 37 - Exemplo de bucha com corpo isolante polimérico

c) Bucha *plug-in*

Bucha do tipo *plug-in* (**Figura 38**) caracterizam-se pelo seu sistema de inserção dos cabos condutores externos por meio de conector completamente vedado e isolado. São comumente construídas em resina epóxi e em alguns casos de plástico aprimorado.

Existem dois sistemas de operação:

* Sem tensão: onde a bucha e seu conector devem ser operados com o transformador desligado;

* Sob carga: neste sistema as conexões podem ser realizadas com o transformador em operação sem necessidade de desligá-lo, porém equipamentos especiais de manobra e manuseio são necessários para sua operação.

É necessário que as conexões sejam limpas, reconectadas e revestidas com vaselina ou outro produto que proporcione uma película inibidora à formação da oxidação e para facilitar a inserção do conector.

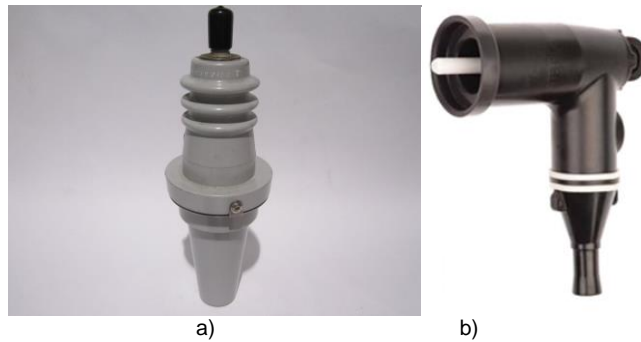


Figura 38 - a) Exemplo de bucha *plug-in*; b) Exemplo de conector tipo "cotovelo"

5.13.1.14 Roda lisa ou flangeada

As estruturas no fundo dos equipamentos WEG são projetadas para suportar o peso total do equipamento completamente montado e cheio de óleo. O tipo destas estruturas é construído conforme solicitações especificadas no início do processo de compra do equipamento, podendo ser:

- * Rodas orientáveis lisas para encaixe em canaletas ou somente sobre pisos;
- * Rodas orientáveis flangeadas para encaixe em trilhos;
- * Somente base de arraste.

Normalmente as rodas são retiradas para transporte devido ao tipo construtivo do equipamento e/ou limitações de altura para a realização do transporte.



ATENÇÃO!

Para executar o levantamento do equipamento utilize os olhais de içamento e apoios de macaco indicados no desenho do equipamento.
O uso de quaisquer outros pontos pode ocasionar danos severos ao equipamento.



PERIGO!

Quando a carga estiver sendo movimentada, o operador deverá manter uma distância de pelo menos 2 metros da carga.



NOTA!

Verifique as dimensões da base no desenho "Dimensões externas" do equipamento fornecido.

As rodas com \varnothing de 127mm **Figura 39 b)** (para transformador até 6000Kg) normalmente são acondicionadas na própria base de rodas, porém viradas para cima. Para desvirá-las, usar os apoios para macacos, tendo o cuidado de instalar as rodas de um lado e depois do outro. Para outros tipos de rodas ($\varnothing > 127$ mm, flangeada), conforme **Figura 39 a)** o acondicionamento é feito em embalagem separada.

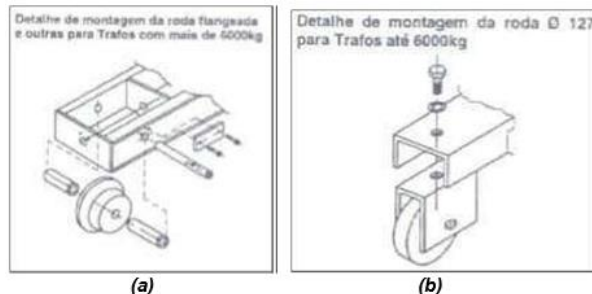


Figura 39 - Exemplo de rodas; a) Flangeada; b) Lisa



ATENÇÃO!

Cada um dos macacos utilizados para levantamento deve ser dimensionado para suportar no mínimo 50% do peso total do equipamento.



ATENÇÃO!

Nunca faça a descida da ação dos macacos com o equipamento inclinado. A falta desta observação pode causar deslocamento do centro de gravidade e sobrecarregar os dispositivos de levantamento, podendo resultar em danos na estrutura do equipamento e na base da instalação, e até queda do transformador.

Antes de apoiar as rodas, verifique se as mesmas estão alinhadas corretamente no trilho ou canaleta.

Desça o curso dos macacos até que as rodas se encostem ao trilho ou canaleta (**Figura 40**).

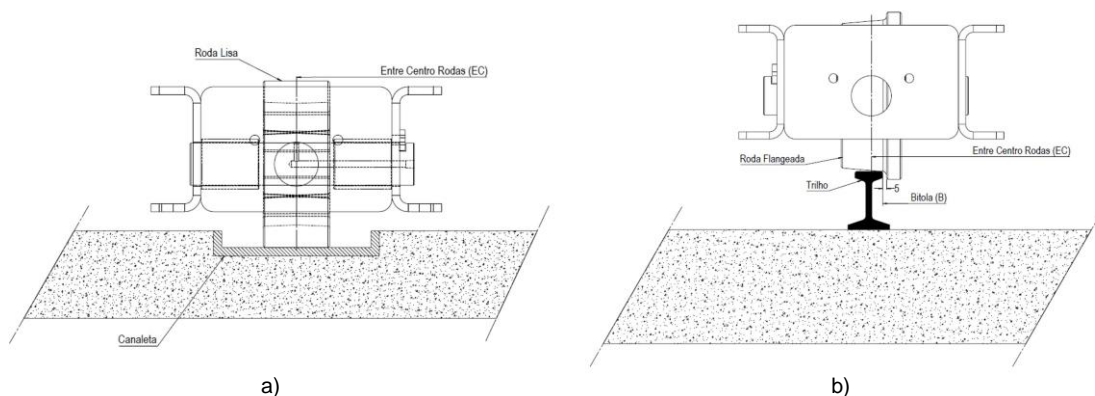


Figura 40 - Encaixe da roda no local da instalação – a) canaleta para rodas lisas; b) trilho para rodas flangeadas

Após completamente montado, verifique nas rodas do equipamento por:

- * Deformações ou trincas no conjunto;
- * Existência de flexão nos eixos;
- * Afrouxamentos.

Após montado no local inspecione o nivelamento do equipamento sobre a base da instalação.

6 INSTALAÇÃO

Antes da instalação do transformador devem ser feitas verificações conforme os itens a seguir.

6.1 INSPEÇÃO VISUAL

Deve ser realizada uma inspeção visual com objetivo de verificar danos externos nos principais itens do transformador, aos quais seguem:

- * Vazamento de óleo;
- * Arranhões na pintura;
- * Sinais de corrosão;
- * Inexistência de fissuras ou lascas nos corpos isolantes das buchas;
- * Estado dos acessórios.

6.2 PLACA DE IDENTIFICAÇÃO

Verificar se os dados de placa estão coerentes com o sistema em que o transformador será instalado. A correta ligação do painel de derivações ou a posição do comutador em relação ao diagrama de ligações é primordial para a instalação / utilização do transformador.

6.3 SISTEMA DE PROTEÇÃO E MANOBRA

Os transformadores devem ser protegidos contra sobrecargas, curtos-circuitos e surtos de tensão, e, para esta finalidade são utilizados disjuntores, seccionadores, para-raios, e outros dispositivos entendidos como necessários pelo responsável pela instalação.

Previamente à energização todos estes componentes devem ser detalhadamente testados de acordo com as normas aplicáveis a cada um deles.



ATENÇÃO!

Aterramentos de para-raios (quando utilizados) devem ser feitos com cabos independentes do aterramento do neutro do transformador.

7 ENSAIOS ANTES DA ENERGIZAÇÃO

Os ensaios de comissionamento do transformador são necessários de serem realizados em campo antes da energização do transformador:

7.1 RELAÇÃO DOS ENSAIOS ELÉTRICOS E COMISSONAMENTO

- a) Medição da resistência do isolamento dos enrolamentos do transformador;
- b) Medição da relação de transformação e deslocamento angular (TTR);
- c) Medição da resistência elétrica em todos os enrolamentos, em todas as fases e posições do comutador de derivações;
- d) Medição da resistência de isolamento da fiação de painéis e acionamento(s) motorizado(s), caso aplicável;
- e) Medição da relação de transformação, saturação, polaridade, e resistência do isolamento dos TC's de buchas, caso aplicável;
- f) Executar a análise físico-química do óleo isolante conforme item 6.1.1;
- g) Executar a análise cromatográfica do óleo isolante;
- h) Verificar o correto nível do óleo isolante;
- i) Executar a simulação da atuação de todos os dispositivos de supervisão, proteção e sinalização;
- j) Executar o ensaio de calibração dos termômetros de imagem térmica do transformador, caso aplicável;
- k) Efetuar uma nova desareação nos pontos previstos nos transformadores providos de buchas capacitivas, do relé de gás, cabeçote (comutador de derivações) e radiadores;

- l) Executar o ensaio de estanqueidade, caso o equipamento seja montado em campo;
- m) Verificar as tensões dos circuitos auxiliares;
- n) Curto circuitar e aterrar todos os secundários dos TC's de buchas que não tiverem previsão de uso, caso aplicável;
- o) Verificar sentido de rotação dos motores dos ventiladores, caso aplicável;
- p) Verificar o funcionamento do sistema de aquecimento do painel e ajustar o termostato em 30 graus, caso aplicável.

**NOTA!**

O transformador dispõe de comutador e/ou painel para fazer a religação internamente, sendo que no caso do comutador, na sua maioria, pode ser acessível externamente, porém no caso de painel de religação, será sempre acessível internamente.

O acesso ao interior do tanque é através da janela de inspeção, sendo que para isso, deverá ser feito em condições climáticas favoráveis, com umidade relativa do ar em no máximo de 70%, evitando assim penetração de umidade, particulados sólidos presentes no meio externo, e/ou qualquer outro agente externo que possa contaminar a parte interna do equipamento.

**ATENÇÃO!**

Toda vez que o comutador de tap's e/ou painel for manipulado, é necessário repetir o ensaio de resistência ôhmica dos enrolamentos e relação de transformação na nova posição de trabalho definida. Os valores obtidos deverão ser avaliados e comparados com as medições realizadas em fábrica e/ou no comissionamento realizado em campo.

**PERIGO!**

Toda mudança de posição de tap em transformador com comutador de tensão em vazio e/ou painel, deve ser feita com o transformador desenergizado e devidamente aterrado.

**ATENÇÃO!**

A execução de todos os ensaios indicados acima e verificações é **OBRIGATÓRIA** e condição básica para a manutenção e validação da garantia contratual.

7.1.1 Óleo Isolante

- a) Análise físico-química do óleo isolante.
 - * Rigidez dielétrica
 - * Teor de água
 - * Fator de perdas dielétricas à 100°C
 - * Tensão interfacial
 - * Índice de neutralização
 - * Ponto de fulgor e ponto de combustão (somente para óleo vegetal)
 - * Densidade relativa à 20/04°C
 - * Viscosidade cinemática 40°C (somente para óleo vegetal)

7.2 VERIFICAÇÕES ANTES DA ENERGIZAÇÃO

Avaliar os resultados obtidos nos relatórios de ensaios elétricos de comissionamento realizados em campo e compará-los com as medições de fábrica.

Inspeccionar e simular a atuação de todos os dispositivos de proteção e sinalização do transformador.

**ATENÇÃO!**

O transformador deve ser energizado inicialmente em vazio.

8 ENERGIZAÇÃO

A energização é o passo final na sequência de colocação em serviço de um transformador. Algumas vezes a energização é feita imediatamente após a instalação. Entretanto, é comum a energização ser realizada muito tempo após a instalação, com diversos eventos de obra que podem alterar as condições iniciais nas quais o transformador se encontrava. Em ambos os casos devem ser feitas verificações específicas antes da energização.



ATENÇÃO!

Os ensaios de comissionamento são considerados válidos por um período de limitados em 6 meses. Caso o transformador não seja energizado durante este período, o comissionamento de campo deverá ser realizado novamente, sendo esta condição **OBRIGATÓRIA** e básica para a manutenção e validação da garantia contratual.



ATENÇÃO!

É importante observar que o transformador deve ser energizado após decorridos, pelo menos, 24 horas de conclusão de enchimento com óleo.



ATENÇÃO!

Curto-circuitar e aterrar todos os secundários do TC que não tiverem previsão de uso.



ATENÇÃO!

Verificar, ajustar e travar a posição do comutador manual conforme condição de tensão do sistema.

8.1 VERIFICAÇÕES PRELIMINARES À ENERGIZAÇÃO

Sempre que possível, todas as atividades de montagem, ensaios e energização, devem ser preferencialmente acompanhados por um supervisor do fabricante.

Avaliar os resultados obtidos nos relatórios de ensaios elétricos de comissionamento realizados em campo e compará-los com as medições de fábrica.

Inspecionar e simular a atuação de todos os dispositivos de proteção e sinalização do transformador.



ATENÇÃO!

O transformador deve ser energizado inicialmente em vazio.

8.2 VERIFICAÇÕES PÓS ENERGIZAÇÃO

O transformador deve ser energizado inicialmente em vazio, possibilitando uma avaliação do equipamento previamente a aplicação da carga, sendo indicada as seguintes ações:

- a) Verificar as tensões de entrada e saída do transformador;
- b) Verificar nível de ruído;
- c) Verificar, acionar o comutador sob carga em todas as suas posições, podendo esta ser realizada nas condições manual e/ou motorizada, caso aplicável;
- d) Acionar e verificar o desempenho dos motoventiladores, caso aplicável;
- e) Após 12h da colocação em carga, verificar se a temperatura registrada nos termômetros de óleo e/ou enrolamento, estão de acordo com o limite registrado na placa de identificação do transformador, caso aplicável;
- f) Avaliar possíveis pontos de vazamentos de óleo;
- g) Avaliar as indicações de nível de óleo;
- h) Efetuar análise cromatográfica do óleo isolante, antes da energização (referência), 24 e 36 horas após a energização e 30 dias após a energização, para detecção de defeitos incipientes (utilizar o diagnóstico conforme NBR 7274).

**ATENÇÃO!**

O transformador deve ser energizado inicialmente em vazio.

**ATENÇÃO!**

Em se detectando qualquer anormalidade nas verificações pós – energização, a WEG deverá ser contatada.

8.2.1 Mudança de Posição do TAP do Transformador

O transformador dispõe de comutador e/ou painel para fazer a religação internamente, sendo que no caso do comutador, na sua maioria, pode ser acessível externamente, porém no caso de painel de religação, será sempre acessível internamente.

O acesso ao interior do tanque é através da janela de inspeção, sendo que para isso, deverá ser feito em condições climáticas favoráveis, com umidade relativa do ar em no máximo de 70%, evitando assim penetração de umidade, particulados sólidos presentes no meio externo, e/ou qualquer outro agente externo que possa contaminar a parte interna do equipamento.

**PERIGO!**

Toda mudança de posição de tap em transformador com comutador de tensão em vazio e/ou painel, deve ser feita com o transformador desenergizado e devidamente aterrado.

**ATENÇÃO!**

Toda vez que o comutador de tap's e/ou painel for manipulado, é necessário repetir o ensaio de resistência ôhmica dos enrolamentos e relação de transformação na nova posição de trabalho definida. Os valores obtidos deverão ser avaliados e comparados com as medições realizadas em fabrica e/ou no comissionamento realizado em campo.

9 MANUTENÇÃO

Os equipamentos em operação são geralmente expostos a exigências diversas, de natureza tanto elétrica quanto mecânica, e por eventos do sistema e da instalação na qual encontram-se inseridos. Para evitar qualquer falha ou dano para o equipamento é importante monitorar algumas partes regularmente e cuidadosamente, assegurando a funcionalidade adequada. Se o equipamento é usado como uma unidade reserva, a inspeção e manutenção devem ser iguais às de um equipamento em operação. Além das coordenadas gerais explicitadas a seguir, devem ser observados rigorosamente, sob pena de perda de garantia, o estabelecido no item 9.1 a seguir.

As buchas isolantes do equipamento devem estar sempre limpas, e as partes vivas devem estar livres de poeira e sujeira, principalmente em condições especiais, tais como aquelas em que há acúmulo de sal, areia e produtos químicos, que requerem uma limpeza regular (a cada 03 meses) para evitar a possibilidade de descargas superficiais.

A temperatura é um fator fundamental na vida útil do equipamento. É muito importante observar a temperatura do equipamento continuamente e correlacionar os valores com a tensão nominal nos lados primários e secundários, e com as condições de carga do equipamento. As altas temperaturas causam envelhecimento acelerado das partes isolantes internas, e reduzem a vida útil do equipamento.

O sistema de pintura deve estar livre de arranhões e oxidação. Para alcançar a melhor proteção possível contra a corrosão do equipamento, devem-se restaurar prontamente os itens danificados durante o transporte ou montagem utilizando tinta apropriada, conforme plano de pintura original do equipamento.

Deve-se checar o nível de óleo do equipamento durante a operação, mesmo que não existam sinais de nível mínimo no indicador de nível de óleo. Vazamentos de óleo no tanque não são muito comuns, mas devem ser verificados regularmente (a cada 06 meses).

Acessórios como o indicador do nível de óleo, indicadores de temperatura do óleo e dos enrolamentos, relé buchholz e demais utilizados especialmente naquele determinado equipamento são construídos para este tipo de aplicação ao tempo, mas se houver oxidação no componente / acessório, preferencialmente deve-se substituir o conjunto danificado, uma vez que pode afetar o funcionamento correto do equipamento.

O gabinete de controle deve estar seco e limpo. O acúmulo de poeira ou infiltração de água no compartimento de controle pode causar danos ou mau funcionamento dos componentes elétricos.

Os trabalhadores que executarão as atividades relacionadas neste documento devem ter realizados os cursos de segurança indicados abaixo e devem estar com os devidos certificados atualizados, conforme previsto nas normas regulamentadoras. São eles:

- * NR 10: Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade.
- * NR 10 Complementar: Sistema Elétrico de Potência (SEP).
- * NR 33: Segurança e Saúde no Trabalho em Espaço Confinado.
- * NR 35: Trabalho em Altura.

9.1 CRONOGRAMA DE MANUTENÇÃO

9.1.1 Inspeção Trimestral

Tabela 02 - Inspeção trimestral

ITEM A SER INSPECIONADO	DESCRIÇÃO/PROCEDIMENTO	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO
Temperatura do óleo do transformador	Verifique a temperatura mediante uma inspeção visual.	Comparar com os dados da placa de identificação do transformador.
Nível de óleo do transformador	Verifique o nível do óleo mediante uma inspeção visual.	Verificar o nível de óleo indicado pelo instrumento. Se muito próximo do nível mínimo, contatar o fabricante.
Vazamentos de óleo no transformador	Verifique se há algum vazamento mediante uma inspeção visual em todo o perímetro do equipamento.	01- Quando existir um vazamento de óleo em qualquer junta/gaxeta, refaça o ajuste e o reaperto conforme indicação do Apêndice D – Torque Recomendado. Caso o vazamento continue, informe a WEG. 02- Quando existir um vazamento de óleo nas soldas, informe imediatamente a WEG. Nota: Esta verificação deve ser realizada com o transformador desenergizado.
Pontos de oxidação no transformador	Verifique se existem pontos de oxidação	Remova a oxidação e pinte novamente a zona oxidada. Nota: Para esta verificação o equipamento deve ser desligado.
Vazamentos de óleo no sistema de resfriamento	Verifique se há algum vazamento mediante uma inspeção visual nos radiadores, flanges de conexão e válvulas do sistema de resfriamento.	Quando existir um vazamento de óleo em qualquer junta/gaxeta, refaça o ajuste e o reaperto conforme indicação do Apêndice D – Torque Recomendado. Caso o vazamento continue, informe a WEG.
Secadores de ar	Verifique se existe saturação de água nos grãos de sílica-gel.	Se existir deve-se secá-los através do processo de regeneração da sílica.
Bucha <i>plug-in</i>	Verifique a integridade do corpo da bucha e se não existem trincas e/ou peças quebradas.	Se existir algum tipo de vazamento, peça quebrada, ou qualquer outro defeito, informe a WEG.
Bucha em porcelana sólida	Verifique a integridade do corpo da bucha e se não existem trincas e/ou peças quebradas.	Se existir algum tipo de vazamento, peça quebrada, ou qualquer outro defeito, informe a WEG.

Comutador sem tensão	Verifique se existe dano ao acionamento manual ou manivela do comutador sem tensão.	Se existir algum tipo de dano, informe a WEG.
----------------------	-------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------

9.1.2 Rotina de Inspeção para Intervalos mais Abrangentes

Tabela 03 - Rotina de inspeção para intervalos mais abrangentes

ITEM A SER INSPECIONADO	PERÍODO	DESCRIÇÃO/PROCEDIMENTO	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO
Inspeção geral no transformador	Anualmente	Verifique se existem vazamentos de óleo.	Se necessário faça o reaperto dos parafusos nas conexões conforme indicação do Apêndice D – Torque Recomendado. Verifique se existem vazamentos nas juntas, e se existir, refaça o aperto naquela região conforme indicação do Apêndice D – Torque Recomendado. Se houver vazamentos nas soldas, informe a WEG.
		Verifique se existem pontos de oxidação.	Remova os pontos oxidados e repinte a zona oxidada.
		Verifique se as conexões a terra, os terminais e cabos de ligação, os tubos e as barras de ligação, etc., estão posicionados corretamente e suficientemente apertados.	Faça o ajuste se necessário.
Análise físico-química do óleo isolante	Anualmente	Conforme os procedimentos e as disposições da norma ABNT NBR 10576 para óleo mineral, e ABNT NBR 16518 para óleo vegetal.	Conforme ABNT NBR 10576 para óleo mineral, e ABNT NBR 16518 para óleo vegetal.
Análise cromatográfica do óleo isolante	6 meses	Conforme os procedimentos e as disposições da norma ABNT NBR 7274 para óleo mineral, e IEEE C57.155 para óleo vegetal.	Conforme ABNT NBR 7274 para óleo mineral, e IEEE C57.155 para óleo vegetal.
Radiadores e elementos de fixação	Anualmente	Verifique se todos os parafusos e porcas estão suficientemente apertados.	Se for necessário, faça o reaperto conforme indicação do Apêndice D – Torque Recomendado.
Sistema do tanque de expansão do óleo	6 meses	Verifique se o secador de ar e o indicador de nível de óleo se encontram em condições indicadas conforme o item "ACESSÓRIOS".	Caso algo não esteja nas condições adequadas, informe a WEG.
Tanque	6 meses	Verifique se existem contaminações / oxidação sobre a superfície do tanque.	Se os danos forem muitos severos, informe a WEG.
Radiadores	6 meses	01- Verifique se existem contaminações / oxidação as aletas do radiador. 02- Procure por fissuras ou danos nas aletas.	Limpe a superfície afetada. Se necessário repinte as áreas afetadas. Se os danos forem muitos severos, informe a WEG.
Circuito de controle	A cada 2 anos	01- Teste o funcionamento dos relés: nível do óleo, fluxo de óleo, dispositivo de alívio de pressão, indicadores de temperatura do óleo e enrolamento, etc. 02- Verifique o funcionamento dos contatores e disjuntores. 03- Meça a resistência de isolamento dos cabos. 04- Faça uma inspeção detalhada dos cabos e conexões.	Todos os contatos deverão funcionar de forma adequada, não devem existir danos mecânicos no corpo dos componentes, e a resistência de isolamento não deve indicar pontos sem isolamento adequado.
Válvula de alívio de pressão	Anualmente	01- Verifique o estado externo da válvula. 02- Verifique se existem vazamentos de óleo. 03- Verifique o acionamento do pino indicador de atuação.	Caso algo não esteja nas condições adequadas, informe a WEG.
Secador de ar	Anualmente	01- Verifique o nível de óleo na cuba de purificação.	O nível de óleo não deve ultrapassar a marca vermelha e a condição de sílica gel.
Relé detector de gás – tipo buchholz	A cada 2 anos	01- Verifique se tem presença de gás. 02- Teste o funcionamento do componente.	Caso haja gás dentro do relé Buchholz, informe a WEG.

Resistência de ajuste do termômetro do enrolamento	Anualmente	01- Inspeção visualmente a parte externa. 02- Verifique as conexões dos cabos.	1 - Análise visual indicando bom estado do componente. 2 - Conexões devidamente apertadas com bom acoplamento mecânico.
	3 anos	03- Verifique as seguintes características: Temperatura indicada. Valor da resistência. Resistência de isolamento.	Compare a temperatura medida no termômetro com outro medidor de referência. Todos os contatos deverão funcionar adequadamente e a resistência de isolamento deverá ser superior a 2 MΩ.
Indicador de nível do óleo	Anualmente	01- Verifique o estado externo. 02- Teste o funcionamento do componente.	Análise visual indicando bom estado do componente.
	3 anos	03- Verifique os seguintes pontos: Funcionamento da resistência de isolamento. Funcionamento do microinterruptor. Funcionamento correto da boia e ponteiro.	Todos os contatos deverão funcionar de forma adequada e a resistência de isolamento deverá ser superior a 2 MΩ.
Relé de pressão súbita	Anualmente	01- Verifique o estado externo.	Análise visual indicando bom estado do componente.
	3 anos	02- Verifique os seguintes pontos: Funcionamento dos contatos. Funcionamento das conexões dos cabos.	Caso algo não esteja nas condições adequadas, informe a WEG.
Termômetro do enrolamento	Anualmente	01- Verifique o estado externo.	Análise visual indicando bom estado do componente.
	3 anos	02- Verifique as seguintes características: Indicador do termômetro. Valor da resistência. Resistência de isolamento. Transformador de corrente.	Todos os contatos deverão funcionar de forma adequada e a resistência de isolamento deverá ser superior a 2 MΩ.
Termômetro do óleo	Anualmente	01- Verifique o estado externo.	Análise visual indicando bom estado do componente.
	3 anos	02- Verifique se está funcionando adequadamente. Verifique o isolamento e a resistência.	Todos os contatos deverão funcionar de forma adequada e a resistência de isolamento deverá ser superior a 2 MΩ.
Nível de ruído	Anualmente	01- Meça o ruído com o decibelímetro e compare com o valor admissível na norma para o equipamento.	Caso algo não esteja nas condições adequadas, informe a WEG.
Análise termográfica	Anualmente	Verifique se há aquecimento anormal nos conectores, ou em algum ponto específico do corpo do transformador.	Caso algo não esteja nas condições adequadas, informe a WEG.

9.2 COLETA DE AMOSTRAS DO ÓLEO ISOLANTE

É de responsabilidade do cliente a verificação e acompanhamento das características físico-químicas e cromatográficas do óleo isolante para a segurança operacional e preservação da vida útil do equipamento.

Este procedimento estabelece a forma correta de coletar amostras de óleo isolante do equipamento, tambores e outros recipientes, tanto para ensaios físico-químicos quanto para cromatografia.



ATENÇÃO!

A quantidade de óleo extraída para amostragem deverá ser retornada afim de não alterar o nível de óleo.

9.2.1 Condição de Coleta em Transformadores em Operação

- Transformador desprovido de sistema de selagem - Proceder com a coleta normalmente.
- Transformador provido de sistema de selagem.

9.2.2 Coleta de Óleo para Transformador Provido de Sistema de Selagem

ATENÇÃO!



Neste tipo de sistema, previamente à coleta deve ser feita a verificação se a pressão interna do equipamento é positiva ou negativa. Para a coleta, a pressão necessariamente deve ser positiva.

Em caso de abertura do registro inferior na condição de pressão negativa, o ar externo será sugado para dentro do transformador, formando bolhas de ar livre em suspensão que poderão passar por um ponto crítico do dielétrico, vindo a comprometer a isolamento, causando descargas elétricas, e podendo até mesmo levar à queima do transformador.

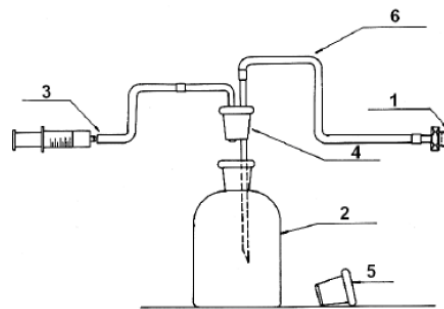
9.2.3 Procedimento para Avaliar Condição do Sistema de Selagem

- Conectar devidamente o dispositivo de coleta na válvula;
- Acoplar o mesmo na seringa;
- Forçar o êmbolo da seringa, certificando que o circuito está fechado.

Proceder cuidadosamente com a abertura da válvula e observar se o óleo é drenado normalmente. Caso contrário, caracteriza que o transformador está com pressão interna negativa e sua coleta deverá ser feita somente com o transformador desenergizado.



Figura 41 - Coleta de óleo para análise de gás



Onde:

- Conexão com a válvula do equipamento;
- Garrafa de 1000 ml;
- Seringa de 50 ml para teste cromatográfico;
- Adaptador de gargalo de cobre ou de Teflon com cano;
- Tampa para a garrafa de 1000 ml;
- Mangueira plástica.

Figura 42 - Dispositivos de coleta de amostra

9.3 COLETA PARA ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA

9.3.1 Utensílios de Coleta da Amostra

Ter à mão os seguintes utensílios para a coleta de amostras:

- Frasco para amostragem (**Figura 43**): a garrafa de amostragem deverá ser de vidro escuro, com capacidade para 1000ml (1 litro) e deverá ser limpa conforme descrito no item 9.3.2;
- Aparatos de coleta de amostras: aparato de coleta (Bico) e mangueira;
- Dispositivos de coleta de amostras: dispositivo de coleta (niple) e mangueira.



Figura 43 - Frasco para amostragem

9.3.2 Limpeza dos Frascos de Amostragem

Os frascos devem ser limpos de acordo com o seguinte procedimento:

- a) Retirar eventual conteúdo dos frascos;
- b) Lavar os frascos e as tampas com detergente neutro (**Figura 44**);
- c) Enxaguar os frascos com bastante água corrente comum;
- d) Deixar escorrer a água comum e enxaguar com água destilada;
- e) Secar os frascos na estufa, mantendo-os na posição vertical a uma temperatura de $102 \pm 2^\circ\text{C}$ por um período mínimo de 2 horas;
- f) Deixar os frascos esfriarem dentro da estufa fechada, fechando-os em seguida, tomando cuidado para não tocar com a mão a borda do frasco ou parte interna da tampa que entrará em contato com o óleo.



Figura 44 - Limpeza do frasco amostragem

9.3.3 Procedimento para Coleta da Amostra com Frasco

A coleta de amostras de óleo deve ser executada preferencialmente em condições de clima seco, de modo a impedir qualquer contaminação externa no transformador. Se o clima estiver chuvoso, as seguintes precauções devem ser tomadas:

- a) O ponto de coleta deverá ser protegido para evitar contaminação pela precipitação;
- b) Se possível, o óleo deverá estar pelo menos na mesma temperatura que o ar ambiente;
- c) Quando o equipamento estiver em operação, a temperatura do óleo no momento da amostragem deverá ser anotada. Esta informação é necessária para verificar o conteúdo de água.



PERIGO!

Para equipamentos com conservador de óleo (tanque de expansão) que estejam energizados, o operador deverá possuir treinamento de normas de segurança (NR 10: Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade e NR 10 Complementar: Sistema Elétrico de Potência (SEP) e devem estar com os devidos certificados atualizados, conforme previsto nas normas regulamentadoras) para executar a coleta de amostras de óleo com o equipamento energizado.

Para a coleta da amostra do óleo, siga as seguintes instruções:

- a) Observar a coleta na sequência de 1 a 8 na **Figura 45**;
- b) Remover a proteção do orifício de amostragem;
- c) Remover toda a sujeira e poeira visível da válvula com um tecido limpo e sem fiapos;
- d) Conectar o dispositivo de coleta de amostra (niple e mangueira) na válvula;
- e) Abrir a válvula e deixar fluir, vigorosamente, no mínimo três vezes o volume da tubulação;
- f) Colocar o frasco embaixo do dispositivo de coleta de amostra;
- g) Encher o frasco desprezando no mínimo, um volume de líquido igual à capacidade do recipiente. Indica-se encher os frascos o máximo possível, levando-se em conta as variações de volume decorrentes de possíveis alterações de temperatura;
- h) Depois de enchido o frasco, selar o mesmo e colocar a sua tampa tomando o cuidado para não tocar na parte da tampa que ficará em contato com o óleo. Embrulhar o gargalo da garrafa com filme plástico (cortado na forma de círculo), apertando-o firmemente e fixando-o com fita adesiva;
- i) Identificar o frasco conforme indicado no item 8.5 e enviar a um laboratório qualificado.

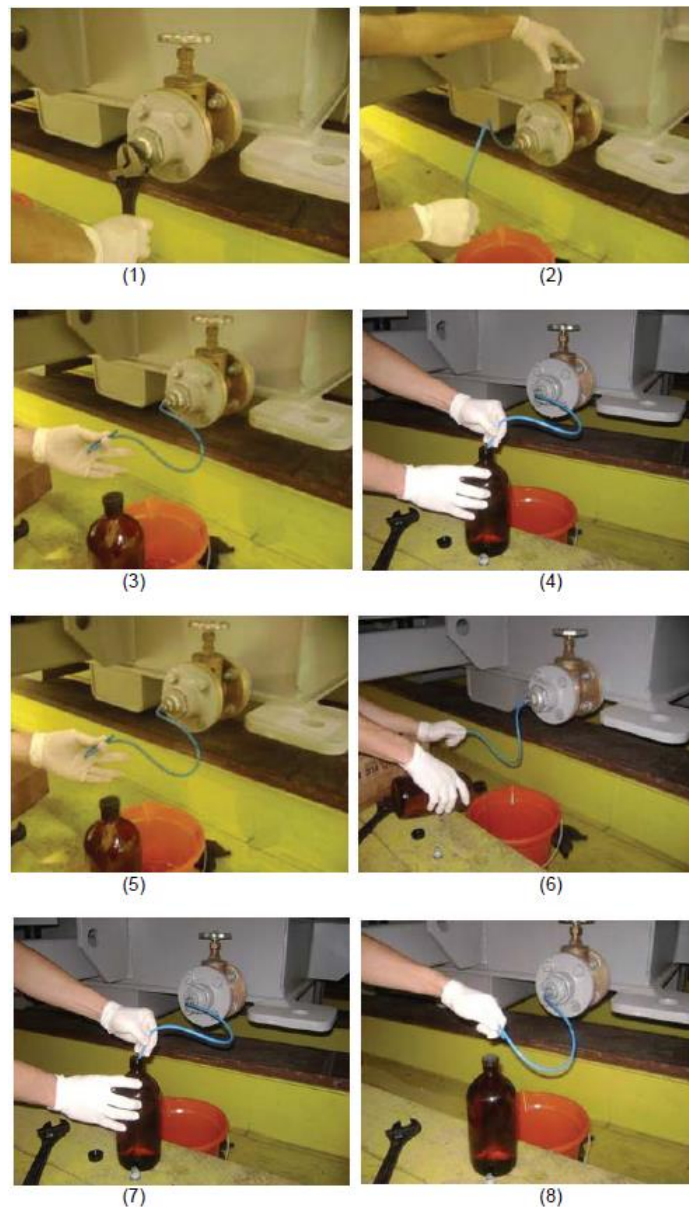


Figura 45 - Sequência de coleta com frasco

9.4 COLETA PARA ANÁLISE CROMATOGRÁFICA

9.4.1 Utensílios de Coleta da Amostra

Ter à mão os seguintes utensílios para a coleta de amostras:

- Mangueira resistente a óleo com uma torneira de 3 vias;
- Seringa de vidro de 50 ml (**Figura 46**);



Figura 46 - Seringa de vidro para coleta de amostragem



ATENÇÃO!

Não é permitido o uso de seringa com pistão de borracha.

9.4.2 Limpeza da Seringa de Amostragem

A seringa de amostragem deverá ser limpa de acordo com o seguinte procedimento (**Figura 47**):

- Remover qualquer conteúdo da seringa;
- Lavar a seringa com detergente neutro;
- Enxaguar a seringa com água limpa comum;
- Escorrer a água comum e enxaguar a seringa com água destilada;
- Secar a seringa numa estufa, em temperatura de $102 \pm 2^\circ\text{C}$ durante pelo menos 2 horas;
- Deixar esfriar dentro da estufa fechada;
- Depois de esfriada a seringa, fechar a mesma.



NOTA!

Não tocar com as mãos na parte interna da seringa que ficará em contato com o óleo.



Figura 47 - Limpeza da seringa (1 e 2) e armazenamento (3 e 4)

9.4.3 Procedimento para Coleta da Amostra com Seringa

A coleta de amostras de óleo deve ser executada em condições de clima seco, de modo a impedir qualquer contaminação externa. Se o clima estiver chuvoso, as seguintes precauções devem ser tomadas:

- a) Se possível, o óleo deverá estar pelo menos na mesma temperatura que o ar ambiente;
- b) Quando o equipamento estiver em operação, a temperatura do óleo no momento da amostragem deverá ser anotada. Esta informação é necessária para verificar o conteúdo de água.



PERIGO!

Para equipamentos com conservador de óleo (tanque de expansão) que estejam energizados, o operador deverá possuir treinamento de normas de segurança (NR 10: Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade e NR 10 Complementar: Sistema Elétrico de Potência (SEP) e devem estar com os devidos certificados atualizados, conforme previsto nas normas regulamentadoras) para executar a coleta de amostras de óleo com o equipamento energizado.

Para a coleta da amostra do óleo, siga as seguintes instruções:

- a) Observar a coleta na sequência de 1 a 6 na **Figura 48**;
- b) Remover a proteção do orifício de amostragem;
- c) Limpar toda a sujeira e poeira visível da válvula com um tecido limpo e sem fiapos;
- d) Conectar o dispositivo de coleta de amostra na válvula;
- e) Abrir a válvula e deixar fluir, vigorosamente, no mínimo três vezes o volume da tubulação;
- f) Abrir a válvula para deixar o óleo entrar na seringa. Não puxar o pistão, mas deixar o mesmo mover-se sozinho para trás apenas com a pressão da coluna de óleo;
- g) Mudar a posição da válvula e empurrar o pistão para esvaziar o conteúdo de óleo da seringa;
- h) Mudar a posição da válvula novamente para encher a seringa mais uma vez. Não puxar o pistão, mas deixar o mesmo mover-se sozinho para trás apenas com a pressão da coluna de óleo;
- i) Fechar a válvula do ponto de coleta da amostra;
- j) Desconectar a seringa do ponto de retirada da amostra;
- k) Identificar a amostra conforme item 9.5 e enviar a mesma para um laboratório qualificado.



ATENÇÃO!

Cuidado para não deixar bolhas se formarem no interior da seringa. A presença de bolhas vai levar a resultados de teste incorretos.

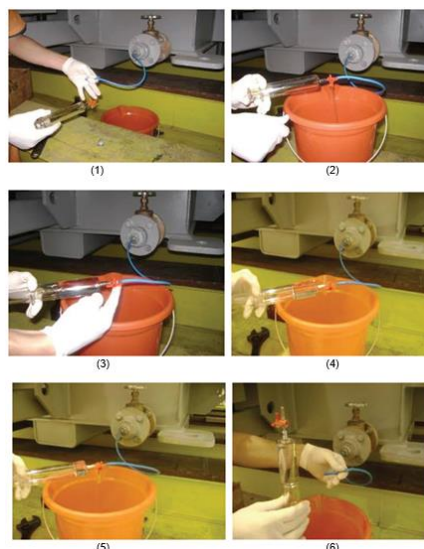


Figura 48 - Sequência de coleta com seringa

**ATENÇÃO!**

A amostragem do óleo para análise cromatográfica deverá ser de pelo menos duas amostras (prova e contraprova), ou seja, através de duas seringas para cada ponto de coleta. Este procedimento é necessário para esclarecer qualquer dúvida que houver sobre algum resultado inesperado.

9.5 IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS DE ÓLEO

9.5.1 Identificação dos Recipientes com Amostras de Óleo para Análise Físico-Química e Cromatográfica

A identificação correta e detalhada dos recipientes garantirá a qualidade e rastreabilidade do processo. A identificação deve ser conforme descrita abaixo:

- a) Nome do equipamento;
- b) Fabricante do equipamento;
- c) Instalação onde está localizado;
- d) Tensão em kV;
- e) Potência em kVA;
- f) Número de série;
- g) Data de coleta da amostra;
- h) Quando não se tratar de amostra de rotina, informar de forma detalhada o motivo da coleta;
- i) Situação do óleo: Novo ou regenerado;
- j) Temperatura do óleo coletado;
- k) Nome do cliente local.

9.5.2 Armazenagem das amostras coletadas

O armazenamento das amostras preferencialmente deve ser conforme mostrado na **Figura 49**.

**ATENÇÃO!**

O acondicionamento das amostras de óleo deverá ter em conta a necessidade de garantir a integridade das amostras e a proteção contra exposição aos raios solares.



Figura 49 - Armazenagem dos recipientes com amostras de óleo

9.6 DESLIGAMENTO DE EMERGÊNCIA

Durante o funcionamento do transformador é possível que ocorra a necessidade de um desligamento de emergência. Dependendo do tipo da situação, as emergências podem ser classificadas basicamente em dois tipos: desligamento imediato e desligamento planejado. Um desligamento imediato em qual é necessário quando alguma das seguintes condições for (em) constatada (s) no equipamento:

- a) Ruído interno anormal;
- b) Vazamentos significantes de óleo;
- c) Aquecimento excessivo dos conectores.

- d) Sobreaquecimento do óleo ou dos enrolamentos detectados através dos termômetros (óleo e/ou enrolamento);
- e) Buchas rachadas;
- f) Estado anormal do óleo isolante;
- g) Surgimento de gases com tendência evolutiva ou atuação do relé detector de gás devido ao surgimento de gases combustíveis.

Um desligamento planejado será necessário quando alguma das seguintes condições for constatada no equipamento:

- a) Vazamentos em menor proporção do óleo isolante, que não afetam significativamente o nível do óleo;
- b) Anormalidades constatadas nos ensaios de óleo que não indiquem evolução acentuada de gases ou deterioração de suas propriedades;
- c) Defeitos nos acessórios de proteção e sinalização, sem que o funcional dos mesmos tenha sido afetado;
- d) Fissuras no tanque ou radiadores sem grandes vazamentos de óleo.

**NOTA!**

A distinção entre a condição que exige desligamento imediato e outra que comporte uma programação mais flexível às vezes não é tão fácil de ser evidenciada. Em caso de dúvidas, sempre contate a WEG.

9.7 FALHAS E DIAGNÓSTICOS

A seguir alguns defeitos possíveis de ocorrer em serviço nos transformadores e seus principais componentes (quando os mesmos forem aplicáveis ao transformador), bem como o procedimento para sua verificação e quando possível correção.

Tabela 04 – Defeitos no transformador

Defeito	Causa provável	Ações corretivas
Temperaturas muito elevadas	1. Sobretensão	Ajuste a tensão através do comutador para evitar uma sobretensão excessiva.
	2. Sobrecarga	Verifique o carregamento. Se for possível, ajuste a potência através da correção do fator de potência para que fique de acordo com o previsto para o equipamento. Assegure-se de que não está ocorrendo circulação de corrente nos barramentos de saída, já que as conexões em paralelo podem gerar diferenças na impedância.
	3. Temperatura da sala de instalação muito alta (em caso de transformador abrigado)	Melhore a ventilação na sala onde o equipamento está instalado.
	4. Não está refrigerando corretamente	Confirme o funcionamento adequado do sistema de refrigeração.
	5. Baixo nível de óleo	Complete o nível do óleo.
	6. Óleo em condição inadequada	Realize o tratamento ou a substituição do óleo.
Falha nos enrolamentos	Sobretensões devido a descargas atmosféricas, curtos circuitos, sobrecarga, óleo isolante em condições inadequadas e com partículas sólidas.	Contatar a WEG.
Falha no núcleo	Rompimento do isolamento do núcleo; Curto-circuito no núcleo.	Verifique a temperatura do transformador e a corrente de excitação e contate a WEG.

Vazamentos	Dano mecânico ou montagem incorreta.	Encontre o ponto de fuga e realize o reparo. Caso não seja possível, contate a WEG.
Ruído excessivo (acima do valor garantido)	Peças externas soltas ou com pouco aperto, com vibração excessiva.	Reaperte as conexões ou solde as peças que estiverem soltas.
Atuação da válvula de alívio de pressão	Falha interna / nível do óleo excessivo.	Contatar a WEG.
Atuação do indicador de nível do óleo	Nível de óleo.	Verifique o nível de óleo e complete ou remova o óleo conforme a necessidade.
Atuação do relé detector de gás (relé tipo Buchholz)	1. Curto-circuito	Contatar a WEG.
	2. Arco elétrico de alta energia nos enrolamentos	
	3. Bolhas de ar causadas pelo aquecimento excessivo das conexões	
	4. Descargas parciais	

Tabela 05 – Defeitos relacionados ao óleo isolante

Defeito	Causa provável	Ações corretivas
Vazamentos nas juntas de vedação	1. Juntas em más condições	Substitua as juntas danificadas.

ANEXO A - TERMO DE GARANTIA

A **WEG Equipamentos Elétricos S/A**, Unidade Transmissão e Distribuição, oferece garantia contra defeitos de fabricação e de materiais para seus produtos por um período de 12 meses, contados a partir da data de emissão da nota fiscal da fábrica, limitado a 18 meses da data de fabricação. Nos prazos de garantia acima, constam os prazos de garantia legal, não sendo cumulativos entre si. Caso um prazo de garantia diferenciado estiver definido na proposta técnico-comercial ou pedido de compra para determinado fornecimento, este prevalecerá sobre os prazos já informados.

Os prazos estabelecidos acima, independem da data de instalação do produto e de sua entrada em operação.

Na ocorrência de um desvio em relação à operação normal do produto, o **CLIENTE** deve comunicar imediatamente por escrito à **WEG** e disponibilizar o produto para avaliação pela **WEG**, pelo prazo necessário para a identificação da causa do desvio, verificação da cobertura da garantia e para o eventual devido reparo. Toda e qualquer atividade que envolva a abertura[#] do equipamento* deve ser realizada por pessoal capacitado, durante o período de garantia somente por pessoal **WEG** e após o período de garantia sendo recomendável a contratação de profissionais **WEG**. O não cumprimento do exposto acima impossibilitará o acionamento da garantia contratual do produto para qualquer tipo de reclamação.

Danos causados possivelmente em decorrência do transporte deverão ser informados no verso do conhecimento de transporte no momento do recebimento do equipamento*, ou em um período máximo de 10 dias por escrito à **WEG**.

Para ter direito à garantia, o **CLIENTE** deve atender às especificações dos documentos técnicos da **WEG**. Especialmente àquelas previstas no Manual de Instalação e Manutenção dos equipamentos* bem como as normas e regulamentações de instalação, operação, manutenção e armazenagem vigentes em cada estado ou país.

Não possuem cobertura da garantia os defeitos decorrentes de utilização, operação, movimentação e instalação inadequadas ou inapropriadas dos equipamentos*, sua falta de manutenção preventiva, bem como defeitos decorrentes de fatores externos ou demais componentes não fornecidos pela **WEG**. Danos ocasionados aos equipamentos*, entre o local de entrega e a obra (base de instalação do transformador), quando o transporte não é de responsabilidade da **WEG**, não estão cobertos pela garantia.

A garantia não se aplica se o **CLIENTE**, por própria iniciativa, efetuar a abertura, reparo ou modificação nos equipamentos sem prévio consentimento por escrito da **WEG**.

A garantia não cobre demais componentes e partes e peças, cuja vida útil for inferior ao período de garantia. Não cobre, igualmente, defeitos ou problemas decorrentes de força maior, negligência ou outras causas que não podem ser atribuídas à **WEG**, mas não limitado a: especificações ou dados incorretos ou incompletos por parte do cliente, transporte, armazenagem, manuseio, instalação, operação e manutenção em desacordo com as instruções fornecidas, acidentes, deficiências de obras civis, utilização em aplicações ou condições ambientais que não eram de conhecimento prévio da **WEG**, ou demais componentes não inclusos no escopo de fornecimento da **WEG**.

A garantia não inclui os serviços de desmontagem nas instalações do cliente, remoção, carregamento, os custos de transporte do produto e as despesas de locomoção, locação de equipamento, hospedagem e alimentação do pessoal da Assistência Técnica, quando solicitado pelo **CLIENTE**.

Os serviços em garantia serão prestados em oficinas de Assistência Técnica autorizadas pela **WEG**, em campo ou na sua própria fábrica. Em nenhuma hipótese, estes serviços em garantia prorrogarão os prazos de garantia dos equipamentos* ou das partes e peças substituídas ou reparadas.

A responsabilidade civil da **WEG** está limitada ao produto fornecido, não se responsabilizando por danos indiretos ou emergentes, tais como lucros cessantes, perdas de receitas e afins que, porventura, decorrerem do contrato firmado entre as partes.



PERIGO

De seu fornecimento, até seu descarte, os equipamentos salvaguardados através deste termo, representam riscos à segurança e à saúde dos indivíduos que, direta ou indiretamente, estejam envolvidos em seu ciclo de vida.

Haja visto, o constante risco elétrico a que se expõem os indivíduos em contato com estes equipamentos e os riscos inerentes aos agentes contaminantes e/ou químicos que podem estar presentes em sua construção (*tais como óleos minerais, gases tóxicos e asfixiantes*), caso não atenda os padrões estabelecidos nas regulamentações de prevenção contra acidentes e legislações ambientais locais vigentes, seu mantenedor legal, responderá as consequências civis e/ou penais de seus atos e omissões.

Portanto não proceder com a abertura[#] do equipamento* sem o acompanhamento ou anuência da **WEG**.

Notas:

¹ Para os casos onde o transformador segue no transporte com registrador de impacto, o registrador de impacto deve ser retirado e enviado para responsável na **WEG** em um prazo máximo de 5 dias após a entrega do transformador. Somente mediante confirmação destes dados recebidos, será efetuada a validação da garantia.

² Após realizar o comissionamento do transformador em campo, seguindo os procedimentos descritos no manual de instalação do referido equipamento, os resultados dos ensaios realizados durante essa atividade devem ser arquivados pelo período mínimo de vigência da garantia contratual do produto, pois os mesmos poderão ser solicitados pela **WEG** para validação do atendimento em caráter de garantia.

[#] **Abertura:** retirada e/ou remoção de tampas e/ou janelas de inspeção ou tampa principal ou qualquer outra abertura que exponha a parte interna dos equipamentos isolados a óleo. Remoção, retirada, substituição de qualquer componente em Chaves Seccionadoras ou painéis de comando e/ou controle.

* **Equipamento (s):** Transformadores à óleo, Transformadores Secos e Chaves Seccionadoras.

WEG EQUIPAMENTO ELÉTRICOS S/A – TRANSMISSÃO & DISTRIBUIÇÃO

Rua Dr. Pedro Zimmermann, 6751 – Bairro Itoupava Central 89068-005 – Blumenau – SC

Fone: (47) 3337-1000 – Fax: (47) 3337-1090

E-mail: wtd@weg.net (Comercial) / wtd-astec@weg.net (Suporte Técnico)



ANEXO B – PLANILHA DE VERIFICAÇÃO DE RECEBIMENTO

ITEM	SIM	NÃO	OBSERVAÇÕES
Danos na pintura			
Danos no tanque			
Danos no radiador			
Danos nos acessórios			
Danos nas buchas			
Danos no acionamento do comutador			
Danos na placa de identificação			
Dados da placa de identificação estão coerentes			
Quantidade de acessórios fornecidos estão corretos			
Caixa de comando e controle			
Tipo de Óleo está correto			
Vazamento de óleo			
Pontos de oxidação			
Registrador de impacto			

APÊNDICE A - ÓLEO ISOLANTE

O óleo isolante utilizado em transformadores possui a finalidade de garantir isolação elétrica entre os componentes do transformador e dissipar para o exterior o calor gerado pelos enrolamentos e núcleo. Para que o óleo possa cumprir satisfatoriamente as duas condições acima, deve sempre atender os parâmetros físico-químicos estabelecidos em normas técnicas para cada tipo de óleo. Importante destacar que os fatores umidade e impurezas alteram significativamente o desempenho elétrico do óleo e, portanto, devem ser muito bem controlados.

1. ÓLEO MINERAL ISOLANTE (OMI)

Os óleos mais utilizados em transformadores atualmente são os Óleos Minerais Isolantes (OMI), que são obtidos através do refino do petróleo. Podem ser de base naftênica (tipo A) ou de base parafínica (tipo B).

Existem também, fluídos isolantes de alto ponto de fulgor* (maior que 300°C) e baixa inflamabilidade, esses fluídos são recomendados para áreas que necessitam de alto grau de segurança, pois essas características reduzem significativamente a probabilidade da propagação de incêndio e explosão.

**Ponto de Fulgor: é a menor temperatura na qual um líquido combustível ou inflamável desprende vapores em quantidade suficiente para que a mistura vapor-ar, logo acima de sua superfície, propague uma chama a partir de uma fonte de ignição. Os vapores liberados a essa temperatura não são, no entanto, suficientes para dar continuidade à combustão. A pressão atmosférica influi diretamente nesta determinação.*

A **Tabela 06** apresenta as características físico-químicas dos óleos mineiras naftênicos e parafínicos novos, sem contato com o transformador. Os valores especificados Tabela 06 estão de acordo com a RESOLUÇÃO ANP Nº 36, DE 5.12.2008 - DOU 8.12.2008.

Tabela 06 – Especificação dos Óleos Minerais Isolantes Tipo A (Naftênico) e Tipo B (Parafínico)

CARACTERÍSTICA	UNIDADE	LIMITES		MÉTODO ABNT NBR e NBR/IEC	MÉTODO ASTM e IEC
		TIPO A LIMITE	TIPO B LIMITE		
Aspecto	-	Claro, límpido e isento impurezas		Visual	
Cor ASTM, máx.	-	1,0		14483	ASTM D1500
Massa específica a 20° C	kg/m ³	861 - 900	860 máx.	7148	ASTM D1298
Ponto de fluidez, máx.(1)	°C	-39	-12	11349	ASTM D97 ou ASTM D5950
Viscosidade cinemática, máx. (2): a 20° C a 40° C a 100° C	mm ² /s (cSt)	25,0 12,0 3,0		10441	ASTM D 445
Ponto de fulgor, mín.	°C	140		11341	ASTM D92
Índice de neutralização (IAT), máx.	mg KOH/g	0,03		14248	ASTM D974
Água, máx. (3)	mg/kg	35		10710 B	ASTM D1533
Cloretos	-	Ausente		5779	-
Bifenila Policlorada (PCB)	mg/kg	Não detectável		13882-B	-
Carbono aromático	% massa	Anotar		-	ASTM D2140
Enxofre corrosivo	-	Não corrosivo		10505	ASTM D1275 Method B
Enxofre total, máx.	% massa	Anotar		-	ASTM D2622 ASTM D4294
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, máx.	% massa	3,0		-	IP346
Fator de perdas dielétricas, máx. (4) a 25° C e a 90° C, ou a 100° C	%	0,05 0,40 0,50		12133	ASTM D 924
Rigidez dielétrica Eletrodo de disco, mín., ou Eletrodo de calota, mín.	kV	30 42		6869 NBR/IEC 601560	ASTM D 877
Rigidez dielétrica a impulse Eletrodos (agulha/esfera), mín.	kV	145		-	ASTM D 3300
Tendência a evolução de gases	µl/min	Anotar		-	ASTM D 2300

Tensão interfacial a 25° C, mín.	mN/m	40	6234	ASTM D 971
Aditivo inibidor de oxidação DBPC (5)		Não detectável		
Óleo não inibido	% massa		12134 A	ASTM D 2668
Óleo inibido, máx.		0,33		
Aditivos (6)				
ENSAIOS COMPLEMENTARES				
Óleo Não Inibido				
Estabilidade a oxidação				
Índice de neutralização (IAT), máx.	mg KOH/g	0,40	10504	IEC 61125 A
Borra, máx.	% massa	0,10		
Fator de perdas dielétricas, a 90°C, máx	%	20		
Óleo Inibido				
Estabilidade a oxidação 164 horas				
Índice de neutralização (IAT), máx.	mg KOH/g	0,40	-	ASTM D2440
Borra, máx.	% massa	0,20		
Bomba rotativa (RBOT), min.	minutos	220	NBR 15362	ASTM 2112
<p>1) Outros limites de ponto de fluidez poderão ser aceitos mediante acordo entre comprador e vendedor.</p> <p>2) O óleo mineral isolante estará especificado se atendidos os limites estabelecidos para duas dentre as três temperaturas citadas.</p> <p>3) Este limite não se aplica a produtos transportados em navios ou caminhões tanques, ou estocados em tanques, em que possa ocorrer absorção de umidade. Neste caso, deverá ser processado tratamento físico adequado para atendimento do limite especificado no presente Regulamento Técnico.</p> <p>4) O fator de perdas dielétricas do óleo mineral isolante deverá atender ao limite estabelecido para 25° C e, adicionalmente, a uma das duas temperaturas adicionais citadas: 90°C ou 100°C.</p> <p>5) Este ensaio deverá ser executado em espectrofotômetro de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR).</p> <p>6) Somente é permitida a adição do aditivo antioxidante Di-Butil-Paracresol - DBPC. Qualquer outra substância química, além do DBPC, deliberadamente adicionada ao óleo mineral isolante para melhorar desempenho das características da tabela acima, como por exemplo, antiespumantes, anticarregamento eletrostático, outros antioxidantes, passivadores de metais, anticorrosivos, depressores de ponto de fluidez, deverá ser previamente acordada com o comprador e deverá constar do respectivo Certificado da Qualidade.</p>				

2. ÓLEO VEGETAL ISOLANTE (OVI)

Outros líquidos isolantes com características dielétricas e refrigerantes compatíveis para utilização em transformadores estão sendo pesquisados tanto no Brasil quanto no exterior. Destaca-se o desenvolvimento do óleo vegetal isolante (OVI) que tem a vantagem de ser biodegradável e possuir alto ponto de fulgor* (maior que 300 °C). Porém, possui a desvantagem de ser altamente oxidante na presença de oxigênio, sendo recomendável a utilização em transformadores com sistemas comprovadamente selados.

**Ponto de Fulgor: é a menor temperatura na qual um líquido combustível ou inflamável desprende vapores em quantidade suficiente para que a mistura vapor-ar, logo acima de sua superfície, propague uma chama a partir de uma fonte de ignição. Os vapores liberados a essa temperatura não são, no entanto, suficientes para dar continuidade à combustão. A pressão atmosférica influi diretamente nesta determinação.*

A **Tabela 07** e **Tabela 08** apresentam características físico-químicas dos óleos vegetais isolantes sem contato com o transformador. Os valores especificados na Tabela 07 e Tabela 08 estão de acordo com a norma ABNT NBR 15422 – Óleo vegetal isolante para equipamentos elétricos.

Tabela 07– Óleo Vegetal Isolante Novo

Características	Unidade	Método de ensaio	Valor especificado
Aspecto visual	-	Visual	O óleo deve ser claro, límpido, isento de material em suspensão ou sedimentado.
Cor	-	NBR-14483	1,0 máximo
Densidade a 20/4°C	-	NBR-7148	0,96 máximo
Viscosidade cinemática (1)			
20°C	mm ² /s (cST)	NBR-10441	150 máximo
40°C			50 máximo
100°C			15 máximo
Ponto de Fulgor	°C	NBR-11341	275 mínimo
Ponto de Combustão	°C	NBR-11341	300 mínimo
Ponto de Fluidez (2)	°C	NBR-11349	-10 máximo

Rigidez dielétrica (3) Eletrodo de disco Eletrodo VDE	kV	NBR-6869 IEC-60156	30 mínimo 42 mínimo
Fator de perdas dielétricas: (4) 25°C 90°C 100°C	%	NBR 12133	0,20 máximo 3,6 máximo 4,0 máximo
Índice de Neutralização (IAT)	mg KOH/g	NBR-14248	0,06 máximo
Teor de água	mg/kg	NBR-10710 M	200 máximo
Teor de PCB	mg/kg	NBR-13882	< 2,0

(1) Recomenda-se que o ensaio de viscosidade cinemática seja realizado em duas temperaturas entre as três citadas.

(2) O ponto de fluidez do óleo vegetal isolante é importante como índice da temperatura mais baixa na qual o material pode ser esfriado sem limitar seriamente seu grau de circulação. Alguns fluídos a base de óleo vegetal são sensíveis ao armazenamento prolongado em baixas temperaturas, e seus pontos de fluidez podem não diagnosticar adequadamente suas propriedades de escoamento em baixa temperaturas.

(3) Esta especificação requer que o produto seja aprovado em um ou outro ensaio e não nos dois. Em caso de dúvida, recomenda-se que esta seja dirimida por meio do ensaio de eletrodo de disco.

(4) Esta especificação requer que o óleo isolante atenda ao limite de fator de perdas dielétricas a 90° C ou 100° C. Esta especificação não exige que o óleo isolante atenda ao limites medidos nas duas temperaturas. Em caso de dúvida, recomenda-se que seja dirimida por meio do ensaio de fator de perdas dielétricas a 100° C.

Tabela 08 – Ensaio de Tipo para Óleo Vegetal

Características	Unidade	Método de ensaio	Valor especificado
Coeficiente de expansão térmica	a°	CASTM D 190	30,0007 a 0,0008
Constante dielétrica a 25°C	-	NBR 12133	3,1 a 3,3
Calor específico a 20°C	cal/	gASTM D 2766	0,45 a 0,60
Condutividade térmica	cal/cm.s.°C	ASTM D 271	70,00035 a 0,00045
Rigidez dielétrica a impulso	kV	ASTM D 3300	100 mínimo
Enxofre corrosivo	-	NBR 10505	Não corrosivo
Biodegradabilidade	-	OECB	Prontamente biodegradável

3. ENCHIMENTO COM ÓLEO ISOLANTE

Características do equipamento

Transformador transportado com óleo rebaixado e/ou radiador destacável e tanque resistente a vácuo (tanque principal e conservador) e conservador sem sistema de preservação do óleo (bolsa de borracha).

Equipamentos e materiais necessários

- * Máquina termovácuo com conjunto de mangueiras;
- * Bomba de vácuo auxiliar;
- * Tanque auxiliar;
- * Medidor de vácuo tipo Pirani;
- * Dispositivo com manovacuometro para controle do enchimento;
- * Dispositivos para coleta de óleo para análise físico química e cromatográfica;
- * Ferramentas diversas.

Condições necessárias

- * Serviços devem ser executados por empresa especializada;
- * Máquina termovácuo e seus acessórios devidamente homologados e isentos de quaisquer contaminantes que possam comprometer/contaminar o óleo do equipamento;
- * Tanque auxiliar devidamente homologado.

Procedimento

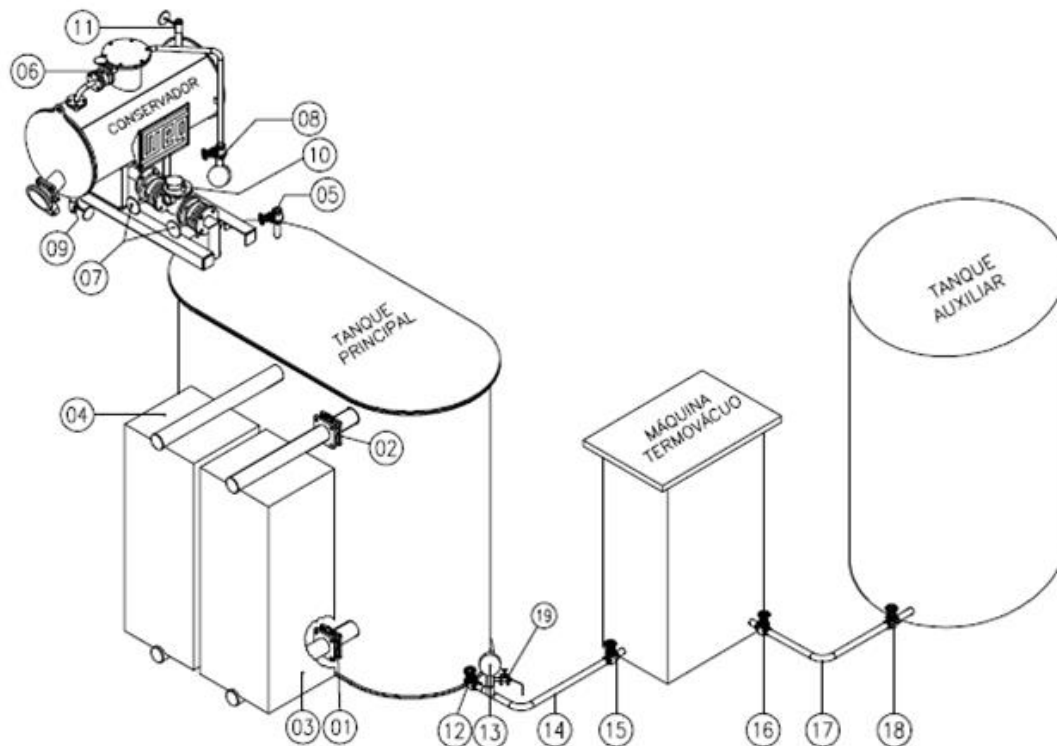
- a) Executar a montagem eletromecânica geral do equipamento, radiadores e, caso aplicável, rele de gás e conservador;
- b) Coletar amostra de óleo do tanque do transformador para análise físico química (referência);
- c) Transferir o óleo dos tambores para o tanque auxiliar;
- d) Coletar amostra do óleo do tanque auxiliar para análise físico química (referência).



NOTA!

Executar a análise físico química em laboratório credenciado do óleo das duas amostras coletadas e comparar os valores obtidos com os valores de referência indicados nas tabelas 05, 06 e 07 do APÊNDICE A. Caso os valores estejam fora dos limites estabelecidos, solicitamos que as etapas dos trabalhos de enchimento sejam paralisados e imediatamente contatar a Assistência técnica da WEG (wtd-astec@weg.net) para definição das providencias a serem executadas. Sendo os valores aprovados, prosseguir com as etapas seguintes.

- e) Abrir as válvulas superiores dos radiadores (Pos. 02);
- f) Abrir as válvulas da tubulação do rele de gás (Pos. 07);
- g) Abrir a válvula de equalização entre a bolsa e o conservador, caso aplicável (Pos. 06);
- h) Instalar o dispositivo com manômetro na válvula da tubulação do secador de ar (Pos. 08);
- i) Instalar a mangueira da máquina termovácuo na entrada do dispositivo instalado na válvula de drenagem do tanque principal (Pos. 13);
- j) Instalar a mangueira entre a máquina termovácuo e o tanque auxiliar (Pos. 17);
- k) Iniciar o processo de enchimento;
- l) Des aerar a mangueira instalada de enchimento através da válvula de drenagem do dispositivo de enchimento (Pos. 19);
- m) Iniciar o enchimento, mantendo pressão positiva (Valor máximo de 0,1 kgf/cm²) entre a entrada da válvula de drenagem e a máquina termovácuo;
- n) Continuar o enchimento até o nível do óleo especificado;
- o) Finalizar o processo de enchimento;
- p) Abrir as válvulas inferiores dos radiadores (Pos. 01);
- q) Executar a circulação do óleo isolante no transformador, dando no mínimo 03 passadas de seu volume total pela máquina termovácuo através das válvulas (Pos. 05 e 12);
- r) Executar o ensaio de estanqueidade durante 24 horas com pressão de 0,3 kgf/cm²;
- s) Des aerar todos os pontos previstos (tampa principal, radiadores e rele de gás);
- t) Executar o procedimento de selagem da bolsa, caso aplicável;
- u) Instalar o secador de ar;
- v) Proceder a limpeza do transformador;
- x) Proceder com os retoque na pintura do transformador;
- y) Coletar amostra de óleo do transformador para análise físico química e cromatográfica de referência.



18	VALVULA DE SAÍDA DO TANQUE AUXILIAR.
17	TUBULAÇÃO ENTRE MÁQUINA TERMOVÁCUO E TANQUE AUXILIAR.
16	VALVULA DE ENTRADA DA MÁQUINA TERMOVÁCUO.
15	VALVULA DE SAÍDA DA MÁQUINA TERMOVÁCUO.
14	TUBULAÇÃO ENTRE TANQUE PRINCIPAL E MÁQUINA TERMOVÁCUO.
13	MANÔVACOMETRO COM VALVULA, MANGUEIRA E INDICADR ZERO CENTRAL COM PRESSÃO ENTRE -1bar a 1,5bar.
12	VALVULA DE DRENAGEM E ENCHIMENTO DO TANQUE PRINCIPAL
11	VALVULA DE ENCHIMENTO DO CONSERVADOR
10	RELÉ DE GÁS
09	VALVULA DE DRENAGEM DO CONSERVADOR
08	VALVULA COM MANOVACOMETRO PARA TUBULAÇÃO DO CONSERVADOR
07	VALVULA TUBULAÇÃO RELÉ DE GÁS
06	VALVULA DE EQUALIZAÇÃO DO CONSERVADOR
05	VALVULA DE ENCHIMENTO DO TANQUE PRINCIPAL
04	RADIADOR SOLDADO
03	RADIADOR DESTACÁVEL
02	VALVULA BORBOLETA SUPERIOR DOS RADIADORES
01	VALVULA BORBOLETA INFERIOR DOS RADIADORES
ITEM	DESCRIÇÃO

Figura 50 - Transformador com nível rebaixado de óleo

APÊNDICE B – CONEXÕES DOS TERMINAIS

A WEG indica a aplicação de composto anti-óxido Penetrox¹ para todas as conexões (barra acoplamento e/ou terminal da bucha tipo barra) em cobre-cobre, cobre-alumínio, cobre estanhado-alumínio e alumínio-alumínio.

Penetrox - Marca registrada Burndy (www.burndy.com).

O Penetrox contém partículas de zinco em suspensão em um fluido viscoso. Estas partículas rompem a película de óxido existente em todas as superfícies de alumínio, estabelecendo pontes de contato elétrico.

1. OPÇÕES EM FUNÇÃO DO MATERIAL OU TENSÃO

PENETROX-A - Composto a base de petróleo, para uso em conexões com condutores isolados até 600V e condutores nus em qualquer voltagem.

PENETROX-A13 - Composto sintético, para uso em conexões com condutores isolados para todos os níveis de tensão.

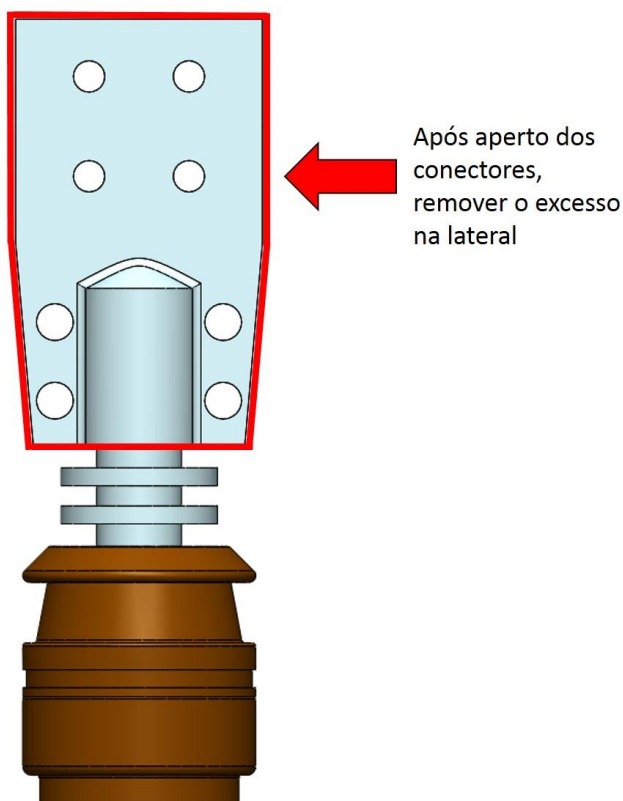
PENETROX-E - Composto anti-óxido para conexões cobre-cobre. Contém partículas de cobre em um fluido viscoso.

1.1. Orientações de Aplicação Para Conexões

Não existe uma definição de espessura de camada para esta aplicação.

Deverá ser aplicada a quantidade de Penetrox que garanta que toda a área de contato tenha uma película do produto.

Após o aperto dos conectores, remover o excesso de Penetrox das laterais do conector para evitar que haja uma oxidação residual no produto.



1.1.1 Cobre – Cobre

Superfície de cobre: remover óxido de cobre esfregando um pano/flanela na superfície e logo após, aplicar o Penetrox E.

1.1.2 Conexões Cobre – Alumínio

Superfície de Cobre: remover óxido de cobre esfregando um pano/flanela na superfície e logo após, aplicar o Penetrox A ou A13.

Superfície de Alumínio: no barramento de alumínio o óxido formado (óxido de alumínio) é extremamente duro, invisível e não condutor. Este óxido deve ser removido com escova de aço utilizando o próprio Penetrox A ou A13 como abrasivo e evitando que o óxido se forme novamente.

1.1.3. Conexões Cobre Estanhado – Alumínio

Superfície de Cobre Estanhado: como o estanho já constitui uma proteção ao barramento, deve-se apenas utilizar um pano/flanela para limpeza de resíduos/poeira e logo após, aplicar Penetrox A ou A13.

Superfície de Alumínio: no barramento de alumínio o óxido formado (óxido de alumínio) é extremamente duro, invisível e não condutor. Este óxido deve ser removido com escova de aço utilizando o próprio Penetrox A ou A13 como abrasivo e evitando que o óxido se forme novamente.

1.1.4. Conexões Alumínio – Alumínio

Superfície de Alumínio: no barramento de alumínio o óxido formado (óxido de alumínio) é extremamente duro, invisível e não condutor. Este óxido deve ser removido com escova de aço utilizando o próprio Penetrox A ou A13 como abrasivo e evitando que o óxido se forme novamente.



ATENÇÃO!

A aplicação do composto anti-óxido Penetrox deverá ser somente no momento de instalação dos barramentos e/ou terminais.

2. ORIENTAÇÕES DE SEGURANÇA


Para aplicação dos produtos Penetrox A, A13 ou E deve-se seguir orientações de segurança detalhadas na embalagem e/ou FISPQ (Ficha de informações de segurança de produto químico) do produto.


APÊNDICE C – TORQUE RECOMENDADO

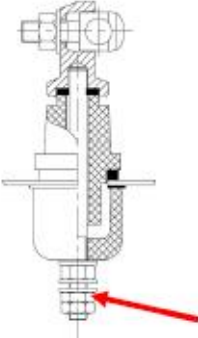
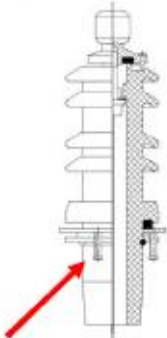
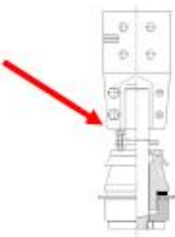

1. TORQUE DE APERTO EM BUCHA DE PORCELANA SÓLIDA

Este item estabelece os procedimentos a serem seguidos durante a instalação e manutenções em buchas de porcelana sólida, visando padronizar o torque de aperto nas buchas de porcelana instaladas em todo o transformador de acordo com cada modelo, evitando avarias e possíveis pontos de vazamento de óleo no equipamento.

Na **Figura 51** abaixo são mostrados os torques requeridos para as fixações das buchas de porcelana de acordo com cada modelo de bucha. Para verificação do modelo utilizado em seu equipamento, consulte os desenhos do fornecimento. Em caso de dúvidas consulte a WEG.

	<p>ATENÇÃO! Os torques aplicados em buchas sólidas devem seguir rigorosamente as instruções contidas neste manual. A falta de observância destas instruções pode causar avarias, quebra da porcelana isolante e vazamentos de óleo no equipamento. A aplicação correta do torque é condição necessária para a manutenção e validação da garantia contratual.</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>ATENÇÃO! Se o modelo de bucha sólida instalada no seu equipamento não esteja entre as descritas neste procedimento de aplicação de torque, deve ser tratada como um modelo de construção especial. Neste caso, informações referentes ao torque requerido devem ser solicitadas à WEG quando existir a necessidade de montagem. Consulte os desenhos do fornecimento.</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Modelo	Quantidade de Tirantes de aperto	Bitola dos tirantes	Material da porca	Torque (Nm)
	1	M10	Latão	3,5 Nm
	1	M16	Latão	11 Nm
	1	M24	Latão	22 Nm
	3	M6	Aço preto	Torque não aplicável, deformação visual de aproximadamente 25%
	3	M8	Aço polido	5 Nm
	3	M10	Aço polido	12 Nm
	4	M12	Aço zincado	8 Nm
	4	M12	Inox	6 Nm

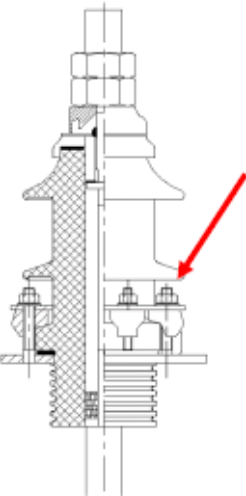


Modelo	Quantidade de Tirantes de aperto	Bitola dos tirantes	Material da porca	Torque (Nm)
	4	M10	Aço zincado	11 Nm
	4	M10	Inox	9 Nm
	6	M10	Aço zincado	14 Nm
	6	M10	Inox	10 Nm
	6	M12	Aço zincado	16 Nm
	6	M12	Inox	14 Nm
Bucha plug in 	6	M10	Inox	10 Nm
	6	M10	Aço zincado	14 Nm
Bucha plug in 	3	M10	Inox	7 Nm
	3	M10	Aço zincado	9 Nm

Figura 51 - Torque indicado em juntas flexíveis para 25% de deformação para montagem de buchas sólidas.
As porcas em aço inox devem ser lubrificadas com óleo para aplicação dos torques.

Os torques a serem aplicados nas porcas localizadas nos pinos terminais das buchas, assim como o torque a ser aplicado no dispositivo de desaeração de ar destas buchas devem seguir a **Figura 52**.

MODELO	DESCRIÇÃO	CORRENTE	BITOLA TERMINAL	TORQUE
	Terminal de buchas padrão WEG (GERMER)	250 A	M12	15 Nm
		630 A	M20	25 Nm
		1000 A	M30	65 Nm
		1875 A	1.1/2"	80 Nm
		2000 A	M42	100 Nm
		3150 A	M48	130 Nm
	Terminal de buchas alta corrente (COMEM)	4500 A	M55	75 Nm
		5000 A	M64	90 Nm
		6300 A	M75	110 Nm
	Desaerador	NA	M6	5 Nm
	Terminal AT para transformadores de Distribuição	NA	M10	30 Nm Procedimento conforme nota
	Parafuso trava do terminal	NA	M5	2,5 Nm
	<p>Nota: Caso o torque de 30Nm seja atingido depois do ponto de travamento, dentro da área do lado A, conforme imagem, soltar o terminal, girar o terminal interno da bucha 180° e aplicar torque novamente. Caso o torque de 30Nm seja atingido dentro da área do lado B, adicionar aperto além dos 30 Nm até o parafuso trava chegar ao ponto de travamento.</p>			

Figura 52 - Torque indicado para porcas nos terminais e desaerador das buchas sólidas

A sequência de aperto da fixação das buchas deve seguir conforme a **Figura 53**.

- * Apertar todos os parafusos na sequência da numeração com 30% do torque final.
- * Apertar todos os parafusos na sequência da numeração com 70% do torque final.
- * Apertar todos os parafusos na sequência da numeração com 100% do torque final.

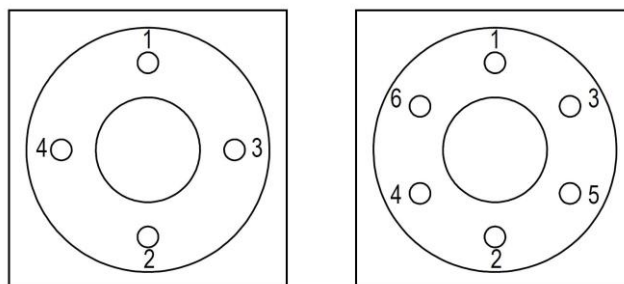


Figura 53 - Sequência de aperto para buchas sólidas (com 4 tirantes e 6 tirantes de fixação)

As ferramentas indicadas e suas especificações mínimas para garantir o correto aperto das buchas de porcelana estão mostradas na **Figura 54**.

Torquímetros:

- * Torquímetro de estalo 2 a 25Nm com encaixe 9 x 12mm;
- * Torquímetro de estalo 20 a 100Nm com encaixe 9 x 12mm;
- * Torquímetro de estalo 40 a 200Nm com encaixe 14 x 18mm;
- * Torquímetro axial com sistema de escape, 1 a 6 ou 4 a 9Nm com encaixe sextavado ¼", com bits fenda simples 8mm.

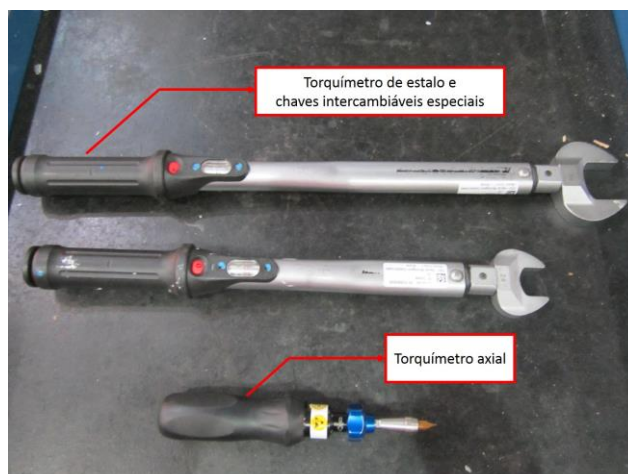


Figura 54 - Modelos de ferramentas de aperto

2. TORQUE PARA ELEMENTOS DE FIXAÇÃO ROSCADOS

Para o correto aperto dos elementos de fixação roscados, utilizar chaves com medidor de torque.

* Para sequência de aperto observar **Figura 55** e **Figura 56**.

* Torque admissível de acordo com o indicado na **Tabela 09**.

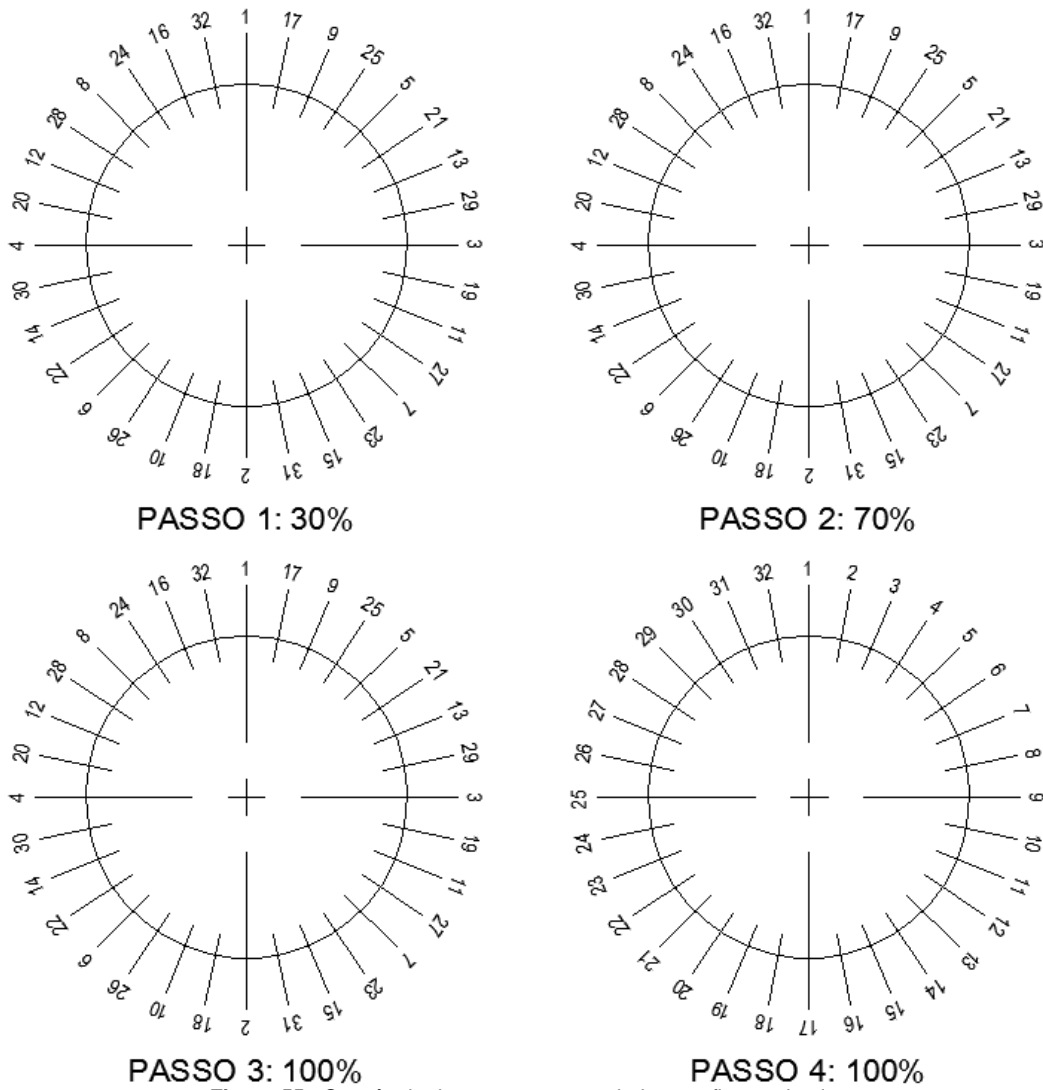


Figura 55 - Sequência de aperto recomendado para flange circular

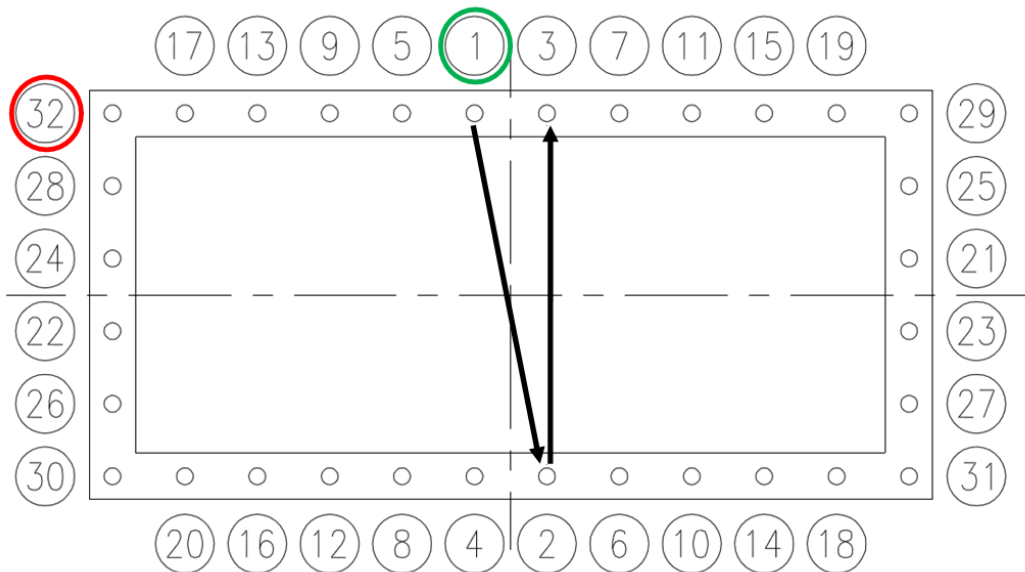


Figura 56 - Sequência de aperto recomendado para flange quadrado ou retangular

A **Tabela 09** indica o torque admissível para tipos diferentes de aplicações:

* **Tipo 1:** apresenta o torque requerido para diâmetros nominais de parafusos utilizados em conexões de barramentos elétricos. Para esta aplicação deverá ser utilizado parafusos com resistência CLASSE 8.8.

* **Tipo 2:** apresenta o torque requerido para diâmetros nominais de parafusos, prisioneiros e tirantes aplicados em conexões externas que utilizam juntas de vedações de borracha ou papelão hidráulico.

* **Tipo 3:** apresenta o torque requerido para diâmetro nominal de parafusos, prisioneiros e tirantes aplicados em montagem geral interna e externa, nos locais sem juntas de vedações.

* **Tipo 4:** apresenta o torque requerido para diâmetros nominais de parafusos, prisioneiros e tirantes aplicados em conexões externas que utilizam juntas de vedações de teflon expandido *Teadit* ou *Gore*.

Tabela 09: Torque admissível

TORQUE ADMISSÍVEL (Nm)				
Diâmetro Nominal	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
	PARAFUSOS EM CONEXÕES DE BARRAMENTOS COM CONTATOS ELÉTRICOS	PARAFUSOS, PRISIONEIROS E TIRANTES EM CONEXÕES EXTERNAS COM JUNTAS DE VEDAÇÃO DE BORRACHA OU PAPELÃO HIDRÁULICO	PARAFUSOS, PRISIONEIROS E TIRANTES EM MONTAGEM GERAL INTERNO E EXTERNO SEM VEDAÇÕES	PARAFUSOS, PRISIONEIROS E TIRANTES EM CONEXÕES EXTERNAS COM JUNTAS DE VEDAÇÃO DE TEFLON EXPANDIDO
	Materiais	Materiais	Materiais	Materiais
	Aço Classes 8.8	Aço carbono Aço Inox	Aço carbono Aço Inox	Aço carbono Aço Inox
M8	24	14	15	-
M10	48	28	18	-
M12	84	50	30	68
M16	200	118	60	180
M20	390	250	115	352
M24	670	395	195	609
M30	-	790	390	-
M36	-	1375	-	-



NOTA!

A classe de resistência dos materiais deve ser observada.



ATENÇÃO!

Exclui-se da **Tabela 09** o torque de aperto para buchas, válvulas borboletas, caixa de passagem e elementos para prensagem do núcleo. Estas aplicações exigem valores específicos.



ATENÇÃO!

Consulte a indicação do tipo do material das vedações nos documentos do fornecimento. Caso isto não seja feito, pode ocasionar aperto com torques inadequados e causar vazamentos no equipamento.



ATENÇÃO!

Conexões que possuem juntas de vedações de teflon expandido *Teadit* ou *Gore*, lubrificar o parafuso e faces da porca com graxa *Molycote P-74* usando um pincel, ou *Spray WD-40*.

**ATENÇÃO!**

Torque não citado neste apêndice, neste caso, informações referentes ao torque requerido devem ser solicitados à WEG quando existir a necessidade de montagem. Consulte os desenhos do fornecimento.

**ATENÇÃO!**

Para montagem de bujões ½" em aço zincado **Figura 57**, utilizar torque de 40 Nm.



Figura 57– Bujão ½"

2.1 SEQUÊNCIA DE APERTO EM CONEXÕES QUE UTILIZAM JUNTAS DE VEDAÇÃO

Realizar a sequência de aperto observando a **Figura 55 e 56**.

- * Apertar todos os estojos na sequência da numeração com 30% do torque final.
- * Apertar todos os estojos na sequência da numeração com 70% do torque final.
- * Apertar todos os estojos na sequência da numeração com 100% do torque final.
- * Apertar todos os estojos com 100% do torque final em sequência circular conforme mostrado.
- * Repetir o quarto passo até que as porcas parem de girar.
- * Efetuar reaperto com 100% do torque final no mínimo 4 horas após a instalação da junta.
- * Reaperto com 100% do torque final antes do abastecimento.

**ATENÇÃO!**

Para a desmontagem, realizar a sequência recomendado no **item 2.1** deste apêndice com sentido de torque anti-horário.
Jamais desmontar um conjunto parafuso e porca por completo, pois haverá o risco de empenamento e deformação dos últimos parafusos.

APÊNDICE D – CUIDADOS AMBIENTAIS

1. CUIDADOS COM ASPECTOS AMBIENTAIS

Esta instrução visa estabelecer parâmetros para análise de aspectos ambientais relacionados a materiais e componentes de transformadores e determinar uma possível disposição dos mesmos, em caso de fim de vida útil ou manutenções, evitando impactos ambientais negativos.

1.1 RESÍDUO DE MANUTENÇÃO

Indica-se que os resíduos gerados durante as atividades de manutenção de transformadores, tais como panos e estopas com óleo e/ou graxa, sejam devidamente identificados e segregados em compartimentos especiais (exemplo: tambores de aço), onde aguardarão posterior destinação.



ATENÇÃO!

Enfatiza-se que as manutenções sejam sempre executadas por pessoal devidamente treinado. Em caso de substituição de peças, a disposição das mesmas deve seguir o item 1.2 e 1.3 deste apêndice.

Os resíduos gerados ou contaminados, como por exemplo a brita/solo com óleo impregnado, indica-se que sejam mitigados, de modo a minimizar os impactos ambientais, tais como: contaminação do solo, lençol freático, rios e lagos. Posteriormente, estas partes contaminadas devem ser recolhidas e segregadas em compartimentos especiais como, por exemplo, tambores de aço mantidos em locais adequados para posterior destinação.

As peças danificadas devem ser dispostas conforme item 1.2 e 1.3 deste apêndice.

1.2 DISPOSIÇÃO PÓS VIDA ÚTIL

Após término da vida útil dos equipamentos, os componentes devem ser dispostos conforme Tabela 10.



ATENÇÃO!

Produtos pouco conhecidos quanto aos impactos e disposições pós vida útil, ou que não constam neste apêndice, devem ser analisados e classificados conforme NBR 10004 (Resíduos sólidos - Classificação) ou de acordo com a legislação ambiental do país vigente. Se tal classificação não for possível, indica-se consultar o fabricante.



ATENÇÃO!

Materiais contaminados com óleo isolante devem ser tratados conforme descrito nos itens 1.2 e 1.3 desse apêndice.



ATENÇÃO!

A WEG informa que a destinação dos resíduos gerados sempre deve ser feita de acordo com as disposições da legislação ambiental do país vigente.



ATENÇÃO!

Independentemente das indicações contidas neste documento, a WEG indica que, previamente à destinação de qualquer tipo de resíduo gerado em função da utilização ou manutenção de seus equipamentos, esta seja submetida à aprovação do órgão de controle ambiental do país vigente.

Tabela 10 – Disposição de materiais pós vida útil

MATERIAL	CLASSE	DISPOSIÇÃO
Aço Carbono, Aço Silício, Aço Inox Cobre, Alumínio, Latão e Bronze	IIA	Materiais recicláveis.
P.V.C	IIA	Material reciclável.
Tambores De Óleo	I	Enviado para local devidamente licenciado para receber resíduo classe I.
Óleo Mineral Isolante	I	Os resíduos de óleo mineral isolante, conforme a classificação da FISPQ (Ficha de informações de segurança de produto químico), bem como os resíduos sólidos contaminados com óleo isolante, devem ser destinados à empresa ambientalmente licenciada para receber resíduo classe I, atendendo a legislação ambiental do país vigente.
Óleo Vegetal Isolante	I	Em caso de derramamento, conter o vazamento utilizando materiais absorventes, como turfas naturais e vermiculita. Não utilizar tecidos e estopas. Um vazamento de óleo vegetal isolante que represente risco ambiental e deve ser comunicado aos órgãos de controle de meio ambiente do país vigente. Opções de descarte incluem a venda a processadores para reciclagem ou refino, conversão em óleo biocombustível, ou como combustível para caldeiras e fornos industriais. Os resíduos de óleo vegetal isolante, conforme a classificação da FISPQ (Ficha de informações de segurança de produto químico), bem como os resíduos sólidos contaminados com óleo isolante, devem ser destinados à empresa ambientalmente licenciada, atendendo a legislação ambiental do país vigente.
Porcelanas e Esteatites	IIB Inerte	Material não reciclável, porém, no caso de porcelanas de buchas, podem ser reutilizáveis em dutos de águas pluviais e esgotos. Tanto a porcelana como o esteatite podem também ser enviados para aterro sanitário ou conforme solicita a legislação ambiental do país vigente.
Presspan, Papel Kraft, Compensado de Presspan, Madeira, Cortiça.	I	Material impregnado com óleo isolante deve ser destinado como resíduo perigoso, conforme solicita a legislação ambiental do país vigente.
Fibra de Vidro e Resina Epóxi	I	Material inerte quimicamente (depois de seco). Não reciclável.
Borrachas Nitrílica, Neoprene ou Viton	IIA	Material pode ser reciclado ou enviado para aterro sanitário conforme solicita a legislação ambiental do país vigente.
Vidro	IIA	Material reciclável.
Mercúrio (Hg)	I	Metal “pesado”, é extremamente tóxico. Não deve ser disposto diretamente no solo ou esgoto. O seu manuseio deve ser feito apenas por pessoal especializado. Mais informações consultar o fabricante.
Fibra de Vidro e Resina Epóxi	I	Material inerte quimicamente (depois de seco). Não reciclável.

1.3 DESTINAÇÃO DE MATERIAIS UTILIZADOS PARA O TRANSPORTE DO TRANSFORMADOR

Após término da vida útil dos equipamentos, os componentes devem ser dispostos conforme Tabela 11.

Tabela 11 - Disposição de materiais pós vida útil

ITEM	CLASSE	DESTINAÇÃO / DISPOSIÇÃO
Caixas, engradados e Pallets de madeira para acessórios desmontados	IIA	Doação mediante termo de doação para reaproveitamento.
Madeira utilizada no transporte do transformador para quebra fio e escoramento na carreta	IIA	Doação mediante termo de doação para reaproveitamento.
Tambores para transporte do óleo	I	A empresa que transportará os tambores deverá portar durante o transporte Plano de Atendimento à Emergências e licenciamento para transporte de produtos perigosos. Os tambores vazios deverão ser destinados para local licenciado para recebimento de resíduo classe I.
Óleo utilizado para limpeza e óleo remanescente	I	Destinação para empresa licenciada para transporte e recebimento de resíduo classe I.
Plásticos utilizados para proteger a embalagem e plásticos para proteger os componentes inseridos na embalagem	IIA	Enviar para locais licenciados que façam reciclagem.
Embalagens como caixa de papelão e plástico dos acessórios desmontados	IIA	Enviar para locais licenciados que façam reciclagem.
Proteção metálica para buchas, barramentos e outros durante o transporte	IIA	Enviar para empresa de reciclagem de metal.
Proteção de madeira para Cilindro de pressurização	IIA	Doação mediante termo de doação para reaproveitamento.
Juntas de vedação substituídas em campo	IIA	Destinadas à aterro sanitário.
Abraçadeiras de nylon, abraçadeiras de inox	IIA	Enviados para locais licenciados que façam reciclagem.
Sílica gel usada na embalagem de transporte	IIA	Enviada a aterro sanitário.
Lata de tinta / diluente / catalisador / pincel	I	Destinação para empresa licenciada para transporte e recebimento de resíduo classe I, coprocessamento.
Isopor e espuma dos acessórios	IIA	Enviados para locais que façam reciclagem ou aterro industrial classe II, coprocessamento.

APÊNDICE E – DIRETRIZES ESPECÍFICAS PARA PROTEÇÕES DE TRANSFORMADORES PARA INVERSORES

O modo de operação de um transformador para aplicação em sistemas com inversores é submetido predominantemente por correntes pulsantes decorrentes dos chaveamentos por ciclo da tensão trifásica em cada um de seus enrolamentos. Desta forma é inerente aos transformadores desta modalidade conviverem com surtos de tensão no secundário, que precisam ser conhecidos e contidos dentro do NBI dos enrolamentos.

Como regra verifica-se também existir níveis baixos de capacitâncias paralelas no trecho entre os terminais dos secundários e a entrada das respectivas pontes retificadoras. Este fato aliado ao descrito anteriormente facilitam o surgimento de surtos significativos de tensão entre os terminais das bobinas sob chaveamento podendo comprometer a isolação dos secundários.

Devido a estes fenômenos, é necessária a adição de capacitores de surto individualmente em cada um dos enrolamentos secundários. Para os transformadores com blindagem eletrostática estes capacitores devem estar fechados em delta e, para os que não possuem esta blindagem devem estar fechados em estrela. Além disto, para os casos em que os cabos de conexão no primário forem de comprimento curto indica-se a adição de capacitores de surto também nos terminais do enrolamento primário.

Abaixo estão representados exemplos típicos de aplicação de capacitores para proteção de surtos em transformadores de 12 e 18 pulsos, que podem ser extrapolados para transformadores de 24 e 36 pulsos por serem de mesma configuração apenas com o dobro de enrolamentos.

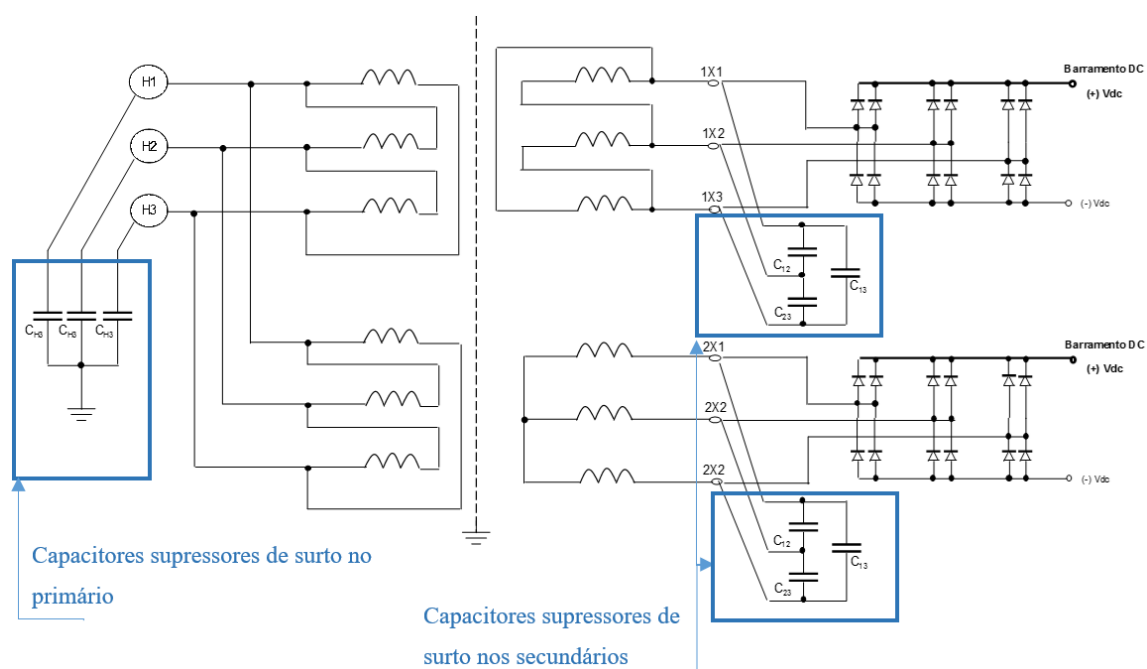


Figura 58 - Exemplo de proteção para transformador 12 pulsos com blindagem eletrostática e neutro não acessível

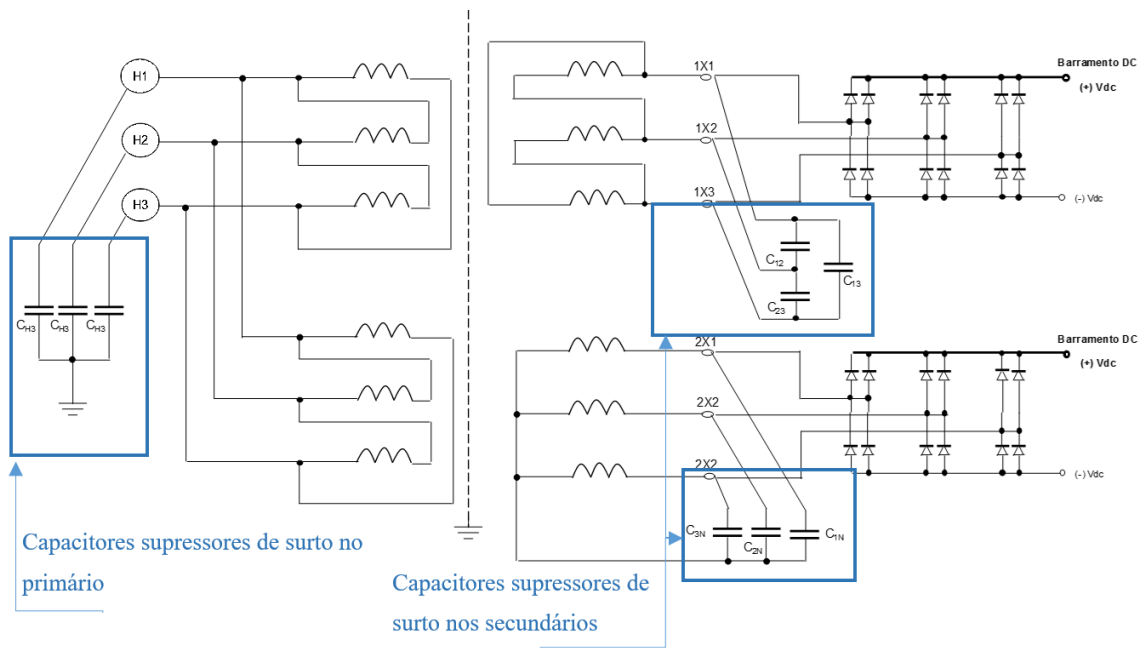


Figura 59 - Exemplo de proteção para transformador 12 pulsos com blindagem eletrostática e neutro acessível

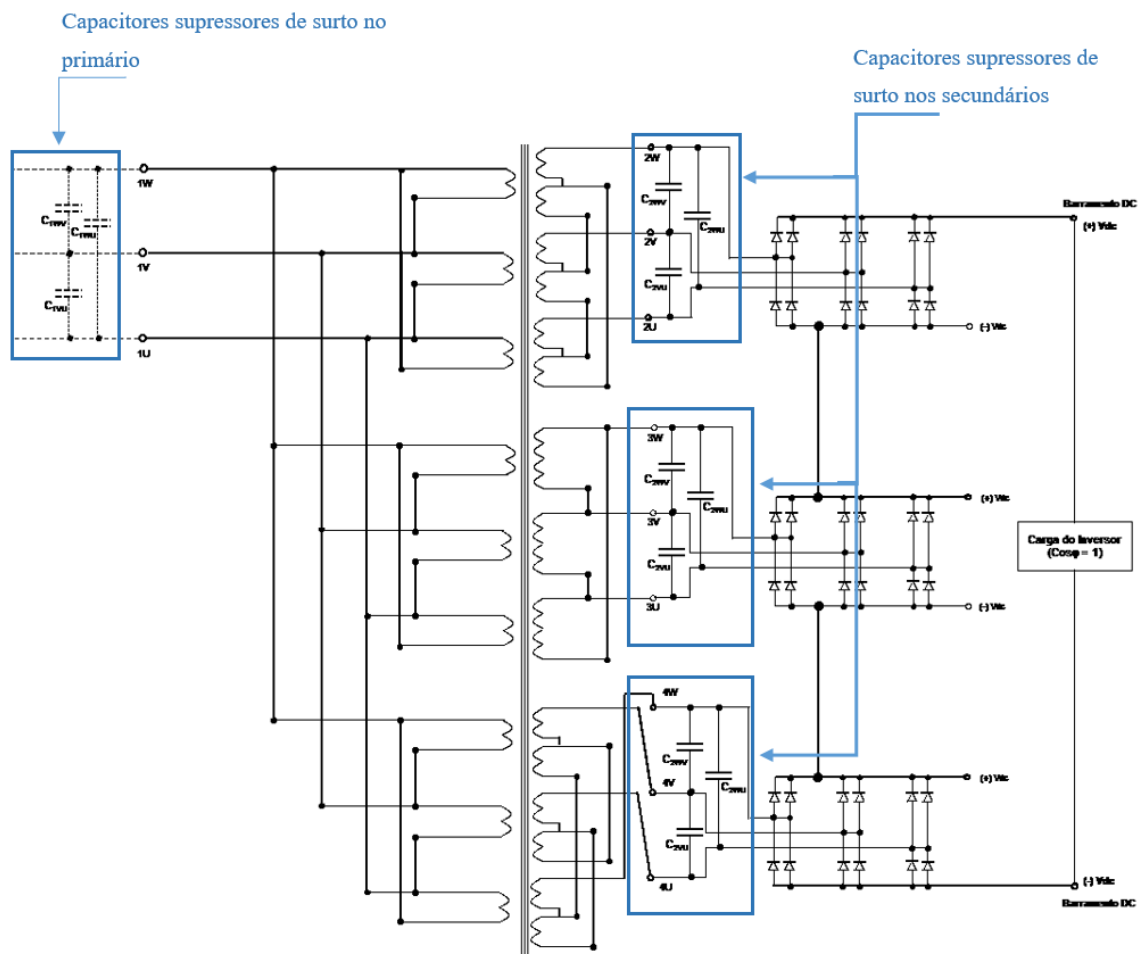


Figura 60 - Exemplo de proteção para transformador 18 pulsos



WEG Equipamentos Elétricos S/A – Transmissão e Distribuição

- **Assistência Técnica WEG**

Solicitações de avaliação e esclarecimento de dúvidas técnicas relacionadas a transformadores, entrar em contato através do e-mail wtd-astec@weg.net, ou via fone (47) 3276-5993.

- **Comissionamento e Start-up**

Solicitações e esclarecimento de dúvidas técnicas em relação a montagens e supervisão de montagens e aprovação e esclarecimento de dúvidas técnicas de ensaios de campo relacionadas a transformadores, entrar em contato através do e-mail wtd-comissionamento@weg.net, ou via fone (47) 3231-8109.

- **Vendas de Partes e Peças & Serviços**

Solicitações de cotação, propostas comerciais para fornecimento de partes e peças relacionadas a transformadores, entrar em contato através do e-mail wtd-parts@weg.net, ou via fone (47) 3231-8146.

- **Sinistros**

Danos e/ou avarias relacionadas ao transporte ou desvios detectados no recebimento relacionadas ao transformador, seguir instruções contidas no termo de garantia ou entrar em contato através do e-mail wtd-sinistros@weg.net, ou via fone (47) 3231-8107.