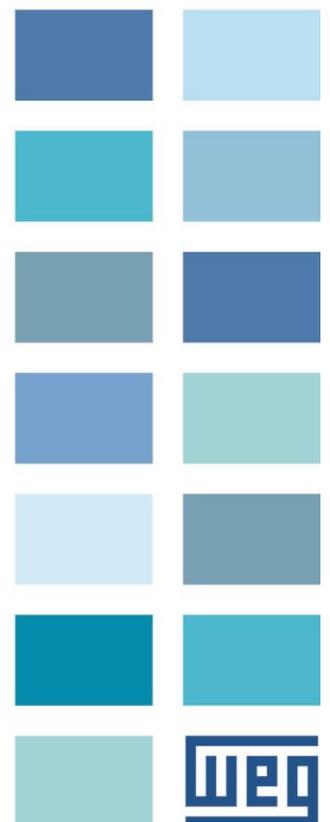


Transformador de Potência

Linha Compacto

Manual de Instalação, Operação e Manutenção





Manual de Instalação, Operação e Manutenção

N ° do Documento: 10005256789

Idioma: Português

Versão: 08

Abril 2020

Prezado Cliente,

Obrigado por adquirir o transformador 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 indica-se 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.

Manter o manual em local acessível e uma cópia junto ao transformador para consultas.



ATENÇÃO!

1. É imprescindível seguir os procedimentos contidos neste manual para que a garantia tenha validade.
2. Os procedimentos de instalação, operação e manutenção do transformador deverão ser feitos por pessoal qualificado.



NOTA!

1. A reprodução das informações deste manual, no todo ou em partes, é permitida desde que a fonte seja citada;
2. Caso este manual seja extraviado, entre em contato com a WEG para que outra cópia seja fornecida.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 6 |
| 1.1 OBJETIVO | 6 |
| 1.2 RESPONSABILIDADE | 6 |
| 1.3 CONTATO | 6 |
| 2 INSTRUÇÕES BÁSICAS | 6 |
| 3 INSTRUÇÕES GERAIS | 7 |
| 3.1 RECEBIMENTO | 7 |
| 3.2 ARMAZENAMENTO | 8 |
| 4 MONTAGEM | 8 |
| 4.1 NIVELAMENTO | 9 |
| 4.2 CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS | 9 |
| 4.3 ESTANQUEIDADE | 9 |
| 4.4 NÍVEL DO LIQUIDO ISOLANTE | 9 |
| 4.5 ATERRAMENTO DO TANQUE | 10 |
| 4.6 LIGAÇÕES | 10 |
| 4.7 OLHAL DE IÇAMENTO | 10 |
| 4.8 ACESSÓRIOS | 11 |
| 4.8.1 DESCRIÇÃO FUNCIONAL DOS ACESSÓRIOS | 12 |
| 4.8.1.1 VÁLVULA DE ALÍVIO DE PRESSÃO (DAP) | 12 |
| 4.8.1.2 RELÉ INTEGRADO DE SEGURANÇA (RIS) | 12 |
| 4.8.1.3 INDICADOR MAGNÉTICO DE NÍVEL DE ÓLEO (INO) | 13 |
| 4.8.1.4 TERMÔMETRO DO ÓLEO (ITO) | 14 |
| 4.8.1.5 TERMÔMETRO DO ENROLAMENTO (ITE) | 15 |
| 4.8.1.6 TRANSFORMADOR DE CORRENTE (TC) | 16 |
| 4.8.1.7 RELÉ DE PRESSÃO SÚBITA (RPS) | 17 |
| 4.8.1.8 BUCHAS | 18 |
| 4.8.1.9 RODAS LISAS OU FLANGEADAS | 20 |
| 5 INSTALAÇÃO | 21 |
| 5.1 INSPEÇÃO VISUAL | 21 |
| 5.2 PLACA DE IDENTIFICAÇÃO | 21 |
| 5.3 SISTEMA DE PROTEÇÃO E MANOBRA | 21 |
| 6 ENSAIOS ANTES DA ENERGIZAÇÃO | 22 |
| 6.1 RELAÇÃO DOS ENSAIOS ELÉTRICOS E COMISSONAMENTO | 22 |
| 6.1.1 ÓLEO ISOLANTE | 23 |
| 6.2 VERIFICAÇÕES ANTES DA ENERGIZAÇÃO | 23 |
| 7 ENERGIZAÇÃO | 23 |
| 7.1 VERIFICAÇÕES PRELIMINARES À ENERGIZAÇÃO | 23 |

| | |
|---|-----------|
| 7.2 VERIFICAÇÕES PÓS ENERGIZAÇÃO | 24 |
| 7.2.1 MUDANÇA DE POSIÇÃO DO TAP DO TRANSFORMADOR | 24 |
| 8 MANUTENÇÃO | 24 |
| 8.1 CRONOGRAMA DE MANUTENÇÃO | 25 |
| 8.1.1 INSPEÇÃO TRIMESTRAL | 25 |
| 8.1.2 ROTINA DE INSPEÇÃO PARA INTERVALOS MAIS ABRANGENTES | 26 |
| 8.2 COLETA DE AMOSTRAS DO ÓLEO ISOLANTE | 27 |
| 8.2.1 COLETA DE ÓLEO PARA TRANSFORMADOR PROVIDO DE SISTEMA DE SELAGEM | 27 |
| 8.2.2 PROCEDIMENTO PARA AVALIAR CONDIÇÃO DO SISTEMA DE SELAGEM | 28 |
| 8.3 COLETA PARA ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA | 28 |
| 8.3.1 UTENSÍLIOS DE COLETA DA AMOSTRA | 28 |
| 8.3.2 LIMPEZA DOS FRASCOS DE AMOSTRAGEM | 29 |
| 8.3.3 PROCEDIMENTO PARA COLETA DA AMOSTRA COM FRASCO | 29 |
| 8.4 COLETA PARA ANÁLISE CROMATOGRÁFICA | 30 |
| 8.4.1 UTENSÍLIOS DE COLETA DA AMOSTRA | 30 |
| 8.4.2 LIMPEZA DA SERINGA DE AMOSTRAGEM | 31 |
| 8.4.3 PROCEDIMENTO PARA COLETA DA AMOSTRA COM SERINGA | 31 |
| 8.5 IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS DE ÓLEO | 33 |
| 8.5.1 IDENTIFICAÇÃO DOS RECIPIENTES COM AMOSTRAS DE ÓLEO PARA ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E CROMATOGRÁFICA | 33 |
| 8.5.2 ARMAZENAGEM DAS AMOSTRAS COLETADAS | 33 |
| 8.6 DESLIGAMENTO DE EMERGÊNCIA | 33 |
| 8.7 FALHAS E DIAGNÓSTICOS | 34 |
| ANEXO A – TERMO DE GARANTIA | 36 |
| ANEXO B – PLANILHA DE VERIFICAÇÃO DE RECEBIMENTO | 37 |
| APÊNDICE A – ÓLEO ISOLANTE | 38 |
| APÊNDICE B – CONEXÕES DOS TERMINAIS | 44 |
| APÊNDICE C – TORQUE RECOMENDADO | 46 |
| APÊNDICE D – CUIDADOS AMBIENTAIS | 54 |
| APÊNDICE E – DIRETRIZES ESPECÍFICAS PARA PROTEÇÕES DE TRANSFORMADORES PARA INVERSORES | 57 |

1 INTRODUÇÃO

1.1 OBJETIVO

Este manual foi elaborado com o objetivo de dar as instruções necessárias para o recebimento, armazenamento, montagem, energização e manutenção de transformadores de potência da linha compacto com radiador tipo painel corrugado e hermeticamente selado. 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. O transformador da linha compacto sempre é expedido montado. Maiores detalhes estão descritos mais adiante neste manual.

3 INSTRUÇÕES GERAIS

3.1 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 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, painel corrugado;
- * 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 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.

3.2 ARMAZENAMENTO

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

Os transformadores, quando não instalados imediatamente, devem ser armazenados 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 principalmente nas áreas de sacrifício.

Os componentes e acessórios, quando retirados do transformador para transporte ou para armazenamento, devem ser armazenados em locais adequados, seguindo o mesmo procedimento dos transformadores.

Ressalta-se que a responsabilidade de armazenagem dos equipamentos entregues no local designado pelo cliente, são de responsabilidade do CLIENTE. Também é de responsabilidade do cliente, os cuidados que devem ser tomados em relação aos materiais fornecidos que necessitam ser armazenados em local coberto, atendendo ao descrito neste Manual.



ATENÇÃO!

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

4 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;
- * Verificar a existência de vazamentos;
- * 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.

4.1 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.

4.2 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.

4.3 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.

4.4 NÍVEL DO LÍQUIDO ISOLANTE

O líquido isolante constitui-se num elemento essencial para a boa performance do equipamento. Nos transformadores corrugados a indicação do nível do óleo é através do acessório Relé integrado de segurança (RIS), maiores detalhes sobre este componente verificar o item 4.8.1.2.

4.5 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.

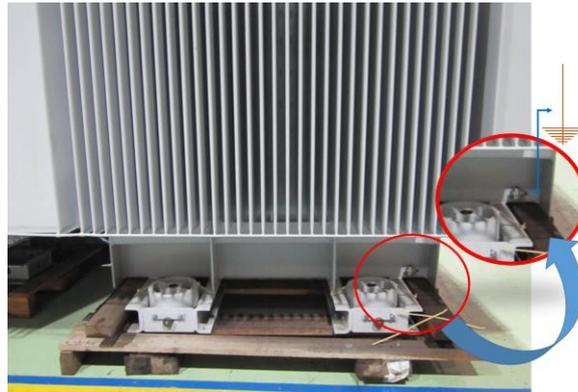


Figura 01 - Aterramento do tanque

4.6 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 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.

4.7 OLHAL DE IÇAMENTO

Olhal de elevação é tipicamente fornecido para o levantamento do equipamento completo.

Os olhais de levantamento são posicionados na tampa 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 02 a**).

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. 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.

**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, conseqüente 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, conforme **Figura 02 b).**

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

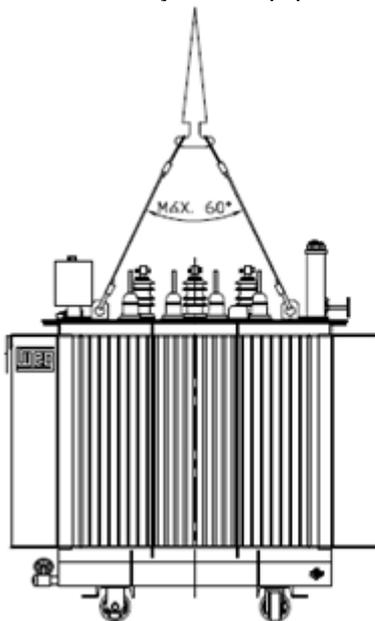


Figura 02 (a) – Suspensão normal

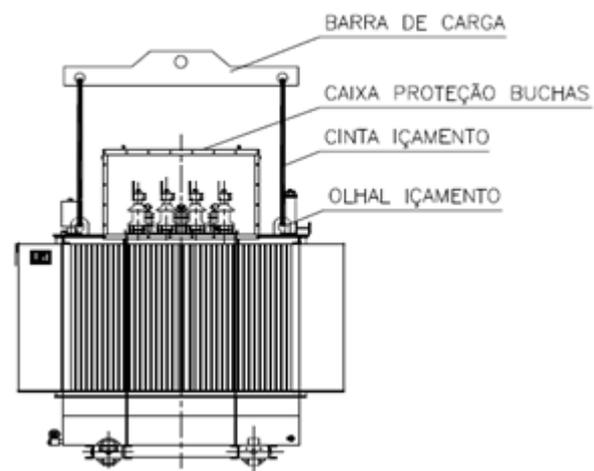


Figura 02 (b) – Suspensão especial

**ATENÇÃO!**

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

4.8 ACESSÓRIOS

Os acessórios são componentes que complementam o conjunto do tanque e tampa necessários para vários procedimentos aplicados a transformadores, tais como: controle, proteção, retirada de óleo isolante, indicação de nível, sinalizações e etc.

Os acessórios tratados neste manual são aqueles utilizados para proteção e supervisão de transformadores imersos em óleo isolante. No **item 4.8.1** 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 acessório específico.

4.8.1 Descrição Funcional dos Acessórios

4.8.1.1 Válvula de alívio de pressão (DAP)

A válvula de alívio de pressão é utilizada contra surtos de sobrepressão. 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 desligamento.

A válvula de alívio é fornecida e calibrada com a pressão fixa de 0,25 kgf/cm² (24,5kPa), de acordo com a suportabilidade e características construtivas do transformador.

Quando ocorrer uma sobrepressão interna no tanque que ultrapasse a pressão de calibração da válvula, a mesma irá atuar imediatamente aliviando a sobrepressão interna excedente, sendo assim, preservando a integridade física do tanque e dos equipamentos a ele ligados. Após o alívio da pressão excedente, 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.

A **Figura 03** apresenta algumas válvulas existentes no mercado que são utilizadas para proteção de tanques de transformadores.



Figura 03 - Modelos de válvulas de alívio de pressão

4.8.1.2 Relé integrado de segurança (RIS)

O relé integrado de segurança foi desenvolvido para transformadores do tipo selado (hermético), compactos e de menor custo de manutenção, composto por um corpo sólido, de estanqueidade hidráulica e resistente a climas extremos, conforme exemplos da **Figura 04 a)**.

Internamente deste acessório está instalado instrumentos que mantêm sobre constante controle as seguintes funções:

* Termômetro do óleo: mede a temperatura interna do óleo do transformador. Pode ser visualizado através de mostrador externo. Está equipado com um ponteiro de temperatura máxima, que pode ser voltado a zero. Os dois contatos disponíveis são ajustáveis para as funções de sinalização para “alarme” e “desligamento”.

* Pressostato: o mesmo detecta o aumento de pressão interna do transformador, possui um contato para sinalização de desligamento.

* Indicador de nível de óleo e detector de formação de gases: este dispositivo detecta qualquer formação de gás, e indica a variação do nível de óleo através de um visor e um contato de sinalização. Em caso de uma importante variação de óleo ou formação de gás em quantidade maior ao limite estabelecido, a boia ficará no nível “MIN” do visor, fechando/abrindo um circuito de alarme. Qualquer gás acumulado pode ser retirado pela válvula fornecida.



Figura 04 (a) - Modelos de relés integrados de segurança

Este acessório é selado em fábrica e seu lacre, conforme posições 1 e 3 da **Figura 04 b)** abaixo não deve ser rompido afim de evitar a ruptura de sua selagem hermética, podendo acarretar a perda da garantia do equipamento.

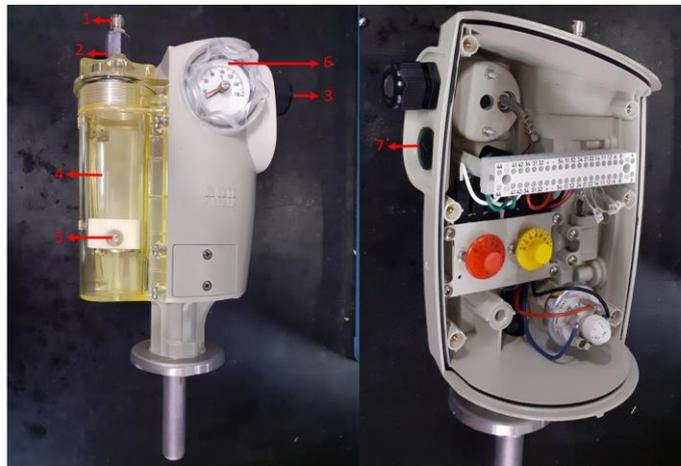


Figura 04 (b) - Indicação das posições



NOTA!

Quando o acessório R.I.S (por exemplo), indicar baixo nível de óleo, ou seja, inferior ao ideal (indicador na região próxima à marcação de nível mínima ou ausência de óleo no visor), não deverá haver a manipulação da válvula de drenagem/enchimento localizada na região superior do R.I.S.

Em caso de manipulação da válvula afeta-se a secagem do conjunto interno, o que é um elemento importante para o bom funcionamento do transformador. Em situações desta natureza, a ASTEC da WEG deve ser contatada para análise e emissão de instruções a respeito.

4.8.1.3 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 05) é indicar com relativa precisão o nível de óleo no interior do tanque do transformador. Para esta indicação são utilizados normalmente indicadores do tipo coluna (deslocamento vertical do óleo), podendo possuir ou não sistema de indicação elétrico (contatos, transdutores etc.). É um aparelho de proteção que mostra local ou remotamente o status do nível de óleo do transformador.

Existem no mercado vários modelos de INO que podem ser utilizados em transformadores, e a **Figura 05** mostra alguns destes modelos.



Figura 05 - Modelo de indicador de nível de óleo

4.8.1.4 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. 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 em seu mecanismo, 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 quatro contatos tipo microchaves (NAF) independentes, saídas analógicas de 4...20 mA e resistivas do tipo PT-100.

Seguem exemplos de termômetros de óleo com as características construtivas mencionadas neste subitem, sendo a **Figura 06** termômetro com haste rígida e a **Figura 07** termômetro com capilar.

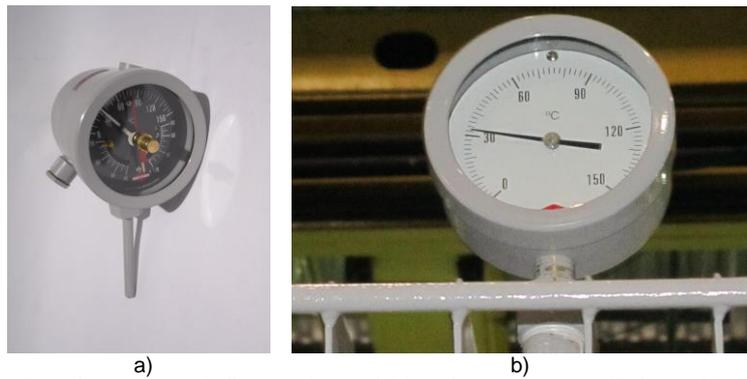


Figura 06 - Termômetros com bulbo com haste rígida - a) com contatos elétricos e b) sem contatos



Figura 07 - Termômetros com bulbo com capilar e contatos tipo microswitch

4.8.1.5 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, que é realizada através do ajuste de uma resistência (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 08** alguns termômetros de enrolamento convencionais bem como um esquema elétrico representativo das ligações do TC de imagem térmica ao termômetro.

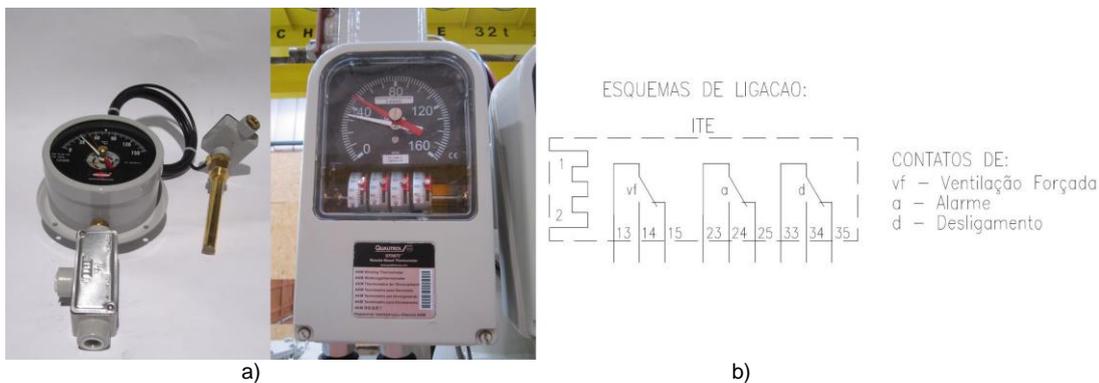


Figura 08 - Termômetro do enrolamento (ITE) - a) Bulbo com capilar (com contatos tipo microswitch) e b) Exemplo de uma representação esquemática

4.8.1.6 Transformador 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 09**, 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.

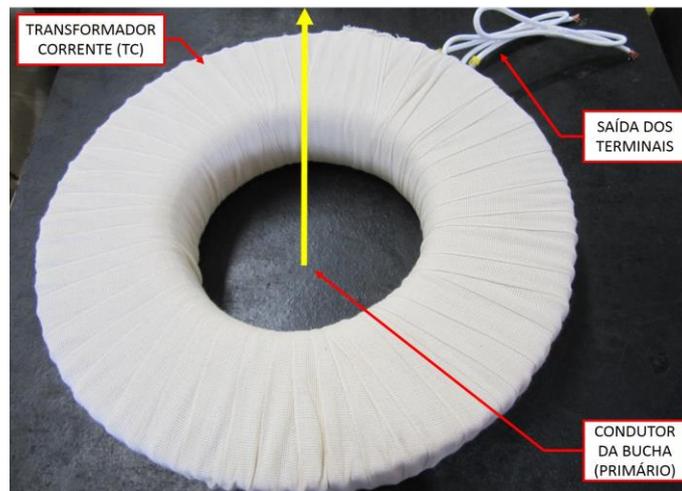


Figura 09 – Transformador de corrente tipo bucha

4.8.1.7 Relé de pressão súbita (RPS)

O relé de pressão súbita (**Figura 10**) é um equipamento de proteção de súbitas pressões internas em transformadores. 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.

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 10 - Relé de pressão súbita

4.8.1.8 Buchas

Buchas são dispositivos que permitem a passagem isolada dos condutores internos dos enrolamentos do transformador ao meio externo. São constituído, 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 3.150 A, fabricadas pela WEG conforme a **Figura 11 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 11 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.

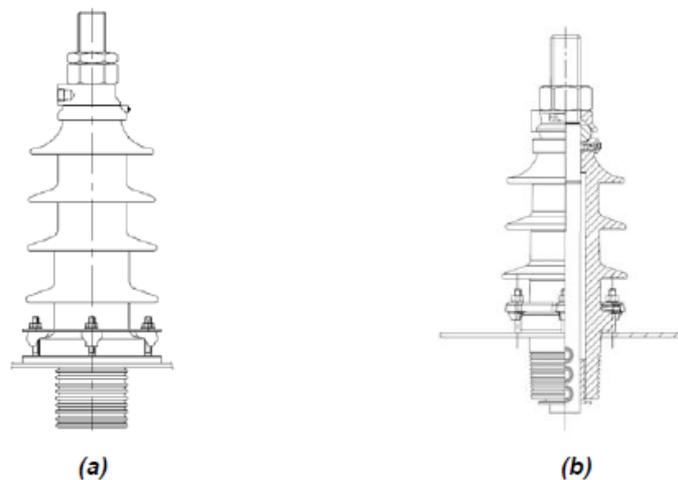


Figura 11 - a) Exemplo de bucha sólida DIN - fabricação WEG; b) Exemplo de bucha sólida DIN - fabricação COMEM



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.

c) 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 12**).



Figura 12 - Exemplo de bucha com corpo isolante polimérico

c) Bucha *plug-in*

Bucha do tipo *plug-in* (**Figura 13**) 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 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.



a)



b)

Figura 13 - a) Exemplo de bucha *plug-in*; b) Exemplo de conector tipo “cotovelo”

4.8.1.9 Rodas lisas ou flangeadas

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 cilindros hidráulicos (macacos) 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 14 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 14 a)** o acondicionamento é feito em embalagem separada.

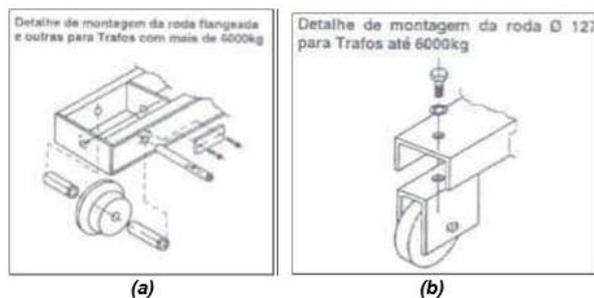


Figura 14 - Exemplo de rodas; a) Flangeada; b) Lisa



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 encostem ao trilho ou canaleta (**Figura 15**).

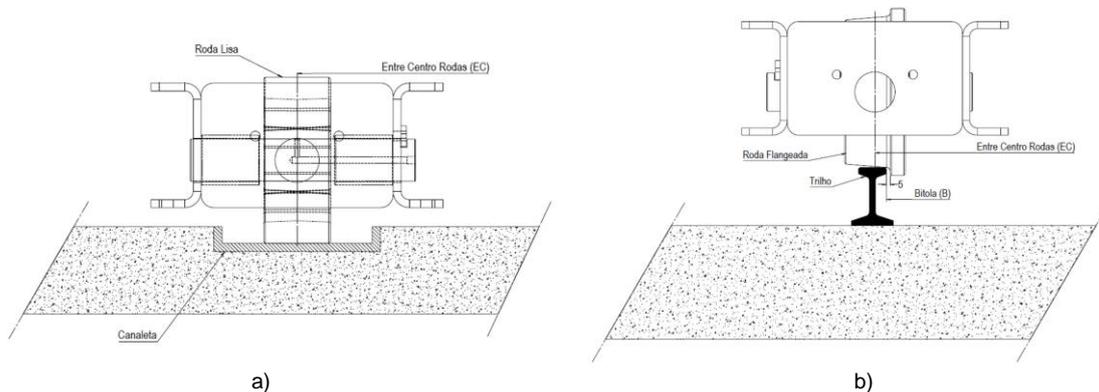


Figura 15 - Encaixe da roda no local da instalação – a) canaleta para rodas lisas e b) trilho para rodas flangeadas

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.

5 INSTALAÇÃO

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

5.1 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.

5.2 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.

5.3 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.

6 ENSAIOS ANTES DA ENERGIZAÇÃO

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

6.1 RELAÇÃO DOS ENSAIOS ELÉTRICOS E COMISSIONAMENTO

- 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) Verificar as tensões dos circuitos auxiliares;
- l) Curto circuitar e aterrar todos os secundários dos TC's de buchas que não tiverem previsão de uso, caso aplicável;
- m) Verificar o funcionamento do sistema de aquecimento do painel e ajustar o termostato em 30 graus, caso aplicável.

**NOTA!**

O transformador dispõe de comutador para fazer a religação internamente, seu acionamento será acessível externamente.

**PERIGO!**

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

**ATENÇÃO!**

Toda vez que o comutador de tap's 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.

**ATENÇÃO!**

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

6.1.1 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)

6.2 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.

7 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!

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.

7.1 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.

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

**ATENÇÃO!**

O transformador deve ser energizado inicialmente em vazio.

7.2 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) 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;
- e) Avaliar possíveis pontos de vazamentos de óleo;
- f) Avaliar as indicações de nível de óleo;
- g) 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.

7.2.1 Mudança de Posição do TAP do Transformador

O transformador dispõe de comutador para fazer a religação internamente com acionamento acessível externamente.

**PERIGO!**

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

**ATENÇÃO!**

Toda vez que o comutador de tap's 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.

8 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 8.1 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 RIS, indicador do nível de óleo, indicadores de temperatura do óleo e dos enrolamentos 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

8.1 CRONOGRAMA DE MANUTENÇÃO

8.1.1 Inspeção Trimestral

Tabela 01 – 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 C – Torque Recomendado. Caso o vazamento continue, informe a WEG. 02- Quando existir um vazamento de óleo nas soldas, informe imediatamente a WEG. Nota: Esta operação 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 no painel corrugado, 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. Caso o vazamento continue, informe a WEG. |
| Bucha <i>plug-in</i> | Verifique no corpo da bucha que não haja 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 no corpo da bucha que não haja 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. |

8.1.2 Rotina de Inspeção para Intervalos mais Abrangentes

Tabela 02 - 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 C – Torque Recomendado. Verifique se existem vazamentos nas juntas, e se existir, refaça o aperto naquela região conforme indicação do Apêndice C – 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. |
| Elementos de fixação | Anualmente | Verifique se todos os parafusos e porcas estão suficientemente apertados. | Se for necessário, faça o reaperto conforme indicação do Apêndice C – Torque Recomendado. |
| Tanque | 6 meses | Verifique se existem contaminações / oxidação sobre a superfície do tanque. | Se os danos forem muitos severos, recupere e informe a WEG. |
| Painel corrugado | 6 meses | 01- Verifique se existem contaminações / oxidação nas aletas do painel corrugado. 02- Procure por fissuras ou danos no painel corrugado. | Limpe a superfície do painel corrugado. 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. |
| Indicador de nível do óleo | Anualmente | 01- Verifique o estado externo. 02- Teste o funcionamento do componente. | - |
| | 3 anos | 03- Verifique os seguintes pontos: Funcionamento da resistência de isolamento. Funcionamento do microinterruptor. Funcionamento correto da boia e ponteiro. | Caso algo não esteja nas condições adequadas, informe a WEG. |
| Relé integrado de segurança - RIS | Anualmente | 01- Verifique o estado externo do relé. 02- Verifique no mostrador o nível de óleo e temperatura. 03- Teste o funcionamento do componente. | Caso algo não esteja nas condições adequadas, informe a WEG. |
| Termômetro do óleo | Anualmente | 01- Verifique o estado externo. | - |
| | 3 anos | 02- Verifique se está funcionando adequadamente. Verifique o isolamento e a resistência. | Caso algo não esteja nas condições adequadas, informe a WEG. |
| Termômetro do enrolamento | Anualmente | 01- Verifique o estado externo. | - |
| | 3 anos | 02- Verifique as seguintes características: Indicador do termômetro. Valor da resistência. Resistência de isolamento. Transformador de corrente. | Caso algo não esteja nas condições adequadas, informe a WEG. |
| Resistência de ajuste do termômetro do enrolamento | Anualmente | 01- Inspeção visualmente a parte externa. 02- Verifique as conexões dos cabos. | - |
| | 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. Caso algo não esteja nas condições adequadas, informe a WEG. |
| Relé de pressão súbita | Anualmente | 01- Verifique o estado externo. | - |
| | 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. |
| Ligações externas | 6 meses | 01- Verifique o aterramento. 02- Verifique o circuito de alimentação externo | Caso algo não esteja nas condições adequadas, informe a WEG. |
| 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. |

8.2 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, 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.

8.2.1 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.

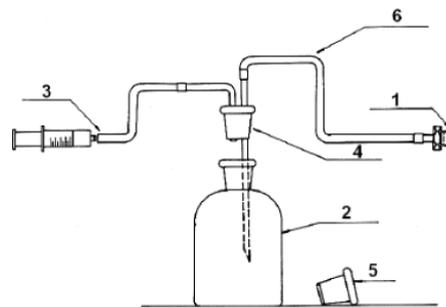
8.2.2 Procedimento para Avaliar Condição do Sistema de Selagem

- 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 16 - 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 17 - Dispositivos de coleta de amostra

8.3 COLETA PARA ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA

8.3.1 Utensílios de Coleta da Amostra

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

- Frasco para amostragem (**Figura 18**): a garrafa de amostragem deverá ser de vidro escuro, com capacidade para 1000ml (1 litro) e deverá ser limpa conforme descrito no item 8.3.2;
- Aparatos de coleta de amostras: aparato de coleta (Bico) e mangueira;
- Dispositivos de coleta de amostras: dispositivo de coleta (niple) e mangueira.



Figura 18 - Frasco para amostragem

8.3.2 Limpeza dos Frascos de Amostragem

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

- Retirar eventual conteúdo dos frascos;
- Lavar os frascos e as tampas com detergente neutro (**Figura 19**);
- Enxaguar os frascos com bastante água corrente comum;
- Deixar escorrer a água comum e enxaguar com água destilada;
- 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;
- 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 19 - Limpeza do frasco amostragem

8.3.3 Procedimento para Coleta da Amostra com Frasco

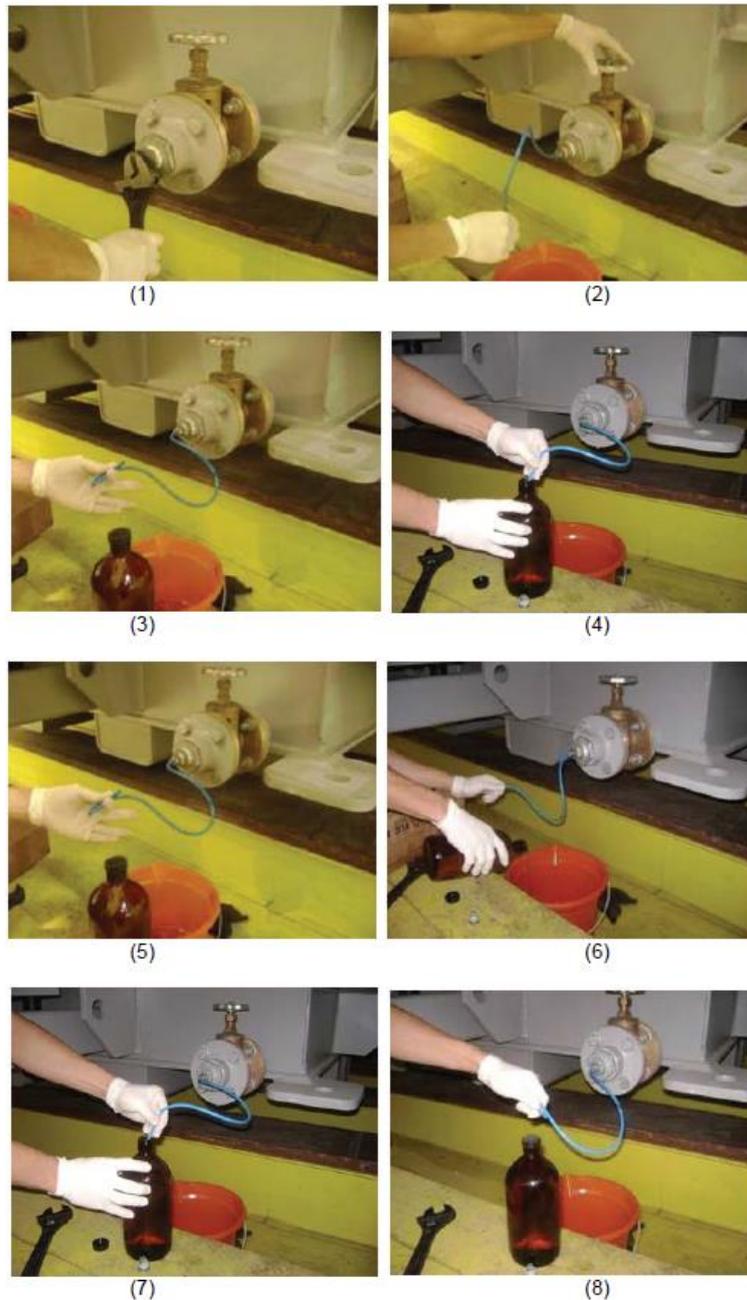
A coleta de amostras de óleo deve ser executada em condições de clima seco, de modo a impedir qualquer contaminação externa. Se o clima estiver chuvoso, as seguintes precauções devem ser tomadas:

- O ponto de coleta deverá ser protegido para evitar contaminação pela precipitação;
- Se possível, o óleo deverá estar pelo menos na mesma temperatura que o ar ambiente;
- 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.

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

- Observar a coleta na sequência de 1 a 8 na **Figura 20**;
- Remover a proteção do orifício de amostragem;
- Remover toda a sujeira e poeira visível da válvula com um tecido limpo e sem fiapos;
- Conectar o dispositivo de coleta de amostra (niple e mangueira) na válvula;
- 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.



8.4 COLETA PARA ANÁLISE CROMATOGRÁFICA

8.4.1 Utensílios de Coleta da Amostra

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

- a) Mangueira resistente a óleo com uma torneira de 3 vias;
- b) Seringa de vidro de 50 ml (**Figura 21**);



Figura 21 - Seringa de vidro para coleta de amostragem



ATENÇÃO!

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

8.4.2 Limpeza da Seringa de Amostragem

A seringa de amostragem deverá ser limpa de acordo com o seguinte procedimento (**Figura 22**):

- a) Remover qualquer conteúdo da seringa;
- b) Lavar a seringa com detergente neutro;
- c) Enxaguar a seringa com água limpa comum;
- d) Escorrer a água comum e enxaguar a seringa com água destilada;
- e) Secar a seringa numa estufa, em temperatura de $102 \pm 2^\circ\text{C}$ durante pelo menos 2 horas;
- f) Deixar esfriar dentro da estufa fechada;
- g) 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 22 - Limpeza da seringa (1 e 2) e armazenamento (3 e 4)

8.4.3 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.

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

- a) Observar a coleta na sequência de 1 a 6 na **Figura 23**.
- 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 e enviar a mesma para um laboratório qualificado.



ATENÇÃO!

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

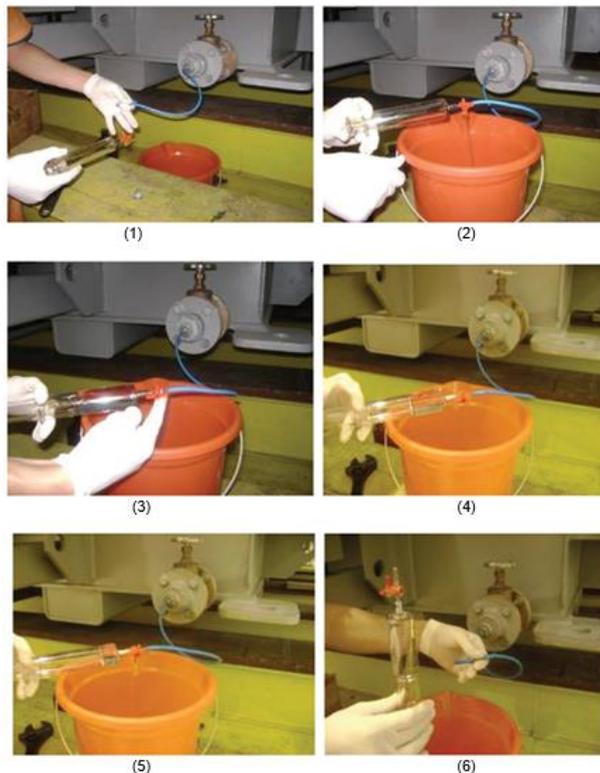


Figura 23 - Sequência de coleta com seringa

**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.

8.5 IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS DE ÓLEO

8.5.1 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 (não do equipamento);
- k) Nome do cliente local.

8.5.2 Armazenagem das amostras coletadas

O armazenamento das amostras preferencialmente deve ser conforme mostrado na **Figura 24**.

**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 24 - Armazenagem dos recipientes com amostras de óleo

8.6 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) ou do RIS;
- e) Buchas rachadas;
- f) Estado anormal do óleo isolante;
- g) Surgimento de gases com tendência evolutiva ou atuação do RIS 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;
- c) Defeitos nos acessórios de proteção e sinalização, sem que o funcional dos mesmos tenha sido afetado;
- d) Fissuras no tanque ou painel corrugado sem grandes vazamentos de óleo.

**NOTA!**

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

8.7 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 correto para sua verificação e possível correção.

Tabela 03 – 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 do óleo. |
| Falha nos enrolamentos | Sobretensões devido a descargas atmosféricas, curto 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 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 | Sobre pressão - Com atuação mecânica e vazamento de óleo. Desligamento indevido - Sem atuação mecânica e sem vazamento de óleo. | Falha interna - Contatar a WEG. Verifique o circuito da fiação dos contatos. |
| Atuação do relé integrado de segurança | Temperatura elevada do óleo. Sobre pressão interna. Indicador de nível de óleo mínimo. | Avaliar qual foi a causa da atuação e contate a WEG. |

Tabela 04 – 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 nos acessórios | | | |
| Danos nas buchas | | | |
| Danos no acionamento do comutador | | | |
| Danos na placa de identificação | | | |
| Dados da placa de identificação estão coerentes | | | |
| Acessórios fornecidos corretamente | | | |
| Caixa de comando e controle | | | |
| Óleo | | | |
| 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, fluidos isolantes de alto ponto de fulgor* (maior que 300°C) e baixa inflamabilidade, esses fluidos 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 05** apresenta as características físico-químicas dos óleos mineiras naftênicos e parafínicos novos, sem contato com o transformador. Os valores especificados Tabela 05 estão de acordo com a RESOLUÇÃO ANP Nº 36, DE 5.12.2008 - DOU 8.12.2008.

Tabela 05 - 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 | kV | 30 | | 6869 | ASTM D 877 |

| | | | | |
|---|---------------------|----------------|-------------------|-------------|
| Eletrodo de disco, mín., ou Eletrodo de calota, mín. | | 42 | NBR/IEC 601560 | |
| 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. Borra, máx. | mg KOH/g % massa | 0,40 0,10 | 10504 | IEC 61125 A |
| Fator de perdas dielétricas, a 90°C, máx | % | 20 | | |
| Óleo Inibido | | | | |
| Estabilidade a oxidação 164 horas Índice de neutralização (IAT), máx. Borra, máx. | mg KOH/g % massa | 0,40 0,20 | - | ASTM D2440 |
| 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 06** e **Tabela 07** apresentam características físico-químicas dos óleos vegetais isolantes sem contato com o transformador. Os valores especificados na Tabela 06 e Tabela 07 estão de acordo com a norma ABNT NBR 15422 – Óleo vegetal isolante para equipamentos elétricos.

Tabela 06 - 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 40°C 100°C | mm²/s (cST) | NBR-10441 | 150 máximo 50 máximo 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 aos 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 07 - Ensaio de Tipo para Óleo Vegetal

| Características | Unidade | Método de ensaio | Valor especificado |
|----------------------------------|-------------|------------------|---------------------------|
| Coefficiente 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 | - | OECEB | Prontamente biodegradável |

3. PROCEDIMENTO PARA ADEQUAÇÃO DA INDICAÇÃO DO NÍVEL DE ÓLEO

Considerações gerais

O procedimento para adequação da indicação do nível de óleo em transformadores herméticos de selagem plena do tipo corrugado, ou para complementação da quantidade de óleo, deverá ser executado com o equipamento à temperatura entre 35 e 40°C (ver indicação no acessório multifuncional, denominado RIS®, conforme item II abaixo). Esta condição pode ser naturalmente obtida no período vespertino se o transformador estiver instalado ao tempo e exposto ao sol, o que representa a maioria das aplicações. Se instalado em cubículos, dado que os sistemas eólicos no Brasil em geral estão localizados em áreas de temperatura mais elevada, mesmo abrigado o equipamento pode atingir tais temperaturas. Se necessário, o transformador pode ser energizado em vazio ou em carga até a obtenção desta condição, desde que não haja atuação do RIS indicando nível mínimo de óleo.

O propósito desta faixa de temperatura como pré-requisito para adequação do nível de óleo do transformador do tipo corrugado é a existência de pressão positiva ao interno do equipamento, preservando-o da entrada de ar e umidade.

Relé integrado de segurança (tipo RIS®)

Transformadores herméticos de selagem plena do tipo corrugado sempre são dotados de relé integrado de segurança, tipo RIS® conforme **Figura 25** a seguir. Este acessório engloba quatro funções de proteção/indicação da condição do transformador, a saber:

- 1 - Monitor de temperatura;
- 2 - Válvula de alívio de pressão;
- 3 - Detector de gás;
- 4 - Indicador de nível de óleo.

Esta última funcionalidade, além da sua finalidade intrínseca, também é absolutamente fundamental relativamente ao procedimento de adequação do nível de óleo que é objeto desta instrução técnica.



Figura 25 - Exemplos de Relé integrado de segurança - tipo RIS®

Procedimento de adequação da indicação do nível do óleo no RIS

Para a adequação do nível de óleo devem ser seguidos os passos indicados abaixo.



ATENÇÃO!

As atividades a seguir devem ser executadas sempre com o equipamento completamente desenergizado.

- 1 - Abrir a tampa da válvula de purga número 1 indicada na **Figura 26** abaixo;
- 2 - Abrir a válvula de purga número 2 indicada na **Figura 26** lentamente, até que o óleo atinja seu ponto máximo no indicador de nível do acessório multifuncional tipo RIS®;
- 3 - Mesmo com a variação do nível bem acima do nível mínimo a boia (número 5 da **Figura 26**) continuará posicionada no nível mínimo, posto que seu princípio de funcionamento é magnético. Para desbloquear a boia é necessário passar um ímã junto a carátula (visor de nível de óleo) (número 4 da **Figura 26**), deslocando a boia para cima. Esta operação também vai gerar a abertura do contato do acessório multifuncional;
- 4 - Após concluída a operação, fechar a tampa da válvula de purga número 1 e a válvula de purga número 2.

NOTA!



Se o nível ainda não se encontrar a um patamar $\frac{1}{4}$ do nível mínimo e também elevar de preferência até o nível máximo do indicador, após a realização dos passos 1 a 4 acima, estas atividades devem ser repetidas novamente até três vezes, com um incremento de no mínimo 2°C na temperatura do transformador a cada intervenção, até que o nível atinja a indicação desejada.

ATENÇÃO!



Antes de repetir os passos de 1 a 4, verificar se a temperatura do transformador se encontra na faixa de 35 a 40°C. Caso não, aguardar até seu atingimento natural, ou energizar o transformador para acelerar o processo.

ATENÇÃO!



Se o transformador foi energizado para a obtenção da faixa de temperatura necessária para a adequação do nível, o mesmo deve ser desligado antes da repetição dos passos indicados.

Procedimento para o complemento do nível de óleo

Em função, por exemplo, da necessidade da retirada de óleo para análises físico-químicas e cromatográficas, pode se fazer necessária a complementação da quantidade de óleo do transformador. Em todas as situações nas quais se requer a complementação do óleo, proceder conforme os passos indicados a seguir:

- 1 - Assegurar-se que a temperatura do transformador se encontra na faixa de 35 a 40°C, conforme instruções anteriores;
- 2 - Assegurar que o transformador se encontra desenergizado;
- 3 - Abrir a tampa principal do acessório tipo RIS® (número 3 da **Figura 26** abaixo);
- 4 - Abrir a tampa da válvula de purga do acessório tipo RIS® (número 1 **Figura 26** abaixo);
- 5 - Abrir lentamente a válvula de purga do acessório tipo RIS® (número 2 **Figura 26** abaixo);
- 6 - Através da abertura da tampa principal do acessório tipo RIS® (número 3 **Figura 26** abaixo), inserir um funil convencional e fazer a complementação do óleo até que o indicador de nível de óleo atinja o nível necessário.
- 7 - Após atingir o nível necessário, feche a tampa da válvula de purga número 1, a válvula de purga número 2, e por último a tampa principal (número 3 **Figura 26**).

ATENÇÃO!



- a) O funil a ser utilizado deve estar limpo, e completamente seco;
- b) O óleo a ser complementado deve atender todos os requisitos das normas pertinentes, e apresentar teor de umidade inferior a 10 ppm.

NOTA!



Considerando uma retirada de óleo antes da energização, uma após 24 horas e a cada 30 dias, por fim resultando em uma retirada de 2 litros. Desta forma no fim do primeiro ano terá uma diminuição de 30mm de óleo no transformador. Indicamos o preenchimento do óleo se a cada ano este procedimento for seguido.

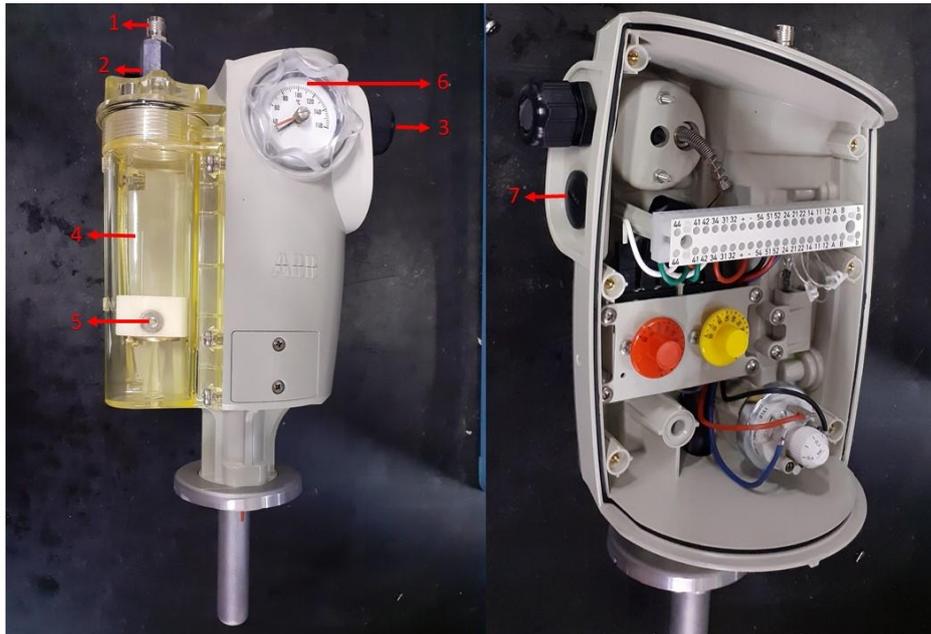


Figura 26 - Posições relé integrado de segurança - tipo RIS®

Legenda:

- 1 - Tampa válvula de purga;
- 2 - Válvula de purga;
- 3 - Tampa principal do RIS®;
- 4 - Carátula (visor);
- 5 - Boia;
- 6 - Visor do indicador de temperatura;
- 7 - Saída dos cabos de ligação.

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.

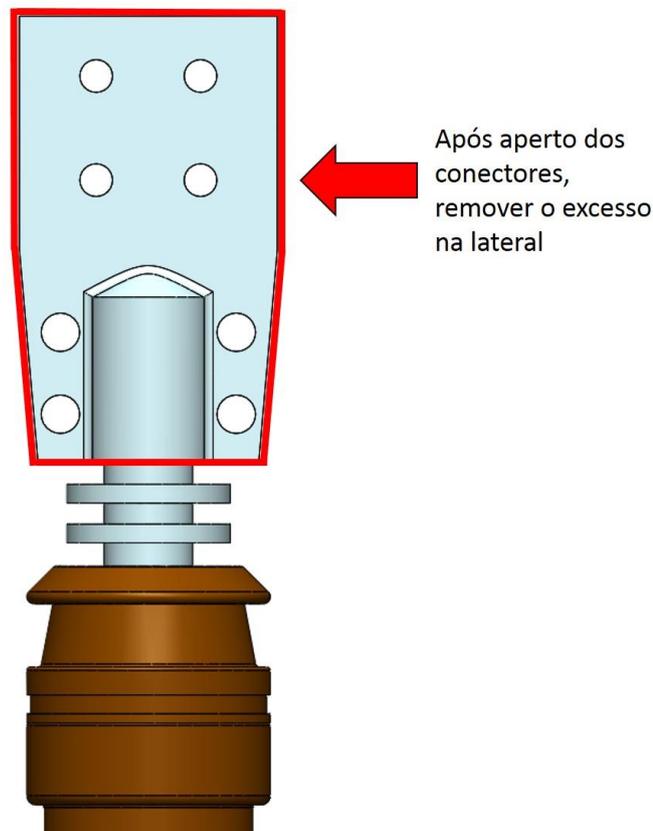
PENETROX-E - Composto anti-óxido para conexões cobre-cobre. Contém partículas de cobre em um fluido viscoso.

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 27** 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.



ATENÇÃO!

Os torques aplicados em buchas sólidas devem seguir rigorosamente as instruções contidas neste manual.

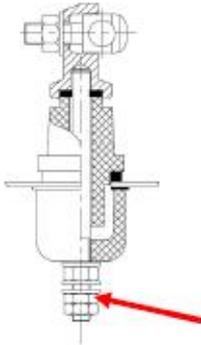
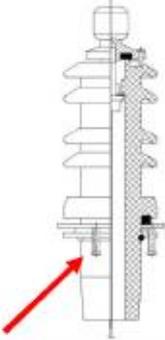
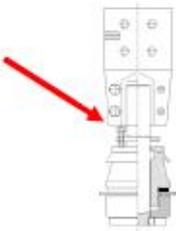
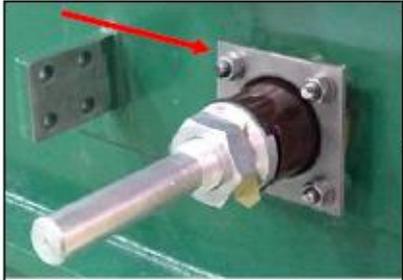
A falta de observância destas instruções pode causar avarias, quebra da porcelana isolante e vazamentos de óleo no equipamento.

A aplicação correta do torque é condição necessária para a manutenção e validação da garantia contratual.



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.

| 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 |

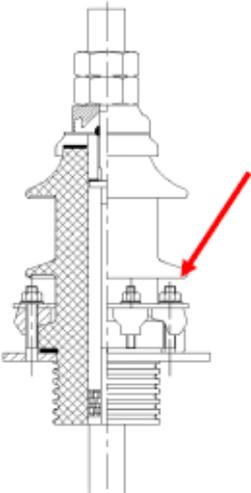
| Modelo | Quantidade de Tirantes de aperto | Bitola dos tirantes | Material da porca | Torque (Nm) |
|--|----------------------------------|---------------------|-------------------|-------------|
|  | 4 | M10 | Aço zincado | 11 Nm |
| | 4 | M10 | Inox | 9 Nm |
| | 6 | M10 | Aço zincado | 14 Nm |
| | 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 27 - 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 28**.

| 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 28 - Torque indicado para porcas nos terminais e desaerador das buchas sólidas

A sequência de aperto da fixação das buchas deve seguir conforme a **Figura 29**.

- * 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.

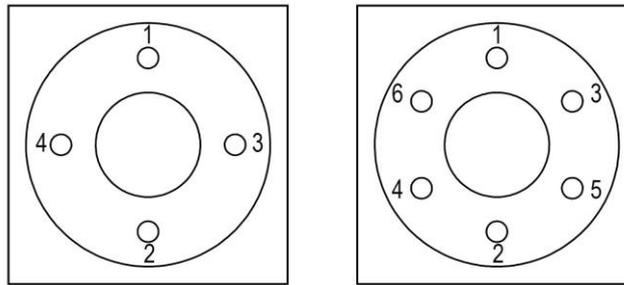


Figura 29 - Sequência de aperto para buchas sólidas (com 4 tirantes e 6 tirantes de fixação)

As ferramentas indicadas e suas especificações mínimas para garantir o correto aperto das buchas de porcelana estão mostradas na **Figura 30**.

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 1/4", com bits fenda simples 8mm.

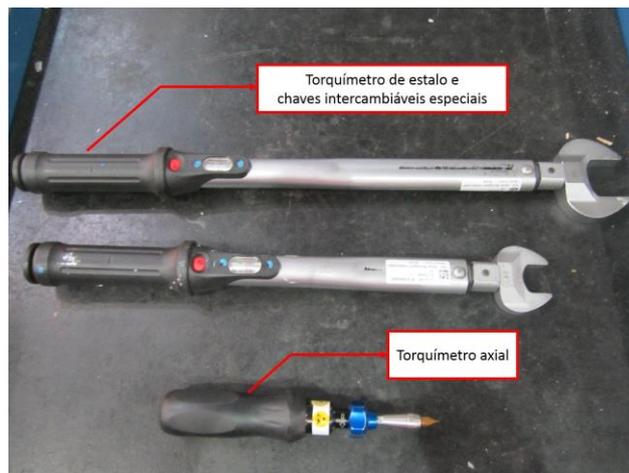


Figura 30 - Modelos de ferramentas de aperto

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 31** e **Figura 32**.
- * Torque admissível de acordo com o indicado na **Tabela 08**.

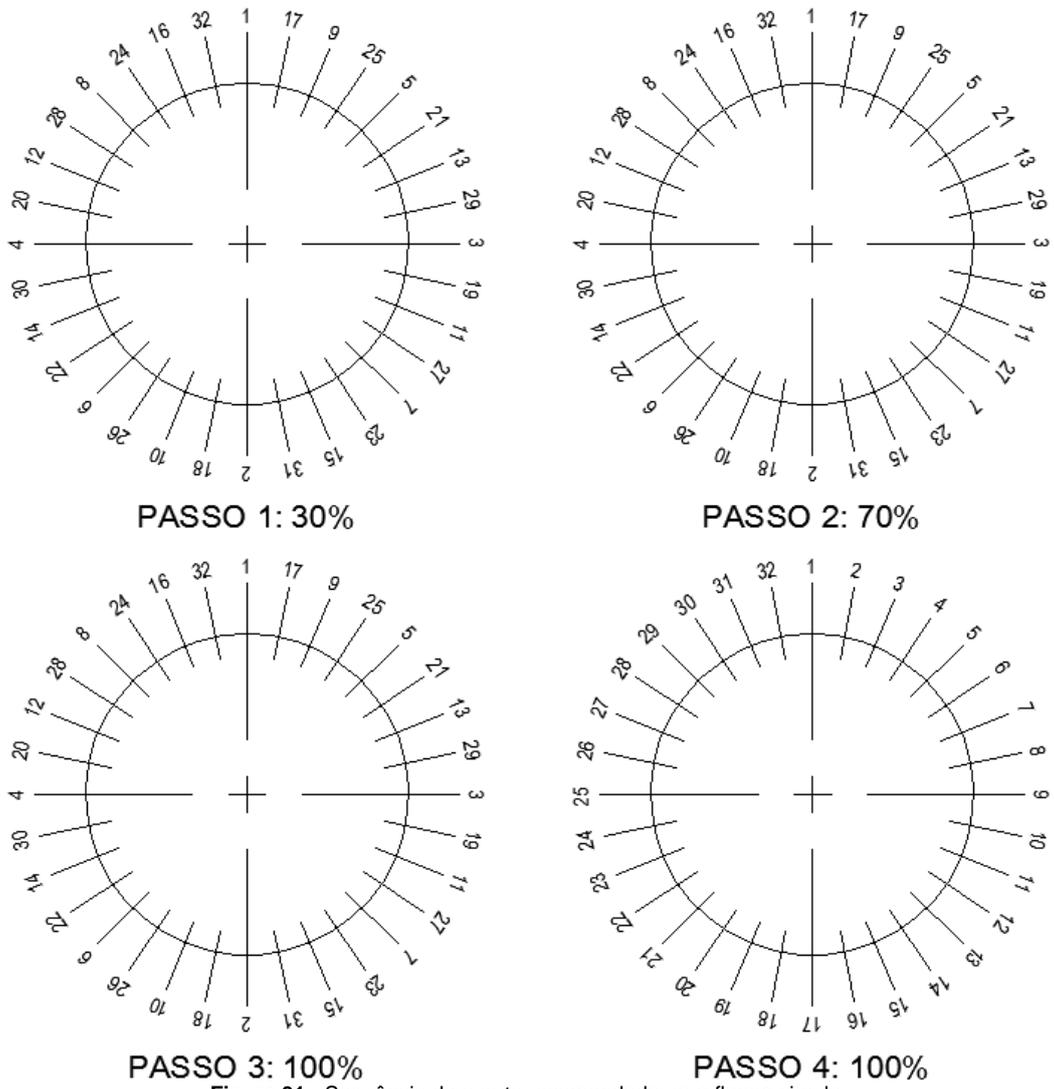


Figura 31 - Sequência de aperto recomendado para flange circular

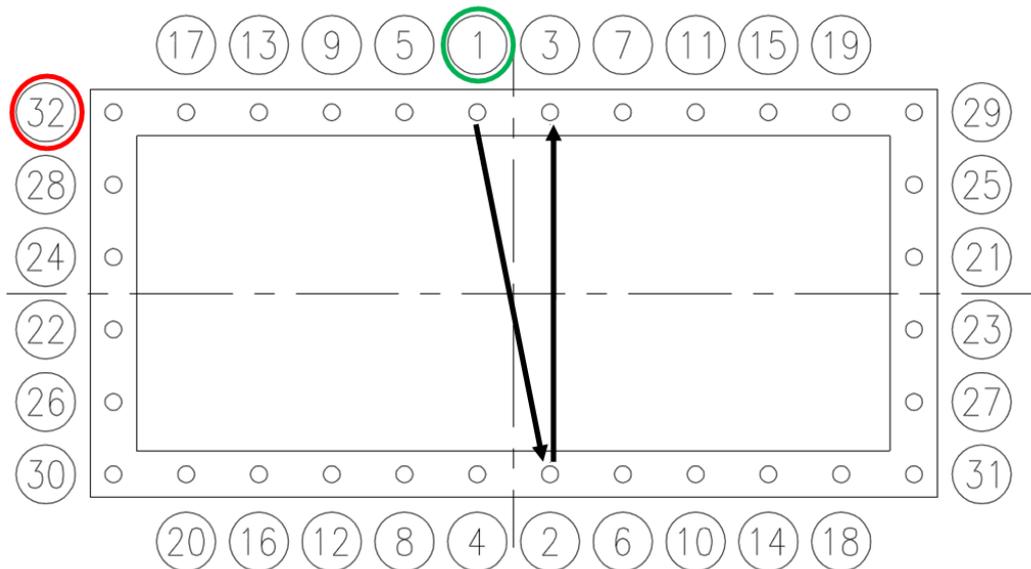


Figura 32 - Sequência de aperto recomendado para flange quadrado ou retangular

A **Tabela 08** 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 08: 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 08** 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 33**, utilizar torque de 40 Nm.



Figura 33– Bujão ½"

2.1 SEQUÊNCIA DE APERTO EM CONEXÕES QUE UTILIZAM JUNTAS DE VEDAÇÃO

Realizar a sequência de a **Figura 31 e 32**.

- * 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 09.



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 09 – 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 | Metalo “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 10.

Tabela 10 – 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 isolamento 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.

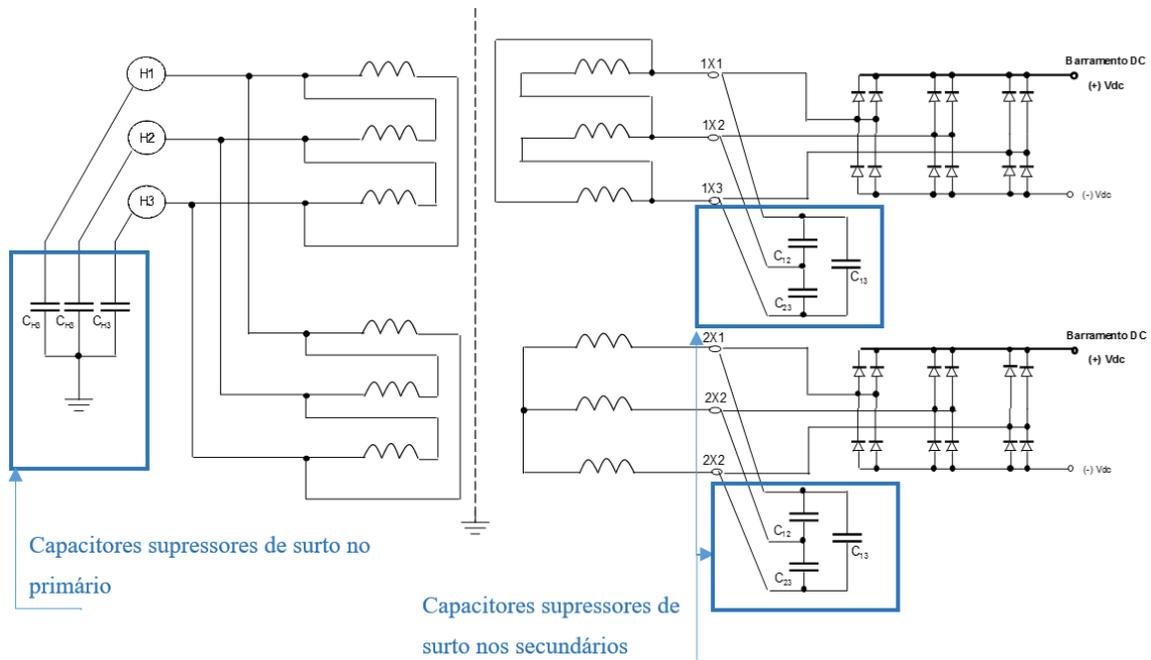


Figura 34 - Exemplo de proteção para transformador 12 pulsos com blindagem eletrostática e neutro não acessível

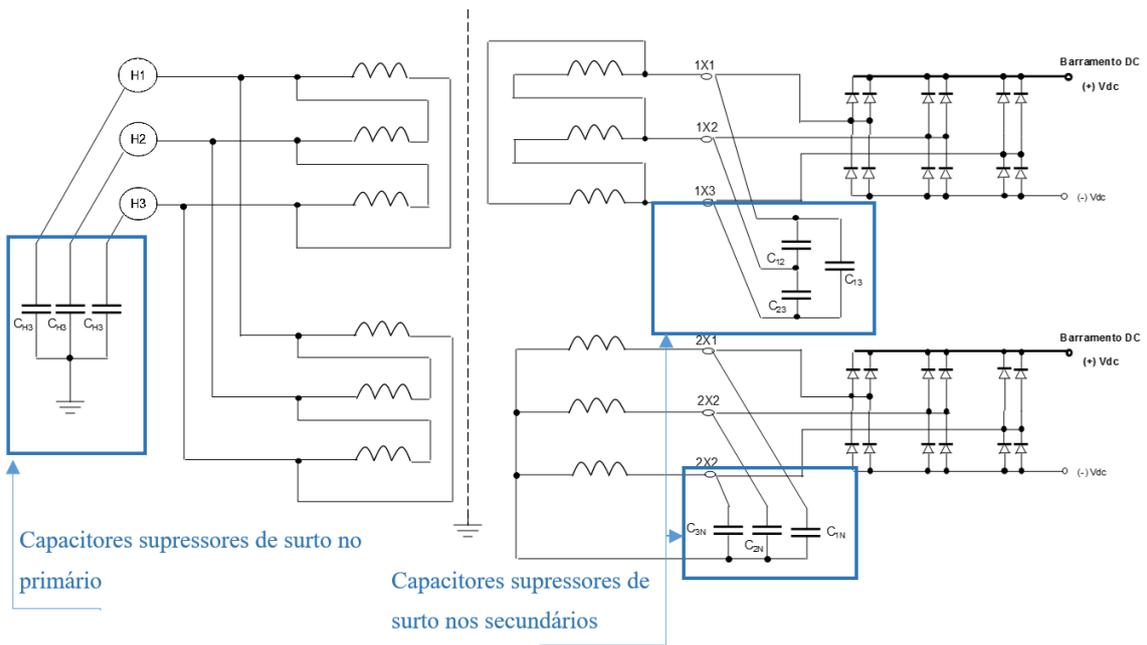


Figura 35 - Exemplo de proteção para transformador 12 pulsos com blindagem eletrostática e neutro acessível

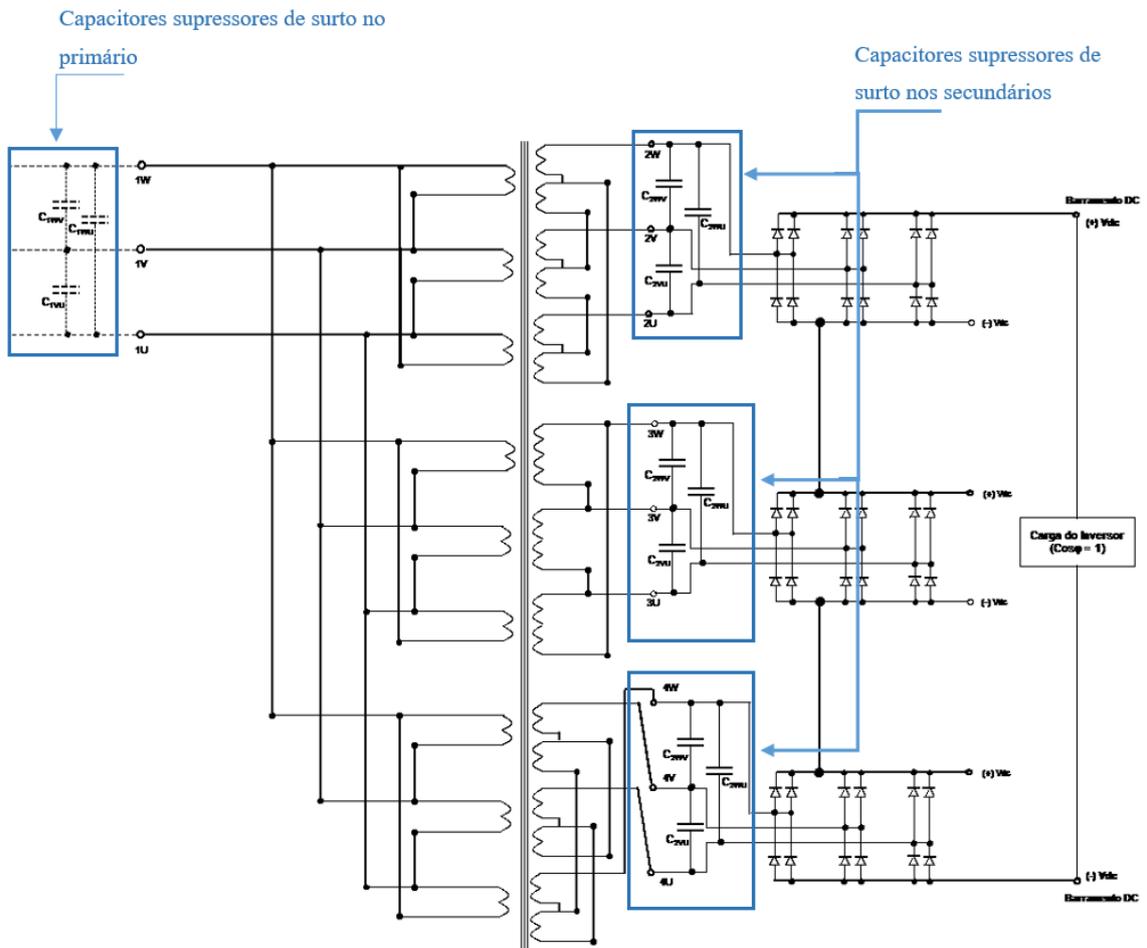


Figura 36 - Exemplo de proteção para transformador 18 pulsos



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.