



## MANUAL TAO

### **INSTRUÇÕES GERAIS**

#### **A - INTRODUÇÃO**

As instruções deste manual foram elaboradas para os usuários de nossos produtos, visando orientá-los quanto aos cuidados e procedimentos necessários para obtenção de um ótimo rendimento dos mesmos.

As recomendações aqui contidas devem complementar-se nos itens da norma ABNT NBR-7037 onde se aplicam.

#### **B - TRANSPORTE**

O transporte deve ser realizado de modo a proteger todo o equipamento contra queda ou danos devido ao manejo (pôr exemplo, na pintura).

Nos casos em que os transformadores forem embalados, o material utilizado e o arranjo da embalagem deve suportar os esforços durante o transporte, a fim de proteger o transformador.

Os transformadores são embarcados com seus enrolamentos de alta tensão ligados em sua tensão mais alta, salvo especificação em contrário.

No recebimento, cada unidade deve ser submetida a inspeção visual conforme 4.2. Sendo constatada qualquer ocorrência anormal, o recebedor deve anotar no documento de embarque as irregularidades encontradas e imediatamente notificá-las à **ZILMER**, ao transportador ou à companhia de seguro, para que sejam tomadas as providências exigidas em cada caso.

A notificação da ocorrência deve conter todos os elementos mencionados na placa de identificação, assim como os detalhes específicos nos danos sofridos pelo transformador.

#### **C - INSPEÇÃO VISUAL**

O equipamento deve ser examinado de modo a verificar:

- a) se as características da placa de identificação do transformador, estão de acordo com o pedido;
- b) a inexistência de fissuras ou lascas nas buchas e danos externos no tanque ou acessórios (arranhões ou amassados);
- c) a totalidade dos terminais e acessórios;
- d) o nível correto do líquido isolante (quando os transformadores forem embarcados com óleo) ou, a pressão interna positiva (quando os transformadores forem embarcados com gás inerte). Caso contrário, tal fato será tomado como indicação de vazamento e de eventual entrada de umidade;



- e) a exatidão dos instrumentos, através de suas leituras;
- f) os componentes externos do sistema de comutação. Nessa ocasião deve-se proceder a mudança para todas as posições, a fim de determinar possíveis defeitos do sistema durante o transporte;
- g) a inexistência de vazamentos através de buchas, bujões e soldas;
- h) indícios de corrosão em qualquer ponto do tanque;
- i) a marcação correta dos terminais;
- j) o estado da embalagem quando existente.

## **D - MANUSEIO**

4.1 - Todos os serviços de descarregamento e locomoção do transformador devem ser executados e supervisionados pôr pessoal especializado, obedecendo-se os pontos de apoio apropriados.

4.2 - O levantamento ou tração deve ser feito pêlos pontos de apoio indicados nos desenhos ou instruções do fabricante, não devendo utilizar outros pontos que, se utilizados, podem acarretar graves danos no transformador.

4.3 - Todos os componentes e acessórios devem ser manuseados com o devido cuidado e obedecendo às instruções de 4.2.

4.4 - O manuseio do transformador deve ser feito de forma planejada e cuidadosa, evitando-se movimentos bruscos ou paradas súbitas que possam causar danos.

Deve ser realizado com equipamentos e materiais adequados, possibilitando segurança ao pessoal envolvido e ao transformador.

## **E - RECEBIMENTO**

Sempre que possível o transformador deve ser descarregado diretamente na sua base definitiva. Antes do descarregamento, deve ser feita, pôr pessoal especializado uma inspeção preliminar no transformador verificando suas condições externas, acessórios e componentes, quanto a deformações e estado de pintura. Qualquer anormalidade nos deverá ser comunicada imediatamente.

Todo o serviço de descarregamento e locomoção do transformador deve ser feito pôr pessoal especializado, obedecendo-se as normas de segurança e utilizando-se dos pontos de apoio apropriados. O manuseio deve ser feito de forma planejada e cuidadosa, evitando-se movimentos bruscos e paradas súbitas.

## **F - ARMAZENAGEM**

Quando o transformador não for posto em serviço imediatamente, este deve ser armazenado com liquido isolante em seu nível normal. O armazenamento deve ser feito, de preferência em condições que o transformador não fique sujeito às intempéries, às grandes variações de



temperatura e a gases corrosivos e de modo a não sofrer quaisquer danos mecânicos.

Indica-se que os transformadores não fiquem em contato com o solo. Para isso devem ser utilizados pranchas ou calços de madeira.

Para os transformadores excepcionalmente armazenados com gás nitrogênio, o óleo, antes de ser colocado, deve ser submetido aos ensaios previstos pela NBR-5356 e apresentar as características e respectivos valores limites especificados na Resolução 6/72 da norma CNP I6 e na resolução 15/8 do regulamento técnico 06/Rev. I.

Os acessórios devem ser armazenados em locais adequados quando retirados, dos transformadores.

O secador de ar deve ser instalado para evitar sobrepressões em transformadores com conservador, mesmo desenergizados.

## **G - INSTALAÇÃO**

a - Antes de qualquer providência para montagem do transformador deve ser verificada a disponibilidade de pessoal qualificado, assim como, de equipamento e ferramentas adequadas.

b - Não é recomendável a montagem do transformador em dias chuvosos.

c - Antes da montagem do transformador deve ser feita uma verificação, constando de:

1) uma inspeção visual, principalmente quanto ao correto nivelamento da base. O transformador deve possuir uma ligeira inclinação ascendente, em relação ao conservador, considerada ideal para o correto funcionamento do relé de gás.

2) fixação correta do transformador, através da inspeção do dispositivos de ancoragem;

3) uma inspeção visual, na parte externa do tanque do transformador, a fim de constatar a não ocorrência de danos durante o manuseio;

4) constatar se os danos de placa estão compatíveis com a especificação técnica do equipamento;

5) para transformadores religáveis constatar se a ligação de despacho (expedição) atende ao especificado.

d - Para transformadores sem óleo, deve ser verificada a pressão do gás e o ponto de orvalho.

e - Para transformadores transportados com óleo, sempre que possível, deve-se colher amostra do óleo isolante para ensaio em laboratório.

f - Devem ser verificadas as conexões de aterramento do transformador.

g - Instalar o secador de ar em transformadores com conservador mesmo com o equipamento desenergizado.



## **H - TESTES DEPOIS DA MONTAGEM**

Antes de energizar o transformador, os seguintes testes devem ser feitos:

a) - TESTES DE ISOLAÇÃO - Teste com o "megger" de todos os enrolamentos para a terra, bem como entre enrolamentos. Os testes devem ser feitos com um "megger" de 2500 v, após a limpeza e secagem externa das buchas e após o desligamento da conexão para bucha tais como cabos para conector, barras para terminal da bucha e pára-raios. Comparar os resultados com os relatórios de ensaio.

b) - VERIFICAÇÃO DA RELAÇÃO DE TRANSFORMAÇÃO NO TRANSFORMADOR PRINCIPAL - À relação de transformação deve ser verificada em todas as derivações, com o comutador nas respectivas posições.

Verificar a continuidade de voltagem durante a mudança de derivações (não se aplica para comutadores sem carga) e medir a corrente de excitação na AT, caso necessário. Realizar também o teste de defasagem (deslocamento angular).

c) - TRANSFORMADORES DE CORRENTE - O teste de polaridade, se requerido, pode ser feito pelo processo do golpe indutivo com corrente contínua.

d) - TESTES DO ÓLEO - Retirar amostras de óleo das válvulas inferiores do tanque principal, do tanque do comutador e/ou do tanque da chave desviadora.

Realizar o teste de resistência dielétrica, durante um minuto e também o teste de ruptura, de acordo com as normas vigentes.

e) - TERMÔMETROS E TERMOSTATOS - Remover o bulbo do termômetro e colocá-lo, juntamente com um termômetro padrão, num recipiente adequado cheio de óleo do transformador. Aquecer e agitar o óleo lentamente, fazendo leituras no termômetro.

Ajustar o termômetro do transformador, se necessário. Verificar também os contatos sinalizadores e regulá-los

para a temperatura desejada. Para os transformadores fornecidos com termômetros para temperaturas do óleo e do enrolamento, os valores para ajuste dos contatos sinalizadores são recomendados conforme tabela

abaixo podendo no entanto serem alteradas para satisfazer aos valores usuais do cliente.

### **Transformadores com resfriamento ou com ventilação forçada**

**Temperatura  
do óleo**  
85°C

**Temperatura  
do enrolamento**  
95°C



Os contatos de termômetros utilizados para acionar bombas de óleo e ventiladores, em transformadores resfriados pôr circulação forçada, são em geral reguladores para 60°C se o termômetro for atuado pela temperatura do óleo, e para 75°C, se for atuado pela temperatura do enrolamento. Em ambos os casos a escolha deve ser feita separadamente.

f) - RELÉ DETECTOR DE GÁS - Os circuitos de alarme e desligamento devem ser verificados insuflando ar sob pressão de 45kgf/cm<sup>2</sup> no relê, até a queda da bóia. Verificar se o disjuntor opera.

g) - INDICADOR DO NÍVEL DO ÓLEO - Movimentar o braço da bóia do indicador do nível do óleo entre as posições extremas, para verificar se o mecanismo não se prende em alguma posição e se os contatos sinalizadores operam satisfatoriamente.

h) - OUTROS INDICADORES - É recomendável que todos os indicadores tais como válvula de segurança, chaves de pressão diferencial para sistemas óleo-água, indicadores de vazão, relês de pressão súbita, etc., caso fornecidos, sejam testados antes da energização do transformador. Seguir, se possível, as instruções existentes e verificar se todas as sinalizações, disparos., ocorrem adequadamente.

i) - NÍVEIS DE ÓLEO - Verificar o nível do óleo no transformador e nas buchas. Corrigir, se necessário.

j) - DESGASEIFICAÇÃO - Se o óleo for purificado pôr um filtro sem desgaseificador ou for introduzido num tanque com vácuo apenas parcial, é impossível evitar, durante o enchimento, a entrada de ar no transformador, juntamente com o óleo.

O ar em suspensão no óleo, sob a forma de pequenas bolhas, reduz a resistência dielétrica do óleo, podendo também aderir aos enrolamentos formando gradativamente bolhas maiores que, em seguida, se desprendem e sobem através do óleo. Se o transformador estiver energizado, as bolhas podem causar corona ou descargas, ao passar pôr pontos onde o campo elétrico é elevado.

Outro inconveniente é que o ar pode originar um falso alarme de gás, ao passar pelo relê detector de gás, com distúrbios óbvios para o serviço. É, portanto recomendável verificar que não haja ar preso nos tubos centrais das buchas condensivas, nos canecos das buchas ou qualquer outro ponto elevado na tampa do transformador, tais como canalizações para radiadores ou trocadores de calor.

k) - COMUTADOR SEM CARGA - Verificar a chave de travamento, caso fornecida, e ajustá-la, se necessário. Verificar também se o disjuntor do transformador opera, ao se tentar acionar o comutador. Colocar o comutador na posição desejada e travá-lo com um cadeado.



## **I - GENERALIDADES:**

Verificar e, se necessário, ajustar:

- 1 - A sílica e o nível do óleo, no secador de ar;
- 2 - Se todas as válvulas estão em posição correta;
- 3 - Se o transformador e os painéis de controle estão hermeticamente fechados e limpos;
- 4 - Se todas as conexões às linhas e às barras coletoras, bem como à terra, estão satisfatórias;
- 5 - Se há distância suficiente entre os terminais sob tensão e terra (em alguns transformadores devem-se remover os olhais de suspensão);
- 6 - Se todos os parafusos das gaxetas estão suficientemente apertados;
- 7 - Se não foi deixado qualquer equipamento, ferramentas, etc., no transformador;
- 8 - Se toda danificação à pintura foi retocada.

## **J - ENERGIZAÇÃO:**

a) - RELES DE PROTEÇÃO - Verificar se os reles de proteção estão todos ligados corretamente e funcionando de acordo. Os reles em si, devem ter sido testados anteriormente.

b) - TESTES SOB TENSÃO NOMINAL - Se houver um gerador de potência suficiente disponível para o teste, a tensão deve ser gradualmente elevada de um pequeno valor inicial até o valor nominal. (Uma sobretensão de aproximadamente 25% pode ser mantida durante alguns minutos, se assim for desejado).

Caso contrário, o transformador pode ser ligado diretamente à linha. Após a energização do transformador, este deve ser mantido sob cuidadosa observação, durante certo tempo.

Após o funcionamento, de uma ou duas semanas, as gaxetas provavelmente cederão e os respectivos parafusos devem ser reapertados.

## **K-MANUTENÇÃO:PREVENTIVA /CORRETIVA**

Os transformadores, em serviço, são freqüentemente submetidos a consideráveis esforços mecânicos e elétricos. A fim de evitar falhas e complicações, é extremamente importante que os transformadores sejam cuidadosamente inspecionados.

Deve-se atentar inicialmente para o óleo, e a sua temperatura, bem como para as temperaturas das diferentes partes do transformador.



**INSPEÇÃO PERIÓDICAS:** A cada 12 meses deve ser realizada uma inspeção exterior com o transformador energizado, limitando-se a uma observação a distância do estado do aparelho constando de:

a) verificação da inexistência de fissuras, lascas ou sujeiras nas buchas e danos externos no tanque ou acessórios (arranhões ou amassados);

b) o estado dos terminais e ligações do transformador;

c) possíveis vazamentos pelas buchas, tampas, bujões e soldas;

d) indícios de corrosão em qualquer parte do tanque;

e) verificação da inexistência de ruídos anormais mecânica ou elétrica;

f) verificação da fixação do transformador;

g) verificação do aterramento e equipamento de proteção do transformador;

h) verificação do nível do líquido isolante, quando o indicador for externo.

A cada 5 anos devem ser realizados, a critério do usuário, os seguintes ensaios:

a) resistência de isolamento.

b) retirada da amostra do líquido isolante para análise em laboratório.

Deve-se proceder da seguinte maneira:

- limpar cuidadosamente a válvula ou dispositivo existente para esse fim;

- usar um recipiente de vidro transparente com capacidade de aproximadamente um litro, que deve ser lavado primeiro com água e em seguida com álcool ou benzina.

Este recipiente deve ser seco e em seguida lavado com o próprio óleo do transformador:

- deixar escorrer cerca de meio litro pela válvula do transformador antes de encher o recipiente:

- encher cuidadosamente o recipiente com óleo do transformador, evitando a entrada de qualquer impureza;

- vedar, hermeticamente, o recipiente com rolha de vidro esmerilhada, de preferência mergulhando-se em parafina.

Se os valores indicarem a necessidade de uma revisão completa no transformador, recomenda-se enviar a unidade para as oficinas.

A cada 10 anos deve ser realizada uma revisão completa do transformador, necessitando para tanto que a unidade seja enviada ao fabricante.

**ÓLEO:** O óleo de transformador é higroscópico e, portanto, absorve umidade do ar com facilidade. Esta absorção é, no entanto, completamente evitada se o transformador for selado, ou quase totalmente evitada com auxílio do tanque conservador e do secador de sílica-gel. Este secador deve estar sob observação constante e a sílica deve ser renovada ou recuperada, assim que sua capacidade de absorver umidade começar a diminuir.



Se algum serviço o expor à umidade do ar, a tensão de ruptura dielétrica do óleo deverá ser verificada. Esta verificação do óleo sempre deve ser feita em transformadores grandes, após intervalos regulares de tempo.

O oxigênio do ar causa também uma oxidação do óleo. Neste processo se originam, além de água, ácidos e asfaltos que acarretam depósitos de "lama" nos enrolamentos, no núcleo, etc. O resfriamento do enrolamento e núcleo é prejudicado reduzindo a resistência de isolamento.

Se tiver havido início de formação de lama, o óleo muda de cor tornando-se mais escuro. A aparência do óleo é comumente lamacenta. Pôr filtragem pode-se remover a lama, mas, uma vez iniciada, a formação de lama aumenta com o tempo. O óleo nestas condições deve ser trocado assim que as condições de serviço o permitam.

Outro processo de deterioração, associado com a formação de lama, é o aumento do conteúdo de ácidos livres no óleo. Se tal conteúdo não ultrapassar 0,5mg de KOH pôr grama e, além disso o óleo demonstrar boas propriedades, ele é adequado para o uso. Caso contrário, o óleo deve ser trocado. Caso o ponto de ignição, quando testado de acordo com o método de Pensky-Martens, for inferior a 130°C e, além disso, o óleo tiver cheiro de queimado, pode ter ocorrido uma decomposição (cracking) do óleo.

Neste caso, o transformador deve ser inspecionado (levantamento da parte ativa ou abertura das tampas de inspeção) para verificação de possível sobreaquecimento local no núcleo ou nos enrolamentos.

A troca de óleo num transformador deve ser feita, de preferência, quando o transformador estiver quente e a viscosidade do óleo for baixa. A troca deve ser a mais completa possível, pois a mistura do óleo novo com óleo velho, adquire em pouco tempo as propriedades do óleo de qualidade inferior.

A experiência também demonstrou que, se misturarem dois óleos novos de qualidades diferentes, as propriedades da mistura não serão melhores que as do pior óleo.

Quando se trata de repor óleo, que foi retirado ou vazado, tratando-se de pequenas quantidades, é suficiente que o óleo a ser adicionado

seja seco e puro e, pelo menos, da mesma qualidade que o óleo existente no transformador.

O óleo que não estiver exageradamente oxidado pode, em certos casos, ser recuperado, mas isto só se torna econômico para quantidades razoavelmente grandes. A recuperação deve ser efetuada pôr firma idônea, a qual tratará o óleo quimicamente.

**TEMPERATURA:** O tempo de vida de um transformador depende bastante da temperatura reinante nos enrolamentos e no núcleo do transformador em serviço. É importante, portanto que a temperatura esteja constantemente sob observação.

As elevações de temperatura permitidas estão especificadas nas normas para transformadores, e estas variam um pouco de país para país.



As normas ABNT (NBR-5356) permitem uma elevação de temperatura de 55°C para o óleo e 65°C para os enrolamentos. Estes valores estão baseados na temperatura máxima de meio de resfriamento de 40°C para o ar e 30°C para a água. Sendo baixa a temperatura do meio de resfriamento, o transformador poderá ser sobrecarregado. A sobrecarga permissível não deve, no entanto, ser avaliada somente a partir do aumento de temperatura do óleo sobre o meio de resfriamento, pois o gradiente de temperatura enrolamento-óleo cresce a potência 1,6 do crescimento da carga.

As vezes, a capacidade de suportar uma sobrecarga é limitada pôr acessórios do transformador, pôr exemplo buchas, comutador etc.

Recomenda-se investigar, se cada acessório tem capacidade contínua de sobrecarga igual ou maior que 20%.

As variações repentinas de carga afetam a temperatura do óleo de maneira apenas gradual, ao passo que a temperatura do enrolamento se estabiliza bem mais rapidamente.

Se houver tendência de aumento na temperatura de um transformador, sem que tenha havido aumento de carga, a causa pode ser uma deficiência no meio de resfriamento. Em sistemas de resfriamento óleo-água, poderão ocorrer depósitos de lama nos tubos do resfriador, o que acarretará, evidentemente, num aumento de temperatura do óleo. Outro motivo para a elevação anormal da temperatura pode ser que o óleo tenha iniciado o depósito de lama nos enrolamentos e no núcleo do transformador. Com isso, fica afetado o resfriamento destas partes e as respectivas temperaturas aumentarão. Se forem constatadas temperaturas anormais, deve-se verificar inicialmente os termômetros.

**SISTEMA DE RESFRIAMENTO:** Nos transformadores com resfriamento natural ou com ventilação forçada, não são necessárias providências especiais para manter limpas as superfícies de resfriamento, desde que o óleo esteja em boas condições. Se estiver havendo formação

de lama no núcleo, esta poderá se depositar em porções horizontais nos radiadores ou trocadores de calor. Neste

caso, estes dispositivos devem ser limpos ao mesmo tempo em que se faz uma troca de óleo e uma inspeção

geral no transformador. Se a lama não se soltar com o fluxo de óleo utilizar benzina, tricloretileno, etc., e em seguida, banho de óleo.

São também comuns depósitos de sedimentos de água, em trocadores de calor óleo-água. Na maioria das vezes os depósitos consistem de lama, mas também se encontram depósitos orgânicos sob forma de longas fibras especialmente se água de rios for usada para refrigeração.

**RELÉ DETECTOR DE GÁS:** O relê detector de gás é um dispositivo útil para a supervisão do transformador em serviço.

Tais relês estão incluídos entre os acessórios padrão, para os transformadores ZILMER INELTEC, a partir de uma certa potência.



**TANQUE TAMPA:** Recomenda-se que o transformador seja mantido sob inspeção regular. Se houver necessidade de algum ajuste realizá-lo o mais cedo possível.

**ACESSÓRIOS:** Testar todos os acessórios uma vez pôr ano. Examinar todos os aparelhos, cabos elétricos e condutores, dispositivos de sinalização ou operação da sala ou painel de comando. O teste com o "megger" também é recomendado.

**RODAS:** Quando houver rodas no transformador estas devem ser retiradas durante o transporte e após a instalação do transformador em local definitivo, as mesmas devem permanecer calçadas/travadas.