

www.sigmatransformadores.com.br
SIGMA EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS LTDA
AV. DAS INDÚSTRIAS, 45 ÁREA INDUSTRIAL II
LAGOA VERMELHA – RS
CNPJ: 93734911/0001-23
INSCR. EST.: 071/0036353 CEP 95.300-000
FONE / FAX: (54) 3358-2085 / 3358-2454 / 3358-2583



MANUAL DE INSTRUÇÕES

TRANSFORMADOR TRIFÁSICO DE FORÇA 750 kVA

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 05 |
| 2 | INSTRUÇÕES BÁSICAS | 06 |
| 2.1 | SOBRE O TRANSFORMADOR | 06 |
| 2.2 | INSTRUÇÕES GERAIS | 06 |
| 2.3 | RECEBIMENTO | 06 |
| 2.4 | INSPEÇÃO DE CHEGADA | 07 |
| 2.5 | DESCARREGAMENTO E MANUSEIO | 07 |
| 2.6 | ARMAZENAGEM | 07 |
| 3 | INSTALAÇÃO | 08 |
| 3.1 | CONSIDERAÇÕES GERAIS | 08 |
| 3.2 | INSTALAÇÃO DAS RODAS | 08 |
| 3.3 | LIGAÇÕES | 08 |
| 3.4 | ATERRAMENTO DO TANQUE | 12 |
| 3.5 | PROTEÇÃO E EQUIPAMENTOS DE MANOBRA | 12 |
| 4 | ACESSÓRIOS E INDICADORES | 12 |
| 4.1 | VÁLVULA DE ALÍVIO DE PRESSÃO (OPCIONAL) | 12 |
| 4.2 | INDICADOR DE TEMPERATURA DO ÓLEO (ITO) (OPCIONAL) | 12 |
| 4.3 | TERMÔMETRO DE IMAGEM TÉRMICA (ITE) (OPCIONAL) | 14 |
| 4.4 | DISPOSITIVO DE ALÍVIO DE PRESSÃO (OPCIONAL) | 14 |
| 4.5 | CONSERVADOR COM BOLSA DE BORRACHA (OPCIONAL) | 15 |
| 4.6 | DESUMIDIFICADOR DE AR DE SÍLICA GEL (OPCIONAL) | 15 |
| 4.7 | RELÉ DE GÁS TIPO BUCHHOLZ (OPCIONAL) | 17 |
| 4.8 | RELÉ DE PRESSÃO SÚBITA (OPCIONAL) | 18 |
| 4.9 | COMUTADOR | 19 |
| 4.10 | BUCHAS | 19 |
| 4.11 | REGISTROS DE ÓLEO | 20 |
| 4.12 | CAIXA DE TERMINAIS (OPCIONAL) | 20 |
| 4.13 | INDICADOR EXTERNO DE NÍVEL DO ÓLEO (OPCIONAL) | 20 |
| 5 | ENERGIZAÇÃO | 21 |
| 6 | MANUTENÇÃO | 21 |
| 6.1 | PERIÓDICA | 21 |
| 6.2 | ÓLEO ISOLANTE | 22 |
| 6.3 | INSPEÇÕES VISUAIS | 22 |
| 6.4 | UTILIZAÇÃO DAS INFORMAÇÕES | 23 |
| 6.5 | ENSAIOS E VERIFICAÇÕES | 24 |
| 7 | DESENHO TÉCNICO | 25 |

1) INTRODUÇÃO

Este manual visa fornecer informações necessárias para o recebimento, instalação e manutenção do transformador trifásico de força de 750 kVA.

Os transformadores SIGMA são projetados e construídos rigorosamente segundo as normas ABNT em suas últimas edições.

Recomendamos a leitura das seguintes normas:

NBR 7036

Recebimento, instalação e manutenção de transformadores de distribuição imersos em líquido isolante. Procedimento.

NBR 5416

Aplicação de cargas em transformadores de potência. Procedimento.

NBR 5440

Transformadores para redes aéreas de distribuição . Requisitos.



FIGURA 1: Transformador trifásico de força 750 kVA

É essencial ter em mãos as publicações sobre instalação de transformadores emitidas pelas concessionárias de energia da região, visto que muitas delas têm caráter normativo.

2) INSTRUÇÕES BÁSICAS

2.1 SOBRE O TRANSFORMADOR

Nossos transformadores são construídos com núcleos de aço silício Grão Orientado (GO) de alta permeabilidade magnética, o que confere baixas perdas de energia para ativação do transformador.

Neste núcleo, é montado o enrolamento de cobre eletrolítico por onde circulam as correntes de carga do transformador.

Normalmente o enrolamento de baixa tensão é montado mais próximo ao núcleo, o que facilita a isolação entre o cobre e o núcleo de aço silício, que é aterrado. Após a instalação do enrolamento de Baixa Tensão (BT), é colocado o enrolamento de Alta Tensão (AT), sendo que este fica em contato direto com a rede de alta tensão da concessionária e alimenta o transformador. Este fato requer maiores cuidados com a isolação, em virtude da existência do maior risco de falhas, as quais podem implicar na queima do equipamento.

Depois de concluída a montagem dos enrolamentos, deve ser feita a ligação dos enrolamentos do comutador, o qual é usado para ajustar a tensão de entrada no transformador com a tensão da rede da concessionária no ponto de ligação, ou seja, o comutador tem por finalidade ajustar e compatibilizar as duas tensões. Os comutadores, possuem normalmente 3 TAPs (Escolhas). Para transformadores de classe 24,2 kV (transformadores que estão instalados em redes que possuem 23.100 V na Alta Tensão), os TAPs são divididos em 23.100 V, 22.000 V e 20.900 V. Para transformadores instalados na classe 15 kV (redes de alta tensão que possuem 13.800 V) os TAPs são divididos em 13.800 V, 13.200 V e 12.600 V.

2.2 INSTRUÇÕES GERAIS

Todos que trabalham em instalações elétricas, seja na montagem, operação ou manutenção, deverão ser constantemente informados e atualizados sobre as normas e prescrições de segurança que regem o serviço, e deverão sempre ser aconselhados a segui-las.

O responsável deverá certificar-se que, antes do início do trabalho, todos os procedimentos foram devidamente observados e preparados, alertando sempre todo o seu pessoal para os perigos inerentes a realização da tarefa. Recomenda-se que estes serviços sejam efetuados por pessoal devidamente qualificado.

Equipamentos para combate a incêndios e avisos sobre primeiros socorros não devem faltar no local de trabalho, estando sempre em lugares bem visíveis e acessíveis, garantindo dessa forma a segurança na realização do trabalho.

2.3 RECEBIMENTO

Os transformadores SIGMA sofrem uma série de ensaios antes de serem enviados para o cliente, são os chamados testes de rotina, os quais visam garantir o perfeito funcionamento do transformador para o fim que foi projetado. Para um bom funcionamento do seu transformador, você também pode seguir algumas dicas:

Procure manter o transformador em local limpo, seco e abrigado antes da instalação do mesmo.

Não armazene o equipamento em contato direto com o solo.

CUIDADO

Não deixe nenhum objeto sobre o transformador ou em situações que possam danificar o equipamento.

2.4 INSPEÇÃO DE CHEGADA

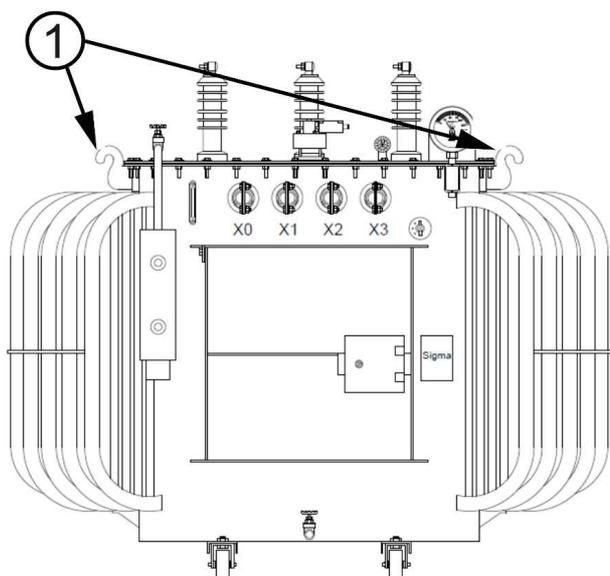
A inspeção preliminar de chegada deverá ser feita no transformador, por pessoal especializado, antes do descarregamento, visando identificar eventuais danos provocados durante o processo de transporte, no qual devem ser verificadas as suas condições externas, acessórios e componentes quanto a deformações, estado de pintura, vazamentos de óleo e seu nível. Caso for constatado alguma ocorrência deve-se entrar em contato com o fabricante para que sejam tomadas as devidas providências.

2.5 DESCARREGAMENTO E MANUSEIO

Todos os serviços de descarregamento e locomoção do transformador devem ser executados e supervisionados por pessoal especializado, obedecendo-se as normas de segurança e utilizando-se os pontos de apoios apropriados.

A descarga e manuseio do transformador devem ser feitos com equipamento adequado, como por exemplo: guindaste ou empilhadeira, que tenham capacidade compatível com a massa do transformador.

A movimentação deve ser feita exclusivamente pelas alças de içamento.



1 - Alças de içamento

FIGURA 2: Indicação das alças de içamento

2.6 ARMAZENAGEM

Caso o transformador não seja instalado imediatamente, ele deverá ser armazenado, preferencialmente em lugar abrigado, seco, isento de poeiras e gases corrosivos, colocando-o sempre em posição normal e afastado de área com grande circulação de pessoas.

Não deverá ser colocado nenhum tipo de objeto sobre ou próximo ao equipamento, evitando gerar danos ao equipamento.

| ALTA TENSÃO | | Terminais H1 H2 H3 |
|-------------|----------------------|--------------------|
| Tensão V | Posição do Comutador | |
| 23.100 | 1-A | |
| 22.000 | 2-B | |
| 20.900 | 3-C | |

TABELA 1: Tabela exemplo de ligações de alta tensão

| BAIXA TENSÃO | | | | |
|--------------|-----------|-------|---------|--|
| Tensão V | Terminais | | Ligação | |
| 380 | X1-X2 | X2-X3 | X3-X1 | |
| 220 | X0-X1 | X0-X2 | X0-X3 | |

TABELA 2: Tabela exemplo de ligações de baixa tensão

3) INSTALAÇÃO

3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Antes da instalação do transformador, deve ser verificada a disponibilidade das ferramentas e equipamentos adequados, assim como de pessoal qualificado para o procedimento.

Deve-se observar as seguintes instruções:

- Evitar a instalação em dias chuvosos;
- Verificar o nivelamento da base e a resistência das fundações sobre as quais será instalado o transformador.
- Verificar a existência de espaçamento mínimo de 0,7 m entre o transformador e muros ou paredes, facilitando assim o acesso para inspeções e ventilação.
- Caso seja necessário utilizar instalações abrigadas, o local deve ser bem ventilado, de maneira que o ar aquecido possa sair livremente, sendo possível assim a troca do ar quente pelo ar fresco. É essencial que se tenha o cuidado para não obstrução do fluxo de ar dentro da cabine.
- As aberturas para a entrada de ar devem estar o mais próximo possível ao piso e distribuídas de maneira eficiente, preferencialmente abaixo do transformador e possuírem as dimensões máximas do transformador.
- As aberturas para a saídas de ar devem estar instaladas o mais alto que a construção permita, sendo que o número e o tamanho das saídas dependem de suas distâncias acima do transformador, do rendimento e do ciclo de carga. De forma geral, recomenda-se o uso de aberturas de saídas de 1 m²/ 200 kVA de capacidade instalada.

- Realizar a inspeção visual do conjunto, principalmente das buchas, conectores e acessórios, para constatação de eventuais danos ou vazamentos decorrentes do manuseio e transporte do transformador.

- Verificar se os dados constantes na placa de identificação estão coerentes com o sistema em que o transformador será instalado e a correta posição do comutador em relação ao diagrama de ligações.

- Verificar as conexões de aterramento do transformador.

- Atentar para as ligações do primário e do secundário.

- Para içamento do transformador, os cabos utilizados devem ser fixados nas alças da içamento.

3.2 INSTALAÇÃO DAS RODAS

Para a instalação das rodas, é necessário o uso de equipamento para içamento devidamente dimensionado para a operação. As rodas devem ser instaladas na base do transformador. Para fins de transporte, as rodas vão fixadas em cima da base do transformador, para a instalação, as mesmas deverão ser posicionadas na parte inferior da base. Deve-se observar os seguintes cuidados:

- Caso for previsto trilhos para instalação, verificar o alinhamento das rodas antes de apoiá-las nos trilhos.

- Depois de feita a instalação das rodas, certifique-se que o transformador descerá evitando inclinações do equipamento.

Para detalhes das rodas, ver desenho no item 7.

3.3 LIGAÇÕES

No primário as ligações são feitas em triângulo, entre os pontos H1, H2 e H3, conforme a imagem abaixo:

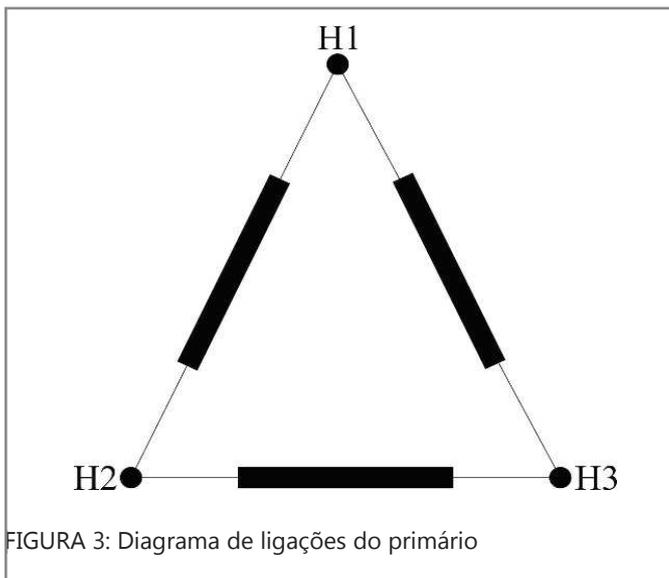


FIGURA 3: Diagrama de ligações do primário

No secundário as ligações são feitas em estrela, entre os pontos X0, X1, X2 e X3, conforme a imagem abaixo.

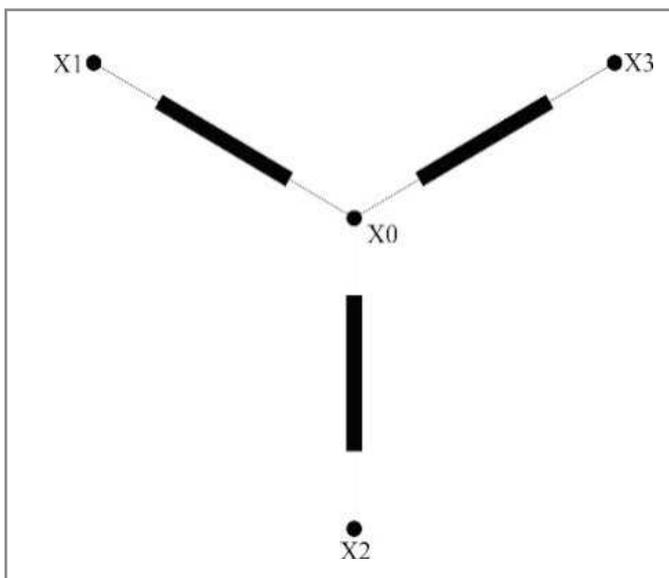


FIGURA 4: Diagrama de ligações do secundário

Visto a Figura 4 identificamos o ponto X0 como o neutro do secundário, com isso podemos obter tensões de linha e de fase, as tensões de fase são dadas pela ligação da carga entre o ponto X0 em relação a X1 ou X2 ou X3, já as tensões de linha são obtidas pelas ligações da carga entre os pontos X1, X2 e X3. Podemos seguir como exemplo a Tabela 1 e Tabela 2, que fazem referência a um transformador classe 24,2 kV com tensões de BT 380/220 V.



Av. das Indústrias, 45 - Área Industrial II
Lagoa Vermelha - RS - CEP: 95.300-000
CNPJ 93734911/0001-23
Fone: (54) 3358-2085

TRANSFORMADOR TRIFÁSICO

Nº Data Fabricação

Potência kVA Norma

Impedância % Tipo óleo isolante

| ALTA TENSÃO | | TERMINAIS H1 H2 H3 | | |
|-------------|------|-----------------------|------|------|
| V | Pos. | Comutador Liga | | |
| (f) | 1 | 7-10 | 8-11 | 9-12 |
| (g) | 2 | 10-4 | 11-5 | 12-6 |
| (h) | 3 | 4-13 | 5-14 | 6-15 |

| BAIXA TENSÃO | | TERMINAIS X0 X1 X2 X3 | | | |
|--------------|---------|--------------------------|--|--|--|
| V | Ligação | | | | |
| (i) | Y | | | | |

DIAGRAMA DE LIGAÇÕES

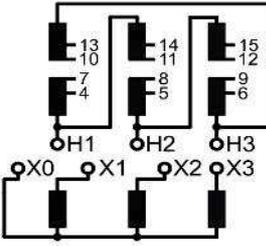


Diagrama Fasorial Dyn1

Volume L Massa total kg PI Nº

Elevação de temperatura óleo / enrolamento °C

Material dos enrolamentos AT / BT

Nível de eficiência Isento de PCB

Legenda:

- a) Número de série;
- b) Data de fabricação (mês/ano);
- c) Potência do equipamento (kVA);
- d) Impedância (%);
- e) Tipo óleo isolante (A, B, Vegetal);
- f) Tensão para posição 1 do comutador (V);
- g) Tensão para posição 2 do comutador (V);
- h) Tensão para posição 3 do comutador (V);
- i) Tensões de saída (linha/fase);
- j) Volume de óleo que contém o equipamento (L);
- k) Massa total do equipamento (kg);
- l) Número da placa de identificação;
- m) Elevação de temperatura do óleo/enrolamento (°C);
- n) Material dos enrolamentos de AT/BT;
- o) Nível de eficiência energética;

Lembramos que a Figura 5 é apenas um modelo de placa de identificação que pode ser utilizada. As placas podem ter alterações conforme as especificações dos clientes. Consulte a placa de identificação presente no equipamento para correta verificação das ligações.

FIGURA 5: Placa de identificação exemplo

Para realizar as ligações do transformador é de extrema importância a verificação das mesmas conforme placa de identificação presente no equipamento.

É importante que se verifique se os dados da placa de identificação estão coerentes com o sistema ao qual o transformador vai ser instalado, observando também se o transformador se encontra com o TAP de ligação Alta Tensão equivalente com a tensão de chegada à subestação ou poste.

Os transformadores, por padrão, são despachados de fábrica com o comutador de derivações na posição 1-A. Os comutadores somente podem ser operados com o equipamento desenergizado.

Para a realização das mudanças de posições, é necessário retirar a tampa metálica e afrouxar o parafuso de fixação de posição. Para realização deste procedimento é necessário ter em mãos uma chave do tipo fenda de espessura na ponta de 1,2 mm. Após afrouxar o parafuso até um ponto que permita o deslocamento do cursor, desloque o mesmo até a indicação desejada e realize o aperto do parafuso de fixação da posição.

FIGURA 6: Indicação do parafuso de fixação de posição



O transformador possui uma corrente transitória de magnetização (corrente de inrush). A mesma é causada pelo fluxo magnético transitório que ocorre no núcleo do transformador, sendo que essa corrente tem como característica um alto valor de pico inicial que pode chegar a vinte vezes o valor da corrente nominal do transformador.

A corrente de inrush normalmente é percebida no momento da ligação do transformador. É necessário prever o sistema de proteção para que não haja problemas na ligação e na operação. As buchas do transformador são dotadas de terminais fabricados com uma liga metálica apropriada para oferecer boa condutividade elétrica, porém, não se deve apertar demais os parafusos conectores e nem permitir que os mesmos fiquem submetidos a esforços mecânicos, pois isto poderá danificar as buchas ou até mesmo provocar vazamentos de óleo. Os cabos da rede secundária podem ser bastante pesados, sendo que neste caso deve-se providenciar um apoio para os mesmos no ponto de conexão com o objetivo de evitar que seu peso seja suportado pelas buchas.

As buchas de porcelana têm por finalidade apenas a isolação. São materiais que não suportam esforço elevado, por isso, deve-se ter cuidado na hora da fixação dos terminais para que não ocasione impactos e danos nas buchas.

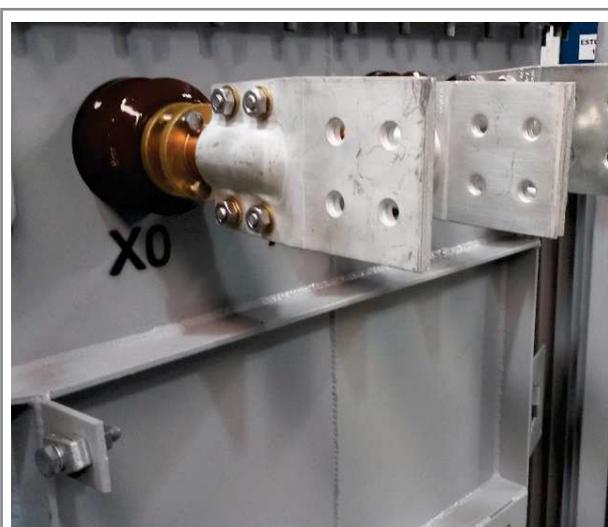


FIGURA 7: Bucha e terminal de BT



FIGURA8:
Bucha e terminal de AT

3.4 ATERRAMENTO DO TANQUE

O tanque conta com pontos específicos para aterramento do mesmo. É necessário que se providencie um bom sistema de aterramento para garantir a descarga de correntes de fuga e a segurança das instalações. Dessa maneira, uma eventual falha de isolamento será imediatamente percebida. A seção do condutor de aterramento deverá ser compatível com as possíveis correntes de fuga. O sistema de aterramento pode ser feito na forma de uma malha, formado por cabos de cobre nu conectados a hastes de ferro cobreadas ou galvanizadas.

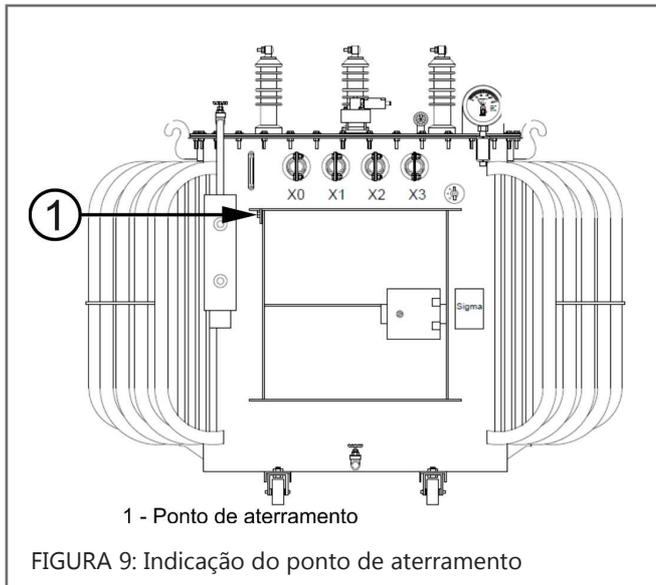


FIGURA 9: Indicação do ponto de aterramento

3.5 PROTEÇÃO E EQUIPAMENTOS DE MANOBRA

Os transformadores devem ser protegidos contra sobrecargas, curto-circuito e surtos de tensão, através de chaves fusíveis, disjuntores, seccionadores, para-raios, etc., Estes, deverão ser adequadamente dimensionados para serem coordenados com o transformador e testados antes de fazer as conexões.

4 ACESSÓRIOS E INDICADORES

Os acessórios e indicadores tem por finalidade permitir a operação e manutenção do equipamento, sendo que alguns desses itens são de caráter opcional.

4.1 VÁLVULA DE ALÍVIO DE PRESSÃO **OPCIONAL**

A válvula é um dispositivo mecânico de proteção contra excesso de pressão que proporciona o alívio de pressão no transformador durante condições de excesso de pressão, com recomposição automática da vedação quando a pressão cai. A mesma possui um anel de extração de aço inoxidável conectado para permitir a operação manual, vista que a mesma consiste em puxar o anel em sentido contrário ao dispositivo.



FIGURA 10: Válvula de alívio de pressão

4.2 INDICADOR DE TEMPERATURA DO ÓLEO (ITO) **OPCIONAL**

O termômetro possui dois ponteiros de ligação, um de indicação de temperatura máxima atingida em um período e o outro ponteiro de indicação de temperatura.

Os ponteiros de ligação e o de indicação de temperatura máxima são controláveis externamente, sendo que os dois primeiros se movimentam apenas por ação externa, enquanto que o último é impulsionado pela agulha de temperatura (ponteiro de arraste) apenas quando em ascensão desta, pois

na redução ela fica imóvel, sujeito apenas à ação externa, possibilitando-se a verificação da temperatura máxima atingida em um determinado período.



FIGURA 11: Termômetro indicador de temperatura do óleo

| PONTEIRO | COR |
|---|----------|
| Indicador da temperatura | Branco |
| Indicador da temperatura máxima em um período | Vermelho |
| Ponteiro de ligação 1 (alarme ou acionamento da ventilação) | Verde |
| Ponteiro de ligação 2 (desligamento) | Amarelo |

TABELA 3: Referência dos ponteiros do termômetro



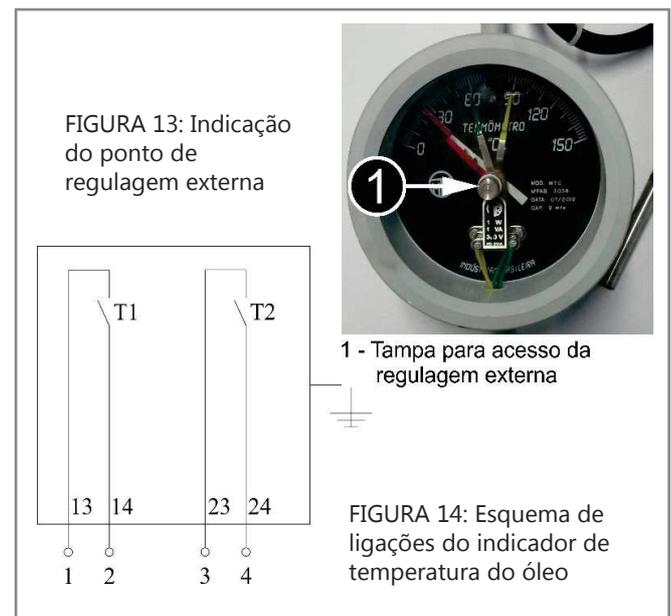
FIGURA 12: Ponteiros de indicação

Pelo controle externo, os ponteiros limites poderão ser movimentados à vontade. Temperatura recomendada para ponteiros: alarme ou acionamento da ventilação = 65°C, desligamento = 95°C.

Para ajuste do ponteiro indicador de temperatura máxima, após a inspeção periódica do termômetro:

Volte o ponteiro indicador (vermelho) até o mesmo encostar no ponteiro indicador de temperatura (branco) através do controle externo. O controle externo é dado pela movimentação da regulagem na tampa de vidro do termômetro onde há um fixador com uma haste na cor preta. A haste preta é movimentada externamente, sendo necessário o uso de uma chave de fenda pequena para deslocar o ponteiro vermelho até encostar-se ao ponteiro indicador de temperatura (branco). Posterior a esse procedimento, coloque a haste do controle externo (preta) em uma posição que não atrapalhe o deslocamento dos cursores, para ter acesso ao parafuso que faz o deslocamento da haste preta é necessário a retirada da tampa prata externa mostrado na Figura 13.

Para ter acesso aos dois ponteiros de ligação é necessário retirar a tampa superior do termômetro que é composta pelo vidro e seu suporte. O ajuste dos ponteiros é feito de forma manual, o contato 13-14 é referente ao ponteiro verde e o contato 23-24 é referente ao ponteiro amarelo.



4.3 TERMÔMETRO DE IMAGEM TÉRMICA (ITE) OPCIONAL

A imagem térmica é a técnica comumente utilizada para medir a temperatura no enrolamento do transformador. Ela é denominada imagem térmica por reproduzir indiretamente a temperatura do enrolamento.

A temperatura do enrolamento, que é a parte mais quente do transformador, nada mais é do que a temperatura do óleo acrescida da sobre-elevação da temperatura do enrolamento em relação ao óleo.

O sistema é composto de uma resistência de aquecimento em um sensor de temperatura simples ou duplo, ambos encapsulados e montados em um poço protetor imerso em uma câmara de óleo.

O conjunto é instalado na tampa do transformador, equalizando-se com a temperatura do topo do óleo, indicando assim a temperatura do ponto mais quente do enrolamento. A resistência de aquecimento é alimentada por um transformador de corrente associado ao enrolamento secundário do transformador principal.



FIGURA 15:
Termômetro de
imagem térmica

4.4 DISPOSITIVO DE ALÍVIO DE PRESSÃO OPCIONAL

O dispositivo de alívio de pressão é instalado em transformadores imersos em líquido isolante com a finalidade de protegê-los contra possível deformação ou ruptura do tanque, em casos de defeito interno com aparecimento de pressão elevada.



FIGURA 16: Vista superior do DAP (Dispositivo de Alívio de Pressão)

A válvula é extremamente sensível e rápida, fecha-se automaticamente após a operação, impedindo assim a entrada de qualquer agente externo no interior do transformador.

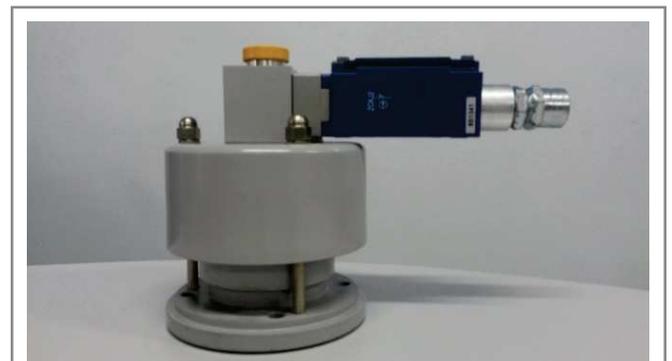


FIGURA 17: Vista lateral do DAP
(Dispositivo de Alívio de Pressão)

A Figura 18 exemplifica o esquema elétrico dos contatos de sinalização de atuação da válvula, além da sinalização elétrica o sistema possui um pino colorido na tampa o qual indica a atuação da válvula. Este é mantido em posição de válvula aberta mesmo após o fechamento da mesma, sendo necessário o rearmamento manual do pino.

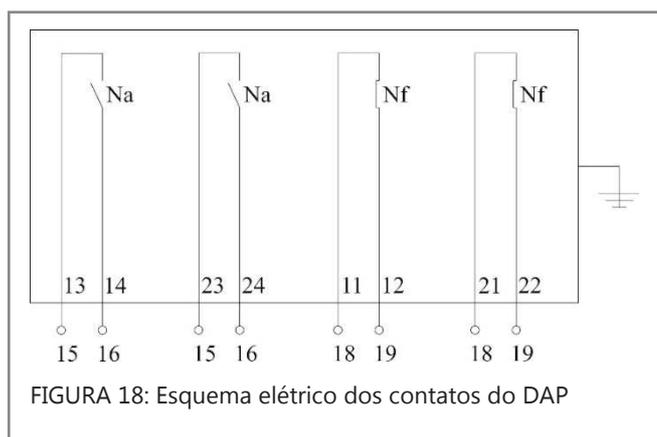
Os contatos elétricos têm capacidade de:

- 4 A – 240 Vac.
- 0,5 A – 125 Vcc.

A pressão de operação do dispositivo é de:

0,3 a 1,0 kgf/cm²

Calibração de fábrica: 0,7 kgf/cm² ± 10%.



4.5 CONSERVADOR COM BOLSA DE BORRACHA

OPCIONAL

O conservador de óleo é um acessório que tem por finalidade compensar as variações de volume de óleo decorrentes das oscilações de temperatura e da pressão.

O mesmo tem a forma cilíndrica, com o seu eixo disposto na horizontal e é instalado a uma altura suficiente que possa assegurar o nível mínimo de óleo necessário para as partes que devem ficar imersas.

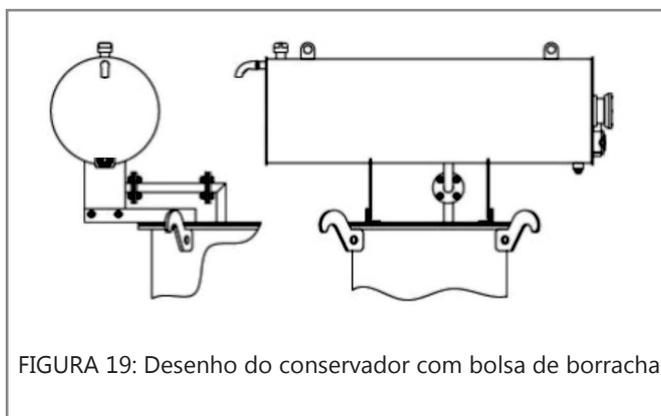
Sua construção é em chapa de aço e possui resistência mecânica para vácuo pleno.

É fixado através de suporte em perfis de aço estrutural. Possui tubos curvados para as conexões das tubulações do secador de ar e

do relé de gás, para as conexões do indicador de nível de óleo e válvulas para enchimento e drenagem de óleo.

A bolsa de borracha utilizada nos conservadores de óleo tem a finalidade de evitar o contato do líquido isolante com a atmosfera, mantendo assim a umidade e oxidação. Junto com conservador, é utilizado o desumidificador de ar com sílica gel.

O agente secador mantém o ar seco no interior na bolsa, permitindo que a mesma se encha e esvazie com as variações de volume do líquido isolante.



4.6 DESUMIDIFICADOR DE AR DE SÍLICA GEL

OPCIONAL

Com o objetivo de que sejam mantidos elevados índices dielétricos do óleo dos transformadores, estes são equipados com secadores de ar que, devidos à capacidade de absorção de umidade, secam o ar aspirado que flui ao transformador.

O secador de ar é composto de um recipiente metálico, no qual está contido o agente secador (sílica-gel), e uma câmara para óleo, colocada



FIGURA 20: Desumidificador de ar

diante do recipiente (que contém o agente) isolando-o da atmosfera, de forma que o ar externo só entrará em contato com a sílica-gel no instante que o mesmo é inspirado pelo transformador.

Durante o funcionamento normal do transformador, o óleo aquece e dilata, expulsando o ar do tanque através do secador.

Havendo a diminuição da carga do transformador ou da temperatura ambiente, também haverá abaixamento da temperatura do óleo, acompanhada da respectiva redução do volume. Forma-se, então, uma depressão de ar no conservador e o ar ambiente é aspirado através da câmara e do agente secador, o qual absorve a umidade contida no ar, que entrará em contato com o óleo.

O agente secador, denominado sílica-gel, é vítreo e duro, quimicamente quase neutro e altamente higroscópico. É um silício, impregnado com cloreto de cobalto, tendo, quando em estado ativo, a cor azul escuro, de aspecto cristalino. É capaz de absorver água até 40% de seu próprio peso. Devido à absorção de água, torna-se rosa claro (totalmente saturada), devendo, então, ser substituído. Podemos seguir a seguinte tabela:

| COR | ESTADO |
|-------------|-----------------------|
| Azul escuro | Seca |
| Azul claro | Parcialmente saturada |
| Rosa claro | Totalmente saturada |

TABELA 4: Cor e estado da sílica-gel

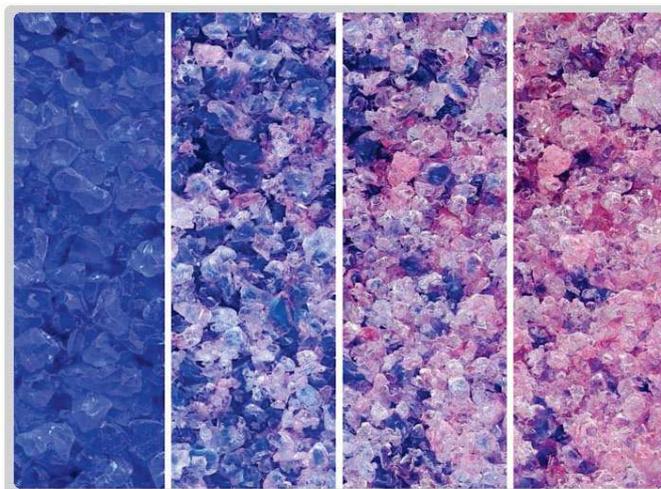


FIGURA 21: Variação da cor da sílica-gel conforme umidade absorvida

Tem a vida muito prolongada através de um processo de secagem que pode ser aplicado, podendo ser regenerada e reutilizada.

O processo de secagem pode ser visto no item 6.3, na indicação desumidificador de ar. Por vezes, é recomendável a substituição por uma sílica-gel nova, visto que o processo de secagem possa não regenerar o produto adequadamente.

Caso o transformador não possua tanque de expansão, após a instalação do transformador, deverá ser aberto o registro na cor vermelha (Figura 22) presente na tubulação que conecta o desumidificador de ar com o transformador, o mesmo é colocado para que no momento do transporte não haja penetração de óleo no sistema e não venha ocasionar a danificação do agente secador (sílica-gel).



FIGURA 22: Registro do desumidificador de ar

4.7 RELÉ DE GÁS TIPO BUCHHOLZ

OPCIONAL

O relé de Buchholz é um acessório instalado em transformadores de potência que possuem óleo como meio dielétrico e de arrefecimento, equipados com uma reserva superior chamada de “conservador”.

O Relé Buchholz é um dispositivo de proteção própria contra falta de óleo, acumulação de gases e falhas dielétricas catastróficas dentro do equipamento. O relé tem duas formas de detecção. No caso de uma pequena sobrecarga, o gás produzido pela decomposição do óleo acumula no topo do relé e força o nível superior a cair. Um interruptor de boia no relé é utilizado para ativar um alarme. Essa opção também funciona mesmo quando o nível de óleo estiver baixo, como no caso de uma pequena fuga de óleo. No caso de um arco elétrico, a acumulação de gás é súbita e o óleo flui rapidamente para o conservador.

Este fluxo de óleo opera no interruptor conectado a uma segunda boia localizada no caminho do óleo em movimento. Essa opção é utilizada para ativar um disparo ao disjuntor de proteção da unidade antes que a falha provoque mais danos.



FIGURA 23: Vista frontal relé de gás



FIGURA 24: Vista lateral relé de gás

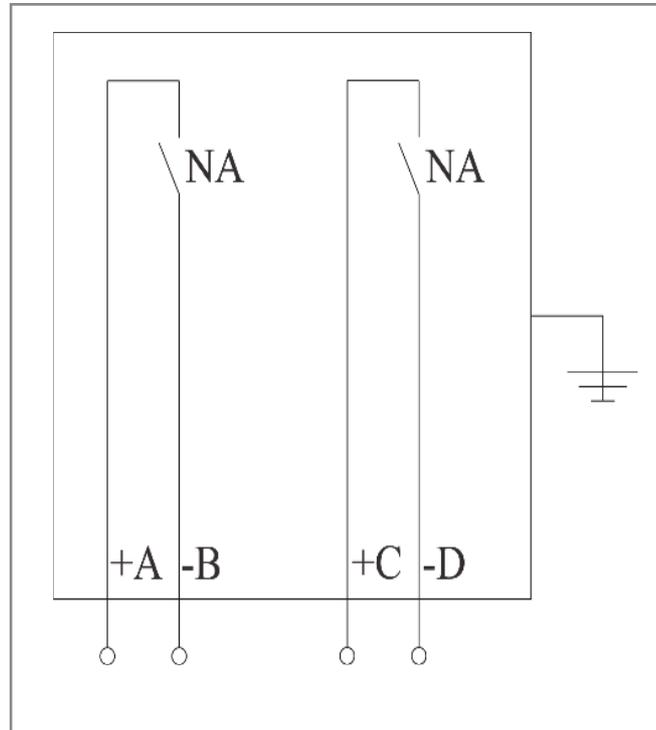


FIGURA 25: Diagrama dos contatos do relé de gás

Características técnicas:

- +A-B – Desligamento;
- +C-D – Alarme;
- Corpo: Alumínio fundido;
- Visores: Dois visores com escala de volume de gás de 100 a 200 cm³;
- Boia: Nitrophenolic;
- Pintura: Cinza claro Munsell N6.5;
- Contatos: Tipo reed magnético;
- Resistente à abalos sísmicos;
- Capacidade dos contatos:
- Condução: 6 A;
- Interrupção: 3 A;
- Potência: 100W-Máx;
- Contatos:
 - 01 NA – Alarme;
 - 01 NA – Desligamento;
- Atuação dos contatos:
- Alarme: 120 cm³ ± 30;
- Desligamento: 1,0 m/s ± 0,15;
- Vedações: Borracha nitrílica;
- Isolação: Tensão aplicada contra o terra de 2,0 kV, 60 Hz, durante 1 min;
- Grau de proteção IP 65;
- Estanque a uma pressão de 0,2 MPa de líquido isolante a 85°C por 3 horas;
- Massa: ± 3,2 kg;

Caso ocorra danos ou a necessidade de realizar algum tipo de manutenção no equipamento, deverá ser fechado o registro tipo gaveta. O registro está localizado ao lado do próprio relé. Esse procedimento é importante para que o transformador continue vedado durante a operação da manutenção ou troca do equipamento.

Deve-se verificar se os registros de manutenção do relé de gás estão liberados durante o uso normal do transformador, para que o mesmo funcione corretamente.

4.8 RELÉ DE PRESSÃO SÚBITA

OPCIONAL

O relé de pressão súbita tem por finalidade proteger os transformadores quanto a mudanças rápidas da pressão interna, que são normalmente causadas por defeitos no transformador. Para gradientes de pressão superiores a 0,2 atm/s a válvula opera instantaneamente. Por outro lado, o relé não opera devido a mudanças lentas de pressão provenientes da operação normal do transformador ou perturbações do sistema (curto-circuito, sobretensão ou raios) a menos que tais perturbações produzam danos no transformador.

O relé é construído com um elemento sensível à pressão, com microrruptor, desse modo, quando a pressão no interior do transformador muda lentamente durante o funcionamento normal, o orifício equalizador é suficiente para igualar a pressão do interior da caixa do relé com a pressão do interior do transformador. Desta maneira o fole não se deforma e o relé não aciona, permitindo a operação normal do transformador. Entretanto, se houver aumentos rápidos de pressão no interior do transformador, o orifício equalizador faz com que persista por um certo período de tempo, na caixa do relé, uma pressão mais baixa do que a do transformador. Isto ocasiona no alongamento de fole e conseqüentemente o acionamento do microrruptor.

É importante verificar que não penetre líquido isolante no orifício equalizador de pressão ou no interior do relé.



FIGURA 26:
Relé de pressão súbita

4.9 COMUTADOR

É um dispositivo mecânico que permite variar o número de espiras dos enrolamentos de alta tensão. Sua finalidade é corrigir o desnível de tensão existente nas redes de distribuição, devido à queda de tensão ocorrida ao longo das mesmas.



Os transformadores, por padrão, são despachados de fábrica com o comutador de derivações na posição 1-A.

Os comutadores só podem ser operados com o equipamento desenergizado.



FIGURA 27: Comutador

4.10 BUCHAS

As buchas têm por finalidade a isolação elétrica dos terminais com o corpo do transformador. São utilizadas buchas do tipo não-capacitivo, sendo que a sua isolação é constituída de porcelana.

Junto as buchas de BT e AT são colocados terminais com capacidade de corrente compatível ao sistema.

Modelo das buchas de AT e BT, conforme ilustrados nas figuras 7 e 8.

4.11 REGISTROS DE ÓLEO

Os registros de óleo estão localizados na tampa e na parte inferior do transformador, sendo que têm por função permitir a colocação e retirada de óleo no transformador logo após o mesmo estar vedado. É importante manter os mesmos fechados para que não haja vazamento do óleo e possíveis danos ao transformador.



FIGURA 28:
Registro inferior do óleo



FIGURA 29:
Registro superior do óleo

4.12 CAIXA DE TERMINAIS

OPCIONAL

O quadro de ligações é composto por conectores para as ligações dos contatos dos dispositivos de proteção, as identificações das conexões são dadas pela placa de identificação própria da caixa de terminais, onde consta o nome dos dispositivos, seus tipos de contato e a numeração dos mesmos.

A caixa de terminais varia suas dimensões e pontos de ligações conforme os acessórios inclusos no transformador, como pode ser observado na imagem abaixo, onde demonstra uma caixa de terminais para conectar ITO (Indicador de temperatura do óleo) e o DAP (dispositivo de alívio de pressão).

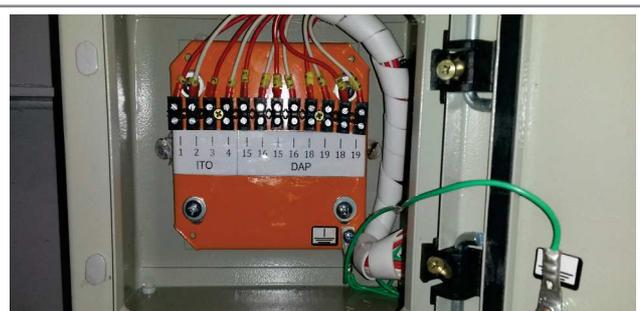


FIGURA 30: Exemplo de uma caixa de terminais

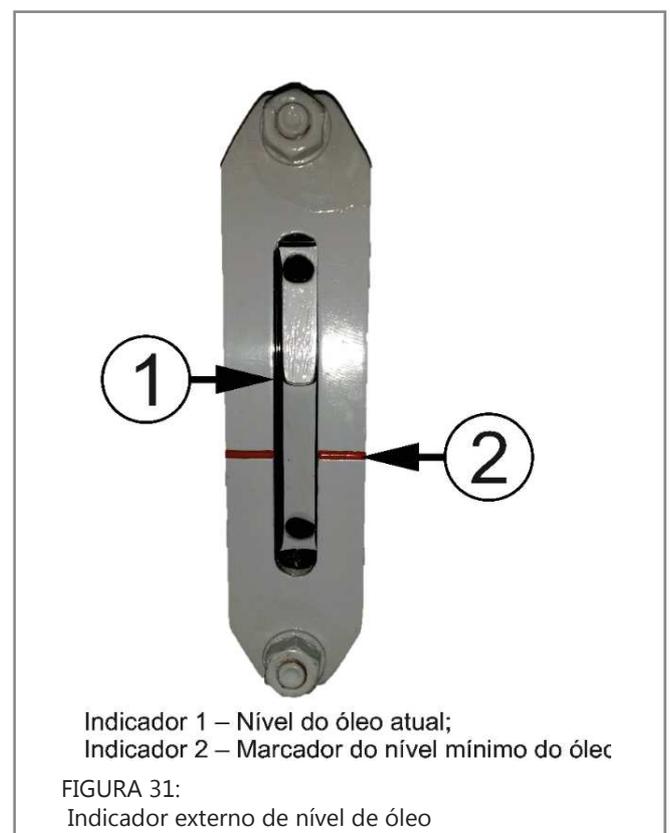
4.13 INDICADOR EXTERNO DE NÍVEL DO ÓLEO

OPCIONAL

O indicador externo de nível do óleo tem por finalidade a verificação do nível de óleo existente no transformador.

Podem ser utilizados dois tipos de indicadores, o indicador de visor e o indicador de boia.

No indicador de visor externo é possível identificar a altura do nível em relação à marcação em vermelho do nível mínimo.



No indicador de nível por boia, o mesmo consiste em um visor com ponteiro indicador do nível, determinando o nível mínimo e máximo em suas extremidades, podemos identificar o nível pela localização do ponteiro no visor. O mesmo ainda possui contatos para indicação de nível máximo e nível mínimo. Os contatos são identificados conforme a Figura 34.

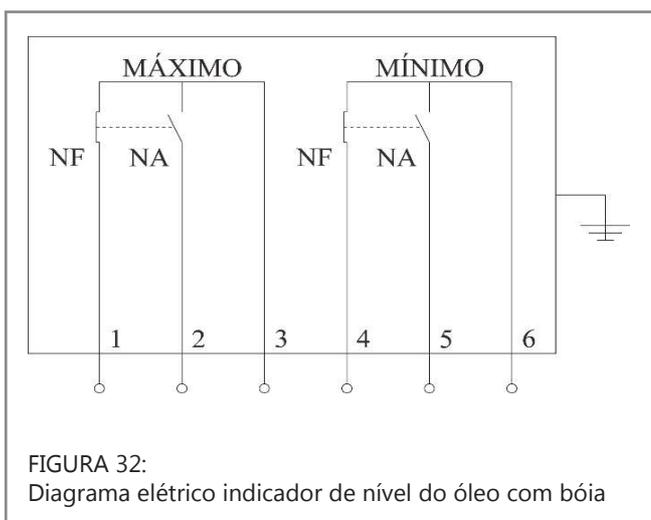


FIGURA 32:
Diagrama elétrico indicador de nível do óleo com bóia

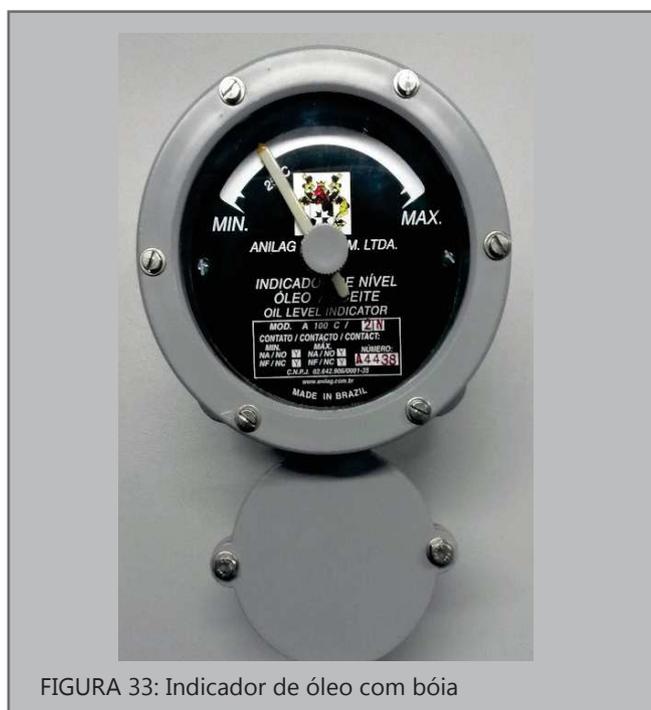


FIGURA 33: Indicador de óleo com bóia



FIGURA 34: Contatos do indicador de óleo com bóia

5 ENERGIZAÇÃO

A energização é o passo final para a colocação do transformador em funcionamento.

Antes de sua energização, são recomendados os seguintes passos:

- Inspeccionar todos os dispositivos de proteção e sinalização do transformador.
- Ajustar e travar a posição do comutador manual conforme recomendado pela operação do sistema.
- Todo período de instalação, ensaios e energização, deve ser acompanhado por pessoal especializado.

6 MANUTENÇÃO

6.1 PERIÓDICA

Os registros operacionais devem ser obtidos através das leituras dos instrumentos indicadores, das ocorrências extraordinárias relacionadas com o transformador, bem como todo evento relacionado, ou não, com a operação do sistema elétrico, que possa afetar o desempenho e/ou características intrínsecas do equipamento.

É recomendável a leitura diária dos indicadores de temperatura (anotar temperatura ambiente) do indicador de nível de óleo, carga e tensão do transformador.

Verificar que a corrente, nas horas de carga máxima, não exceda seu valor nominal, para evitar que o transformador ultrapasse a elevação da temperatura especificada pelas normas.

6.2 ÓLEO ISOLANTE

Verificação do nível do líquido isolante e análise do mesmo.



A retirada de amostra deverá ser executada somente em dias de pouco vento e baixa umidade.

Na parte inferior do tanque existe uma válvula globo, onde poderá ser retirada uma amostra do óleo isolante. Nos transformadores sem esta válvula a amostra poderá ser retirada pela tampa de inspeção com o auxílio de um amostrador tipo beiler.

Características do óleo isolante:

Para início de controle (óleos novos em equipamentos novos):

- Rigidez Dielétrica (NBR-6869): ≥ 30 kV;
- Aparência: claro e isento de materiais em suspensão;
- Teor de água (NBR 5755): ≤ 25 ppm.

Em uso (para continuar em operação):

- Rigidez Dielétrica (NBR-6869): ≥ 25 kV;
- Aparência: claro, isento de materiais em suspensão;
- Teor de água (NBR 5755): ≤ 40 ppm.

6.3 INSPEÇÕES VISUAIS

Devem ser feitas inspeções visuais periódicas, seguindo um roteiro previamente estabelecido, que deve abranger todos os pontos a serem observados. Lembrando que alguns itens são de caráter opcional, é necessário realizar apenas as inspeções nos itens presentes no equipamento adquirido.

Devem ser feitas as seguintes verificações:

Buchas:

- Vazamentos;
- Nível do óleo isolante;
- Trincas ou partes quebradas, inclusive no visor do óleo;
- Fixação;
- Conectores, cabos e barramentos;
- Limpeza das porcelanas;

Tanque e radiadores:

- Vibração do tanque e das aletas dos radiadores;
- Estado da pintura: anotar os eventuais pontos de oxidação;
- Todas as conexões de aterramento (tanque, neutro, etc.);
- Bases (nivelamento, trincas, etc.);

Conservador:

- Vazamentos;
- Registro entre o conservador e o tanque, se estão totalmente abertos;
- Fixação do conservador;
- Nível do óleo isolante;

Termômetros de óleo e/ou enrolamento:

- Funcionamento dos indicadores de temperatura;
- Valores de temperatura encontrados (anotar);
- Estado dos tubos capilares dos termômetros;
- Pintura e oxidação;
- Calibração e avaliação;

Sistema de ventilação:

- Ventiladores, quanto a aquecimento, vibração, ruído, vedação a intempéries, fixação, pintura e oxidação;
- Acionamento manual;
- Circuitos de alimentação;
- Pás e grades de proteção;

Desumificador de ar:

- Estado de conservação;
- Estado das juntas e vedação;
- Condições da sílica-gel;



A sílica-gel saturada (coloração rosa) pode ser recuperada aquecendo-a em estufa de 80°C a 100°C, utilizando-se recipiente aberto até que sua coloração volte a azul escuro. Logo após a regeneração, a sílica-gel deve ser imediatamente conservada num recipiente seco, hermeticamente fechado. Sílica-gel contaminada com óleo deve ser substituída.

Dispositivo de alívio de pressão:

- Estado de conservação;
- Vazamento de óleo;
- Estado das juntas de vedação;

Relé de Gás:

- Presença de gás no visor;
- Limpeza do visor;
- Vazamento de óleo;
- Juntas;
- Fiação;
- Atuação (alarme e desligamento);

Relé de pressão súbita:

- Vazamento;
- Juntas;
- Fiação;
- Contatores tipo plugue;

Comutadores de derivações:

- Estado geral e condições de funcionamento;

Caixa de terminais da fiação de controle e proteção:

- Limpeza, estado da fiação, blocos terminais;
- Juntas de vedação, trincos e maçanetas;

- Fixação, corrosão e orifícios para aeração;
- Contatores, fusíveis, relés e chaves;
- Isolação da fiação;
- Aterramento do secundário dos TC, régua de bornes, identificação da fiação e componentes;

Ligações externas:

- Aterramento;
- Circuitos de alimentação externos;

6.4 UTILIZAÇÃO DAS INFORMAÇÕES

Ocorrências que exigem desligamento imediato (pois colocam o equipamento e as instalações em risco iminente):

- Ruído interno anormal;
- Vazamento significativo do óleo;
- Aquecimento excessivo dos conectores, observando os critérios estabelecidos para termovisão;
- Sobreaquecimento do óleo ou dos enrolamentos detectados através do termômetro ou de imagens térmicas;

Ocorrências que exigem desligamento programado (que não ofereçam risco imediato):

- Vazamento de óleo que não oferece risco imediato de abaixamento perigoso do nível;
- Desnívelamento da base;
- Anormalidades constatadas nos ensaios de óleo, obedecendo aos limites fixados na NBR-10756;
- Defeitos nos acessórios de proteção e sinalização;



Estes desligamentos devem ser feitos de maneira mais breve possível, dentro das condições de operação do sistema.

6.5 ENSAIOS E VERIFICAÇÕES

Semestralmente:

Devem ser feitas no mínimo as inspeções e verificações mencionadas no 6.3, desde que não exija o desligamento do transformador.

Anualmente:

Deve ser feita uma análise do óleo isolante, através de retirada de amostras, efetuando-se os ensaios físico-químicos.

É recomendável ainda que a cada ano seja feita, pelo menos, uma análise de gases dissolvidos no óleo isolante (cromatografia), conforme NBR-7274.



Pode ser conveniente alterar o período desta inspeção, em função do local de instalação do transformador.

A cada três anos:

Devem ser realizados os seguintes ensaios e inspeções, conforme o item 6.3, com desligamento do transformador.

- Fator de potência do transformador;
- Isolamento com corrente contínua do transformador;
- Relação de transformação;



Após a mudança de uma derivação do comutador sem tensão.

Em função do desempenho do equipamento, a periodicidade para inspeção e ensaios pode ser alterada.

Devem ser feitos tratamento e pintura nos pontos necessários do transformador.



www.sigmatransformadores.com.br
SIGMA EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS LTDA
AV. DAS INDÚSTRIAS, 45 ÁREA INDUSTRIAL II
LAGOA VERMELHA – RS
CNPJ: 93734911/0001-23
INSCR. EST.: 071/0036353 CEP 95.300-000
FONE / FAX: (54) 3358-2085 / 3358-2454 / 3358-2583