

TRAFOS STEEL INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE  
TRANSFORMADORES

20 ANOS

# MANUAL TRANSFORMADORES A SECO DE BAIXA TENSÃO



TRAFOS STEEL IND. E COM. DE TRANSFORMADORES LTDA  
R: DOM LUCAS OBES – 1148, SÃO PAULO – IPIRANGA – SP  
CEP: 04212-020 - CNPJ: 09.104.452/0001-98

# TRAFO STEEL INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE TRANSFORMADORES

20 ANOS

## ÍNDICE

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1.     | INTRODUÇÃO .....  | 3  |
| 2.     | INSTRUÇÕES .....  | 4  |
| 2.1.   | Instruções Gerais .....   | 4  |
| 2.2.   | Fornecimento.....   | 4  |
| 2.2.1. | Recebimento .....   | 5  |
| 2.2.2. | Descarregamento e manuseio .....  | 5  |
| 2.2.3. | Inspeção de recebimento .....   | 6  |
| 2.3.   | Armazenagem .....   | 6  |
| 3.     | INSTALAÇÃO .....  | 7  |
| 3.1.   | Considerações Gerais.....   | 7  |
| 3.2.   | Condições Especiais.....  | 9  |
| 3.3.   | Requisitos para Instalação .....  | 9  |
| 3.4.   | Altitudes de Operação .....   | 12 |
| 3.5.   | Distâncias Necessárias para Operação .....                                | 12 |
| 3.6.   | Ligações.....   | 14 |
| 3.7.   | Proteção e Equipamento de Manobra .....                                   | 15 |
| 3.8.   | Monitor de Temperatura .....  | 15 |
| 4.     | ENERGIZAÇÃO .....   | 16 |
| 4.1.   | Energização de Transformador para Retificador após Falha do Sistema ..... | 17 |
| 5.     | MANUTENÇÃO.....   | 18 |
| 5.1.   | Inspeções Periódicas.....   | 18 |
| 5.1.1. | Registros operacionais .....  | 19 |
| 5.1.2. | Inspeção termográfica .....   | 20 |
| 5.1.3. | Inspeções visuais .....   | 21 |
|        | ANEXO A – RELE CONTROLADOR TEMPERATURA EP3.....                           | 22 |

# TRAFO STEEL INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE TRANSFORMADORES

20 ANOS

## 1. INTRODUÇÃO

A armazenagem, o transporte, instalação e manutenção dos transformadores a seco, estão disponibilizados neste manual.

Os transformadores TRAFOS STEEL são projetados, ensaiados, baseados nas Normas aplicáveis:

- NBR 10295: Transformadores de Potência Secos.
- NBR 5416: Aplicação de Cargas em Transformadores de Potência.
- NBR 13297: Recebimento, instalação e manutenção de transformadores de potência secos
- NBR: 5356 : Ensaios de transformadores de potência.



Figura 1

# TRAFO STEEL INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE TRANSFORMADORES

20 ANOS

## 2. INSTRUÇÕES BÁSICAS

### 2.1. Instruções Gerais

Todas as pessoas que forem trabalhar com eletricidade necessitam de um treinamento especial, pois somente pessoal autorizado pode realizar trabalhos desse tipo. Os trabalhadores são instruídos sobre práticas de segurança, bloqueios das fontes de energia, equipamentos de teste, ferramentas e EPI.

É importante saber que ao trabalhar com eletricidade, o trabalhador está exposto a riscos. Esses riscos podem provocar acidentes como, choque elétrico, explosão elétrica e queimaduras por eletricidade, que podem gerar graves lesões ou levar a morte.

Portanto, existem práticas seguras que devem ser seguidas para que não aconteçam acidentes.

### 2.2. Fornecimento

Os equipamentos são 100% testados, e quando liberado para o transporte o transformador será fornecido convenientemente preparado para transporte e armazenagem; Se aplicável, peças avulsas e de pequenas dimensões deverão ser embaladas separadamente, em recipientes adequados e devidamente identificados, de maneira a se evitar extravio e avarias às mesmas; Caso tenha ocorrido alguma avaria, notificar imediatamente o representante ENERGY / TRAFO STEEL, para que não haja problemas com a empresa seguradora.

#### 2.2.1. Local de recebimento

O transformador deverá ser descarregado no ponto de instalação, caso o local ainda não esteja definido, deverá verificar as condições de alocação, sendo isento de poeiras, umidade, e ainda o nível do piso.

# TRAFO STEEL INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE TRANSFORMADORES

20 ANOS

## 2.2.2. Descarregamento e manuseio

Todos os serviços de descarregamento e locomoção do transformador devem ser executados e supervisionados por pessoal especializado e atendendo os cuidados que uma carga de peso significativo requer, obedecendo-se as normas de segurança e utilizando-se os pontos de apoio apropriados.

O levantamento ou tração deve ser feito pelos pontos indicados nos desenhos, não devendo utilizar-se outros pontos que, se usados, podem acarretar graves danos ao transformador. Em caso de deslocamento por arraste, o mesmo deverá ser feito sobre as rodas, fornecidas com o transformador, ou base de arraste. A movimentação do transformador com empilhadeira não é recomendada, caso necessário deverá ser feito com os devidos cuidados com relação ao seu posicionamento.

Para direcionar o transformador, fazer esforços somente sobre as vigas de prensagem do núcleo ou da base.

**Importante: Transformadores providos de cubículos (caixas de proteção) devem ser suspensos por eventuais olhais neles existentes. NÃO Remover a tampa do cubículo e içar o transformador sempre pelos olhais que sempre estão presos as vigas superiores do transformador .**

Todos os cuidados devem ser tomados para que não existam esforços em locais inadequados, como nos barramentos e nas bobinas, o que pode causar dano irreversível e comprometer o funcionamento do transformador.

## 2.2.3. Inspeção de recebimento

Uma prévia da inspeção, deverá acontecer na entrega do transformador, afim de identificar possíveis problemas nos componentes, e até mesmo no próprio equipamento, tais como: pintura danificada, deslocamento de bobinas, barramentos danificados, isoladores, etc.

# TRAFO STEEL INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE TRANSFORMADORES

20 ANOS

## 2.3. Armazenagem

A **armazenagem** é constituída por um conjunto de funções de recepção, descarga, carregamento, arrumação e conservação. Uma vez que este processo envolve mercadorias, este apenas produz resultados quando é realizada uma operação, nas existências em trânsito, com o objetivo de lhes acrescentar valor. Pode-se definir a missão da **armazenagem** como o compromisso entre os custos e a melhor solução para as empresas. Na prática isto só é possível, se tiver em conta todos os fatores que influenciam os custos de **armazenagem**, bem como a importância relativa dos mesmos. Os equipamentos elétricos, neste caso os Transformadores deverão ser armazenados em locais de pouco acesso e movimentação de cargas. Justamente para não ocorrer colisões ao equipamento, danificando-o. Deverá estar embalado corretamente, evitando umidade, poeiras, materiais corrosivos, etc. E outros materiais que possam afetar a Qualidade e o bom funcionamento de seu equipamento.

# TRAFO STEEL INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE TRANSFORMADORES

20 ANOS

## 3. INSTALAÇÃO DE TRANSFORMADORES A SECO

### 3.1. Considerações Gerais

Os transformadores a seco ENERGYA / TRAFO STEEL, atendem as normas de fabricação e os de funcionamento deverão ser atendidas também pelo cliente. Justamente para operar da melhor forma possível, com melhor rendimento. As temperaturas para o correto funcionamento são: ambiente máxima de 40°C e altitude máxima de 1000m. A instalação do transformador deverá ser em local, que possa fornecer uma ventilação adequada para que o mesmo trabalhe com sua potência nominal.

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

- Inspeção visual quanto ao correto nivelamento da base e a fim de certificar que não ocorreram danos durante o manuseio;
- Fixação correta do transformador à base definitiva;
- Confirmação de que os dados de placa estão compatíveis com a especificação técnica do equipamento;
- Avaliação das conexões de aterramento do transformador.
- Reaperto de todas as conexões (ver figura 2):
  1. Afrouxar as porcas internas dos tirantes horizontais superiores;
  2. Reapertar as porcas dos tirantes verticais na armadura superior;
  3. Reapertar as porcas externas e internas dos tirantes horizontais superiores;
- 4. Afrouxar as porcas internas dos tirantes horizontais inferiores;
- 5. Reapertar as porcas externas e internas dos tirantes horizontais inferiores;
- 6. Reapertar as demais conexões mecânicas (cubículo, rodas, aterramento, etc.);
- 7. Reapertar todas as conexões elétricas.

# TRAFO STEEL INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE TRANSFORMADORES

20 ANOS

## 3.2. Condições Especiais

Constituem condições especiais de: funcionamento, transporte ou instalação, as que podem exigir construção especial, revisão de valores nominais, cuidados especiais no transporte, instalação ou funcionamento do transformador.

Exemplos destas condições especiais são:

- Instalação em altitudes superiores a 1000m.s.n.m e temperaturas superiores a 40°C;
- Exposição à umidade excessiva, atmosfera salina, gases ou fumaça prejudiciais ao equipamento;
- Exposição a pó prejudicial como o pó de minério de ferro, enxofre, etc.;
- Exposição a materiais explosivos na forma de gases ou pó;
- Exigência de isolamento diferente do especificado para o equipamento;
- Limitação do espaço de instalação;
- Transporte, instalação e armazenagem em condições precárias;
- Risco de vibrações anormais, abalos sísmicos e choques ocasionais.

Estes fatores devem sempre ser verificados a fim de obtermos um melhor funcionamento do mesmo e como fator de prevenção para acidentes ou danos ao equipamento. A eventual exposição a estes fatores causará perda de rendimento do transformador, como classe de temperatura do material, rigidez dielétrica dos isolantes, entre outras.



# TRAFO STEEL INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE TRANSFORMADORES

20 ANOS

## 3.3. Requisitos Básicos para Instalação

Os transformadores a seco deverão ser instalados sobre superfície adequadamente nivelada e resistente para suportar seu peso. Quando o Transformadores forem dotados de rodas, confirmar que o equipamento esteja apoiado por igual nos pontos de base, a fim de garantir sua estabilidade e evitar deformações.

Nas instalações dos transformadores, devem ser considerados cuidadosamente os seguintes fatores:

- **Deve haver um espaçamento mínimo de 0,5 m entre transformadores e entre estes e paredes ou muros, proporcionando facilidade de acesso para inspeção e ventilação, dependendo, entretanto, das dimensões de projeto e das tensões do transformador;**
- **O local onde será colocado o transformador deve ser bem ventilado, de maneira a ser assegurada uma ventilação natural apropriada, visto que este é um parâmetro fundamental ao correto funcionamento do transformador a seco. Neste sentido, é importante que as entradas de ar estejam localizadas na parte inferior e as saídas na parede oposta na parte superior com aberturas suficientes para circulação de aproximadamente 2,5m<sup>3</sup> de ar por minuto/kW de perda (ver cálculo exemplificado a seguir).**

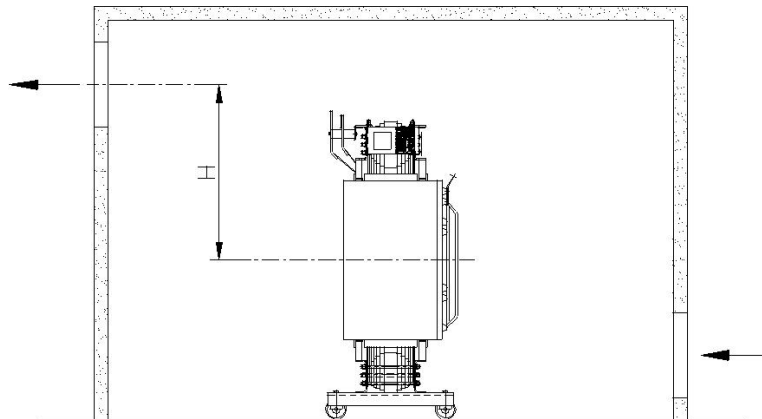

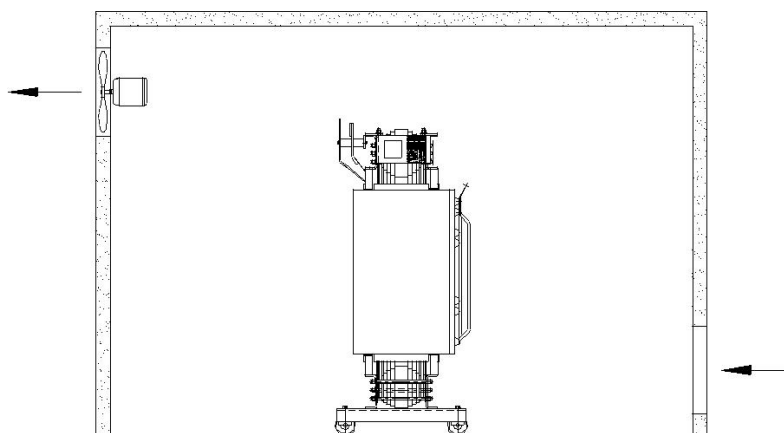


Figura 3

Como geralmente a ventilação natural não é suficiente, podem-se instalar ventiladores a fim de aumentar o fluxo de ar na sala conforme Figura 4, ou Preferencialmente, adotar a climatização da sala, onde irá operar o transformador.

 **Cuidado!**  
Caso seja adotada a climatização da sala elétrica onde se encontra o transformador, não direcionar o equipamento utilizado para climatização diretamente sobre o transformador, evitando desta forma a condensação de água sobre o mesmo. Este contato com a água pode causar a queima do transformador.



# TRAF0 STEEL INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE TRANSFORMADORES

20 ANOS

Figura 4

Para um cálculo aproximado do tamanho das aberturas ou o fluxo de ar necessário na sala podem-se utilizar as expressões abaixo, tomando como diferença de 15°C de temperatura entre o ar que entra e o ar que sai:

$$S = 0,3 \times \frac{P_t}{\sqrt{H}}$$

$$S' = 1,1 \times S$$

$$V = 5 \times P_t$$

Onde:

$P_t$  = perdas totais do transformador dissipadas a 115°C [kW]

$S$  = superfície da abertura inferior [m<sup>2</sup>]

$S'$  = superfície da abertura superior [m<sup>2</sup>]

$H$  = distância medida entre a metade da altura do transformador e a metade da saída de ar superior [m] (vide figura 3)

$V$  = volume do ar de refrigeração [m<sup>3</sup>/min]

Exemplo: Instalação de 2 transformadores de 2.000kVA

Perda total  $P_t$  típica para transformador seco de 2MVA a 115°C = 27kW

Distancia  $H$  entre a metade da altura do transformador e a metade da saída de ar superior: 1,5m

$$S = 0,3 \times \frac{27 \times 2}{\sqrt{1,5}} = 13,2m^2$$

$$S' = 1,1 \times 13,2 = 14,5m^2$$

Pela área encontrada, sabemos que será necessária a instalação de ventilação forçada na sala. A vazão mínima dos motoventiladores será:

$$V = 5 \times 27 \times 2 = 270m^3 / \text{min}$$

Este exemplo desconsidera a existência de cubículo de proteção, o que seria questionável no caso de uma sala própria para instalação do transformador.

## 3.4. Altitudes de Operação

Os transformadores são projetados e construídos conforme as normas aplicáveis, para instalações até 1.000m.s.n.m acima do nível do mar. Em altitudes superiores a 1.000m.s.n.m, o transformador terá sua capacidade reduzida ou necessitará de um sistema de refrigeração mais eficaz. Assim teremos um fator de correção, tendo em vista a redução da rigidez dielétrica do ar com a altitude, conforme tabela a seguir:

**Tabela 3 – Correções de rigidez dielétrica do ar para altitudes de 1000m.s.n.m.**

| Altitude (m) | Fator de Correção |
|--------------|-------------------|
| 1000         | 1,00              |
| 1200         | 0,98              |
| 1500         | 0,95              |
| 1800         | 0,92              |
| 2100         | 0,89              |
| 2400         | 0,86              |
| 2700         | 0,83              |
| 3000         | 0,80              |
| 3600         | 0,75              |
| 4200         | 0,70              |
| 4500         | 0,67              |

Fonte: NBR - Tabela 5

# TRAFÓ STEEL INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE TRANSFORMADORES

20 ANOS

## 3.5. Distâncias Necessárias para Operação

Os transformadores devem ser instalados e seus cabos conectados, observando-se as distâncias dielétricas necessárias previstas por norma para cada classe de tensão. Devem estar afastados de paredes, grades, eletrodutos, cabos e outros dispositivos conforme os valores especificados na tabela a seguir. Estas distâncias também são importantes a fim de obtermos a ventilação adequada:

**Tabela 4 – Espaçamentos externos mínimos para transformadores a seco**

| Classe de Tensão do Equipamento [kV](eficaz) | Tensão de Impulso Atmosférico [kV] | Espaçamento Mínimo FASE-TERRA [mm] | Espaçamento Mínimo FASE-FASE [mm] |
|--|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 0,6  | ----                               | 25                                 | 25                                |
| 1,2  | ----                               | 25                                 | 25                                |
| 7,2  | 40                                 | 45                                 | 60                                |
|  | 60                                 | 65                                 | 90                                |
| 15   | 95                                 | 130                                | 160                               |
|  | 110                                | 150                                | 200                               |
| 24,2   | 125                                | 170                                | 220                               |
|  | 150                                | 200                                | 280                               |
| 36,2   | 150                                | 200                                | 280                               |
|  | 170                                | 240                                | 320                               |
|  | 200                                | 300                                | 380                               |

## 3.6. Ligações

As ligações do transformador devem ser realizadas de acordo com o diagrama de ligações de sua placa de identificação. **É importante que se verifique se os dados da placa de identificação estão coerentes com o sistema ao qual o transformador será instalado.**

# TRAF0 STEEL INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE TRANSFORMADORES

20 ANOS

As terminações devem ser suficientemente flexíveis a fim de evitar esforços mecânicos causados pela expansão e contração que poderão quebrar os isoladores, quando existentes. Estas terminações admitem consideráveis pesos de condutores, mas devem ser evitadas longas distâncias sem suportes. Os cabos ou barras devem estar corretamente dimensionados e as conexões devidamente apertadas a fim de evitar sobreaquecimento. Transformadores a seco ENERGIA / TRAF0 STEEL possuem marcação dos terminais conforme normas aplicáveis.

O circuito de proteção térmica, quando existente, deve ser conectado conforme manual de ligação do mesmo.

A malha de terra deverá ser ligada aos terminais próprios por meio de cabo de cobre com seção adequada.

Os terminais de alta tensão do transformador a seco ENERGIA/TRAF0 STEEL é em parafusos de latão.

Os terminais de baixa tensão são em latão de liga especial e garantem as qualidades eletromecânicas desejadas para uma boa conexão (excepcionalmente esses terminais são de cobre).

A conexão de alumínio requer alguns cuidados, como segue:

- **Preparação da Superfície:** Antes de realizar qualquer ligação ou conexão, as superfícies de alumínio devem ser limpas, a fim de retirar a fina camada de óxido que se cria espontaneamente ao contato com o ar, e que é péssima condutora. A remoção desta camada de óxido pode ser feita com escova de aço, lixa fina, raspagem, etc. É importante que esta operação seja feita com rapidez, e imediatamente após a remoção, deverá ser untada com inibidor adequado.
- **Conexão Alumínio-Alumínio:** Os terminais do transformador e os barramentos a serem conectados a eles devem ser tratados de modo idêntico, recebendo uma preparação de superfície conforme citado acima.

# TRAFO STEEL INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE TRANSFORMADORES

20 ANOS

Superfície do condutor de cobre:

- Cobre nu: limpar,
  - Cobre com recobrimento de prata, estanho ou níquel: limpar ou limpar e colocar placa de cobre nu ou Cupal. Após limpeza, untar com inibidor.
- **Material empregado para a conexão:** Todas as peças, porcas, parafusos e arruelas lisas devem ser protegidos contra corrosão.
  - **Pressão de contato:** Os parafusos devem de preferência, ser apertados com uma chave com um dinamômetro ou chave limitadora de torque, para se obter uma distribuição uniforme de pressão contato. É recomendado realizar um reaperto dos parafusos após algumas semanas de uso, a fim de equalizar eventuais acomodações (ver Tabela 1 deste manual).

## 3.7. Proteção e Equipamento de Manobra

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

## 3.8. Monitor de Temperatura

Caso a alimentação do monitor de temperatura seja feita com uma das próprias fases do transformador, deve-se utilizar a fase adjacente ao monitor, ou seja, se o monitor está instalado ao lado da fase 1, a alimentação deverá ser com a fase 1 do transformador. Caso contrário, ocorrerá a queima do monitor de temperatura.

# TRAF0 STEEL INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE TRANSFORMADORES

20 ANOS

## 4. ENERGIZAÇÃO

A energização do transformador deverá ser feita após a verificação dos itens relacionados a seguir:

- Verificar se as tensões informadas na placa de identificação estão de acordo com as previstas para o local;
- Para a operação de transformadores em paralelo, verificar se a ligação está com a polaridade correta;
- Verificar se as conexões dos cabos ou barras estão corretamente ligadas e posicionadas de forma adequada;
- Verificar as ligações no painel de mudança de derivações. Devem estar firmes e na mesma posição nas três fases;
- Se o aterramento está corretamente conectado ao parafuso previsto para esta finalidade, além de verificar se o aterramento foi executado em local previsto no projeto e mostrado no desenho;
- Para transformadores com dispositivo de proteção térmica, conferir a ligação do circuito, notando se a tensão está de acordo e se os contatos de alarme e desligamento estão ligados aos respectivos circuitos;
- Verificar se não existe materiais, equipamentos ou outras impurezas sobre o transformador, entre as bobinas ou impedindo a ventilação nos canais de resfriamento. A limpeza deverá ser feita conforme item 5.2 deste manual;
- Sempre é recomendável fazer uma verificação da resistência do isolamento, fazendo medições entre os enrolamentos de alta e baixa tensão e dos enrolamentos contra a terra.

Feitas estas verificações, o transformador deve ser conectado ao sistema. A tensão deverá ser aplicada com o transformador à vazio e medida no secundário para checar a correspondente saída.

Operações em tensões acima da nominal podem causar a saturação e aumento significativo das perdas. Podendo resultar em superaquecimento e níveis de ruído acima do normalizado.

A carga deve ser aplicada progressivamente até a potência nominal.



# TRAFO STEEL INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE TRANSFORMADORES

20 ANOS

## 4.1. Energização de Transformador para Retificador após Falha do Sistema

Quando houver uma parada do sistema em função da ocorrência de um problema (ou seja, quando a parada não tiver sido gerada por um desligamento voluntário dos operadores), o transformador somente poderá ser energizado novamente após a execução dos seguintes procedimentos:

1. Desconexão dos cabos de alimentação do transformador e da carga;
2. Execução do ensaio de resistência ôhmica em todos os enrolamentos (BT e AT), entre fases e entre fase-neutro (este último quando aplicável);
3. Execução do ensaio de relação de transformação em todos os taps;
4. Execução do ensaio de resistência do isolamento de todos os enrolamentos entre si e contra a terra;
5. Se todos os ensaios anteriores apresentarem resultados satisfatórios comparativamente aos relatórios de fábrica, fazer a desmagnetização do núcleo conforme segue:
  - Com uma fonte de tensão variável adequada, aplicar uma rampa de tensão do remanente da fonte até a tensão nominal do transformador pelo lado da BT com a alta tensão em aberto e no maior tap. Manter esta tensão por 2 minutos.

Após estes procedimentos com resultados satisfatórios o transformador poderá ser reenergizado. Estas operações devem estar documentadas.

# TRAFO STEEL INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE TRANSFORMADORES

20 ANOS

## 5. MANUTENÇÃO

Sendo uma das grandes vantagens deste tipo de transformador, os transformadores a seco TRAFOS STEEL necessitam de pouca manutenção. Contudo, é necessário fazer um acompanhamento constante a fim de se evitar problemas como acúmulo de poeira e outras impurezas, (o que pode causar perda na capacidade de refrigeração e conseqüente perda de potência), deformações de sua estrutura e condições das conexões elétricas, entre outras.

Itens de manutenção recomendados pela TRAFOS STEEL:

1. Inspeção visual do local;
2. Limpeza conforme especificado a seguir no item 5.2, verificação de entradas e saídas de ar;
3. Verificar se não houve sobreaquecimento nos terminais de ligação;
4. Verificar o funcionamento do conjunto de proteção térmica;
5. Verificação da pressão nos contatos dos terminais e painel de comutação;
6. Verificar se o aterramento está corretamente conectado aos terminais previstos.

### 5.1. Inspeções Periódicas

#### 5.1.1. Registros operacionais

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 transformador. É recomendável a leitura diária dos indicadores de temperatura (anotar

# TRAF0 STEEL INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE TRANSFORMADORES

20 ANOS

temperatura ambiente), carga e tensão do transformador a seco enquanto este estiver energizado.

## 5.1.2. Inspeção termográfica

Estas inspeções devem ser realizadas periodicamente nas instalações, objetivando, principalmente, detectar aquecimento anormal nos conectores.

## 5.1.3. Inspeções visuais

Devem ser feitas inspeções visuais periódicas, seguindo-se um roteiro previamente estabelecido, que deve abranger todos os pontos a serem observados.

Alguns defeitos normalmente ocorridos podem ser relacionados com sua sugerida solução.

**Tabela 5 – Causas de defeitos e correções**

| ITEM | ANORMALIDADES  | CAUSA PROVÁVEL   | CORREÇÃO  |
|------|--|--|---|
| 1    | Sobreaquecimento nos terminais AT, BT e pontos de conexão e painel de comutação. | Mau contato.   | Limpeza de áreas de contatos.<br>Reapertar porcas e parafusos.  |
| 2    | Sobreaquecimento do transformador  | Sobrecarga acima do previsto.                                    | Diminuir carga.<br>Aumentar a refrigeração.   |
|      |  | Circulação de ar de refrigeração insuficiente.                   | Limpar canais de ar de refrigeração do transformador.<br>Verificar dutos e aberturas para circulação de ar de refrigeração quanto ao dimensionamento e às obstruções. |
|      |  | Temperatura do ar de refrigeração acima da temperatura prevista. | Diminuir carga.<br>Aumentar a circulação de ar da refrigeração.   |
| 3    | Atuação do relé de proteção (alarme e/ou   | Sobreaquecimento do Transformador.                               | Conforme item 2.  |

# TRAFO STEEL INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE TRANSFORMADORES

20 ANOS

|   |                             |  |   |
|---|-----------------------------|--|---|
|   |                             | Falta de tensão de alimentação do relé.  | Verificar tensão de alimentação no relé.<br>Verificar funcionamento correto do relé e fiação.   |
| 4 | Descarga entre terminais AT | Redução da resistividade superficial do material isolante por existência de corpos estranhos.  | Limpeza geral, com remoção dos corpos estranhos depositados na superfície.  |
|   | Descarga entre AT e massa   |  |   |
| 5 | Descarga entre AT/BT        | Destruição do material isolante devido à sobretensões, sobreaquecimento ou esforços mecânicos acima do previsto.                                       | Substituição ou reparo da peça danificada.  |
|   | Descarga entre BT/massa     |  |   |
| 5 | Ruído excessivo             | Tensão mais elevada que a prevista.<br><br>Assentamento não uniforme da base do transformador.<br>Ressonância com superfícies ao redor do equipamento. | Verificar a tensão correta e ajustar ao tap mais adequado.<br><br>Verificar a existência de superfícies metálicas (painéis, armários, dutos, portas, etc.) soltas com possibilidade de vibrações. |
|   |                             | Ressonâncias transmitidas pelas ligações.  | Instalação de elementos flexíveis entre os terminais do transformador e os condutores da instalação.  |

# TRAFÓ STEEL INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE TRANSFORMADORES

20 ANOS

Tabela 6 – Procedimentos de limpeza para transformadores secos

| Tipo de sujeira encontrada  | Procedimento utilizado |
|-----------------------------|------------------------|
| Pó seco em geral            | 1 e 4                  |
| Pó úmido                    | 3 e 4                  |
| Maresia (salinidade)        | 1 e 4                  |
| Pó metálico (pó industrial) | 1 e 4                  |
| Óleos em geral              | 2, 3 e 4               |
| Grafite ou similares        | 1 e 4                  |

1. Com auxílio de um aspirador de pó ou um espanador e pano seco, remover a poeira depositada no transformador. Em seguida, use ar comprimido para remover os resíduos de poeira e fazer a limpeza dos canais de ventilação das bobinas e entre a bobina e o núcleo. A injeção do ar nos canais de ventilação deve ser feita de baixo para cima. A pressão do ar deve estar limitada a aproximadamente 5atm. Para finalizar, use um pano seco e limpo para remover resíduos que ainda permanecem nas bobinas, principalmente em volta dos terminais e nos isoladores.
2. Com auxílio de um pano umedecido com benzina, remova as impurezas do núcleo, ferragens e bobinas. Repita com um pano seco e limpo. Observe se os canais foram obstruídos. Se as impurezas nos canais estiverem secas, adote o procedimento (1) nesta limpeza. Caso contrário, identifique a sujeira existente e faça contato com a fábrica para verificar o melhor procedimento. A utilização de benzina ou outro produto requer cuidados especiais em seu manuseio.
3. Com o auxílio de um pano umedecido em água, com pequena concentração de amoníaco ou álcool, remova impurezas do transformador. A limpeza pode ser complementada utilizando um dos procedimentos anteriores dependendo do tipo de sujeira a ser removida.
4. A finalização deverá sempre ser feita com um pano limpo e seco, devendo-se limpar toda a superfície, principalmente na região dos terminais de ligação.

# TRAFÓ STEEL INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE TRANSFORMADORES

## ANEXO A – RELE CONTROLADOR TEMPERATURA EP3

### EXEMPLO DE APLICAÇÃO



### DADOS TÉCNICOS

| Relé de Proteção Térmica            |                                    |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| Tensão de Operação                  | 48 a 275 Vcc/Vac 50/60 Hz ou 24Vcc |
| Temperatura de Operação             | -10 a + 70°C                       |
| Consumo                             | < 15 W                             |
| Entrada de Medição de Temperatura   | Até 3 - Pt100 Ohm a 0°C a 3 fios   |
| Faixa de Medição                    | 0 a 200°C                          |
| Erro Máximo das Entradas de Medição | 0,5% do fim da escala              |
| Contatos de Saídas                  | 3 - Livres de Potencial            |
| Potência Máxima de Chaveamento      | 70 W / 250 VA                      |
| Tensão Máxima de Chaveamento        | 250 Vac/Vac                        |
| Corrente Máxima de Condução         | 10 A                               |
| Caixa                               | 98 x 98 x 98 mm                    |
| Fixação                             | Montagem Embutida em Painel        |

### ENSAIOS DE TIPO ATENDIDOS

- Tensão Aplicada (IEC 60255-5): 2kV / 60Hz / 1 min. (contra terra);
- Impulso de Tensão (IEC 60255-5): 1,2/50 µseg. / 5kV / 3 neg. e 3 pos. / 5 seg. Intervalo;
- Descargas Eletrostáticas (IEC 60255-22-2): Modo ar = 8kV / Modo contato = 6 kV;
- Imunidade a perturbação eletromagnética irradiada (IEC61000-4-3): 80 a 1000 MHz / 10V/m;
- Imunidade a transitórios Elétricos Rápidos (IEC60255-22-4): Alim/Entr./Saídas=4Kv/comum. 2Kv;
- Imunidade a Surtos (IEC60255-22-5): fase/neutro 1Kv, 5 por polar. (±) - fase-terra/neutro-terra 2Kv, 5 por polar (±);
- Imunidade a perturbações Eletromagnéticas conduzidas (IEC61000-4-6): 0,15 a 80 MHz / 10V/m;
- Ensaio Climático (IEC60068-21-14):- 10°C + 70°C / 72 horas;
- Resistência à Vibração (IEC60255-21-1): 3 eixos / 10 a 150Hz / 2G / 160min/eixo;
- Resposta à Vibração (IEC60255-21-1): 3 eixos / 0,075mm-10 a 58 Hz / 1G de 58 a 150 Hz / 8min/eixo;