



MANUAL DE INSTRUÇÃO - 19200

TRANSFORMADOR DE CORRENTE

TIPO OSKF





GE Grid Solutions
Av. Nossa Senhora da Piedade, 1021
37504-358 Itajubá - MG - Brasil

AIB	01	14/12/2017	RGO	FML
AIB	00	24/11/2013	TAA	TCRP
Administrador	Emissão	Data	Compilado	Aprovado



Atenção!

Qualquer pessoa envolvida com o transporte, instalação, energização, operação e manutenção dos Transformadores de Corrente (TC) modelo OSKF deve ler estas instruções antes de tomar qualquer ação relacionada.

Este transformador é fabricado com processo controlado o que garante o mais alto nível de qualidade. Com o objetivo de manter este alto nível de qualidade durante a vida útil do TC, é de extrema importância que todas as instruções deste manual sejam lidas e compreendidas.

ESTES TRANSFORMADORES NÃO PODEM SER ARMAZENADOS NA POSIÇÃO HORIZONTAL POR UM PERÍODO SUPERIOR A 4 MESES. SE O TEMPO DE TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO EXCEDER ESTE PERÍODO, É NECESSÁRIO DESEMBALAR E COLOCAR O TRANSFORMADOR NA POSIÇÃO VERTICAL, FIXANDO SUA BASE AO CHÃO E REMOVENDO O SISTEMA E BLOQUEIO DA MEMBRANA (VER ITEM 4.0)

Observações preliminares

Durante o recebimento do TC, é importante verificar o processo de desembalagem atentamente para controlar as condições da embalagem e do próprio TC. Qualquer irregularidade deve ser anotada nos documentos de transporte e uma comunicação formal deve ser enviada a pessoa responsável imediatamente.

O isolador fornecido pode ser feito em porcelana, assim, evitar movimentos bruscos e choques que possam causar danos.



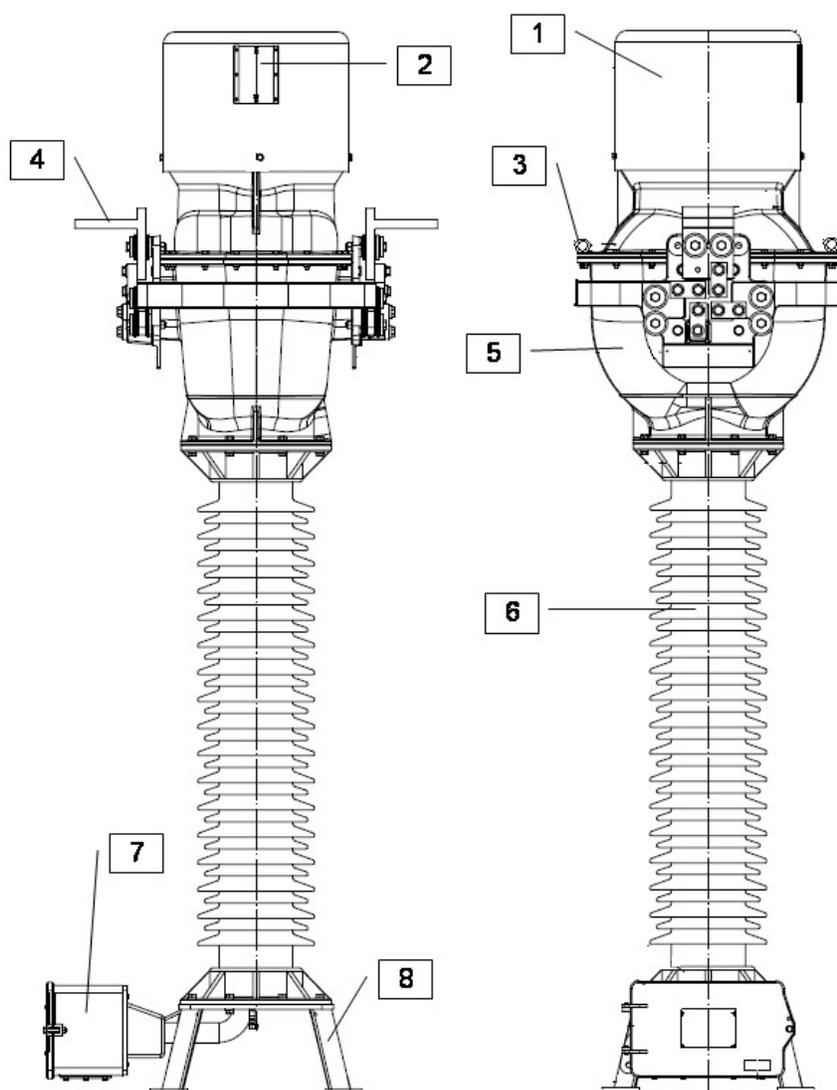
ÍNDICE

1.	DESENHO ESQUEMÁTICO	5
2.	DESIGN E CONSTRUÇÃO.....	6
2.1.	A construção invertida e o circuito primário.....	6
2.2.	O circuito secundário.....	6
2.3.	A isolação papel-óleo	6
2.4.	A cuba	7
2.5.	As partes metálicas externas.....	7
3.	TRANSPORTE, RECEPÇÃO, DESEMBALAGEM E ARMAZENAMENTO	7
3.1.	Transporte.....	7
3.2.	Recepção	7
3.3.	Desembalagem	8
3.4.	ARMAZENAMENTO.....	9
4.	SISTEMA DE BLOQUEIO E MONTAGEM EM ESTRUTURA	9
4.1.	Sistema de bloqueio de movimento da membrana.....	9
4.2.	Montagem em estrutura	10
5.	PREPARAÇÃO DAS SUPERFÍCIES DE CONTATO	11
6.	CONEXÕES.....	11
6.1.	Terminais Primários	11
6.2.	Tipo barra primária (se aplicável).....	11
6.3.	Primário do tipo « Dupla / Tripla religação » (se aplicável).....	11
6.4.	Aterramento	11
6.5.	Terminais secundários.....	12
6.6.	Marcação dos terminais.....	12
7.	INDICADOR DO NÍVEL DE ÓLEO	12
8.	INSPEÇÃO ANTES DA PRIMEIRA ENERGIZAÇÃO	12
9.	ACOMPANHAMENTO PÓS ENERGIZAÇÃO.....	13
10.	DISPOSIÇÃO FINAL DOS COMPONENTES DO TRANSFORMADOR APÓS VIDA ÚTIL	15

1. DESENHO ESQUEMÁTICO

Descrição e características do transformador de corrente OSKF. Para mais detalhes, ver conjunto de desenhos.

1. Domo
2. Indicador de nível de óleo (membrana metálica)
3. Olhais para içamento
4. Terminais Primários: alumínio ou cobre
5. Cuba em alumínio fundido
6. Isolador: Porcelana ou Composite
7. Caixa de Terminais e Tampa
8. Base



Desenho esquemático do OSKF



2. DESIGN E CONSTRUÇÃO

2.1. A construção invertida e o circuito primário

A parte ativa do transformador de corrente OSKF situa-se acima do isolador de porcelana. As vantagens desta construção estão ligadas à concepção do circuito primário.

O circuito primário é curto, rígido e retilíneo, o que minimiza o aquecimento e suporta facilmente forças eletrodinâmicas. Assim, o OSKF tem um excelente comportamento contra os efeitos eletrodinâmicos e térmicos das correntes de curto-circuito.

A barra primária (simples ou múltipla relação) com os circuitos magnéticos completamente centrados assegura um fluxo magnético que se reparte de modo uniforme e evita saturações locais. Esta disposição permite, sobretudo, obter melhor exatidão em regime permanente, assim como em condições transitórias.

2.2. O circuito secundário

Os circuitos magnéticos em forma toroidal são de chapa de aço silício de alta permeabilidade de grãos orientados ou de liga de níquel ou ainda amorfo (nanocristalino).

Para o funcionamento em regime transitório, os núcleos podem ser providos de entreferros.

O OSKF pode comportar vários núcleos de medição e de proteção com

diferentes cargas e diferentes classes de precisão. As bobinas secundárias são regularmente enroladas em volta dos núcleos toroidais e são fornecidas derivações, caso sejam especificadas múltiplas relações. Os enrolamentos secundários estão alojados numa caixa de alumínio que os protege das perturbações de alta frequência e serve de eletrodo de baixa tensão. Um tubo de aço tratado prolonga esta caixa e contém os cabos secundários ligados aos terminais de baixa tensão situados na base do aparelho. A seção das conexões de terra está prevista para suportar as correntes de falha.

Os terminais de baixa tensão contidos em uma caixa de alumínio equipada com uma tampa. A caixa é provida de vedações para evitar a entrada de objetos estranhos.

2.3. A isolação papel-óleo

A isolação entre primários e secundários é constituída por várias camadas de papel isolante, que se situam entre dois eletrodos, ou seja, a caixa de baixa tensão e a tela exterior ligada à alta tensão. O papel de alta rigidez dielétrica é seco a vácuo e em seguida, é impregnado a vácuo por óleo mineral de alta qualidade. Este tratamento é efetuado segundo um processo controlado em cuba aquecida.

Para proteger o óleo do meio ambiente, fecha-se o transformador com uma membrana metálica.

Graças à maneira como foi construída, esta membrana pode acompanhar as



Manual de Instrução

modificações do volume de óleo sem produzir o menor aumento ou diminuição de pressão interna. O papel-óleo assim protegido resiste perfeitamente ao envelhecimento.

2.4. A cuba

A parte ativa está colocada numa cuba fundida em alumínio estanque

2.5. As partes metálicas externas

As partes metálicas externas não necessitam de nenhuma proteção adicional uma vez que são protegidas naturalmente, no caso de partes em alumínio, ou por galvanização a quente, no caso de peças em aço ou ferro fundido, contra os efeitos da corrosão.

3. TRANSPORTE, RECEPÇÃO, DESEMBALAGEM E ARMAZENAMENTO

3.1. Transporte

O TC deve ser transportado na posição vertical ou horizontal dependendo da altura do mesmo em uma embalagem apropriada.

Para ambos os modos de manuseio, içamento por corrente ou içamento por empilhadeira, movimentar a embalagem com cuidado a fim de evitar impactos no equipamento. Utilizar equipamentos apropriados para cada modo de transporte e manuseio.

Se durante a vida útil do equipamento for necessário transporte de uma subestação a outra, seguir os padrões de embalagem do fornecedor para evitar danos ao equipamento durante o transporte.

ATENÇÃO: O equipamento possui partes frágeis (isolador, domo de alumínio, etc) que podem ser danificadas durante o transporte terrestre, seja por via pavimentada ou não pavimentada. O transporte deve ser feito com cuidado respeitando os limites máximos de velocidade das vias. Para os transportes em vias não pavimentadas o cuidado deve ser redobrado pois movimentações bruscas podem ocasionar impactos e posterior dano ao equipamento.

3.2. Recepção

Independentemente se o transporte é de responsabilidade do cliente ou do fabricante, o inspetor ou agente de serviço deve verificar os seguintes pontos durante o recebimento da mercadoria:

Se as caixas apresentarem qualquer sinal de impacto, golpe ou rachaduras, ou se o transformador apresentar qualquer sinal de dano ou vazamento de óleo, o inspetor do cliente ou o agente de serviços a cargo do recebimento da mercadoria deve fazer uma anotação formal no documento de transporte. O controle do recebimento, principalmente para o isolador de porcelana e caixa de terminais secundários, deve ser feito na presença do despachante. As observações a



Manual de Instrução

respeito das condições da mercadoria devem claramente mostrar os detalhes dos danos encontrados no momento do recebimento da mercadoria.

Em caso de danos, o inspetor do cliente a cargo do recebimento deve notificar a GE e o representante do seguro. Todas as informações de contato estão indicadas no documento de seguro de transporte. A declaração deve ser feita até oito dias úteis após o recebimento da mercadoria

3.3. Desembalagem

Materiais necessários para desembalagem e içamento do transformador:

Qtd.	Descrição
1	Grua, munck ou ponte rolante
1	Travessa de 0,7 a 0,9 m de comprimento com 2 furos
1	Olhal para içamento para rosca M10
4	Manilhas de 18 mm de diâmetro
1	Graxa de grafite MOLYKOTE do tipo P37 ou equivalente.
2	Lingas de 1,5 m de comprimento (ver capacidade)

Capacidade

10 000 N para OSKF 72, 123 e 145 KV
30 000 N para OSKF 170kV até 550kV

A desembalagem do transformador deverá ser feita com cautela:

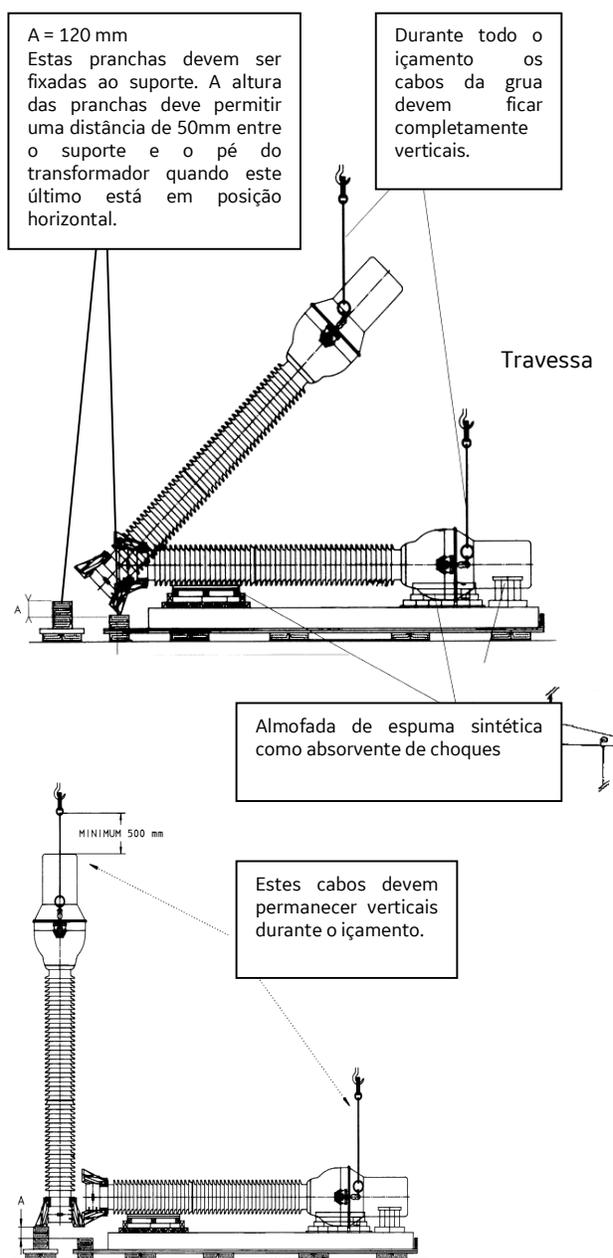
- 1) Retirar as extremidades menores;
- 2) Retirar a tampa superior;
- 3) Retirar as extremidades maiores.

NUNCA levantar um transformador pelos terminais primários. Levantar pelos olhais de içamento na cabeça do transformador. Ver fotos a seguir:



Levantar o transformador com a ajuda de uma ponte rolante ou Munck. As marcas sobre a caixa indicam a posição correta para as lingas (cintas de nylon reforçadas). Evitar golpes e vibrações.

Com referência ao lado da base do TC colocar dois apoios de madeira, com alturas diferentes. As figuras abaixo indicam a posição na qual os cabos devem permanecer durante o içamento. Levantar lentamente o transformador.



3.4. ARMAZENAMENTO

As unidades podem ser armazenadas:

- ✓ Até quatro meses a partir da saída do produto da fábrica;
 - ✓ Na posição horizontal;
 - ✓ Em uma superfície plana em local protegido.
 - ✓ Temperatura mínima e máxima segundo as especificações do aparelho
- *Acima de quatro meses a partir da saída do produto*
 - ✓ Em uma superfície plana em local protegido;
 - ✓ Desembalar as unidades;
 - ✓ Colocar o transformador na posição vertical.
 - ✓ Remover o bloqueio da membrana conforme descrito no item 4.

NOTE: As unidades armazenadas verticalmente ao tempo devem ser aparafusadas ao solo (superfície plana e estável), mesmo que a armazenagem seja de curta duração.

4. SISTEMA DE BLOQUEIO E MONTAGEM EM ESTRUTURA

4.1. Sistema de bloqueio de movimento da membrana

Durante o transporte do transformador a membrana metálica deverá estar bloqueada por uma almofada de espuma sintética levemente pressionada pelo domo. Uma proteção composta por uma folha de plástico

Manual de Instrução

também está colocada sobre a periferia da membrana.

Com o transformador na posição vertical e apoiado ao chão, deve-se retirar o sistema de bloqueio de movimento da membrana metálica. Para tanto, realize os seguintes passos:

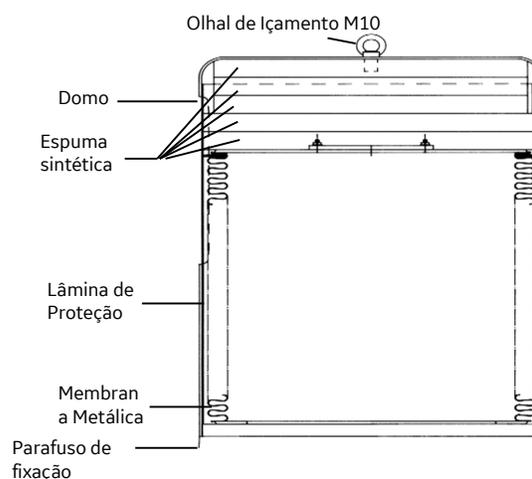
- 1) Marque a posição do domo com um traço na junção do domo com a cabeça do transformador;
- 2) Aparafuse o olhal de içamento (M10) ao furo rosqueado do domo (caso aplicável);
- 3) Retire todos os parafusos de fixação do domo;
- 4) Levante lentamente o domo com uma grua ou manualmente dependendo do peso e dimensão, tomando todas as precauções para não causar danos às ondulações da membrana metálica. Manter sempre o movimento do domo na vertical;
- 5) Retire o sistema de bloqueio da membrana (as almofadas de espuma sintética e a proteção cilíndrica);
- 6) Verifique visualmente se a membrana está em bom estado, ou seja, sem amassamento que poderá causar vazamento;

NUNCA APOIAR QUALQUER MATERIAL/OBJETO SOBRE A MEMBRANA, POIS PODERÁ DESALINHAR OU DEFORMAR A MEMBRANA, DANIFICANDO-A.

- 7) Recoloque com muito cuidado o domo, procurando verificar através da janela se a membrana está livre em relação ao domo e com a tampa

da membrana na posição horizontal e plana;

- 8) Recolocar os parafusos de fixação do domo. A rosca dos parafusos deve ser recoberta de graxa lubrificante do tipo « MOLYKOTE P37 » ou modelo equivalente (torque máximo de aperto 7N.m para parafuso M6 e 16N.m para parafuso M8);
- 9) Retire o olhal de içamento (caso aplicável).



4.2. Montagem em estrutura

O transformador deve ser montado em posição vertical.

É muito importante que a superfície sobre a qual o TC vai ser montado seja completamente plana e lisa (tolerância de mais ou menos 1 mm).

Retirar o tampão inferior de plástico preto, da caixa de terminais secundários (caso aplicável), que é utilizado somente para transporte. Não poderá ser usado como guia de eletroduto.



OBS: Jamais apoiar escadas no equipamento para intervenções em altura. Utilizar equipamentos apropriados e que proporcionem segurança ao usuário.

5. PREPARAÇÃO DAS SUPERFÍCIES DE CONTATO

É recomendado limpar as superfícies de contato em alumínio utilizando uma lixa de grão 150 com o objetivo de eliminar a camada de oxidação. Esfregar a superfície de contato com uma escova metálica (diâmetro dos fios 0,3mm) e impregnar com graxa de contato do tipo PENETROX ou equivalente. Toda a superfície de contato precisa ser coberta com a graxa.

Para contatos estanhados ou em prata somente limpar, não utilizar lixa. Limpar as superfícies estanhadas ou de prata com lixa causará danos à camada protetora.

6. CONEXÕES

6.1. Terminais Primários

Conectar o cabo de alta tensão ou tubo de alta tensão, torque de aperto de 5kgf.m dos parafusos M12, ao terminal primário do TC com conector apropriado para garantir um bom contato. Verificar item “PREPARAÇÃO DAS SUPERFÍCIES DE CONTATO”.

6.2. Tipo barra primária (se aplicável)

A barra primária sempre está completamente montada quando da entrega do TC. Limpar os terminais primários como se explica na « preparação das superfícies de contato ».

6.3. Primário do tipo « Dupla / Tripla religação » (se aplicável)

Todo transformador sempre sai de fábrica conectado na maior religação primária. Antes de colocar o TC em funcionamento, verificar a posição correta das barrinhas primárias de reconexão correspondentes a relação desejada.

Limpar e engraxar unicamente a superfície de contato de alumínio como se explica na « Preparação das superfícies de contato ».

Se necessário liberar o conector primário do lado oposto para permitir o desligamento dos terminais primários do transformador durante a mudança de relação.

6.4. Aterramento

A base do transformador tem uma ou duas placas que devem ser ligadas ao sistema de aterramento da subestação. Quando requerido, são fornecidos conectores de aterramento (verificar conjunto de desenhos do projeto e buscar pelo desenho do conector e a faixa de cabos que o mesmo pode



Manual de Instrução

receber). Torque de aperto de 5,5 kgf.m no parafuso M12.

6.5. Terminais secundários

Ligar os instrumentos de proteção e / ou de medida aos terminais secundários como indicado nas placas de características. Ver torque de aperto no conjunto de desenhos do projeto.

Um ponto de cada terminal secundário deve ser ligado a terra no interior da caixa de terminais secundários, de modo a fixar o potencial.

Os secundários que não forem utilizados devem ser curtos-circuitados e ligados à terra.

6.6. Marcação dos terminais

A marcação dos terminais primários e secundários faz-se de acordo com as normas solicitadas e conforme o conjunto de desenhos do projeto.

O esquema da ligação dos terminais primários e secundários está indicado nas placas esquemáticas, fixadas sobre o TC.

7. INDICADOR DO NÍVEL DE ÓLEO

A posição do indicador de óleo pode ser verificada através da janela retangular do domo

A placa do indicador está dividida em três zonas. A zona central, que mostra a

faixa verde e a superior e inferior, vermelhas. Em condições normais de funcionamento, o indicador estará mostrando a faixa verde do indicador.

Caso o indicador do nível de óleo esteja em uma das zonas vermelhas, o transformador deve ser retirado de operação e o fabricante informado imediatamente.



8. INSPEÇÃO ANTES DA PRIMEIRA ENERGIZAÇÃO

Depois de colocar o aparelho em posição vertical, espere no mínimo 48 horas antes de colocá-lo em operação.

Verificar as ligações dos terminais para se assegurar sobre os torques de aperto.

Verificar se os enrolamentos secundários estão conectados à carga (relés) ou estão curtos-circuitados.

Verificar se ao menos um ponto de cada enrolamento secundário está referenciado a terra.

Verificar as conexões à terra da estrutura suporte, da base do transformador.



Verificar a posição correta das reconexões primárias (transformador com enrolamento primário religável). Ver o conjunto de desenhos.

Verificar o indicador do nível de óleo se o mesmo se encontra na faixa verde de operação.

Apesar de todas as precauções tomadas na fábrica quando do enchimento de óleo, a superfície em volta das juntas e da membrana de expansão pode estar um pouco oleosa. Isto não deve ser considerado como uma fuga de óleo se a posição da membrana se mantém correta.

Não é necessário retirar amostras de óleo para análise. O TC é hermético.

Se for o caso, as amostras podem ser retiradas com um sistema (existente, se solicitado) de amostragem de óleo e em pequenas quantidades. Sempre verificar o indicador de nível de óleo antes de retirar amostra.

Nunca repor ou completar o óleo sem a consultar a GE.

9. ACOMPANHAMENTO PÓS ENERGIZAÇÃO

Os transformadores não necessitam de nenhuma revisão particular. No entanto sugere-se efetuar uma inspeção visual durante as primeiras semanas de serviço.

Controle a posição do indicador do nível de óleo. Os transformadores nos mesmos circuitos devem ter níveis de óleo semelhantes. Se o indicador estiver muito abaixo ou, por outro lado, muito acima do nível médio, em comparação com os outros TCs, recomendamos verificar se não há vazamento e, se for o caso, retirar o transformador de operação, avisando o fabricante.

Verificar se não há vazamento de óleo em volta da base e da caixa de terminais secundários.

Com um infravermelho (Termovisor), verificar se os terminais primários não possuem aquecimento exagerado. Comparar com os valores das conexões de outros TCs.

Após um ano de funcionamento, aconselha-se uma inspeção detalhada e posteriormente de dois em dois anos, segundo o contrato de manutenção da subestação. Caso possível a GE sugere desenergizar o TC e realizar:

- Isolador: Se necessário limpar a porcelana, dependendo do nível de poluição;
- Componentes: as partes metálicas resistem a corrosão;
- Torque de aperto das ligações primárias. Se o torque não for suficiente, proceder tal como está descrito no parágrafo “Terminais primários”;
- A resistência às intempéries e a ventilação da caixa de terminais: limpar por dentro, se necessário;



Manual de Instrução

- Apertar os terminais secundários e as tomadas de terra;
- Procurar sinais de fugas de óleo.
- Controlar a posição do indicador do nível de óleo; os indicadores no mesmo circuito devem ter níveis semelhantes, conforme citado anteriormente;
- Retirar o domo para ter acesso à membrana e verificar se não há vazamentos de óleo à volta da fixação da membrana de expansão e / ou se a membrana está em bom estado.

Ensaios

Recomenda-se depois das primeiras horas de operação e sempre que se realiza uma troca na relação de corrente (nas barras de religação), realizar uma verificação da temperatura dos terminais primários com Dispositivo de Termovisão.

Aconselha-se a realização dos seguintes ensaios antes da entrada em operação e de 4 e 4 anos, dependendo da disponibilidade do cliente:

- 1) Relação de transformação (TTR);
- 2) Polaridade (Polarímetro);
- 3) Tensão de Saturação (Fonte de Tensão, Voltímetro e Amperímetro);
- 4) Resistência Ôhmica dos Enrolamentos (Ponte Wheatstone);
- 5) Resistência do Isolamento (megômetro);
- 6) Fator de Potência do Isolamento (Double M4100, Omicron CPC100 ou outro equivalente).

Observação Importante:

Durante os ensaios de comissionamento, é recomendado registrar os resultados adquiridos nos testes mencionados acima.

Em caso de dúvidas, favor entrar em contato com a Assistência Técnica da GE:

+55 35 3629 7042 ou 7038 ou 7000



10. DISPOSIÇÃO FINAL DOS COMPONENTES DO TRANSFORMADOR APÓS VIDA ÚTIL

Os transformadores para instrumentos de alta tensão são compostos pelos seguintes componentes que, após vida útil, requerem que sejam dispostos de maneira adequada, visando à prevenção da poluição ao meio ambiente:

Componentes	Disposição Recomendada
Materiais metálicos	Empresa de reciclagem de metais
Resina e materiais impregnados por resina – A resina é um resíduo classificado, segundo NBR1004, como resíduo não Perigoso Classe IIA	Aterro Industrial devidamente licenciado pelo órgão responsável do estado
Óleo (livre de PCB) – classificado como resíduo perigoso, classe I	Refino do óleo em empresa devidamente licenciada para tal atividade
Materiais contaminados com óleo	Coprocessamento ou incineração em Empresa devidamente licenciada pelo órgão responsável do estado.
Isolador de Porcelana	Aterro Industrial devidamente licenciado pelo órgão responsável do estado
Demais materiais	Aterro Industrial devidamente licenciado pelo órgão responsável do estado

O descarte de óleo e componentes contaminados com óleo diretamente no solo ou na água é proibido.

Para maiores informações ou esclarecimentos, entrar em contato com a GE, unidade Itajubá, área de meio ambiente Tel.: +55 35 36297112