

*Especificação para reforma de
transformador de distribuição do
grupo Energisa*

ENERGISA/GTD-NRM/Nº043/2020

Norma de Distribuição Unificada
NDU - 014

Versão 4.0 - Janeiro/2023



Apresentação

Esta Norma Técnica apresenta os requisitos mínimos e as diretrizes necessárias quanto aos padrões e procedimentos gerenciais e técnicos, para a execução de reformas em transformadores de distribuição (TD), tipo aéreo, para instalação em poste de linhas e rede de distribuição, em classe de tensão até 36,2 kV, nas concessionárias de distribuição do grupo Energisa S.A.

Para tanto foram consideradas as especificações e os padrões do material em referência, definidos nas Normas Brasileiras (NBR) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), ou outras normas internacionais reconhecidas, acrescidos das modificações baseadas nos resultados de desempenho destes materiais nas empresas do grupo Energisa.

As cópias e/ou impressões parciais ou em sua íntegra deste documento não são controladas.

A presente revisão desta Norma Técnica é a versão 4.0, datada de Janeiro de 2023.

Cataguases - MG., Janeiro de 2023.

GTD - Gerência Técnica de Distribuição

Esta Norma Técnica, bem como as alterações, poderá ser acessada através do código abaixo:





Equipe técnica de revisão da NDU 014 (versão 4.0)

Acassio Maximiano Mendonca

Grupo Energisa

Lucas de Souza Borges

Grupo Energisa

Augustin Gonzalo Abreu Lopez

Grupo Energisa

Luis Roberto Seco

Gerencia de Logistica de Materiais

Danilo Maranhão de Farias Santana

Grupo Energisa

Ricardo Campos Rios

Grupo Energisa

Diogo Pereira Neves

Grupo Energisa

Ricardo Machado de Moraes

Grupo Energisa

Eduarly Freitas do Nascimento

Grupo Energisa

Tercius Cassius Melo de Moraes

Grupo Energisa

Gilberto Teixeira Carrera

Grupo Energisa

Thaisy Cristina Jose Maria

Grupo Energisa

Hitalo Sarmiento de Sousa Lemos

Grupo Energisa



Aprovação técnica

Ademálio de Assis Cordeiro

Grupo Energisa

Marcelo Cordeiro Ferraz

Dir. Suprimentos Logística

Fabio Lancelotti

Energisa Minas Gerais / Energisa Nova Friburgo

Paulo Roberto dos Santos

Energisa Mato Grosso do Sul

Fabício Sampaio Medeiros

Energisa Rondônia

Riberto Jose Barbanera

Energisa Mato Grosso

Guilherme Damiance Souza

Energisa Tocantins

Ricardo Alexandre Xavier Gomes

Energisa Acre

Jairo Kennedy Soares Perez

Energisa Borborema / Energisa Paraíba

Rodrigo Brandão Fraiha

Energisa Sul-Sudeste

Juliano Ferraz de Paula

Energisa Sergipe

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	8
2	CAMPO DE APLICAÇÃO.....	8
3	OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS.....	8
4	OBJETIVO.....	8
5	REFERÊNCIAS NORMATIVAS	9
5.1	LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO FEDERAL	9
5.2	NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS	12
5.3	NORMAS TÉCNICAS INTERNACIONAIS	13
5.4	NORMA DO GRUPO ENERGISA	13
6	TERMINOLOGIAS E DEFINIÇÕES	14
6.1	EMPRESAS DE MANUTENÇÃO E REFORMADORES	14
6.2	TRANSFORMADORES RECONDICIONADOS	14
6.3	TRANSFORMADORES REFORMADOS	14
6.4	TRANSFORMADORES REVISADOS	14
7	CONSIDERAÇÕES GERAIS	15
7.1	HOMOLOGAÇÃO DE REFORMADOR	15
7.2	REQUISITOS MÍNIMOS A SEREM ATENDIDOS PELO REFORMADOR	15
7.2.1	Projetos.....	15
7.2.2	Máquinas e equipamentos.....	16
7.2.3	Materiais aplicados na reforma e manutenção dos transformadores	18
7.2.4	Movimentação dos transformadores	19
7.2.5	Etiquetas autoadesivas	19
7.2.5.1	Etiqueta Nacional de Conservação de Energia	19
7.2.5.2	Identificação de Isento de PCB	20
7.2.6	Inspeções	20
7.2.7	Entrega do lote reformado	21
7.2.8	Condições ambientais das instalações.....	21
7.2.9	Sucatas de materiais	23
7.2.10	Período de garantia.....	23
7.2.11	Recursos humanos	24
7.3	TRIAGEM.....	24
7.3.1	Procedimentos para triagem.....	24
7.3.2	Critérios para triagem	25
7.3.2.1	Sucateamento do equipamento	25
7.3.2.2	Reforma do equipamento	26

8	CONDIÇÕES TÉCNICAS	27
8.1	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS	28
8.2	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS E SERVIÇOS MECÂNICOS	28
8.2.1	Descrição dos principais serviços.....	28
8.2.2	Critérios para reforma	29
8.2.2.1	Geral	29
8.2.2.2	Ferragens	31
8.2.2.3	Suporte de para-raios.....	32
8.2.2.4	Dispositivo para adequação da válvula de alívio de pressão	32
8.2.2.5	Dispositivo para alívio automático de pressão interna.....	32
8.2.2.6	Juntas de vedação.....	33
8.2.2.7	Barras de aperto	33
8.2.2.7.1	Em aço	33
8.2.2.7.2	Em madeira	34
8.2.2.8	Parte ativa.....	34
8.2.2.8.1	Núcleo	35
8.2.2.8.2	Enrolamento de MT e BT	36
8.2.2.8.3	Sistemas de comutação de tensões.....	36
8.2.2.9	Invólucro isolante e terminais	36
8.2.2.9.1	Média tensão (MT)	37
8.2.2.9.2	Baixa tensão (BT)	37
8.2.2.10	Placa adicional de referência.....	38
8.2.2.11	Numeração de patrimônio.....	38
8.2.2.12	Data final de garantia.....	39
8.3	ÓLEO ISOLANTE	39
8.4	PINTURA E MARCAÇÕES	40
8.4.1	Acabamento interno	40
8.4.2	Acabamento externo para ambiente não agressivo	40
8.4.3	Acabamento externo para ambiente agressivo	41
8.4.4	Marcações e simbologia	42
9	INSPEÇÃO E ENSAIOS.....	42
9.1	RELAÇÃO DE ENSAIO	43
9.2	RELATÓRIOS DOS ENSAIOS	45
9.3	PLANOS DE AMOSTRAGEM	45
9.4	ACEITAÇÃO E REJEIÇÕES	46
10	EMBALAGEM, ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE	46
10.1	COLETA DOS EQUIPAMENTOS	46
10.2	RETORNO DO EQUIPAMENTO REFORMADO	47
11	NOTAS COMPLEMENTARES	47

12	HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO	48
13	VIGÊNCIA	49
14	TABELAS	50
	TABELA 1 - Transformadores monofásicos e trifásicos, fabricados após 01/1988 (ABNT NBR 5440/1987)	50
	TABELA 2 - Transformadores monofásicos e trifásicos, fabricados após 09/1999 (ABNT NBR 5440/1999)	52
	TABELA 3 - Transformadores monofásicos e trifásicos, fabricados após 08/2011 (ABNT NBR 5440/2011)	54
	TABELA 4 - Transformadores monofásicos e trifásicos fabricados entre 05/2014 (ABNT NBR 5440/2014 - Classe “E”)	56
	TABELA 5 - Transformadores monofásicos e trifásicos fabricados entre 01/2019 (ABNT NBR 5440/2014 - Classe “D”)	58
	TABELA 6 - Transformadores monofásicos e trifásicos fabricados após 01/2023 (ABNT NBR 5440/2014 - Classe “C”)	60
	TABELA 7 - Marcas e critérios para sucateamento de transformador de distribuição	62
15	DESENHOS	63
	DESENHO 1 - Fluxograma do processo de reforma	63
	DESENHO 2 - Suporte para fixação de para-raios	64
	DESENHO 3 - Válvula de alívio de pressão	65
	DESENHO 4 - Modelo de placa de identificação de reforma	66
	DESENHO 5 - Etiqueta nacional de conservação de energia (ENCE) - Tamanho normal	67
	DESENHO 6 - Etiqueta nacional de conservação de energia (ENCE) - Tamanho reduzida	68
	DESENHO 7 - Modelo de etiqueta autoadesiva “ISENTO DE PCB”	69
16	ANEXOS	70
	ANEXO 1 - Descrição dos passos de manutenção básica de transformadores	70
	ANEXO 2 - Descrição dos passos de manutenção de transformadores	74

1 INTRODUÇÃO

Esta Norma Técnica estabelece os critérios e as exigências técnicas e gerenciais, mínimas, aplicáveis às reformas parciais e totais, bem como os recebimentos, ensaios e comissionamentos de transformadores de distribuição, tipo aérea, convencionais, monofásica e trifásica, com potência nominal até 300 kVA, classe de tensão primária até 36,2 kV, imerso em líquido isolante, a serem usados no sistema de distribuição de energia da Energisa.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplicam-se à reforma dos transformadores de distribuição aéreos, nas tensões primárias até 36,2 kV e nas tensões secundárias usuais, situado em áreas urbanas e rurais, previstas nas normas técnicas, vigentes nas Empresas do Grupo Energisa.

NOTA:

- I. Esta Norma Técnica não se aplica aos:
 - Transformadores de potência (ou força);
 - Transformadores de distribuição do tipo aéreo auto protegido.
 - Transformadores de distribuição do tipo seco, pedestais e submersível;
 - Transformadores de serviço auxiliar (TSA);
 - Transformadores de corrente e/ou potencial.

3 OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS

Compete aos órgãos de planejamento, engenharia, patrimônio, suprimentos, elaboração de projetos, construção, ligação, manutenção e operação do sistema elétrico cumprir e fazer cumprir este instrumento normativo.

4 OBJETIVO



Esta Norma Técnica tem o objetivo de definir os critérios e exigências mínimas para:

1. Homologação da empresa reformadora;
2. Triagem (definição se os transformadores serão reformados ou sucateados);
3. Desenvolvimento das atividades do processo de reforma (fluxograma);
4. Técnicas mínimas para elaboração do projeto de reforma;
5. Processo de fabricação;
6. Testes e ensaios;
7. Tratamento e cuidados com materiais;
8. Transportes e armazenamentos;
9. Garantias e assistência técnica.

5 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

5.1 Legislação e regulamentação federal

- Constituição da República Federativa do Brasil - Título VIII: Da Ordem Social - Capítulo VI: Do Meio Ambiente
- Lei Federal N.º 7.347, de 24/07/1985, Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico
- Lei Federal N.º 9.605, de 12/02/1998, Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências
- Lei Federal N.º 10.295, de 17/10/2001, Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências

- 
- Lei Federal N.º 12.305, de 02/08/2010, Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei Federal N.º 9.605 de 12/02/1998, e dá outras providências
 - Lei Federal N.º 14.250, de 25/11/2021, Dispõe sobre a eliminação controlada de materiais, de fluidos, de transformadores, de capacitores e de demais equipamentos elétricos contaminados por bifenilas policloradas (PCBs) e por seus resíduos
 - Decreto Legislativo N.º 43, de 29/05/1998, Aprova o texto da Convenção Internacional sobre Preparo, Resposta e Cooperação em caso de poluição por óleo, 1990, concluída em Londres, em 30 de novembro de 1990
 - Decreto Federal N.º 41.019, de 26/02/1957, Regulamenta os serviços de energia elétrica
 - Decreto Federal N.º 73.080, de 05/11/73, Altera o artigo 47, do Decreto N.º 41.019, de 26 de Abril de 1957, que regulamenta os serviços de energia elétrica
 - Decreto Federal N.º 96.044, de 18/05/1988, Aprova o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos e dá outras providências.
 - Decreto Federal N.º 6.514, de 22/07/2008, Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências
 - Decreto Federal N.º 10.936, de 12/01/2023, Regulamenta a Federal N.º 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos
 - Resolução CONAMA N.º 1, de 23/01/1986, Dispõe sobre o estudo e o relatório de impacto ambiental - EIA e RIMA
 - Resolução CONAMA N.º 23, de 12/12/1996, Controle de movimentos transfronteiriços de resíduos perigosos e seu depósito

- 
- Resolução CONAMA N.º 237, de 19/12/1997, Dispõe sobre os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental
 - Resolução CONAMA N.º 357, de 17/03/2005, Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências
 - Resolução CONAMA N.º 362, de 23/06/2005, Óleos lubrificantes e resíduos
 - Resolução CONAMA N.º 397, de 03/04/2008, Altera o inciso II do § 4º e a Tabela X do § 5º, ambos do art. 34 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA no 357, de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes
 - Resolução ANP N.º 36, de 05/12/2008, Estabelece as especificações dos óleos minerais isolantes tipo A e tipo B, de origem nacional ou importado
 - Instrução Normativa IBDF N.º 001/80, de 11/04/1980 - Dispõe sobre a exploração de florestas e de outras formações arbóreas
 - Portaria Interministerial N.º 19, de 29/01/1981, Contaminação do meio ambiente por bifenis policlorados - PCBs (Ascarel, Aroclor, Clophen, Phenoclor, Kanechlor etc.)
 - Portaria INMETRO N.º 204, de 11/05/2011, Aprova a Instrução para Preenchimento de Registros de Inspeção na Área de Produtos Perigosos e dá outras providências
 - Resolução ANTAQ N.º 1765, de 23/07/2010, Aprova a proposta de norma de procedimentos para o trânsito seguro de produtos perigosos por instalações portuárias situadas dentro ou fora da área do porto organizado, a fim de submetê-la à audiência pública

- Resolução ANTT N.º 420 de 12/02/2004, Aprova as instruções complementares ao regulamento do transporte terrestre de produtos perigosos
- Resolução ANTT N.º 701, de 25/08/04, Altera a Resolução N.º 420, de 12/02/2004, que aprova as instruções complementares ao regulamento do transporte terrestre de produtos perigosos e seu anexo
- Resolução ANTT N.º 1.644, de 26/09/2006, Altera o anexo à Resolução N.º 420, de 12/02/2004, que aprova as instruções complementares ao regulamento do transporte terrestre de produtos perigosos
- Resolução ANTT N.º 2.657, de 15/04/2008, Altera o anexo à Resolução N.º 420, de 12/02/2004, que aprova as instruções complementares ao regulamento do transporte terrestre de produtos perigosos
- Resolução ANTT N.º 2.975, de 18/12/2008, Altera o anexo à Resolução N.º 420, de 12/02/2004, que aprova as instruções complementares ao regulamento do transporte terrestre de produtos perigosos
- Resolução ANTT N.º 3.632, de 09/02/2011, Altera o anexo da Resolução N.º 420, de 12/02/2004, que aprova as instruções complementares ao regulamento do transporte terrestre de produtos perigosos
- Resolução ANTT N.º 3.648, de 16/03/2011, Altera a Resolução N.º 3632, de 09/02/2011, que altera o anexo da Resolução N.º 420, de 12/02/2004, que aprova as instruções complementares ao regulamento do transporte terrestre de produtos perigosos
- Resolução ANTT N.º 3.665, de 04/05/2011, Atualiza o regulamento para o transporte rodoviário de produtos perigosos

5.2 Normas técnicas brasileiras

As normas técnicas brasileira adotada correspondem as indicadas nas normas ABNT NBR 5456, ABNT NBR 5440 e ETU-109.1, ETU-190.2 e ETU-109.6.

5.3 Normas técnicas internacionais

As normas técnicas internacionais adotada correspondem as indicadas nas normas ABNT NBR 5456, ABNT NBR 5440 e ETU-109.1, ETU-190.2 e ETU-109.6.

5.4 Norma do grupo Energisa

- ETU 109.1, Transformador de distribuição aéreo - óleo mineral
- ETU 109.2, Transformador de distribuição aéreo - óleo vegetal
- ETU 109.6, Transformador de distribuição especial tipo aéreo

NOTAS:

II. As siglas acima referem-se a:

- ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
- MME - Ministério de Minas e Energia
- MDIC - Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços
- MCTIC - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações
- INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- NBR - Norma Brasileira
- NM - Norma Mercosul
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- CISPR -Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques

- IEC - International Electrotechnical Commission
- IEEE - Institute of Electrical and Electronic Engineers
- ISO - International Organization for Standardization
- NEMA - National Electrical Manufacturers Associations
- SSPC - Steel Structures Painting Council

6 TERMINOLOGIAS E DEFINIÇÕES

A terminologia adotada nesta Especificação Técnica corresponde a das normas ABNT NBR 5356-1, ABNT NBR 5440, ABNT NBR 5458 e ETU-109 (série), complementadas pelos seguintes termos:

6.1 Empresas de manutenção e reformadores

Empresas que realizam processos industriais que retornam um transformador usado e que apresentou falha ou defeito elétrico, ou que requer manutenção, definido como recondicionado, à condição de operação.

6.2 Transformadores recondicionados

São subdivididos em transformadores reformados e revisados.

6.3 Transformadores reformados

Transformadores que já foram utilizados no sistema elétrico, retirados de operação por apresentar falha ou defeito e foram objetos de trocas de componentes externos e/ou internos, inclusive no núcleo magnético ou enrolamentos, realizados por uma empresa reformadora, que apresentam desempenho energético igual aos seus parâmetros etiquetados, respeitadas as tolerâncias aplicáveis.

6.4 Transformadores revisados



Transformadores que já foram utilizados no sistema elétrico, retirados de operação por apresentarem necessidade de manutenção de ordem geral, incluindo secagem de núcleo e enrolamentos, que não introduzam modificação em sua parte ativa original e foram objetos de processamento por uma empresa recondicionadora, que apresentam desempenho energético igual aos seus parâmetros etiquetados, respeitadas as tolerâncias aplicáveis.

7 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Neste item são tratados todos os assuntos relativos aos processos de reforma que não são referentes a partes integrantes do produto final, tais como: homologações, triagem, sucatas, processo fabril e de ensaios etc.

7.1 Homologação de reformador

A empresa reformadora deverá ser cadastrada e homologada pela Energisa, devendo atender integralmente as exigências descritas nesta Norma Técnica. O fluxo para o processo de homologação é apresentado no Manual de Gestão da Qualidade de Fornecimento (MQF) que pode ser encontrado no site da Energisa, através de link abaixo:

<https://grupoenergisa.com.br/paginas/fornecedores/link-fornecedores.aspx>

Todas as documentações ou quaisquer informações deverão ser tratadas com confidencialidade entre as partes.

7.2 Requisitos mínimos a serem atendidos pelo reformador

7.2.1 Projetos

A empresa reformadora deverá possuir profissional responsável pelo projeto e um processo de projeto que possua uma estrutura mínima que permita o cálculo do transformador (bobina, núcleo, refrigeração, partes construtivas etc.), através de software específico e adequado para realizar cálculo dos projetos das reformas com otimização das perdas e características construtivas das bobinas de média tensão



(MT) e baixa tensão (BT) e na apresentação final do projeto executivo, possibilitar o confronto com os resultados esperados nos laudos de aceitação e conforme ETU-109 (série) e ABNT NBR 5440.

Este processo de elaboração de projeto deverá ser capaz de realizar os cálculos com as condições atuais de perdas referente ao projeto original do transformador a ser reformado, considerando os limites de elevação de temperatura do projeto original, e sempre com aplicação de papel isolante termo estabilizado.

A empresa reformadora pode propor um papel isolante de qualidade superior, desde que não haja acréscimo de custo.

NOTA:

III. Não serão aceitos a aplicação de papeis isolantes do tipo kraft.

O processo de elaboração de projetos deverá ser capaz de disponibilizar todas as informações a serem verificadas e confrontadas nos ensaios de recebimento a serem acompanhados pela Energisa.

7.2.2 Máquinas e equipamentos

A empresa reformadora deverá possuir, no mínimo, as máquinas e equipamentos a seguir, em plenas condições de operações e, com capacidades e disponibilidades para atender aos prazos especificados em contrato:

- a) Máquina de solda compatível com o processo e adequada para soldas contínuas e soldas ponto de acordo com a estrutura dos tanques, tampas e acessórios;
- b) Bobinadeiras para enrolamentos de média e baixa tensão (MT/BT), preferencialmente sem ações manuais, e adequada aos enrolamentos das classes de potência e tensão, com sistema de tracionamento do fio que garanta o controle do tracionamento a fim de evitar trincas no verniz e trações longitudinais excessivas, instaladas em ambientes controlados contra contaminações, poeiras, umidade excessiva e intempéries;

- 
- c) Sistema de tratamento das superfícies, tais como, jateamento e pintura (derramamento ou imersão), que atendam totalmente as exigências do grupo Energisa, e que sejam realizados em ambientes controlados, contra contaminações, poeiras, umidade excessiva e intempéries, e devem estar em conformidade com a ETU-109 (série);
- d) Processo de secagem através de estufas controladas contra poeira, contaminações, gases, umidade, e outras condições nocivas ao processo, e respeitando o critério de tempo de secagem em função da massa e materiais das partes ativas dos transformadores, bem como as outras peças pintadas dos transformadores;
- e) Sistema de enchimento do óleo isolante através de vácuo com uso de campânula de vácuo;
- f) Laboratórios de atendam às exigências do grupo Energisa, e compatíveis com os ensaios exigidos pelas normas técnicas, quanto aos ensaios descritos na ETU-109 (série), com equipamentos preferencialmente digitais, que permitam registros dos valores de ensaios, com aferição e calibração válidas no momento dos ensaios, bem como, propiciar total segurança à equipe do grupo Energisa, durante os ensaios e inspeções;
- g) Dispor, no mínimo, dos seguintes equipamentos em perfeitas condições de utilização e com certificados de aferição, quando exigíveis, atualizados, de forma a registrar todas as medições realizadas durante os trabalhos:
- O medidor de resistência de isolamento (Megômetro), com tensão mínima de saída de 5.000 volts;
 - Equipamento para medição da relação de transformação, conhecido como TTR;
 - Equipamento para ensaio de tensão suportável em frequência industrial (60 Hz), com tensão de saída que atenda os ensaios normalizados;

- Equipamento para ensaio de tensão induzida, com tensão de saída que atenda o ensaio normalizado, frequência de:
 - Transformadores trifásicos: 120 Hz;
 - Transformadores monofásicos: 196 Hz.
- Fonte de alimentação para ensaios a vazio, ensaio de curto-circuito, corrente de excitação, impedância e demais equipamentos associados (voltímetros, amperímetros, wattímetros etc.);
- Equipamento para medição da resistência ôhmica dos enrolamentos;
- Medidor de espessura da camada de pintura;
- Equipamentos para ensaio do óleo isolante, seja mineral (OMI) ou vegetal (OVI);
- Equipamento para execução do ensaio de estanqueidade;
- Termômetro e termo-higrômetro.

Os instrumentos deverão ser de classe de exatidão de 0,5 % ou melhor, bem como possuir certificado de aferição executado em laboratório oficial, devendo ser renovado periodicamente, de acordo com as necessidades comprovadas.

As condições acima estabelecidas serão verificadas na visita de inspeção de homologação, pelo inspetor da Energisa.

7.2.3 Materiais aplicados na reforma e manutenção dos transformadores

Todos os materiais e matérias-primas substitutos devem ser novos, exceto os óleos isolantes, excluindo qualquer aplicação de materiais reaproveitados do próprio transformador a ser reformado.



Para os óleos isolantes, estes devem ser novos, reconicionados ou regenerados, com teor de PCB igual ou inferior a 2,0 mg/kg (2 ppm), quando submetido à ensaio conforme a norma ABNT NBR 13882, conforme estabelecido pela lei federal n.º 14.250, de 25/11/2021.

A empresa reformadora deverá apresentar certificados de homologação dos materiais e matérias-primas empregadas, devendo ser de origem confiável e reconhecida no mercado nacional e internacional.

7.2.4 Movimentação dos transformadores

Os equipamentos de movimentação de cargas utilizados para o transporte dos equipamentos, tais como talhas, pórticos, pontes rolantes, paleteiras etc., deverão ser adequados aos serviços e estarem em perfeitas condições de funcionamento e possuir capacidades compatíveis com o peso dos produtos transportados.

Em casos de acidentes, no processo de movimentação dos equipamentos, as partes afetadas deverão ser substituídas por produtos novos, não sendo aceitos reparos e reformas.

7.2.5 Etiquetas autoadesivas

7.2.5.1 Etiqueta Nacional de Conservação de Energia

As portarias do INMETRO N.º 382, de 17/09/2021 e N.º 510, de 07/11/2016, define que a (s) empresa (s) reformadora (s) de transformadores de distribuição deverá estar, obrigatoriamente, em conformidade com os requisitos estabelecidos pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) para Transformadores de Distribuição em líquidos isolantes e devem possuir a etiqueta ENCE afixada no tanque.

A etiqueta ENCE deverá ser do tipo autocolante, para uso ao tempo e ser impressa na cor preta, notação Munsell N.º NA/1 e 2 % R, em fundo branco ou na segunda cor de impressão da embalagem que ofereça o maior contraste possível, conforme Desenhos 5 e 6.

7.2.5.2 Identificação de Isento de PCB

Os equipamentos reformados ou recuperados deverão utilizar óleo isolante, vegetal ou mineral, isento de PCB para seu preenchimento, utilizando para identificação etiqueta autoadesiva conforme Desenho 7.

A etiqueta deverá ser do tipo autocolante, para uso ao tempo e ser impressa em fundo branco ou na segunda cor de impressão da embalagem que ofereça o maior contraste possível, na cor preta, notação Munsell N.º NA/1 e 2 % R.

7.2.6 Inspeções

A empresa reformadora será responsável pela realização de todos os ensaios, devendo convocar a Energisa para o acompanhamento para a inspeção, com antecedência mínima de 30 (trinta) dias, e garantir que os equipamentos estejam totalmente finalizados para a realização da inspeção, e ainda preencher o relatório/planilha de serviço e orçamento e envio para o grupo Energisa, para análise e aprovação.

A inspeção para recebimento dos transformadores será realizada em laboratório próprio da empresa reformadora.

Caso a inspeção venha a ser dispensada pela Energisa, a empresa reformadora deverá realizar os ensaios sem a presença do inspetor da Energisa e encaminhar os relatórios para a área solicitante. Caso a Energisa considere os relatórios inadequados sob justificativa técnica, poderá ser solicitado novas inspeções e ensaios, sem ônus para a Energisa.

A Energisa irá escolher aleatoriamente 1 (uma) peça do lote, para realizar o ensaio de elevação de temperatura.

As normas técnicas brasileiras citadas no item 5 deverão estar à disposição do inspetor da Energisa, no local da inspeção.

A Energisa se reserva o direito de enviar inspetores próprio ou terceirizados, devidamente credenciados, com o objetivo de acompanhar qualquer etapa do



orçamento, reforma e, em especial, presenciar os ensaios de recebimento, devendo a empresa reformadora garantir ao inspetor, livre acesso a laboratórios e demais dependências.

A empresa reformadora deverá assegurar, aos inspetores, o direito de se familiarizarem com as instalações e equipamentos a serem utilizados, as instruções e desenhos, verificar calibrações, presenciar os ensaios, conferir resultados e, em caso de dúvida, efetuar novas inspeções e exigir a repetição de qualquer ensaio.

A empresa reformadora deverá apresentar a Energisa, certificados de aferição dos instrumentos a serem utilizados nas medições e ensaios, emitidos por órgão homologado pelo INMETRO ou por organização oficial similar em outros países. A periodicidade máxima dessa aferição deverá ser de acordo com o plano de calibração, o descumprimento dessa exigência, pode acarretar a desqualificação do laboratório.

Os custos da visita do inspetor da Energisa (locomoção, hospedagem, alimentação, homem-hora e administrativo) correrão por conta da empresa reformadora nos seguintes casos:

- Se o lote não estiver preparado na data agendada da inspeção, impedindo a conclusão dos trabalhos no prazo acordado;
- Se o ensaio de recebimento do lote for rejeitado, havendo necessidade de reavaliação.

O lote dos equipamentos será considerado aprovados e liberados, pelo inspetor da Energisa, mediante relatório de ensaios assinados com visto de aceitação.

7.2.7 Entrega do lote reformado

Após a aprovação do lote, a empresa reformadora deverá providenciar o envio a Energisa, no prazo definido no contrato, conforme item 10 desta norma.

7.2.8 Condições ambientais das instalações



As condições ambientais da área de trabalho deverão ser adequadas e dispor de um bom nível de:

- Aeração;
- Iluminação;
- Limpeza;
- Temperatura.

O acesso as áreas de bobinamento deve ser controlado, a fim de minimizarem a possibilidade de contaminação ao local. Em especial, a empresa reformadora deverá dispor, em todas as etapas do processo, de grupo completo de proteção contra possíveis vazamentos de óleos, de forma a garantir a eliminação de possíveis contaminações do meio ambiente.

A empresa reformadora deverá cumprir a legislação ambiental, nas esferas municipal, estadual e federal, dentro de suas instalações, sendo responsável pelo pagamento de multas e pelas ações decorrentes de práticas lesivas ao meio ambiente, que possam incidir sobre as distribuidoras do grupo Energisa, quando derivadas de condutas praticadas na prestação de serviços.

Em todas as etapas da reforma dos transformadores, inclusive nos processos utilizados no revestimento anticorrosivo e de acabamento de superfícies, deverá ser rigorosamente cumprida a legislação ambiental federais, estaduais e municipais aplicáveis.

No transporte dos transformadores devem ser atendidas as exigências do Código de Trânsito Brasileiro (CTB) e dos órgãos ambientais competentes, especialmente, as relativas à sinalização da carga e adequado transporte de materiais poluentes.

NOTAS:

- IV. A empresa reformadora é responsável pelo pagamento de multas e pelas ações que possam incidir sobre a Energisa, decorrentes de práticas lesivas ao meio

ambiente, quando derivadas de condutas praticadas por ele ou por seus subfornecedores.

- V. A Energisa poderá verificar, junto aos órgãos oficiais de controle ambiental, a validade das licenças de operação das unidades industriais e de transporte da empresa reformadora e dos subfornecedores.

A empresa reformadora deverá possuir área de armazenamento de transformadores com plataforma de concreto impermeabilizado, com canaletas e caixa de captação e separação de óleo.

7.2.9 Sucatas de materiais

A empresa reformadora deverá apresentar à Energisa, garantias de destinação adequada para todos os materiais sucateados (fio, papel, porcelana, borracha, ferro, resíduo de óleo isolante e outros), contaminados ou não com bifenilas policloradas (PCB), de acordo com as condições ambientais mencionadas no item 7.2.8, com apresentação de documentos e certificados que comprovem a correta destinação.

O descarte dos óleos isolante, seja mineral (OMI) ou vegetal (OVI), com ou sem bifenilas policloradas (PCB), deverá receber a destinação correta pela reformadora.

7.2.10 Período de garantia

A garantia de perfeito funcionamento dos transformadores deverá ser, no mínimo, de 18 (dezoito) meses, a contar da entrega do equipamento, tendo como referência, a data de emissão da nota de faturamento de entrega.

O certificado de garantia, emitido para cada equipamento do lote, deverá conter as seguintes informações:

- Número de série do transformador;
- Número patrimonial do transformador;
- Potência;

- Número de fases;
- Número de patrimônio;
- Tipo ou modelo;
- Prazo de garantia;
- Data da recuperação;
- Data da emissão.

7.2.11 Recursos humanos

A empresa reformadora deve emitir, através de documentos, as informações quanto aos responsáveis técnicos da empresa de reforma, contendo no mínimo as informações abaixo:

- Nomes completos;
- Registros do CREA vigente;
- Registros e quitações relacionados a pessoas físicas e jurídicas;
- Certidões cabíveis à execução de suas funções.

7.3 Triagem

7.3.1 Procedimentos para triagem

Os procedimentos para triagem ficarão estabelecidos conforme fluxograma do Desenho 1.

Deve-se identificar, após verificação e análises em cada transformador de forma a permitir a classificação do estado, através de marcação ou adesivos, da seguinte maneira:

- a) Reforma Geral (RG):



É a indicação de que o transformador deve ter seus enrolamentos de baixa tensão (BT) e média tensão (MT) substituídos, independente do estado, e deve ser avaliado a necessidade de substituição dos invólucros isolantes, tanque, tampas, radiadores etc.

A marcação ou adesivo em vermelho.

b) Sucata (S):

É a indicação que o transformador não atende aos requisitos desta norma, e deverá ser sucateado e com destinação definida e correta.

A marcação ou adesivo em preto.

c) Garantia (G):

É a indicação de que o transformador está em período de garantia.

A marcação ou adesivo em azul.

7.3.2 Critérios para triagem

7.3.2.1 Sucateamento do equipamento

A equipe de triagem deverá sucatear os transformadores quando:

- a) Equipamentos com teor de PCB igual ou superior a 500 mg/kg (500 ppm), quando submetido à ensaio conforme a norma ABNT NBR 13882;
- b) Possuírem carcaça altamente deformada ou que tiveram o núcleo danificado;
- c) Não possuírem placas de identificação;
- d) Com data de fabricação (vida útil) superior a:
 - Óleo mineral isolante (OMI): 25 (vinte e cinco) anos;
 - Óleo vegetal isolante (OVI): 27 (vinte e sete) anos.

NOTA:

VI. Para equipamentos acima desta data, a empresa reformadora deverá indicar as condições de possível reforma.

- e) Não serem de fabricantes contido na Tabela 7;
- f) Transformadores que não se enquadrar nos padrões apontados nas especificações ETU-109 (série), e/ou não atenderem aos níveis de perdas do projeto original, conforme Tabelas 1 a 6;
- g) Transformadores monofásicos (F/N), com potência menor que 10 kVA (este excluído), retirados de campo por quaisquer motivos;
- h) Transformadores bifásicos (F/F), com qualquer potência, retirados de campo por quaisquer motivos;
- i) Transformadores trifásicos, com potência menor que 15 kVA (este excluído), retirados de campo por quaisquer motivos;
- j) Transformadores com potência diferente dos definidos como padrão, conforme ETU-109 (série).

7.3.2.2 Reforma do equipamento

A equipe de triagem deverá considerar os seguintes critérios, devendo constar na planilha de orçamentos da empresa reformadora:

- a) Equipamentos com teor de PCB inferior a 50 mg/kg (50 ppm), quando submetido à ensaio conforme a norma ABNT NBR 13882;
- b) Equipamentos retirados de campo, em obras de aumento de carga, devem ser devolvidos ao almoxarifado, desde que atendam aos seguintes requisitos:
 - Passar por inspeção visual minuciosa, onde deve-se averiguar sinais de avarias, vazamentos, sinais de sobrecarga, carcaça deformada ou invólucros isolantes danificados;

- Ser aprovado no ensaio de medição da relação de transformação (TTR);
 - Se enquadrar nos padrões dimensionais, conforme especificado na ETU-109 (série).
- c) Equipamentos retirado de campo, reprovados no ensaio de medição da relação de transformação (TTR).

8 CONDIÇÕES TÉCNICAS

Os transformadores deverão ser reformados para operar nas suas condições originais, ou seja, de acordo com a ETU-109 (série) e com os níveis de perdas do projeto original do transformador:

- a) Sistema de distribuição;
- b) Instalação aérea;
- c) Resfriamento natural;
- d) Frequência nominal: 60 Hz;
- e) Polaridade subtrativa para os transformadores trifásicos de classe 15 kV, 24,2 kV (25 kV) e 36,2 kV (35 kV);
- f) Polaridade subtrativa para os transformadores monofásicos classe 15 kV, 24,2 kV (25 kV) e 36,2 kV (35 kV);
- g) Deslocamento angular dos transformadores trifásicos deve ser de 30°, com fases do lado de tensão inferior atrasada em relação às fases correspondentes do lado de tensão superior;
- h) Os transformadores deverão ter derivações em média tensão (MT), conforme:
 - Transformadores monofásico:
 - 5 (cinco) derivações, conforme ETU-109.1 e ETU-109.2

- 7 (sete) derivações, conforme ETU-109.6;
- Transformadores trifásicos:
 - 4 (quatro) derivações, conforme ETU-109.1 e ETU-109.2
 - 7 (sete) derivações, conforme ETU-109.6;
- i) Serem adequado para funcionamento conforme estabelecido nas especificações ETU-109 (série).

8.1 Principais características elétricas

Todas as características elétricas devem estar em conformidade com a ETU-109 (série), ressaltando que:

- A elevação de temperatura deverá ser conforme projeto original, sendo obrigatório o uso de papel termo estabilizado;
- As perdas devem ser de acordo com o projeto original do transformador a ser reformado, podendo ter as tolerâncias, conforme ETU-109 (série);
- A empresa reformadora deverá cumprir e atender ao nível de perdas estabelecido no projeto original do transformador;
- A potência nominal do transformador reformado deve ser igual a potência nominal do projeto original do transformador.

8.2 Principais características e serviços mecânicos

8.2.1 Descrição dos principais serviços

- a) Serviços de triagem:
 - Reconhecimento;
 - Abertura;

- Inspeção visual.
- b) Serviços de projeto;
 - Projeto;
 - Simulações.
- c) Serviços de produção;
 - Montagem da parte ativa;
 - Montagem de tampa;
 - Montagem do tanque e enchimento de óleo;
- d) Serviços de caldeiraria e pintura.
- e) Serviços de ensaios e ensaios
 - Ensaios de rotina;
 - Elaboração de relatórios.
- f) Serviços de embalagem e transporte.

8.2.2 Critérios para reforma

8.2.2.1 Geral

A empresa reformadora deve cumprir com todas as exigências e critérios estabelecidos na ETU-109 (série).

O transformador deverá ser reformado para operar hermeticamente selado, devendo suportar variações de pressão interna, bem como o seu próprio peso quando içado através das alças de suspensão.

O número de série deverá ser marcado em baixo relevo na placa de identificação, em uma das barras de aperto superior do núcleo, na tampa e no tanque,



preferencialmente na orelha de suspensão que fica à direita de um observador voltado para o lado da baixa tensão.

NOTA:

VII. Não se permitirá que os transformadores venham com numerações diferentes.

Os componentes relacionados a seguir poderão ser mantidos se estiverem em boas condições, não comprometendo os ensaios do transformador, bem como, seu perfeito funcionamento. Sendo necessária à confecção de alguns desses componentes, estes deverão estar em conformidade com a ETU-109 (série) e ainda:

a) Tanque:

Deverá possuir, preferencialmente, seção transversal, elíptica ou circular e dimensões, e espessura da chapa de aço para o tanque deverá estar em conformidade com a ETU-109 (série).

Devem ser eliminados do transformador qualquer um dos itens relacionados abaixo:

- Suspiro;
- Bujão de drenagem;
- Fixação para termômetro;
- Indicador de nível de óleo.

b) Tampa:

A tampa deve ser fixada ao tanque por meio de dispositivos adequados e imperdíveis quando da sua retirada do transformador e deve ser garantida a continuidade elétrica entre a tampa e o tanque, de forma que não impeça a retirada da tampa, com, no mínimo:

- Transformador monofásico: 06 (seis) presilhas de fixação da tampa principal;
- Transformadores trifásicos: 08 (oito) presilhas de fixação da tampa principal;



Quando existente, as janelas de inspeção deverão ser fechadas através de processo de solda e deverão suportar todas as pressões internas, conforme estabelecido pela ABNT NBR 5440.

A espessura da chapa de aço para a tampa deverá estar em conformidade com a ETU-109 (série).

c) Estrutura de apoio

Deverá possuir uma estrutura de apoio que assegure uma distância mínima de 10 mm entre a chapa e o fundo e o plano de apoio do transformador, que poderá ser constituída de barras de ferro chatas ou quadrada, soldados à chapa do fundo, ou prolongamentos de toda a superfície lateral do tanque.

d) Radiadores:

Os radiadores devem ser do tipo aletados ou radiadores tubulares, fixados ao tanque, através de solda e espessura da chapa de aço deverá estar em conformidade com a ETU-109 (série).

Deverá ser observado, com especial cuidado, o estado das chapas em relação às soldas e à corrosão. Esses componentes deverão ser substituídos por outros, de mesmas características, nos casos em que o estado atual assim o exigir;

NOTA:

VIII. Os radiadores substituídos e/ou reutilizados devem se submeter ao processo de limpeza com ácidos, graxas ou outros processos químicos.

e) Suporte para fixação no poste:

Os suportes devem ser soldados no tanque e ter formato e dimensões e espessura tal que suportem perfeitamente o peso do transformador e permitam a instalação adequada deste ao poste, e estar em conformidade com a ETU-109 (série).

8.2.2.2 Ferragens



O tanque e a tampa, qualquer outra peça metálica que poderá ser reutilizada, deverá ser lavada para remoção de impurezas e vestígios de óleo, através de processo adequado, verificando os limites legais para descarte dos líquidos efluentes do processo, conforme as resoluções normativas do CONAMA N.º 357, de 17/03/2005 e N.º 397, de 03/04/2008.

Após o processo de lavagem, todas as peças internas e externas, deverão ser submetidas ao processo de jateamento abrasivo à metal base, padrão visual Sa 3, conforme ISO 8501-1.

Os flanges dos invólucros isolantes, presilhas externas (sistema de fixação das tampas), parafusos, porcas e arruelas deverão receber tratamento superficial de zincagem por imersão a quente, conforme ABNT NBR 6323 ou ASTM A153.

NOTAS:

- IX. Não admitindo em hipótese alguma, galvanização eletrolítica;
- X. É permitida a utilização de processos de proteção anticorrosivos alternativos à zincagem por imersão a quente mediante aprovação prévia da Energisa.

8.2.2.3 Suporte de para-raios

Quando os transformadores a ser reformados, que não conterem na sua concepção, os suportes de para-raios, deverá ser instalado suporte para fixação de para-raios por fase. O suporte poderá ser soldado ao tanque e deve ser equipado com parafuso, porca e arruelas, conforme Desenho 2.

8.2.2.4 Dispositivo para adequação da válvula de alívio de pressão

Quando os transformadores a ser reformados, que não conterem na sua concepção, dispositivo de fixação da válvula, deverá ser instalado na tampa, conforme a ETU-109 (série).

8.2.2.5 Dispositivo para alívio automático de pressão interna

Deverá ser instalado uma válvula de alívio de pressão interna, conforme Desenho 3.

8.2.2.6 Juntas de vedação

Todas as juntas de vedação deverão ser trocadas por novas e não deverão apresentar sinal de pintura.

O material de vedação dos transformadores deve ser em borracha nitrílica com alto teor de acrilonitrila (> 35 %), conforme a ASTM D297 e atender as características abaixo:

- a) Densidade: 1,15 a 1,30 g/cm³;
- b) Dureza Shore A: 65 ± 5;
- c) Cinza: 1,0 % a 3,0 %;
- d) Enxofre livre: Negativo;
- e) Tensão de ruptura (mín.): mín. 10 MPa;
- f) Alongamento (mín.): 300 %
- g) Tensão de ruptura (mín.): mín. 2,5 MPa;
- h) Alongamento (mín.): 150 %.

8.2.2.7 Barras de aperto

8.2.2.7.1 Em aço

Deverão receber limpeza completa, estando totalmente desprovidas de impurezas, películas de tinta soltando, sinais de ferrugem ou qualquer outra substância que possa contaminar o óleo isolante.

Caso apresentem as falhas acima descritas, as barras deverão ser desengraxadas, lixadas e pintadas novamente.



A tinta a ser usada nas barras de aperto deverá ser a mesma usada para pintura da superfície interna do transformador.

8.2.2.7.2 Em madeira

A barra de aperto que se apresentar quebrada, lascada, com trincas ou rachaduras deverá ser substituída por outra de dimensão ou projeto idêntico. Antes de cortada, a peça deve sofrer secagem em estufa durante o tempo necessário. Depois de cortada, feitos todos os entalhes, furos etc., a peça deverá voltar à estufa, agora imersa em óleo isolante, para retirada de toda a resina da madeira e de modo que a mesma fique impregnada pelo óleo isolante. Em seguida a peça deverá voltar à estufa para nova secagem. Somente após receber este tratamento, ela poderá ser utilizada no transformador;

As barras de aperto que se apresentam em bom estado deverão passar por uma limpeza completa, seguida de secagem em estufa durante um período conveniente. Somente depois de passarem por esse processo poderão ser reutilizadas no transformador.

As barras de aperto deverão ser montadas e apertadas corretamente, de modo a evitar vibração do núcleo e aumento do nível de ruído.

As roscas dos tirantes das barras de aperto não deverão ser pintadas, mas necessitarão ser limpas e não apresentar sinais de oxidação.

8.2.2.8 Parte ativa

A parte ativa completa, contendo os enrolamentos, núcleo, isolamentos, derivações, calços, resistência mecânica, condutores do comutador etc., devem estar em conformidade com a ETU-109 (série).

O sistema de fixação da parte ativa poderá ser mantido conforme o original do transformador a ser reformado, e em caso de se usar formas de fixações atuais deverá estar em conformidade com a ETU-109 (série) e possuir dois olhais localizados na parte superior da parte ativa, preferencialmente nas barras de aperto,



construídos de maneira que não danifiquem os componentes da parte ativa quando do seu levantamento.

A fixação para içamento da parte ativa poderá ser mantida se a original estiver em boas condições. Caso contrário deverá ser confeccionada outra de acordo com a ABNT NBR 5440.

Os calços das bobinas de MT e BT deverão ser de madeira ou fenolite, conforme projeto original.

NOTA:

XI. Não serão aceitos calços de papelão.

8.2.2.8.1 Núcleo

Os núcleos deverão estar em conformidade com a ETU-109 (série), aonde aplicável. A reutilização do núcleo somente será permitida diante as seguintes condições:

- As lâminas do núcleo deverão passar por uma limpeza completa, de forma que fiquem isentas de quaisquer impurezas que possam contaminar o líquido isolante;
- Depois de limpas, deverão ser remontadas convenientemente, não devendo sofrer dobras ou amassamentos de espécie alguma em nenhum ponto, sem perda do revestimento;
- Os núcleos deverão ser aterrados ao tanque por intermédio da barra de aperto e da fixação da parte ativa ao tanque;
- Os núcleos enrolados ou com construção similar, que possuam fitas de aço para fixação das barras de aperto e dos enrolamentos, deverão ter as fitas substituídas por outras que possuam tratamento químico superficial e resistência mecânica de igual qualidade;

- Os apertos deverão ser feitos de forma a assegurar a rigidez mecânica do conjunto núcleo-enrolamento, sem causar danos aos canais de circulação de óleo;
- O núcleo deverá estar montado sem “gaps”, assegurando um fechamento correto, sem dobras e amassamentos das chapas;
- Transformadores que forem identificados tendo núcleo danificado não deverão ser reformados.

8.2.2.8.2 Enrolamento de MT e BT

Em caso de danificação, todas as bobinas de MT deverão ser substituídas mesmo que apenas uma delas tenha sido danificada, utilizando obrigatoriamente condutores novos.

No caso das bobinas de BT, as mesmas devem ser reaproveitadas, desde que, não tenham sido afetadas pelo problema ocorrido no transformador.

8.2.2.8.3 Sistemas de comutação de tensões

Os comutadores de tensão devem estar em conformidade com a ETU-109 (série).

Os transformadores que possuem comutador com comando interno deverão ter o comando substituído por um externo de acordo com a ETU-109 (série), caso não seja possível, o transformador deve ser descartado.

8.2.2.9 Invólucro isolante e terminais

Os invólucros isolantes, terminais e conectores devem estar em conformidade com a ETU-109 (série).

Todos os invólucros isolantes reaproveitados deverão passar, obrigatoriamente, por processo de limpeza completa e secagem em estufa, ficando totalmente isentas de substâncias e/ou corpos estranhos, que possam alterar seu nível de isolamento.

Todas as juntas, caixetas e arruelas de papelão devem ser substituídas.

Todo transformador monofásico que estiver com o terminal “H0” fixado diretamente na tampa principal deverá ser padronizado com a bucha e o terminal “H2”.

8.2.2.9.1 Média tensão (MT)

Os invólucros isolantes de média tensão (MT) devem ser substituídas quando apresentarem trincas, quebra das saias e sinais de fuga de corrente.

Caso necessário a substituição, os invólucros isolantes devem ser de porcelana vitrificada, na cor marrom, notação Munsell 5,0 YR 3,0/3,0 e estarem de acordo com as ABNT NBR 5034 e ABNT NBR 5435, com níveis de isolamento e distâncias de escoamento mínimas conforme especificado pela ETU-109 (série).

Os terminais primários devem ser do tipo grampo com olhal T1 até 160 A e ser dimensionados para condutores com seção transversal de 10 mm² a 70 mm², conforme a ABNT NBR 5435, e confeccionados em liga de cobre ou cobre eletrolítico, revestido em estanho, com camada mínima de 8,0 µm ou prata, com camada mínima de 2,0 µm.

NOTAS:

- XII. Os invólucros isolantes fabricados com outro material podem ser aceitos, mediante aprovação prévia da Energisa;
- XIII. Os terminais não devem apresentar soldas ou emendas.

8.2.2.9.2 Baixa tensão (BT)

Os invólucros isolantes de baixa tensão (BT) devem ser substituídas quando apresentarem trincas, quebra das saias e sinais de fuga de corrente.

Caso necessário a substituição, os invólucros isolantes devem ser de porcelana vitrificada, na cor marrom, notação Munsell 5,0 YR 3,0/3,0 e estarem de acordo com as ABNT NBR 5034 e ABNT NBR 16856, com níveis de isolamento e distâncias de escoamento mínimas conforme especificado pela ETU-109 (série).



Os terminais secundários devem ser do tipo bandeira (spade) T2 e T3, com 2 ou 4 furos padrão NEMA, conforme a ABNT NBR 16856 e atender os requisitos estabelecidos ETU-109 (série). Quando a concepção do transformador, os terminais forem do tipo T1, os mesmos deverão ser substituídos.

NOTAS:

- XIV. Os invólucros isolantes fabricados com outro material podem ser aceitos, mediante aprovação prévia da Energisa;
- XV. Os terminais não devem apresentar soldas ou emendas.

8.2.2.10 Placa adicional de referência

Os equipamentos submetidos a reforma geral devem possuir placa adicional de referência, confeccionada em alumínio anodizado ou aço inoxidável, com espessura de 0,5 mm, e ter dimensões conforme Desenho 4.

Caso o equipamento já tenha passados por reforma geral, a empresa reformadora deverá manter a placa adicional de reforma já existente, gerando nova placa adicional para a reforma atual.

No campo de observações da placa adicional, deve-se indicar a característica do serviço de reforma, tais como:

- “Reforma Geral”: quando o transformador tiver o enrolamento de MT e BT substituídos;
- “Reforma sem Substituição de Enrolamento”: quando o transformador não tiver os enrolamentos substituídos.

8.2.2.11 Numeração de patrimônio

Os equipamentos devem conter a numeração de patrimônio sequencial, pintadas em seu tanque. A numeração deverá ser de forma legível e indelével, cor preta, notação

Munsell N1, e resistir às condições de ambiente agressivo, durante a vida útil do equipamento.

Em equipamentos que a pintura está ilegível, a empresa reformadora deverá solicitar à Energisa a numeração de patrimônio sequencial.

A empresa reformadora deverá fornecer à Energisa, após a liberação dos equipamentos, uma relação individualizada, por unidade de negócio (concessionária), contendo:

- a) Número de série de fabricação;
- b) Número de patrimônio correspondente;
- c) Tensão primária nominal, em quilovolt (kV);
- d) Tensão secundária nominal, em volt (V);
- e) Potência nominal, em quilovolts-ampère (kVA);
- f) Unidade de negócio da Energisa.

8.2.2.12 Data final de garantia

Os equipamentos devem conter, na base do tanque, a data final da garantia da reforma, acrescido dos dizeres “ÚLTIMA REFORMA”.

Ex.: garantia até agosto de 2016, deverá ser pintado na base do transformador:

G - 08/16 - ÚLTIMA REFORMA

8.3 Óleo isolante

Os equipamentos devem utilizar óleo isolante novo ou reconicionados ou regenerados, conforme sua concepção construtiva:

- a) Óleo mineral isolante, de acordo com as resoluções vigentes da ANP, dos tipos:
 - Tipo A (base naftênica);

- Tipo B (base parafínica).

b) Óleo vegetal ou éster natural isolante, de acordo com a ABNT NBR 15422.

NOTAS:

XVI. Óleo mineral isolante do tipo B (base parafínica) não devem ser utilizados;

XVII. Não serão aceitos óleos isolantes reconicionados ou regenerados.

Os óleos retirados dos equipamentos, seja mineral (OMI) ou vegetal (OVI), com ou sem bifenilas policloradas (PCB) deverá receber a destinação correta pela empresa reformadora, comprovado por documentação ou certificação do descarte, para eventuais consultas da Energisa.

8.4 Pintura e marcações

8.4.1 Acabamento interno

No acabamento interno dos transformadores, devem ser observados os seguintes requisitos:

- a) As impurezas devem ser totalmente removidas por processo adequado, imediatamente após a fabricação do tanque;
- b) Deve ser aplicada base antiferruginosa, branco, notação Munsell N 9,5, que não afete nem seja afetada pelo líquido isolante;
- c) Espessura seca total mínima de 30 µm.

Os equipamentos devem ter um traço demarcatório indelével indicando o nível do líquido isolante a 25 °C, pintado em cor contrastante com o acabamento interno do tanque, do mesmo lado do suporte para fixação no poste, de maneira que seja bem visível, retirando-se a tampa do tanque.

8.4.2 Acabamento externo para ambiente não agressivo



No acabamento externo dos transformadores para ambiente não agressivo, classe 2 (II), devem ser observados os seguintes requisitos:

- a) As impurezas devem ser removidas por processo químico, conforme ABNT NBR 15158 e jateamento abrasivo seco ao metal, padrão visual Sa 3, conforme ISO 8501-1, logo após a fabricação do tanque;
- b) Em seguida, aplica-se 1ª demão de base tinta epóxi de alta espessura, curada com poliamida, conforme padrão Petrobras N-1211, com espessura seca (demão) de 120 μm ;
- c) Aplica-se 2ª demão, de tinta de poliuretano acrílico alifático, conforme padrão Petrobras N-2677, com espessura seca (demão) de 45 μm ;
- d) Por fim, 3ª demão, de tinta de poliuretano acrílico alifático, conforme padrão Petrobras N-2677, com espessura seca (demão) de 45 μm , nas cores:
 - Transformadores com óleo mineral isolante (OMI): Cinza-claro, notação Munsell N 6.5;
 - Transformadores com óleo vegetal isolante (OVI): Verde-claro, notação Munsell 5G 8/4 (ref.: Petrobrás: verde pastel 3582).
- e) Espessura seca total mínima de 210 μm .

NOTA:

XVIII. Outros processos de proteção anticorrosiva e pintura poderão ser aceitos, desde que submetidos a prévia aprovação por parte da Energisa.

8.4.3 Acabamento externo para ambiente agressivo

No acabamento externo dos transformadores para ambiente agressivo, classe 4 (IV), devem ser observados os seguintes requisitos:

- 
- a) As impurezas devem ser removidas por processo químico, conforme ABNT NBR 15158 e jateamento abrasivo seco ao metal quase branco, padrão visual Sa 3, conforme ISO 8501-1, logo após a fabricação do tanque;
- b) Em seguida, aplica-se 1ª demão de base tinta de fundo epóxi rica em zinco, curada com poliamida, conforme padrão Petrobras N-1277, com espessura seca (demão) de 80 a 100 µm;
- c) Aplica-se 2ª demão, de tinta epóxi poliamida de alta espessura e elevado teor de sólidos, conforme padrão Petrobras N-2628, com espessura seca (demão) de 100 µm;
- d) Aplica-se 3ª demão, de tinta de poliuretano acrílico alifático, conforme padrão Petrobras N-2677, com espessura seca (demão) de 45 µm;
- e) Por fim, 4ª demão, de tinta de poliuretano acrílico alifático, conforme padrão Petrobras N-2677, com espessura seca (demão) de 45 µm, nas cores:
- Transformadores com óleo mineral isolante (OMI): Azul-claro, padrão RAL 5012;
 - Transformadores com óleo vegetal isolante (OVI): Verde-claro, notação Munsell 5G 8/4 (ref.: Petrobrás: verde pastel 3582).
- f) Espessura seca total mínima de 270 µm.

NOTA:

- d) Outros processos de proteção anticorrosiva e pintura poderão ser aceitos, desde que submetidos a prévia aprovação por parte da Energisa.

8.4.4 Marcações e simbologia

Os equipamentos reformados devem conter as marcações e simbologias conforme definições da ETU-109 (série).

9 INSPEÇÃO E ENSAIOS

9.1 Relação de ensaio

Os equipamentos reformados devem ser submetidos as inspeções e ensaios, com os mesmos critérios e definições descritas na ETU-109 (série).

Os ensaios de recebimento (RE) dos equipamentos reformados são constituídos de:

- a) Inspeção geral;
- b) Verificação dimensional;
- c) Ensaio de elevação de temperatura (1 unidade por lote);
- d) Ensaio de resistência dos enrolamentos;
- e) Ensaio de resistência de isolamento;
- f) Ensaio de relação de transformação;
- g) Ensaio de polaridade;
- h) Ensaio de deslocamento angular e sequência de fases;
- i) Ensaio de impedância de curto-circuito;
- j) Ensaio de perdas em carga e perdas em vazio;
- k) Ensaio de corrente de excitação;
- l) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial;
- m) Ensaio de tensão induzida de curta duração;
- n) Ensaios para verificação da pintura do tanque;
 - Ensaio de aderência;
 - Ensaio de espessura de camada de tinta.

o) Ensaio de verificação da resistência mecânica do suporte para fixação do transformador (aplicável quando da substituição do suporte);

p) Ensaio físico-químico do óleo isolante:

- Óleo mineral isolante (OMI):

- Ensaio de tensão interfacial;
- Ensaio de teor de água;
- Ensaio de rigidez dielétrica (eletrodo de disco);
- Ensaio de rigidez dielétrica (eletrodo de calota);
- Ensaio de fator de perdas dielétricas ou fator de dissipação a 25 °C e 100 °C;
- Ensaio de índice de neutralização;
- Ensaio de teor de bifenilaspolicloradas (PCB).

- Óleo vegetal isolante (OVI):

- Ensaio de aspecto visual
- Ensaio de cor
- Ensaio de viscosidade cinemática a 20 °C, 40 °C e 100 °C;
- Ensaio de ponto de fulgor
- Ensaio de ponto de combustão
- Ensaio de ponto de fluidez
- Ensaio de rigidez dielétrica (eletrodo de disco);
- Ensaio de rigidez dielétrica (eletrodo de calota);

- Ensaio de fator de perdas dielétricas a 25 °C, 90 °C e 100 °C;
 - Ensaio de índice de neutralização;
 - Ensaio de teor de água;
 - Ensaio de teor de bifenilaspolicloradas (PCB).
- q) Ensaio do comutador;
- Ensaio mecânicos;
 - Ensaio de sequência de operações.
- r) Ensaio de resistência das juntas de vedação ao óleo isolante;
- s) Ensaio de compatibilidade das juntas de vedação com o óleo isolante;
- t) Ensaio de verificação de zincagem;
- u) Ensaio de verificação de estanhagem dos terminais;
- v) Ensaio de estanqueidade e resistência à pressão a frio;
- w) Ensaio de verificação do equilíbrio de tensões (aplicável aos transformadores monofásicos);
- x) Ensaio da válvula de alívio de pressão interna;
- y) Ensaio de verificação do torque nos terminais.

9.2 Relatórios dos ensaios

Os relatórios dos ensaios devem ser em formulários com as indicações necessárias à sua perfeita compreensão e interpretação conforme indicado na ETU-109 (série).

9.3 Planos de amostragem

O plano de amostragem para os ensaios de um lote está indicado na ETU-109 (série).

9.4 Aceitação e rejeições

O lote inspecionado será aceito se:

- a) Nos ensaios de recebimento, os resultados dos ensaios estiverem com os critérios estabelecidos na ETU-109 (série);
- b) Os resultados dos ensaios de recebimento estiverem compatíveis com os correspondentes dos demais ensaios de tipo e com os valores garantidos pelo fabricante no Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas.

Em um lote rejeitado no recebimento, será dado ao fornecedor o direito de ensaiar individualmente todos os equipamentos, eliminando os defeituosos e apresentar os demais para novos ensaios de recebimento na presença do inspetor, neste caso, a nova amostragem fica a critério da Energisa, para confirmar os resultados dos relatórios dos ensaios feitos pelo próprio fabricante.

Caso aprovado, as unidades defeituosas devem ser substituídas por novas. E em caso de nova reprova, o lote será recusado por completo.

A rejeição do lote, em virtude de falhas constatadas nos ensaios, não dispensa o fornecedor de cumprir as datas de entrega prometidas. Se a rejeição tornar impraticável a entrega do material nas datas previstas, ou se tornar evidente que o fornecedor não será capaz de satisfazer as exigências estabelecidas nesta Especificação, a Energisa se reserva o direito de rescindir todas as suas obrigações e de obter o material de outro fornecedor. Em tais casos, o fornecedor será considerado infrator do contrato e estará sujeito às penalidades aplicáveis.

10 EMBALAGEM, ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE

10.1 Coleta dos equipamentos

Para as operações de coleta dos equipamentos avariados, a empresa reformadora deverá possuir veículos apropriados para o transporte (caminhões e carretas), próprio ou terceirizado, com as seguintes características:

- Sistema de elevação e transporte de carga, tipo Guindauto;
- Kit de contenção de óleo emergencial, contendo tambores de 200 litros e bomba de sucção;
- Bandejas de aço para contenção de óleo.

10.2 Retorno do equipamento reformado

Os transformadores devem ser expedidos com líquido isolante completamente preenchido, com o seu nível normal de operação e na derivação (TAP) correspondente à tensão primária nominal, conforme definição com a ETU-109 (série).

Os transformadores devem ser acondicionados individualmente, em container (caixa para transporte), confeccionada em madeira, não retornáveis, contendo:

- Travas diagonais para evitar movimentos laterais dos transformadores durante o transporte;
- Topo nivelado de modo a permitir o perfeito empilhamento de outra embalagem sobreposta;
- Suas laterais superiores dimensionadas para suportar, sem deformação, o peso de outra embalagem sobreposta.

NOTAS:

- XIX. A madeira utilizada para a confecção da embalagem não deve conter substâncias ou produtos passíveis de agredir o meio ambiente quando do descarte ou reaproveitamento dessas embalagens;
- XX. Madeira empregada deve ter qualidade no mínimo igual à do pinus de segunda e certificada pelo IBAMA.

11 NOTAS COMPLEMENTARES

A presente Especificação Técnica não invalida qualquer outra da ABNT ou de outros órgãos competentes, mesmo a partir da data em que a mesma estiver em vigor. Todavia, em qualquer ponto onde surgirem divergências entre esta Especificação Técnica e as normas dos órgãos citados, prevalecerão as exigências mínimas aqui estabelecidas.

Quaisquer críticas e/ou sugestões para o aprimoramento desta Especificação Técnica serão analisadas e, caso sejam válidas, incluídas ou excluídas deste texto.

As sugestões deverão ser enviadas à Energisa pelo e-mail:

normas.tecnicas@energisa.com.br

12 HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO

Data	Versão	Descrição das alterações realizadas
01/10/2014	1.0	<ul style="list-style-type: none">1ª Edição
01/12/2017	2.0	<ul style="list-style-type: none">5.3 Critérios para Triagem;7.1.8. Requisitos de Etiquetagem;9.2.3. Alteração do termo orelhas de suspensão por alças.9.3. Inclusão do afastamento de no mínimo 20 mm entre o corpo do transformador e qualquer parte da placa;Definição da observação da placa;9.8.2. Inclusão da especificação técnicaAs impurezas devem ser removidas por processo químico ou jateamento abrasivo ao metal quase branco, padrão visual Sa 2 ½ da SIS-05-5900, logo após a fabricação do tanque”;Inclusão nítrica (Acrilonitrilla-37% á 41%), conforme STMD297;9.14 Transformadores que forem identificados tendo núcleo problemático não deverão ser reformados;9.16. Ao sofrerem reforma, transformadores que possuírem comando interno do comutador deverão ter o comando substituído por um externo de acordo com NDU-008;Tabela 01 e 02 atualizadas;Inclusão 9.17 Especificações técnicas de Óleos isolantes;



Data	Versão	Descrição das alterações realizadas
		<ul style="list-style-type: none">Tabela 03. Óleo de base naftênica ou parafínica, inibido ou não, após recondicionamento, antes ou após contato com equipamento.
01/10/2020	3.0	<ul style="list-style-type: none">Revisão geral em toda a norma, com modificações em todos os capítulos. Adequação da norma à Especificação Técnica Unificada (ETU) nº 109 e suas partes.
01/01/2023	4.0	<ul style="list-style-type: none">Revisão geral.

13 VIGÊNCIA

Esta Norma Técnica entra em vigor na data de 01/03/2023 e revoga as versões anteriores.

14 TABELAS

TABELA 1 - Transformadores monofásicos e trifásicos, fabricados após 01/1988 (ABNT NBR 5440/1987)

	Classe de tensão	Potência nominal	Perdas		Corrente de excitação (máx.)	Impedâncias de curto-circuito
			em vazio (máx.) P_o	totais (máx.) P_T		
	(kV _{ef})	(kVA)	(W)		(%)	
Transformadores monofásicos	15,0	5	55	165	4,2	2,5
		10	70	270	3,5	
		15	100	370	3,2	
		25	140	540	2,8	
		37,5	190	730	2,5	
		50	220	860	2,3	
	24,2	5	60	180	5,0	2,5
		10	85	300	4,2	
		15	105	410	3,8	
		25	150	600	3,3	
		37,5	205	810	3,0	
		50	255	1.010	2,8	
	36,2	5	60	180	5,0	3,0
		10	85	300	4,2	
		15	105	410	3,8	
		25	150	600	3,3	
		37,5	205	810	3,0	
		50	255	1.010	2,8	

	Classe de tensão	Potência nominal	Perdas		Corrente de excitação (máx.)	Impedâncias de curto-circuito
			em vazio (máx.) P ₀	totais (máx.) P _T		
	(kV _{ef})	(kVA)	(W)		(%)	
Transformadores trifásicos	15,0	15	120	460	5,0	3,5
		30	200	770	4,3	
		45	260	1.040	3,9	
		75	390	1.530	3,4	
		112,5	520	2.070	3,1	
		150	640	2.550	2,9	
		225	900	3.600	2,6	4,5
		300	1.120	4.480	2,4	
	24,2	15	130	520	6,0	4,0
		30	215	860	5,0	
		45	290	1.160	4,5	
		75	425	1.700	4,0	
		112,5	575	2.300	3,6	
		150	715	2.860	3,3	
		225	970	3.880	3,0	5,0
		300	1.200	4.800	2,8	
	36,2	15	130	520	6,0	4,0
		30	215	860	5,0	
		45	290	1.160	4,5	
		75	425	1.700	4,0	
		112,5	575	2.300	3,6	
		150	715	2.860	3,3	
		225	970	3.880	3,0	5,0
		300	1.200	4.800	2,8	

TABELA 2 - Transformadores monofásicos e trifásicos, fabricados após 09/1999 (ABNT NBR 5440/1999)

	Classe de tensão	Potência nominal	Perdas		Corrente de excitação (máx.)	Impedâncias de curto-circuito
			em vazio (máx.) P_0	totais (máx.) P_T		
	(kV _{ef})	(kVA)	(W)		(%)	
Transformadores monofásicos	15,0	5	50	160	4,0	2,5
		10	60	260	3,3	
		15	85	355	3,0	
		25	120	520	2,7	
		37,5	160	70	2,4	
		50	190	830	2,2	
	24,2	5	50	170	4,8	2,5
		10	70	285	4,0	
		15	90	395	3,6	
		25	130	580	3,1	
		37,5	170	775	2,9	
		50	220	975	2,7	
	36,2	5	50	170	4,8	3,0
		10	70	285	4,0	
		15	90	395	3,6	
		25	130	580	3,1	
		37,5	170	775	2,9	
		50	220	975	2,7	

	Classe de tensão	Potência nominal	Perdas		Corrente de excitação (máx.)	Impedâncias de curto-circuito
			em vazio (máx.) P ₀	totais (máx.) P _T		
	(kV _{ef})	(kVA)	(W)		(%)	
Transformadores trifásicos	15,0	15	100	440	4,8	3,5
		30	170	740	4,1	
		45	220	1.000	3,7	
		75	330	1.470	3,1	
		112,5	440	1.990	2,8	
		150	540	2.450	2,6	
		225	765	3.465	2,3	4,5
		300	950	4.310	2,2	
	24,2	15	110	500	5,7	4,0
		30	180	825	4,8	
		45	250	1.120	4,3	
		75	360	1.635	3,6	
		112,5	490	2.215	3,2	
		150	610	2.755	3,0	
		225	820	3.730	2,7	5,0
		300	1.020	4.620	2,5	
	36,2	15	110	500	5,7	4,0
		30	180	825	4,8	
		45	250	1.120	4,3	
		75	360	1.635	3,6	
		112,5	490	2.215	3,2	
		150	610	2.755	3,0	
		225	820	3.730	2,7	5,0
		300	1.020	4.620	2,5	

TABELA 3 - Transformadores monofásicos e trifásicos, fabricados após 08/2011 (ABNT NBR 5440/2011)

	Classe de tensão	Potência nominal	Perdas		Corrente de excitação (máx.)	Impedâncias de curto-circuito
			em vazio (máx.) P_0	totais (máx.) P_T		
	(kV _{ef})	(kVA)	(W)		(%)	
Transformadores monofásicos	15,0	5	35	140	3,4	2,5
		10	50	245	2,7	
		15	65	330	2,4	
		25	90	480	2,2	
		37,5	135	665	2,1	
		50	165	780	2,0	
	24,2	5	40	155	3,8	2,5
		10	55	265	3,3	
		15	75	365	3,0	
		25	100	520	2,8	
		37,5	190	740	2,7	
		50	225	925	2,6	
	36,2	5	45	160	4,1	3,0
		10	60	270	3,5	
		15	80	380	3,2	
		25	105	545	3,0	
		37,5	150	740	2,8	
		50	200	935	2,6	

	Classe de tensão	Potência nominal	Perdas		Corrente de excitação (máx.)	Impedâncias de curto-circuito
			em vazio (máx.) P ₀	totais (máx.) P _T		
	(kV _{ef})	(kVA)	(W)		(%)	
Transformadores trifásicos	15,0	15	85	410	4,0	3,5
		30	150	695	3,6	
		45	195	945	3,2	
		75	295	1.395	2,7	
		112,5	390	1.890	2,5	
		150	485	2.335	2,3	
		225	650	3.260	2,1	4,5
		300	810	4.060	1,9	
	24,2	15	95	470	4,8	4,0
		30	160	790	4,2	
		45	215	1.055	3,6	
		75	315	1.550	3,2	
		112,5	425	2.085	2,8	
		150	520	2.610	2,6	
		225	725	3.605	2,4	5,0
		300	850	4.400	2,1	
	36,2	15	100	460	5,0	4,0
		30	165	775	4,4	
		45	230	1.075	3,8	
		75	320	1.580	3,4	
		112,5	440	2.055	3,0	
		150	540	2.640	2,8	
		225	750	3.600	2,5	5,0
		300	900	4.450	2,2	

TABELA 4 - Transformadores monofásicos e trifásicos fabricados entre 05/2014 (ABNT NBR 5440/2014 - Classe “E”)

	Classe de tensão	Potência nominal	Perdas		Corrente de excitação (máx.)	Impedâncias de curto-circuito
			em vazio (máx.) P_0	totais (máx.) P_T		
	(kV _{ef})	(kVA)	(W)		(%)	
Transformadores monofásicos	15,0	5	35	140	3,4	2,5
		10	50	245	2,7	
		15	65	330	2,4	
		25	90	480	2,2	
		37,5	135	665	2,1	
		50	165	780	2,0	
	24,2	5	40	155	3,8	2,5
		10	55	265	3,3	
		15	75	365	3,0	
		25	100	520	2,8	
		37,5	145	740	2,7	
		50	190	925	2,6	
	36,2	5	45	160	4,1	3,0
		10	60	270	3,5	
		15	80	380	3,2	
		25	105	545	3,0	
		37,5	150	740	2,8	
		50	200	935	2,6	

	Classe de tensão	Potência nominal	Perdas		Corrente de excitação (máx.)	Impedâncias de curto-circuito
			em vazio (máx.) P ₀	totais (máx.) P _T		
	(kV _{ef})	(kVA)	(W)		(%)	
Transformadores trifásicos	15,0	15	85	410	4,0	3,5
		30	150	695	3,6	
		45	195	945	3,2	
		75	295	1.395	2,7	
		112,5	390	1.890	2,5	
		150	485	2.335	2,3	
		225	650	3.260	2,1	4,5
		300	810	4.060	1,9	
	24,2	15	95	470	4,8	4,0
		30	160	790	4,2	
		45	215	1.055	3,6	
		75	315	1.550	3,2	
		112,5	425	2.085	2,8	
		150	520	2.610	2,6	
		225	725	3.605	2,4	5,0
		300	850	4.400	2,1	
	36,2	15	100	460	5,0	4,0
		30	165	775	4,4	
		45	230	1.075	3,8	
		75	320	1.580	3,4	
		112,5	440	2.055	3,0	
		150	540	2.640	2,8	
		225	750	3.600	2,5	5,0
		300	900	4.450	2,2	

TABELA 5 - Transformadores monofásicos e trifásicos fabricados entre 01/2019 (ABNT NBR 5440/2014 - Classe “D”)

	Classe de tensão	Potência nominal	Perdas		Corrente de excitação (máx.)	Impedâncias de curto-circuito
			em vazio (máx.) P_0	totais (máx.) P_T		
	(kV _{ef})	(kVA)	(W)		(%)	
Transformadores monofásicos	15,0	5	30	125	3,4	2,5
		10	45	225	2,7	
		15	60	300	2,4	
		25	80	435	2,2	
		37,5	120	605	2,1	
		50	150	710	2,0	
	24,2	5	35	140	3,8	2,5
		10	50	240	3,3	
		15	70	335	3,0	
		25	90	475	2,8	
		37,5	130	660	2,7	
		50	170	845	2,6	
	36,2	5	40	145	4,1	3,0
		10	55	250	3,5	
		15	75	350	3,2	
		25	95	500	3,0	
		37,5	135	680	2,8	
		50	180	860	2,6	

	Classe de tensão	Potência nominal	Perdas		Corrente de excitação (máx.)	Impedâncias de curto-circuito
			em vazio (máx.) P ₀	totais (máx.) P _T		
	(kV _{ef})	(kVA)	(W)		(%)	
Transformadores trifásicos	15,0	15	75	370	4,0	3,5
		30	130	630	3,6	
		45	170	855	3,2	
		75	255	1.260	2,7	
		112,5	335	1.705	2,5	
		150	420	2.110	2,3	
		225	560	2.945	2,1	4,5
		300	700	3.670	1,9	
	24,2	15	80	390	4,8	4,0
		30	140	665	4,2	
		45	185	910	3,6	
		75	270	1.345	3,2	
		112,5	370	1.785	2,8	
		150	450	2.250	2,6	
		225	625	3.095	2,4	5,0
		300	735	3.845	2,1	
	36,2	15	90	420	5,0	4,0
		30	145	700	4,4	
		45	200	970	3,8	
		75	280	1.430	3,4	
		112,5	385	1.860	3,0	
		150	475	2.395	2,8	
		225	655	3.260	2,5	5,0
		300	790	4.035	2,2	

TABELA 6 - Transformadores monofásicos e trifásicos fabricados após 01/2023 (ABNT NBR 5440/2014 - Classe “C”)

	Classe de tensão	Potência nominal	Perdas		Corrente de excitação (máx.)	Impedâncias de curto-circuito
			em vazio (máx.) P_0	totais (máx.) P_T		
	(kV _{ef})	(kVA)	(W)		(%)	
Transformadores monofásicos	15,0	5	25	110	3,4	2,5
		10	40	200	2,7	
		15	50	270	2,4	
		25	70	395	2,2	
		37,5	110	550	2,1	
		50	130	640	2,0	
	24,2	5	30	125	3,8	2,5
		10	45	220	3,3	
		15	60	300	3,0	
		25	80	430	2,8	
		37,5	115	595	2,7	
		50	150	760	2,6	
	36,2	5	35	130	4,1	3,0
		10	50	225	3,5	
		15	65	320	3,2	
		25	85	455	3,0	
		37,5	120	620	2,8	
		50	165	785	2,6	

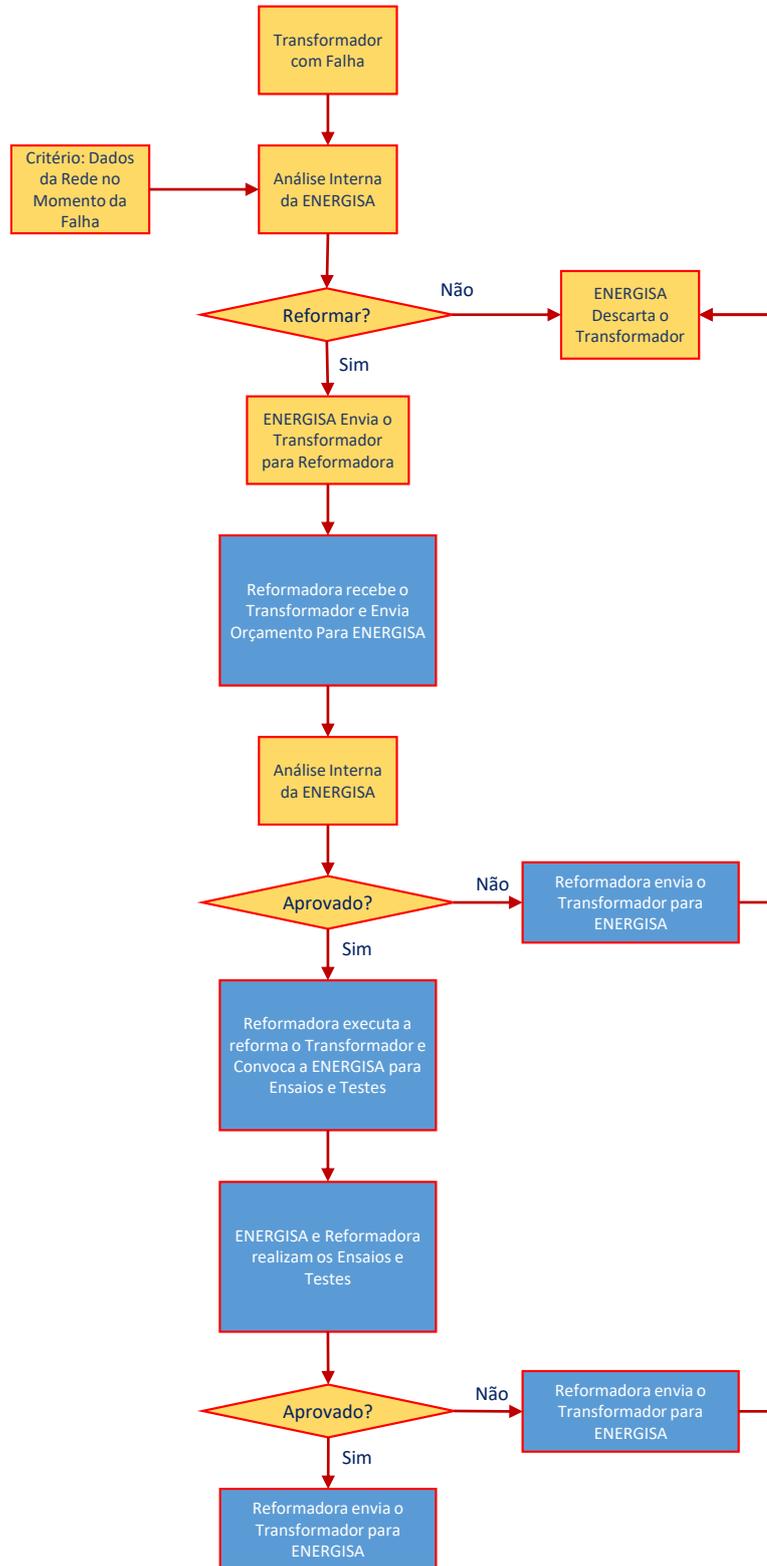
	Classe de tensão	Potência nominal	Perdas		Corrente de excitação (máx.)	Impedâncias de curto-circuito
			em vazio (máx.) P ₀	totais (máx.) P _T		
	(kV _{ef})	(kVA)	(W)		(%)	
Transformadores trifásicos	15,0	15	60	330	4,0	3,5
		30	110	560	3,6	
		45	140	760	3,2	
		75	215	1.125	2,7	
		112,5	285	1.525	2,5	
		150	350	1.880	2,3	
		225	470	2.630	2,1	4,5
		300	585	3.275	1,9	
	24,2	15	70	350	4,8	4,0
		30	115	590	4,2	
		45	155	815	3,6	
		75	230	1.200	3,2	
		112,5	310	1.595	2,8	
		150	380	2.010	2,6	
		225	530	2.770	2,4	5,0
		300	620	3.440	2,1	
	36,2	15	75	375	5,0	4,0
		30	125	630	4,4	
		45	175	875	3,8	
		75	240	1.285	3,4	
		112,5	330	1.665	3,0	
		150	405	2.145	2,8	
		225	565	2.925	2,5	5,0
		300	675	3.615	2,2	

TABELA 7 - Marcas e critérios para sucateamento de transformador de distribuição

Fabricante	Crítérios de sucateamento
Super Watts	Sucatear todos
Vijai	Sucatear todos

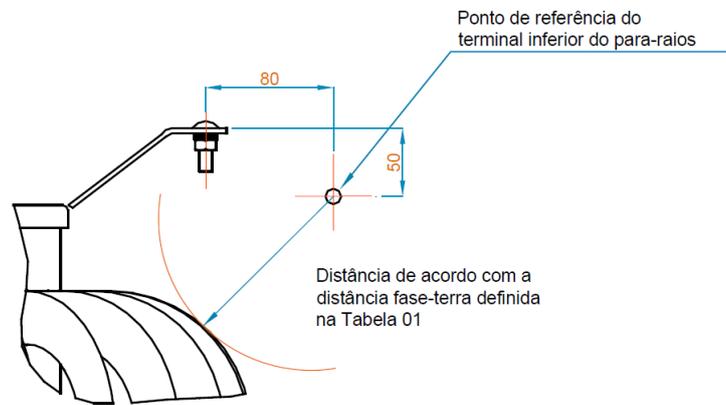
15 DESENHOS

DESENHO 1 - Fluxograma do processo de reforma

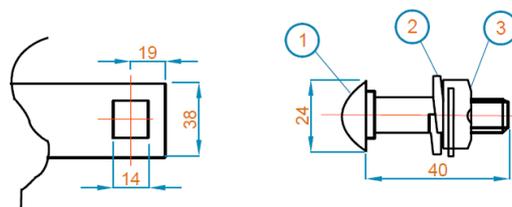


DESENHO 2 - Suporte para fixação de para-raios

Suporte para fixação de para-raios



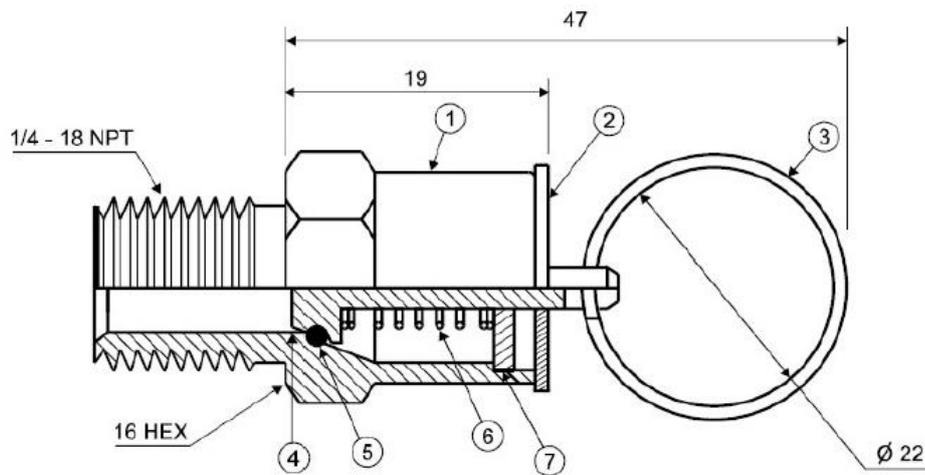
Componentes do suporte de para-raios



Legenda

- 1) Parafuso de cabeça abaulada, pescoço quadrado M12 x 1,75 com 40 mm de comprimento, em aço-carbono, revestido de zinco por imersão a quente;
- 2) Arruela de pressão de aço-carbono, zincada por imersão a quente;
- 3) Porca sextavada, rosca M12, aço-carbono, zincada por imersão a quente.

DESENHO 3 - Válvula de alívio de pressão

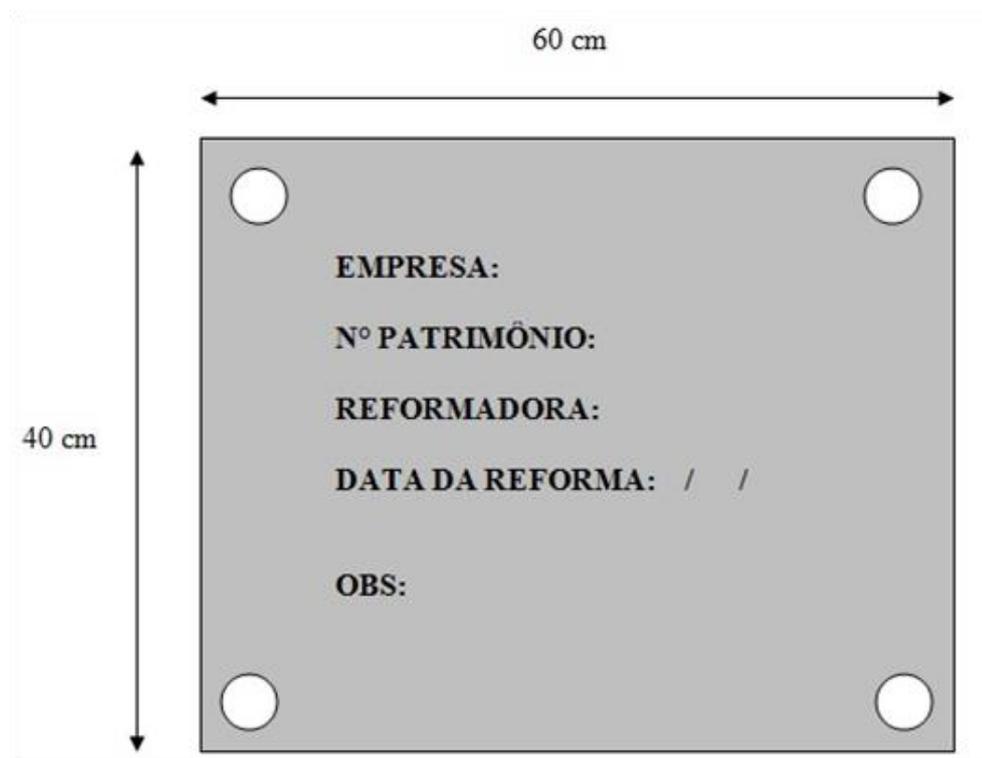


Posição	Descrição	Material
1	Corpo	Latão
2	Disco externo de vedação	Não oxidável
3	Anel externo para acionamento manual	Não oxidável
4	Êmbolo	Latão
5	Anel interno	Borracha nitrílica
6	Mola interna	Aço inoxidável
7	Guia	Aço inoxidável

NOTAS:

- I. Dimensões em milímetros (mm);
- II. O corpo e o êmbolo devem ser em latão, o disco de vedação e o anel de acionamento em materiais inoxidáveis, o anel interno de borracha nitrílica e a mola e a guia em aço inoxidável;
- III. Excepcionalmente, para áreas de Ambientes Agressivos, em substituição a válvula de alívio de pressão, instalar plug metálico, resistente à umidade e corrosão.

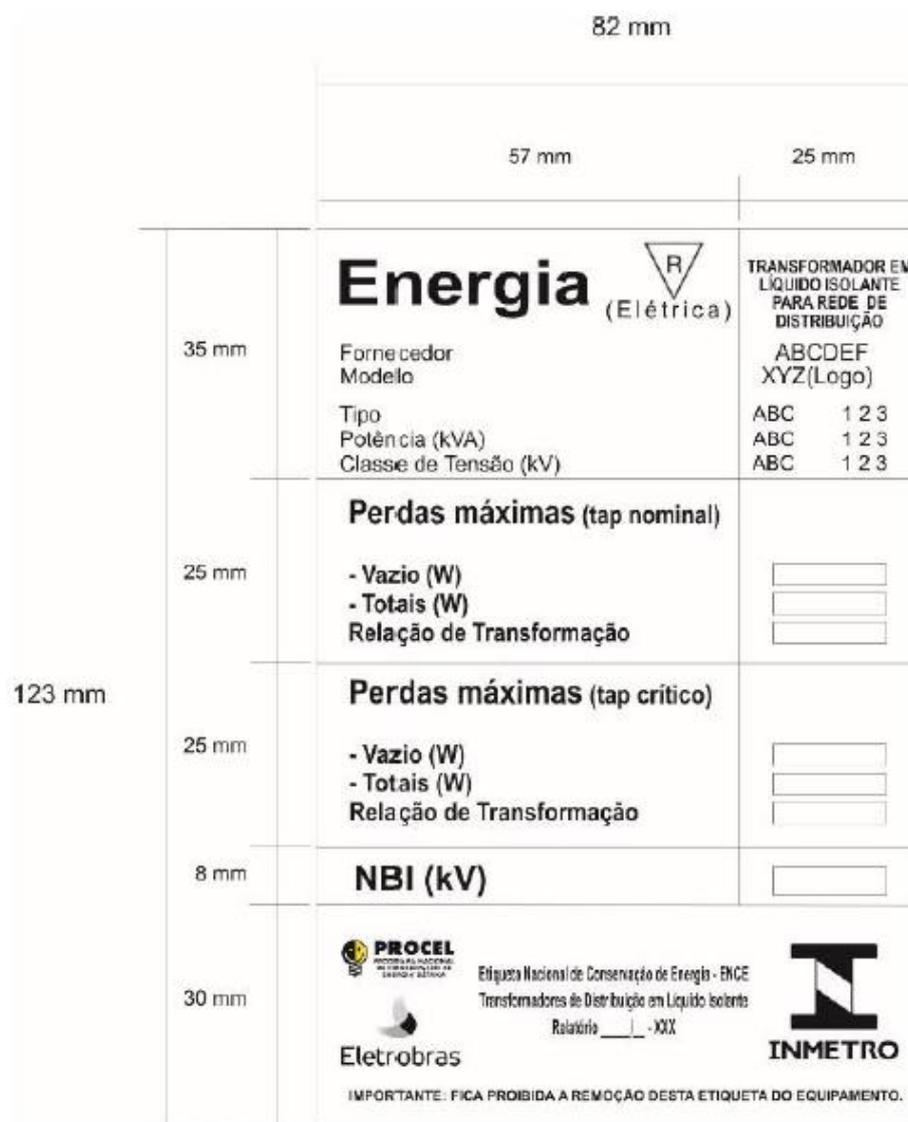
DESENHO 4 - Modelo de placa de identificação de reforma



NOTAS:

1. Medidas em milímetros (mm).

DESENHO 5 - Etiqueta nacional de conservação de energia (ENCE) - Tamanho normal



NOTAS:

- II. Etiqueta autocolante para uso ao tempo ou placa;
- III. Fundo branco, com dizeres em preto;
- IV. Medidas em milímetros (mm);
- V. Todas as letras são em fonte padrão Arial.

DESENHO 6 - Etiqueta nacional de conservação de energia (ENCE) - Tamanho reduzida

	70,00	60,00	
60,00			30,00
	Energia (Elétrica) Transformadores de Distribuição em Tensões Isolante Fornecedor Modelo Tipo Potência (kVA) Classe de Tensão (kV)	PERDAS MÁXIMAS (tap nominal) - Vazio (W) 00000 - Totais (W) 00000 - Relação Transformação 00000	30,00
	70,00	60,00	

NOTAS:

- I. Medidas em milímetros (mm);
- II. Etiqueta autocolante para uso ao tempo ou placa;
- III. Fundo branco, com dizeres em preto;
- IV. Todas as letras são em fonte padrão Arial.

DESENHO 7 - Modelo de etiqueta autoadesiva “ISENTO DE PCB”.



NOTAS:

- I. Medidas em milímetros (mm);
- II. Etiqueta autocolante para uso ao tempo;
- III. Todas as letras são em fonte padrão Arial.

16 ANEXOS

ANEXO 1 - Descrição dos passos de manutenção básica de transformadores

Considere nas atividades das alíneas abaixo descritas e que devem ser executadas em todos os transformadores em processo de conserto.

a) Abertura e desmontagem completa do equipamento:

Compreendem as operações de descarga do transformador, seu posicionamento para trabalho, retirada de óleo isolante e desmontagem completa.

b) Avaliação dos serviços a executar:

Compreendem as atividades de testes e observações que resultam no orçamento dos serviços necessários de execução para que o transformador esteja apto ao trabalho.

c) Limpeza completa do tanque, tampa, isoladores e acessórios:

Compreende a atividade de limpeza dos itens citados.

Deve ser executada com máxima perfeição, com materiais, formas e resultados totalmente compatíveis com a peça e material que se está objetivando limpar.

d) Limpeza completa do núcleo e enrolamentos;

e) Secagem do núcleo:

Compreende a atividade de exposição do núcleo do equipamento à fonte de calor de forma que seja eliminada toda umidade eventualmente existente.

Devem ser observados cuidados com as temperaturas máximas de trabalho.

f) Eliminação de pontos de vazamento:



Compreende a atividade de vedação de eventuais pontos de vazamento existentes no tanque e/ou radiadores, de pequena dimensão, de forma que a aplicação de solda apresente resultado satisfatório em todos os sentidos.

g) Preparação das superfícies para pintura em peças não jateadas:

Devem ser eliminados todos os pontos frágeis da pintura de acabamento existente (trincas, falhas, bolhas etc.), bem como devem as superfícies estar perfeitamente limpas e secas para receber a demão de tinta de acabamento.

h) Preparação das superfícies para pintura em peças jateadas:

As demãos de tintas de fundo (externo/interno) devem ser aplicadas em, no máximo, duas horas após o jateamento. As superfícies jateadas devem apresentar características compatíveis ao tipo SA 2.1/2 ou SA 3.

i) Pintura completa (interna/externa) do tanque e tampas:

Deve-se aplicar demão de tinta de acabamento suficiente para recobrir todas as superfícies, com especial cuidado para aquelas partes de acesso difícil, propiciando um perfeito acabamento e aderência; os pontos com exposição da chapa devem receber as deposições de tinta de fundo conforme especificado.

j) Execução das pinturas de identificação da potência, nº de patrimônio e demais marcações:

Compreende a atividade de pintura na parede do tanque da potência do equipamento, número de patrimônio (fornecido pela Energisa) e demais marcações, conforme descrito no subitem 8.4.4.

k) Montagem da parte ativa e preparação para secagem:

Consiste na montagem dos componentes, culatras, núcleo, bobinas, fiações de interligação e acessório de comutação, tal que resulte em um conjunto rigidamente constituído, elétrica e mecanicamente.



O material isolante utilizado deve ser de primeira qualidade (quimicamente neutro e mecanicamente adequado) não sendo admitidos materiais plásticos e/ou pigmentados.

A limpeza da parte ativa previamente à secagem é fundamental como forma de eliminar depósitos de partículas contaminantes de óleo.

l) Secagem da parte ativa:

Compreende a atividade de exposição da parte ativa do equipamento à fonte de calor de forma que seja eliminada toda umidade eventualmente existente.

Devem ser observados cuidados com as temperaturas máximas de trabalho, compatíveis com os materiais isolantes utilizados, e com os tempos de permanência no ambiente.

m) Substituição de terminais, presilhas, parafusos, porcas e arruelas faltantes ou sem condições;

n) Substituição de todas as juntas de vedação;

o) Zincagem a quente de presilhas de fixação da tampa e isoladores:

Deve ser executado nas presilhas de fixação de isoladores e nas presilhas e/ou parafusos de fixação da tampa e/ou janela de inspeção, de acordo com o previsto em normas específicas ABNT NBR 6323, ABNT NBR 7397, ABNT NBR 7398, ABNT NBR 7399, ABNT NBR 7400 e ABNT NBR 7414.

Esses componentes caso não sejam originalmente zincados devem vir a sê-lo.

p) Reestanhagem de terminais:

Processo de revestimento protetor com características desejáveis descritas no relatório.

Deve ser executado nos terminais de alta e baixa tensão e de aterramento.

q) Envolvimento da parte ativa sob vácuo:



Compreende a operação de selamento da parte ativa retirada da estufa, com óleo isolante injetado com a mesma submetida ao vácuo.

Esta operação deve ser executada com controle da umidade relativa do ar (inferior a 65 %) e no menor tempo possível após a retirada da mesma do processo de secagem.

r) Montagem completa do equipamento:

Compreende a operação de montagem dos acessórios e fechamento final.

s) Ensaio de recebimento:

Execução dos ensaios relacionados no subitem 9.1 desta Norma Técnica.

ANEXO 2 - Descrição dos passos de manutenção de transformadores

As manutenções de transformadores contratadas e abaixo descritas fazem parte dos anexos contratuais onde são descritas, para cada tipo de equipamento, por potência, número de fases e classe de tensão:

- a) Manutenção básica;
- b) Abertura e devolução;
- c) Substituição de isolador de média tensão;
- d) Substituição de sistema de comutação;
- e) Substituição de fiação de comutação;
- f) Substituição de tanque/tampa/radiador;
- g) Execução de decapagem total das superfícies;
- h) Substituição de isolamento celulósico;
- i) Substituição de terminal de aterramento;
- j) Substituição de mola e presilha interna para fixação de isolador de média tensão;
- k) Substituição de placa de identificação
- l) Substituição de uma ou três fases de média tensão;
- m) Substituição de uma fase de média tensão em transformador monofásico;
- n) Substituição de uma fase de baixa tensão em transformador monofásico;
- o) Substituição ou instalação de comutador de MT com 3 (três) posições;
- p) Substituição ou instalação de válvula de alívio de pressão.

