

Cataguases-MG., 10 de fevereiro de 2024.

ERRATA / ADENDO

A Coordenação de Normas e Padrões Construtivos (CNPC) da Gerência Técnica de Distribuição (GTD), torna pública a Errata/Adendo da Especificação Técnica 109.7, referente ao “Transformador tipo aéreo blindado para redes de distribuição até 36,2 kV”, em sua revisão vigente, homologada em 01 de dezembro de 2023:

Adendo

No item 9.1, deve-se ler:

9.1 Materiais isolantes

O líquido isolante deve ser:

- a) Óleo mineral isolante (OMI), Com especificação mínima conforme Resolução Normativa ANP N.º 900, de 2022, dos tipos:
 - Tipo “A” (base naftênica);
 - Tipo “B” (base parafínica).
- b) Óleo vegetal isolante (OVI) - Com especificação mínima conforme ABNT NBR 15422 ou IEC 62770, devendo apresentar as seguintes características:
 - Classificado como fluido de alto ponto de combustão (classe K) conforme a ABNT NBR 13231 ou IEEE 979, ou seja, deve apresentar ponto de combustão acima de 300 °C;
 - Provenientes de fontes renováveis, e ensaios específicos devem ser realizados para demonstrar sua fácil biodegradabilidade;

- Resultados de estudos de envelhecimento acelerado através de tubos selados e método de teste Lockie, conforme IEEE C57.100);
- Ter publicado seus fatores de carregamento A e B da equação de Arrhenius para envelhecimento do papel isolante.

Os materiais isolantes dos transformadores de distribuição devem ser, no mínimo, de classe térmica 105 °C (designação A), conforme ABNT NBR IEC 60085 ou IEC 60085. Quando o transformador for projetado para elevações de temperatura mais altas, conforme previsto no item 8.7 e Tabela 7, devem ser utilizados materiais compatíveis com a alternativa selecionada.

Errata 2

No item 12.3.12, deve-se ler:

12.3.12 **Ensaio de tensão induzida de curta duração**

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR IEC 60060-1 ou IEC 60060-1 e estar em conformidade com a ABNT NBR 5356-3 ou IEC 60076-3.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de colapso da tensão de ensaio.

*Transformador tipo aéreo blindado
para redes de distribuição até 36,2
kV*

ESA | DENG | NRM-500 | 2023

Especificação Técnica Unificada

ETU - 109.7

Versão 0.0 - Dezembro / 2023



Apresentação

Esta Especificação Técnica apresenta as diretrizes necessárias para padronização das características técnicas e requisitos mínimos, elétricos e mecânicos, exigidos para fornecimento de transformadores de distribuição (TD), tipo aéreo blindado (BLIN), trifásicos (3F), com enrolamento de cobre ou alumínio, imersos em líquido isolante com resfriamento natural, nas tensões primárias até 34,5 kV e nas tensões secundárias usuais dos transformadores, aplicáveis em linhas e redes aéreas de distribuição (RDA), 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 Especificação Técnica é a versão 0.0, datada de dezembro de 2023.

Cataguases - MG., Dezembro de 2023.

GTD - Gerência Técnica de Distribuição

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





Equipe técnica de elaboração da ETU-109.7

Ricardo Campos Rios

Grupo Energisa

Ricardo Machado de Moraes

Grupo Energisa

Gilberto Teixeira Carrera

Grupo Energisa

Tercius Cassius Melo de Moraes

Grupo Energisa

Aprovação técnica

Ademálio de Assis Cordeiro

Grupo Energisa

Guilherme Damiance Souza

Energisa Tocantins (ETO)

Antônio Maurício de Matos Gonçalves

Energisa Acre (EAC)

Jairo Kennedy Soares Perez

Energisa Paraíba (EPB)

Erika Ferrari Cunha

Energisa Sergipe (ESE)

Paulo Roberto dos Santos

Energisa Mato Grosso do Sul (EMS)

Fabio Lancelotti

Energisa Minas Rio (EMR)

Ricardo Langone Marques

Dir. Suprimentos Logística

Fabício Sampaio Medeiros

Energisa Mato Grosso (EMT)

Rodrigo Brandão Fraiha

Energisa Sul-Sudeste (ESS)

Fernando Espíndula Corradi

Energisa Rondônia (ERO)

Sumário

1	OBJETIVO.....	12
2	CAMPO DE APLICAÇÃO.....	12
3	OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS.....	12
4	REFERÊNCIAS NORMATIVAS	12
4.1	LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO FEDERAL	13
4.2	NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS	16
4.3	NORMAS TÉCNICAS INTERNACIONAIS	20
4.4	NORMAS TÉCNICAS DO GRUPO ENERGISA	26
5	TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES	28
5.1	TRANSFORMADOR	28
5.1.1	Transformador blindando	28
5.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	28
5.3	ENSAIOS DE TIPO	28
5.4	ENSAIOS ESPECIAIS	29
6	HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES.....	29
7	CONDIÇÕES GERAIS	29
7.1	CONDIÇÕES DO SERVIÇO	30
7.2	LINGUAGENS E UNIDADES DE MEDIDA	31
7.3	ACONDICIONAMENTO	31
7.4	TRANSPORTE.....	34
7.5	MEIO AMBIENTE	34
7.6	EXPECTATIVA DE VIDA ÚTIL	36
7.7	GARANTIA	37
7.8	ETIQUETAS AUTOADESIVAS.....	37
7.8.1	Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE).....	37
7.8.2	Identificação de Isento de PCB.....	37
7.9	NUMERAÇÃO DE PATRIMÔNIO.....	38
7.10	AVALIAÇÃO TÉCNICA DO MATERIAL	38
8	CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS	40
8.1	CONDIÇÕES DE CARREGAMENTO	40
8.2	POTÊNCIA NOMINAL (S)	40
8.3	TENSÃO NOMINAL (U_R)	41
8.4	NÍVEL DE ISOLAMENTO NOMINAL (U_D)	41
8.5	DERIVAÇÕES (TAPS) E TENSÕES NOMINAIS	41
8.6	FREQUÊNCIA NOMINAL (F_R)	42


8.7	ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA.....	42
8.8	PERDAS, CORRENTES DE EXCITAÇÃO E TENSÃO DE CURTO-CIRCUITO	42
8.9	DIAGRAMAS FASORIAIS E POLARIDADE DOS TRANSFORMADORES.....	43
8.10	DIAGRAMAS DE LIGAÇÕES DOS TRANSFORMADORES	43
8.11	TENSÃO DE RÁDIO-INTERFERÊNCIA (TRI).....	44
8.12	CAPACIDADE DE RESISTIR A CURTOS-CIRCUITOS	44
8.13	NÍVEL DE RUÍDO	45
9	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS	45
9.1	MATERIAIS ISOLANTES	45
9.2	RESFRIAMENTO	46
9.3	ESTRUTURA DO TRANSFORMADOR	46
9.3.1	Tanque do transformador e respectiva tampa.....	46
9.3.2	Radiadores	47
9.3.3	Compartimento de terminais de BT	47
9.3.3.1	Barramento de baixa tensão (BT)	48
9.3.4	Alças de suspensão ou orelhas de suspensão.....	48
9.3.5	Suporte para fixação no poste	48
9.3.6	Sistema de fixação da tampa.....	49
9.3.7	Fixação e suspensão da parte ativa	49
9.3.8	Estrutura de apoio	49
9.3.9	Suporte para fixação de para-raios.....	50
9.3.10	Soldas	51
9.4	BUCHAS ISOLANTES E TERMINAIS DE LIGAÇÃO	51
9.4.1	Buchas primárias	52
9.4.2	Buchas secundárias	52
9.5	DISPOSITIVO DE ATERRAMENTO	53
9.6	JUNTAS DE VEDAÇÃO	53
9.7	PLACA DE IDENTIFICAÇÃO	54
9.8	DISPOSITIVO DE ALÍVIO DE PRESSÃO (DAP)	56
9.9	FIXAÇÕES EXTERNAS (FERRAGENS)	57
9.10	MASSA DO TRANSFORMADOR	58
10	PARTE ATIVA	58
10.1	NÚCLEO	58
10.2	ENROLAMENTO	59
10.3	SISTEMA DE COMUTAÇÃO SEM TENSÃO (CST)	60
11	PINTURA E MARCAÇÕES.....	61
11.1	CONDIÇÕES GERAIS	62
11.2	ACABAMENTO INTERNO	62
11.3	ACABAMENTO EXTERNO.....	63
11.3.1	Acabamento externo para ambiente não-agressivo.....	63

11.3.2	Acabamento externo para ambiente agressivo	64
11.4	MARCAÇÕES.....	64
11.4.1	Tampa do tanque	65
11.4.2	Fundo do tanque	65
11.4.3	Tanque - Parte frontal	65
11.4.4	Tanque - Parte traseira e/ou lateral do tanque dos transformadores ..	66
11.4.5	Simbologia	66
12	INSPEÇÃO E ENSAIOS	67
12.1	GENERALIDADES.....	67
12.2	RELAÇÃO DE ENSAIOS.....	70
12.2.1	Ensaio de tipo (T)	70
12.2.2	Ensaio de recebimento (RE)	72
12.2.3	Ensaio especiais (E).....	74
12.3	DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS.....	76
12.3.1	Inspeção geral	76
12.3.2	Verificação dimensional.....	76
12.3.3	Ensaio de resistência dos enrolamentos	77
12.3.4	Ensaio de resistência de isolamento	77
12.3.5	Ensaio de relação de transformação	77
12.3.6	Ensaio de deslocamento angular e sequência de fases.....	78
12.3.7	Ensaio de impedância de curto-circuito	78
12.3.8	Ensaio de perdas	78
12.3.8.1	Em carga	78
12.3.8.2	Em vazio	78
12.3.9	Ensaio de corrente de excitação.....	79
12.3.10	Ensaio de tensão suportável à frequência industrial	79
12.3.11	Ensaio de tensão induzida de curta duração	79
12.3.12	Ensaio de impulso atmosférico	79
12.3.13	Ensaio de tensão de rádio-interferência	79
12.3.14	Ensaio de elevação de temperatura	80
12.3.15	Ensaio de nível de ruído	80
12.3.16	Ensaio de verificação da resistência mecânica do (s) suporte (s) para fixação do transformador.....	80
12.3.17	Ensaio para verificação da pintura do tanque.....	80
12.3.17.1	Ensaio de aderência	80
12.3.17.2	Ensaio de brilho	81
12.3.17.3	Ensaio de espessura.....	81
12.3.17.4	Ensaio de impermeabilidade	81
12.3.17.5	Ensaio de névoa salina	82
12.3.17.6	Ensaio de resistência ao líquido isolante	82

12.3.17.7	Ensaio de resistência atmosférica úmida saturada na presença de SO ₂	82
12.3.17.8	Ensaio de resistência marítima	83
12.3.17.9	Ensaio de umidade	83
12.3.18	Ensaio físico-químico do óleo	83
12.3.18.1	Ensaio de aspecto visual	83
12.3.18.2	Ensaio de cor	83
12.3.18.3	Ensaio de fator de perdas dielétricas ou fator de dissipação.....	84
12.3.18.4	Ensaio de índice de neutralização	84
12.3.18.5	Ensaio de rigidez dielétrica por eletrodo de disco	84
12.3.18.6	Ensaio de teor de água	85
12.3.18.7	Ensaio de teor de bifenilas policloradas (PCB)	85
12.3.18.8	Ensaio de tensão interfacial	85
12.3.18.9	Ensaio de ponto de combustão.....	86
12.3.19	Ensaio do comutador sem tensão (CST)	86
12.3.19.1	Ensaio de elevação de temperatura dos contatos.....	86
12.3.19.2	Ensaio de corrente de curto-circuito.....	86
12.3.19.3	Ensaio mecânicos	86
12.3.19.4	Ensaio de tensão suportável à frequência industrial.....	87
12.3.19.5	Ensaio de impulso atmosférico	87
12.3.19.6	Intemperismo artificial.....	87
12.3.19.7	Determinação das propriedades de impacto Charpy.....	87
12.3.19.8	Ensaio mecânicos de recebimento	88
12.3.19.9	Ensaio de sequência de operações	88
12.3.20	Ensaio do dispositivo de alívio de pressão (DAP).....	88
12.3.20.1	Ensaio de resistência ao vácuo	89
12.3.20.2	Ensaio de fechamento do dispositivo de alívio de pressão.....	89
12.3.20.3	Verificação da pressão de atuação	89
12.3.20.4	Estanqueidade e resistência à pressão.....	89
12.3.21	Ensaio de estanqueidade e resistência à pressão a frio	90
12.3.22	Ensaio das juntas de vedação.....	90
12.3.22.1	Ensaio de identificação do material.....	90
12.3.22.2	Ensaio de densidade	90
12.3.22.3	Ensaio de dureza Shore A	90
12.3.22.4	Ensaio de cinza	91
12.3.22.5	Ensaio de enxofre livre.....	91
12.3.22.6	Ensaio de tensão de ruptura.....	91
12.3.22.7	Ensaio de alongamento.....	91
12.3.22.8	Ensaio de envelhecimento térmico em ar	92
12.3.22.9	Ensaio de envelhecimento em líquido isolante	92
12.3.22.10	Ensaio de deformação permanente a compressão	92
12.3.22.11	Ensaio de relaxação de relaxamento de tensão por compressão ..	93

12.3.22.12	Ensaio de resistência ao ozônio	93
12.3.23	Ensaio de compatibilidade das juntas de vedação com líquido isolante	94
12.3.24	Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco	94
12.3.24.1	Ensaio de massa por unidade de área	94
12.3.24.2	Ensaio de aderência da camada	94
12.3.24.3	Ensaio de espessura da camada.....	95
12.3.24.4	Ensaio de uniformidade da camada	95
12.3.25	Ensaio de medição da espessura do revestimento do terminal de ligação	95
12.3.25.1	Camada de estanho.....	95
12.3.25.2	Camada de prata	95
12.3.26	Ensaio de torque dos parafusos.....	96
12.3.27	Verificação da proteção do compartimento de baixa-tensão (BT) ...	96
12.3.27.1	Verificação da codificação IP	96
12.3.27.2	Verificação da codificação IK	96
12.3.28	Ensaio de medição da impedância de sequência zero	96
12.3.29	Ensaio de suportabilidade a impulso atmosférico de baixa-tensão (BT)	97
12.3.30	Ensaio de suportabilidade a curto-circuito	97
12.3.31	Ensaio de medição de harmônicas da corrente de excitação	97
12.3.32	Ensaio de medição do fator de potência do isolamento (tg δ) e capacitâncias	97
12.4	RELATÓRIOS DOS ENSAIOS	98
13	PLANOS DE AMOSTRAGEM	99
13.1	ENSAIOS DE TIPO E ESPECIAIS	99
13.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	99
13.2.1	Inspeção geral	99
13.2.2	Verificação dimensional e ensaio de proteção do compartimento de BT	99
13.2.3	Ensaio físico-químico do óleo	100
13.2.4	Ensaio de elevação de temperatura.....	100
13.2.5	Demais ensaios	100
14	ACEITAÇÃO E REJEIÇÕES.....	100
14.1	ENSAIOS DE TIPO E ESPECIAIS	100
14.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	100
15	NOTAS COMPLEMENTARES.....	101
16	HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO	102
17	VIGÊNCIA.....	102

18	TABELAS.....	103
	TABELA 1 - Características elétricas dos transformadores de distribuição trifásico com óleo mineral isolante (OMI) para ambientes não-agressivos.....	103
	TABELA 2 - Características elétricas dos transformadores de distribuição trifásico com óleo vegetal isolante (OVI) para ambientes não-agressivos	106
	TABELA 3 - Características elétricas dos transformadores de distribuição trifásico com óleo mineral isolante (OMI) para ambientes agressivos	109
	TABELA 4 - Características elétricas dos transformadores de distribuição trifásico com óleo vegetal isolante (OVI) para ambientes agressivos.....	110
	TABELA 5 - Nível de isolamento nominal	111
	TABELA 6 - Derivações e relações de tensões	112
	TABELA 7 - Limites de elevação de temperatura	113
	TABELA 8 - Valores de perdas, correntes de excitação e tensões de curto-circuito para transformadores trifásicos	114
	TABELA 9 - Tolerâncias.....	116
	TABELA 10 - Níveis máximos de ruído.....	116
	TABELA 11 - Espessura mínima da chapa de aço	117
	TABELA 12 - Momento de torção.....	117
	TABELA 13 - Características elétricas das buchas isolantes	118
	TABELA 14 - Buchas e terminais de baixa tensão (BT)	119
	TABELA 15 - Padronização dos elos-fusíveis	119
	TABELA 16 - Informações constantes no QR-CODE	120
	TABELA 17 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaios de recebimento.....	121
	TABELA 18 - Relação de ensaios	123
19	DESENHOS	125
	DESENHO 1 - Características dimensionais do transformador trifásico	125
	DESENHO 2 - Suporte fixação do transformador ao poste	128
	DESENHO 3 - Válvula de alívio de pressão.....	129
	DESENHO 4 - Dispositivo de aterramento.....	130
	DESENHO 5 - Placa de identificação (modelo).....	131
	DESENHO 6 - Suporte para fixação de para-raios	132
	DESENHO 7 - Simbologia de identificação de enrolamentos em alumínio	133
	DESENHO 8 - Simbologia de identificação de núcleo de metal amorfo	134
	DESENHO 9 - Simbologia de identificação de óleo vegetal isolante	135
	DESENHO 10 - Modelo das letras e números	136
	DESENHO 11 - Etiqueta nacional de conservação de energia (ENCE).....	137
	DESENHO 12 - Etiqueta autoadesiva “ISENTO DE PCB” - Modelo.....	139
20	ANEXOS.....	140
	ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas	140



ANEXO 2 - Quadro de desvios técnicos e exceções	145
ANEXO 3 - Inspeção geral dos transformadores	146

1 OBJETIVO

Esta Especificação Técnica estabelece os requisitos técnicos mínimos exigíveis, mecânicos e elétricos, para fabricação, ensaios e recebimento de Transformadores de Distribuição (TD), tipo aéreo blindado (BLIN), trifásicos (3F), com enrolamento de cobre ou alumínio, imersos em líquido isolante com resfriamento natural, a serem usados no sistema de distribuição de energia da Energisa.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplicam-se às montagens das estruturas de transformação em linhas e redes aéreas de distribuição, nas classes de tensão até 36,2 kV, situado em áreas urbanas e rurais, previstas nas Normas Técnicas em vigência nas Empresas do Grupo Energisa.

NOTA:

1. Este equipamento tem seu uso proibido em subestações de distribuição (SED) e para alimentação de equipamentos especiais.

3 OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS

Compete a áreas de planejamento, engenharia, patrimônio, suprimentos, elaboração de projetos, construção, ligação, combate a perdas, manutenção, linha viva e operação do sistema elétrico cumprir e fazer cumprir este instrumento normativo.

4 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Esta Especificação Técnica foi baseada no seguinte documento:

- ABNT NBR 5440, Transformadores para redes aéreas de distribuição - Requisitos

Como forma de atender aos processos de fabricação, inspeção e ensaios, os transformadores de distribuição devem satisfazer às exigências desta Especificação Técnica, bem como de todas as normas técnicas mencionadas abaixo.

4.1 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 e dá outras providências
- 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 9.966, de 28/04/2000, Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional 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 Federal N.º 41.019, de 26/02/1957, Regulamenta os serviços de energia elétrica

- Decreto Federal N.º 73.080, de 05/11/1973, Altera o artigo 47, do Decreto Federal N.º 41.019, de 26/02/1957, que regulamenta os serviços de energia elétrica
- Decreto Federal N.º 96.044, de 18/05/1988, Regulamenta 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 9.864, de 27/07/2019, Regulamenta a Lei n.º 10.295, de 17/10/2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dispõe sobre o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética
- Decreto Federal 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 30/11/1990
- Decreto Federal Legislativo N.º 204, de 2004, Aprova o texto da Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes, adotada, naquela cidade, em 22/05/2001
- Portaria Interministerial MME/MDIC/MCTIC N.º 19, de 29/01/1981, Contaminação do meio ambiente por bifenis policlorados - PCBs (Ascarel, Aroclor, Clophen, Phenoclor, Kanechlor etc.)
- Portaria Interministerial MME/MDIC/MCTIC N.º 104, de 22/03/2013, Regulamentação específica que define requisitos mínimos de desempenho para transformadores de distribuição em líquido isolante
- Portaria Interministerial MME/MDIC/MCTIC N.º 3, de 31/07/2018, Aprova o programa de metas para transformadores de distribuição em líquido


- 
- Portaria Interministerial MTE/MS N.º 775, de 28/04/2004, Dispõe sobre a proibição, em todo o Território Nacional, da comercialização de produtos acabados que contenham “benzeno” em sua composição
 - Portaria Ministro de Estado dos Transportes N.º 204, de 20/05/1997, Baixa instruções complementares ao Decreto Federal N.º 96.044, de 18/05/1988
 - Resolução Normativa ANEEL N.º 1.000, de 07/12/2021, Estabelece as Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica
 - Resolução Normativa ANP N.º 900, de 18/11/2022, Dispõe sobre as especificações dos óleos minerais isolantes tipo A e tipo B, de origem nacional ou importada, comercializados no território nacional
 - Resolução Normativa CONAMA N.º 1, de 23/01/1986, Dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA
 - Resolução Normativa CONAMA N.º 9, de 31/08/1993 - Óleos lubrificantes e resíduos
 - Resolução Normativa CONAMA N.º 23, de 12/12/1996, Controle de movimentos transfronteiriços de resíduos perigosos e seu depósito
 - Resolução Normativa CONAMA N.º 237, de 19/12/1997, Dispõe sobre os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental
 - Resolução Normativa CONAMA N.º 362, de 23/06/2005, Óleos lubrificantes e resíduos
 - Portaria Normativa INMETRO N.º 140, 19/03/2021, Aprova os Requisitos Gerais de Declaração do Fornecedor de Produtos (RGDF Produto) - Consolidado
 - Portaria Normativa INMETRO N.º 382, de 17/09/2021, Aprova os Requisitos de Avaliação da Conformidade para Transformadores de Distribuição em Líquido Isolante - Consolidado


- Norma Regulamentadora N.º 10 (NR-10), Segurança em instalações e serviços em eletricidade
- Norma Regulamentadora N.º 17 (NR-17), Ergonomia

4.2 Normas técnicas brasileiras

- ABNT IEC TS 60815-1, Seleção e dimensionamento de isoladores para alta-tensão para uso sob condições de poluição - Parte 1: Definições, informações e princípios gerais
- ABNT NBR 5034, Buchas para tensões alternadas superiores a 1 kV
- ABNT NBR 5356-1, Transformadores de potência - Parte 1: Generalidades
- ABNT NBR 5356-2, Transformadores de potência - Parte 2: Aquecimento
- ABNT NBR 5356-3, Transformadores de potência - Parte 3: Níveis de isolamento, ensaios dielétricos e espaçamento externo em ar
- ABNT NBR 5356-4, Transformadores de potência - Parte 4: Guia para ensaio de impulso atmosférico e de manobra para transformadores e reatores
- ABNT NBR 5356-5, Transformadores de potência - Parte 5: Capacidade de resistir a curtos-circuitos
- ABNT NBR 5356-7, Transformadores de potência - Parte 7: Guia de carregamento para transformadores imersos em líquido isolante
- ABNT NBR 5370, Conectores de cobre para condutores elétricos em sistemas de potência
- ABNT NBR 5435, Buchas para transformadores imersos em líquido isolante - Tensão nominal 15 kV, 24,2 kV e 36,2 kV - Especificações
- ABNT NBR 5456, Eletricidade geral - Terminologia
- ABNT NBR 5458, Transformador de potência - Terminologia

- ABNT NBR 5460, Sistemas elétricos de potência
- ABNT NBR 5590, Tubos de aço-carbono com ou sem solda longitudinal, pretos ou galvanizados - Requisitos
- ABNT NBR 5915-1, Chapas e bobinas de aço laminadas a frio - Parte 1: Requisitos
- ABNT NBR 6234, Óleo mineral isolante - Determinação da tensão interfacial de óleo-água pelo método do anel - Método de ensaio
- ABNT NBR 6323, Galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido - Especificação
- ABNT NBR 6649, Bobinas e chapas finas a frio de aço-carbono para uso estrutural - Especificação
- ABNT NBR 6650, Bobinas e chapas finas a quente de aço-carbono para uso estrutural - Especificação
- ABNT NBR 6869, Líquidos isolantes elétricos - Determinação da rigidez dielétrica (eletrodos de disco)
- ABNT NBR 7036, Recebimento, armazenagem, instalação e manutenção de transformadores de distribuição até a classe de tensão de 36,2 kV, imersos em líquido isolante
- ABNT NBR 7095, Ferragens eletrotécnicas para linhas de transmissão e subestações de alta tensão e extra alta tensão
- ABNT NBR 7277, Transformadores e reatores - Determinação do nível de ruído
- ABNT NBR 7318, Elastômero vulcanizado para uso em veículos automotores - Determinação da dureza
- ABNT NBR 7348, Pintura industrial - Preparação de superfície de aço com jateamento abrasivo ou hidrojateamento


- 
- ABNT NBR 7397, Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Determinação da massa do revestimento por unidade de área - Método de ensaio
 - ABNT NBR 7398, Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da aderência do revestimento - Método de ensaio
 - ABNT NBR 7399, Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo - Método de ensaio
 - ABNT NBR 7400, Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente - Verificação da uniformidade do revestimento - Método de ensaio
 - ABNT NBR 8158, Ferragens eletrotécnicas para redes aéreas de distribuição de energia elétrica - Especificação
 - ABNT NBR 8667-1, Comutadores de derivação - Parte 1: Especificação e ensaios
 - ABNT NBR 8840, Amostragem de líquidos isolantes - Requisitos
 - ABNT NBR 10443, Tintas e vernizes - Determinação da espessura da película seca sobre superfícies rugosas - Método de ensaio
 - ABNT NBR 10710, Líquido isolante elétrico - Determinação do teor de água - Método coulométrico de Karl Fischer
 - ABNT NBR 11003, Tintas - Determinação da aderência
 - ABNT NBR 11341, Derivados de petróleo - Determinação dos pontos de fulgor e de combustão em vaso aberto Cleveland
 - ABNT NBR 11407, Elastômero vulcanizado - Determinação das alterações das propriedades físicas, por efeito de imersão em líquidos - Método de ensaio


- 
- ABNT NBR 11888, Bobinas e chapas finas a frio e a quente de aço-carbono e de aço de alta resistência e baixa liga - Requisitos gerais
 - ABNT NBR 12133, Líquidos isolantes elétricos - Determinação do fator de perdas dielétricas e da permissividade relativa (constante dielétrica) - Método de ensaio
 - ABNT NBR 13231, Proteção contra incêndio em subestações elétricas
 - ABNT NBR 13882, Líquidos isolantes elétricos - Determinação do teor de bifenilas policloradas (PCB)
 - ABNT NBR 14248, Produtos de petróleo - Determinação do número de acidez e de basicidade - Método do indicador
 - ABNT NBR 14274, Óleo mineral isolante - Determinação da compatibilidade de materiais empregados em equipamentos elétricos
 - ABNT NBR 14483, Produtos de petróleo - Determinação da cor - Método do colorímetro ASTM
 - ABNT NBR 14842, Soldagem - Critérios para a qualificação e certificação de inspetores para o setor de petróleo e gás, petroquímico, fertilizantes, naval e termogeração (exceto nuclear)
 - ABNT NBR 15158, Limpeza de superfícies de aço por produtos químicos
 - ABNT NBR 15422, Óleo vegetal isolante para equipamentos elétricos
 - ABNT NBR 16367-2, Acessórios para transformadores e reatores de sistemas de potência imersos em líquido isolante - Parte 2: Dispositivo de alívio de pressão
 - ABNT NBR 16431, Equipamentos elétricos - Determinação de compatibilidade de materiais empregados com óleo vegetal isolante
 - ABNT NBR 16856, Buchas para transformadores imersos em líquido isolante - Tensão nominal de 1,2 kV e correntes de 160 A até 8 000 A - Especificação


- ABNT NBR 17088, Corrosão por exposição à névoa salina - Métodos de ensaio
- ABNT NBR IEC 60060-1, Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão - Parte 1: Definições gerais e requisitos de ensaio
- ABNT NBR IEC 60085, Isolação elétrica - Avaliação e designação térmicas
- ABNT NBR IEC 60156, Líquidos isolantes - Determinação da rigidez dielétrica à frequência industrial - Método de ensaio
- ABNT NBR IEC 60529, Graus de proteção providos por invólucros (Códigos IP)
- ABNT NBR IEC 62262, Graus de proteção assegurados pelos invólucros de equipamentos elétricos contra os impactos mecânicos externos (código IK)

4.3 Normas técnicas internacionais


- ASTM A90/A90M, Standard test method for weight [mass] of coating on iron and steel articles with zinc or zinc-alloy coatings
- ASTM A153/A153M, Standard specification for zinc coating (hot-dip) on iron and steel hardware
- ASTM A239, Standard practice for locating the thinnest spot in a zinc (galvanized) coating on iron or steel articles
- ASTM A876/A876M, Standard specification for flat-rolled, grain-oriented, silicon-iron, electrical steel, fully processed types
- ASTM A900/A900M, Standard test method for lamination factor of amorphous magnetic strip
- ASTM A901, Standard specification for amorphous magnetic core alloys, semi-processed types
- ASTM B6, Standard specification for zinc
- ASTM B117, Standard practice for operating salt spray (fog) apparatus

- 
- ASTM B545, Standard specification for electrodeposited coatings of tin
 - ASTM B571, Standard practice for qualitative adhesion testing of metallic coatings
 - ASTM B700, Standard specification for electrodeposited coatings of silver for engineering use
 - ASTM D92, Standard test method for flash and fire points by cleveland open cup tester
 - ASTM D297, Standard test methods for rubber products - Chemical analysis
 - ASTM D395, Standard test methods for rubber property - Compression set
 - ASTM D412, Standard test methods for vulcanized rubber and thermoplastic elastomers - Tension
 - ASTM D471, Standard test method for rubber property-effect of liquids
 - ASTM D523, Standard test method for specular gloss
 - ASTM D573, Standard test method for rubber - Deterioration in an air oven
 - ASTM D870, Standard practice for testing water resistance of coatings using water immersion
 - ASTM D877/D877M, Standard test method for dielectric breakdown voltage of insulating liquids using disk electrodes
 - ASTM D924, Standard test method for dissipation factor (or power factor) and relative permittivity (dielectric constant) of electrical insulating liquids
 - ASTM D971, Standard test method for interfacial tension of insulating liquids against water by the ring method
 - ASTM D974, Standard test method for acid and base number by color - indicator titration

- 
- ASTM D1014, Standard practice for conducting exterior exposure tests of paints and coatings on metal substrates
 - ASTM D1171, Standard test method for rubber deterioration - Surface ozone cracking outdoors (triangular specimens)
 - ASTM D1500, Standard test method for ASTM color of petroleum products (ASTM color scale)
 - ASTM D1533, Standard test method for water in insulating liquids by coulometric karl fischer titration
 - ASTM D1619, Standard test methods for carbon black - Sulfur content
 - ASTM D1735, Standard practice for testing water resistance of coatings using water fog apparatus
 - ASTM D2240, Standard test method for rubber property - Durometer hardness
 - ASTM D3359, Standard test methods for rating adhesion by tape test
 - ASTM D3455, Standard test methods for compatibility of construction material with electrical insulating oil of petroleum origin
 - ASTM D3677, Standard test methods for rubber - Identification by infrared spectrophotometry
 - ASTM D4059, Standard test method for analysis of polychlorinated biphenyls in insulating liquids by gas chromatography
 - ASTM D6147, Standard test method for vulcanized rubber and thermoplastic elastomer - Determination of force decay (stress relaxation) in compression
 - ASTM D6871, Standard specification for natural (vegetable oil) ester fluids used in electrical apparatus

- 
- ASTM E376, Standard practice for measuring coating thickness by magnetic-field or eddy current (electromagnetic) testing methods
 - AWS B3.0, Welding procedure and performance qualification
 - AWS D1.1/D1.1M, Structural welding code - Steel
 - CISPR TR 18-2, Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment - Part 2: Methods of measurement and procedure for determining limits
 - IEC 60060-1, High-voltage test techniques - Part 1: General definitions and test requirements
 - IEC 60076-1, Power transformers - Part 1: General
 - IEC 60076-2, Power transformers - Part 2: Temperature rise for liquid-immersed transformers
 - IEC 60076-3, Power transformers - Part 3: Insulation levels, dielectric tests and external clearances in air
 - IEC 60076-4, Power transformers - Part 4: Guide to the lightning impulse and switching impulse testing - Power transformers and reactors
 - IEC 60076-5, Power transformers - Part 5: Ability to withstand short circuit
 - IEC 60076-7, Power transformers - Part 7: Loading guide for mineral-oil-immersed power transformers
 - IEC 60076-10, Power transformers - Part 10: Determination of sound levels
 - IEC 60085, Electrical insulation - Thermal evaluation and designation
 - IEC 60156, Insulating liquids - Determination of the breakdown voltage at power frequency - Test method

- IEC 60214-1, Tap-changers - Part 1: Performance requirements and test methods
- IEC 60247, Insulating liquids - Measurement of relative permittivity, dielectric dissipation factor (tan d) and d.c. resistivity
- IEC 60404-8-7, Magnetic materials - Part 8-7: Specifications for individual materials - Cold-rolled grain-oriented electrical steel strip and sheet delivered in the fully-processed state
- IEC 60529, Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)
- IEC 60721-1, Classification of environmental conditions - Part 1: Environmental parameters and their severities
- IEC 60721-2-1, Classification of environmental conditions - Part 2-1: Environmental conditions appearing in nature - Temperature and humidity
- IEC 60721-2-2, Classification of environmental conditions - Part 2-2: Environmental conditions appearing in nature - Precipitation and wind
- IEC 60721-2-4, Classification of environmental conditions - Part 2-4: Environmental conditions appearing in nature - Solar radiation and temperature
- IEC 61619, Insulating liquids - Contamination by polychlorinated biphenyls (PCBs) - Method of determination by capillary column gas chromatography
- IEC 62262, Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK code)
- IEC TS 60815-1, Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 1: Definitions, information and general principles
- IEEE 979, IEEE Guide for substation fire protection

- 
- IEEE C57.12.34, IEEE Standard requirements for pad-mounted, compartmental-type, self-cooled, three-phase distribution transformers, 10 MVA and smaller; high-voltage, 34.5 kV nominal system voltage and below; low-voltage, 15 kV nominal system voltage and below
 - IEEE C57.100, IEEE Standard for test procedure for thermal evaluation of insulation systems for liquid-immersed distribution, power, and regulating transformers
 - ISO 179-1, Plastics - Determination of Charpy impact properties - Part 1: Non-instrumented impact test
 - ISO 752, Zinc ingots
 - ISO 2093, Electroplated coatings of tin - Specification and test methods
 - ISO 2409, Paints and varnishes - Cross-cut test
 - ISO 2592, Petroleum and related products - Determination of flash and fire points - Cleveland open cup method
 - ISO 4521, Metallic and other inorganic coatings - Electrodeposited silver and silver alloy coatings for engineering purposes - Specification and test methods
 - ISO 4892-1, Plastics - Methods of exposure to laboratory light sources - Part 1: General guidance
 - ISO 6618, Petroleum products and lubricants - Determination of acid or base number - Colour-indicator titration method
 - ISO 7619-1, Rubber, vulcanized or thermoplastic - Determination of indentation hardness - Part 1: Durometer method (Shore hardness)
 - ISO 8501-1, Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Visual assessment of surface cleanliness - Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings


- ISO 8501-4, Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Visual assessment of surface cleanliness - Part 4: Initial surface conditions, preparation grades and flash rust grades in connection with water jetting
- ISO 9227, Corrosion tests in artificial atmospheres - Salt spray tests
- ISO 12937, Petroleum products - Determination of water - Coulometric Karl Fischer titration method
- ISO 19840, Paints and varnishes - Corrosion protection of steel structures by protective paint systems
- SSPC-SP 1, Solvent cleaning

4.4 Normas técnicas do grupo Energisa

- ETU-189.1, Óleos minerais isolantes (OMI)
- ETU-189.2, Óleos vegetais isolantes (OVI)
- NDU-027, Critérios para utilização de equipamentos e materiais em área de corrosão atmosférica

NOTAS:

- II. Todas as normas nacionais e internacionais (ABNT, IEEE, IEC, ANSI, ASTM etc.) mencionadas acima devem estar à disposição do inspetor da Energisa no local da inspeção;
- III. Todos os materiais que não são especificamente mencionados nesta Especificação Técnica, mas que são usuais ou necessários para a operação eficiente do equipamento, considerar-se-ão como aqui incluídos e devem ser fornecidos pelo fabricante sem ônus adicional;
- IV. A utilização de normas de quaisquer outras organizações credenciadas será permitida, desde que elas assegurem uma qualidade igual, ou melhor, que as



anteriormente mencionadas e não contradigam a presente Especificação Técnica;

V. As siglas acima referem-se a:

- ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
- ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
- INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
- MCTIC - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações
- MDIC - Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços
- MME - Ministério de Minas e Energia
- NDU - Norma de Distribuição Unificada (grupo Energisa)
- ETU - Especificação Técnica Unificada (grupo Energisa)
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- NBR - Norma Brasileira
- NM - Norma Mercosul
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- AWS - American Welding Society
- CISPR - Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques
- IASC - International Annealed Copper Standard
- 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

5 TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES

A terminologia adotada nesta Especificação Técnica corresponde a das normas ABNT NBR 5356-1, ABNT NBR 5440, ABNT NBR 5456, ABNT NBR 5458, ABNT NBR 5460 e ETU-109.1, complementadas pelos seguintes termos:

5.1 Transformador

Equipamento elétrico estático que, por indução eletromagnética, transforma tensão e corrente alternadas entre dois ou mais enrolamentos, sem mudança de frequência.

5.1.1 Transformador blindando

Equipamento elétrico estático que, por indução eletromagnética, transforma tensão e corrente alternadas entre dois ou mais enrolamentos, sem mudança de frequência, tendo sua saída secundária protegida e/ou blindada.


5.2 Ensaios de recebimento

O objetivo dos ensaios de recebimento é verificar as características de um material que podem variar com o processo de fabricação e com a qualidade do material componente.

Estes ensaios devem ser executados sobre uma amostragem de materiais escolhidos aleatoriamente de um lote que foi submetido aos ensaios de rotina.

5.3 Ensaios de tipo

O objetivo dos ensaios de tipo é verificar as principais características de um material que dependem de seu projeto.



Os ensaios de tipo devem ser executados somente uma vez para cada projeto e repetidos quando o material, o projeto ou o processo de fabricação do material for alterado ou quando solicitado pelo comprador.

5.4 Ensaios especiais

O objetivo dos ensaios especiais é avaliar materiais com suspeita de defeitos, devendo ser executados quando da abertura de não-conformidade, sendo executados em unidades recolhidas em cada unidade de negócio.

Este tipo de ensaio é executado e custeado pela Energisa.

6 HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES

O cadastro comercial, via Web Supply, é uma obrigatoriedade a todos os fornecedores do Grupo Energisa. A manutenção deste cadastro atualizado é de obrigação do fornecedor.


A homologação técnica é conforme os níveis de complexidade das classes de materiais envolvidos conforme pode ser observado em nosso Manual da Qualidade de Fornecedores no link abaixo:

<https://www.grupoenergisa.com.br/fornecedores>

7 CONDIÇÕES GERAIS

Os transformadores de distribuição devem:

- a) Ser fornecidos completos e completamente montados, cheios de líquido isolante, com as buchas e terminais, todos os dispositivos, equipamentos e acessórios descritos nesta Especificação Técnica e outros não descritos, mas, solicitados nela ou no contrato, necessários para o seu pronto funcionamento e aptos para operação;
- b) Ter todas as peças correspondentes intercambiáveis, quando de mesmas características nominais e fornecidas pelo mesmo fabricante;

- 
- c) Ser projetados com matérias primas empregadas na fabricação e acabamento devem incorporar tanto quanto possível as mais recentes técnicas e melhoramentos;
 - d) Ser projetados, de modo que, as manutenções possam ser efetuadas pelo grupo Energisa ou em oficinas por ele qualificadas, sem o emprego de máquinas ou ferramentas especiais;
 - e) Ser projetados para os limites de elevação de temperatura dos enrolamentos sem comprometer as características dos materiais isolantes.

7.1 Condições do serviço

Os transformadores de distribuição tratados nesta Especificação Técnica devem ser adequados para operar nas seguintes condições:

- a) Altitude não superior a 1.500 metros acima do nível do mar;
- b) Temperatura, conforme IEC 60721-2-1:
 - Máxima do ar ambiente: 45 °C;
 - Média, em um período de 24 horas: 35 °C;
 - Mínima do ar ambiente: -5 °C;
- c) Pressão máxima do vento: 700 Pa (70 daN/m²), valor correspondente a uma velocidade do vento de 122,4 km/h, conforme IEC 60721-2-2;
- d) Umidade relativa do ar até 100 %, conforme IEC 60721-2-1;
- e) Nível de radiação solar: 1,1 kW/m², com alta incidência de raios ultravioleta, conforme IEC 60721-2-4;
- f) Precipitação pluviométrica: média anual de 1.500 a 3.000 milímetros, conforme IEC 60721-2-2;

- g) Classe de severidade de poluição local (SPS) leve e médio, conforme ABNT IEC TS 60815-1 ou IEC TS 60815-1;
- h) Vibrações insignificantes devido a causas externas aos transformadores ou devido a tremores de terra, conforme IEC 60721-1.
- a) Funcionamento em condições tais como:
 - Em regime ou frequências não usuais; ou
 - Com forma de onda distorcida ou com tensões assimétricas.

7.2 Linguagens e unidades de medida

O sistema métrico de unidades deve ser usado como referência nas descrições técnicas, especificações, desenhos e quaisquer outros documentos. Qualquer valor, que por conveniência, for mostrado em outras unidades de medida também deve ser expresso no sistema métrico.


Todas as instruções, relatórios de ensaios técnicos, desenhos, legendas, manuais técnicos etc., a serem enviados pelo fabricante, bem como as placas de identificação, devem ser escritos em português. No caso de equipamentos importados deve ser fornecida uma versão em português e outra no idioma de origem.

NOTA:

- VI. Os relatórios de ensaios técnicos, excepcionalmente, poderão ser aceitos em inglês ou espanhol.


7.3 Acondicionamento

Os transformadores de distribuição devem ser acondicionados individualmente, em container (caixa para transporte), confeccionada em madeira, não retornáveis, com massa bruta não superior a 1.000 (um mil) quilogramas, obedecendo às seguintes condições:

- 
- a) Serem adequadamente embalados de modo a garantir o transporte (ferroviário, rodoviário, hidroviário, marítimo ou aéreo) seguro até o local do armazenamento ou instalação em qualquer condição que possa ser encontrada (intempéries, umidade, choques etc.) e ao manuseio;
- b) A embalagem deve ser feita de modo que o peso e as dimensões sejam conservados dentro de limites razoáveis a fim de facilitar o manuseio, o armazenamento e o transporte. As embalagens devem ser construídas de modo a possibilitar:
- Uso de empilhadeiras e carro hidráulico;
 - Carga e descarga, através da alça de suspensão do transformador, com o uso de pontes rolantes;
 - Transporte e ou armazenamento superposto de 2 (dois) transformadores.
- c) As embalagens devem ter:
- 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.
- d) E demais indicações no protocolo logístico do material, disponível no site da Energisa, através do link:

<https://www.grupoenergisa.com.br/fornecedores>

NOTAS:

- 
- VII. Para equipamentos com peso bruto superior a 1.000 (um mil) quilogramas, deve ser informado a necessidade de equipamento especial para carga e descarga;
- VIII. A embalagem, quando confeccionada em madeira, a mesma deve:
- Devem ter qualidade no mínimo igual à do pinus de segunda e certificada pelo IBAMA.
 - Não devem conter substâncias ou produtos passíveis de agredir o meio ambiente quando do descarte ou reaproveitamento dessas embalagens;
 - Devem ser de madeira de boa qualidade, reforçadas, contendo suporte para apoio e marcação dos pontos e sentidos de içamento. Ser isentos de trincas, rachaduras ou qualquer outro tipo de defeito e não apresentar pontas ou cabeças de pregos ou parafusos que possam danificar os transformadores de distribuição.
- IX. A embalagem deve ser elaborada com material reciclável. Não serão aceitas embalagens elaboradas com poliestireno expandido, popularmente conhecido como “isopor”.

Cada container deve ser identificado, de forma legível e indelével e contendo as seguintes informações:

- a) Nome ou marca Energisa;
- b) Nome ou marca comercial do fabricante;
- c) País de origem;
- d) Mês e ano de fabricação (MM/AAAA);
- e) Tipo, dimensões e número de série da embalagem;

- f) Identificação completa dos transformadores de distribuição (tipo/modelo, quantidade, tensão primária nominal (kV), tensão secundária nominal (V), potência nominal (kVA) etc.);
- g) Massa líquida, em quilogramas (kg);
- h) Massa bruta, em quilogramas (kg);
- i) ABNT NBR 5440;
- j) Número e quaisquer outras informações especificadas na Ordem de Compra de Material (OCM).

NOTAS:


- X. O fornecedor brasileiro deverá numerar os diversos volumes e anexar à nota fiscal uma relação descritiva (romaneio) do conteúdo de cada volume;
- XI. O fornecedor estrangeiro deverá encaminhar simultaneamente à Energisa e ao despachante indicado, cópias da relação descritiva (romaneio) do conteúdo de cada volume.

7.4 Transporte

O transporte de transformadores com líquido isolante deve ser realizado com o transformador completamente preenchido, com o seu nível normal de operação.

O fabricante, a partir de 01/07/2026, deve instalar registradores de impacto para monitoramento do transporte, devendo ser mantido até o descarregamento no local de recebimento. Se os valores medidos ultrapassarem os limites máximos indicados pelo fabricante, este fato deve ser comunicado, tanto ao fabricante, quanto à Energisa, para avaliar os resultados e indicar as ações de inspeção da parte ativa, seguindo os procedimentos indicados na ABNT NBR 7036.

7.5 Meio ambiente



O fornecedor nacional deve cumprir, rigorosamente, em todas as etapas da fabricação, do transporte e do recebimento dos transformadores de distribuição, a legislação ambiental brasileira e as demais legislações federais, estaduais e municipais aplicáveis.

No caso de fornecimento internacional, os fabricantes/fornecedores estrangeiros devem cumprir a legislação ambiental vigente nos seus países de origem e as normas internacionais relacionadas à produção, ao manuseio e ao transporte dos transformadores de distribuição, até a entrega no local indicado pela Energisa. Ocorrendo transporte em território brasileiro, os fabricantes e fornecedores estrangeiros devem cumprir a legislação ambiental brasileira e as demais legislações federais, estaduais e municipais aplicáveis.

O fornecedor 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.

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

O fornecedor deverá apresentar as seguintes informações:

- Tipo de madeira utilizada nas embalagens e respectivo tratamento preservativo empregado e os efeitos desses componentes no ambiente, quando de sua disposição final (descarte);
- Quanto à forma mais adequada de disposição final dos transformadores, em particular do óleo mineral isolante (OMI) contido nos equipamentos e dos componentes em contato com o óleo, conforme as legislações ambientais aplicáveis;
- As condições para receber de volta os transformadores de sua fabricação, ou por ele fornecidas, que estejam fora de condições de uso.

Não podem ser usados na fabricação de quaisquer materiais ou equipamentos a serem adquiridos pela Energisa:

- a) Amianto ou asbesto;
- b) Bifenilas Policloradas (PCB);
- c) Poluentes orgânicos persistentes (POPS), conforme Decreto Legislativo N.º 204, de 2004;
- d) Benzeno, conforme Portaria Interministerial MTE/MS nº 775 de 28/04/2004.

As substâncias consideradas perigosas não poderão ser utilizadas em concentração acima da recomendada, conforme diretiva 2011/65/EU para RoHS (Restriction of Certain Hazardous Substances) e WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment).

Os processos produtivos que geram efluentes líquidos industriais ou emissões atmosféricas e radioativas, devem se enquadrar aos padrões normativos previstos na legislação ambiental aplicável.

7.6 Expectativa de vida útil

Os transformadores de distribuição devem ter uma expectativa de vida útil, mínima, de:

- Transformador com óleo mineral isolante (OMI): 25 (vinte e cinco) anos;
- Transformador com óleo vegetal isolante (OVI): 27 (vinte e cinco) anos;

Contando a partir da data de fabricação, contra qualquer falha, provenientes de processo fabril, sob condições normais de operação prevista nesta Especificação Técnica.

NOTA:

XII. A expectativa de vida útil é estabelecida pela ANEEL, através do Manual de Controle Patrimonial do Setor Elétrico (MCPSE).

7.7 Garantia

O período de garantia dos materiais deve obedecer ao disposto na Ordem de Compra de Materiais (OCM) contra qualquer defeito de fabricação, material e acondicionamento.

Caso os materiais apresentem qualquer tipo de defeito de fabricação, um novo período de garantia deve entrar em vigor para todo o lote em questão.

Dentro do referido período as despesas com mão-de-obra decorrentes da retirada e instalação de equipamentos comprovadamente com defeito de fabricação, bem como o transporte destes entre o almoxarifado da concessionária e o fornecedor, incidirão sobre o último.

7.8 Etiquetas autoadesivas


7.8.1 Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE)

A portaria do INMETRO N.º 382, de 17/09/2021, define que a (s) fornecedora (s) de transformadores 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 o Selo de Identificação da Conformidade (SIC), na forma da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) afixada no tanque do equipamento.

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 Desenho 9.

7.8.2 Identificação de Isento de PCB

Os equipamentos reformados ou recuperados deverão utilizar óleo mineral isolante isentos de PCB para seu preenchimento, utilizando para identificação etiqueta autoadesiva conforme Desenho 10.



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.

7.9 Numeração de patrimônio

Os transformadores de distribuição devem conter a numeração de patrimônio, sequencial patrimônio, fornecida pela Energisa. 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.


O fabricante deverá fornecer à Energisa, após a liberação dos transformadores de distribuição, uma relação individualizada, por 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 quilovolt amperes (kVA).

7.10 Avaliação técnica do material

O fornecedor deve apresentar os documentos técnicos relacionados a seguir, atendendo aos requisitos especificados na Energisa, relativos a prazos e demais condições de apresentação de documentos:

- a) Apresentar o quadro de dados técnicos e características garantidas total e corretamente preenchido, conforme apresentado no Anexo 1;
- b) Apresentar catálogos e outras informações pertinentes;
- c) Apresentar desenho técnicos detalhado.



O fornecedor deve apresentar uma cópia, em português, com medidas no sistema métrico decimal, dos desenhos a seguir relacionados:

- a) Tipo e código do fabricante;
- b) Vistas principais dos equipamentos, por potência, mostrando a localização das peças e acessórios, dimensões e distâncias;
- c) Desenhos detalhados, em planta e cortes, do conjunto núcleo-enrolamentos indicando material usado e processos de montagem e de manutenção;
- d) Das placas de identificação;
- e) Das buchas e terminais de média e baixa tensão, com dimensões, detalhes de montagem e características físicas e dielétricas, indicando fabricante, tipo e designação;
- f) Das alças para suspensão do transformador, com dimensões e material utilizado;
- g) Detalhamento da fixação e vedação da tampa indicando dimensões, número e tipo de parafusos de fixação e material utilizado;
- h) Do dispositivo de aterramento, com dimensões e material utilizado;
- i) Do comutador interno, com dimensões, processos para fixação e indicação da marcação dos Taps;
- j) Da base do transformador;
- k) Desenhos da embalagem para transporte, contendo:
 - Dimensões;
 - Massa;
 - Detalhes para içamento;
 - Tipo de madeira e tratamento utilizado;

- Localização do centro de gravidade.

l) Cópia dos manuais de instrução, cobrindo instalação e manutenção do equipamento.

Quando os transformadores de distribuição propostos apresentarem divergências em relação a esta Especificação Técnica, o fornecedor deverá submeter os desvios à prévia aprovação junto à área de Engenharia e Cadastro, através do Anexo 2.

NOTAS:

- XIII. Quando da consulta para aprovação dos desvios, os mesmos deverão estar claramente identificados, e tratados como tal, tanto no texto como nos desenhos;
- XIV. As empresas Distribuidoras do Grupo Energisa, não se responsabilizam pela fabricação dos equipamentos em desacordo com a presente especificação técnica.

8 CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS

8.1 Condições de carregamento

Os transformadores de distribuição devem, além de sua potência nominal em carga contínua, ser capaz de atender às condições especificadas na ABNT NBR 5356-7 ou IEC 60076-7.

Os equipamentos auxiliares, tais como buchas, comutadores de derivações e outros, devem suportar sobrecargas correspondentes até uma 1,5 vezes a potência nominal do transformador.

8.2 Potência nominal (S)

As potências nominais, em quilovolts-ampère (kVA), para transformadores de distribuição em regime contínuo, são as seguintes:

- a) Trifásicos:

- 15 kVA, 30 kVA e 45 kVA.

8.3 Tensão nominal (U_r)

As tensões nominais padronizadas, em quilovolts (kV), são:

- a) Primárias trifásica: 11,4 kV, 13,8 kV, 22,0 kV e 34,5 kV.
- b) Secundárias trifásicas: 220/127 V e 380/220 V.

Os transformadores de distribuição devem ser capazes de operar, sem danos, sob uma condição de sobrefluxo onde a relação tensão/frequência não exceda em 5,0 % a relação tensão/frequência especificada.

8.4 Nível de isolamento nominal (U_d)

Os níveis de isolamento, em quilovolts (kV), e os espaçamentos mínimos no ar, em milímetros (mm), devem obedecer a Tabela 5.

8.5 Derivações (TAPS) e tensões nominais

As derivações devem ser do tipo degraus, com:

- Classe 15,0 kV: 600 V;
- Classe 24,2 kV: 1.100 V;
- Classe 36,2 kV: 1.500 V.

As derivações e relações de tensões são as constantes das Tabela 6.

NOTAS:

- XV. Os transformadores de distribuição devem ser expedidos na derivação (TAP) correspondente à tensão primária nominal, conforme item 8.3;
- XVI. Não serão aceitos transformadores com derivações em percentual (%) de redução ou elevação.

8.6 Frequência nominal (f_r)

A frequência nominal dos transformadores de distribuição deve ser de 60 Hertz (Hz).

8.7 Elevação de temperatura

A elevação de temperatura de cada enrolamento do transformador, projetado para operação em condições normais de serviço, não pode exceder o limite especificado na Tabela 7.

Os transformadores deverão possuir limites de elevação de temperatura máximas correspondentes ao:

a) Óleo mineral isolante (OMI):

- Alternativa “1” com data de fabricação até 31/12/2026;
- Alternativa “2” com data de fabricação após 01/01/2027.

b) Óleo vegetal isolante (OVI):

- Alternativa “1” com data de fabricação até 31/12/2026;
- Alternativa “2” com data de fabricação após 01/01/2027.

NOTA:

XVII. Os limites de elevação de temperatura são válidos para todas as derivações.

8.8 Perdas, correntes de excitação e tensão de curto-circuito

Conforme estabelece a Portaria Interministerial N.º 3, de 31/07/2018, os transformadores deverão possuir níveis de perdas máximas correspondentes ao:

- Nível “E” até a data de fabricação de 31/12/2018.
- Nível “D” a partir da data de fabricação de 01/01/2019;
- Nível “C” a partir da data de fabricação de 01/01/2023.

Para as temperaturas de referência citadas na Tabela 7, os valores de perdas em vazio (P_o), perdas totais (P_t), corrente de excitação máxima (I_o) e tensão de curto-circuito são os indicados na Tabela 8, e referidos à derivação principal.

Os valores individuais não devem ultrapassar os valores garantidos na proposta, observadas as tolerâncias especificadas na Tabela 7.

8.9 Diagramas fasoriais e polaridade dos transformadores

Os transformadores de distribuição trifásicos devem ser ligados em delta/triângulo (Δ) e os secundários em estrela aterrada, com deslocamento angular entre eles 30° (trinta graus), com as fases de baixa tensão (BT) atrasadas em relação às correspondentes de média tensão (MT). O diagrama de ligações deve estar em conformidade com a Figura 1.

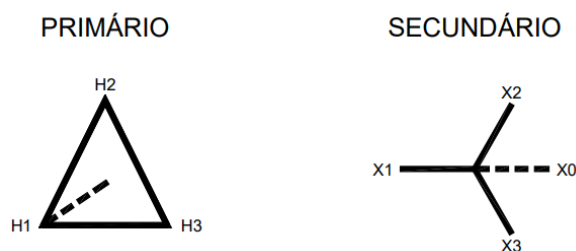


Figura 1 - Diagrama de ligação

8.10 Diagramas de ligações dos transformadores

Os transformadores de distribuição trifásicos devem possuir diagrama de ligação Dyn1, conforme Figura 2.

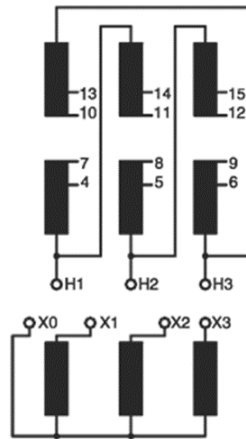


Figura 2 - Diagrama de ligação - Dyn1

8.11 Tensão de rádio-interferência (TRI)

Os transformadores de distribuição devem ser submetidos ao ensaio de tensão de rádio-interferência segundo a CISPR TR 18-2, com a tensão máxima de 1,1 vez o valor da tensão da maior derivação entre terminais MT acessíveis.

Nestas condições, o valor máximo da tensão de rádio-interferência deve ser:

- 250 μ V, para a tensão máxima de 15 kV.
- 650 μ V, para a tensão máxima de 24,2 e 36,2 kV.

8.12 Capacidade de resistir a curtos-circuitos

Os transformadores de distribuição devem ser capazes de resistir, sem se danificarem, aos efeitos térmicos e dinâmicos, causados por curto-circuito nos seus terminais secundários, com tensão nominal nos terminais primários, sob as condições da ABNT NBR 5356-5 ou IEC 60076-5, limitados a corrente simétrica ao máximo de 25 (vinte e cinco) vezes a corrente nominal do transformador.

NOTA:

- XVIII. O fabricante deve enviar, para cada ensaio de curto-circuito, a memória de cálculo referente à máxima temperatura média atingida pelo enrolamento, após curto-circuito nas condições anteriormente estabelecidas.

8.13 Nível de ruído

Os transformadores de distribuição devem atender aos níveis máximos de ruído conforme Tabela 10.


9 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

Os transformadores de distribuição devem ser projetados e construídos para operar selado, devendo suportar variações de pressão interna, bem como o seu próprio peso, quando levantado.

9.1 Materiais isolantes

O líquido isolante deve ser:

- a) Óleo mineral isolante (OMI): Com especificação mínima conforme Resolução Normativa ANP N.º 900/2022, dos tipos:
 - Tipo “A” (base naftênica);
 - Tipo “B” (base parafínica).
- b) Óleo vegetal isolante (OVI): Com especificação mínima conforme ABNT NBR 15422 ou ASTM D6871, devendo apresentar as seguintes características:
 - Classificado como fluido de alto ponto de combustão (classe K) conforme a ABNT NBR 13231 ou IEEE 979, ou seja, deve apresentar ponto de combustão acima de 300 °C;
 - Provenientes de fontes renováveis, e ensaios específicos devem ser realizados para demonstrar sua fácil biodegradabilidade;
 - Resultados de estudos de envelhecimento acelerado através de tubos selados e método de teste Lockie, conforme IEEE C57.100);
 - Ter publicado seus fatores de carregamento A e B da equação de Arrhenius para envelhecimento do papel isolante.



Os materiais isolantes dos transformadores de distribuição devem ser, no mínimo, de classe térmica 105 °C (designação A), conforme ABNT NBR IEC 60085 ou IEC 60085. Quando o transformador for projetado para elevações de temperatura mais altas, conforme previsto no item 8.7 e Tabela 7, devem ser utilizados materiais compatíveis com a alternativa selecionada.

9.2 Resfriamento

Os transformadores de distribuição devem ser resfriamento em sistema tipo:

- Óleo mineral isolante (OMI): ONAN (Óleo natural, ar natural) por circulação natural;
- Óleo vegetal isolante (OVI): KNAN (Óleo natural, ar natural) por circulação natural.

9.3 Estrutura do transformador

Não é permitida a instalação de conservador de líquido isolante no transformador e abertura para inspeção.


9.3.1 Tanque do transformador e respectiva tampa

O tanque e a tampa devem ser confeccionados de chapas de aço, conforme as ABNT NBR 6649, ABNT NBR 6650 e ABNT NBR 11888, com espessura mínima conforme Tabela 11, devendo suportar a pressão manométrica de 69 kPa (0,7 kgf/cm²), durante 1,0 (uma) hora.

Todas as aberturas existentes na tampa devem ser providas de ressaltos construídos de maneira a evitar acumulação e/ou penetração de água.

A borda do tanque do transformador deve ser adequada para permitir o correto alojamento das juntas, de modo a evitar seu deslizamento.

Deverá ser gravado, em baixo relevo, o número de série nas seguintes partes do transformador:

- 
- a) No tanque, logo acima da placa de identificação;
 - b) Na tampa;
 - c) Nas alças de suspensão.

9.3.2 Radiadores

Os transformadores de distribuição devem ser projetados de forma a não utilizarem radiadores, entretanto, caso haja necessidade, os mesmos devem ser do tipo aletados ou tubulares, fixados ao tanque, através de solda e devem ser confeccionados em:

- Chapas de 1,2 mm de espessura, no mínimo, conforme a ABNT NBR 5915-1; ou
- Tubos de 1,5 mm de espessura, no mínimo, conforme a ABNT NBR 5590.

Quando necessário, devem ser providos de reforços estruturais verticais e/ou horizontais.


9.3.3 Compartimento de terminais de BT

Os transformadores de distribuição devem ser projetados com 2 (dois) compartimentos laterais e 1 (um) compartimento frontal, conforme Desenho 1, confeccionada em chapa de aço, conforme as ABNT NBR 6649, ABNT NBR 6650 e ABNT NBR 11888, com espessura mínima conforme Tabela 11.

Os transformadores devem ser construídos de maneira a não possuir aberturas que permitam a introdução de objetos tais como fios ou fitas, com graus de proteção mínima de:

- IP 54, conforme ABNT NBR IEC 60529 ou IEC 60529;
- IK-08, conforme ABNT NBR IEC 62262 ou IEC 62262.

As portas dos compartimentos deverão ser providas de dispositivos de fechamento equipados com fechaduras tipo Cremona com maçaneta. As portas também deverão



possuir sistema de dobradiças que permita a retirada das mesmas e o travamento com abertura mínima de 105°, instaladas de maneira tal que impossibilite sua remoção pela parte externa.

As portas devem ser aterradas através de cordoalhas de cobre estanhadas, de maneira que possam ser removidas quando as referidas portas forem retiradas.

As dobradiças, devem permitir a fácil remoção da porta após aberta e impedir a sua remoção quando fechadas, conforme IEEE C57.12.34.

9.3.3.1 Barramento de baixa tensão (BT)

Os compartimentos laterais devem ser fornecidos com barramento interno, próprios para conexão através de conectores tipo cabo-barra. Os barramentos devem ser confeccionados em cobre eletrolítico e fixados às caixas por intermédio de isoladores em epóxi classe 600 V.

As barras devem possuir comprimento mínimo adequado a 10 (dez) conexões, conforme Desenho 1, tendo largura de 20 mm e espessura de 3,0 mm.

9.3.4 Alças de suspensão ou orelhas de suspensão

Os transformadores de distribuição devem possuir 2 (duas) alças de suspensão, conforme Desenho 1, de maneira que o material de içamento não atinja as bordas da tampa e tenha resistência, dimensões e formato suficientes e adequados para permitir o içamento e a locomoção do transformador sem lhe causar outros danos, inclusive na pintura e nas buchas.

As alças devem ser isentas de rebarbas e deverá ser gravado, em baixo relevo, o número de série nas alças de suspensão.

9.3.5 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, conforme Desenho 2.

9.3.6 Sistema de fixação da 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 e que não interfiram na conexão dos cabos de baixa tensão nas buchas secundárias.

NOTA:

- XIX. Os dispositivos de fixação da tampa ao tanque não devem coincidir com o eixo vertical das buchas secundárias, de modo a preservar a cota “E” do Desenho 1 e a distância mínima de espaçamento no ar estabelecida pela ABNT NBR 5440.

9.3.7 Fixação e suspensão da parte ativa


A parte ativa deve ser fixada nas paredes internas do tanque através de dispositivos laterais que não dificultem sua retirada e sua recolocação no tanque. Devem também permitir a retirada da tampa sem necessidade de remoção da parte ativa.

A fixação deve ser obtida por meio de parafusos ou tirantes rosqueados, equipados com porca e contraporca ou porca, arruela de pressão e arruela lisa. As arruelas podem ser substituídas por travamento químico. Os parafusos ou tirantes não devem ser puncionados na rosca.

Os olhais para suspensão da parte ativa devem ser em número de dois ou mais, com diâmetro mínimo de 20 mm e estar localizados na parte superior do núcleo, de modo a manter o conjunto na vertical e a não danificar as chapas de aço silício durante a suspensão. É permitido que o olhal de suspensão seja o mesmo para fixação da parte ativa ao tanque desde que não haja interferência entre as funções.

9.3.8 Estrutura de apoio

A parte inferior do transformador deve ter uma estrutura que assegure uma distância mínima de 10 mm, entre a chapa do fundo e o plano de apoio do transformador.



A estrutura deve consistir em barras de ferro chatas ou quadradas, soldadas à chapa do fundo ou do prolongamento de toda a superfície lateral do tanque desde que não sejam criadas quinas vivas ou cutelos que acarretem o afundamento do transformador, quando transportado sem a embalagem, sobre pisos de madeira.

NOTA:

XX. Alternativamente, a estrutura de apoio pode ser o prolongamento das paredes do tanque pode ser utilizado para este objetivo.

9.3.9 Suporte para fixação de para-raios

Os transformadores devem possuir um suporte para fixação de para-raios por fase, soldado ao tanque e equipado com parafuso, porca e arruelas, conforme Desenho 6.

Os suportes sejam montados suficientemente próximos da respectiva bucha média tensão (MT), porém devidamente afastados das partes aterradas (alças de suspensão, radiadores, tampa, presilhas ou de outros acessórios), visando manter as distâncias elétricas necessárias.

NOTA:

XXI. O suporte deve ser posicionado na área indicada não devendo interferir no processo de içamento do transformador.

Os suportes de fixação de para-raios devem ser fornecidos com parafusos de cabeça abaulada, porcas e arruelas de pressão conforme:

- a) Parafuso de cabeça abaulada, pescoço quadrado M12x1,75 com 40 mm de comprimento, em aço-carbono galvanizado por imersão a quente;
- b) Arruela de pressão, compatível com o parafuso, em aço-carbono galvanizado por imersão a quente;
- c) Porca sextavada, compatível com o parafuso, em aço-carbono galvanizado por imersão a quente.

9.3.10 Soldas

As soldas executadas na confecção do tanque, tampa e radiadores e demais partes dos transformadores devem ser executadas de modo contínuo e de ambos os lados, interno ou externo, de modo a garantir a estanqueidade e as características mecânicas para transporte e operação e seguir as recomendações da AWS D1.1/D1.1M.

As soldas devem ser isentas de porosidade, rachaduras e devem assegurar boa penetração e cobertura nas junções.

As soldas devem ser feitas por soldadores qualificados e aprovados por entidades oficiais em testes de qualificação, conforme ABNT NBR 14842 e AWS B3.0, às expensas do fornecedor.

NOTA:

XXII. Quando requerido, certificados de qualificação dos soldadores devem ser disponibilizados para avaliação pela Energisa.

9.4 Buchas isolantes e terminais de ligação

As buchas isolantes e terminais de ligação, primárias e secundárias, devem ser localizadas conforme Desenho 1 e devem ser desmontáveis somente pela parte interna do transformador.

Os invólucros isolantes das buchas devem ser confeccionados em porcelana vitrificada ou de material polimérico de alto desempenho, nas cores:

- Marrom, notação Munsell 5,0 YR 3,0/3,0 ou notação RAL 8016; ou
- Cinza-claro, notação Munsell 5BG 7.0/0.4 ou notação RAL 7047.

Os terminais de ligação secundário devem ser fornecidos em quantidade adequada ao tipo de terminal, com:

- Parafuso de cabeça sextavada, tipo M12x1,75 com 40 mm de comprimento, em liga de cobre;
- Porca e arruela de pressão, compatíveis com o parafuso, em liga de cobre;
- Arruela de pressão, compatíveis com os parafusos, devem ser de aço inoxidável.

NOTA:

XXIII. Outros tipos de materiais podem ser aceitos pela Energisa, desde que aprovados previamente.

Os terminais de ligação e parafusos sextavados devem suportar, sem avarias na rosca ou ruptura de qualquer parte dos componentes, as torções mínimas indicadas na Tabela 12.

9.4.1 Buchas primárias


As características compatíveis dos invólucros devem estar em conformidade com a ABNT NBR 5034 e ABNT NBR 5435, com níveis de isolamento e distâncias de escoamento em conformidade com a Tabela 13.

Os terminais primários devem ser do tipo grampo com olhal T1 até 160 A e ser dimensionados para condutores com seção transversal de 35 mm² a 95 mm², conforme a ABNT NBR 5435, e confeccionados em liga de cobre ou cobre eletrolítico, revestido por imersão a quente, com camada mínima em:

- Estanho: 8,0 µm para qualquer amostra e de 12 µm para a média das amostras;
- Prata: 2,0 µm.

E devem possuir condutividade mínima 25 % IACS a 20 °C, não pode haver soldas ou emendas nos terminais.

9.4.2 Buchas secundárias



As características compatíveis dos invólucros devem estar em conformidade com ABNT NBR 5034 e ABNT NBR 16856, com níveis de isolamento e distâncias de escoamento em conformidade com a Tabela 13.

Os terminais de ligação secundários devem ser do tipo bandeira (SPADE), tipo T2 e T3, com 2 ou 4 furos de padrão tipo NEMA, conforme Tabela 14 e ABNT NBR 16856, confeccionados em ligas de cobre ou cobre eletrolítico, revestido por imersão a quente, com camada mínima em:

- Estanho: 8,0 μm para qualquer amostra e de 12 μm para a média das amostras;
- Prata: 2,0 μm .

E devem possuir condutividade mínima 25 % IACS a 20 °C, não pode haver soldas ou emendas nos terminais.

9.5 Dispositivo de aterramento

Os transformadores de distribuição devem possuir 1 (um) conector apropriado para ligação de condutores de cobre e/ou alumínio, de diâmetro 3,2 a 10,5 mm (10 a 120 mm²), preso por meio de um parafuso de rosca M12 x 1,75 no furo roscado do suporte para fixação no poste.

A localização do terminal deve ser no suporte superior, na parte lateral mais próxima de X0, conforme Desenho 1.

9.6 Juntas de vedação

As juntas de vedação dos transformadores de distribuição devem ser em elastômeros tipo nitrílica, fluorelastômero e/ou fluorsilicone e atender os seguintes requisitos mínimos:

- a) Classe térmica: Topo do líquido isolante, conforme Tabela 7, acrescido de 40 °C;
- b) Densidade: 1,15 g/cm³ a 1,30 g/cm³;

- c) Dureza Shore A: 65 ($\pm 5,0$);
- d) Tensão de ruptura (mín.):
 - Elastômero nitrílicos e fluorelastômero: 10 MPa;
 - Elastômero fluorsilicone: 2,5 MPa.
- e) Alongamento (mín.):
 - Elastômero nitrílicos e fluorelastômero: 300 %;
 - Elastômero fluorsilicone: 150 %.

Os elastômeros nitrílicos devem apresentar alto teor de acrilonitrila, ou seja, teor ≥ 37 %.

9.7 Placa de identificação

O transformador de distribuição deve ser provido de placa de identificação metálica, a prova de tempo, em posição visível, fixada ao tanque em suporte apropriado, espaçado de 20 mm entre o corpo do transformador e qualquer parte da placa, conforme Desenho 1.


A placa de identificação deve possuir dimensões e formato A6 (105 mm x 148 mm), conforme Desenho 5 e ser confeccionada em:

- Aço-inoxidável com espessura 0,5 mm.; ou
- Alumínio anodizado, com espessura mínima 0,8 mm.

A fixação da placa de identificação deve ser por intermédio de rebites de material resistente à corrosão, em suporte com base que impeça a sua deformação.

NOTA:

XXIV. Outros modelos de placa são permitidos, desde que possuam aprovação previa pela Energisa.



A placa de identificação deve conter, no mínimo, as informações listadas a seguir, que devem ser gravadas de forma legível e indelével:

- a) A expressão “TRANSFORMADOR TRIFÁSICO”;
- b) Nome e demais dados do fabricante e local de fabricação;
- c) Número de série de fabricação;
- d) Mês e ano de fabricação (MM/AAAA);
- e) Potência nominal, em quilovolts-ampère (kVA)
- f) Impedância de curto-circuito, em porcentagem (%);
- g) Tensões nominais de média tensão, em quilovolts (kV);
- h) Tensão nominal de baixa tensão, em volt (V);
- i) Diagrama de ligação dos enrolamentos;
- j) Polaridade (subtrativa ou aditiva);
- k) Número da placa de identificação;
- l) Elevação de temperatura óleo/enrolamento, em graus centígrado (°C);
- m) Material dos enrolamentos MT/BT (por exemplo: Al/Cu);
- n) QR-CODE, conforme Tabela 16;
- o) Nível de eficiência (A, B, C ou D);
- p) Tipo do líquido isolante;
- q) Volume total do líquido isolante do transformador, em litros (l);
- r) Massa total do transformador, em quilogramas (kg);
- s) Constar informação: “Produto isento de PCB”.

NOTA:

- XXV. Até 31/05/2025, serão aceitos que a placa de identificação possua etiqueta, do tipo autocolante, com código de barras 2D (QR CODE) impresso. A partir de 01/06/2025, o código de barras 2D (QR-CODE) deve ser gravado diretamente na placa de identificação.

9.8 Dispositivo de alívio de pressão (DAP)

O dispositivo deve ser posicionado também de forma a atender às seguintes condições:

- a) Não ficar exposto a danos quando dos processos de içamento, carga e descarga do transformador;
- b) Não interferir no manuseio dos suportes de fixação em poste ou no manuseio dos suportes para fixação de para-raios;
- c) Ser direcionado para o lado das buchas de baixa tensão (BT).

O transformador de distribuição deve ser equipado com um dispositivo de alívio de pressão interna, com os seguintes requisitos mínimos:

- Pressão de alívio: 69 kPa (0,70 kgf/cm²) ± 20 %;
- Pressão de selamento mínima: 42 kPa (0,42 kgf/cm²);
- Taxa de vazão: 16,5 L/s (35 pés cúbicos por minuto), a 101 kPa (1,01 kgf/cm²) e a 21 °C.

Além disso, o dispositivo deve possuir também as seguintes características:

- Orifício de admissão: 6,4 mm (1/4") - 18 NPT;
- Corpo hexagonal de latão de 16 mm, dimensionado para suportar uma força longitudinal de 45 kgf;

- Disco externo de vedação para impedir, de forma permanente, a entrada de poeira, umidade e insetos. Este deve ser de material não oxidável, com resistência mecânica suficiente para não sofrer deformação por manuseio;
- Anel externo de material não oxidável, com diâmetro interno mínimo de 21 milímetros, para acionamento manual, dimensionado para suportar uma força mínima de puxamento de 11 kgf, sem deformação;
- Anéis de vedação e gaxetas internas compatíveis com a classe de temperatura do material isolante do transformador;
- Partes externas resistentes à umidade e à corrosão.

O dispositivo de alívio deve estar posicionado na horizontal, na tampa do transformador de distribuição com adaptador, observada a condição de carga máxima de emergência do transformador de 200 % e não pode, em nenhuma hipótese, dar vazão ao óleo expandido.

Para orientação sobre a dispositivo de alívio de pressão, consultar o Desenho 3.

9.9 Fixações externas (ferragens)

As fixações externas confeccionadas em aço-carbono (porcas, arruelas, parafusos e grampos de fixação) devem ser revestidas de zinco por imersão a quente, conforme a ABNT NBR 6323 ou ASTM A153/A153M.

O zinco deve ser do tipo comum, cuja composição química compatível com ISO 752 ou ASTM B6.

Os revestimentos das peças zincadas devem estar:

- Transformadores para ambientes não-agressivos: Em conformidade com ABNT NBR 7095;
- Transformadores para ambientes agressivos: Com espessura mínima de 54 μm e massa mínima de 380 g/m^2 , tanto individualmente quanto na média.

NOTAS:

- XXVI. São considerados áreas de ambiente agressivos, as áreas litorâneas de Sergipe e Paraíba, conforme NDU-027;
- XXVII. É permitida a utilização de processos de proteção anticorrosivos alternativos à zincagem por imersão a quente, mediante aprovação prévia da Energisa. Entretanto não ser admitindo, em hipótese alguma, o processo de galvanização eletrolítica.

9.10 Massa do transformador

A massa total do transformador de distribuição não pode ultrapassar à 500 (quinhentos) quilogramas.

NOTA:

- XXVIII. Em equipamento que ultrapasse o valor acima, a Energisa deverá ser comunicada no momento do transporte.

10 PARTE ATIVA

10.1 Núcleo

O núcleo deve ser projetado e construído de modo a permitir o seu reaproveitamento em caso de manutenções, sem a necessidade de empregar máquinas ou ferramentas especiais.

O núcleo deve ser construído de:

- Chapas de aço silício de grão orientado, conforme a IEC 60404-8-7 ou ASTM A876/A876M;
- Metal amorfo, conforme as ASTM A900/A900M e ASTM A901.

As lâminas devem ser presas por uma estrutura apropriada que sirva como meio de centrar e firmar o conjunto núcleo-bobina ao tanque, de tal modo que esse conjunto

não tenha movimento em quaisquer direções. Esta estrutura deve propiciar a retirada do conjunto do tanque.

O núcleo e suas ferragens de fixação devem ser aterrados, por meio de um único ponto, à massa do transformador.

Quando aplicável, os tirantes que atravessam as lâminas do núcleo devem ser isolados dessas lâminas e aterrados.

Todas as porcas dos parafusos utilizados na construção do núcleo devem ser providas de travamento mecânico ou químico.

10.2 Enrolamento

Os enrolamentos devem ser construídos em cobre ou alumínio e projetados de forma a obter alto grau de resistência à umidade e suportar, sem danos, os esforços mecânicos, efeitos térmicos e dinâmicos provenientes de correntes de curto-circuito externos, quando o transformador for ensaiado conforme a ABNT NBR 5356-5 ou IEC 60076-5.

NOTA:

XXIX. Não serão aceitos transformadores com enrolamentos confeccionados a partir de materiais provenientes de reciclagem.

O acabamento das bobinas deve ser liso, uniforme, sem cantos vivos e arestas cortantes.

Os materiais isolantes empregados deverão:

- a) Conter agentes químicos antidegradantes, de maneira a assegurar a não propagação e auto extinção de chama, além da não liberação de gases tóxicos;
- b) Ser compatíveis entre si e não devem afetar nem serem afetados pelo óleo isolante;

- c) Não sofrer deterioração indevida, quando submetidos à temperatura resultante da operação do equipamento em regime contínuo de carga, necessária a uma elevação de temperatura que atinja os limites estabelecidos no item 8.7;
- d) Ser usado papel termo estabilizado neutro sem impregnação ou parcialmente impregnado com epóxi de tal forma a permitir a impregnação do papel com o óleo isolante do transformador.

10.3 Sistema de comutação sem tensão (CST)

O transformador de distribuição deve ter um sistema de comutação de tensões, conforme ABNT NBR 8667-1 ou IEC 60214-1, com as seguintes características:

- a) Ser projetado operarem imersos em líquido isolante e operação sem tensão;
- b) Ser de classe I e ter isolamento adequada ao nível de tensão do transformador de distribuição a ser aplicado;
- c) Ser do tipo linear ou rotativo, com acionamento rotativo, com mudança simultânea nas fases, com comando único de acionamento;
- d) Permitir as condições de carregamento em emergência do transformador de acordo com a ABNT NBR 5356-7 ou IEC 60076-7.

A tampa de proteção do acionamento do comutador deve ter dispositivo antiqueda, ser de aço inoxidável ou alumínio anodizado e resistente às solicitações mecânicas inerentes às operações de retirada e fixação da mesma.

NOTA:

XXX. A tampa não pode quebrar ou sofrer danos que impeçam sua correta fixação e proteção do comutador.

As posições do sistema de comutação devem ser marcadas em baixo relevo e pintadas com tinta indelével, em cor contrastante com a do comutador. Deve possuir um

sistema de travamento em qualquer posição e a indicação da derivação deve ser visível e com caracteres com altura mínima de 7,0 mm.

No acionamento do comutador, deve ser indicado, de forma indelével, que o comutador deve ser operado somente sem tensão. Adicionalmente, deve ser indicado, próximo ao acionamento do comutador, de forma visível e indelével, os dizeres “OPERAR SEM TENSÃO”, com as letras pintadas na cor vermelha, notação Munsell 5 R 4/14.

Os componentes metálicos do comutador de derivações como cupilhas e pinos devem ser de aço inoxidável ou material não ferroso.

O acionamento do comutador deve ser instalado na lateral do transformador de distribuição, em local que seja possível ter acesso após a montagem em poste e que não influa nas características elétricas do transformador.

NOTA:

XXXI. Não sendo aceitos acionamento do comutador na instalados na tampa do transformador.

11 PINTURA E MARCAÇÕES

A agressividade do meio ambiente está relacionada às ações físicas e químicas que atuam sobre as estruturas de metálicas e/ou pintura, independentemente das ações mecânicas, das variações volumétricas de origem térmica, da retração hidráulica e outras previstas no dimensionamento das estruturas.

Quanto a condições ambientais, a pintura dos transformadores de distribuição serão divididas em 2 (duas) áreas de corrosividade de atmosferas:

- Classe II (2): fora da área de alcance; e
- Classe IV (4): dentro da área de alcance.

NOTA:

XXXII. São considerados áreas de ambiente agressivos, as áreas litorâneas de Sergipe e Paraíba, conforme NDU-027.

11.1 Condições gerais

O esquema de pintura das superfícies metálicas do transformador de distribuição deve seguir os procedimentos abaixo:

- a) A pintura deve ser aplicada somente após a preparação da superfície, devendo ser utilizado o método de esguicho (“flooding”);
- b) A medida de espessura da película seca não deve contemplar a rugosidade da chapa, isto é, a espessura deve ser medida acima dos picos;
- c) O desengraxe das superfícies deve ser realizado com o uso de solventes, conforme SSPC-SP 1.

NOTAS:


XXXIII. O fabricante pode apresentar, como alternativa, outro processo de pintura, desde que este, tenha garantia mínima de 10 (dez) anos contra corrosão em ambiente tipo “industrial”, com nível de poluição “pesado”, conforme ABNT IEC TS 60815-1 ou IEC TS 60815-1. Para isso, deve também detalhar na proposta os materiais utilizados, processos, ensaios, normas e o tempo de garantia;

XXXIV. Alternativamente, as tintas mencionadas podem ser substituídas por processo de pintura eletrostático.

11.2 Acabamento interno

No acabamento interno do tanque do transformador de distribuição, 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 transformadores de distribuição 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.

11.3 Acabamento externo

11.3.1 Acabamento externo para ambiente não-agressivo

No acabamento externo do transformador de distribuição 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 ou ISO 8501-4, e/ou jateamento abrasivo seco ao metal, padrão visual Sa 2.1/2, conforme ABNT NBR 7348 ou ISO 8501-1, logo após a fabricação do tanque;
- b) Antes do início de qualquer processo de oxidação, deverá ser aplicada tinta de fundo epóxi de alta espessura, curada com poliamida, conforme padrão Petrobras N-1211, com espessura seca (demão) de 120 µm;
- c) Aplica-se 1ª demão, de tinta de poliuretano acrílico alifático, conforme padrão Petrobras N-2677, com espessura seca (demão) de 45 µm;
- d) Por fim, 2ª demão, de tinta de poliuretano acrílico alifático, conforme padrão Petrobras N-2677, com espessura seca (demão) de 45 µm, nas cores:
 - Óleo mineral isolante (OMI): Cinza-claro, notação Munsell N 6.5;
 - Óleo vegetal isolante (OVI): Verde-claro, notação Munsell 5G 8/4 (ref.: Petrobrás: verde pastel 3582).

e) Espessura seca total mínima de 210 μm .


11.3.2 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 ou ISO 8501-4, e/ou jateamento abrasivo seco ao metal, padrão visual Sa 2.1/2, conforme ABNT NBR 7348 ou ISO 8501-1, logo após a fabricação do tanque;
- b) Antes do início de qualquer processo de oxidação, deverá ser aplicada 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 1ª 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 2ª demão, de tinta de poliuretano acrílico alifático, conforme padrão Petrobras N-2677, com espessura seca (demão) de 45 μm ;
- e) Por fim, 3ª demão, de tinta de poliuretano acrílico alifático, conforme padrão Petrobras N-2677, com espessura seca (demão) de 45 μm , nas cores:
 - Óleo mineral isolante (OMI): Azul-claro, padrão RAL 5012;
 - Óleo vegetal isolante (OVI): Verde-claro, notação Munsell 5G 8/4 (ref.: Petrobrás: verde pastel 3582).
- f) Espessura seca total mínima de 270 μm .

11.4 Marcações

Todas as marcações deverão ser feitas por meio de tinta cor preta, notação Munsell N1, e ter altura dos caracteres não inferior a 35 mm e nas posições indicadas.



Os terminais dos enrolamentos e respectivas ligações devem ser claramente identificados por meio de marcação constituída por letras e algarismos, as quais devem ser fielmente reproduzidas no diagrama de ligações:

- Terminais primários: Deve ser reservada a letra “H”, acompanhadas por números 1, 2 e 3;
- Terminais secundários: Deve ser reservada a letra “X”, acompanhadas por números 1, 2 e 3;
- Terminal de neutro: Deve ser reservada a letra “X”, acompanhada por número 0.

11.4.1 Tampa do tanque

As marcações devem conter:

- a) Terminais externos primários (MT): H1, H2 e H3.
- b) Potência do transformador, em kVA;
- c) Número do patrimônio.

11.4.2 Fundo do tanque

As marcações devem conter:

- a) Potência do transformador, em kVA;
- b) Marca Energisa.

11.4.3 Tanque - Parte frontal

As marcações devem conter:

- a) Terminais externos secundário (BT): X0, X1, X2 e X3;
- b) Dizeres “OPERAR SEM TENSÃO”, próximo ao comutador, conforme especificado no item 10.3;

c) Garantia do transformador.

NOTA:

XXXV. Na alínea 11.4.3-b), poderá ser de dimensões inferiores à 30 mm, contundo deve ser superior à 10 mm, na cor vermelha, notação Munsell 5 R 4/14.

11.4.4 Tanque - Parte traseira e/ou lateral do tanque dos transformadores

As marcações devem conter:

- a) Elo fusível, conforme definição da Tabela 15;
- b) Potência do transformador, em kVA;
- c) Número do patrimônio;
- d) Marca Energisa.

11.4.5 Simbologia

Os transformadores de distribuição deverão ter simbologia, pintados na parte lateral, com tinta cor azul, notação Munsell 2,5PB4/10, representadas por:

- a) As letras “AL” dentro de um círculo, para transformador com enrolamento de alumínio, conforme Desenho 7;
- b) As letras “AM” dentro de um círculo, para transformador com núcleo em metal amorfo, conforme Desenho 8;
- c) As letras “V” dentro de um círculo, para transformador com óleo isolante vegetal, conforme Desenho 9.


NOTA:

XXXVI. Para os transformadores de distribuição para ambiente agressivo, as simbologias deverão ser cor preta, notação Munsell N1.

12 INSPEÇÃO E ENSAIOS

12.1 Generalidades

- a) Os materiais devem ser submetidos a inspeção e ensaios em fábrica, de acordo com esta Especificação Técnica e com as normas nacionais e internacionais aplicáveis, na presença de inspetores credenciados pela Energisa, devendo a mesma deve ser comunicada pelo fornecedor das datas em que os lotes estiverem prontos para inspeção final, completos com todos os acessórios, com antecedência de pelo menos:
- 30 (trinta) dias para fornecedor nacional; e
 - 60 (sessenta) dias para fornecedor internacional.
- b) A Energisa reserva-se ao direito de inspecionar e testar os materiais durante o período de fabricação, antes do embarque ou a qualquer tempo em que julgar necessário. O fabricante deverá proporcionar livre acesso do inspetor aos laboratórios e às instalações onde os materiais em questão estiverem sendo fabricados, fornecendo-lhe as informações solicitadas e realizando os ensaios necessários. O inspetor poderá exigir certificados de procedências de matérias-primas e componentes, além de fichas e relatórios internos de controle.
- c) O fornecedor deve apresentar, para aprovação da Energisa, o seu Plano de Inspeção e Testes (PIT), onde devem ser indicados os requisitos de controle de qualidade para utilização de matérias primas, componentes e acessórios de fornecimento de terceiros, assim como as normas técnicas empregadas na fabricação e inspeção dos equipamentos, bem como uma descrição sucinta do ensaio (constantes, métodos e instrumentos empregados e os valores esperados).
- d) O fornecedor deverá apresentar juntamente com o pedido de inspeção, a sequência de ensaios finais em fábrica, e o respectivo cronograma dia a dia dos ensaios.

- 
- e) Os certificados de ensaio de tipo, previstos no item 12.2.1, para materiais de características similares ao especificado, porém aplicáveis, que podem ser aceitos desde que realizados em laboratórios reconhecidamente oficiais e com validade máxima de 5 (cinco) anos e que a Energisa considere que tais dados comprovem que os materiais propostos atendem ao especificado.

Os dados de ensaios devem ser completos, com todas as informações necessárias, tais como métodos, instrumentos e constantes usadas e indicar claramente as datas nas quais os mesmos foram executados. A decisão final, quanto à aceitação dos dados de ensaios de tipos existentes, será tomada posteriormente pela Energisa, em função da análise dos respectivos relatórios. A eventual dispensa destes ensaios somente terá validade por escrito.

- f) O fabricante deve dispor de pessoal e aparelhagem próprios ou contratados, necessários à execução dos ensaios. Em caso de contratação, deve haver aprovação prévia por parte da Energisa.
- g) O fabricante deve assegurar ao inspetor da Energisa o direito de familiarizar-se, em detalhes, com as instalações e equipamentos a serem utilizados, estudar todas as instruções e desenhos, verificar calibrações, presenciar ensaios, conferir resultados e, em caso de dúvida, efetuar novas inspeções e exigir a repetição de qualquer ensaio.
- h) Todos os instrumentos e aparelhos de medição, máquinas de ensaios etc., devem ter certificado de aferição emitido por instituições acreditadas pelo INMETRO ou órgão internacional compatível, válidos por um período de 24 (vinte e quatro) meses. Por ocasião da inspeção, devem estar ainda dentro deste período, podendo acarretar desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência.
- i) O fabricante deve disponibilizar para o inspetor da Energisa, no local da inspeção, todas as normas técnicas, nacionais e internacionais, em sua versão vigente, que serão utilizadas nos ensaios.
- j) A aceitação dos materiais e/ou a dispensa de execução de qualquer ensaio:

- Não exime o fabricante da responsabilidade de fornecê-lo de acordo com os requisitos desta Especificação Técnica;
- Não invalida qualquer reclamação posterior da Energisa a respeito da qualidade do material e/ou da fabricação.

Em tais casos, mesmo após haver saído da fábrica, os materiais podem ser inspecionados e submetidos a ensaios, com prévia notificação ao fabricante e, eventualmente, em sua presença. Em caso de qualquer discrepância em relação às exigências desta Especificação Técnica, eles podem ser rejeitados e sua reposição será por conta do fabricante.

- k) Após a inspeção dos materiais/equipamentos, o fabricante deverá encaminhar à Energisa, por meio digital, um relatório completo dos ensaios efetuados, devidamente assinada por ele e pelo inspetor credenciado pela Energisa.

Esse relatório deverá conter todas as informações necessárias para o seu completo entendimento, conforme descrito no item 12.4.

- l) Todas as unidades de produto rejeitadas, pertencentes a um lote aceito, devem ser substituídas por unidades novas e perfeitas, por conta do fabricante, sem ônus para a Energisa.
- m) Nenhuma modificação nos materiais deve ser feita “a posteriori” pelo fabricante sem a aprovação da Energisa. No caso de alguma alteração, o fabricante deve realizar todos os ensaios de tipo, na presença do inspetor da Energisa, sem qualquer custo adicional.
- n) Para efeito de inspeção, os materiais devem ser divididos em lotes, devendo os ensaios serem feitos na presença do inspetor credenciado pela Energisa.
- o) O custo dos ensaios deve ser por conta do fabricante.
- p) A Energisa reserva-se o direito de exigir a repetição de ensaios em equipamentos já aprovados. Neste caso, as despesas serão de

responsabilidade da Energisa, se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção, caso contrário correrão por conta do fabricante.

- q) A Energisa poderá, em qualquer ocasião, solicitar a execução dos ensaios de tipo para verificar se os materiais estão mantendo as características de projeto preestabelecidas por ocasião da aprovação dos protótipos.
- r) Os custos da visita do inspetor da Energisa, tais como, locomoção, hospedagem, alimentação, homem-hora e administrativos, correrão por conta do fabricante se:
- Na data indicada na solicitação de inspeção, os materiais não estiverem prontos;
 - O laboratório de ensaio não atender às exigências citadas nas alíneas f) a h);
 - O material fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em subfornecedor, contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sua sede;
 - O material necessitar de reinspeção por motivo de recusa.

NOTA:


XXXVII. Os fabricantes estrangeiros devem providenciar intérpretes da língua portuguesa para tratar com os representantes da Energisa, no local de inspeção, em qualquer época.

12.2 Relação de ensaios

Todos os ensaios relacionados estão constando na Tabela 18.

12.2.1 Ensaios de tipo (T)

Os ensaios de tipo (T) são constituídos dos ensaios relacionados abaixo:


- 
- a) Ensaio de resistência dos enrolamentos, conforme item 12.3.3;
 - b) Ensaio de resistência de isolamento, conforme item 12.3.4;
 - c) Ensaio de relação de transformação, conforme item 12.3.5;
 - d) Ensaio de deslocamento angular e sequência de fases, conforme item 12.3.6;
 - e) Ensaio de impedância de curto-circuito, conforme item 12.3.7;
 - f) Ensaio de perdas em carga e perdas em vazio, conforme item 12.3.8;
 - g) Ensaio de corrente de excitação, conforme item 12.3.9;
 - h) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial, conforme item 12.3.10;
 - i) Ensaio de tensão induzida de curta duração, conforme item 12.3.11;
 - j) Ensaio de impulso atmosférico, conforme item 12.3.12;
 - k) Ensaio de tensão de rádio-interferência, conforme item 12.3.13;
 - l) Ensaio de elevação de temperatura, conforme item 12.3.14;
 - m) Ensaio de nível de ruído, conforme item 12.3.15;
 - n) Ensaio de verificação da resistência mecânica do (s) suporte (s) para fixação do transformador, conforme item 12.3.16;
 - o) Ensaio para verificação da pintura do tanque, conforme item 12.3.17:
 - Ensaio de brilho;
 - Ensaio de impermeabilidade;
 - Ensaio de névoa salina;
 - Ensaio de resistência ao óleo isolante;
 - Ensaio de resistência atmosférica úmida saturada na presença de SO₂;

- Resistencia marítima;
 - Ensaio de umidade.
- p) Ensaio físico-químico do óleo:
- Óleo mineral isolante (OMI): ETU-189.1;
 - Óleo vegetal isolante (OVI): ETU-189.2.
- q) Ensaio do comutador sem tensão (CST), conforme item 12.3.19:
- Ensaio de elevação de temperatura dos contatos;
 - Ensaio de corrente de curto-circuito;
 - Ensaio mecânicos;
 - Ensaio de tensão suportável à frequência industrial;
 - Ensaio de impulso atmosférico;
 - Intemperismo artificial;
 - Determinação das propriedades de impacto Charpy.
- r) Ensaio do dispositivo de alívio de pressão (DAP), conforme item 12.3.20:
- Ensaio do dispositivo de alívio de pressão (DAP);
 - Ensaio de resistência ao vácuo;
 - Ensaio de fechamento do dispositivo de alívio de pressão.

12.2.2 Ensaio de recebimento (RE)

São ensaios de recebimento (RE) são constituídos dos ensaios relacionados abaixo:

- a) Inspeção geral, conforme item 12.3.1;


- 
- b) Verificação dimensional, conforme item 12.3.2;
 - c) Ensaio de resistência dos enrolamentos, conforme item 12.3.3;
 - d) Ensaio de resistência de isolamento, conforme item 12.3.4;
 - e) Ensaio de relação de transformação, conforme item 12.3.5;
 - f) Ensaio de deslocamento angular e sequência de fases, conforme item 12.3.6;
 - g) Ensaio de impedância de curto-circuito, conforme item 12.3.7;
 - h) Ensaio de perdas em carga e perdas em vazio, conforme item 12.3.8;
 - i) Ensaio de corrente de excitação, conforme item 12.3.9;
 - j) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial, conforme item 12.3.10;
 - k) Ensaio de tensão induzida de curta duração, conforme item 12.3.11;
 - l) Ensaio de elevação de temperatura, conforme item 12.3.14;
 - m) Ensaio para verificação da pintura do tanque, conforme item 12.3.17:
 - Ensaio de aderência;
 - Ensaio de espessura.
 - n) Ensaio físico-químico do óleo, conforme item 12.3.18;
 - o) Ensaio do comutador sem tensão (CST), conforme item 12.3.19:
 - Ensaio mecânicos de recebimento;
 - Ensaio de sequência de operações.
 - p) Ensaio do dispositivo de alívio de pressão (DAP), conforme item 12.3.20:
 - Verificação da pressão de atuação;
 - Estanqueidade e resistência à pressão.

- q) Ensaio de estanqueidade e resistência à pressão a frio, conforme item 12.3.21;
- r) Ensaio das juntas de vedação, conforme item 12.3.22;
- s) Ensaio de compatibilidade das juntas de vedação com líquido isolante, conforme item 12.3.23;
- t) Ensaio de verificação do revestimento de zinco, conforme item 12.3.24;
- u) Ensaio de medição da espessura da camada de revestimento, conforme item 12.3.25;
- v) Ensaio de torque dos parafusos dos terminais, conforme item 12.3.26;
- w) Verificação da proteção do compartimento de BT, conforme item 12.3.27.

12.2.3 Ensaio especiais (E)

São ensaios especiais (E) são constituídos dos ensaios relacionados abaixo:

- a) Ensaio de resistência dos enrolamentos, conforme item 12.3.3;
- b) Ensaio de resistência de isolamento, conforme item 12.3.4;
- c) Ensaio de relação de transformação, conforme item 12.3.5;
- d) Ensaio de polaridade, conforme item 12.3.6;
- e) Ensaio de deslocamento angular e sequência de fases, conforme item 12.3.6;
- f) Ensaio de impedância de curto-circuito, conforme item 12.3.7;
- g) Ensaio de perdas em carga e perdas em vazio, conforme item 12.3.8;
- h) Ensaio de corrente de excitação, conforme item 12.3.9;
- i) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial, conforme item 12.3.10;
- j) Ensaio de tensão induzida de curta duração, conforme item 12.3.11;

- 
- k) Ensaio de impulso atmosférico, conforme item 12.3.12;
- l) Ensaio de tensão de rádio-interferência, conforme item 12.3.13;
- m) Ensaio de elevação de temperatura, conforme item 12.3.14;
- n) Ensaio de nível de ruído, conforme item 12.3.15;
- o) Ensaio de verificação da resistência mecânica do (s) suporte (s) para fixação do transformador, conforme item 12.3.16;
- p) Ensaio físico-químico do óleo, conforme item 12.3.18;
- q) Ensaio do comutador sem tensão (CST), conforme item 12.3.19:
- Ensaio de elevação de temperatura dos contatos;
 - Ensaio de corrente de curto-circuito;
 - Ensaio mecânicos;
 - Ensaio de tensão suportável à frequência industrial;
 - Ensaio de impulso atmosférico;
 - Intemperismo artificial;
 - Determinação das propriedades de impacto Charpy.
- r) Ensaio do dispositivo de alívio de pressão (DAP), conforme item 12.3.20:
- Ensaio do dispositivo de alívio de pressão (DAP);
 - Ensaio de resistência ao vácuo;
 - Ensaio de fechamento do dispositivo de alívio de pressão;
- s) Ensaio de estanqueidade e resistência à pressão a frio, conforme item 12.3.21;
- t) Verificação da proteção do compartimento de BT, conforme item 12.3.27;

- u) Ensaio de medição da impedância de sequência zero, conforme item 12.3.28;
- v) Ensaio de suportabilidade a impulso atmosférico de baixa-tensão (BT), conforme item 12.3.29;
- w) Ensaio de suportabilidade a curto-circuito, conforme item 12.3.30;
- x) Ensaio de medição de harmônicas da corrente de excitação, conforme item 12.3.31;
- y) Ensaio de medição do fator de potência do isolamento ($\text{tg } \delta$) e capacitâncias, conforme item 12.3.32.

12.3 Descrição dos ensaios

12.3.1 Inspeção geral

O inspetor deverá efetuar uma inspeção geral, verificando:

- a) Presença de todos os acessórios e opcionais, conforme Ordem de Compra de Materiais (OCM);
- b) Acondicionamento e identificação das embalagens, conforme item 7.3;
- c) Etiqueta ENCE, conforme item 7.8.1;
- d) Etiqueta de identificação de Isento de PCB, conforme item 7.8.2;
- e) Pintura e marcações, conforme item 11 e Anexo 3;
- f) Placa de identificação, conforme item 9.7.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de não-conformidade de qualquer um desses requisitos.

12.3.2 Verificação dimensional

O inspetor deverá efetuar inspeções de:

- As dimensões do equipamento e seus acessórios requeridos, conforme item 9 e Desenho 1;
- Verificação dos terminais de ligação, conforme item 9.4;
- Verificação da massa dos transformadores para verificação da conformidade com a indicação constante da placa de identificação.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de não-conformidade de quaisquer dos requisitos.

NOTA:

XXXVIII. É aceitável uma variação máxima de 3,0 % entre a massa encontrada e a indicada na placa de identificação.

12.3.3 Ensaio de resistência dos enrolamentos

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5356-1 ou IEC 60076-1 ou IEC 60076-1.

Este ensaio não tem valores reprobatórios, servindo de referência para o ensaio de elevação de temperatura do transformador.


12.3.4 Ensaio de resistência de isolamento

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5356-1 ou IEC 60076-1 ou IEC 60076-1.

Este ensaio serve para avaliação preliminar na execução de ensaios dielétricos.

12.3.5 Ensaio de relação de transformação

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5356-1 ou IEC 60076-1 ou IEC 60076-1.



Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos relação de transformação que não satisfaçam as tensões primárias e secundárias especificadas nas Tabelas 1 a 4.

12.3.6 Ensaio de deslocamento angular e sequência de fases

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5356-1 ou IEC 60076-1 ou IEC 60076-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- a) Deslocamento angular: diferente de 30° ; e
- b) Sequência de fases: diferentes das marcações indicadas no transformador.

12.3.7 Ensaio de impedância de curto-circuito

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5356-1 ou IEC 60076-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos superiores aos valores especificados pela Tabela 8.

12.3.8 Ensaio de perdas


12.3.8.1 Em carga

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5356-1 ou IEC 60076-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos superiores aos valores especificados pela Tabela 8.

12.3.8.2 Em vazio

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5356-1 ou IEC 60076-1.



Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos superiores aos valores especificados pela Tabela 8.

12.3.9 Ensaio de corrente de excitação

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5356-1 ou IEC 60076-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos superiores aos valores especificados pela Tabela 8.

12.3.10 Ensaio de tensão suportável à frequência industrial

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR IEC 60060-1 ou IEC 60060-1, e estar em conformidade com a ABNT NBR 5356-3 ou IEC 60076-3.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de descarga disruptiva ou qualquer dano a algum componente do transformador.

12.3.11 Ensaio de tensão induzida de curta duração

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR IEC 60060-1 ou IEC 60060-1, e estar em conformidade com a ABNT NBR 5356-3 ou IEC 60076-3.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de colapso da tensão de ensaio.

12.3.12 Ensaio de impulso atmosférico

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR IEC 60060-1 ou IEC 60060-1, e estar em conformidade com a ABNT NBR 5356-3 ou IEC 60076-3.

Constitui falha, se a amostra apresentar diferenças significativas entre os transitórios de corrente e tensão registrados com impulso de valor reduzido e aqueles registrados com impulso pleno constitui evidência de que o isolamento suportou o ensaio.

12.3.13 Ensaio de tensão de rádio-interferência

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da CISPR TR 18-2.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de tensão de rádio interferência superiores aos valores estabelecidos no item 8.11.

12.3.14 Ensaio de elevação de temperatura

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5356-2 ou IEC 60076-2.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de elevações de temperatura superiores aos limites especificados no item 8.7.

12.3.15 Ensaio de nível de ruído

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 7277 ou IEC 60076-10.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de níveis de ruído superiores aos valores estabelecidos no item 8.12.

12.3.16 Ensaio de verificação da resistência mecânica do (s) suporte (s) para fixação do transformador

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5440.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- a) Deslocamento residual maior que 2,0 milímetros no sentido de aplicação da carga;
- b) Trincas ou ruptura no (s) suporte (s) de fixação do transformador.

12.3.17 Ensaios para verificação da pintura do tanque

12.3.17.1 Ensaio de aderência

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 11003 ou ISO 2409 ou ASTM D3359.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de grau de aderência inferior à:

- Método A: X_1Y_1 ; ou
- Método B: Gr_1 .

12.3.17.2 Ensaio de brilho

Este ensaio é exclusivo para pintura da parte externa do transformador.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM D523.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de brilho de inferior a 55 ou superior a 65.

12.3.17.3 Ensaio de espessura

Este ensaio é exclusivo para pintura da parte externa do transformador.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 10443 ou ISO 19840.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de espessura inferiores aos especificados nos itens 11.2 e 11.3.

12.3.17.4 Ensaio de impermeabilidade

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM D870, e em conformidade com a ABNT NBR 5440.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Bolhas, enchimentos, absorção de água;
- Manchas e/ou corrosão.

12.3.17.5 Ensaio de névoa salina

Este ensaio é exclusivo para pintura da parte externa do transformador.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 17088 ou ASTM B117 ou ISO 9227, e em conformidade com a ABNT NBR 5440.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Empolamento ou defeitos similares;
- Penetração superior a 4,0 mm.

12.3.17.6 Ensaio de resistência ao líquido isolante

Este ensaio é exclusivo para pintura da parte interna do transformador.

O ensaio consiste em:


- Preparar um painel metálico, com dimensão de 150 por 150 mm, com esquema de pintura, conforme item 11.2;
- 24 horas após a secagem da pintura, o painel deve ser imerso em líquido isolante, conforme item 9.1, a temperatura de 110 °C ($\pm 2,0$ °C), por período mínimo de 106 horas.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de alterações das características da pintura, machas na pintura, empolamentos ou defeitos similares.

12.3.17.7 Ensaio de resistência atmosférica úmida saturada na presença de SO₂

Este ensaio é exclusivo para pintura da parte externa do transformador.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5440.



Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de apresentar bolhas, enchimentos, absorção de água, carregamento e não pode apresentar manchas e corrosão.

12.3.17.8 Ensaio de resistência marítima

Este ensaio é exclusivo para pintura da parte externa do transformador e aplicado aos transformadores de uso exclusivos das áreas de ambiente agressivo.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM D1014, e em conformidade com a ABNT NBR 5440.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Empolamento ou defeitos similares;
- Penetração superior a 4,0 mm.

12.3.17.9 Ensaio de umidade

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM D1735, e em conformidade com a ABNT NBR 5440.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de empolamentos ou defeitos similares.

12.3.18 Ensaio físico-químico do óleo

12.3.18.1 Ensaio de aspecto visual

O ensaio consiste na verificação visual do líquido isolante.

Constitui falha, se a amostra apresentar aspectos escuro e/ou com materiais em suspensão.

12.3.18.2 Ensaio de cor

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 14483 ou ASTM D1500.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos da cor superiores a 1,0.

12.3.18.3 Ensaio de fator de perdas dielétricas ou fator de dissipação

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 12133 ou ASTM D924 ou IEC 60247, com temperaturas de 25° C e 100 °C.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de fator de perdas dielétricas superiores a:

a) Óleo mineral isolante (OMI):

- 25 °C: 0,05 %;
- 100 °C: 0,90 %.

b) Óleo vegetal isolante (OVI):

- 25 °C: 0,5 %;
- 100 °C: 8,0 %.

12.3.18.4 Ensaio de índice de neutralização

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 14248 ou ASTM D974 ou ISO 6618.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de índice de neutralização superiores a:

a) Óleo mineral isolante (OMI): 0,03 mgKOH/g;

b) Óleo vegetal isolante (OVI): 0,06 mgKOH/g.

12.3.18.5 Ensaio de rigidez dielétrica por eletrodo de disco

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 6869 ou ASTM D877/D877M.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de rigidez dielétrica inferiores a 30 kV.

NOTA:

XXXIX. Alternativamente, podem ser executado o ensaio de rigidez dielétrica por eletrodo de calota, conforme ABNT NBR IEC 60156 ou IEC 60156, com resultados igual ou superior a 42 kV.

12.3.18.6 Ensaio de teor de água

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 10710 (método B) ou ASTM D1533 ou ISO 12937.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de teor de água superiores a:

- a) Óleo mineral isolante (OMI): 25 mg/kg;
- b) Óleo vegetal isolante (OVI): 300 mg/kg.

12.3.18.7 Ensaio de teor de bifenilas policloradas (PCB)

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 13882 ou ASTM D4059 ou IEC 61619.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de teor de PCB superiores a 2,0 mg/kg.

12.3.18.8 Ensaio de tensão interfacial

Este ensaio é aplicável exclusivamente para óleo mineral isolante (OMI).

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 6234 e ASTM D971.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de tensão interfacial inferiores a 40 mN/m.

12.3.18.9 Ensaio de ponto de combustão

Este ensaio é aplicável exclusivamente para óleo vegetal isolante (OVI).

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 11341 ou ASTM D92 ou ISO 2592.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de ponto de combustão inferiores a 300 °C.

12.3.19 Ensaios do comutador sem tensão (CST)

12.3.19.1 Ensaio de elevação de temperatura dos contatos

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 8667-1 ou IEC 60214-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar limites de elevação de temperatura dos contatos para comutador de derivações desenergizado forem superiores a 20 °C.

12.3.19.2 Ensaio de corrente de curto-circuito


O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 8667-1 ou IEC 60214-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência danificação dos contatos, de forma a evitar a continuação da operação correta na máxima corrente passante nominal.

NOTA:

XL. Outras partes pelas quais há passagem de corrente não podem mostrar sinais de distorção mecânica permanente.

12.3.19.3 Ensaios mecânicos



O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 8667-1 ou IEC 60214-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de falha ou desgaste indevido dos contatos ou peças mecânicas que possam levar a uma falha mecânica em operação contínua.

12.3.19.4 Ensaio de tensão suportável à frequência industrial

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 8667-1 ou IEC 60214-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de descarga disruptiva ou qualquer dano a componente do comutador.

12.3.19.5 Ensaio de impulso atmosférico

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 8667-1 ou IEC 60214-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de descarga disruptiva ou qualquer dano a componente do comutador.

12.3.19.6 Intemperismo artificial

O ensaio é aplicável no material da parte externa do comutador, se não for metálico.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ISO 4892-1, com um tempo de exposição de 1.000 horas.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- a) Trilhamento, erosão, fissuras ou rachaduras após o período de ensaio;
- b) Perda da resistência mecânica forem serem superiores que 50 %.

12.3.19.7 Determinação das propriedades de impacto Charpy

O ensaio é aplicável no material da parte externa do comutador, se não for metálico.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ISO 179-1, com um tempo de exposição de 1.000 horas.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- a) Trilhamento, erosão, fissuras ou rachaduras após o período de ensaio;
- b) Perda da resistência mecânica forem serem superiores que 50 %.

12.3.19.8 Ensaios mecânicos de recebimento

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 8667-1 ou IEC 60214-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de erro na operação mecânica do comutador.

NOTA:

XLI. Serão aceitos relatórios de ensaios emitidos pelos fornecedores dos componentes, com prazo máximo de 12 (doze) meses.

12.3.19.9 Ensaio de sequência de operações

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 8667-1 ou IEC 60214-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de erro na operação mecânica do comutador.

NOTA:

XLII. Serão aceitos relatórios de ensaios emitidos pelos fornecedores dos componentes, com prazo máximo de 12 (doze) meses.

12.3.20 Ensaio do dispositivo de alívio de pressão (DAP)

12.3.20.1 Ensaio de resistência ao vácuo

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5356-1 ou IEC 60076-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- a) Falha ou desgaste indevido das peças mecânicas;
- b) Reprova no ensaio de verificação de atuação.

12.3.20.2 Ensaio de fechamento do dispositivo de alívio de pressão

O ensaio deve ser definido pelo fabricante do dispositivo de alívio de pressão.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de fechamento do dispositivo de alívio com pressão inferior a 50 % da pressão de abertura.

12.3.20.3 Verificação da pressão de atuação

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 16367-2.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência erro na atuação com o valor especificado.

NOTAS:

- XLIII. A tolerância entre o valor especificado e o valor medido, não pode ultrapassar 5,0 kPa;
- XLIV. Serão aceitos relatórios de ensaios emitidos pelos fornecedores dos componentes, com prazo máximo de 12 (doze) meses.

12.3.20.4 Estanqueidade e resistência à pressão

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 16367-2.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de acionamento com valor de pressão de 15 kPa abaixo da pressão nominal.

NOTA:

XLV. Serão aceitos relatórios de ensaios emitidos pelos fornecedores dos componentes, com prazo máximo de 12 (doze) meses.

12.3.21 Ensaio de estanqueidade e resistência à pressão à frio

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5356-1 ou IEC 60076-1 e estar em conformidade com a ABNT NBR 5356-3 ou IEC 60076-3.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de vazamento de pressão manométrica inferiores à 0,07 MPa (0,71 kgf/cm²).

12.3.22 Ensaio das juntas de vedação

Para todos os ensaios relacionados às juntas de vedação serão aceitos relatórios de ensaios emitidos pelos fornecedores dos componentes, com prazo máximo de 6,0 (seis) meses.

12.3.22.1 Ensaio de identificação do material

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM D3677.


Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de identificação que caracterize o material diferente do estabelecido no item 9.6.

12.3.22.2 Ensaio de densidade

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM D297.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de densidade inferiores à 1,15 g/cm³ ou superiores à 1,30 g/cm³.

12.3.22.3 Ensaio de dureza Shore A



O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 7318, ASTM D2240 ou ISO 7619-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de dureza inferiores à 60 DB ou superiores à 70 DB.

12.3.22.4 Ensaio de cinza

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM D297.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de cinza inferiores à 1,0 % ou superiores à 3,0 %.

12.3.22.5 Ensaio de enxofre livre

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM D1619.

Constitui falha, se a amostra apresentar quaisquer valores medidos de enxofre livre.

12.3.22.6 Ensaio de tensão de ruptura

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM D412.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de tensão de ruptura inferiores à:

- a) Elastômero nitrílicos e fluorelastômero: 10 MPa;
- b) Elastômero fluorsilicone: 2,5 MPa.

12.3.22.7 Ensaio de alongamento

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM D412.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de alongamento inferiores à:

- a) Elastômero nitrílicos e fluorelastômero: 300 %;

- b) Elastômero fluorsilicone: 150 %.

12.3.22.8 Ensaio de envelhecimento térmico em ar

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM D573, à temperatura de 125 °C e por período de 70 horas.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- a) Fissuras ou afloramento;
- b) Variação de dureza Shore A, superiores a 15 pontos;
- c) Variação de tensão de ruptura: diferença superior à - 25 %, quando comparado com antes do ensaio;
- d) Variação de alongamento: diferença superior a - 50 %, quando comparado com antes do ensaio.


12.3.22.9 Ensaio de envelhecimento em líquido isolante

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 11407 ou ASTM D471, à temperatura de 125 °C e por período de 70 horas.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- a) Fissuras;
- b) Variação de dureza Shore A, superiores a ± 10 pontos;
- c) Variação de tensão de ruptura: diferença superior à - 15 %, quando comparado com antes do ensaio;
- d) Variação de alongamento: diferença superior a - 30 %, quando comparado com antes do ensaio.

12.3.22.10 Ensaio de deformação permanente a compressão



O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM D395, com compressão de 30 %, temperatura de 100 °C e por período de 22 horas.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- a) Fissuras;
- b) Variação de deformação superiores à:
 - Elastômero nitrílicos e fluorelastômero: 22 %;
 - Elastômero fluorsilicone: 35 %.

12.3.22.11 Ensaio de relaxação de relaxamento de tensão por compressão

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM D6147, por período de 168 horas a:

- Ar: 100 °C;
- Fluido isolante: 60 °C (no com 25 % de compressão).

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de variação superior à:

- a) Ar: 20 %;
- b) Fluido isolante: 15 %.

12.3.22.12 Ensaio de resistência ao ozônio

Ensaio exclusivo para elastômeros de uso externo, em contato com o ar, ou de uso combinado, em contato com o ar e líquido isolante.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM D1171, à temperatura de 25 °C, 50 pphm de ozônio e por período de 70 horas.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de trincas ou fissuras.

12.3.23 Ensaio de compatibilidade das juntas de vedação com líquido isolante

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da:

- Óleo mineral isolante (OMI): ABNT NBR 14274 ou ASTM D3455;
- Óleo vegetal isolante (OVI): ABNT NBR 16431 ou ASTM D6871.

Constitui falha, se a amostra apresentar não-conformidade com os requisitos estabelecidos pela:

- Óleo mineral isolante (OMI): ABNT NBR 14274 ou ASTM D3455;
- Óleo vegetal isolante (OVI): ABNT NBR 16431 ou ASTM D6871.

12.3.24 Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco

Serão aceitos relatórios de ensaios emitidos pelos subfornecedores dos materiais base, com prazo máximo de 12 (doze) meses, desde que comprovada no documento a rastreabilidade do lote.

12.3.24.1 Ensaio de massa por unidade de área

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 7397 ou ASTM A90/A90M.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos inferiores aos especificados no item 9.9.

12.3.24.2 Ensaio de aderência da camada

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 7398 ou ASTM B571.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos inferiores aos especificados no item 9.9.

12.3.24.3 Ensaio de espessura da camada

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 7399 ou ASTM E376.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos inferiores aos especificados no item 9.9.

12.3.24.4 Ensaio de uniformidade da camada

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 7400 ou ASTM A239.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos inferiores aos especificados no item 9.9.

12.3.25 Ensaio de medição da espessura do revestimento do terminal de ligação

Serão aceitos relatórios de ensaios emitidos pelos subfornecedores dos materiais base, com prazo máximo de 12 (doze) meses, desde que comprovada no documento a rastreabilidade do lote.

12.3.25.1 Camada de estanho

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM B545 ou ISO 2093.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de não-conformidade aos requisitos estabelecidos no item 9.4.

12.3.25.2 Camada de prata

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM B700 ou ISO 4521.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de não-conformidade aos requisitos estabelecidos no item 9.4.

12.3.26 Ensaio de torque dos parafusos

Este ensaio é aplicável exclusivamente aos parafusos dos terminais de ligação.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5370, submetidos aos valores especificados na ABNT NBR 8158.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de quaisquer danos ou deformações permanentes nos parafusos, porcas ou componentes dos terminais ou dispositivo de aterramento.

NOTA:

XLVI. Serão aceitos relatórios de ensaios emitidos pelos fornecedores dos componentes, com prazo máximo de 12 (doze) meses.

12.3.27 Verificação da proteção do compartimento de baixa-tensão (BT)

12.3.27.1 Verificação da codificação IP

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR IEC 60529 ou IEC 60529.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de não-atendimentos das características padronizadas no item 9.3.3.

12.3.27.2 Verificação da codificação IK

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR IEC 62262 ou IEC 62262.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de não-atendimentos das características padronizadas no item 9.3.3.

12.3.28 Ensaio de medição da impedância de sequência zero

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5356-1 ou IEC 60076-1.

Este ensaio não apresenta requisitos reprobatórios. Os resultados devem ser relacionados nos relatórios.

12.3.29 Ensaio de suportabilidade a impulso atmosférico de baixa-tensão (BT)

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5356-4 ou IEC 60076-4, e estar em conformidade com a ABNT NBR 5440.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de descarga disruptiva ou qualquer dano à bucha de baixa tensão (BT) do transformador.

12.3.30 Ensaio de suportabilidade a curto-circuito

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5356-5 ou IEC 60076-5.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de não-atendimentos aos esforços de curtos-circuitos inferiores a 25 (vinte e cinco) vezes a corrente nominal do transformador.

12.3.31 Ensaio de medição de harmônicas da corrente de excitação

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5356-1 ou IEC 60076-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de distorção harmônica superiores a 5,0 %.

12.3.32 Ensaio de medição do fator de potência do isolamento ($\text{tg } \delta$) e capacitâncias

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5356-1 ou IEC 60076-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de fator de potência do isolamento e capacitâncias inferiores à 2,5 kV.

12.4 Relatórios dos ensaios

Os relatórios dos ensaios devem ser em formulários com as indicações necessárias à sua perfeita compreensão e interpretação conforme indicado a seguir:

- a) Nome do ensaio;
- b) Nome e/ou marca comercial do fabricante;
- c) Identificação do laboratório de ensaio;
- d) Certificados de aferições dos aparelhos utilizados nos ensaios, com validade máxima de 24 (vinte e quatro) meses;
- e) Número da Ordem de Compra de Material (OCM);
- f) Tipo e quantidade de material do lote e tipo e quantidade ensaiada;
- g) Identificação completa do material ensaiado;
- h) Dia, mês e ano de fabricação (DD/MM/AAAA);
- i) Relação, descrição e resultado dos ensaios executados e respectivas normas utilizadas;
- j) Nome do inspetor e do responsável pelos ensaios;
- k) Instrumentos/equipamentos utilizados nos ensaios;
- l) Indicação de normas técnicas aplicáveis;
- m) Memórias de cálculo, com resultados e eventuais observações;

- n) Condições ambientes do local dos ensaios;
- o) Data de início e de término de cada ensaio;
- p) Nomes legíveis e assinaturas dos respectivos representantes do fabricante e do inspetor da Energisa e data de emissão do relatório.

Os materiais somente serão liberados pelo inspetor após ser entregue a ele uma via dos relatórios de ensaios.

13 PLANOS DE AMOSTRAGEM

13.1 Ensaios de tipo e especiais

O plano de amostragem para os ensaios de tipo e especiais, devem seguir as orientações da ABNT NBR 5440 e demais normas indicadas.

Quando não indicada, deverá ser executado em 3 (três) amostras.

13.2 Ensaios de recebimento

13.2.1 Inspeção geral

O plano de amostragem para o ensaio de inspeção geral deve seguir as orientações de 100 % (cem por cento) das amostras contidas na Ordem de Compra de Materiais (OCM) por Unidade de Negócio da Energisa.

13.2.2 Verificação dimensional e ensaio de proteção do compartimento de BT

O plano de amostragem para o ensaio de verificação dimensional e ensaio de proteção do compartimento de BT devem seguir as orientações de 3 (três) amostras, por tipo de transformador (trifásico), nível de tensão (kV) e potência nominal (kVA), contidas na Ordem de Compra de Materiais (OCM) por Unidade de Negócio da Energisa.

13.2.3 Ensaio físico-químico do óleo

O plano de amostragem para os ensaios físico-químico do óleo deve seguir as orientações da ABNT NBR 8840.

13.2.4 Ensaio de elevação de temperatura

O plano de amostragem para os ensaios de aquecimento deve seguir as orientações de 2 (duas) amostras, por tipo de transformador, nível de tensão (kV) e potência nominal (kVA), contidas na Ordem de Compra de Materiais (OCM) por Unidade de Negócio da Energisa.

13.2.5 Demais ensaios

O plano de amostragem para os ensaios de recebimento de um lote está estabelecido na Tabela 17 para o produto acabado.

Se o lote a ser fornecido for constituído por mais de 500 unidades, essa quantidade deve ser dividida em vários lotes com menor número, cada um deles contendo entre 90 e 280 unidades.

As amostras que tenham sido submetidos a ensaios de recebimento que possam ter afetado suas características elétricas e/ou mecânicas não devem ser utilizados em serviço.

14 ACEITAÇÃO E REJEIÇÕES

14.1 Ensaios de tipo e especiais

Os ensaios de tipo e especiais serão aceitos se todos os resultados forem satisfatórios.

Se ocorrer uma falha em um dos ensaios o fabricante pode apresentar nova amostra para ser ensaiada. Se esta amostra apresentar algum resultado insatisfatório, os materiais não serão aceitos.

14.2 Ensaios de recebimento

O lote inspecionado será aceito se:

- a) Nos ensaios de recebimento, os resultados dos ensaios estiverem com os critérios estabelecidos na Tabela 17;
- 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.

NOTA:

- XLVII. Para unidades defeituosas que porventura possam ser recuperadas e/ou retrabalhadas, e que sejam aprovadas em todos os ensaios, podem ser encaminhados a Energisa para uso no Sistemas Elétricos de Potência (SEP).

15 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.

Em caso de divergência, esta Especificação Técnica prevalecerá sobre as outras de mesma finalidade editadas anteriormente.

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

16 HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO

Data	Versão	Descrição das alterações realizadas
01/12/2023	0.0	<ul style="list-style-type: none">Esta 1ª edição.

17 VIGÊNCIA

Esta Especificação Técnica entra em vigor na data de 01/01/2024 e revoga as documentações anteriores do grupo Energisa.

18 TABELAS

TABELA 1 - Características elétricas dos transformadores de distribuição trifásico com óleo mineral isolante (OMI) para ambientes não-agressivos

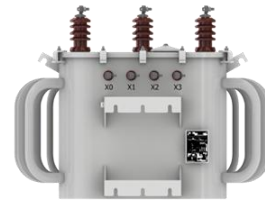


Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	Potência	Tensão Nominal MT	Classe de Tensão	Tensão Nominal BT	Tipo de terminal de MT	Tipo de terminal de BT	Classe Agressividade / Cor	Empresa
	(kVA)	(kV)		(V)				
693119	15	11,4	15	220/127	T1 - 160A	T2 - 160A	Classe 2 / Cinza-claro - Munsell N 6.5	EMR / ESS
693120	30							
693134	45							

TABELA 1 - Características elétricas dos transformadores de distribuição trifásico com óleo mineral isolante (OMI) para ambientes não-agressivos

Código Energisa	Potência	Tensão Nominal MT	Classe de Tensão	Tensão Nominal BT	Tipo de terminal de MT	Tipo de terminal de BT	Classe Agressividade / Cor	Empresa
	(kVA)	(kV)		(V)				
693121	15	11,4	15	380/220	T1 - 160A	T2 - 160A	Classe 2 / Cinza-claro - Munsell N 6.5	EMR
693122	30							
693135	45							
693123	15	13,8	15	220/127	T1 - 160A	T2 - 160A	Classe 2 / Cinza-claro - Munsell N 6.5	EAC / EMS / EMT / ERO / ESE / ESS
693124	30							
693136	45							
693125	15	13,8	15	380/220	T1 - 160A	T2 - 160A	Classe 2 / Cinza-claro - Munsell N 6.5	EMS / EMT / EPB / ETO
693126	30							
693137	45							
693127	15	22,0	24,2	220/127	T1 - 160A	T2 - 160A	Classe 2 / Cinza-claro - Munsell N 6.5	EMR / EMS
693128	30							
693138	45							

TABELA 1 - Características elétricas dos transformadores de distribuição trifásico com óleo mineral isolante (OMI) para ambientes não-agressivos

Código Energisa	Potência	Tensão Nominal MT	Classe de Tensão	Tensão Nominal BT	Tipo de terminal de MT	Tipo de terminal de BT	Classe Agressividade / Cor	Empresa
	(kVA)	(kV)		(V)				
693130	15	34,5	36,2	220/127	T1 - 160A	T2 - 160A	Classe 2 / Cinza-claro - Munsell N 6.5	EAC / EMS / EMT / ERO / ESS
693131	30							
693139	45							
693132	15	34,5	36,2	380/220	T1 - 160A	T2 - 160A	Classe 2 / Cinza-claro - Munsell N 6.5	EMS / EMT / ETO
693133	30							
693140	45							

TABELA 2 - Características elétricas dos transformadores de distribuição trifásico com óleo vegetal isolante (OVI) para ambientes não-agressivos

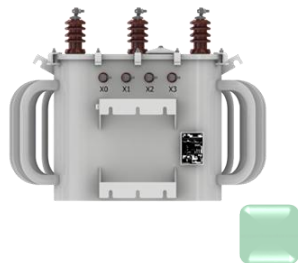


Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	Potência	Tensão Nominal MT	Classe de Tensão	Tensão Nominal BT	Tipo de terminal de MT	Tipo de terminal de BT	Classe Agressividade / Cor	Empresa
	(kVA)	(kV)		(V)				
693159	15	11,4	15	220/127	T1 - 160A	T2 - 160A	Classe 2 / Verde-claro - Munsell 5G 8/4	EMR / ESS
693160	30							
693161	45							
693162	15	11,4	15	380/220	T1 - 160A	T2 - 160A	Classe 2 / Verde-claro - Munsell 5G 8/4	EMR
693163	30							
693164	45							

TABELA 2 - Características elétricas dos transformadores de distribuição trifásico com óleo vegetal isolante (OVI) para ambientes não-agressivos

Código Energisa	Potência	Tensão Nominal MT	Classe de Tensão	Tensão Nominal BT	Tipo de terminal de MT	Tipo de terminal de BT	Classe Agressividade / Cor	Empresa
	(kVA)	(kV)		(V)				
693165	15	13,8	15	220/127	T1 - 160A	T2 - 160A	Classe 2 / Verde-claro - Munsell 5G 8/4	EAC / EMS / EMT / ERO / ESE / ESS
693166	30							
693167	45							
693168	15	13,8	15	380/220	T1 - 160A	T2 - 160A	Classe 2 / Verde-claro - Munsell 5G 8/4	EMS / EMT / EPB / ETO
693169	30							
693170	45							
693171	15	22,0	24,2	220/127	T1 - 160A	T2 - 160A	Classe 2 / Verde-claro - Munsell 5G 8/4	EMR / EMS
693172	30							
693173	45							
693174	15	34,5	36,2	220/127	T1 - 160A	T2 - 160A	Classe 2 / Verde-claro - Munsell 5G 8/4	EAC / EMS / EMT / ERO / ESS
693175	30							
693176	45							

TABELA 2 - Características elétricas dos transformadores de distribuição trifásico com óleo vegetal isolante (OVI) para ambientes não-agressivos

Código Energisa	Potência	Tensão Nominal MT	Classe de Tensão	Tensão Nominal BT	Tipo de terminal de MT	Tipo de terminal de BT	Classe Agressividade / Cor	Empresa
	(kVA)	(kV)		(V)				
693177	15	34,5	36,2	380/220	T1 - 160A	T2 - 160A	Classe 2 / Verde-claro - Munsell 5G 8/4	EMS / EMT / ETO
693178	30							
693179	45							

TABELA 3 - Características elétricas dos transformadores de distribuição trifásico com óleo mineral isolante (OMI) para ambientes agressivos

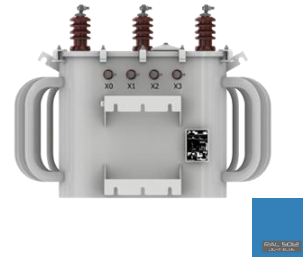


Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	Potência	Tensão Nominal MT	Classe de Tensão	Tensão Nominal BT	Tipo de terminal de MT	Tipo de terminal de BT	Classe Agressividade / Cor	Empresa
	(kVA)	(kV)		(V)				
693141	15	13,8	15	220/127	T1 - 160A	T2 - 160A	Classe 4 / Cor azul - RAL 5012	ESE
693142	30							
693143	45							
693144	15	13,8	15	380/220	T1 - 160A	T2 - 160A	Classe 4 / Cor azul - RAL 5012	EPB
693145	30							
693146	45							

TABELA 4 - Características elétricas dos transformadores de distribuição trifásico com óleo vegetal isolante (OVI) para ambientes agressivos

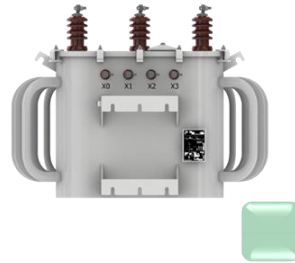


Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	Potência	Tensão Nominal MT	Classe de Tensão	Tensão Nominal BT	Tipo de terminal de MT	Tipo de terminal de BT	Classe Agressividade / Cor	Empresa
	(kVA)	(kV)		(V)				
693147	15	13,8	15	220/127	T1 - 160A	T2 - 160A	Classe 4 / Verde-claro - Munsell 5G 8/4	ESE
693148	30							
693149	45							
693150	15	13,8	15	380/220	T1 - 160A	T2 - 160A	Classe 4 / Verde-claro - Munsell 5G 8/4	EPB
693151	30							
693152	45							

TABELA 5 - Nível de isolamento nominal

Classe de tensão	Tensão suportável nominal à frequência industrial.	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico	Espaçamento mínimo no ar	
			Fase-Terra	Fase-Fase
(kV _{ef})		(kV _{cr})	(mm)	
1,2 (NOTA 1)	10	30	25	
15,0	34	95	130	140
24,2	50	125	200	230
36,2		150		

NOTAS:

- I. O nível de isolamento correspondente a 1,2 kV só é aplicável à baixa-tensão do transformador;
- II. Correspondem a valores mínimos a serem fabricados. Valores superiores admissíveis constam na ABNT NBR 5356-3 ou IEC 60076-3.

TABELA 6 - Derivações e relações de tensões

Tipo	Tensão sistema	Derivações (taps)	
	(kV)	Quant.	Tensões
			(V)
Trifásica	11,4	4	12.000 / 11.400 / 10.800 / 10.200
	13,8		14.400 / 13.800 / 13.200 / 12.600
	22,0		23.100 / 22.000 / 20.900 / 19.800
	34,5		36.000 / 34.500 / 33.000 / 31.500

NOTA:

- I. Os valores em destaque correspondem aos valores de tensão nominal.

TABELA 7 - Limites de elevação de temperatura

Óleo mineral isolante (OMI)		
Temperatura	Limites de elevação de temperatura	
	Alternativa 1	Alternativa 2
	(°C)	
Classe térmica mínima da isolação dos enrolamentos	105	120
Média dos enrolamentos	55	65
Ponto mais quente dos enrolamentos	65	80
Óleo isolante (topo do óleo)	50	60
Temperatura de referência das perdas totais e impedância	75	85

Óleo vegetal isolante (OVI)		
Temperatura	Limites de elevação de temperatura	
	Alternativa 1	Alternativa 2
	(°C)	
Classe térmica mínima da isolação dos enrolamentos	120	130
Média dos enrolamentos	65	75
Ponto mais quente dos enrolamentos	80	90
Óleo isolante (topo do óleo)	60	70
Temperatura de referência das perdas totais e impedância	85	95

NOTA:

- I. A isolação dos enrolamentos (condutores e isolamento entre camadas) deve ser em papel termo estabilizado compatível com o líquido isolante.

TABELA 8 - Valores de perdas, correntes de excitação e tensões de curto-circuito para transformadores trifásicos

	Potência nominal	Nível de eficiência	Perdas máximas		Rendimento mínimo C=0,5 e F _p =0,92	Corrente de excitação máxima (I _o)	Tensão de curto-circuito
	(kVA)		em vazio (P _o)	totais (P _t)			
			(W)				
Classe de tensão - 15 kV	15	A	45	265	98,57	4,0	3,5
		B	50	290	98,43		
		C	60	330	98,19		
		D	75	370	97,89		
	30	A	75	445	98,80	3,6	
		B	90	495	98,63		
		C	110	560	98,41		
		D	130	630	98,19		
	45	A	100	610	98,91	3,2	
		B	115	670	98,79		
		C	140	760	98,59		
		D	170	855	98,38		
Classe de tensão - 24,2 kV	15	A	50	280	98,47	4,8	4,0
		B	55	305	98,33		
		C	70	350	98,01		
		D	80	390	97,77		
	30	A	85	475	98,69	4,2	
		B	95	520	98,56		
		C	115	590	98,33		
		D	140	665	98,07		
	45	A	110	645	98,84	3,6	
		B	130	720	98,68		
		C	155	815	98,48		
		D	185	910	98,26		

	Potência nominal	Nível de eficiência	Perdas máximas		Rendimento mínimo C=0,5 e Fp=0,92	Corrente de excitação máxima (I _o)	Tensão de curto-circuito
	(kVA)		em vazio (P _o)	totais (P _t)			
			(W)				
Classe de tensão - 36,2 kV	15	A	55	300	98,34	5,0	4,0
		B	65	330	98,13		
		C	75	375	97,87		
		D	90	420	97,56		
	30	A	90	500	98,62	4,4	
		B	105	555	98,45		
		C	125	630	98,21		
		D	145	700	97,99		
	45	A	125	695	98,72	3,8	
		B	145	770	98,57		
		C	175	875	98,34		
		D	200	970	98,14		

TABELA 9 - Tolerâncias

Características especificadas	Tolerância
Impedância de curto-circuito dos enrolamentos	± 7,5 %
Perdas em vazio	+ 10 % (NOTA 1)
Perdas totais	+ 6,0 % (NOTA 1)
Relação de tensão em qualquer derivação	± 0,5 %
Relação de tensão em transformadores providos de derivação. Quando a espira for superior a 0,5 % da tensão de derivação respectiva, a tolerância especificada aplica-se ao valor de tensão correspondente à espira completa mais próxima	± 1/10 da impedância de curto-circuito expressa em porcentagem
Corrente de excitação	+ 20 %

NOTA:

- I. Tolerância por componente de perda (vazio e carga) porém a tolerância para a perda total não pode ser excedida.

TABELA 10 - Níveis máximos de ruído

Potência nominal do transformador	Nível máximo de ruído
(kVA)	(dB)
1 a 50	48

TABELA 11 - Espessura mínima da chapa de aço

Espessura			
Tampa	Corpo	Fundo	Compartimento
(mm)			
2,65	3,00	3,00	1,90

NOTA:

- I. As espessuras estão sujeitas às tolerâncias da ABNT NBR 6650.

TABELA 12 - Momento de torção

Tipo da rosca	Torque mínimo	
	(N.m)	(kgf.m)
M10	16,70	1,70
M12	28,20	2,88
M16	76,00	7,75

TABELA 13 - Características elétricas das buchas isolantes

Buchas primárias	Classe de tensão	Tensão suportável nominal à frequência industrial	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico	Distância de arco externo mínima	Distância de escoamento
	(kV _{ef})		(kV _{cr})	(mm)	
	15,0	34	110	155	280
15,0 (Nota 1)	465				
24,2	50	150	225	450	
36,2	70	170	280	580	

NOTA:

- I. Uso exclusivo para transformadores em área de poluição atmosférica. Alternativamente, os transformadores poderão ser fornecidos com buchas de 24,2 kV.

Buchas secundárias	Tensão nominal	Corrente nominal	Tensão suportável nominal à frequência industrial	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico	Distância de arco externo mínima	Distância de escoamento
	(kV _{ef})	(A)	(kV _{ef})	(kV _{cr})	(mm)	
	1,3	160	10	30	47	50
400		60			65	
800		81			87	

TABELA 14 - Buchas e terminais de baixa tensão (BT)

Transformador trifásico	Potência	Tensão nominal da bucha	Maior tensão secundária	
	(kVA)	(kV)	220 V	380 V
	15	1,2	T2 - 160A	T2 - 160A
	30			
	45			

TABELA 15 - Padronização dos elos-fusíveis

	Potência nominal	Correntes nominais			
		11,4 kV	13,8 kV	22,0 kV	34,5 kV
	(kVA)	Elo	Elo	Elo	Elo
Transformador trifásico	15	0,5 H	0,5 H	0,5 H	0,5 H
	30	1 H	1 H	1 H	0,5 H
	45	2 H	2 H	1 H	1 H

TABELA 16 - Informações constantes no QR-CODE

Linha	Significado da informação	Número de caracteres	Gravação no QR-CODE
1	Código do transformador	10 numéricos	ex.: 0020004412
2	CRC do fabricante	10 numéricos	ex.: 0001234567
3	Referência do material (do fabricante)	máximo 30 (alfanuméricos, hifens, barras, espaço)	O mesmo da homologação dos materiais
4	Dia/mês/ano de fabricação	10 (numéricos e barras)	ex.: DD/MM/AAAA
5	Número de série	conforme padrão do fornecedor	
6	Número de fases	02 numéricos	ex.: 05
7	Potência nominal (kVA)	03 numéricos	ex.: 300
8	Tensão nominal (kV)	4 (numéricos e virgula)	ex.1: 34,5 ex.2: 19,9
9	Número de patrimonial	10 numéricos	ex.: 5603002010
10	Número da ordem de compra	15 (alfanuméricos, espaço e barras)	ex.: 4400004444/2016

TABELA 17 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaios de recebimento

Tamanho do lote	<ul style="list-style-type: none"> • Corrente de excitação; • Deslocamento angular e sequência de fases; • Equilíbrio de tensões; • Funcionamento do comutador; • Impedância de curto-circuito; • Perdas em carga e perdas em vazio; • Polaridade. • Relação de transformação; • Resistência de isolamento; • Resistência dos enrolamentos; 				<ul style="list-style-type: none"> • Aderência e espessura da pintura; • Compatibilidade das juntas de vedação com o óleo isolante; • Ensaio da válvula de alívio de pressão interna; • Junta de vedação; • Revestimento de zinco; • Revestimento dos terminais de ligação; • Estanqueidade e resistência a pressão a frio; • Verificação do torque nos terminais. 				<ul style="list-style-type: none"> • Físico-químico do líquido isolante; • Tensão aplicada; • Tensão induzida. 		
	Amostragem dupla normal Nível de inspeção S1 NQA 6,5 %				Amostragem dupla normal Nível de inspeção S3 NQA 6,5 %				Amostragem simples normal Nível de inspeção S3 NQA 1,0 %		
	Amostra		Ac	Re	Amostra		Ac	Re	Amostra	Ac	Re
	Seq.	Tam.			Seq.	Tam.					
2 a 50	-	3	0	1	-	2	0	1	13	0	1
51 a 90	-	3	0	1	1 ^a	5	0	2	13	0	1
					2 ^a		1	2			
91 a 280	1 ^a	8	0	2	1 ^a	5	0	2	13	0	1
	2 ^a		1	2	2 ^a		1	2			

TABELA 17 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaios de recebimento - Continuação

Tamanho do lote	<ul style="list-style-type: none"> Corrente de excitação; Deslocamento angular e sequência de fases; Equilíbrio de tensões; Funcionamento do comutador; Impedância de curto-circuito; Perdas em carga e perdas em vazio; Polaridade. Relação de transformação; Resistência de isolamento; Resistência dos enrolamentos; 				<ul style="list-style-type: none"> Aderência e espessura da pintura; Compatibilidade das juntas de vedação com o óleo isolante; Ensaio da válvula de alívio de pressão interna; Junta de vedação; Revestimento de zinco; Revestimento dos terminais de ligação; Estanqueidade e resistência a pressão a frio; Verificação do torque nos terminais. 				<ul style="list-style-type: none"> Físico-químico do líquido isolante; Tensão aplicada; Tensão induzida. 		
	Amostragem dupla normal Nível de inspeção S1 NQA 6,5 %				Amostragem dupla normal Nível de inspeção S3 NQA 6,5 %				Amostragem simples normal Nível de inspeção S3 NQA 1,0 %		
	Amostra		Ac	Re	Amostra		Ac	Re	Amostra	Ac	Re
	Seq.	Tam.			Seq.	Tam.					
281 a 500	1 ^a	0	3	1 ^a	5	0	2	13	0	1	
	2 ^a			2 ^a							1

Legenda:

Seq. - Sequência de ensaios das amostras;

Tam. - Tamanho das amostras;

Ac - Número de aceitação;

Re - Número de rejeição.

TABELA 18 - Relação de ensaios

Item	Descrição dos ensaios	Tipos de ensaios
12.3.1	Inspeção geral	RE
12.3.2	Verificação dimensional	RE
12.3.3	Ensaio de resistência dos enrolamentos	T / RE / E
12.3.4	Ensaio de resistência de isolamento	T / RE / E
12.3.5	Ensaio de relação de transformação	T / RE / E
12.3.6	Ensaio de deslocamento angular e sequência de fases	T / RE / E
12.3.7	Ensaio de impedância de curto-circuito	T / RE / E
12.3.8	Ensaio de perdas em carga e perdas em vazio	T / RE / E
12.3.9	Ensaio de corrente de excitação	T / RE / E
12.3.10	Ensaio de tensão suportável à frequência industrial	T / RE / E
12.3.11	Ensaio de tensão induzida de curta duração	T / RE / E
12.3.12	Ensaio de impulso atmosférico	T / E
12.3.13	Ensaio de tensão de rádio-interferência	T / E
12.3.14	Ensaio de elevação de temperatura	T / RE / E
12.3.15	Ensaio de nível de ruído	T / E
12.3.16	Ensaio de verificação da resistência mecânica do (s) suporte (s) para fixação do transformador	T / E
12.3.17	Ensaio para verificação da pintura do tanque	T / RE
12.3.18	Ensaio físico-químico do óleo	T / RE / E
12.3.19	Ensaio do comutador sem tensão (CST)	T / RE / E
12.3.20	Ensaio do dispositivo de alívio de pressão (DAP)	T / RE / E
12.3.21	Ensaio de estanqueidade e resistência à pressão a frio	RE / E
12.3.22	Ensaio das juntas de vedação	RE
12.3.23	Ensaio de compatibilidade das juntas de vedação com líquido isolante	RE
12.3.24	Ensaio de verificação do revestimento de zinco	RE
12.3.25	Ensaio de medição da espessura da camada de revestimento	RE
12.3.26	Ensaio de torque dos parafusos dos terminais	RE
12.3.27	Verificação da proteção do compartimento de BT	RE
12.3.28	Ensaio de medição da impedância de sequência zero	E

TABELA 18 - Relação de ensaios - Continuação

Item	Descrição dos ensaios	Tipos de ensaios
12.3.29	Ensaio de suportabilidade a impulso atmosférico de baixa-tensão (BT)	E
12.3.30	Ensaio de suportabilidade a curto-circuito	E
12.3.31	Ensaio de medição de harmônicas da corrente de excitação	E
12.3.32	Ensaio de medição do fator de potência do isolamento (tg δ) e capacitâncias	E

Legenda:

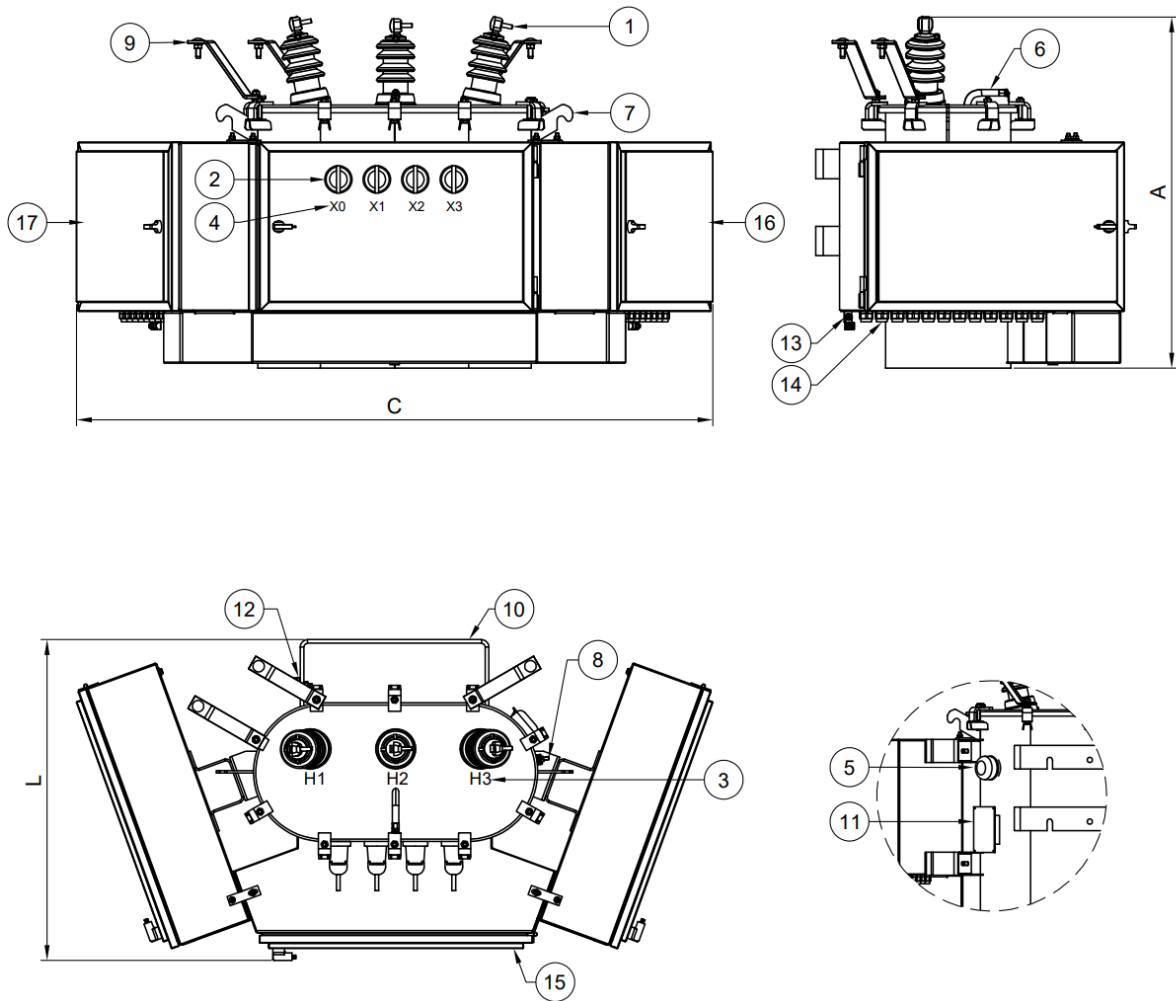
T - Ensaio de tipo;

RE - Ensaio de recebimento;

E - Ensaio especial.

19 DESENHOS

DESENHO 1 - Características dimensionais do transformador trifásico



		15 kV	24,2 kV ou 36,2 kV
Cotas máximas	A	1.300	1.600
	C	1.700	1.700
	L	860	1.060

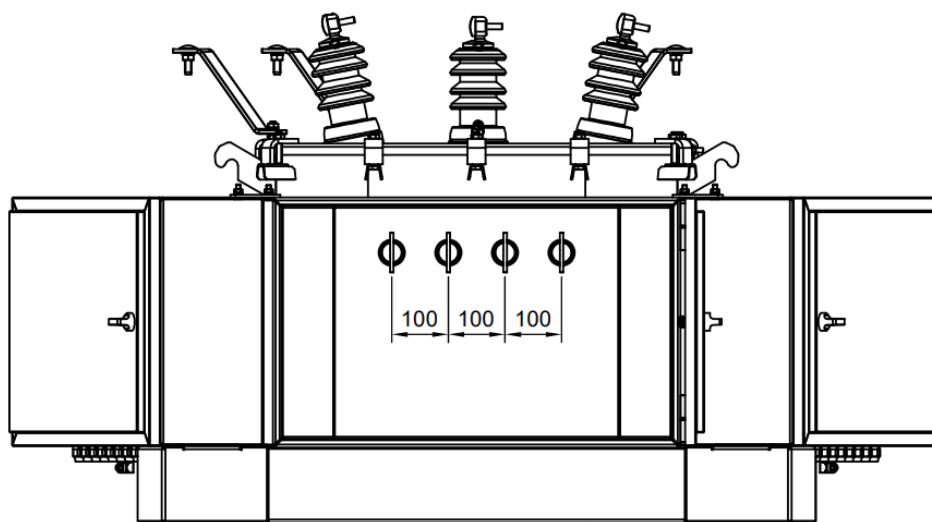
DESENHO 1 - Características dimensionais do transformador trifásico - Continuação

Legenda:

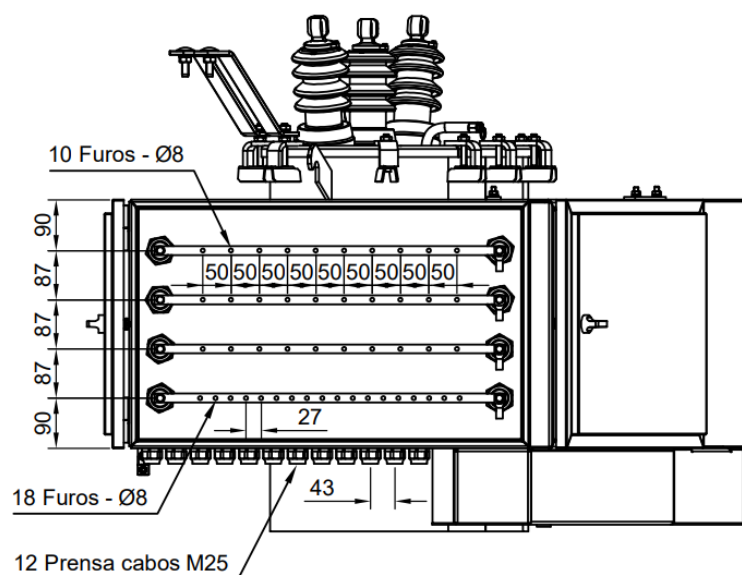
- | | |
|---------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Bucha de média-tensão (MT) | 10. Suporte para fixação ao poste |
| 2. Bucha de baixa tensão (BT) | 11. Placa de identificação |
| 3. Marcação dos terminais externos MT | 12. Dispositivo de aterramento |
| 4. Marcação dos terminais externos BT | 13. Terminal de aterramento |
| 5. Acionamento externo do comutador | 14. Prensa cabo M25 |
| 6. Dispositivo de alívio de pressão | 15. Compartimento central |
| 7. Alça de suspensão | 16. Compartimento lateral direito |
| 8. Aterramento tampa/tanque | 17. Compartimento lateral esquerdo |
| 9. Suporte para para-raios | |

DESENHO 1 - Características dimensionais do transformador trifásico - Continuação

Compartimento central



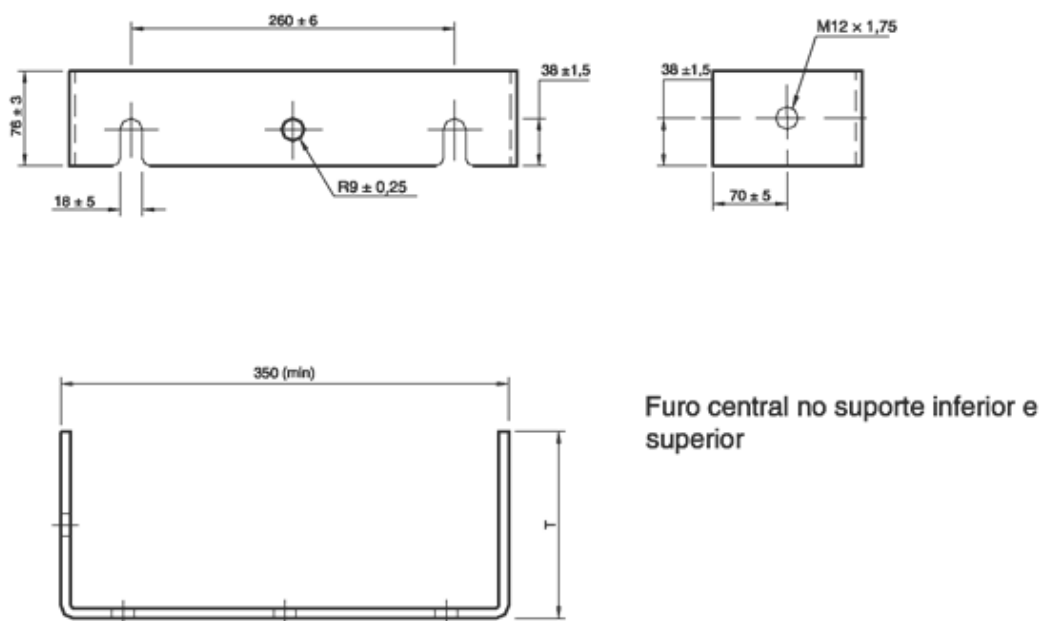
Compartimentos laterais



NOTAS:

- I. Dimensões em milímetros (mm);

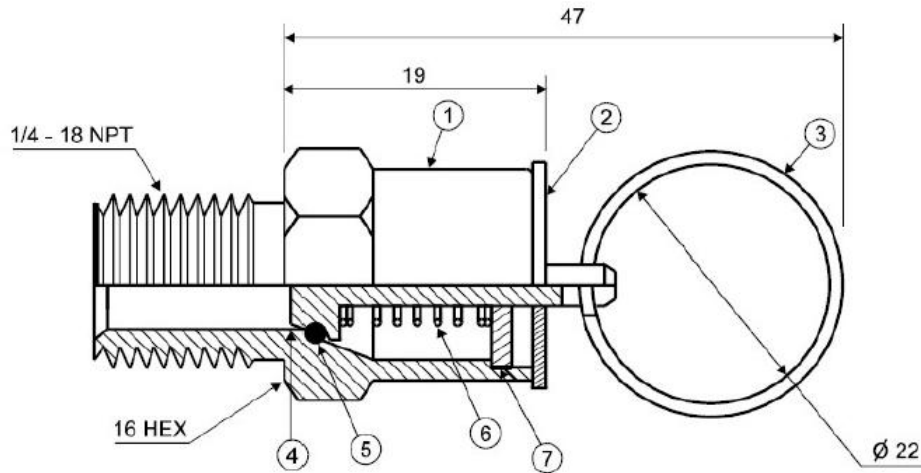
DESENHO 2 - Suporte fixação do transformador ao poste



NOTAS:

- II. Dimensões em milímetros (mm);
- III. As cotas "T" e "N" devem assumir valores de forma a atender as exigências dos Desenho 1.

DESENHO 3 - Válvula de alívio de pressão



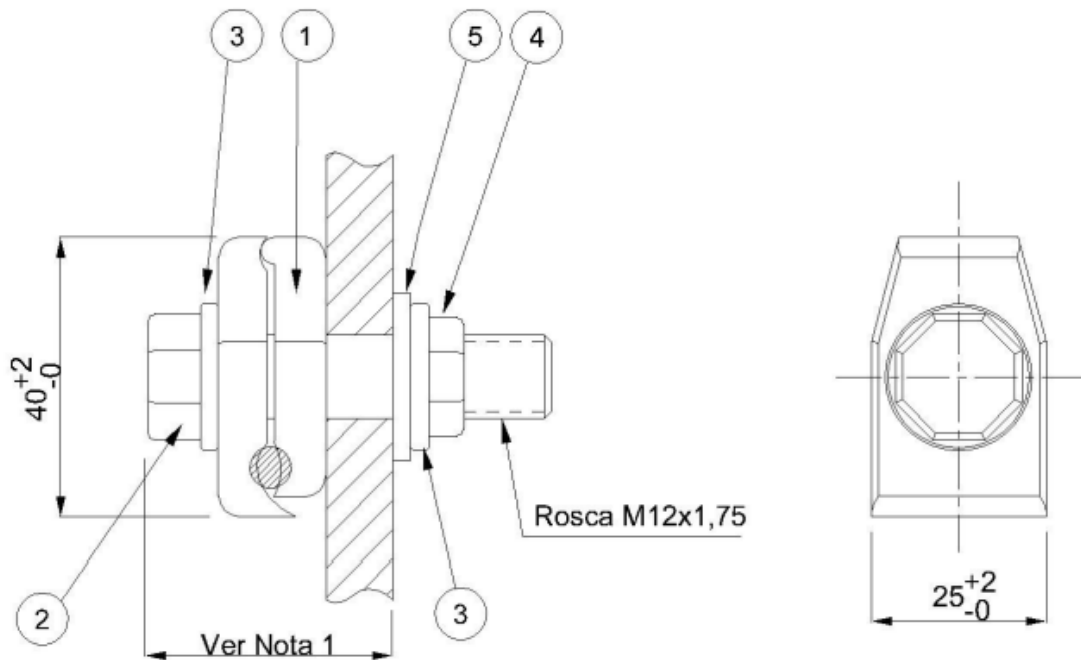
Legenda:

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

NOTA:

- I. Dimensões em milímetros (mm).

DESENHO 4 - Dispositivo de aterramento



Legenda:

- | | |
|--|---|
| 1) Parafuso de cabeça sextavada: Aço-carbono zincado | 3) Conector de pressão: Liga de cobre |
| 2) Arruela de pressão: Aço-carbono zincado | 4) Arruela lisa: Aço-carbono zincado |
| | 5) Porca sextavada: Aço-carbono zincado |

NOTAS:

- I. Dimensões, em milímetros (mm);
- II. O conector deve permitir a colocação ou retirada do condutor de maior seção sem a necessidade de desmontá-lo.

DESENHO 5 - Placa de identificação (modelo)

Dimensions: 105 ± 1 mm (width), $95 \pm 0,5$ mm (inner width), 148 ± 1 mm (height), $138 \pm 0,5$ mm (inner height). Hole diameter: $\varnothing 4,5^{+0,5}_0$.

(a)

TRANSFORMADOR TRIFÁSICO

Nº Data Fabricação

Pot. kVA Norma

Impedância % Tipo óleo isolante

ALTA TENSÃO				Terminais H1 H2 H3	
V	Pos.	Comutador Liga		Lig.	
	1	7 - 10	8 - 11	9 - 12	
(g)	2	10 - 4	11 - 5	12 - 8 (q)	
	3	4 - 13	5 - 14	8 - 15	

BAIXA TENSÃO		Terminais X0 X1 X2 X3		
V	Ligação			
(h)	(r)			

Diag.fasorial: (j)

Volume l Massa total kg PI Nº

Elevação de temperatura óleo / enrolamento °C

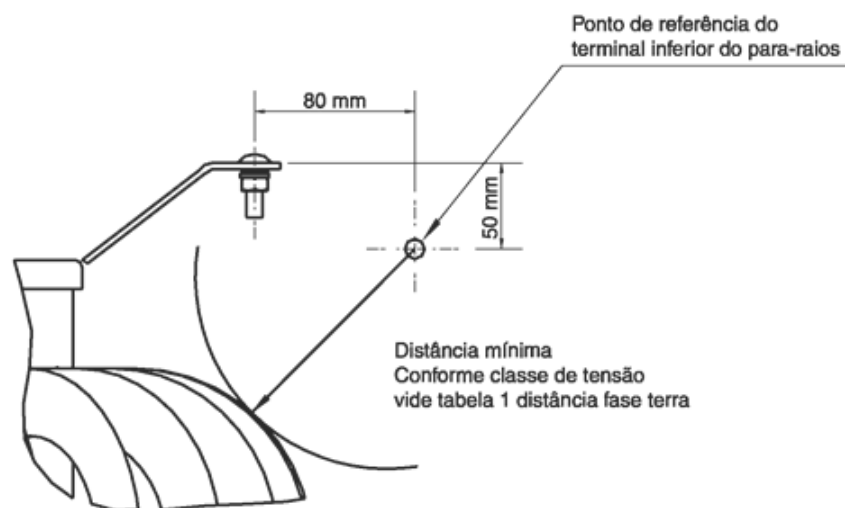
Material dos enrolamentos AT / BT

Isento de PCB

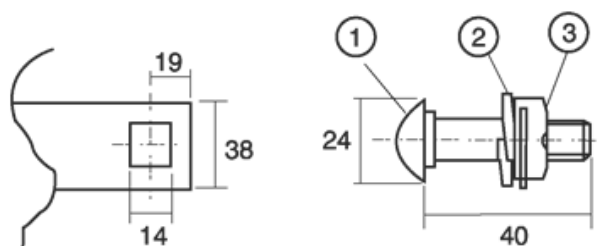
(p)

DESENHO 6 - Suporte para fixação de para-raios

Suporte para fixação de para-raios



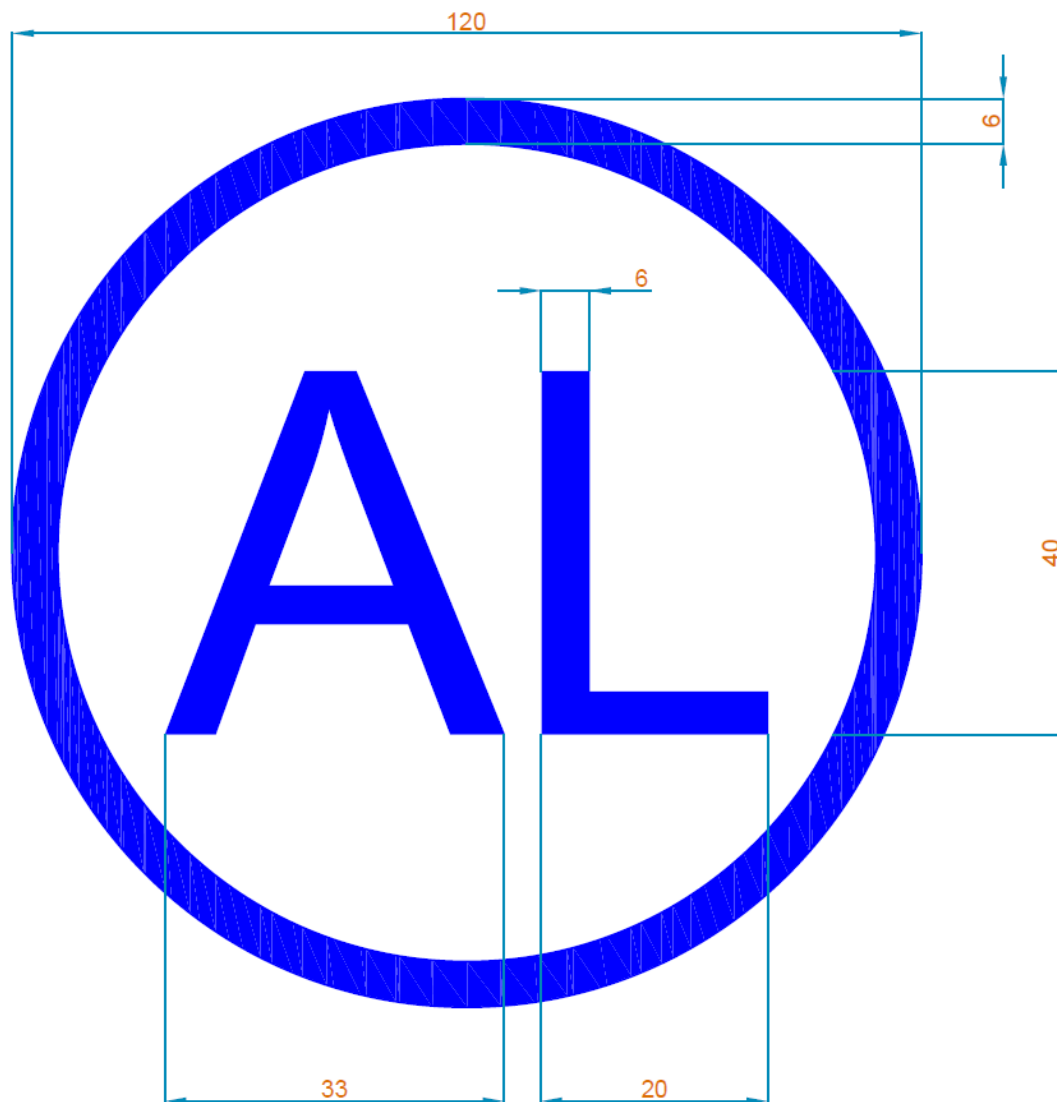
Componentes do suporte de para-raios



NOTA:

1. Dimensões em milímetros (mm).

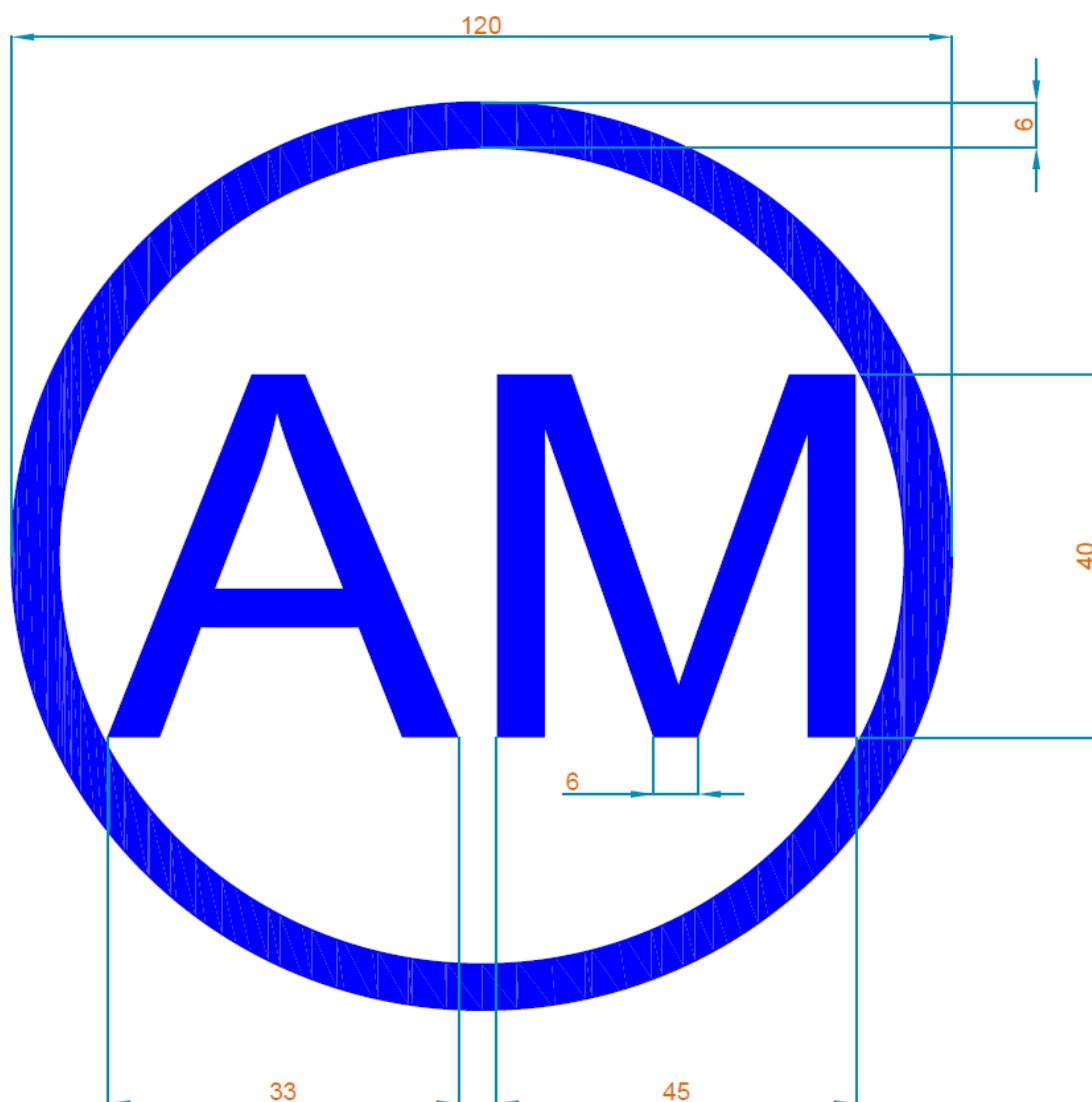
DESENHO 7 - Simbologia de identificação de enrolamentos em alumínio



NOTAS:

- I. Dimensões em milímetros (mm);
- II. Para os transformadores de área de poluição atmosférica, as simbologias deverão ser cor preta, notação Munsell N1.

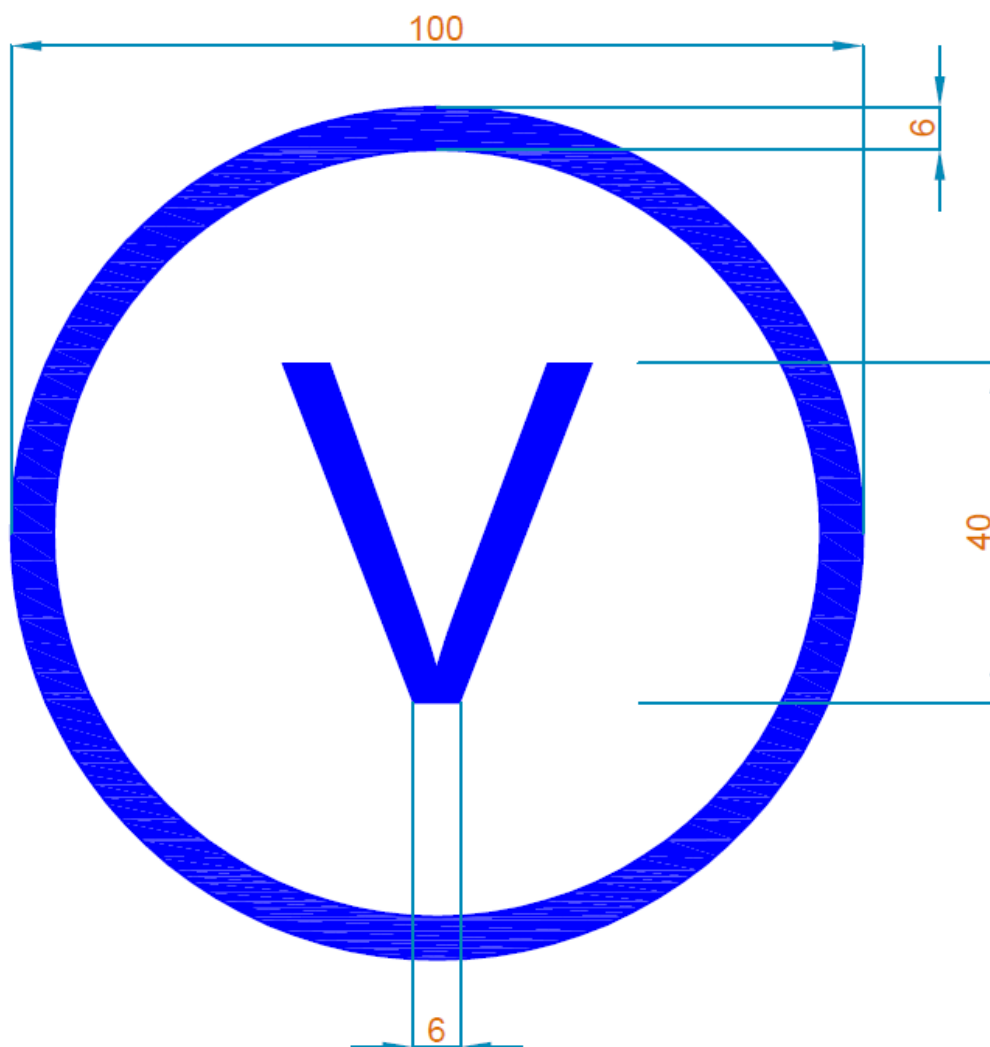
DESENHO 8 - Simbologia de identificação de núcleo de metal amorfo



NOTAS:

- I. Dimensões em milímetros (mm);
- II. Para os transformadores de área de poluição atmosférica, as simbologias deverão ser cor preta, notação Munsell N1.

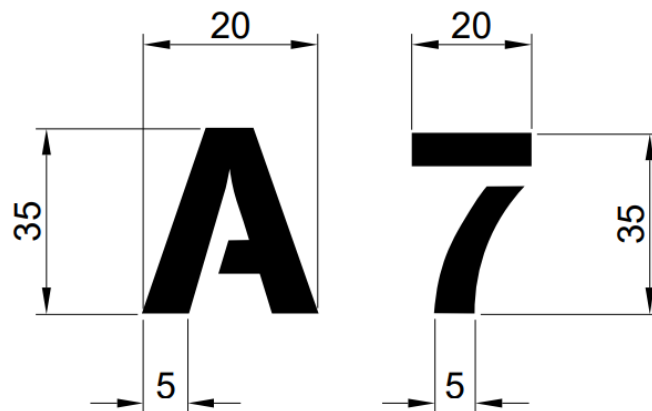
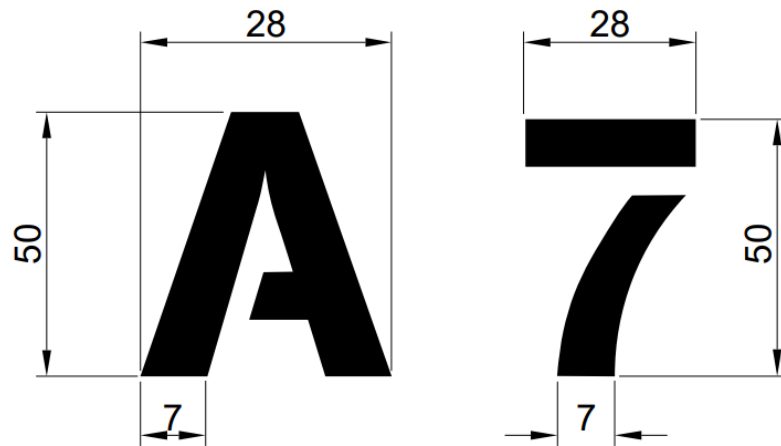
DESENHO 9 - Simbologia de identificação de óleo vegetal isolante



NOTAS:

- I. Dimensões em milímetros (mm);
- II. Para os transformadores de área de poluição atmosférica, as simbologias deverão ser cor preta, notação Munsell N1.

DESENHO 10 - Modelo das letras e números




NOTAS:

- I. Dimensões em milímetros (mm);
- II. Outros modelos de letras e números podem ser aceitos, mediante aprovação previa da Energisa.

DESENHO 11 - Etiqueta nacional de conservação de energia (ENCE)

Tamanho normal

		82 mm	
		57 mm	25 mm
123 mm	35 mm	<p>Energia (Elétrica)</p> <p>Fornecedor Modelo</p> <p>Tipo Potência (kVA) Classe de Tensão (kV)</p>	<p>TRANSFORMADOR EM LÍQUIDO ISOLANTE PARA REDE DE DISTRIBUIÇÃO</p> <p>ABCDEF XYZ(Logo)</p> <p>ABC 1 2 3 ABC 1 2 3 ABC 1 2 3</p>
	25 mm	<p>Perdas máximas (tap nominal)</p> <p>- Vazio (W) - Totais (W) Relação de Transformação</p>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
	25 mm	<p>Perdas máximas (tap crítico)</p> <p>- Vazio (W) - Totais (W) Relação de Transformação</p>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
	8 mm	<p>NBI (kV)</p>	<input type="text"/>
	30 mm	 <p>PROCEL PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA</p>  <p>Eletrobras</p>	<p>Etiqueta Nacional de Conservação de Energia - ENCE Transformadores de Distribuição em Líquido Isolante Relatório ___/___ - XXX</p>  <p>INMETRO</p> <p>IMPORTANTE: FICA PROIBIDA A REMOÇÃO DESTA ETIQUETA DO EQUIPAMENTO.</p>

NOTA:

- I. Dimensões em milímetros (mm).

DESENHO 11 - Etiqueta nacional de conservação de energia (ENCE) -
Continuação

Tamanho reduzida

	70,00	60,00	
60,00	Energia (Elétrica) Fornecedor Modelo Tipo Potência (kVA) Classe de Tensão (kV)	TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO EM LIQUIDO ISOLANTE	30,00
	 PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	 INMETRO	30,00
	70,00	60,00	

NOTA:

I. Dimensões em milímetros (mm).

DESENHO 12 - Etiqueta autoadesiva “ISENTO DE PCB” - Modelo



NOTAS:

- I. Etiqueta autocolante para uso ao tempo;
- II. Todas as letras são em fonte padrão Arial.

20 ANEXOS

ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas

TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO

Nome do fabricante:

N.º da licitação:

N.º da proposta:

Item	Descrição	Características / Unidades
1	Tipo/modelo:	
2	Código do material:	
2.1	a) Código fabricante:	
2.2	b) Código Energisa:	
3	Potência nominal:	kVA
4	Níveis de tensão:	kV
4.1	a) Tensões nominais:	
4.1.1	• Enrolamento primário (MT):	kV
4.1.2	• Enrolamento secundário (BT):	V
4.2	b) Classe de tensão:	
4.3	c) Tensões de derivação:	
4.3.1	• Derivação 1:	kV
4.3.2	• Derivação 2:	kV
4.3.3	• Derivação 3:	kV
4.3.4	• Derivação 4:	kV
4.3.4	• Derivação 5 (quando aplicável):	kV
5	Frequência:	Hz
6	Nível de isolamento:	kV
6.1	a) Primário (MT):	
6.1.1	• Tensão suportável nominal de impulso atmosférico - onda plena:	kV _{cr}

ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas - Continuação

Item	Descrição	Características / Unidades
6.1.2	<ul style="list-style-type: none"> Tensão suportável nominal de impulso atmosférico - onda plena reduzida: 	kV _{cr}
6.1.2	<ul style="list-style-type: none"> Tensão suportável nominal de impulso atmosférico - onda plena reduzida: 	kV _{cr}
6.1.3	<ul style="list-style-type: none"> Tensão suportável nominal de impulso atmosférico - onda cortada: 	kV _{ef}
6.1.4	<ul style="list-style-type: none"> Tensão suportável nominal em frequência industrial durante 1 min: 	kV _{ef}
6.2	b) Secundário (BT):	
6.2.1	<ul style="list-style-type: none"> Tensão suportável nominal de impulso atmosférico - onda plena: 	kV _{cr}
6.2.2	<ul style="list-style-type: none"> Tensão suportável nominal de impulso atmosférico - onda plena reduzida: 	kV _{cr}
6.2.3	<ul style="list-style-type: none"> Tensão suportável nominal de impulso atmosférico - onda cortada: 	kV _{ef}
6.2.4	<ul style="list-style-type: none"> Tensão suportável nominal em frequência industrial durante 1 min: 	kV _{ef}
7	Elevação de temperatura na derivação de _____ V:	
7.1	a) Dos enrolamentos (método da variação da resistência):	°C
7.2	b) Do ponto mais quente dos enrolamentos:	°C
7.3	c) Do óleo isolante (medida próximo à superfície do líquido):	°C
7.4	d) Isolamento com papel termo estabilizado (sim/não):	
8	Tensão de curto-circuito a _____ °C:	
8.1	a) Na base _____ kV:	%
8.2	b) Na relação _____ kV:	%
9	Corrente de excitação, na derivação principal, em elevação de temperatura de _____ °C:	%
10	Perdas, na derivação principal, em elevação de temperatura de _____ °C:	
10.1	a) Em vazio:	W
10.2	b) Totais:	W
11	Regulação, na derivação principal, em elevação de temperatura de _____ °C:	
11.1	a) Fator de potência da carga igual a 0,8, a 75 °C:	%
11.2	b) Fator de potência da carga igual a 1,0, a 75 °C:	%

ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas -
Continuação


Item	Descrição	Características / Unidades
12	Rendimento, na derivação principal, em elevação de temperatura de _____ °C:	
12.1	a) Fator de potência a 0,8 %, com carga de:	
12.1.1	• 25 % da potência nominal:	%
12.1.2	• 50 % da potência nominal:	%
12.1.3	• 75 % da potência nominal:	%
12.1.4	• 100 % da potência nominal:	%
12.2	b) Fator de potência a 1,0 %, com carga de:	
12.2.1	• 25 % da potência nominal:	%
12.2.2	• 50 % da potência nominal:	%
12.2.3	• 75 % da potência nominal:	%
12.2.4	• 100 % da potência nominal:	%
13	Máxima tensão de rádio interferência:	µV
14	Massas:	
14.1	a) Parte ativa:	kg
14.2	b) Tanque e tampa:	kg
14.3	c) Líquido isolante:	kg
14.4	d) Total:	kg
15	Grupo de ligação:	
16	Nível de ruído:	dB
17	Classe de temperatura do material isolante:	
18	Tipo de resfriamento:	
19	Material dos enrolamentos:	
19.1	a) Enrolamentos primários (MT):	
19.2	b) Enrolamentos secundários (BT):	
20	Espessura das chapas:	
20.1	a) Tampa:	mm
20.2	b) Corpo:	mm
20.3	c) Fundo:	mm

ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas - Continuação

Item	Descrição	Características / Unidades
20.4	d) Tubos, radiadores ou aletas:	mm
20.5	e) Compartimento de BT:	mm
21	Dispositivo de alívio de pressão:	
21.1	a) Pressão de alívio:	
21.2	b) Pressão de vedação:	
21.3	c) Taxa de vazão:	
21.4	d) Taxa de admissão de ar:	
21.5	e) Temperatura de operação:	
22	Líquido isolante:	
22.1	a) Tipo / Designação:	
22.2	b) Características:	
22.3	c) Volume:	L
23	Informar o método de preparo da chapa, tratamento anticorrosivo, e esquema de pintura interna e externa a serem utilizados:	
24	Embalagem:	
24.1	a) Tipo de embalagem:	
24.2	b) Quantidade de unidade:	
24.3	c) Peso da embalagem:	kg

NOTAS:

- I. O fabricante deve fornecer em sua proposta todas as informações requeridas no Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas;
- II. Se forem submetidas propostas alternativas cada uma delas deve ser submetida com o Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas específico, claramente preenchido, sendo que cada quadro deve ser devidamente marcado para indicar a qual proposta pertence;
- III. Erro no preenchimento do quadro de características poderá ser motivo para desclassificação;



ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas - Continuação

- IV. Todas as informações requeridas no Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas devem ser compatíveis com as informações descritas em outras partes da proposta de fornecimento. Em caso de dúvidas as informações prestadas no referido quadro prevalecerão sobre as descritas em outras partes da proposta;
- V. O fabricante deve garantir que a performance e as características dos equipamentos a serem fornecidos estarão em conformidade com as informações aqui apresentadas.

ANEXO 3 - Inspeção geral dos transformadores

Na inspeção geral dos transformadores devem ser verificados, no mínimo, os aspectos e características apresentados a seguir:

a) Tanque:

- Parte interna:
 - Ausência de escorrimento, empolamento e enrugamento da pintura;
 - Marcação do nível do óleo isolante;
 - Ausência de sujeiras no fundo do tanque, tais como borra, celulose, limalha, areia etc.;
 - Ausência de ferrugem no tanque e nos radiadores;
 - Ausência de respingos da pintura externa;
 - Inspeção visual da pintura (inclusive radiadores ou tubos)
- Parte externa:
 - Ausência de escorrimento, empolamento e enrugamento da pintura;
 - Marcação dos terminais de primários e secundários, conforme item 10.4;
 - Simbologia do transformador, conforme item 10.5;
 - Numeração de patrimônio, conforme item 6.8;
 - Marcação do número de série na alça de suspensão e na tampa.

b) Núcleo:

- Ausência de oxidação e borras;
- Aterramento;
- “Gaps” e empacotamento.

ANEXO 3 - Inspeção geral dos transformadores - Continuação

c) Bobinas:

- Ausência de deformação por aperto excessivo dos tirantes, calços etc.;
- Rigidez mecânica das bobinas e dos calços;
- Canais para circulação de óleos desobstruídos;
- Flexibilidade dos cabos de interligação às buchas do primário;
- Verificação do tipo de papel utilizado;
- Qualidade do enrolamento: uniformidade, ausência de remonte de espiras, impregnação.

d) Tirantes, barras de aperto e olhais para suspensão:

- Inspeção visual da pintura;
- Ausência de oxidação nas partes não pintadas;
- Rigidez mecânica dos tirantes e barras de aperto;
- Qualidade e localização dos olhais para suspensão da parte ativa;
- Ausência de isolamento nas áreas de contato de fixação da parte ativa ao tanque;
- Marcação do número de série.

NOTA:

- I. Caso haja acompanhamento de fabricação por parte da Energisa, a inspeção visual da parte ativa dos transformadores pode ser realizada durante a fabricação, a critério do inspetor.

