

*Transformador de corrente (TC)
para subestação de distribuição
(SED) até 145 kV*

ESA/DENG/NRM-586/2024

Especificação Técnica Unificada
ETU - 102

Versão 8.0 - Dezembro / 2024



Apresentação

Nesta Especificação Técnica apresenta as diretrizes necessárias para a padronização das características e requisitos mínimos exigidos, mecânicos e elétricos, para fornecimento de transformadores de corrente (TC), monofásicos, de uso externo, com isolamento sólida (até 52 kV) e isolamento em líquido isolante com resfriamento natural (superior à 52 kV), aplicáveis as subestações de distribuição (SED), em classe de tensão até 145 kV, nas concessionárias de distribuição do grupo Energisa S.A.

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

Cópias ou impressões, parciais ou totais, deste documento não são controladas.

A presente revisão desta Especificação Técnica é a versão 8.0, datada de dezembro de 2024.

Cataguases - MG., Dezembro de 2024.

GTD - Gerência Técnica de Distribuição

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





Equipe técnica de revisão da ETU-102 (versão 8.0)

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

Fernando Espíndula Corradi

Energisa Rondônia (ERO)

Alberto Alves Cunha

Energisa Tocantins (ETO)

Guilherme Damiance Souza

Energisa Sul-Sudeste (ESS)

Antônio Maurício de Matos Gonçalves

Energisa Acre (EAC)

Ricardo Langone Marques

Dir. Suprimentos Logística

Erika Ferrari Cunha

Energisa Sergipe (ESE)

Rodolfo Acialdi Pinheiro

Energisa Minas-Rio (EMR)

Fabio Lancelotti

Energisa Paraíba (EPB)

Rodrigo Brandão Fraiha

Energisa Mato Grosso do Sul (EMS)

Fabício Sampaio Medeiros

Energisa Mato Grosso (EMT)

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	15
4.3	NORMAS TÉCNICAS INTERNACIONAIS	19
4.4	NORMAS TÉCNICAS DO GRUPO ENERGISA	25
5	TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES	27
5.1	TRANSFORMADOR PARA INSTRUMENTOS.....	28
5.1.1	Transformador de corrente (TC).....	28
5.1.2	Transformador de corrente tipo barra	28
5.1.3	Transformador de corrente tipo pedestal	28
5.1.4	Transformador de corrente para serviços de medição	28
5.1.5	Transformador de corrente para serviços de proteção.....	28
5.2	CARGA.....	29
5.2.1	Carga nominal	29
5.2.2	Carga resistiva nominal (R_c)	29
5.3	CIRCUITO SECUNDÁRIO EXTERNO	29
5.4	CLASSE DE EXATIDÃO	29
5.5	CORRENTE DE EXCITAÇÃO (I_E)	29
5.6	CORRENTE PRIMÁRIA NOMINAL (I_P)	29
5.7	CORRENTE RESIDUAL	30
5.8	CORRENTE SECUNDÁRIA NOMINAL (I_S)	30
5.9	CORRENTE TÉRMICA NOMINAL DE CURTA DURAÇÃO (I_T).....	30
5.10	CORRENTE DINÂMICA NOMINAL (I_D).....	30
5.11	CORRENTE TÉRMICA CONTÍNUA NOMINAL	30
5.12	CURVA DE EXCITAÇÃO	30
5.13	ENROLAMENTO	31
5.13.1	Enrolamento primário	31
5.13.2	Enrolamento secundário	31
5.14	FATOR DE SEGURANÇA (FS)	31
5.15	NÍVEL DE ISOLAMENTO NOMINAL	31
5.16	ÓLEO MINERAL ISOLANTE (OMI)	32
5.17	ÓLEO VEGETAL ISOLANTE (OVI)	32
5.18	PARTE ATIVA.....	32
5.19	POTÊNCIA NOMINAL (S_R).....	32

5.20	RELAÇÃO DE TRANSFORMAÇÃO REAL (K)	32
5.21	RELAÇÃO NOMINAL (K_R)	32
5.22	SISTEMA COM NEUTRO SOLIDAMENTE ATERRADO	32
5.23	SUBESTAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO (SED)	33
5.24	TENSÃO MÁXIMA DO EQUIPAMENTO (U_M)	33
5.25	TERMINAL DE LIGAÇÃO.....	33
5.26	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	33
5.27	ENSAIOS DE TIPO	33
5.28	ENSAIOS ESPECIAIS	34
6	HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES.....	34
7	CONDIÇÕES GERAIS	34
7.1	CONDIÇÕES DO SERVIÇO	35
7.2	LINGUAGENS E UNIDADES DE MEDIDA	36
7.3	ACONDICIONAMENTO	36
7.4	TRANSPORTE.....	39
7.5	MEIO AMBIENTE	39
7.6	EXPECTATIVA DE VIDA ÚTIL	40
7.6.1	Equipamentos com tensão inferior à 69 kV	40
7.6.2	Equipamentos com tensão igual ou superior à 69 kV	41
7.7	GARANTIA	41
7.8	NUMERAÇÃO DE PATRIMÔNIO.....	41
7.9	INCORPORAÇÃO AO PATRIMÔNIO DA ENERGISA	42
7.10	MANUAL DE INSTRUÇÕES DE MONTAGEM, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	43
7.11	AVALIAÇÃO TÉCNICA DO MATERIAL	43
7.12	ETIQUETAS AUTOADESIVAS DE IDENTIFICAÇÃO DE ISENTOS DE PCB	45
7.13	TREINAMENTO TÉCNICO.....	45
8	CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS	46
8.1	POTÊNCIA NOMINAL (S)	46
8.2	TENSÃO MÁXIMA DO EQUIPAMENTO (U_{MAX}).....	46
8.3	NÍVEIS DE ISOLAMENTO (U_D)	46
8.3.1	Isolamento nominais para enrolamentos primários	46
8.3.2	Isolamento para enrolamentos secundários.....	47
8.3.3	Isolamento entre as seções.....	47
8.4	FREQUÊNCIA NOMINAL (F_R)	47
8.5	FATOR TÉRMICO NOMINAL (F_T).....	47
8.6	CLASSES DE EXATIDÃO	47
8.7	CORRENTE NOMINAL (I_N)	47
8.8	CORRENTES SUPOSTÁVEL NOMINAL DE CURTA DURAÇÃO (I_{TH}) E RESPECTIVO VALOR DE CRISTA 48	
8.9	CORRENTE DINÂMICA NOMINAL (I_{DYN}).....	48

8.10	DESCARGAS PARCIAIS	48
8.11	IMPULSO ATMOSFÉRICO CORTADO	48
8.12	ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA.....	48
8.13	POLARIDADE	49
8.14	LIMITAÇÃO DA TENSÃO DE CIRCUITO ABERTO.....	49
8.15	REQUISITOS DE PROTEÇÃO CONTRA FALHA DE ARCO INTERNO	49
9	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS	49
9.1	MEIO ISOLANTE.....	50
9.1.1	Material polimérico	50
9.1.2	Líquido isolante	51
9.2	ESTRUTURA DO TRANSFORMADOR DE CORRENTE	51
9.2.1	Transformadores de corrente à seco.....	51
9.2.2	Transformadores de corrente imenso em líquido isolante	52
9.2.2.1	Involucro isolante.....	52
9.2.2.1.1	Involucro de porcelana	52
9.2.2.1.2	Involucro polimérico	52
9.2.2.2	Câmara de expansão	54
9.2.2.3	Indicador de nível de óleo (INO)	54
9.2.2.4	Juntas de vedação.....	55
9.2.2.5	Olhais para içamento	55
9.2.2.6	Dispositivo de alívio de pressão (DAP).....	56
9.2.2.7	Válvula externa de drenagem	56
9.2.2.8	Soldas	56
9.3	TERMINAIS DE LINHA.....	57
9.4	DISPOSITIVO DE ATERRAMENTO	58
9.5	CONEXÕES SECUNDÁRIAS E CAIXA DE TERMINAIS.....	58
9.6	IDENTIFICAÇÃO	60
9.6.1	Placa de identificação.....	60
9.6.2	Placa de conexões no primário para alteração de relação	62
9.6.3	Placas de advertência	62
9.7	FIXAÇÕES EXTERNAS (FERRAGENS)	62
9.8	MASSA DO TRANSFORMADOR DE CORRENTE	63
10	PARTE ATIVA	63
10.1	NÚCLEO	63
10.2	ENROLAMENTO	64
11	PINTURA E MARCAÇÕES.....	65
11.1	ACABAMENTO INTERNO	66
11.2	ACABAMENTO EXTERNO.....	66
11.3	MARCAÇÃO DOS ENROLAMENTOS E TERMINAIS.....	67

12	INSPEÇÃO E ENSAIOS	67
12.1	GENERALIDADES	67
12.2	RELAÇÃO DE ENSAIOS	71
12.2.1	Ensaio de tipo (T)	71
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 visual	76
12.3.1.1	Verificação de marcação dos terminais e polaridade	76
12.3.2	Verificação dimensional.....	77
12.3.3	Ensaio de tensão suportável à frequência industrial - Terminal primário	77
12.3.3.1	Equipamentos com tensão igual ou inferior à 52,0 kV	77
12.3.3.2	Equipamentos com tensão superior à 52,0 kV.....	77
12.3.4	Ensaio de tensão suportável à frequência industrial - Terminal secundário	78
12.3.4.1	Equipamentos com tensão igual ou inferior à 52,0 kV	78
12.3.4.2	Equipamentos com tensão superior à 52,0 kV.....	78
12.3.5	Ensaio de tensão suportável à frequência industrial - Entre espiras ...	78
12.3.5.1	Equipamentos com tensão igual ou inferior à 52,0 kV	78
12.3.5.2	Equipamentos com tensão superior à 52,0 kV.....	78
12.3.6	Ensaio de tensão suportável à frequência industrial, sob chuva - Terminal primário	79
12.3.6.1	Equipamentos com tensão igual ou inferior à 52,0 kV	79
12.3.6.2	Equipamentos com tensão superior à 52,0 kV.....	79
12.3.7	Ensaio de sobretensão entre espiras	79
12.3.7.1	Equipamentos com tensão igual ou inferior à 52,0 kV	79
12.3.7.2	Equipamentos com tensão superior à 52,0 kV.....	79
12.3.8	Ensaio de impulso atmosférico.....	80
12.3.8.1	Equipamentos com tensão igual ou inferior à 52,0 kV	80
12.3.8.2	Equipamentos com tensão superior à 52,0 kV.....	80
12.3.9	Ensaio de medição de descargas parciais	81
12.3.9.1	Equipamentos com tensão igual ou inferior à 52,0 kV	81
12.3.9.2	Equipamentos com tensão superior à 52,0 kV.....	81
12.3.10	Ensaio de elevação de temperatura	81
12.3.10.1	Equipamentos com tensão igual ou inferior à 52,0 kV	81
12.3.10.2	Equipamentos com tensão superior à 52,0 kV	82
12.3.11	Ensaio de exatidão	82
12.3.11.1	Equipamentos com tensão igual ou inferior à 52,0 kV	82
12.3.11.2	Equipamentos com tensão superior à 52,0 kV	82
12.3.12	Ensaio de fator de segurança do instrumento	82
12.3.13	Ensaio de erro composto para as classes P e PR	83

12.3.14	Ensaio de determinação do fator de remanência para classe PR.....	83
12.3.15	Ensaio de determinação da constante de tempo secundária para classe PR	83
12.3.16	Ensaio de resistência ôhmica dos enrolamentos primários	83
12.3.16.1	Equipamentos com tensão igual ou inferior à 52,0 kV	83
12.3.16.2	Equipamentos com tensão superior à 52,0 kV	84
12.3.17	Ensaio de resistência ôhmica dos enrolamentos secundários	84
12.3.17.1	Equipamentos com tensão igual ou inferior à 52,0 kV	84
12.3.17.2	Equipamentos com tensão superior à 52,0 kV	84
12.3.18	Levantamento das características de excitação	84
12.3.19	Ensaio de corrente suportável nominal de curta duração e valor de crista da corrente suportável	85
12.3.19.1	Equipamentos com tensão igual ou inferior à 52,0 kV	85
12.3.19.2	Equipamentos com tensão superior à 52,0 kV	85
12.3.20	Ensaio de compatibilidade eletromagnética (EMC).....	86
12.3.21	Ensaio de verificação do grau de proteção por invólucros	86
12.3.21.1	Ensaio de verificação do código IP	86
12.3.21.2	Ensaio de verificação do código IK	86
12.3.22	Ensaio de determinação da constante de tempo da malha secundária (T_s)	86
12.3.23	Ensaio para f.e.m limiar de saturação nominal (E_k) e corrente de excitação a E_k	87
12.3.24	Ensaio físico-químico do líquido isolante	87
12.3.24.1	Ensaio de aspecto visual	87
12.3.24.2	Ensaio de fator de perdas dielétricas ou fator de dissipação.....	87
12.3.24.3	Ensaio de índice de neutralização (IAT)	88
12.3.24.4	Ensaio de rigidez dielétrica por eletrodo de disco	88
12.3.24.5	Ensaio de teor de água	89
12.3.24.6	Ensaio de teor de bifenilas policloradas (PCB)	89
12.3.24.7	Ensaio de tensão interfacial	89
12.3.24.8	Ensaio de ponto de combustão.....	89
12.3.25	Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco	90
12.3.25.1	Ensaio de massa por unidade de área	90
12.3.25.2	Ensaio de aderência da camada	90
12.3.25.3	Ensaio de espessura da camada.....	90
12.3.25.4	Ensaio de uniformidade da camada	91
12.3.26	Ensaio de medição da espessura do revestimento do terminal de ligação	91
12.3.26.1	Camada de estanho.....	91
12.3.26.2	Camada de prata	91
12.3.27	Ensaio de torque dos parafusos.....	91
12.3.28	Ensaio das juntas de vedação.....	92

12.3.28.1	Ensaio de identificação do material.....	92
12.3.28.2	Ensaio de densidade	92
12.3.28.3	Ensaio de dureza Shore A	92
12.3.28.4	Ensaio de cinza	93
12.3.28.5	Ensaio de enxofre livre.....	93
12.3.28.6	Ensaio de tensão de ruptura.....	93
12.3.28.7	Ensaio de alongamento.....	93
12.3.28.8	Ensaio de envelhecimento térmico em ar	94
12.3.28.9	Ensaio de envelhecimento em líquido isolante	94
12.3.28.10	Ensaio de deformação permanente a compressão	94
12.3.28.11	Relaxação de relaxamento de tensão por compressão	95
12.3.28.12	Ensaio de resistência ao ozônio	95
12.3.28.13	Ensaio de compatibilidade das juntas de vedação com líquido isolante	96
12.3.29	Ensaio para verificação da pintura do tanque.....	96
12.3.29.1	Ensaio de aderência	96
12.3.29.2	Ensaio de espessura.....	96
12.3.30	Ensaio de tensão de circuito aberto	97
12.3.31	Ensaio de medição de capacitância e fator de perdas dielétricas ...	97
12.3.32	Ensaio de sobretensões transmitidas	97
12.3.33	Ensaio mecânicos.....	97
12.3.34	Ensaio de falha de arco interno	98
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 e verificação dimensional	100
13.2.2	Ensaio físico-químico do óleo	100
13.2.3	Ensaio de elevação de temperatura.....	100
13.2.4	Demais ensaios	100
14	ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO.....	100
14.1	ENSAIOS DE TIPO E ESPECIAIS	100
14.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	101
15	NOTAS COMPLEMENTARES	101
16	HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO	102
17	VIGÊNCIA.....	103
18	TABELAS.....	104
	TABELA 1 - Característica elétrica do transformador de corrente com isolamento sólida até 52,0 kV.....	104




TABELA 2 - Característica elétrica do transformador de corrente com isolamento em líquido isolante acima 52,0 kV	106
TABELA 3 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaios de recebimento	108
TABELA 4 - Relação de ensaios.....	110
19 DESENHOS	112
DESENHO 1 - Característica dimensional do transformador de corrente com isolamento sólida até 52,0 kV (modelo)	112
DESENHO 2 - Característica dimensional do transformador de corrente com isolamento em líquido isolante acima 52,0 kV	113
DESENHO 3 - Característica dimensional da furacão e dimensões da dos terminais de ligação	114
DESENHO 4 - Características dimensionais dos parafusos de fixação do conector	115
DESENHO 5 - Etiqueta autoadesiva “ISENTO DE PCB” (Modelo)	116
20 ANEXOS.....	117
ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas	117
ANEXO 2 - Quadro de desvios técnicos e exceções	121
ANEXO 3 - Inspeção geral dos transformadores	122
ANEXO 4 - Informações constantes no QR-CODE	124

1 OBJETIVO

Esta Especificação Técnica estabelece os requisitos técnicos mínimos, tanto mecânicos quanto elétricos, exigidos para a fabricação, ensaios e recebimento de Transformadores de Corrente (TC), monofásicos, para uso externo, com isolamento sólida (até 52 kV) e isolamento em líquido isolante com resfriamento natural (superior à 52 kV), a serem usados no sistema de distribuição de energia da Energisa.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplicam-se às estruturas de proteção e medição em subestações de distribuição (SED), em classe de tensão até 145 kV, situado em urbanas e rurais, previstas nas Normas Técnicas em vigência nas Empresas do Grupo Energisa.

NOTA:

1. Os materiais contemplados nesta Especificação Técnica têm seu uso proibido em linhas e redes de distribuição em alta e média tensão (LDAT/LDMT), Assim como, não se aplica aos transformadores de corrente para medição/faturamento.

3 OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS

Compete às 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 (s) seguinte (s) documento (s):

- ABNT NBR 6856, Transformador de corrente com isolamento sólida para tensão máxima igual ou inferior a 52 kV - Especificação e ensaios

- ABNT NBR IEC 61869-2, Transformadores para instrumento - Parte 2: Requisitos adicionais para transformadores de corrente
- IEC 61869-2, Instrument transformers - Part 2: Additional requirements for current transformers

Para atender aos processos de fabricação, inspeção e ensaios, os transformadores de corrente devem satisfazer as exigências desta Especificação Técnica, bem como todas as normas técnicas mencionadas a seguir.

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 25/11/2024, 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 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
- 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 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 07/12/2024, 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
- 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 TR 62039, Guia de seleção de materiais poliméricos para uso externo sob alta-tensão
- 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 IEC TS 62073, Guia da medição da hidrofobicidade nas superfícies de isoladores

- ABNT NBR 5286, Corpos cerâmicos de grandes dimensões destinados a instalações elétricas - Requisitos
- ABNT NBR 5370, Conectores de cobre para condutores elétricos em sistemas de potência
- ABNT NBR 5456, Eletricidade geral - Terminologia
- ABNT NBR 5458, Transformador de potência - Terminologia
- ABNT NBR 5460, Sistemas elétricos de potência
- 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 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 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 8360, Elastômero vulcanizado - Envelhecimento acelerado em câmara de ozônio - Ensaio estático - Método de ensaio
- 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 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 16323, Diretrizes para produção, ensaio e diagnóstico de isoladores compostos com respeito à fratura frágil do material do núcleo
- ABNT NBR 16431, Equipamento elétrico - Determinação da compatibilidade de materiais empregados com óleo vegetal isolante
- ABNT NBR 16954, Isoladores compostos ocios - Isoladores pressurizados ou não para uso em equipamentos com tensão nominal acima de 1 000 V - Definições, métodos de ensaio, critério de aceitação e recomendações de projeto
- ABNT NBR 17173-2, Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 2: Métodos para aplicação geral - Métodos de envelhecimento térmico
- 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 60270, Técnicas de ensaios elétricos de alta-tensão - Medição de descargas parciais
- ABNT NBR IEC 60529, Graus de proteção providos por invólucros (Códigos IP)
- ABNT NBR IEC 61869-1, Transformadores para instrumento - Parte 1: Requisitos gerais
- ABNT NBR IEC 62262, Graus de proteção assegurados pelos invólucros de equipamentos elétricos contra os impactos mecânicos externos (código IK)
- ABNT NBR IEC 62271-1, Manobra e comando de alta tensão - Parte 1: Especificações comuns para equipamentos de manobra e comando em corrente alternada
- ABNT NBR NM 71, Produtos planos de aço para uso elétrico, de grão não orientado, totalmente processados

4.3 Normas técnicas internacionais


- ANSI C119.4, Electric connectors - Connectors for use between aluminum-to-aluminum and aluminum-to-copper conductors designed for normal operation at or below 93 °C and copper-to-copper conductors designed for normal operation at or below 100 °C
- 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, Standard specification for flat-rolled, grain-oriented, silicon-iron, electrical steel, fully processed types
 - ASTM B6, Standard specification for zinc
 - 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 D573, Standard test method for rubber - Deterioration in an air oven
 - 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 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 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 D7091, Standard practice for nondestructive measurement of dry film thickness of nonmagnetic coatings applied to ferrous metals and nonmagnetic, nonconductive coatings applied to non-ferrous metals

- 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 - General definitions and test requirements.
- IEC 60085, Electrical insulation - Thermal evaluation and designation
- IEC 60156, Insulating liquids - Determination of the breakdown voltage at power frequency - Test method
- IEC 60247, Insulating liquids - Measurement of relative permittivity, dielectric dissipation factor ($\tan \delta$) and d.c. resistivity
- IEC 60270, High-voltage test techniques - Partial discharge measurements
- IEC 60273, Characteristic of indoor and outdoor post insulators for systems with nominal voltages greater than 1000 V
- 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 60475, Method of sampling insulating liquids
- 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 60811-401, Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 401: Miscellaneous tests - Thermal ageing methods - Ageing in an air oven
- IEC 61238-1-1, Compression and mechanical connectors for power cables - Part 1-1: Test methods and requirements for compression and mechanical connectors for power cables for rated voltages up to 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) tested on non-insulated conductors
- IEC 61462, Composite hollow insulators - Pressurized and unpressurized insulators for use in electrical equipment with AC rated voltage greater than 1 000 V AC and D.C. voltage greater than 1500V - Definitions, test methods, acceptance criteria and design recommendations
- IEC 61619, Insulating liquids - Contamination by polychlorinated biphenyls (PCBs) - Method of determination by capillary column gas chromatography
- IEC 61869-1, Instrument transformers - Part 1: General requirements
- IEC 62262, Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK code)
- IEC 62271-1, High-voltage switchgear and controlgear - Part 1: Common specifications for alternating current switchgear and controlgear
- IEC TR 62039, Selection guidelines for polymeric materials for outdoor use under HV stress

- 
- IEC TR 62662, Guidance for production, testing and diagnostics of polymer insulators with respect to brittle fracture of core materials
 - IEC TS 60815-1, Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 1: Definitions, information and general principles
 - IEC TS 62073, Guidance on the measurement of hydrophobicity of insulator surfaces
 - IEEE 957, IEEE Guide for cleaning insulators
 - IEEE 979, IEEE Guide for substation fire protection
 - IEEE C57.100, IEEE Standard for test procedure for thermal evaluation of insulation systems for liquid-immersed distribution, power, and regulating transformers
 - ISO 247-1, Rubber - Determination of ash - Part 1: Combustion method
 - ISO 752, Zinc ingots
 - ISO 1408, Rubber - Determination of carbon black content - Pyrolytic and chemical degradation methods
 - ISO 1431-1, Rubber, vulcanized or thermoplastic - Resistance to ozone cracking - Part 1: Static and dynamic strain testing
 - ISO 1461, Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles - Specifications and test methods
 - ISO 1817, Rubber, vulcanized or thermoplastic - Determination of the effect of liquids
 - 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 2781, Rubber, vulcanized or thermoplastic - Determination of density
- ISO 4521, Metallic and other inorganic coatings - Electrodeposited silver and silver alloy coatings for engineering purposes - Specification and test methods
- ISO 4650, Rubber - Identification - Infrared spectrometric methods
- 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 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
 - IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente
 - INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
 - MCTIC - Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
 - MDIC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio Exterior e Serviços

- MME - Ministério de Minas e Energia
- ETU - Especificação Técnica Unificado do grupo Energisa
- NDU - Norma Técnica Unificada do grupo Energisa
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- NBR - Norma Brasileira
- NM - Norma Mercosul
- ANSI - American National Standards Institute
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- CISPR - Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques
- IACS - International Annealed Copper Standard
- IEC - International Electrotechnical Commission
- IEEE - Institute of Electrical and Eletronics 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 5456, ABNT NBR 5458 e ABNT NBR 5460, complementada pelos seguintes termos:

5.1 Transformador para instrumentos

Transformador destinado a transmitir um sinal de informação para instrumentos de medição, medidores e dispositivos de controle ou de proteção, ou aparelhos similares.

5.1.1 Transformador de corrente (TC)

Transformador para instrumentos, cujo enrolamento primário é ligado em série em um circuito elétrico, e que reproduz, no seu circuito secundário, uma corrente proporcional à do seu circuito primário, com sua posição fasorial substancialmente mantida.

Os transformadores de corrente destinam-se à proteção e a medição.

5.1.2 Transformador de corrente tipo barra

Transformador de corrente cujo enrolamento primário é constituído por uma barra, montada permanentemente através do núcleo do transformador.

5.1.3 Transformador de corrente tipo pedestal

Transformador de corrente construído de modo a servir de suporte para o condutor primário.

5.1.4 Transformador de corrente para serviços de medição

Transformador de corrente destinado a fornecer um sinal de informação a instrumentos de medição e medidores de energia.

5.1.5 Transformador de corrente para serviços de proteção

Transformador de corrente destinado a fornecer sinais para dispositivos de proteção ou controle.

5.2 Carga

Impedância do circuito secundário externo de um transformador para instrumentos expressa pela potência aparente absorvida em volt-ampères, com um fator de potência especificado e à corrente secundária nominal.

5.2.1 Carga nominal

Carga na qual se baseiam os requisitos de exatidão de um transformador para instrumentos.

5.2.2 Carga resistiva nominal (R_c)

Valor nominal da carga resistiva conectada aos terminais secundários, expresso em ohms (Ω).

5.3 Circuito secundário externo

Circuito externo alimentado pelo enrolamento secundário de um transformador para instrumentos.

5.4 Classe de exatidão

Designação dada a um transformador de corrente quando os erros dele permanecem dentro dos limites especificados sob condições prescritas de uso.

5.5 Corrente de excitação (I_e)

Valor eficaz de corrente que percorre o enrolamento secundário de um transformador de corrente quando se aplica, aos seus terminais, uma tensão senoidal de frequência nominal, estando o enrolamento primário e os outros enrolamentos em aberto.

5.6 Corrente primária nominal (I_p)

Valor da corrente primária que consta da especificação de um transformador de corrente e que determina as condições de funcionamento.

5.7 Corrente residual

Soma algébrica dos valores instantâneos das três correntes de linha, em um sistema trifásico.

5.8 Corrente secundária nominal (I_s)

Valor da corrente secundária que consta da especificação de um transformador de corrente e que determina as suas condições de funcionamento.

5.9 Corrente térmica nominal de curta duração (I_t)

Valor eficaz máximo da corrente primária que o transformador será capaz de suportar por um curto espaço de tempo especificado sem sofrer efeitos danosos, com os enrolamentos secundários curto-circuitado.

5.10 Corrente dinâmica nominal (I_d)


Valor de crista da corrente primária que um transformador suportará sem ser elétrica ou mecanicamente danificado pelas forças eletromagnéticas resultantes, com os terminais dos enrolamentos secundários curto-circuitado.

5.11 Corrente térmica contínua nominal

Valor da corrente máxima que pode circular continuamente no enrolamento primário, estando o enrolamento secundário conectado à carga nominal, sem que a elevação de temperatura exceda os valores especificados. Este valor corresponde ao produto da corrente nominal pelo fator térmico.

5.12 Curva de excitação

Curva apresentada sob a forma de gráfico ou tabela, mostrando a relação entre o valor eficaz da corrente de excitação e o valor eficaz da força eletromotriz senoidal aplicada aos terminais secundários de um TC, com o primário e os outros enrolamentos abertos. Levanta-se uma quantidade de valores que permitam traçar



esta curva característica desde os menores níveis de excitação até pelo menos 110 % do valor da força eletromotriz nominal do ponto de joelho.

5.13 Enrolamento

Conjunto das espiras que constituem um circuito elétrico, monofásico ou polifásico, de um transformador.

5.13.1 Enrolamento primário

Enrolamento pelo qual flui a corrente a ser transformada.

5.13.2 Enrolamento secundário

Enrolamento que alimenta os circuitos de corrente de instrumentos de medição, dispositivos de proteção ou dispositivos de controle.

5.14 Fator de segurança (FS)

Fator que multiplica a corrente primária nominal de um transformador de corrente, para obter o valor de corrente primária para o qual o erro de corrente composto é igual ou superior a 10 %.

O fator de segurança é afetado pela carga conectada no enrolamento secundário.

NOTA:

- VI. O fator de segurança é aplicável apenas a núcleos exclusivos para serviços de medição.

5.15 Nível de isolamento nominal

Conjunto de tensões suportáveis normalizadas que caracterizam a suportabilidade dielétrica do isolamento.

5.16 Óleo mineral isolante (OMI)

Óleo isolante derivado do petróleo, destinado à utilização em transformadores, chaves elétricas, reatores, disjuntores, religadores etc.

5.17 Óleo vegetal isolante (OVI)

Óleo vegetal constituído por moléculas de triacilgliceróis (triglicerídeos), caracterizadas pela ligação éster formulado a partir de óleo extraído de vegetais, como sementes/grãos, e aditivos para melhoria de desempenho.

Também conhecido como éster natural isolante.

5.18 Parte ativa

Conjunto formado pelo núcleo, enrolamentos e suas partes acessórias.

5.19 Potência nominal (S_r)

Valor da potência aparente (em volt-ampères, com o fator de potência especificado) suprida pelo transformador, por meio do circuito secundário, à corrente secundária nominal e com a carga nominal conectada a ele, mantendo a exatidão especificada.

5.20 Relação de transformação real (K)

Razão do valor eficaz da corrente ou tensão primária para o valor eficaz da corrente ou tensão secundária.

5.21 Relação nominal (K_r)

Razão da tensão ou corrente primária nominal para a tensão ou corrente secundária nominal.

5.22 Sistema com neutro solidamente aterrado

Sistema no qual um ou mais pontos neutros são aterrados diretamente.

5.23 Subestação de distribuição (SED)

Parte do sistema de potência que compreende os dispositivos de manobra, controle, proteção, transformação e demais equipamentos, condutores e acessórios, abrangendo as obras civis e estruturas de montagem, que conecta o sistema de distribuição de alta tensão (SDAT) ao sistema de distribuição de média tensão (SDMT), contendo transformadores de força.

5.24 Tensão máxima do equipamento (U_m)

Maior valor eficaz da tensão fase-fase para o qual o transformador é projetado relativamente ao seu isolamento.

5.25 Terminal de ligação

Parte condutora de um transformador destinada à sua ligação elétrica a um circuito externo.

5.26 Ensaio de recebimento

Os ensaios de recebimento têm como objetivo verificar as características de um material que podem variar com o processo de fabricação e com a qualidade do material componente.

Esses ensaios devem ser realizados em uma amostragem de materiais escolhidos aleatoriamente de um lote que tenha sido previamente submetido aos ensaios de rotina.

5.27 Ensaio de tipo

Os ensaios de tipo têm como objetivo verificar as principais características de um material que dependem do seu projeto.

Esses ensaios devem ser realizados apenas uma vez para cada projeto e repetidos quando houver alteração no material, no projeto ou no processo de fabricação, ou quando solicitado pelo comprador.

5.28 Ensaios especiais

Os ensaios especiais têm como objetivo avaliar materiais com suspeita de defeitos e são realizados quando há abertura de não-conformidade. Eles são 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 obrigatório para todos os fornecedores do Grupo Energisa. A manutenção deste cadastro atualizado é uma obrigação do fornecedor.


A homologação técnica é realizada de acordo com os níveis de complexidade das classes de materiais envolvidas, como pode ser observado em nosso Manual da Qualidade de Fornecedores, disponível no link abaixo:

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

7 CONDIÇÕES GERAIS

Os transformadores de corrente devem:

- a) Ser fornecidos completos e completamente montados, cheios de líquido isolante (quando aplicável), 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) No projeto, as 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.

NOTA:

VII. Havendo necessidade de ferramentas e/ou dispositivos especiais para instalação, ensaios e manutenção, as mesmas deverão ser fornecidas pelo fornecedor.

7.1 Condições do serviço

Os transformadores de corrente 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: 1.080 Pa (108 daN/m²), valor correspondente a uma velocidade do vento de 151,2 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.

7.2 Linguagens e unidades de medida

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

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


NOTA:

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

7.3 Acondicionamento

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

- a) Devem ser adequadamente embaladas de modo a garantir o transporte (ferroviário, rodoviário, hidroviário, marítimo ou aéreo) seguro até o local de armazenamento ou instalação, em qualquer condição que possa ser encontrada (intempéries, umidade, choques etc.), bem como 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 e/ou guindauto.

c) O material em contato com os transformadores não deverá:


- Adicionar aderência;
- Causar contaminação;
- Provocar corrosão durante o armazenamento;
- Retenção de umidade.

d) Além disso, devem ser observadas as demais indicações no protocolo logístico do material, disponível no site da Energisa, através do seguinte link:

<https://www.energisa.com.br/paginas/informacoes/taxas-prazos-e-normas/normas-tecnicas.aspx>

NOTAS:

- IX. Para equipamentos com peso bruto superior a 1.000 (um mil) quilogramas, deve ser informado a necessidade de equipamento especial para carga e descarga;
- X. A embalagem quando confeccionada em madeira, a mesma:
- 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.

- 
- XI. 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 logotipo da 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 (tipo/modelo, tensão nominal (kV), aplicação (externo), relação de corrente etc.);
- g) Massa líquida, em quilogramas (kg);
- h) Massa bruta, em quilogramas (kg);
- i) ABNT NBR 6856 / IEC 61869-2 ou ABNT NBR IEC 61869-2 / IEC 61869-2;
- j) Número e quaisquer outras informações especificadas na Ordem de Compra de Material (OCM).

NOTAS:

- XII. O fornecedor brasileiro deverá numerar os diversos volumes e anexar à nota fiscal uma relação descritiva (romaneio) do conteúdo de cada volume;
- XIII. 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 de corrente com líquido isolante deve ser realizado com os mesmos completamente preenchido, com o seu nível normal de operação.

O fabricante, a partir de 01/01/2026, 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 corrente, 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 corrente, 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.



Não é permitido o uso de amianto ou asbesto, bifenilas policloradas (PCB), poluentes orgânicos persistentes (POPs) conforme o Decreto Legislativo Nº 204 de 2004, e benzeno conforme a Portaria Interministerial MTE/MS nº 775 de 28/04/2004, na fabricação de quaisquer materiais ou equipamentos a serem adquiridos pela Energisa. As substâncias consideradas perigosas não podem ser utilizadas em concentrações acima do recomendado, de acordo com a diretiva 2011/65/EU para RoHS (Restrição de Substâncias Perigosas) e WEEE (Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos).

Os processos produtivos que geram efluentes líquidos industriais ou emissões atmosféricas e radioativas devem estar em conformidade com os padrões normativos previstos na legislação ambiental aplicável.

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 líquido isolante 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.

7.6 Expectativa de vida útil

7.6.1 Equipamentos com tensão inferior à 69 kV

Os transformadores de corrente devem ter expectativa de vida útil mínima, de 23 (vinte e três) anos a partir da data de fabricação, contra qualquer falha, provenientes de processo fabril, sob condições normais de operação prevista nesta Especificação Técnica.

NOTA:

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

7.6.2 Equipamentos com tensão igual ou superior à 69 kV

Os transformadores de corrente devem ter expectativa de vida útil mínima, de 30 (trinta) anos a partir da data de fabricação, contra qualquer falha, provenientes de processo fabril, sob condições normais de operação prevista nesta Especificação Técnica.

NOTA:

XV. 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 estar de acordo com o estipulado na Ordem de Compra de Materiais (OCM), contra qualquer defeito de fabricação, material e acondicionamento.

Se os materiais apresentarem qualquer tipo de defeito de fabricação, um novo período de garantia deve ser estabelecido para todo o lote em questão. Durante esse período, as despesas com mão de obra relacionadas à retirada e instalação de equipamentos comprovadamente defeituosos de fabricação, bem como o transporte desses entre o almoxarifado da concessionária e o fornecedor, serão de responsabilidade do último.

7.8 Numeração de patrimônio

Os transformadores de corrente 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 equipamentos, 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) Corrente secundária, em ampères (A);
- e) Potência térmica nominal, em volt-ampère (VA);
- f) Relação de transformação.

7.9 Incorporação ao patrimônio da Energisa

Somente serão aceitos transformadores de corrente em obras particulares para incorporação ao patrimônio da Energisa que atendam as seguintes condições:

- a) Devem ser provenientes de fabricantes cadastrados e homologados pela Energisa;
- b) Devem ser novos, com um período máximo de 24 (vinte e quatro) meses a partir da data de fabricação. Não serão aceitos, em hipótese alguma, materiais usados e/ou recuperados;
- c) Deve ser fornecida a (s) nota (s) fiscal (is), bem como os relatórios de ensaios de fábrica, comprovando sua aprovação nos ensaios de rotina e/ou recebimento conforme previsto nesta Especificação Técnica.

NOTAS:

- XVI. A critério da Energisa, os transformadores de corrente poderão ser ensaiados em laboratório próprio ou em laboratório credenciado, para comprovação dos resultados dos ensaios de acordo com os valores exigidos nesta Especificação Técnica;

- XVII. A relação dos fabricantes homologados de transformadores de corrente pode ser consultada no site da Energisa, através do link abaixo:

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

7.10 Manual de instruções de montagem, operação e manutenção

Os transformadores de corrente devem estar acompanhados, quando for o caso, de manuais de operação, escritos em português, que forneçam todas as informações necessárias ao seu manuseio.

Os manuais devem conter, no mínimo, as seguintes informações:


- a) Instruções completas cobrindo: descrição, funcionamento, manuseio, instalação, ajustes, operação, incluindo os modelos aos quais ele se aplica;
- b) Relação completa de todos os componentes e acessórios, incluindo nome, descrição, número de catálogo, quantidade usada, identificação do desenho;
- c) Procedimentos específicos relativos ao descarte dos equipamentos propostos, quer ao final da sua vida útil, quer em caso de inutilização por avaria.

7.11 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) Catálogos e outras informações pertinentes.
- b) Desenho técnicos detalhado;
- c) Quadro de dados técnicos e características garantidas total e corretamente preenchido, conforme apresentado no Anexo 1;

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) Arranjo geral em 3 (três) vistas, com identificação e localização de todos os componentes;
 - c) Lista completa com dimensões e especificação de todos os anéis de vedação, se aplicável;
 - d) Massa do equipamento;
 - e) Placas de identificação e placa de conexões;
 - f) Caixa de terminais;
 - g) Tipo, código comercial e volume de óleo isolante, se aplicável;
 - h) Furação da base e elementos de fixação incluídos no fornecimento;
 - i) Buchas isolantes, com dimensões, detalhes de montagem e características físicas e dielétricas;
 - j) Terminais, conectores de linha e aterramento, devendo conter:
 - Material e dimensões;
 - Esforços longitudinais e transversais admissíveis.
 - k) Embalagem, devendo conter:
 - Dimensões e massa;
 - Dispositivos de içamento;
 - Tipo de madeira e tratamento utilizado;
 - Localização do centro de gravidade;
 - Detalhes de fixação do equipamento e dos componentes dentro das embalagens.

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

Quando os transformadores de corrente 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:

- XVIII. Durante a consulta para aprovação dos desvios, estes devem ser claramente identificados e tratados como tal, tanto no texto quanto nos desenhos;
- XIX. As empresas Distribuidoras do Grupo Energisa não se responsabilizam pela fabricação dos equipamentos que não estejam em conformidade com a presente especificação técnica.

7.12 Etiquetas autoadesivas de identificação de Isento de PCB

Os transformadores de corrente quando utilizar líquido isolante, este deverá ser isento de PCB para seu preenchimento, e deverá utilizar para identificação, etiqueta do tipo autocolante, para uso ao tempo, impressa em fundo branco ou na segunda cor de impressão da embalagem, caso que ofereça o maior contraste possível, na cor preta, notação Munsell N.º NA/1 e 2 % R, conforme Desenho 5.

7.13 Treinamento técnico

Na proposta técnica de fornecimento dos transformadores de corrente, o fornecedor deverá apresentar de instruções técnicas de treinamento, para o pessoal indicado pela Energisa a respeito da montagem, operação e manutenção do equipamento e seus acessórios e componentes.

Este treinamento técnico deve ser organizado pelo fornecedor e ser ministrada em português, antes da instalação do equipamento, em local e data a serem definidos de comum acordo com a Energisa.

8 CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS

8.1 Potência nominal (S)

A potência nominal dos transformadores de corrente, expressa em volt-ampères (VA), para as classes de medição e proteção, estão estabelecidos nas Tabelas 1 e 2.

8.2 Tensão máxima do equipamento (U_{max})

A tensão nominal dos transformadores de corrente, expressa em quilovolts (kV), deve ser, preferencialmente, os valores abaixo relacionados:

- 15,0 kV ou 17,5 kV: para as tensões de sistema de 11,4 kV e 13,8 kV;
- 24,0 kV ou 24,2 kV: para a tensão de sistema de 22,0 kV;
- 36,0 kV ou 36,2 kV: para a tensão de sistema de 34,5 kV;
- 52,0 kV: para a tensão de sistema de 40,0 kV;
- 72,5 kV: para a tensão de sistema de 69,0 kV;
- 100 kV: para a tensão de sistema de 88,0 kV;
- 145 kV: para a tensão de sistema de 138,0 kV.

NOTA:

XX. Serão aceitas tensões da faixa I, série II, conforme ABNT NBR IEC 62271-1 ou IEC 62271-1, mediante aprovação previa da Energisa.

8.3 Níveis de isolamento (U_d)

8.3.1 Isolamento nominais para enrolamentos primários

Os níveis de isolamento, em quilovolts (kV), para os transformadores de corrente devem obedecer às Tabelas 1 e 2.

8.3.2 Isolamento para enrolamentos secundários

A tensão suportável nominal à frequência industrial do isolamento para enrolamento secundário deve ser de:

- Isolação a óleo: 5,0 kV_{ef};
- Isolação a seco: 3,0 kV_{ef}.

8.3.3 Isolamento entre as seções

Para os enrolamentos divididos em 2 (duas) ou mais seções, a tensão suportável nominal à frequência industrial do isolamento entre as seções deve ser de:

- Isolação a óleo: 4,5 kV_{ef};
- Isolação a seco: 3,0 kV_{ef}.

8.4 Frequência nominal (f_r)

A frequência nominal dos transformadores de corrente deve ser de 60 Hz.

8.5 Fator térmico nominal (F_t)

Os fatores térmicos nominais deve ser de 1,2 pu.

8.6 Classes de exatidão

As classes de exatidão dos transformadores de corrente, para as classes de medição e proteção, estão estabelecidas nas Tabelas 1 e 2.

8.7 Corrente nominal (I_n)

As correntes nominais padronizadas, em ampères (A), são:

- a) para o enrolamento secundário: 5;

- b) para o enrolamento primário: 50 - 100 - 150 - 200 - 300 - 400 - 600 - 800 - 1.200 - 1.600 - 2.400.

8.8 Correntes suportável nominal de curta duração (I_{th}) e respectivo valor de crista

Os transformadores de corrente devem ser projetados e construídos de forma a suportar na maior e na menor relação, durante 1 (um) segundo, as correntes de curta duração previstas nas Tabelas 1 e 2.

8.9 Corrente dinâmica nominal (I_{dyn})

O valor normalizado da corrente dinâmica nominal (I_{dyn}) é 2,5 vezes a corrente térmica nominal de curta duração (I_{th}).

8.10 Descargas parciais

O nível de descargas parciais não deve exceder os limites especificados nas Tabelas 1 e 2.

8.11 Impulso atmosférico cortado

Os transformadores de corrente devem ser projetos para suportar uma tensão de impulso atmosférico cortado com o valor de crista de:

- $\leq 52,0$ kV: 110 %; e
- $\geq 72,5$ kV: 115 %.

8.12 Elevação de temperatura

Os transformadores de corrente devem ser projetados de forma a funcionar em regime contínuo, com carga nominal e uma corrente circulando em seu enrolamento primário e igual ao produto da corrente primária nominal pelo fator térmico nominal, sem que sejam excedidos os limites de elevação de temperatura abaixo:

- Isolação a óleo: A (105°);

- Isolação a seco: F (155 °C).

8.13 Polaridade

Os transformadores de corrente devem ter polaridade subtrativa.

Os terminais de mesma polaridade devem ser identificados por intermédio de marcações em baixo relevo, pintadas em cor contrastante com a dos transformadores de corrente.

8.14 Limitação da tensão de circuito aberto

Os transformadores de corrente devem ser capazes de suportar por 1 (um) minuto a tensão induzida no circuito secundário aberto, em condições de emergência, submetidos à corrente térmica contínua nominal, desde que o valor de crista da tensão na maior relação não seja superior a 3,5 kV, os transformadores de corrente devem possuir proteção adequada.

Quando o valor da tensão limite de exatidão da classe proteção na maior relação for superior a $3,5 \text{ kV}_{cr}$, não se pode utilizar dispositivo limitador de tensão secundária, e, portanto, nenhuma limitação de tensão de circuito aberto deve ser exigida. Para este caso é obrigatória a instalação de uma placa de advertência.

NOTA:

XXI. Calcula-se o valor de crista da tensão limite de exatidão multiplicando-se o valor eficaz por $\sqrt{2}$.

8.15 Requisitos de proteção contra falha de arco interno

Os transformadores de corrente devem ser de classe II (2).

9 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

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

quando levantado, e para utilização entre fase e terra, em sistema com neutro solidamente aterrado.

Os transformadores de corrente devem suportar lavagens sob pressão em linhas de distribuição energizadas, conforme IEEE 957.

9.1 Meio isolante

Os transformadores de corrente devem ter isolamento de acordo com as classes de tensão:

- $\leq 52,0$ kV: Material polimérico;
- $\geq 72,5$ kV: Líquido isolante.

Os materiais isolantes dos transformadores de corrente devem ser, no mínimo, de classe térmica 115 °C (designação F), conforme ABNT NBR IEC 60085 ou IEC 60085.

9.1.1 Material polimérico

O material polimérico utilizado na isolação dos transformadores de corrente deve ser do tipo seco, em resina epóxi apropriada para instalações externas, conforme ABNT IEC TR 62039 ou IEC TR 62039, e deve atender aos seguintes requisitos:

- a) Ser homogêneo;
- b) Hidrofóbico, conforme ABNT IEC TS 62073 ou IEC TS 62073;
- c) Ficar perfeitamente aderente ao núcleo e às ferragens integrantes;
- d) Ser projetado de forma a evitar a formação de descargas localizadas e a impedir a possibilidade de penetração de umidade, pelas interfaces;
- e) Ser resistente ao trilhamento e erosão, ao efeito corona e ao ozônio, à degradação física e química pela ação da água, ao rasgo, a ataques químicos, ao intemperismo e raios ultravioleta, à flamabilidade e ao arco elétrico.

NOTA:

XXII. Não serão aceitos, sob hipótese alguma, revestimento confeccionados em etileno propileno dieno monômero (EPDM), etileno vinil acetato (EVA) etc.

9.1.2 Líquido isolante

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).
- 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.

9.2 Estrutura do transformador de corrente

9.2.1 Transformadores de corrente à seco

Nos transformadores de corrente de isolação a seco, o material polimérico deve ser injetado diretamente sobre o núcleo e os terminais de ligação, de forma a ficar perfeitamente aderente ao núcleo e às ferragens integrantes.

O projeto deve evitar a formação de descargas localizadas e a impedir a possibilidade de penetração de umidade, pelas interfaces.

9.2.2 Transformadores de corrente imenso em líquido isolante

9.2.2.1 Involucro isolante

Os invólucros isolantes dos transformadores de corrente com isolação por líquido isolante devem ser em porcelana vitrificada ou composto polimérico, nas cores:

a) Porcelana vitrificada:

- 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.

b) Composto polimérico:

- Vermelho, 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.

9.2.2.1.1 Involucro de porcelana

As características compatíveis dos invólucros devem estar em conformidade com a ABNT NBR 5286 ou IEC 60273, e ter distância de escoamento mínima de 31 mm/kV.


Os invólucros isolantes de porcelana devem ser resistentes aos esforços dinâmicos devido a curtos-circuitos, elevação de temperatura e cargas mecânicas e capazes de suportar os ensaios dielétricos a que são submetidos os transformadores, segundo os valores especificados na Tabela 2.

9.2.2.1.2 Involucro polimérico

As características compatíveis dos invólucros devem estar em conformidade com a ABNT NBR 16954 ou IEC 61462, e ter distância de escoamento mínima de 31 mm/kV.

Os invólucros isolantes de polimérico deve ser dividido em:

a) Núcleo:



O núcleo deve ser constituído de fibra de vidro, com baixo teor de álcali, impregnadas de resina e comprimidas numa matriz, livres de defeitos tais como bolhas de ar, espaços vazios e outros, de tal forma que as fibras fiquem paralelas ao eixo da haste, obtendo-se a máxima resistência à tração.

O núcleo deve resistir a campos elétricos longitudinais e transversais, e ser resistente ao trilhamento elétrico, às intempéries e aos raios ultravioletas.

NOTA:

XXIII. Resinas com tendência à hidrólise devido à penetração de umidade, não devem ser empregadas.

b) Revestimento no núcleo:

O revestimento do núcleo deve ser confeccionado em elastômeros à base de silicone, conforme ABNT IEC TR 62039 ou IEC TR 62039, deve atender aos seguintes requisitos:

- Ser homogêneo;
- Hidrofóbico, conforme ABNT IEC TS 62073 ou IEC TS 62073;
- Ficar perfeitamente aderente ao núcleo e às ferragens integrantes;
- Ser projetado de forma a evitar a formação de descargas localizadas e a impedir a possibilidade de penetração de umidade, pelas interfaces;
- Ser resistente ao trilhamento e erosão, ao efeito corona e ao ozônio, à degradação física e química pela ação da água, ao rasgo, a ataques químicos, ao intemperismo e raios ultravioleta, à flamabilidade e ao arco elétrico.

O revestimento deve possuir uma espessura mínima de 3,0 mm sobre o núcleo, em toda a extensão do isolador. As aletas devem ter o perfil plano e não possuir nervuras internas para aumentar a distância de escoamento do isolador.

NOTAS:

- XXIV. Não serão aceitos, sob hipótese alguma, revestimento confeccionados em etileno propileno dieno monômero (EPDM), etileno vinil acetato (EVA) etc.
- XXV. O projeto dos isoladores compostos deve prever uma análise do risco representado pelos fatores que influenciam na formação de uma fratura frágil em isoladores compostos, bem como fornece diretrizes para reduzir o risco de fratura frágil quando em serviço, conforme ABNT NBR 16323 ou IEC TR 62662.

9.2.2.2 Câmara de expansão

Na parte superior dos transformadores de corrente deve ser instalada uma câmara de expansão, contendo indicador do nível do óleo (INO) por intermédio de visores os quais devem indicar quais medidas são fornecidas para a contenção da elevação perigosa de pressão que poderá vir a se desenvolver devido a uma falta interna.

NOTA:

- XXVI. Quando for utilizada câmara com nitrogênio sob pressão todas as guarnições devem estar localizadas abaixo do nível mínimo de óleo. Contudo, uma câmara de compensação que trabalhe à pressão atmosférica é preferível, desde que evite o contato entre o líquido isolante e o ar.

Em todas as juntas entre o tanque do transformador e as buchas de porcelana deve ser utilizada vedação por meio de gaxeta.

NOTA:

- XXVII. Não será aceito, sob hipótese alguma, juntas cimentadas.

9.2.2.3 Indicador de nível de óleo (INO)

O indicador do nível do óleo (INO) deve ser do tipo visor e deve operar, mantendo suas características originais, sob temperaturas entre - 25 °C e + 115 °C e deve suportar as pressões positivas e negativas, e devem ser resistentes a impactos e à ação do tempo.

O indicador do nível do óleo (INO) deve contendo as marcações dos níveis de óleo a 25 °C, máximo e mínimo.

9.2.2.4 Juntas de vedação

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

- a) Classe térmica: Topo do líquido isolante, conforme item 8.12, acrescido de 40 °C;
- b) Densidade: 1,15 g/cm³ a 1,30 g/cm³;
- c) Dureza Shore A: 65 (± 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 %.

9.2.2.5 Olhais para içamento

O transformador de corrente deve possuir, no mínimo, 4 (quatro) alça de suspensão, com dimensões, formato e resistência mecânica adequados para permitir o içamento e a locomoção do transformador sem lhe causar outros danos, inclusive na pintura e nas buchas.

9.2.2.6 Dispositivo de alívio de pressão (DAP)

O dispositivo de alívio de pressão (DAP) deve estar posicionado na horizontal, na tampa do transformador de corrente 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. E deve ser posicionado também de forma a não ficar exposto a danos quando dos processos de içamento, carga e descarga do transformador;

O transformador de corrente 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.


9.2.2.7 Válvula externa de drenagem

Os transformadores de corrente devem possuir válvula externa, do tipo borboleta, com indicação clara e indelével de sua posição, “aberta” ou “fechada”, a fim de permitir a drenagem ou retirada de amostra de óleo.

A válvula deve ser instalada na base do equipamento e garantir estanqueidade total em seu eixo de acionamento e possuir meios que permitam vedação redundante em seu eixo de acionamento, de forma a evitar a entrada de poeira, umidade e insetos, antes e após sua operação.

9.2.2.8 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 e 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 a ABNT NBR 14842 e AWS B3.0, às expensas do fornecedor.

NOTA:

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

9.3 Terminais de linha

Os terminais de linha devem ser do tipo barra (padrão NEMA), de 2, 4 ou 6 furos, conforme Desenho 3, com relações de:

- ≤ 630 ampères (A): NEMA 2 (dois) furos;
- > 630 amperes (A) e ≤ 1.250 amperes (A): NEMA 4 (quatro) furos;
- > 1.250 amperes (A): NEMA 6 (seis) furos.

E confeccionados em liga de cobre, cobre eletrolítico ou liga de alumínio, condutividade mínima 25 % IACS a 20 °C, e 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 .

Juntamente como os terminais de ligação, devem ser fornecidos em quantidade adequada ao tipo de terminal, os parafusos, as porcas, as arruelas de pressão e as arruelas lisas, conforme Desenho 4, devendo:

- Parafuso de cabeça sextavada, tipo M12x1,75 com 50 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:

XXIX. 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 ABNT NBR 8158.

9.4 Dispositivo de aterramento

O transformador de corrente deve ter, no mínimo, 1 (um) dispositivo de aterramento, apropriados para ligação de cabos de cobre, aço-cobreado e/ou alumínio, de seção nominal 50 a 120 mm² (diâmetro 7,0 a 18 mm), instalado na adjacência da caixa de terminais.

O dispositivo de aterramento do equipamento deve ser posicionado de tal forma a facilitar a conexão dos cabos (rabichos) provenientes da malha de aterramento do pátio da subestação.

9.5 Conexões secundárias e caixa de terminais

As conexões secundárias e as caixas terminais devem atender aos seguintes critérios:

- a) Os condutores dos enrolamentos secundários devem ser conectados ao bloco terminal através de buchas de baixa tensão estanques ao óleo, abrigadas numa caixa de terminais com grau de proteção:
 - IP-54 ou superior, conforme ABNT NBR IEC 60529 ou IEC 60529;
 - IK-7 ou superior, conforme ABNT NBR IEC 62262 ou IEC 62262.

NOTA:

XXX. Cuidados especiais devem ser previstos na furação da caixa de terminais para a colocação das placas de dados técnicos e de identificação visando vedação contra umidade e penetração de água.

- b) Ter isolamento para, no mínimo, 600 V e ser providos de separadores isolantes;
- c) Ser adequados para conexão de cabos com seções entre 2,5 e 10 mm²;
- d) Ser projetados de forma que os condutores não se soltem com as vibrações operacionais.

NOTA:

XXXI. Blocos terminais com parafusos que operem diretamente sobre o condutor não serão aceitos.

- e) Ter marcações conforme ABNT NBR 6856 ou ABNT NBR IEC 61869-2 ou IEC 61869-2;
- f) O bloco terminal deverá incluir um terminal de aterramento;
- g) A entrada dos cabos deverá ser vedada por intermédio de buchas de borracha sintética;

A caixa de terminais deverá ter uma saída na parte inferior que permita o encaixe de um eletroduto com 50 mm de diâmetro.

Para evitar absorção e penetração de água, as portas das caixas e eventuais chapas aparafusadas devem ser munidas em seu contorno de gaxetas ou anéis de vedação em Neoprene ou outro elastômero com dureza, modelo e perfil apropriados não expostos à intempérie de maneira a possibilitar maior vida útil desse material.

9.6 Identificação

9.6.1 Placa de identificação

O transformador de corrente deve ser provido de placa de identificação, com dimensões e formato conforme projeto do fabricante, e ser confeccionada em:


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

NOTA:

XXXII. 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.

A placa de identificação deve ser fixada em posição visível, em local de fácil leitura, e gravada em baixo relevo, de forma legível e indelével, com os dizeres em português, e contendo, no mínimo, as seguintes informações:

- a) A expressão “TRANSFORMADOR DE CORRENTE”;
- b) Nome do fabricante e local de fabricação;
- c) Número de série de fabricação;
- d) Tipo (classificação do fabricante);
- e) Mês e ano de fabricação (MM/AAAA);
- f) A expressão: “USO EXTERNO”;
- g) Corrente (s) primária (s) nominal (is), em ampères (A)
- h) Corrente (s) secundária (s) nominal (is), em ampères (A);
- i) Frequência nominal, em Hertz (Hz);

- 
- j) Carga nominal e classe de exatidão correspondente;
 - k) Tensão máxima do equipamento, em quilovolt (kV);
 - l) Nível de isolamento nominal, em quilovolt (kV);
 - m) Fator térmico nominal (F_t);
 - n) Corrente suportável nominal de curta duração (I_t) e tempo;
 - o) Valor de crista nominal da corrente suportável (I_d);
 - p) Classe de isolamento, se diferente de classe A;
 - q) Em transformadores com mais de um enrolamento secundário, a aplicação de cada enrolamento e seus terminais correspondentes;
 - r) Referência de instruções de instalação e operação;
 - s) Massa total e da parte ativa, em quilogramas (kg);
 - t) Tipo do líquido isolante e seu volume, em litros, para TC isolado a óleo;
 - u) Tipo do isolante sólido para TC a seco;
 - v) Designação e data da norma;
 - w) Diagrama de ligações, no caso de TC religável, com derivações ou com mais de um secundário;
 - x) QR-CODE, conforme Anexo 4;
 - y) Constar informação: “Produto isento de PCB”, para os equipamentos constantes na Tabela 2.

NOTA:

XXXIII. Até 31/12/2025, serão aceitos que a placa de identificação possua etiqueta, do tipo autocolante, com código de barras 2D (QR CODE) impresso. A partir de

01/01/2026, o código de barras 2D (QR-CODE) deve ser gravado diretamente na placa de identificação.

Os dados de placa devem ser submetidos à aprovação da Energisa e conterem as informações e dados técnicos reais do equipamento fornecido mesmo que divergentes das especificações.

9.6.2 Placa de conexões no primário para alteração de relação

O transformador de corrente deve ser provido de uma placa indicativa de conexões/relições para formação de espiras no lado primário, em aço inoxidável ou alumínio anodizado, gravada em baixo relevo na cor preta com fundo natural, caracterizando todos os tipos de ligações possíveis.

As barras de conexões/relições dos terminais primários utilizadas para mudanças das relações do transformador de corrente devem estar sempre dispostas no topo do transformador de corrente independente da re ligação primária que se necessite utilizar.

9.6.3 Placas de advertência

Os transformadores de corrente com líquido isolante devem possuir placa de advertência, em aço inoxidável, com instruções quanto à inclinação máxima admissível e direção desta inclinação no transporte e armazenamento.

9.7 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 ou ISO 1461.

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

Os revestimentos das peças zincadas devem estar:

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

NOTAS:

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

9.8 Massa do transformador de corrente

A massa total dos transformadores de corrente não pode ultrapassar a:

- Isolação a seco: 50 (cinquenta) quilogramas;
- Isolação a líquido isolante: 500 (quinhentos) quilogramas.

NOTA:

- XXXVI. 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 ABNT NBR NM 71 ou IEC 60404-8-7 ou ASTM A876.

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 do único ponto, ao dispositivo de aterramento.

10.2 Enrolamento

Os enrolamentos do equipamento devem ser em condutores de cobre ou alumínio, e devem ser capazes de suportar, sem danos, os efeitos térmicos e dinâmicos provenientes de correntes de curto-circuito externos.

NOTA:

XXXVII. Não serão aceitos transformadores de corrente 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 devem:

- 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 8.12;

- 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 líquido isolante do transformador.

11 PINTURA E MARCAÇÕES

Os equipamentos de isolamento a seco, com massa isolante não são necessárias as pinturas internas e externas.

O esquema de pintura das superfícies metálicas dos transformadores de corrente 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:

- XXXVIII. 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;
- XXXIX. Alternativamente, as tintas mencionadas podem ser substituídas por processo de pintura eletrostático.

11.1 Acabamento interno

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

- a) As impurezas devem ser removidas por processo adequado logo 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 corrente 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.

11.2 Acabamento externo

No acabamento externo dos transformadores de corrente devem ser observados os seguintes requisitos:

- a) Logo após a fabricação do tanque, 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.
- b) Antes do início de qualquer processo de oxidação, deverá ser aplicada tinta de fundo, tipo primer epóxi, rico em zinco, com espessura mínima de 60 μm ;
- c) Em seguida, aplica-se uma de base antiferruginosa, tipo epóxi de ferro micáceo, com espessura mínima de 60 μm ;

- d) Por fim, de tinta de poliuretano acrílico alifático, com espessura seca (demão) de 60 µm, na cor cinza-claro, notação Munsell N 6.5;
- e) Espessura seca total mínima de 180 µm.

11.3 Marcação dos enrolamentos e terminais

A identificação dos terminais deve ser feita por meio de letras e algarismos, conforme prescrições contidas na ABNT NBR 6856 ou ABNT NBR IEC 61869-2 ou IEC 61869-2, em baixo relevo, com pintura em cor contrastante com a do transformador de corrente.


NOTA:

XL. Quando forem permitidas religações, devem constar na placa de identificação todas as indicações necessárias a uma correta execução das mesmas.

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:

XLI. 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 4.

12.2.1 Ensaios de tipo (T)

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


- a) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial - Terminal primário, conforme item 12.3.3;
- b) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial - Terminal secundário, conforme item 12.3.4;
- c) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial - Entre espiras, conforme item 12.3.5;
- d) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial, sob chuva - Terminal primário, conforme item 12.3.6;
- e) Ensaio de sobretensão entre espiras, conforme item 12.3.7;
- f) Ensaio de impulso atmosférico, conforme item 12.3.8;
- g) Ensaio de medição de descargas parciais, conforme item 12.3.9;

- h) Ensaio de elevação de temperatura, conforme item 12.3.10;
- i) Ensaio de exatidão, conforme item 12.3.11;
- j) Ensaio de fator de segurança do instrumento, conforme item 12.3.12;
- k) Ensaio de erro composto para as classes P e PR, conforme item 12.3.13;
- l) Ensaio de determinação do fator de remanência para classe PR, conforme item 12.3.14;
- m) Ensaio de determinação da constante de tempo secundária para classe PR, conforme item 12.3.15;
- n) Ensaio de resistência ôhmica dos enrolamentos primários, conforme item 12.3.16;
- o) Ensaio de resistência ôhmica dos enrolamentos secundários, conforme item 12.3.17;
- p) Levantamento das características de excitação, conforme item 12.3.18;
- q) Ensaio de corrente suportável nominal de curta duração e valor de crista da corrente suportável, conforme item 12.3.19;
- r) Ensaio de compatibilidade eletromagnética (EMC), conforme item 12.3.20;
- s) Ensaio de verificação do grau de proteção por invólucros, conforme item 12.3.21.

12.2.2 Ensaios de recebimento (RE)

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

- a) Inspeção visual, conforme item 12.3.1;
- b) Verificação dimensional, conforme item 12.3.2;


- 
- c) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial - Terminal primário, conforme item 12.3.3;
 - d) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial - Terminal secundário, conforme item 12.3.4;
 - e) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial, sob chuva - Terminal primário, conforme item 12.3.6;
 - f) Ensaio de sobretensão entre espiras, conforme item 12.3.7;
 - g) Ensaio de medição de descargas parciais, conforme item 12.3.9;
 - h) Ensaio de elevação de temperatura, conforme item 12.3.10;
 - i) Ensaio de exatidão, conforme item 12.3.11;
 - j) Ensaio de fator de segurança do instrumento, conforme item 12.3.12;
 - k) Ensaio de erro composto para as classes P e PR, conforme item 12.3.13;
 - l) Levantamento das características de excitação, conforme item 12.3.18;
 - m) Ensaio de determinação da constante de tempo da malha secundária (T_s), conforme item 12.3.22;
 - n) Ensaio para f.e.m limiar de saturação nominal (E_k) e corrente de excitação a E_k , conforme item 12.3.23;
 - o) Ensaio físico-químico do líquido isolante, conforme item 12.3.24;
 - p) Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco, conforme item 12.3.25;
 - q) Ensaio de medição da espessura do revestimento do terminal de ligação, conforme item 12.3.26;
 - r) Ensaio de torque dos parafusos, conforme item 12.3.27;

- s) Ensaio das juntas de vedação, conforme item 12.3.28;
- t) Ensaio para verificação da pintura do tanque, conforme item 12.3.29.

12.2.3 Ensaio especiais (E)

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

- a) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial - Terminal primário, conforme item 12.3.3;
- b) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial - Terminal secundário, conforme item 12.3.4;
- c) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial - Entre espiras, conforme item 12.3.5;
- d) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial, sob chuva - Terminal primário, conforme item 12.3.6;
- e) Ensaio de sobretensão entre espiras, conforme item 12.3.7;
- f) Ensaio de impulso atmosférico, conforme item 12.3.8;
- g) Ensaio de medição de descargas parciais, conforme item 12.3.9;
- h) Ensaio de elevação de temperatura, conforme item 12.3.10;
- i) Ensaio de exatidão, conforme item 12.3.11;
- j) Ensaio de fator de segurança do instrumento, conforme item 12.3.12;
- k) Ensaio de erro composto para as classes P e PR, conforme item 12.3.13;
- l) Ensaio de determinação do fator de remanência para classe PR, conforme item 12.3.14;
- m) Ensaio de determinação da constante de tempo secundária para classe PR, conforme item 12.3.15;

- 
- n) Ensaio de resistência ôhmica dos enrolamentos primários, conforme item 12.3.16;
 - o) Ensaio de resistência ôhmica dos enrolamentos secundários, conforme item 12.3.17;
 - p) Levantamento das características de excitação, conforme item 12.3.18;
 - q) Ensaio de corrente suportável nominal de curta duração e valor de crista da corrente suportável, conforme item 12.3.19;
 - r) Ensaio de compatibilidade eletromagnética (EMC), conforme item 12.3.20;
 - s) Ensaio de verificação do grau de proteção por invólucros, conforme item 12.3.21;
 - t) Ensaio de determinação da constante de tempo da malha secundária (T_s), conforme item 12.3.22;
 - u) Ensaio para f.e.m limiar de saturação nominal (E_k) e corrente de excitação a E_k , conforme item 12.3.23;
 - v) Ensaio físico-químico do líquido isolante, conforme item 12.3.24;
 - w) Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco, conforme item 12.3.25;
 - x) Ensaio de medição da espessura do revestimento do terminal de ligação, conforme item 12.3.26;
 - y) Ensaio de torque dos parafusos, conforme item 12.3.27;
 - z) Ensaio das juntas de vedação, conforme item 12.3.28;
 - aa) Ensaio para verificação da pintura do tanque, conforme item 12.3.29;
 - bb) Ensaio de tensão de circuito aberto, conforme item 12.3.30;

- cc) Ensaio de medição de capacitância e fator de perdas dielétricas, conforme item 12.3.31;
- dd) Ensaio de sobretensões transmitidas, conforme item 12.3.32;
- ee) Ensaio mecânicos, conforme item 12.3.33;
- ff) Ensaio de falha de arco interno, conforme item 12.3.34.

12.3 Descrição dos ensaios

12.3.1 Inspeção visual

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 de identificação de Isento de PCB, conforme item 7.12;
- d) Identificação, conforme item 9.6;
- e) Pintura, conforme item 12 e Anexo 3;
- f) Marcações, conforme item 12.3.1.1.

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

12.3.1.1 Verificação de marcação dos terminais e polaridade

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6856.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- a) Método de comparação: Existência de corrente no equipamento de medição;

- b) Método da corrente contínua: Deflexões momentâneas em sentidos contrários no equipamento de medição.

12.3.2 Verificação dimensional

O inspetor deverá efetuar inspeções de confrontando com as dimensões do transformador de corrente, com as dimensões correspondentes da aprovados pela Energisa.

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

NOTA:

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

12.3.3 Ensaio de tensão suportável à frequência industrial - Terminal primário

12.3.3.1 Equipamentos com tensão igual ou inferior à 52,0 kV

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 60060-1 ou IEC 60060-1, e estar em conformidade com a ABNT NBR 6856.

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

12.3.3.2 Equipamentos com tensão superior à 52,0 kV

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 60060-1 ou IEC 60060-1, e estar em conformidade com a ABNT NBR IEC 61869-1 ou IEC 61869-1.

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

12.3.4 Ensaio de tensão suportável à frequência industrial - Terminal secundário

12.3.4.1 Equipamentos com tensão igual ou inferior à 52,0 kV

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 60060-1 ou IEC 60060-1, e estar em conformidade com a ABNT NBR 6856.

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

12.3.4.2 Equipamentos com tensão superior à 52,0 kV

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 60060-1 ou IEC 60060-1, e estar em conformidade com a ABNT NBR IEC 61869-1 ou IEC 61869-1.

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

12.3.5 Ensaio de tensão suportável à frequência industrial - Entre espiras


12.3.5.1 Equipamentos com tensão igual ou inferior à 52,0 kV

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 60060-1 ou IEC 60060-1, e estar em conformidade com a ABNT NBR 6856.

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

12.3.5.2 Equipamentos com tensão superior à 52,0 kV

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 60060-1 ou IEC 60060-1, e estar em conformidade com a ABNT NBR IEC 61869-1 ou IEC 61869-1.



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

12.3.6 Ensaio de tensão suportável à frequência industrial, sob chuva - Terminal primário

12.3.6.1 Equipamentos com tensão igual ou inferior à 52,0 kV

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 60060-1 ou IEC 60060-1, e estar em conformidade com a ABNT NBR 6856.

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

12.3.6.2 Equipamentos com tensão superior à 52,0 kV

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 60060-1 ou IEC 60060-1, e estar em conformidade com a ABNT NBR IEC 61869-1 ou IEC 61869-1.

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

12.3.7 Ensaio de sobretensão entre espiras

12.3.7.1 Equipamentos com tensão igual ou inferior à 52,0 kV

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6856.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de quaisquer falhas no isolamento entre espiras.

12.3.7.2 Equipamentos com tensão superior à 52,0 kV

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 61869-2 ou IEC 61869-2.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de quaisquer falhas no isolamento entre espiras.

12.3.8 Ensaio de impulso atmosférico

12.3.8.1 Equipamentos com tensão igual ou inferior à 52,0 kV

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 60060-1 ou IEC 60060-1, e estar em conformidade com a ABNT NBR 6856.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Descarga disruptiva no isolamento interno e ao longo do isolamento externo não autorrecuperante;
- 2 (duas) ou mais descargas ao longo do isolamento externo autorrecuperante (pelo ar);
- Falha de isolamento, por exemplo, variações na forma de onda das grandezas registradas;
- Ruído audível vindo do equipamento sob ensaio.
- Reprova nos ensaios de descargas parciais.

12.3.8.2 Equipamentos com tensão superior à 52,0 kV

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 60060-1 ou IEC 60060-1, e estar em conformidade com a ABNT NBR IEC 61869-1 ou IEC 61869-1 e ABNT NBR IEC 61869-2 ou IEC 61869-2.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Descarga disruptiva no isolamento interno e ao longo do isolamento externo não autorrecuperante;

- 2 (duas) ou mais descargas ao longo do isolamento externo autorrecuperante (pelo ar);
- Falha de isolamento, por exemplo, variações na forma de onda das grandezas registradas;
- Ruído audível vindo do equipamento sob ensaio.
- Reprova nos ensaios de descargas parciais.

12.3.9 Ensaio de medição de descargas parciais

12.3.9.1 Equipamentos com tensão igual ou inferior à 52,0 kV

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 60270 ou IEC 60270, e estar em conformidade com a ABNT NBR 6856.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de descargas parciais superiores aos estabelecidos na Tabela 1.

12.3.9.2 Equipamentos com tensão superior à 52,0 kV

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 60270 ou IEC 60270, e estar em conformidade com a ABNT NBR IEC 61869-1 ou IEC 61869-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de descargas parciais superiores aos estabelecidos na Tabela 2.

12.3.10 Ensaio de elevação de temperatura

12.3.10.1 Equipamentos com tensão igual ou inferior à 52,0 kV

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6856.

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

12.3.10.2 Equipamentos com tensão superior à 52,0 kV

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 61869-1 ou IEC 61869-1, e estar em conformidade com a ABNT NBR IEC 61869-2 ou IEC 61869-2.

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

12.3.11 Ensaio de exatidão

12.3.11.1 Equipamentos com tensão igual ou inferior à 52,0 kV

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6856.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de erros de relação e ângulo estiverem fora do paralelogramo de exatidão da classe especificada.

12.3.11.2 Equipamentos com tensão superior à 52,0 kV

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 61869-1 ou IEC 61869-1, e estar em conformidade com a ABNT NBR IEC 61869-2 ou IEC 61869-2.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de erros de relação e ângulo estiverem fora do paralelogramo de exatidão da classe especificada.

12.3.12 Ensaio de fator de segurança do instrumento

Este ensaio é aplicável aos enrolamentos de medição dos equipamentos.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6856.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Procedimento A: o valor eficaz da tensão superior à força eletromotriz limite de exatidão;

- procedimento B: A corrente de excitação medida resultar em erro composto inferior a 10 %.

12.3.13 Ensaio de erro composto para as classes P e PR

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6856.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de erro composto encontrado estiver fora dos limites estabelecidos para cada classe de proteção.

12.3.14 Ensaio de determinação do fator de remanência para classe PR

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6856.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de fator de remanência (K_r) superiores a 10 %.

12.3.15 Ensaio de determinação da constante de tempo secundária para classe PR

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6856.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de tempo superiores a ± 30 % do valor especificado.

12.3.16 Ensaio de resistência ôhmica dos enrolamentos primários

12.3.16.1 Equipamentos com tensão igual ou inferior à 52,0 kV

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6856.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de resistência ôhmica superiores aos especificados pelo fabricante.

12.3.16.2 Equipamentos com tensão superior à 52,0 kV

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 61869-2 ou IEC 61869-2.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de resistência ôhmica superiores aos especificados pelo fabricante.

12.3.17 Ensaio de resistência ôhmica dos enrolamentos secundários

12.3.17.1 Equipamentos com tensão igual ou inferior à 52,0 kV

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6856.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de resistência ôhmica superiores aos especificados pelo fabricante.

12.3.17.2 Equipamentos com tensão superior à 52,0 kV

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 61869-2 ou IEC 61869-2.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de resistência ôhmica superiores aos especificados pelo fabricante.

12.3.18 Levantamento das características de excitação

Este ensaio é aplicável aos enrolamentos de proteção dos equipamentos indicados na Tabela 1.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6856.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores de medição de corrente de excitação medida à força eletromotriz superiores aos requisitos do erro composto.

12.3.19 Ensaios de corrente suportável nominal de curta duração e valor de crista da corrente suportável

12.3.19.1 Equipamentos com tensão igual ou inferior à 52,0 kV

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6856.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Estar visivelmente danificado;
- Seus erros, depois da desmagnetização, diferirem daqueles registrados antes dos ensaios, por mais que 50 % dos limites de erro apropriados para suas classes de exatidão;
- Serem reprovados nos ensaios de tensão suportável de frequência industrial (primário, secundário e/ou entre seções) e descargas parciais.

12.3.19.2 Equipamentos com tensão superior à 52,0 kV

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 61869-2 ou IEC 61869-2.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Estar visivelmente danificado;
- Seus erros, depois da desmagnetização, diferirem daqueles registrados antes dos ensaios, por mais que 50 % dos limites de erro apropriados para suas classes de exatidão;
- Serem reprovados nos ensaios de tensão suportável de frequência industrial (primário, secundário e/ou entre seções) e descargas parciais.

12.3.20 Ensaios de compatibilidade eletromagnética (EMC)

Este ensaio é aplicável aos enrolamentos aos equipamentos com tensão nominal de 138 kV.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 61869-1 ou IEC 61869-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de tensão de radiointerferência superiores à 2 500 μV .

12.3.21 Ensaio de verificação do grau de proteção por invólucros

Este ensaio é aplicável aos equipamentos indicados na Tabela 2.

12.3.21.1 Ensaio de verificação do código IP

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

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos que caracterize proteção inferior aos definidos no item 9.5.

12.3.21.2 Ensaio de verificação do código IK

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

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos que caracterize proteção inferior aos definidos no item 9.5.

12.3.22 Ensaio de determinação da constante de tempo da malha secundária (T_s)

Este ensaio é aplicável aos equipamentos indicados na Tabela 2.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 61869-2 ou IEC 61869-2.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos da constante de tempo da malha secundária superiores à $\pm 30\%$, aos especificados pelo fabricante.

12.3.23 Ensaio para f.e.m limiar de saturação nominal (E_k) e corrente de excitação a E_k

Este ensaio é aplicável aos equipamentos indicados na Tabela 2.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 61869-2 ou IEC 61869-2.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Descumprimento da condição do limiar de saturação;
- Corrente de excitação I_e superiores aos limites especificados pelo fabricante.

12.3.24 Ensaio físico-químico do líquido isolante

12.3.24.1 Ensaio de aspecto visual

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

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Aspecto escuro, turvo e não isento de pureza;
- Valores medidos superiores à 1,0.

12.3.24.2 Ensaio de fator de perdas dielétricas ou fator de dissipação

O ensaio deve ser executado conforme os 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:

- Óleo mineral isolante (OMI):
 - 25 °C: 0,05 %;
 - 100 °C: 0,90 %.
- Óleo vegetal isolante (OVI):
 - 25 °C: 0,5 %;
 - 100 °C: 8,0 %.

12.3.24.3 Ensaio de índice de neutralização (IAT)

O ensaio deve ser executado conforme os 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:

- Óleo mineral isolante (OMI): 0,03 mgKOH/g;
- Óleo vegetal isolante (OVI): 0,06 mgKOH/g.

12.3.24.4 Ensaio de rigidez dielétrica por eletrodo de disco

O ensaio deve ser executado conforme os 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:

XLIII. 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.

12.3.24.5 Ensaio de teor de água

O ensaio deve ser executado conforme os 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:

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

12.3.24.6 Ensaio de teor de bifenilas policloradas (PCB)

O ensaio deve ser executado conforme os 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.

12.3.24.7 Ensaio de tensão interfacial


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

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6234 ou ASTM D971, à temperatura de 25 °C.

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

12.3.24.8 Ensaio de ponto de combustão

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



O ensaio deve ser executado conforme os 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.

12.3.25 Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco

Para o ensaio de recebimento, será aceito relatório de ensaio emitidos pelo (s) subfornecedor (es), com prazo máximo de 12 (doze) meses, desde que comprovada no documento a rastreabilidade do lote.

12.3.25.1 Ensaio de massa por unidade de área

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

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos inferiores aos especificados no item 9.7.

12.3.25.2 Ensaio de aderência da camada

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

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos inferiores aos especificados no item 9.7.

12.3.25.3 Ensaio de espessura da camada

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

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos inferiores aos especificados no item 9.7.

12.3.25.4 Ensaio de uniformidade da camada

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

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos inferiores aos especificados no item 9.7.

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

Para o ensaio de recebimento, será aceito relatório de ensaio emitidos pelo (s) subfornecedor (es), com prazo máximo de 12 (doze) meses, desde que comprovada no documento a rastreabilidade do lote.

12.3.26.1 Camada de estanho

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

Constitui falha, se a amostra apresentar não-conformidade aos requisitos estabelecidos no item 9.3.

12.3.26.2 Camada de prata

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

Constitui falha, se a amostra apresentar não-conformidade aos requisitos estabelecidos no item 9.3.

12.3.27 Ensaio de torque dos parafusos

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

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 5370 ou ANSI C119.4 ou IEC 61238-1-1, 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:

XLIV. Será aceito relatório de ensaio emitidos pelo (s) subfornecedor (es), com prazo máximo de 12 (doze) meses, desde que comprovada no documento a rastreabilidade do lote.

12.3.28 Ensaio das juntas de vedação

Será aceito relatório de ensaio emitidos pelo (s) subfornecedor (es), com prazo máximo de 6,0 (seis) meses, desde que comprovada no documento a rastreabilidade do lote.

12.3.28.1 Ensaio de identificação do material

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ASTM D3677 ou ISO 4650.

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

12.3.28.2 Ensaio de densidade

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ASTM D297 ou ISO 2781.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de densidade inferiores à $1,15 \text{ g/cm}^3$ ou superiores à $1,30 \text{ g/cm}^3$.

12.3.28.3 Ensaio de dureza Shore A

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 7318 ou 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.

12.3.28.4 Ensaio de cinza

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ASTM D297 ou ISO 247-1.

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

12.3.28.5 Ensaio de enxofre livre

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ASTM D1619 ou ISO 1408.

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

12.3.28.6 Ensaio de tensão de ruptura

O ensaio deve ser executado conforme os 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.

12.3.28.7 Ensaio de alongamento

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ASTM D412.

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

- Elastômero nitrílicos e fluorelastômero: 300 %;
- Elastômero fluorsilicone: 150 %.

12.3.28.8 Ensaio de envelhecimento térmico em ar

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 17173-2 ou IEC 60811-401 ou ASTM D573, à temperatura de 125 °C e por período de 70 horas.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

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

12.3.28.9 Ensaio de envelhecimento em líquido isolante

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 11407 ou ISO 1817 ou ASTM D471, à temperatura de 125 °C e por período de 70 horas.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

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

12.3.28.10 Ensaio de deformação permanente a compressão

O ensaio deve ser executado conforme os 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:

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

12.3.28.11 Relaxação de relaxamento de tensão por compressão

O ensaio deve ser executado conforme os 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:

- Ar: 20 %;
- Fluido isolante: 15 %.

12.3.28.12 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 os procedimentos da ABNT NBR 8360 ou ASTM D1171 ou ISO 1431-1, 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.

12.3.28.13 Ensaio de compatibilidade das juntas de vedação com líquido isolante

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da:

- a) Óleo mineral isolante (OMI): ABNT NBR 14274 ou ASTM D3455;
- b) 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.

12.3.29 Ensaios para verificação da pintura do tanque

12.3.29.1 Ensaio de aderência

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

Constitui falha se a amostra não apresentar no mínimo, o grau de aderência:

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

12.3.29.2 Ensaio de espessura

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 10443 ou ISO 19840 ou ASTM D7091.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de espessura inferiores aos especificados nos itens 11.1 e 11.2.

12.3.30 Ensaio de tensão de circuito aberto

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6856.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de tensão superiores aos especificados no item 8.14.

12.3.31 Ensaio de medição de capacitância e fator de perdas dielétricas

Este ensaio é aplicável aos equipamentos indicados na Tabela 2.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 61869-2 ou IEC 61869-2.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de:

- Perdas dielétricas: superiores à 0,5 %;
- Capacitância: superiores à 10 kV.

12.3.32 Ensaio de sobretensões transmitidas

Este ensaio é aplicável aos equipamentos indicados na Tabela 2.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 61869-2 ou IEC 61869-2.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de sobretensão transmitida superiores à 1,6 kV.

12.3.33 Ensaio mecânicos

Este ensaio é aplicável aos equipamentos indicados na Tabela 2.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 61869-2 ou IEC 61869-2.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de dano (deformação, rompimento ou vazamento).

12.3.34 Ensaio de falha de arco interno

Este ensaio é aplicável aos equipamentos indicados na Tabela 2.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 61869-2 ou IEC 61869-2.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Efeito externo, exceto operação do dispositivo de alívio de pressão;
- Fragmentação (queima com perfuração do invólucro ou fogo são aceitáveis).

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 deve seguir as orientações da ABNT NBR 6856 ou ABNT NBR IEC 61869-2, e demais normas indicadas.

Na ausência de orientações específicas, o ensaio deve ser realizado em 3 (três) amostras.

13.2 Ensaios de recebimento

É importante observar que amostras que tenham sido submetidas a ensaios de recebimento que possam ter afetado suas características elétricas e/ou mecânicas não devem ser utilizadas em serviço.

13.2.1 Inspeção geral e verificação dimensional

O plano de amostragem para o ensaio de Inspeção geral e verificação dimensional deve seguir as orientações de 3 (três) amostras, por tipo de transformador e nível de tensão (kV), contidas na Ordem de Compra de Materiais (OCM) por Unidade de Negócio da Energisa.

13.2.2 Ensaio físico-químico do óleo

O plano de amostragem para os ensaios físico-químico do óleo deve seguir as orientações da ABNT NBR 8840 ou IEC 60475.

13.2.3 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.

13.2.4 Demais ensaios


O plano de amostragem para os ensaios de recebimento de um lote está estabelecido na Tabela 3 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 150 e 280 unidades.

14 ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

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

Os critérios para a aceitação ou a rejeição nos ensaios complementares de recebimento são:

- a) Se nenhuma unidade falhar no ensaio, o lote será aprovado;
- b) Se apenas 1 (uma) unidade falhar no ensaio, o fornecedor deverá apresentar relatório apontando as causas da falha e as medidas tomadas para corrigi-las, submetendo-se o lote a novo ensaio, no mesmo número de amostras conforme Tabela 3;
- c) Se 2 (duas) ou mais unidades falharem no ensaio, o lote será recusado.

As unidades defeituosas constantes de amostras aprovadas nos ensaios devem ser substituídas por novas, o mesmo ocorrendo com o total das amostras aprovadas em ensaios destrutivos.

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 devem ser enviadas à Energisa pelo e-mail:

normas.tecnicas@energisa.com.br

16 HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO

Data	Versão	Descrição das alterações realizadas
15/06/2015	5.0	<ul style="list-style-type: none">Revisão Geral decorrente do Projeto Malha Logística - Frente D
30/10/2019	6.0	<ul style="list-style-type: none">Adequação do texto e inclusão da classificação dos ensaios conforme ABNT NBR 6855 e 6856.
15/08/2021	7.0	<ul style="list-style-type: none">Desmembramento da ETU-102 em:<ul style="list-style-type: none">ETU-100.1 - Transformador de corrente indutivo para subestação de distribuição;ETU-102 - Transformador de corrente para subestação de distribuição.Cancelamento das Especificações Técnicas Unificadas (ETU):<ul style="list-style-type: none">ETU-102.1 - Transformador De Instrumentos De SED - 11,4 kV;ETU-102.2 - Transformador De Instrumentos De SED - 22,0 kVETU-102.3 - Transformador De Instrumentos De SED - 34,5 KV;ETU-102.4 - Transformador De Instrumentos De SED - 69,0 kV;ETU-102.5 - Transformador De Instrumentos De SED - 88,0 E 138,0 kV.Mudança da nomenclatura da ETU-102 para “Transformador de corrente para subestação de distribuição”;Adequação dos textos e padrões conforme ABNT NBR 6856, ABNT NBR IEC 61869-1 e ABNT NBR IEC 61869-2.Inclusão dos modelos padronizados para as classes de 52,0 kV e 100 kV.
01/12/2024	8.0	<ul style="list-style-type: none">Revisão geral;Adequação dos textos e padrões conforme ABNT NBR 6856, ABNT NBR IEC 61869-1 e ABNT NBR IEC 61869-2;Inclusão de uso de óleo vegetal isolante (OVI) como líquido isolante.



17 VIGÊNCIA

Esta Especificação Técnica entrará em vigor na data de 01/04/2025 e revogará todas as documentações anteriores do grupo Energisa.

18 TABELAS

TABELA 1 - Característica elétrica do transformador de corrente com isolamento sólida até 52,0 kV



Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa		690023	690028	690093	690025	690094	690030	690026	691028	691029
Tipo		Pedestal								
Aplicação		Externo								
Isolação		Seco								
Tensão primária nominal	(V)	11.400/√3 ou 13.800/√3			23.000/√3		34.500/√3		40.000/√3	
Nível de Isolamento (kV)	(kV)	15,0 / 17,5			24,0 / 24,2		36,0 / 36,2		52,0	
Tensão suportável nominal de impulso atmosférico	(kV _{cr})	110			150		200		250	
Tensão suportável nominal à frequência industrial durante 1 min	(kV _{ef})	34			50		70		95	

TABELA 1 - Característica elétrica do transformador de corrente com isolamento sólida até 52,0 kV - Continuação

Código Energisa		690023	690028	690093	690025	690094	690030	690026	691028	691029
Quantidade enrolamento secundário	Medição	1								
	Proteção	1								
Relação de corrente primária	(A)	100/200/30 0 x 200/400/60 0	200/400/60 0 x 400/800/1. 200	400/800/1. 200 x 800/1.600/ 2.400	150/200 x 300/400	500/600 x 1.000/1.200	50/100/150 x 100/200/30 0	200/300/40 0 x 400/600/80 0	50/100/150 x 100/200/30 0	200/300/40 0 x 400/600/80 0
Relação de corrente secundária		5 - 5								
Classe de exatidão	Medição	50 VA 0,3								
	Proteção	100 VA 10P20								
Fator térmico nominal		1,2								
Corrente térmica nominal (I_{th})	(kA)	25,0								
Corrente dinâmica nominal (I_{dyn})		2,5 * I_{th}								
Descarga parciais	(pC)	50								
Empresas		EAC / EMR / EMS / EMT / EPB / ERO / ESE / ESS / ETO			EMR / EMS		EAC / EMS / EMT / ERO / ESE / ESS / ETO		ESS	

TABELA 2 - Característica elétrica do transformador de corrente com isolamento em líquido isolante acima 52,0 kV



Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa		690031	690024	691030	691031	690021	690027	690029
Tipo		Pedestal						
Aplicação		Externo						
Isolação		Líquido isolante						
Tensão primária nominal	(V)	69.000/√3		88.000/√3		138.000/√3		
Nível de Isolamento (kV)	(kV)	72,5		92,4		145		
Tensão suportável nominal de impulso atmosférico	(kV _{cr})	350		450		650		
Tensão suportável nominal à frequência industrial durante 1 min	(kV _{ef})	140		185		275		
Quantidade enrolamento secundário	Medição	1						
	Proteção	2						

TABELA 2 - Característica elétrica do transformador de corrente com isolamento em líquido isolante acima 72,5 kV

Código Energisa		690031	690024	691030	691031	690021	690027	690029
Relação de corrente primária	(A)	50/100/200 x 100/200/400	100/400/600 x 200/800/1.200	50/100/200 x 100/200/400	100/400/600 x 200/800/1.200	100/200/300 x 200/400/600	200/400/600 x 400/800/1.200	400/800/1.200 x 800/1.600/2.400
Relação de corrente secundária		5 - 5 - 5						
Classe de exatidão	Medição	100 VA 0,3						
	Proteção	100 VA 10P20						
Fator térmico nominal		1,2						
Corrente térmica nominal (I _{th})	(kA)	31,5						
Corrente dinâmica nominal (I _{dyn})		2,5 * I _{th}						
Descarga parciais	(pC)	10						
Empresas		EAC / EMR / EMS / EMT / EPB / ERO / ESE / ESS / ETO	ESS			EAC / EMR / EMS / EMT / EPB / ERO / ESE / ESS / ETO		

TABELA 3 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaios de recebimento

Tamanho do lote	<ul style="list-style-type: none"> Sobretensão entre espiras; Tensão suportável (todos). 				<ul style="list-style-type: none"> Aderência e espessura da pintura; Junta de vedação; Revestimento de zinco; Revestimento dos terminais de ligação; Verificação do torque nos terminais. 				<ul style="list-style-type: none"> Determinação da constante de tempo da malha secundária (T_s); Ensaio para f.e.m limiar de saturação nominal (E_k) e corrente de excitação a E_k Erro composto para as classes P e PR; Fator de segurança do instrumento; Levantamento das características de excitação. 			
	Amostragem dupla normal Nível de inspeção S3 NQA 6,5 %				Amostragem dupla normal Nível de inspeção S1 NQA 6,5 %				Amostragem simples normal Nível de inspeção I NQA 1,0 %			
	Amostra		Ac	Re	Amostra		Ac	Re	Amostra	Ac	Re	
	Seq.	Tam.			Seq.	Tam.						
2 a 15	-	2	0	1	-	2	0	1	2	0	1	
16 a 25	-	2	0	1	-	2	0	1	3	0	1	
26 a 50	-	2	0	1	-	2	0	1	5	0	1	
51 a 90	-	3	1	2	-	2	0	1	5	0	1	
91 a 150	-	3	1	2	-	2	0	1	8	0	1	
151 a 280	1 ^a	5	0	2	-	2	0	1	13	0	1	
	2 ^a		1	2								

TABELA 3 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaios de recebimento - Continuação

Tamanho do lote	<ul style="list-style-type: none"> Sobretensão entre espiras; Tensão suportável (todos). 				<ul style="list-style-type: none"> Aderência e espessura da pintura; Junta de vedação; Revestimento de zinco; Revestimento dos terminais de ligação; Verificação do torque nos terminais. 				<ul style="list-style-type: none"> Determinação da constante de tempo da malha secundária (T_s); Ensaio para f.e.m limiar de saturação nominal (E_k) e corrente de excitação a E_k Erro composto para as classes P e PR; Fator de segurança do instrumento; Levantamento das características de excitação. 			
	Amostragem dupla normal Nível de inspeção S3 NQA 6,5 %				Amostragem dupla normal Nível de inspeção S1 NQA 6,5 %				Amostragem simples normal Nível de inspeção I NQA 1,0 %			
	Amostra		Ac	Re	Amostra		Ac	Re	Amostra	Ac	Re	
	Seq.	Tam.			Seq.	Tam.						
281 a 500	1 ^a	5	0	2	-	2	0	1	20	0	1	
	2 ^a		1	2								

Legenda:

Seq. - Sequência da amostra;

Tam. - Tamanho da amostra;

Ac - número de aceitação;

Re - número de rejeição.

TABELA 4 - Relação de ensaios

Item	Descrição dos ensaios	Tipo de ensaios
12.3.1	Inspeção visual	RE
12.3.2	Verificação dimensional	RE
12.3.3	Ensaio de tensão suportável à frequência industrial	T / RE / E
12.3.4	Ensaio de tensão suportável à frequência industrial - Terminal primário	T / RE / E
12.3.5	Ensaio de tensão suportável à frequência industrial - Terminal secundário	T / RE / E
12.3.6	Ensaio de tensão suportável à frequência industrial - Entre espiras	T / E
12.3.7	Ensaio de sobretensão entre espiras	T / RE / E
12.3.8	Ensaio de impulso atmosférico	T / E
12.3.9	Ensaio de medição de descargas parciais	T / E
12.3.10	Ensaio de elevação de temperatura	T / RE / E
12.3.11	Ensaio de exatidão	T / RE / E
12.3.12	Ensaio de fator de segurança do instrumento	T / RE / E
12.3.13	Ensaio de erro composto para as classes P e PR	T / RE / E
12.3.14	Ensaio de determinação do fator de remanência para classe PR	T / E
12.3.15	Ensaio de determinação da constante de tempo secundária para classe PR	T / E
12.3.16	Ensaio de resistência ôhmica dos enrolamentos primários	T / E
12.3.17	Ensaio de resistência ôhmica dos enrolamentos secundários	T / E
12.3.18	Levantamento das características de excitação	T / RE / E
12.3.19	Ensaio de corrente de curta duração	T / E
12.3.20	Ensaio de compatibilidade eletromagnética (EMC)	T / E
12.3.21	Ensaio de verificação do grau de proteção por invólucros	T / E
12.3.22	Ensaio de determinação da constante de tempo da malha secundária (Ts)	RE / E
12.3.23	Ensaio para f.e.m limiar de saturação nominal (Ek) e corrente de excitação a Ek	RE / E
12.3.24	Ensaio físico-químico do líquido isolante	RE / E
12.3.25	Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco	RE / E
12.3.26	Ensaio de medição da espessura do revestimento do terminal de ligação	RE / E

TABELA 4 - Relação de ensaios - Continuação

Item	Descrição dos ensaios	Tipo de ensaios
12.3.27	Ensaio de torque dos parafusos	RE / E
12.3.28	Ensaio das juntas de vedação	RE / E
12.3.29	Ensaio para verificação da pintura do tanque	RE / E
12.3.30	Ensaio de tensão de circuito aberto	E
12.3.31	Ensaio de medição de capacitância e fator de perdas dielétricas	E
12.3.32	Ensaio de sobretensões transmitidas	E
12.3.33	Ensaio mecânicos	E
12.3.34	Ensaio de falha de arco interno	E

Legenda:

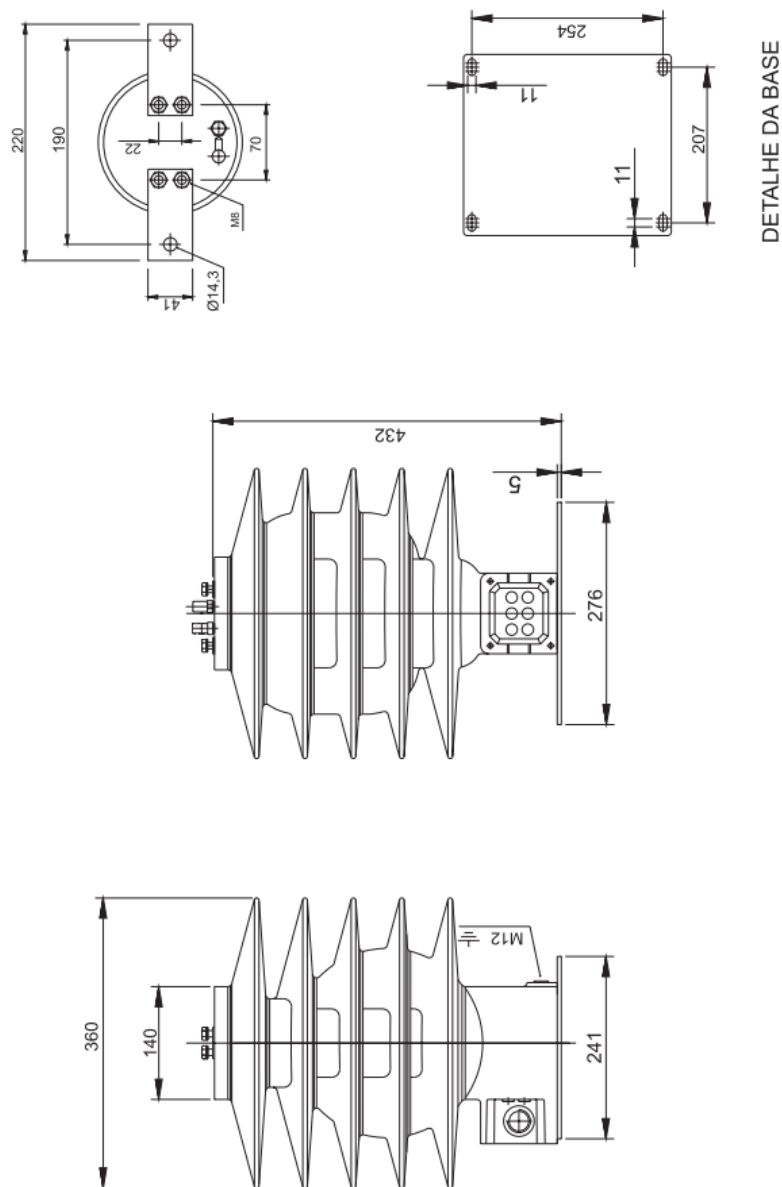
T - Ensaio de tipo;

RE - Ensaio de recebimento;

E - Ensaio especial.

19 DESENHOS

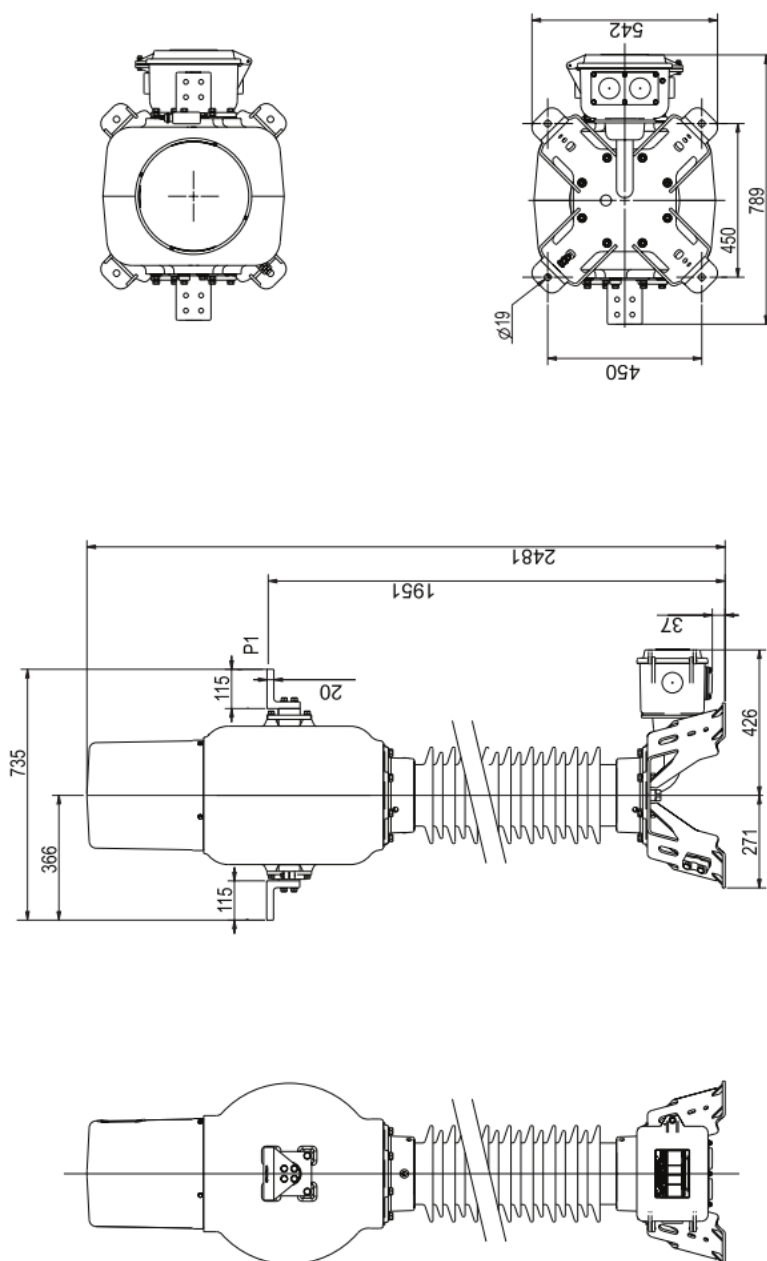
DESENHO 1 - Característica dimensional do transformador de corrente com isolamento sólido até 52,0 kV (modelo)



NOTA:

- I. Os valores apresentados no desenho têm caráter meramente ilustrativo. Os valores finais devem ser conforme especificado no projeto do fabricante.

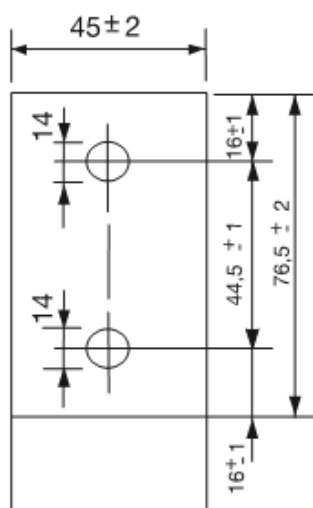
DESENHO 2 - Característica dimensional do transformador de corrente com isolamento em líquido isolante acima 52,0 kV



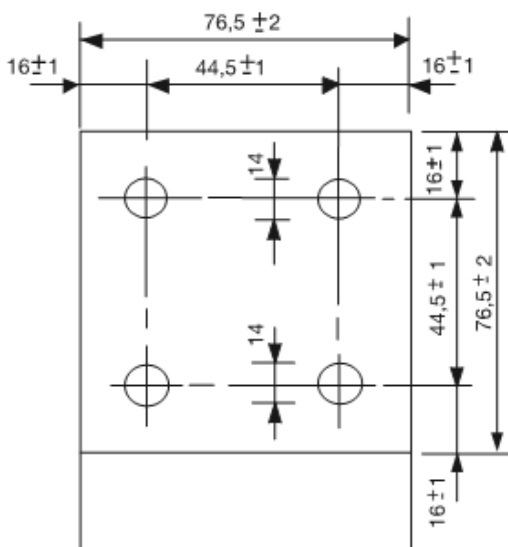
NOTA:

- I. Os valores apresentados no desenho têm caráter meramente ilustrativo. Os valores finais devem ser conforme especificado no projeto do fabricante.

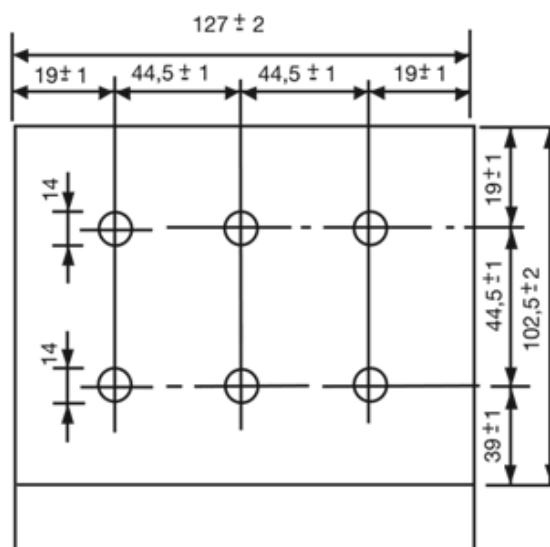
DESENHO 3 - Característica dimensional da furacão e dimensões da dos terminais de ligação



Corrente nominal de 630 A



Corrente nominal de 1.250 A

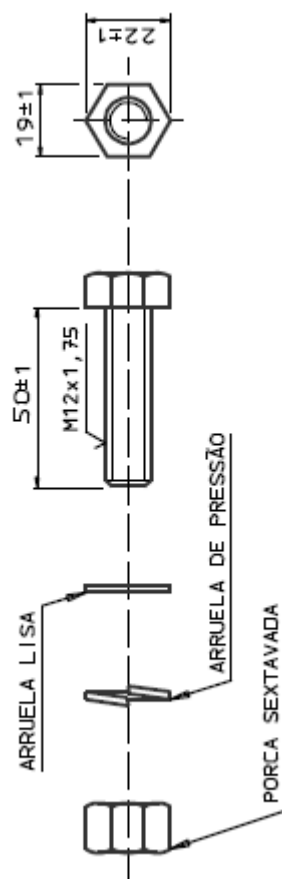


Corrente nominal de 2.500 A

NOTA:

1. Dimensões em milímetros (mm).

DESENHO 4 - Características dimensionais dos parafusos de fixação do conector



NOTA:

- I. Dimensões em milímetros (mm).

DESENHO 5 - 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 CORRENTE

Tipo do TC:

Nome do fabricante:

N.º da licitação:

N.º da proposta:

Item	Descrição	Características / Unidade
1	Tipo/modelo:	
2	Código do material:	
2.1	a) Código fabricante:	
2.2	b) Código Energisa:	
3	Característica elétrica:	
3.1	a) Tensão nominal:	kV
3.2	b) Máxima tensão de operação contínua:	kV
3.3	c) Frequência nominal:	Hz
3.4	d) Tensão suportável nominal à frequência industrial:	kV
3.5	e) Tensão suportável nominal à frequência industrial, sob chuva:	kV
3.6	f) Tensão suportável nominal de impulso atmosférico:	kV
3.7	g) Tensão de rádio interferência a 110 % da tensão nominal fase-terra:	µV
3.8	h) Nível máximo de descargas parciais:	pC
3.9	i) Corrente dinâmica de curta duração:	
3.9.1	• Maior relação:	kA
3.9.2	• Menor relação:	kA
3.10	j) Corrente térmica nominal de curta duração, 1 segundo:	
3.10.1	• Maior relação:	kA
3.10.2	• Menor relação:	kA

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

Item	Descrição	Características / Unidade
3.11	k) Elevação da temperatura para operação contínua e carga total, com temperatura ambiente de 40 °C:	
3.11.1	• Enrolamento:	°C
3.11.2	• Óleo:	°C
3.12	l) Tensão suportável nominal de impulso de manobra:	kV
3.13	m) Curva de excitação do secundário:	
3.14	n) Fator térmico baseado em 30 °C de temperatura ambiente:	
3.14.1	• Núcleo de Medição:	
3.14.2	• Núcleo de Proteção:	
3.15	o) Relações de transformação:	
3.16	p) Classes de exatidão:	
3.16.1	• Para proteção:	
3.16.2	• Para medição operativa:	
3.16.3	• Para medição de faturamento:	
3.17	q) Limitação da tensão de circuito aberto:	V_{cr}
3.18	r) Densidade de fluxo na “Knee point” (Knee-point é definido como sendo o ponto onde um crescimento de 10 % na tensão produz um acréscimo de 50 % na corrente de excitação):	KLINES cm ²
3.19	s) Resistência secundária:	
3.19.1	• Maior relação:	Ω
3.19.2	• Menor relação:	Ω
4	Tipo de núcleo:	
4.1	a) Material do núcleo:	
4.1.1	• Enrolamento primário:	
4.1.2	• Enrolamento secundário:	
4.2	b) Núcleo/comprimento médio do caminho magnético:	
4.3	c) Número de espiras:	
4.3.1	• Espiras primárias:	
4.3.2	• Espiras secundárias:	

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

Item	Descrição	Características / Unidade
4.4	d) Comprimento total dos gaps do núcleo (tipo PR):	
4.5	e) Número de núcleos:	
4.5.1	• Para proteção:	
4.5.2	• Para medição:	
4.6	f) Densidades de corrente:	
4.6.1	• No enrolamento primário:	A/mm ²
4.6.2	• No enrolamento secundário:	A/mm ²
4.7	g) Curva saturação até “10 A” de cada transformador proposto:	
5	Parte ativa:	
5.1	a) Tipo do aço (GO):	
5.2	b) Espessura da chapa:	
5.3	c) Perdas máximas a 1,5 T, 60 Hz:	W/kg
5.4	d) Máximo teor % de Carbono / Silício:	% / %
5.5	e) Tipo de revestimento do isolamento eletromagnético conforme ABNT NBR NM 71:	
5.6	f) Tipo do papel isolante:	
6	Tipo de isolação:	
7	Distância de escoamento:	mm
8	Máxima força horizontal de tração nos terminais primários:	daN
9	Característica dimensional:	
9.1	a) Largura total:	mm
9.2	b) Comprimento total:	mm
9.3	c) Altura total:	mm
9.4	d) Massa parte ativa:	kg
9.5	e) Massa total (material isolante e parte ativa):	kg
9.6	f) Dimensões aproximadas para transporte:	mm
10	Nível de ruído:	dB
11	Tipo de resfriamento:	
12	Embalagem:	

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

Item	Descrição	Características / Unidade
12.1	a) Tipo de embalagem:	
12.2	b) Quantidade de unidade:	
12.3	c) Peso da embalagem:	kg
13	Informar o método de preparo da chapa, tratamento anticorrosivo, e esquema de pintura interna e externa a serem utilizados:	

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.
- 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.

ANEXO 4 - 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 (VA)	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

