

*Transformador de corrente (TC)
para sistema de medição e
faturamento até 36,2 kV*

ESA | DENG | NRM-333 | 2023

Especificação Técnica Unificada

ETU - 166

Versão 1.1 - Outubro / 2023



Apresentação

Nesta Especificação Técnica apresenta os requisitos mínimos e as diretrizes necessárias para a padronização das características e requisitos mínimos mecânicos e elétricos exigidos para fornecimento de transformadores de corrente (TC), interno e externos, destinados a serviços de medição, de tensão máxima até 36,2 kV, nas concessionárias de distribuição do grupo Energisa S.A.

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

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

A presente revisão desta Especificação Técnica é a versão 1.1, datada de outubro de 2023.

Cataguases - MG., Outubro de 2023.

CEMEP - Coordenação de Engenharia de Medição e Perdas

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-166 (versão 1.1)

Carlos Gomes Nunes Filho

Grupo Energisa

Ricardo Campos Rios

Grupo Energisa

Moises Dias Santos

Grupo Energisa

Ricardo Machado de Moraes

Grupo Energisa

Gilberto Teixeira Carrera

Grupo Energisa

Tercius Cassius Melo de Moraes

Grupo Energisa

Marco Antônio Pinheiro Flores

Grupo Energisa

Manoel Messias Vieira de Menezes Junior

Grupo Energisa



Aprovação técnica

Ademálio de Assis Cordeiro

Grupo Energisa

Jairo Kennedy Soares Perez

Energisa Paraíba (EPB)

Antônio Maurício de Matos Gonçalves

Energisa Acre (EAC)

Juliano Ferraz de Paula

Energisa Sergipe (ESE)

Fabio Lancelotti

Energisa Minas Rio (EMR)

Paulo Roberto dos Santos

Energisa Mato Grosso do Sul (EMS)

Fabício Sampaio Medeiros

Energisa Mato Grosso (EMT)

Ricardo Langone Marques

Dir. Suprimentos Logística

Fernando Espíndula Corradi

Energisa Rondônia (ERO)

Rodrigo Brandão Fraiha

Energisa Sul-Sudeste (ESS)

Guilherme Damiance Souza

Energisa Tocantins (ETO)

Sumário

1	OBJETIVO.....	9
2	CAMPO DE APLICAÇÃO.....	9
3	OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS.....	9
4	REFERÊNCIAS NORMATIVAS	9
4.1	LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO FEDERAL	10
4.2	NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS	11
4.3	NORMAS TÉCNICAS INTERNACIONAIS	13
4.4	NORMAS TÉCNICAS DO GRUPO ENERGISA	14
5	TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES	16
5.1	TRANSFORMADOR DE CORRENTE (TC).....	16
5.1.1	Transformador de corrente para medição	16
5.1.2	Transformador de corrente tipo barra	16
5.1.3	Transformador de corrente tipo janela	16
5.1.4	Transformador de corrente tipo enrolado	16
5.2	CLASSE DE EXATIDÃO	17
5.3	FATOR TÉRMICO (F_T).....	17
5.4	POTÊNCIA NOMINAL	17
5.5	RELAÇÃO NOMINAL (R_N)	17
5.6	RELAÇÃO REAL (R_R)	17
5.7	RESISTÊNCIA DO ENROLAMENTO SECUNDÁRIO (R_{TC})	17
5.8	RESISTÊNCIA DO ENROLAMENTO SECUNDÁRIO (R_S)	17
5.9	TERMINAIS PRIMÁRIOS	18
5.10	TERMINAIS SECUNDÁRIOS	18
5.11	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	18
5.12	ENSAIOS DE TIPO	18
5.13	ENSAIOS DE REVALIDAÇÃO	18
5.14	ENSAIOS ESPECIAIS	19
6	HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES.....	19
7	CONDIÇÕES GERAIS	19
7.1	CONDIÇÕES DO SERVIÇO	20
7.2	LINGUAGENS E UNIDADES DE MEDIDA	20
7.3	ACONDICIONAMENTO	21
7.4	MEIO AMBIENTE	23
7.5	EXPECTATIVA DE VIDA ÚTIL	24
7.6	GARANTIA	25
7.7	NUMERAÇÃO DE PATRIMÔNIO.....	25

7.8	INCORPORAÇÃO AO PATRIMÔNIO DA ENERGISA	26
7.9	MANUAL DE INSTRUÇÕES	26
7.10	AVALIAÇÃO TÉCNICA DO MATERIAL	27
8	CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS	28
8.1	TENSÃO MÁXIMA DO EQUIPAMENTO (U_{MAX})	28
8.2	NÍVEL DE ISOLAMENTO	29
8.3	CORRENTES NOMINAIS	29
8.4	FREQUÊNCIA NOMINAL (F_R)	29
8.5	FATOR TÉRMICO NOMINAL (F_T)	30
8.6	DESCARGAS PARCIAIS	30
8.7	CARGAS E CLASSES DE EXATIDÃO	30
8.8	CORRENTE SUPORTÁVEL NOMINAL DE CURTA DURAÇÃO (CORRENTE TÉRMICA NOMINAL - I_T) .	30
8.9	VALOR DE CRISTA NOMINAL DE CORRENTE SUPORTÁVEL (CORRENTE DINÂMICA NOMINAL - I_D)	30
8.10	LIMITES DE ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA	30
8.11	REQUISITOS DE ISOLAMENTO PARA ENROLAMENTOS SECUNDÁRIOS	31
9	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS	31
9.1	MATERIAIS	31
9.1.1	Núcleo	31
9.1.2	Enrolamentos	31
9.1.3	Meio isolante	32
9.1.4	Terminais de ligação	32
9.1.4.1	Terminais primários	32
9.1.4.2	Terminais secundários	33
9.1.5	Caixa de terminais secundários	34
9.1.5.1	Uso exterior	34
9.1.5.2	Uso interno	34
9.1.6	Dispositivo de aterramento	34
9.1.7	Dispositivo para içamento	35
9.1.8	Capa de proteção dos terminais de ligação	35
9.2	CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS	35
9.3	PLACA DE IDENTIFICAÇÃO	36
9.4	MARCAÇÕES	38
9.5	FIXAÇÕES EXTERNAS (FERRAGENS)	38
10	INSPEÇÃO E ENSAIOS	39
10.1	GENERALIDADES	39
10.2	RELAÇÃO DE ENSAIOS	43
10.2.1	Ensaio de tipo (T)	43
10.2.2	Ensaio de recebimento (RE)	44
10.2.3	Ensaio especiais (E)	45
10.3	DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS	46

10.3.1	Inspeção visual	46
10.3.2	Verificação dimensional.....	46
10.3.3	Ensaio de tensão suportável à frequência industrial, a seco	46
10.3.3.1	Em enrolamentos primários.....	46
10.3.3.2	Em enrolamentos secundários e entre seções.....	47
10.3.4	Ensaio de tensão suportável à frequência industrial, sob chuva.....	47
10.3.5	Ensaio de impulso atmosférico.....	47
10.3.6	Ensaio de corrente suportável nominal de curta duração e valor de crista da corrente suportável	48
10.3.7	Ensaio de descargas parciais	48
10.3.8	Ensaio de sobretensão entre espiras	48
10.3.9	Ensaio de elevação de temperatura.....	48
10.3.10	Ensaio de resistência ôhmica dos enrolamentos.....	49
10.3.11	Ensaio de exatidão.....	49
10.3.12	Ensaio de fator de segurança do instrumento	49
10.3.13	Ensaio de erro composto para as classes P e PR.....	49
10.3.14	Ensaio de verificação da polaridade	50
10.3.15	Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco.....	50
10.3.15.1	Ensaio de massa por unidade de área	50
10.3.15.2	Ensaio de aderência da camada	50
10.3.15.3	Ensaio de espessura da camada.....	50
10.3.15.4	Ensaio de uniformidade da camada	51
10.3.16	Ensaio de medição da espessura do revestimento do terminal de ligação	51
10.3.16.1	Camada de estanho.....	51
10.3.16.2	Camada de prata	51
10.3.17	Ensaio de verificação do torque nos terminais	51
10.3.18	Ensaio de tensão de circuito aberto.....	52
10.4	RELATÓRIOS DOS ENSAIOS	52
11	PLANOS DE AMOSTRAGEM.....	53
11.1	ENSAIOS DE TIPO E ESPECIAIS	53
11.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	53
12	ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO	54
12.1	ENSAIOS DE TIPO E ESPECIAIS	54
12.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	54
13	NOTAS COMPLEMENTARES	55
14	HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO	55
15	VIGÊNCIA	55
16	TABELAS.....	57

TABELA 1 - Características técnicas dos transformadores de corrente tipo janela para 0,6 kV.....	57
TABELA 2 - Características técnicas dos transformadores de corrente tipo barra para 0,6 kV.....	59
TABELA 3 - Características técnicas dos transformadores de corrente tipo barra 15 kV para uso interno.....	61
TABELA 4 - Características técnicas dos transformadores de corrente tipo barra 24,2 kV para uso interno.....	63
TABELA 5 - Características técnicas dos transformadores de corrente tipo barra 36,2 kV para uso interno.....	65
TABELA 6 - Características técnicas dos transformadores de corrente tipo barra 15,0 kV para uso externo.....	67
TABELA 7 - Características técnicas dos transformadores de corrente tipo barra 24,2 kV para uso externo.....	69
TABELA 8 - Características técnicas dos transformadores de corrente tipo barra 36,2 kV para uso externo.....	71
TABELA 9 - Informações constantes no QR-CODE.....	73
TABELA 10 - Planos de amostragem e critério de aceitação.....	74
TABELA 11 - Relação de ensaios.....	75
17 DESENHOS.....	76
DESENHO 1 - Características dimensionais do transformador de corrente tipo janela.....	76
DESENHO 2 - Características dimensionais do transformador de corrente tipo barra para uso interno.....	77
DESENHO 3 - Características dimensionais do transformador de corrente tipo barra para uso externo.....	79
DESENHO 4 - Terminal primário dos transformadores de corrente para externo....	80
DESENHO 5 - Terminal secundário dos transformadores de corrente.....	81
DESENHO 6 - Placa de identificação do transformador de corrente (modelos).....	82
18 ANEXOS.....	83
ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas.....	83
ANEXO 2 - Quadro de desvios técnicos e exceções.....	87

1 OBJETIVO

Esta Especificação Técnica estabelece os requisitos técnicos mínimos exigíveis, mecânicos e elétricos, para fabricação, ensaios e recebimento de Transformadores de Corrente (TC), para uso interno ou externo, monofásicos, a serem usados no sistema de distribuição de energia da Energisa.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplicam-se às montagens das estruturas destinados a serviços de medição e proteção, para exterior e para interior, com classe de tensão até 36,2 kV, situado em áreas urbanas e rurais, previstas nas normas técnicas, vigentes nas Empresas do Grupo Energisa.

Esta Especificação Técnica não se aplica aos transformadores de corrente para subestações de distribuição (SED).


3 OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS

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

4 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Esta Especificação Técnica foi baseada no seguinte documento:

- ABNT NBR 6856, Transformador de corrente com isolamento sólida para tensão máxima igual ou inferior a 52 kV - Especificação e ensaios
- ABNT NBR 10021, Transformador de corrente de tensão máxima de 15 kV, 24,2 kV e 36,2 kV - Características elétricas e construtivas



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

4.1 Legislação e regulamentação federal

- Constituição da República Federativa do Brasil - Título VIII: Da Ordem Social - Capítulo VI: Do Meio Ambiente
- Lei Federal N.º 7.347, de 24/07/1985, Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico e dá outras providências
- Lei Federal N.º 9.605, de 12/02/1998, Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências
- Lei Federal N.º 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
- 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 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 Legislativo N.º 204/2004, Aprova o texto da Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes, adotada, naquela cidade, em 22/05/2001
- Portaria Interministerial MTE/MS N° 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
- Resolução Normativa ANEEL N.º 1.000, de 07/12/2021, Estabelece as Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica
- Resolução Normativa 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 237, de 19/12/1997, Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente
- Norma Regulamentadora N.º 10 (NR-10), Segurança em instalações e serviços em eletricidade
- Norma Regulamentadora N.º 17 (NR-17), Ergonomia

4.2 Normas técnicas brasileiras

- ABNT IEC TS 60815-1, Seleção e dimensionamento de isoladores para alta-tensão para uso sob condições de poluição - Parte 1: Definições, informações e princípios gerais
- ABNT NBR 5370, Conectores de cobre para condutores elétricos em sistemas de potência
- ABNT NBR 5456, Eletricidade geral - Terminologia
- ABNT NBR 5458, transformadores de potência - terminologia
- ABNT NBR 5460, Sistemas elétricos de potência

- ABNT NBR 5598, Eletroduto de aço-carbono e acessórios, com revestimento protetor e rosca BSP - Requisitos
- ABNT NBR 6323, Galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido - Especificação
- ABNT NBR 7397, Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - Determinação da massa do revestimento por unidade de área - Método de ensaio
- ABNT NBR 7398, Produto de aço ou ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da aderência do revestimento - Método de ensaio
- ABNT NBR 7399, Produto de aço ou 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 ou 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 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 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 62271-1, Manobra e comando de alta tensão - Parte 1: Especificações comuns para equipamentos de manobra e comando em corrente alternada

4.3 Normas técnicas internacionais


- ASTM A90/A90M, Standard test method for weight [mass] of coating on iron and steel articles with zinc or zinc-alloy coatings
- ASTM A153/A153M, Standard specification for zinc coating (hot-dip) on iron and steel hardware
- ASTM A239, Standard practice for locating the thinnest spot in a zinc (galvanized) coating on iron or steel articles
- ASTM A876/A876M, Standard specification for flat-rolled, grain-oriented, silicon-iron, electrical steel, fully processed types
- ASTM 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 E376, Standard practice for measuring coating thickness by magnetic-field or eddy current (electromagnetic) testing methods
- IEC 60060-1, High-voltage test techniques - Part 1: General definitions and test requirements
- IEC 60085, Electrical insulation - Thermal evaluation and designation
- IEC 60270, High-voltage test techniques - Partial discharge measurements
- IEC 60404-8-7, Magnetic materials - Part 8-7: Specifications for individual materials - Cold-rolled grain-oriented electrical steel strip and sheet delivered in the fully-processed state

- IEC 60529, Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)
- IEC 60721-1, Classification of environmental conditions - Part 1: Environmental parameters and their severities
- IEC 60721-2-1, Classification of environmental conditions - Part 2-1: Environmental conditions appearing in nature - Temperature and humidity
- IEC 60721-2-2, Classification of environmental conditions - Part 2-2: Environmental conditions appearing in nature - Precipitation and wind
- IEC 60721-2-4, Classification of environmental conditions - Part 2-4: Environmental conditions appearing in nature - Solar radiation and temperature
- IEC 61109, Insulators for overhead lines - Composite suspension and tension insulators for a.c. systems with a nominal voltage greater than 1 000 V - Definitions, test methods and acceptance criteria
- IEC 62271-1, High-voltage switchgear and controlgear - Part 1: Common specifications for alternating current switchgear and controlgear
- ISO 752, Zinc ingots
- ISO 2093, Electroplated coatings of tin - Specification and test methods
- ISO 4521, Metallic and other inorganic coatings - Electrodeposited silver and silver alloy coatings for engineering purposes - Specification and test methods

4.4 Normas técnicas do grupo Energisa

- NDU-027, Critérios para utilização de equipamentos e materiais em área de corrosão atmosférica

NOTAS:

- 
- I. Todas as normas ABNT mencionadas acima devem estar à disposição do inspetor da Energisa no local da inspeção;
 - II. 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;
 - III. 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;
 - IV. As siglas acima referem-se a:
 - ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
 - CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
 - INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
 - MCTIC - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações
 - MDIC - Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços
 - MME - Ministério de Minas e Energia
 - ETU - Especificação Técnica Unificada (grupo Energisa)
 - ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
 - NBR - Norma Brasileira
 - NM - Norma Mercosul
 - ASTM - American Society for Testing and Materials
 - IACS - International Annealed Copper Standard

- IEC - International Electrotechnical Commission
- ISO - International Organization for Standardization

5 TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES

A terminologia adotada nesta Especificação Técnica corresponde a das normas ABNT NBR 5456, ABNT NBR 5460, ABNT NBR 5458 e ABNT NBR 6856, complementadas pelos seguintes termos:

5.1 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 à medição.

5.1.1 Transformador de corrente para medição

Transformador de corrente destinado a fornecer sinais para instrumentos de medição ou medidores

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 janela

Transformador de corrente sem primário próprio, construído com uma abertura por onde passa um condutor que forma o circuito primário.

5.1.4 Transformador de corrente tipo enrolado

Transformador de corrente cujo enrolamento primário é constituído por uma ou mais espiras, envolvendo mecanicamente o núcleo do transformador.

5.2 Classe de exatidão

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

5.3 Fator térmico (F_t)

Fator que multiplica a corrente primária nominal de um transformador de corrente para obter a corrente primária máxima que ele é capaz de conduzir em regime contínuo à frequência nominal e com a maior carga especificada, sem exceder os limites de elevação de temperatura e da classe de exatidão especificados.

5.4 Potência nominal

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.

5.5 Relação nominal (R_n)

Razão da corrente primária para o valor eficaz de corrente secundária em condições especificadas.


5.6 Relação real (R_r)

Razão do valor eficaz da corrente primária para o valor eficaz da corrente secundária em condições especificadas.

5.7 Resistência do enrolamento secundário (R_{tc})

Resistência em corrente contínua do enrolamento secundário expressa em ohms (Ω), corrigida a 75 °C ou a outra temperatura especificada.

5.8 Resistência do enrolamento secundário (R_s)



Resistência total da malha secundária, incluindo a resistência do enrolamento secundário corrigida a 75 °C, salvo se especificado de outra maneira, e a resistência de todas as cargas conectadas.

5.9 Terminais primários

Terminais nos quais a tensão ou a corrente a ser transformada é aplicada.

5.10 Terminais secundários

Terminais que transmitem um sinal de informação para os instrumentos de medição, medidores e dispositivos de proteção ou de controle ou aparelhos similares.

5.11 Ensaios de recebimento

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

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

5.12 Ensaios de tipo

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

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

5.13 Ensaios de revalidação

O objetivo dos ensaios de revalidação é avaliar materiais com suspeita de defeitos, devendo ser executados quando da abertura de não-conformidade, sendo definidos qual ou quais que serão executados em conjunto entre as partes.

5.14 Ensaios especiais

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

Este tipo de ensaio é executado e custeado pela Energisa.

6 HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES

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

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

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

7 CONDIÇÕES GERAIS

Os transformadores de corrente devem:


- a) Ser fornecidos completos, com todos os acessórios necessários ao seu perfeito funcionamento;
- b) Ter todas as peças correspondentes intercambiáveis, quando de mesmas características nominais e fornecidas pelo mesmo fabricante;
- c) Ter 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.

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;
- a) Pressão máxima do vento: 1.080 Pa (108 daN/m²), valor correspondente a uma velocidade do vento de 150 km/h (para TC's de uso externo) , conforme IEC 60721-2-2;
- b) Umidade relativa do ar até, conforme IEC 60721-2-1:
 - Uso externo: 100 %;
 - Uso interno: 95 %.
- c) Nível de radiação solar: 1,1 kW/m², com alta incidência de raios ultravioleta, conforme IEC 60721-2-4 (para TC's de uso externo);
- c) Precipitação pluviométrica: média anual de 1.500 a 3.000 milímetros (para TC's de uso externo) conforme IEC 60721-2-2;
- d) Classe de severidade de poluição local (SPS) leve e médio, conforme ABNT IEC TS 60815-1 ou IEC TS 60815-1;
- e) 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 usado como referência nas descrições técnicas, especificações, desenhos e quaisquer outros documentos. Qualquer valor, que por conveniência, for mostrado em outras unidades de medida também deve ser expresso no sistema métrico.

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

NOTA:

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

7.3 Acondicionamento

Os transformadores de corrente deveram ser acondicionados em container (caixa para transporte), não retornáveis, obedecendo às seguintes condições:

- a) Serem adequadamente embalados de modo a garantir o transporte (ferroviário, rodoviário, hidroviário, marítimo ou aéreo) seguro até o local do armazenamento ou instalação em qualquer condição que possa ser encontrada como intempéries, umidade, choques etc., e ao manuseio;
- b) A embalagem deve ser feita de modo que o peso e as dimensões sejam conservados dentro de limites razoáveis a fim de facilitar o manuseio, o armazenamento e o transporte. As embalagens devem ser construídas de modo a possibilitar uso de empilhadeiras e carro hidráulico;
- c) O material da embalagem, em contato com os transformadores de corrente não deverá:
 - Aderir a ele;

- Causar contaminação;
- Provocar corrosão quando armazenado;
- Reter umidade.

d) E demais indicações no protocolo logístico do material, disponível no site da Energisa, através do link:

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

NOTA:

VI. 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.

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 de corrente (categoria, classe de tensão (kV), corrente primária e secundária (A), classe exatidão etc.);
- g) Massa líquida, em quilogramas (kg);

- h) Massa bruta, em quilogramas (kg);
- i) ABNT NBR 6856;
- j) Número e quaisquer outras informações especificadas na Ordem de Compra de Material (OCM).

NOTAS:


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

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

- Amianto ou asbesto;
- Benzeno;
- Poluentes orgânicos persistentes (POPS);

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

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

Quando o fornecedor utilizar madeira em suas embalagens, o mesmo deverá apresentar as informações referente ao tipo de madeira utilizada nas embalagens, seu respectivo tratamento preservativo e os efeitos desses componentes no ambiente, quando de sua disposição final (descarte).

7.5 Expectativa de vida útil

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 das unidades do lote fornecidas, baseada nos seguintes termos e condições:

- Não se admitem falhas, no decorrer dos primeiros 20 (vinte) anos de vida útil, provenientes de processo fabril;

- A partir do 21º ano, admite-se 0,5 % de falhas para cada período de 1 (um) anos, acumulando-se, no máximo, 1,5 % de falhas no fim do período de vida útil.

NOTA:

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

7.6 Garantia

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

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

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

7.7 Numeração de patrimônio

Os equipamentos devem conter a numeração de patrimônio, sequencial patrimônio, fornecida pela Energisa, em formato numérico e no formato de código de barras no sistema CODE-128. O sequencial patrimonial será fornecido pela Energisa, no seguinte padrão:

LL-NNNNNNNN

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) Potência térmica nominal, em volt-ampere (VA).

7.8 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) Provenientes de fabricantes cadastrados e homologados pela Energisa;
- b) Deverão ser novos, com período máximo de 24 (vinte e quatro) meses da data de fabricação, não se admitindo, em hipótese nenhuma, transformadores usados e/ou recuperadas;
- c) Deverá acompanhar a (s) nota (s) fiscal (is), bem como, os relatórios de ensaios em fábrica, comprovando sua aprovação nos ensaios de rotina e/ou recebimento, previstos nesta Especificação Técnica.

NOTAS:

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

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

7.9 Manual de instruções



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 deverão 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.

7.10 Avaliação técnica do material

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

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

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) Furação da base e elementos de fixação incluídos no fornecimento;
- f) Terminais, conectores de linha e aterramento, contendo:
 - Material;
 - Dimensões;
 - Esforços longitudinais e transversais admissíveis.
- g) Embalagem para transporte, contendo:
 - Dimensões;
 - 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.
- h) Uma 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.

8 CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS

8.1 Tensão máxima do equipamento (U_{max})

As tensões nominais normalizadas dos transformadores de corrente, em quilovolt (kV) eficaz, são as seguintes:

- 0,6 kV, para rede de tensão nominal de 220 V e 380 V;
- 15,0 kV, para redes de tensão nominal de 11,4 kV e 13,8 kV;
- 24,0 kV / 24,2 kV, para redes de tensão nominal de 22,0 kV; e
- 36,0 kV / 36,2 kV, para redes de tensão nominal de 34,5 kV.

NOTA:

XII. A tensão nominal é igual à tensão máxima de uso do equipamento.

8.2 Nível de isolamento

Os níveis de isolamento, em quilovolts (kV), e os espaçamentos mínimos no ar, em milímetros (mm), devem obedecer às Tabelas 1 a 8.

NOTA:

XIII. Serão aceitos valores de nível de isolamento para as tensões nominais da faixa I, series I e II, conforme ABNT NBR IEC 62271-1 ou IEC 62271-1.

8.3 Correntes nominais

As correntes nominais normalizadas dos transformadores de corrente, em ampères (A), são as seguintes:

- a) Enrolamento secundário: 5 A;
- b) Enrolamento primário: 5 - 10 - 15 - 20 - 25 - 50 - 75 - 100 - 200 - 400 - 600 A.

As correntes nominais estão definidas nas Tabelas 1 a 8.

8.4 Frequência nominal (f_r)

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

8.5 Fator térmico nominal (f_t)

O fator térmico nominal normalizado deve ser 2,0.

8.6 Descargas parciais

O nível de descargas parciais não deve exceder os limites especificados na ABNT NBR 6856.

8.7 Cargas e classes de exatidão

As cargas e classes da exatidão padronizadas são:

- 0,6 kV: 5,0 VA 0,3 (0,3C5);
- 15,0 kV, 24,2 kV e 36,2 kV: 12,5 VA 0,3 (0,3C12,5)

8.8 Corrente suportável nominal de curta duração (corrente térmica nominal - I_t)

Os valores padronizados de corrente térmica nominal, durante 1,0 segundo, é:

- Exterior: 75 I_n ;
- Interior: 60 I_n .

8.9 Valor de crista nominal de corrente suportável (corrente dinâmica nominal - I_d)

Os valores padronizados de corrente dinâmica nominal é:

- Exterior: 187,5 I_n ;
- Interior: 150 I_n .

8.10 Limites de elevação de temperatura

A elevação de temperatura do transformador de corrente não pode exceder o valor especificado na ABNT NBR 6856, se operando à corrente especificada, à frequência e cargas nominais ou à carga nominal mais elevada.

8.11 Requisitos de isolamento para enrolamentos secundários

A tensão suportável nominal à frequência industrial para isolamento do enrolamento secundário deve ser 3,0 kV, eficaz, conforme ABNT NBR 6856.

9 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

O projeto, a matéria prima, a mão de obra e a fabricação dos transformadores de corrente, devem incorporar, tanto quanto possível, os melhoramentos que a técnica moderna sugerir, mesmo quando não referidos explicitamente nesta Especificação Técnica.

9.1 Materiais

9.1.1 Núcleo

O núcleo deve ser construído de chapa de aço silício de granulação orientada, laminadas a frio, de perdas reduzidas e de alta permeabilidade, conforme a IEC 60404-8-7 ou ASTM A876/A876M.

NOTA:

XIV. A utilização de outros materiais para confecção do núcleo, está sujeita à aprovação prévia da Energisa.

9.1.2 Enrolamentos

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.

As bobinas deverão ser construídas de forma a obter alto grau de resistência à umidade.

Os materiais isolantes empregados deverão conter agentes químicos antidegradantes, de maneira a assegurar a não propagação e auto extinção de chama, além da não liberação de gases tóxicos.

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

9.1.3 Meio isolante

Os materiais isolantes do transformador de corrente devem ser, no mínimo, de classe térmica 105 °C (A), conforme ABNT NBR IEC 60085 ou IEC 60085. Quando o transformador de corrente for projetado para elevações de temperatura mais altas, conforme previsto na ABNT NBR 6856, devem ser utilizados materiais compatíveis com a alternativa selecionada.

NOTAS:

- XV. O recomendado é que a resina epóxi seja em tons de laranja, vermelho ou marrom. Outras cores poderão ser aceitas, mediante aprovação previa da Energisa.
- XVI. Outras tecnologias para o sistema de isolamento podem ser aceitos pela Energisa, desde que comprovadamente testada e aprovada.

9.1.4 Terminais de ligação

9.1.4.1 Terminais primários

Os transformadores de corrente devem ser fornecidos com terminais padrão NEMA 2 (dois) furos, confeccionado em cobre, liga de cobre ou alumínio, de alta condutividade, revestidos por imersão a quente de:

- Estanho: Com camada mínima de 8,0 µm;

- Prata: Com camada mínima de 2,0 µm.

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

Devem ser fornecidos em quantidade adequada ao tipo de terminal:

- Parafusos de cabeça sextavada, tipo M12, com rosca 1,75 e comprimento de 40 mm, em liga de cobre;
- Porcas e arruelas de pressão, compatíveis com os parafusos, em liga de cobre;
- Arruelas de pressão, compatíveis com os parafusos, devem ser de aço inoxidável.

NOTA:

XVII. 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.

9.1.4.2 Terminais secundários

Os terminais secundários dos transformadores de corrente devem ser constituídos de um parafuso de fenda, de aço, bicromatizado, rosca M5, de 10 mm de comprimento e uma arruela lisa ou tipo unha, de aço, bicromatizada, de acordo com a Desenho 5.

A bucha terminal (insert) deve possuir configuração que possibilite que a sua fixação no material isolante impeça o seu giro. A superfície da bucha deve ficar no mínimo 1,0 mm saliente em relação à superfície do material isolante.

NOTA:

XVIII. Para os terminais secundários dos equipamentos de uso externo, os terminais devem ser com parafusos e arruelas de aço inoxidável.

9.1.5 Caixa de terminais secundários

9.1.5.1 Uso exterior

Para os transformadores de corrente de uso externo, deve ser previsto 1 (uma) caixa para os terminais secundários, com grau de proteção IP-54, conforme ABNT NBR IEC 60529 ou IEC 60529 ser adequada para:

- Instalação ao tempo, com exposição direta aos raios solares e alta temperatura no interior dos equipamentos;
- Instalação em locais propícios à corrosão, maresia, fungos, insetos etc.;
- Proteção contra animais que possam danificar os equipamentos, aves, roedores etc.;
- Proteção contra vandalismo.


A caixa de terminais secundários deverá conter basicamente:

- a) Dispositivo para selagem com furos de 2,0 mm de diâmetro;
- b) 2 (dois) furos roscados para eletroduto de diâmetro nominal de 20 mm ou 25 mm, em conformidade com ABNT NBR 5598, sendo um em cada lateral, providos com tampões.

9.1.5.2 Uso interno

Para os transformadores de corrente de uso interno, deve ser previsto 1 (uma) caixa para os terminais secundários, transparente, com grau de proteção IP-40, conforme ABNT NBR IEC 60529 ou IEC 60529, com dispositivo para selagem, com furos de 2,0 mm.

9.1.6 Dispositivo de aterramento



Os transformadores de corrente devem possuir, próximo à base, no mínimo, 1 (um) dispositivo de aterramento, confeccionado em material não ferroso ou inoxidável, o qual permita fácil ligação à terra.

Este conector deve ser próprio para ligação de condutores de cobre, alumínio ou aço revestido em cobre, com diâmetro entre 3,2 e 10,5 mm (10 e 70 mm²), preso por meio de um parafuso sextavado.

9.1.7 Dispositivo para içamento

Para os equipamentos que não possuam pontos para içamento definidos na norma, o fornecedor deve incluir no manual de instrução as orientações e facilidades seguras que facilitem o içamento para movimentação.

9.1.8 Capa de proteção dos terminais de ligação

A partir de 01/01/2025, os transformadores de corrente de uso externo, devem vir providas de capas protetoras removíveis, para evitar contatos da fauna com as conexões dos terminais de ligação.

A capa protetora consiste em peça moldada em borracha de silicone ou polietileno de alta densidade (PEAD), sem partes metálicas, resistente aos raios ultravioleta (UV), ao intemperismo e ao trilhamento elétrico, conter sistema de termo e foto estabilização e estar em conformidade com os critérios de poluição estabelecidos na ABNT IEC TS 60815-1 ou IEC TS 60815-1.

NOTA:

XIX. Não serão aceitos, sob hipótese alguma, materiais de borrachas de EPDM e/ou EPDM misturada com silicone.

9.2 Características dimensionais

Os transformadores de corrente devem possuir formato e dimensões, conforme:

- Tipo janela: Desenho 1 e Tabela 1

- Tipo barra: Desenhos 2 e 3 e Tabelas 2 a 8;

As dimensões são dadas em milímetros (mm) e indicadas nos respectivos desenhos. Nos casos omissos a Energisa deverá ser consultada.

9.3 Placa de identificação

O transformador de corrente deve ser provido de placa de identificação metálica, a prova de tempo, em posição visível, fixada apropriadamente ao corpo do transformador.

A placa de identificação deve possuir formato, conforme Desenho 6 e ser confeccionada em:

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

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

NOTA:

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

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

- a) A expressão “TRANSFORMADOR DE CORRENTE”;
- b) Nome do fabricante;
- c) Ano de fabricação (ANO);
- d) Número de série (N.º);
- e) Tipo ou modelo (TIPO);

- f) Para interior ou para exterior (USO);
- g) Norma e ano de sua edição (NORMA/ANO);
- h) Frequência nominal (f_r), em hertz (Hz);
- i) Tensão máxima do equipamento (U_{max}), em quilovolt (kV);
- j) Nível de isolamento (NI_/_/_), em quilovolt (kV);
- k) Fator térmico (F_t);
- l) Corrente primária nominal (I_p), em amperes (a);
- m) Corrente secundária nominal (I_s), em amperes (a);
- n) Exatidão: classe e carga (exatidão);
- o) Corrente suportável nominal de curta duração (I_t), em múltiplo de I_n ;
- p) Valor de crista nominal da corrente suportável (I_d), em múltiplo de I_n ;
- q) Massa total, em quilograma (kg);
- r) Número do manual de instrução (manual), somente em TC para exterior;
- s) Espaço em branco para informações complementares solicitadas pelo usuário, com dimensões de 10 x 50 mm;
- t) QR-CODE, conforme Tabela 9;
- u) Diagrama de ligação, somente em TC para exterior.

NOTA:

XXI. Não serão aceitas placas de identificação com rasuras ou correções.

A partir de 01/01/2025, a placa de identificação deve possuir etiquetas, do tipo autocolante, com código de barras 2D (QR CODE).

9.4 Marcações

Os terminais devem ser nitidamente identificados por marcas permanentes, em baixo relevo, em cor contrastante e indelével. As marcações não poderão ser ocultadas pela pintura.

Na identificação dos terminais, a letra distingue o enrolamento a que pertence o terminal:

- Enrolamento primário: “P”;
- Enrolamento secundário: “S”.

Disposição dos algarismos junto às letras “P” e “S” e os desenhos de identificação dos terminais deverão atender o definido na ABNT NBR 6856.

Deve ser marcado, também, a relação de transformação na carcaça do equipamento, conforme Figura 1.

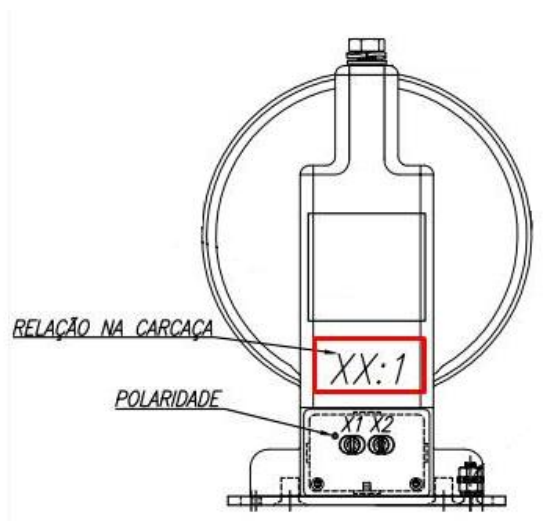


Figura 1 - Relação de transformação

9.5 Fixações externas (ferragens)

As fixações externas em aço (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. As partes ferrosas internas que não podem ou que não devem ser zincadas devem ser protegidas com pasta antioxidante apropriada e vedadas para fins de transporte e armazenagem.

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

Os revestimentos das peças zincadas devem estar:

- Transformadores para ambientes não-agressivos: Em conformidade com ABNT NBR 6323 ou ASTM A153/A153M.
- Transformadores para ambientes agressivos: Com espessura mínima de 54 μm e massa mínima de 380 g/m^2 , tanto individualmente quanto na média.


NOTAS:

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


10 INSPEÇÃO E ENSAIOS

10.1 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 10.2.1, 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 10.4.

- 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 ser 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:

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

10.2 Relação de ensaios

Todos os ensaios relacionados estão constando na Tabela 11.

10.2.1 Ensaios de tipo (T)

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

- a) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial, a seco, conforme item 10.3.3;
- b) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial, sob chuva, conforme item 10.3.4;
- c) Ensaio de impulso atmosférico, conforme item 10.3.5;
- d) Ensaio de corrente suportável nominal de curta duração e valor de crista da corrente suportável, conforme item 10.3.6;
- e) Ensaio de descargas parciais, conforme item 10.3.7;

- f) Ensaio de sobretensão entre espiras, conforme item 10.3.8;
- g) Ensaio de elevação de temperatura, conforme item 10.3.9;
- h) Ensaio de resistência ôhmica dos enrolamentos, conforme item 10.3.10;
- i) Ensaio de exatidão, conforme item 10.3.11;
- j) Ensaio de fator de segurança do instrumento, conforme item 10.3.12;
- k) Ensaio de erro composto para as classes P e PR, conforme item 10.3.13.

10.2.2 Ensaios de recebimento (RE)

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

- a) Inspeção visual, conforme item 10.3.1;
- b) Verificação dimensional, conforme item 10.3.2;
- c) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial, a seco, conforme item 10.3.3;
- d) Ensaio de descargas parciais, conforme item 10.3.7;
- e) Ensaio de sobretensão entre espiras, conforme item 10.3.8;
- f) Ensaio de exatidão, conforme item 10.3.11;
- g) Ensaio de fator de segurança do instrumento, conforme item 10.3.12;
- h) Ensaio de verificação da polaridade, conforme item 10.3.14;
- i) Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco, conforme item 10.3.15;
- j) Ensaio de medição da espessura do revestimento do terminal de ligação, conforme item 10.3.16;
- k) Ensaio de verificação do torque nos terminais, conforme item 10.3.17.

10.2.3 Ensaio especiais (E)

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

- a) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial, a seco, conforme item 10.3.3;
- b) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial, sob chuva, conforme item 10.3.4;
- c) Ensaio de impulso atmosférico, conforme item 10.3.5;
- d) Ensaio de corrente suportável nominal de curta duração e valor de crista da corrente suportável, conforme item 10.3.6;
- e) Ensaio de descargas parciais, conforme item 10.3.7;
- f) Ensaio de sobretensão entre espiras, conforme item 10.3.8;
- g) Ensaio de elevação de temperatura, conforme item 10.3.9;
- h) Ensaio de resistência ôhmica dos enrolamentos, conforme item 10.3.10;
- i) Ensaio de exatidão, conforme item 10.3.11;
- j) Ensaio de fator de segurança do instrumento, conforme item 10.3.12;
- k) Ensaio de erro composto para as classes P e PR, conforme item 10.3.13;
- l) Ensaio de verificação da polaridade, conforme item 10.3.14;
- m) Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco, conforme item 10.3.15;
- n) Ensaio de medição da espessura do revestimento do terminal de ligação, conforme item 10.3.16;
- o) Ensaio de verificação do torque nos terminais, conforme item 10.3.17;

p) Ensaio de tensão de circuito aberto, conforme item 10.3.18.

10.3 Descrição dos ensaios

10.3.1 Inspeção visual

O inspetor deverá efetuar uma inspeção geral verificando os seguintes itens:

- 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) Placa de identificação, conforme item 9.3;
- d) Verificação de marcação dos terminais, conforme item 9.4.

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

10.3.2 Verificação dimensional

O inspetor deverá efetuar uma inspeção dimensionais dos transformadores de corrente e seus componentes, conforme Desenhos 1 e 3 e Tabelas 1 a 8.

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

10.3.3 Ensaio de tensão suportável à frequência industrial, a seco

10.3.3.1 Em enrolamentos primários

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

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

10.3.3.2 Em enrolamentos secundários e entre seções

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

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de descargas disruptivas ou evidências de falha no isolamento.

10.3.4 Ensaio de tensão suportável à frequência industrial, sob chuva

Este ensaio é somente aplicável aos transformadores de corrente de uso externo.

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

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

10.3.5 Ensaio de impulso atmosférico

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

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- a) Descarga disruptiva no isolamento interno e ao longo do isolamento externo não autorrecuperante;
- b) Mais que duas descargas ao longo do isolamento externo autorrecuperante (pelo ar);
- c) Falha de isolamento, por exemplo, variações na forma de onda das grandezas registrada;
- d) Ruído audível proveniente da amostra, durante o ensaio
- e) Reprava nos ensaios de rotina de medição de descargas parciais, capacitância e fator de perdas dielétricas após ensaio de impulso.

10.3.6 Ensaio de corrente suportável nominal de curta duração e valor de crista da corrente suportável

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

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- a) Danos visíveis ou deterioração significativa (por exemplo, carbonização) do isolamento próximo à superfície de ambos os enrolamentos primário e secundário;
- b) Não permanecer dentro da sua classe de exatidão especificada;
- c) Ser reprovados nos ensaios de elevação de temperatura, de impulso atmosférico e tensão suportável à frequência industrial, sob chuva.

10.3.7 Ensaio de descargas parciais

O ensaio deve ser executado conforme 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 limites especificados na ABNT NBR 6856.

10.3.8 Ensaio de sobretensão entre espiras

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

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

10.3.9 Ensaio de elevação de temperatura

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

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de temperatura superiores aos valores especificados no item 8.10.

10.3.10 Ensaio de resistência ôhmica dos enrolamentos

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

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

NOTA:

XXV. Quando não especificados, os valores obtidos são meramente informativos.

10.3.11 Ensaio de exatidão

O ensaio deve ser executado conforme 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.

10.3.12 Ensaio de fator de segurança do instrumento

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

Constitui falha, se a amostra apresentar:

- Procedimento “A”: o valor eficaz da tensão obtida for superior à força eletromotriz limite de exatidão.
- Procedimento “B”: a corrente de excitação, medida à tensão correspondente à força eletromotriz limite de exatidão, deve resultar em um erro composto inferior a 10 %.

10.3.13 Ensaio de erro composto para as classes P e PR

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

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de erro composto encontrado atender aos limites estabelecidos para cada classe de proteção, conforme ABNT NBR 6856.

10.3.14 Ensaio de verificação da polaridade

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

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Método de comparação: existência de corrente no amperímetro indica que as polaridades dos 2 (dois) TC's são idênticas;
- Método da corrente contínua: as deflexões momentâneas do ponteiro forem em sentidos opostos para ambas as posições da chave.

10.3.15 Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco

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

10.3.15.1 Ensaio de massa por unidade de área

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


Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos inferiores aos especificados no item 9.5.

10.3.15.2 Ensaio de aderência da camada

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

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos inferiores aos especificados no item 9.5.

10.3.15.3 Ensaio de espessura da camada



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

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos inferiores aos especificados no item 9.5.

10.3.15.4 Ensaio de uniformidade da camada

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

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos inferiores aos especificados no item 9.5.

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

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

10.3.16.1 Camada de estanho

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

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de não-conformidade aos requisitos estabelecidos no item 9.1.4.

10.3.16.2 Camada de prata

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

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de não-conformidade aos requisitos estabelecidos no item 9.1.4.

10.3.17 Ensaio de verificação do torque nos terminais



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

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

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de qualquer dano ou deformação permanente nos parafusos, porcas ou componentes dos terminais ou dispositivo de aterramento.

10.3.18 Ensaio de tensão de circuito aberto

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

Constitui falha, se a amostra apresentar:

- a) Valor da tensão de circuito aberto para cada enrolamento secundário for inferior à 3,5 kV de crista.
- b) Não suportabilidade de aplicação da tensão de circuito aberto durante 1,0 (um) minuto, sem quaisquer danos aos enrolamentos secundários.
- c) Erros de relação e defasagem medidos após o ensaio de tensão de circuito aberto não permanecerem dentro da classe de exatidão especificada.

10.4 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.

11 PLANOS DE AMOSTRAGEM

11.1 Ensaios de tipo e especiais

O plano de amostragem para os ensaios de tipo e especiais deve seguir as orientações da ABNT NBR 6856 e demais normas indicadas.

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

11.2 Ensaios de recebimento

O plano de amostragem para os ensaios de recebimento de um lote está estabelecido na Tabela 10 para o produto acabado.

Se o lote a ser fornecido for constituído por mais de 5.000 unidades, essa quantidade deve ser dividida em vários lotes com menor número, cada um deles contendo entre 500 e 1.200 unidades.

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

12 ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

12.1 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.

12.2 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 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 10;
- 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.

13 NOTAS COMPLEMENTARES

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

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

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


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

normas.tecnicas@energisa.com.br

14 HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO

Data	Versão	Descrição das alterações realizadas
01/04/2022	0.0	<ul style="list-style-type: none">1ª Edição.
01/10/2023	1.0	<ul style="list-style-type: none">Revisão geral.
15/10/2023	1.1	<ul style="list-style-type: none">Atualização da Tabela 1;Inclusão dos itens 9.1.5.1 e 9.1.5.2;Alteração dos itens 7.6 e 9.4.

15 VIGÊNCIA



Esta Especificação Técnica entra em vigor na data de 01/02/2024 e revoga as documentações anteriores do grupo Energisa.

16 TABELAS

TABELA 1 - Características técnicas dos transformadores de corrente tipo janela para 0,6 kV



Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	91507	91508	91509
Tipo	Janela		
Aplicação	Interno		
Isolação	Seco		
Tensão primária nominal (V)	220 / 380		
Nível de isolamento	0,6		
Tensão suportável nominal de impulso atmosférico (kV _{cr})	4,0		
Relação de corrente	200	400	600
Corrente secundária nominal (A)	5		

TABELA 1 - Características técnicas dos transformadores de corrente tipo janela para 0,6 kV - Continuação

Código Energisa	91507	91508	91509
Classe de exatidão	5VA 0,3 (0,3C5)		
Fator térmico nominal	2		
Corrente térmica nominal (I_t)	(A)	60 * I_n	
Corrente dinâmica nominal (I_d)		150 * I_n	
Dimensional da janela de passagem	(mm)	40	60
Empresas	EAC / EMR / EMS / EMT / EPB / ERO / ESE / ESS / ETO		

TABELA 2 - Características técnicas dos transformadores de corrente tipo barra para 0,6 kV



Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa		91504	91507	91505
Tipo		Barra		
Aplicação		Interno		
Isolação		Seco		
Tensão primária nominal	(V)	220 / 380		
Nível de Isolamento	(kV)	0,6		
Tensão suportável nominal de impulso atmosférico	(kV _{cr})	4,0		
Relação de corrente		200	400	600
Corrente secundária nominal	(A)	5		
Classe de exatidão		5 VA 0,3 (0,3C5)		
Fator térmico nominal		2		
Corrente térmica nominal (I _t)	(A)	60 * I _n		

TABELA 2 - Características técnicas dos transformadores de corrente tipo barra para 0,6 kV - Continuação

Código Energisa	91504	91507	91505
Corrente dinâmica nominal (I_d)	150 * I_n		
Empresas	EAC / EMR / EMS / EMT / EPB / ERO / ESE / ESS / ETO		

TABELA 3 - Características técnicas dos transformadores de corrente tipo barra 15 kV para uso interno



Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	91510	91511	91512	91513	91514	91515	91517
Tipo	Barra						
Aplicação	Interno						
Isolação	Seco						
Tensão primária nominal	11,4/ $\sqrt{3}$ ou 13,8/ $\sqrt{3}$						
Nível de Isolamento	15,0						
Tensão suportável nominal de impulso atmosférico	95						
Tensão suportável nominal à frequência industrial, durante 1 min.	34						
Relação de corrente	5	15	25	50	75	100	150
Corrente secundária nominal	5						

TABELA 3 - Características técnicas dos transformadores de corrente tipo barra 15 kV para uso interno -
 Continuação

Código Energisa	91510	91511	91512	91513	91514	91515	91517
Classe de exatidão	12,5 VA 0,3 (0,3C12,5)						
Fator térmico nominal	2						
Corrente térmica nominal (It)	(A)	60 * In					
Corrente dinâmica nominal (Id)		150 * In					
Empresas	EAC / EMR / EMS / EMT / EPB / ERO / ESE / ESS / ETO						

TABELA 4 - Características técnicas dos transformadores de corrente tipo barra 24,2 kV para uso interno



Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	91518	91519	91520	91521	91522	91523	91524
Tipo	Barra						
Aplicação	Interno						
Isolação	Seco						
Tensão primária nominal	(kV)	22,0/√3					
		12,702					
Nível de Isolamento	24,0 / 24,2						
Tensão suportável nominal de impulso atmosférico	(kVcr)	125					
Tensão suportável nominal à frequência industrial, durante 1 min.	(kVef)	50					
Relação de corrente	5	15	25	50	75	100	150
Corrente secundária nominal	(A)	5					

TABELA 4 - Características técnicas dos transformadores de corrente tipo barra 24,2 kV para uso interno -
Continuação

Código Energisa	91518	91519	91520	91521	91522	91523	91524
Classe de exatidão	12,5 VA 0,3 (0,3C12,5)						
Fator térmico nominal	2						
Corrente térmica nominal (It)	(A)	60 * In					
Corrente dinâmica nominal (Id)		150 * In					
Empresas	EMR / EMS						

TABELA 5 - Características técnicas dos transformadores de corrente tipo barra 36,2 kV para uso interno



Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa		91525	91526	91527	91528	91529
Tipo		Barra				
Aplicação		Interno				
Isolação		Seco				
Tensão primária nominal	(kV)	34,5 / √3				
		19,919				
Nível de Isolamento		36,0 / 36,2				
Tensão suportável nominal de impulso atmosférico	(kVcr)	170				
Tensão suportável nominal à frequência industrial, durante 1 min.	(kVef)	70				
Relação de corrente		5	15	25	50	75
Corrente secundária nominal	(A)	5				

TABELA 5 - Características técnicas dos transformadores de corrente tipo barra 36,2 kV para uso interno -
Continuação

Código Energisa	91525	91526	91527	91528	91529
Classe de exatidão	12,5 VA 0,3 (0,3C12,5)				
Fator térmico nominal	2				
Corrente térmica nominal (I _t)	(A)	60 * I _n			
Corrente dinâmica nominal (I _d)		150 * I _n			
Empresas	EMR / EMS				

TABELA 6 - Características técnicas dos transformadores de corrente tipo barra 15,0 kV para uso externo



Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	91530	91531	91532	91533	91534	91535	91536
Tipo	Barra						
Aplicação	Externo						
Isolação	Seco						
Tensão primária nominal	(kV)	11,4/√3 ou 13,8/√3					
		6,582 ou 7,968					
Nível de Isolamento	15,0						
Tensão suportável nominal de impulso atmosférico	(kVcr)	95					
Tensão suportável nominal à frequência industrial, durante 1 min.	(kVef)	34					
Relação de corrente	5	15	25	50	75	100	150
Corrente secundária nominal	(A)	5					

TABELA 6 - Características técnicas dos transformadores de corrente tipo barra 15,0 kV para uso externo -
Continuação

Código Energisa	91530	91531	91532	91533	91534	91535	91536
Classe de exatidão	12,5 VA 0,3 (0,3C12,5)						
Fator térmico nominal	2						
Corrente térmica nominal (I _t)	(A)	60 * I _n					
Corrente dinâmica nominal (I _d)		150 * I _n					
Empresas	EAC / EMR / EMS / EMT / EPB / ERO / ESE / ESS / ETO						

TABELA 7 - Características técnicas dos transformadores de corrente tipo barra 24,2 kV para uso externo



Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	91537	91538	91539	91540	91541	91542	91543
Tipo	Barra						
Aplicação	Externo						
Isolação	Seco						
Tensão primária nominal	(kV)	22,0/√3					
		12,702					
Nível de Isolamento	24,0 / 24,2						
Tensão suportável nominal de impulso atmosférico	(kVcr)	125					
Tensão suportável nominal à frequência industrial, durante 1 min.	(kVef)	50					
Relação de corrente	5	15	25	50	75	100	150
Corrente secundária nominal	(A)	5					

TABELA 7 - Características técnicas dos transformadores de corrente tipo barra 24,2 kV para uso externo -
Continuação

Código Energisa	91537	91538	91539	91540	91541	91542	91543
Classe de exatidão	12,5 VA 0,3 (0,3C12,5)						
Fator térmico nominal	2						
Corrente térmica nominal (It)	(A)	60 * In					
Corrente dinâmica nominal (Id)		150 * In					
Empresas	EMR / EMS						

TABELA 8 - Características técnicas dos transformadores de corrente tipo barra 36,2 kV para uso externo



Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa		91544	91545	91546	91547	92234
Tipo		Barra				
Aplicação		Externo				
Isolação		Seco				
Tensão primária nominal	(kV)	34,5 / /3				
		19,919				
Nível de Isolamento		36,0 / 36,2				
Tensão suportável nominal de impulso atmosférico	(kVcr)	170				
Tensão suportável nominal à frequência industrial, durante 1 min.	(kVef)	70				
Relação de corrente		5	15	25	50	75
Corrente secundária nominal	(A)	5				

TABELA 8 - Características técnicas dos transformadores de corrente tipo barra 36,2 kV para uso externo -
Continuação

Código Energisa	91544	91545	91546	91547	92234
Classe de exatidão	12,5 VA 0,3 (0,3C12,5)				
Fator térmico nominal	2				
Corrente térmica nominal (It)	(A)	60 * In			
Corrente dinâmica nominal (Id)		150 * In			
Empresas	EMR / EMS				

TABELA 9 - 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	Relação de corrente	03 numéricos	ex.: 300
8	Tensão nominal (kV)	4 (numéricos e virgula)	ex.1: 34,5 ex.2: 19,9
9	Número de patrimonial	11 numéricos	ex.: 5603002010
10	Número da ordem de compra	15 (alfanuméricos, espaço e barras)	ex.: 4400004444/2016

TABELA 10 - Planos de amostragem e critério de aceitação

Tamanho do lote	Amostragem dupla normal Nível de inspeção S3 NQA 1,5 %			
	Amostra		Ac	Re
	Seq.	Tam.		
até 50	-	5	0	1
51 a 90	-	8	0	1
91 a 150	-	13	0	1
151 a 280	1 ^a	20	0	2
	2 ^a		1	2
281 a 500	1 ^a	32	0	2
	2 ^a		1	2
501 a 1.200	1 ^a	50	0	3
	2 ^a		3	4
1.201 a 5.000	1 ^a	80	1	4
	2 ^a		4	5

Legenda:

Seq. - Sequência da amostra;

Tam. - Tamanho da amostra;

Ac - Número de aceitação;

Re - Número de rejeição.

TABELA 11 - Relação de ensaios

Item	Descrição dos ensaios	Tipo de ensaios
10.3.1	Inspeção visual	RE
10.3.2	Verificação dimensional	RE
10.3.3	Ensaio de tensão suportável à frequência industrial, a seco	T / RE / E
10.3.4	Ensaio de tensão suportável à frequência industrial, sob chuva	T / E
10.3.5	Ensaio de impulso atmosférico	T / E
10.3.6	Ensaio de corrente suportável nominal de curta duração e valor de crista da corrente suportável	T / E
10.3.7	Ensaio de descargas parciais	T / RE / E
10.3.8	Ensaio de sobretensão entre espiras	T / RE / E
10.3.9	Ensaio de elevação de temperatura	T / E
10.3.10	Ensaio de resistência ôhmica dos enrolamentos	T / E
10.3.11	Ensaio de exatidão	T / RE / E
10.3.12	Ensaio de fator de segurança do instrumento	T / RE / E
10.3.13	Ensaio de erro composto para as classes P e PR	T / E
10.3.14	Ensaio de verificação da polaridade	RE / E
10.3.15	Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco	RE
10.3.16	Ensaio de medição da espessura do revestimento do terminal de ligação	RE
10.3.17	Ensaio de verificação do torque nos terminais	RE
10.3.18	Ensaio de tensão de circuito aberto	E

Legenda:

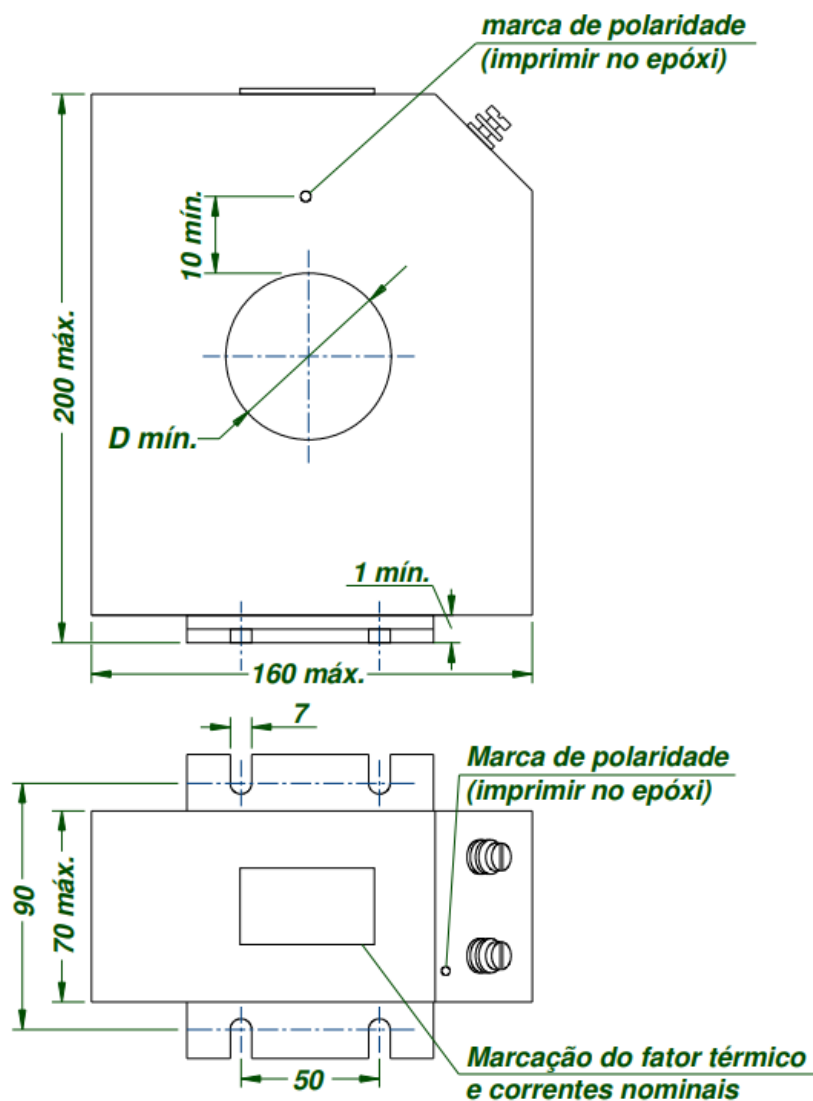
T - Ensaio de tipo;

RE - Ensaio de recebimento;

E - Ensaio especial.

17 DESENHOS

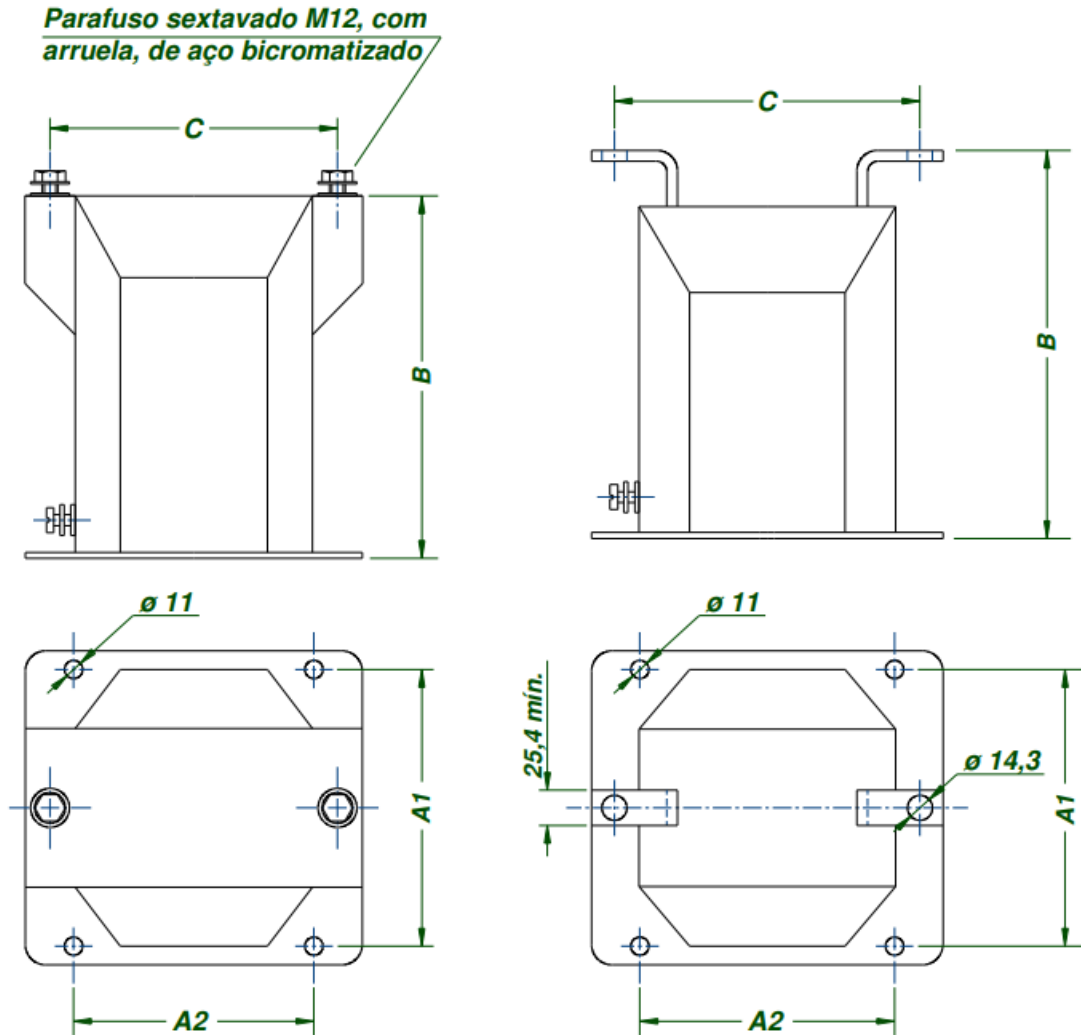
DESENHO 1 - Características dimensionais do transformador de corrente tipo janela




NOTAS:

- I. Dimensões em milímetros (mm);
- II. O diâmetro D deve estar de acordo com a corrente nominal do TC;
- III. Outras formas são aceitas desde que mantidas as dimensões apresentadas. As partes não cotadas são de caráter orientativo.

DESENHO 2 - Características dimensionais do transformador de corrente tipo barra para uso interno



Classe de tensão	Dimensões				Massa (máx.)
	A1	A2	B	C	
(kV)	(mm)				(kg)
Até 15,0	110	110	250 ± 5	190	10
24,2	130	130	250 ± 5	190	20
		160	325 ± 5		
36,2	210	280	400 ± 10	220	60

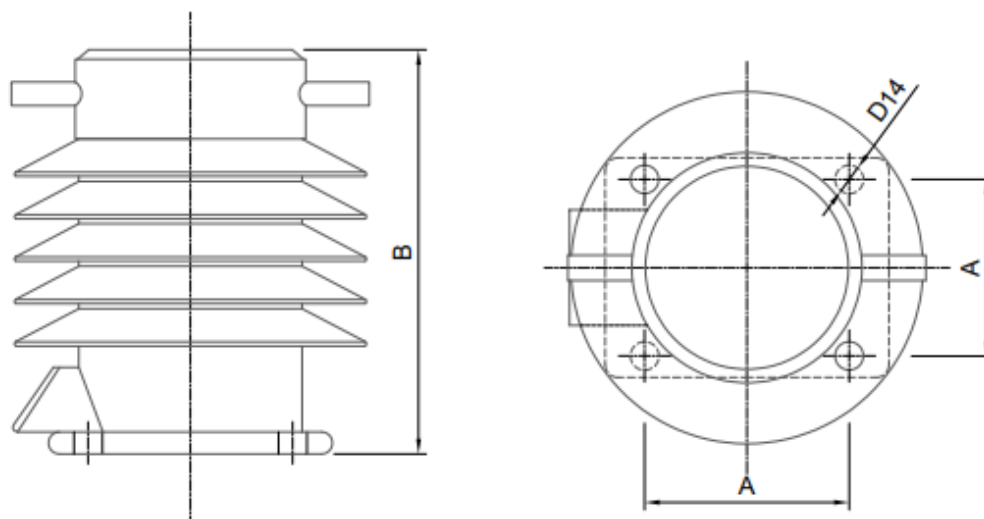


DESENHO 2 - Características dimensionais do transformador de corrente tipo barra para uso interno - Continuação

NOTAS:

- I. Dimensões em milímetros (mm);
- II. O formato TC pode ser diferente, desde que mantidas as dimensões estabelecidas.
- III. Os terminais secundários e a placa de identificação podem estar localizados em qualquer uma das faces do TC.

DESENHO 3 - Características dimensionais do transformador de corrente tipo barra para uso externo

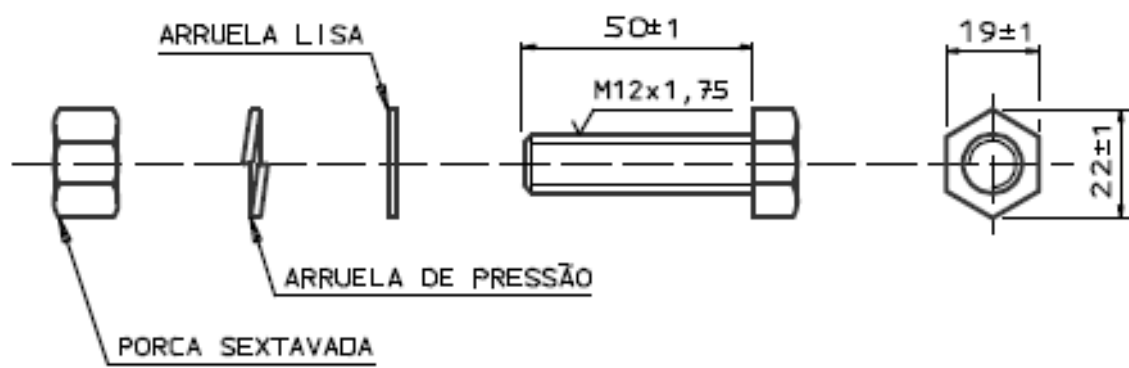
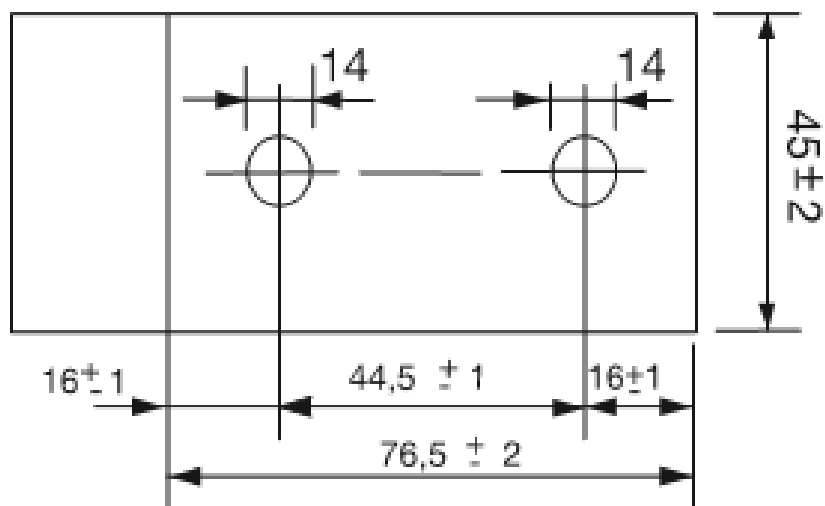


NOTAS:

- I. Dimensões em milímetros (mm);
- II. O formato TC pode ser diferente, desde que mantidas as dimensões estabelecidas.
- III. Os terminais secundários e a placa de identificação podem estar localizados em qualquer uma das faces do TC.

Classe de tensão (kV)	Dimensões (mm)		Massa (máx.) (kg)
	A	B (Máx.)	
15,0	200	350	35
24,2	200	460	65
	250		
36,2	250	590	100

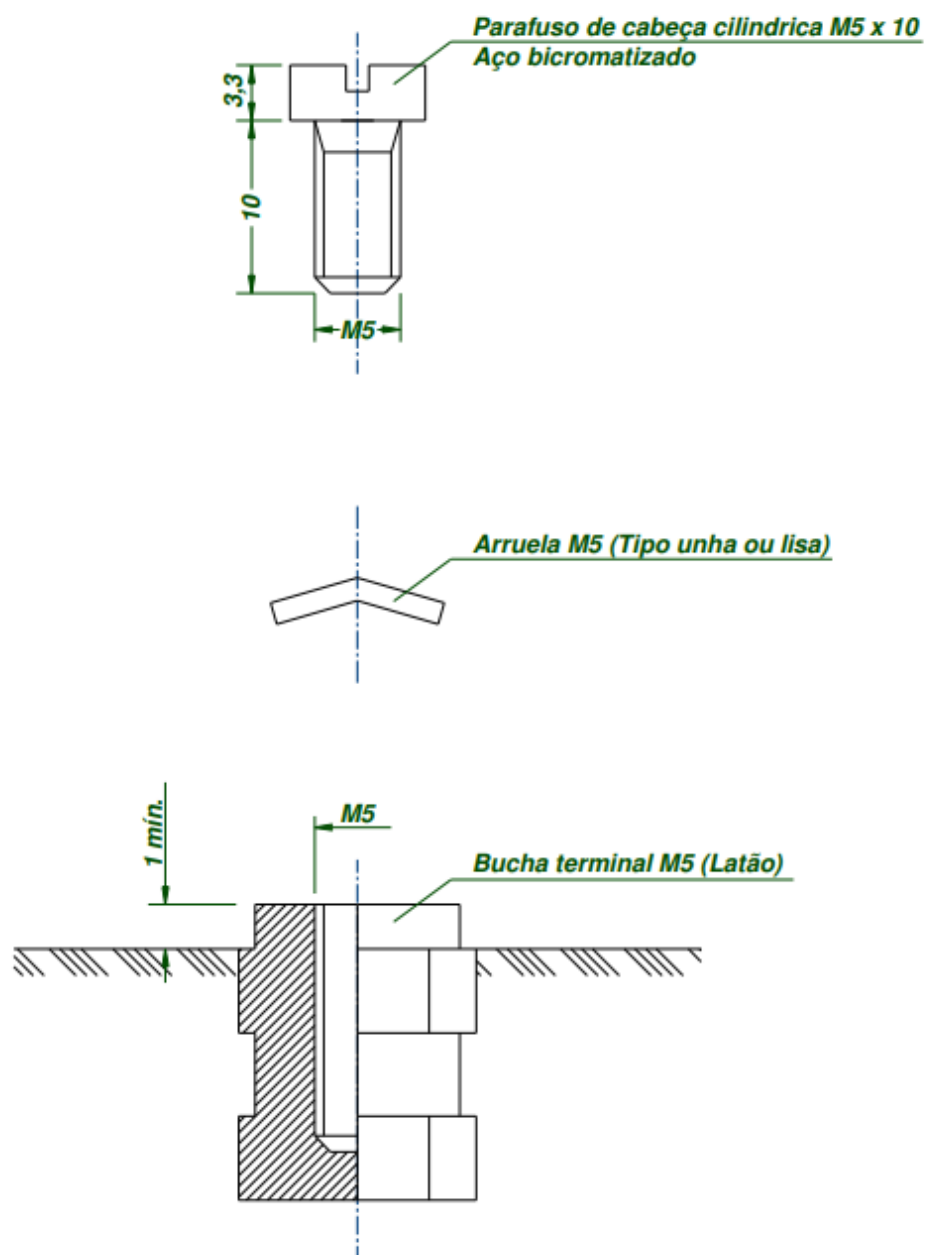
DESENHO 4 - Terminal primário dos transformadores de corrente para externo



NOTA:

I. Em milímetros (mm).

DESENHO 5 - Terminal secundário dos transformadores de corrente



NOTA:

- I. Em milímetros (mm).

DESENHO 6 - Placa de identificação do transformador de corrente (modelos)

TRANSFORMADOR DE CORRENTE			
Tipo	<input type="text"/>	N°	<input type="text"/> ANO <input type="text"/>
$U_{m\acute{a}x.}$	<input type="text"/> kV	Uso	<input type="text" value="EXTERIOR"/>
N.l.	<input type="text" value="/ / -"/> kV	NORMA/ANO	<input type="text"/>
It / Id	<input type="text" value="/"/> In	Ft	<input type="text"/>
f	<input type="text"/> Hz	MANUAL	<input type="text"/>
$M_{total}/\acute{O}LEO$	<input type="text" value="/"/> kg	ENCOM	<input type="text"/>
<input type="text" value="Ip - Is (A)"/> - 5		EXATIDÃO	
<input type="text"/>		P1	P2
<input type="text"/>		S1	S2
INDÚSTRIA BRASILEIRA			

18 ANEXOS

ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas

TRANSFORMADOR DE CORRENTE PARA MEDIÇÃO E FATURAMENTO

Nome do fabricante

Nº da licitação

Nº da proposta

Item	Descrição	Características / unidade
1	Tipo/Modelo:	
2	Código do material:	
2.1	a) Código fabricante:	
2.2	b) Código Energisa:	
3	Tensão nominal:	kV
4	Máxima tensão de operação contínua:	kV
5	Frequência nominal:	Hz
6	Fator térmico baseado em 30 °C de temperatura ambiente:	
6.1	a) Núcleo de medição:	
6.2	b) Núcleo de proteção (se aplicável):	
7	Corrente dinâmica de curta duração:	
7.1	a) Maior relação:	kA
7.2	b) Menor relação:	kA
8	Corrente térmica nominal de curta duração, 1,0 segundo:	
8.1	a) Maior relação:	kA
8.2	b) Menor relação:	kA
9	Elevação da temperatura para operação contínua e carga total, com temperatura ambiente de 40 °C:	°C
10	Tensão suportável nominal à frequência industrial	kV
11	Tensão suportável nominal à frequência industrial, sob chuva:	kV
12	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico:	kV

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


Item	Descrição	Características / unidade
13	Nível máximo de descargas parciais:	pC
14	Relações de transformação:	
15	Classes de exatidão:	
16	Limitação da tensão de circuito aberto:	Vcr
17	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
18	Resistência secundária:	
18.1	a) Maior relação:	Ω
18.2	b) Menor relação:	Ω
19	Número de espiras:	
19.1	a) Primárias:	
19.2	b) Secundárias:	
20	Curva de excitação do secundário:	
21	Tipo de núcleo:	
22	Material do núcleo:	
23	Núcleo/comprimento médio do caminho magnético:	
24	Número de núcleos:	
25	Densidades de corrente:	
25.1	a) No enrolamento primário:	A/mm ²
25.2	b) No enrolamento secundário:	A/mm ²
26	Curva saturação até 10 A de cada transformador proposto:	
27	Parte ativa:	
27.1	a) Tipo do aço (GO):	
27.2	b) Espessura da chapa:	
27.3	c) Perdas máximas a 1,5 T, 60 Hz:	W/kg
27.4	d) Máximo teor % de carbono / silício:	% / %
27.5	e) Tipo de revestimento do isolamento eletromagnético:	
27.6	f) Tipo do papel isolante:	

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

Item	Descrição	Características / unidade
28	Máxima força horizontal de tração nos terminais primários:	daN
29	Dimensões do equipamento:	
29.1	a) Largura:	mm
29.2	b) Comprimento:	mm
29.3	c) Altura:	mm
30	Dimensões aproximadas para transporte:	
30.1	a) Largura:	mm
30.2	b) Comprimento:	mm
30.3	c) Altura:	mm
31	Embalagem:	
32	Número de unidades por caixa:	
33	Massa total:	
33.1	a) Individual:	kg
33.2	b) Embalagem:	kg

NOTAS:

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



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

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

