

Transformador de potencial indutivo (TPI) para sistema de medição

ENERGISA/GTD-NRM/Nº010/2021

Especificação Técnica Unificada

ETU - 164

Versão 0.0 - Março / 2021



Apresentação

Esta Especificação Técnica apresenta as diretrizes necessárias para padronização das características técnicas e requisitos mínimos, elétricos e mecânicos, exigidos para fornecimento de transformadores de potencial (TP), indutivos, de tensão máxima até 36,2 kV, interno e externos, destinados a serviços de medição, nas empresas do Grupo Energisa S.A.

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

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

A presente revisão desta Especificação Técnica é a Versão 0.0, datada de Março de 2021.

Cataguases - MG, Março de 2021.

GTD - Gerência Técnica de Distribuição

CEMEP - Coordenação de Engenharia de Medição e Perdas

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





Equipe técnica de elaboração da ETU-164

Acassio Maximiano Mendonca

Grupo Energisa

Joao Vitor Machado Mariquito

Energisa Minas Gerais / Energisa Nova Friburgo

Aessio Bezerra Lima

Energisa Tocantins

John David Souza Gomes

Energisa Acre

Augustin Gonzalo Abreu Lopez

Grupo Energisa

Marco Antonio Pinheiro Flores

Grupo Energisa

Carlos Eduardo Monteiro Costa

Energisa Borborema / Energisa Paraiba

Moises Dias Santos

Grupo Energisa

Clayton Alves da Silva

Energisa Mato Grosso

Priscila Cristina Brito dos Santos

Energisa Rondônia

Danilo Maranhão de Farias Santana

Grupo Energisa

Ricardo Machado de Moraes

Grupo Energisa

Eduarly Freitas do Nascimento

Grupo Energisa

Ricardo Ary Rufato Zaia

Energisa Mato Grosso do Sul

Gilberto Teixeira Carrera

Grupo Energisa

Ricardo Campos Rios

Grupo Energisa

Hitalo Sarmiento de Sousa Lemos

Grupo Energisa

Ricardo Machado de Moraes

Grupo Energisa

Joanis Eduardo Ulian Jorge

Energisa Sul-Sudeste

Rosiane Santos Silva

Energisa Sergipe



Aprovação técnica

Ademálio de Assis Cordeiro

Grupo Energisa

Juliano Ferraz de Paula

Energisa Sergipe

Amaury Antônio Damiance

Energisa Mato Grosso

Marcelo Cordeiro Ferraz

Dir. Suprimentos Logística

Fabio Lancelotti

Energisa Minas Gerais / Energisa Nova Friburgo

Paulo Roberto dos Santos

Energisa Mato Grosso do Sul

Fabrcio Sampaio Medeiros

Energisa Rondônia

Ricardo Alexandre Xavier Gomes

Energisa Acre

Fernando Lima Costalonga

Energisa Tocantins

Rodrigo Brandão Fraiha

Energisa Sul-Sudeste

Jairo Kennedy Soares Perez

Energisa Borborema / Energisa Paraíba

Sumário

1	OBJETIVO.....	8
2	CAMPO DE APLICAÇÃO.....	8
3	OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS.....	8
4	REFERÊNCIAS NORMATIVAS	8
4.1	LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO FEDERAL	9
4.2	NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS	9
4.3	NORMAS TÉCNICAS INTERNACIONAIS	12
5	TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES	13
5.1	TRANSFORMADOR DE POTENCIAL (TPI).....	14
5.2	TRANSFORMADOR DE POTENCIAL PARA MEDIÇÃO	14
5.3	FATOR DE SOBRETENSÃO (FST)	14
5.4	TENSÃO MÁXIMA DO EQUIPAMENTO (U_M)	14
5.5	TENSÃO NOMINAL DO EQUIPAMENTO.....	14
5.6	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	14
5.7	ENSAIOS DE TIPO	15
5.8	ENSAIOS ESPECIAIS	15
6	CONDIÇÕES GERAIS	15
6.1	CONDIÇÕES DO SERVIÇO	15
6.2	LINGUAGENS E UNIDADES DE MEDIDA	16
6.3	ACONDICIONAMENTO	17
6.4	MEIO AMBIENTE	18
6.5	EXPECTATIVA DE VIDA ÚTIL	19
6.6	GARANTIA	19
6.7	NUMERAÇÃO DE PATRIMÔNIO.....	20
6.8	INCORPORAÇÃO AO PATRIMÔNIO DA ENERGISA	20
6.9	MANUAL DE INSTRUÇÕES DE MONTAGEM, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	21
7	CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS	22
7.1	TENSÃO MÁXIMA DO EQUIPAMENTO (U_{MAX}).....	22
7.2	NÍVEL DE ISOLAMENTO.....	23
7.3	FREQUÊNCIA NOMINAL	23
7.4	RELAÇÃO NOMINAL E TENSÃO SECUNDÁRIA.....	23
7.5	DESCARGAS PARCIAIS	23
7.6	CARGAS E CLASSES DE EXATIDÃO	23
7.7	POTÊNCIA TÉRMICA (P_{TERM})	23
7.8	ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA.....	23
7.9	POLARIDADE	24
7.10	REQUISITOS DE ISOLAMENTO PARA ENROLAMENTOS SECUNDÁRIOS	24
7.11	CAPACIDADE DE SUPORTAR CURTO-CIRCUITO	24

7.12	GRUPO DE LIGAÇÕES	24
8	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS	25
8.1	MATERIAIS	25
8.1.1	Núcleo.....	25
8.1.2	Meio Isolante	25
8.1.3	Buchas.....	25
8.1.4	Terminais	26
8.1.4.1	Terminais primários para interior	26
8.1.4.2	Terminais primários para exterior	26
8.1.4.3	Terminais secundários	27
8.1.4.4	Caixa de terminais secundários	27
8.1.5	Aterramento.....	28
8.1.6	Protetores de buchas em terminais.....	28
8.2	DIMENSÕES.....	28
8.2.1	TP para interior.....	29
8.2.2	TP para exterior	29
8.3	ACABAMENTO	29
8.4	IDENTIFICAÇÃO	29
8.5	DISPOSITIVO PARA IÇAMENTO	31
9	MARCAÇÕES	31
10	INSPEÇÃO E ENSAIOS.....	31
10.1	GENERALIDADES.....	31
10.2	RELAÇÃO DE ENSAIOS.....	36
10.2.1	Ensaio de tipo (T)	36
10.2.2	Ensaio de recebimento (RE)	36
10.2.3	Ensaio especiais (E).....	37
10.3	DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS.....	37
10.3.1	Inspeção visual	37
10.3.2	Verificação dimensional.....	38
10.3.3	Elevação de temperatura	38
10.3.4	Curto-circuito.....	38
10.3.5	Impulso atmosférico	39
10.3.6	Tensão aplicada sob chuva para transformadores	39
10.3.7	Resistência ôhmica dos enrolamentos	40
10.3.8	Corrente de excitação e perdas em vazio	40
10.3.9	Impedância de curto-circuito	40
10.3.10	Exatidão	40
10.3.11	Tensão suportável à frequência industrial em enrolamentos primários	40
10.3.12	Tensão suportável à frequência industrial em enrolamentos secundários e entre seções.....	41
10.3.13	Medição de descargas parciais	41
10.3.14	Verificação da espessura da camada de estanho.....	41
10.3.15	Verificação da espessura da camada de zinco.....	41

10.4	RELATÓRIOS DOS ENSAIOS	42
11	PLANOS DE AMOSTRAGEM.....	43
11.1	ENSAIOS DE TIPO	43
11.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	43
11.3	ENSAIOS ESPECIAIS	43
12	ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO	43
12.1	ENSAIOS DE TIPO	43
12.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	44
13	NOTAS COMPLEMENTARES	44
14	HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO	45
15	VIGÊNCIA	45
16	TABELAS	46
	TABELA 1 - Características técnicas dos transformadores de potencial padronizados	46
	TABELA 2 - Níveis de isolamento de TPI para interior e exterior	50
	TABELA 3 - Relações nominais e tensões secundárias	50
	TABELA 4 - Planos de amostragem para ensaios de recebimento	51
	TABELA 5 - Relação de ensaios.....	52
17	DESENHOS	53
	DESENHO 1 - Dimensões padronizadas dos TP para interior	53
	DESENHO 2 - Dimensões padronizadas dos TP para exterior	55
	DESENHO 3 - Terminal primário dos TP para interior.....	57
	DESENHO 4 - Terminal secundário dos TP com isolamento sólida.....	58
	DESENHO 5 - Placa de identificação dos TP para exterior	59
18	ANEXO	60
	ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas	60

1 OBJETIVO

Esta Especificação Técnica estabelece os requisitos técnicos mínimos exigíveis, mecânicos e elétricos, para fabricação e recebimento de Transformadores de potencial (TPI), para uso interno ou externo, monofásicos, de classe de tensão máxima até 36,2 kV, 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, em média tensão, em áreas urbanas e rurais, previstas nas normas técnicas em vigência nas Empresas do Grupo Energisa.

Esta Especificação Técnica não se aplica aos:

- Transformadores de potencial para subestações de distribuição (SED);
- Transformadores de potencial capacitivos.

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 6855, Transformador de potencial indutivo - Requisitos e ensaios
- ABNT NBR 10020, Transformadores de potencial 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 potencial 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
- Decreto Federal N.º 41.019, de 26/02/1957, Regulamenta os serviços de energia elétrica
- Decreto Federal N.º 73.080, de 05/11/73, Altera o artigo 47, do Decreto número 41.019, de 26 de fevereiro de 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
- Resolução CONAMA N.º 1, de 23/01/1986, Dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA
- Resolução CONAMA N.º 237, de 19/12/1997, Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente

4.2 Normas técnicas brasileiras

- 
- 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 6181, Classificação de meios corrosivos
 - 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 7824, Sistemas de revestimentos protetores com finalidade anticorrosiva
 - ABNT NBR 7825, Sistemas de revestimentos protetores com finalidade anticorrosiva acrílico termoplástico
 - ABNT NBR 7826, Sistemas de revestimentos protetores com finalidade anticorrosiva alquídico

- ABNT NBR 7827, Sistemas de revestimentos protetores com finalidade anticorrosiva - Borracha clorada
- ABNT NBR 7828, Sistemas de revestimentos protetores com finalidade anticorrosiva silicato de etila rico em zinco - Procedimento
- ABNT NBR 7829, Sistemas de revestimentos protetores com finalidade anticorrosiva epóxi alcatrão de hulha-poliamida
- ABNT NBR 7830, Sistemas de revestimentos protetores com finalidade anticorrosiva epóxi alcatrão de hulha-poliamina - Procedimento
- ABNT NBR 7831, Sistemas de revestimentos protetores com finalidade anticorrosiva epóxi poliamida
- ABNT NBR 7832, Sistemas de revestimentos protetores com finalidade anticorrosiva - Epóxi poliamina
- ABNT NBR 7833, Sistemas de revestimentos protetores com finalidade anticorrosiva - Poliuretano
- 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 térmica e designação
- 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 ISO 261, Rosca métrica ISO de uso geral - Plano geral
- ABNT NBR ISO 262, Rosca métrica ISO de uso geral - Seleção de diâmetros para parafusos e porcas

- ABNT NBR ISO 68-1, Rosca métrica ISO de uso geral - Perfil básico - Parte 1: Rosca métrica para parafusos
- ABNT NBR ISO 724, Rosca métrica ISO de uso geral - Dimensões básicas
- ABNT NBR ISO 965-1, Rosca métrica ISO de uso geral - Tolerâncias - Parte 1: Princípios e dados básicos
- ABNT NBR ISO 965-2, Rosca métrica ISO de uso geral - Tolerâncias - Parte 2: Limites dimensionais para roscas internas e externas de uso geral - Qualidade média
- ABNT NBR ISO 965-3, Rosca métrica ISO de uso geral - Tolerâncias - Parte 3: Afastamentos para roscas de construção
- ABNT NBR ISO 965-4, Rosca métrica ISO de uso geral - Tolerâncias - Parte 4: Dimensões limites para roscas externas zincadas por imersão a quente, para montagens com roscas internas com posição de tolerância H ou G, após a zincagem
- ABNT NBR ISO 965-5, Rosca métrica ISO de uso geral - Tolerâncias - Parte 5: Dimensões limites para roscas internas zincadas por imersão a quente, para montagens com roscas externas com posição de tolerância h, antes da zincagem

4.3 Normas técnicas internacionais

- ASTM D1535, Standard practice for specifying color by the munsell system
- 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 60216, Electrical insulating materials - Thermal endurance properties - Part 1: Ageing procedures and evaluation of test results

- IEC 60455-1, Resin based reactive compounds used for electrical insulation - Part 1: Definitions and general requirements
- 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

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 norma, 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 norma.
- IV. As siglas acima referem-se a:
 - ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
 - NBR - Norma Brasileira Registrada
 - ANSI - American National Standards Institute
 - ASTM - American Society for Testing and Materials
 - 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 5458 e ABNT NBR 6855, complementadas pelos seguintes termos:

5.1 Transformador de potencial (TPI)

Transformador de potencial constituído apenas de uma ou mais unidades eletromagnéticas, cuja relação de transformação é definida primordialmente pela relação de espiras de seus enrolamentos.

5.2 Transformador de potencial para medição

Transformador de potencial destinado a alimentar instrumentos de indicação, medidores e aparelhos similares.

5.3 Fator de sobretensão (Fst)

Fator de multiplicação a ser aplicado à tensão primária nominal, para determinar a máxima tensão na qual o transformador satisfaz, por tempo determinado, os requisitos térmicos especificados.

5.4 Tensão máxima do equipamento (U_m)

Maior valor eficaz fase-fase para o qual o transformador de potencial é projetado, relativamente ao seu isolamento.

5.5 Tensão nominal do equipamento

Tensão de regime contínuo de operação, em qualquer derivação.

5.6 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.

5.7 Ensaaios 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.

5.8 Ensaaios 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.

6 CONDIÇÕES GERAIS

Os transformadores de potencial 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) No projeto, as matérias primas empregadas na fabricação e acabamento devem incorporar tanto quanto possível as mais recentes técnicas e melhoramentos;
- d) Devem 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.

6.1 Condições do serviço



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

- a) Altitude não superior a 1.000 metros acima do nível do mar;
- b) Temperatura:
 - Máxima do ar ambiente: 45 °C
 - Média, em um período de 24 horas: 35 °C;
 - Mínima do ar ambiente: -10 °C;
- c) Pressão máxima do vento: 1.080 Pa, valor correspondente a uma velocidade do vento de 150 km/h;
- d) Umidade relativa do ar até 100%;
- e) Nível de radiação solar: 1,0 kW/m², com alta incidência de raios ultravioleta;
- f) Precipitação pluviométrica: média anual de 1.500 a 3.000 milímetros;
- g) Ambiente marítimo, constantemente exposto a névoa salina.

6.2 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.

NOTA:

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

6.3 Acondicionamento

Os transformadores de potencial deveram ser acondicionados de forma individual, em embalagem apropriada, não retornáveis, obedecendo às seguintes condições:

- a) Apropriadas para armazenamento ao tempo e operações de carga e descarga e ao manuseio;
- b) Serem adequadamente embalados de modo a garantir o transporte (ferroviário, rodoviário, hidroviário, marítimo ou aéreo) seguro até o local do armazenamento ou instalação em qualquer condição que possa ser encontrada (intempéries, umidade, choques etc.) e ao manuseio;
- c) O material em contato com o TPI não deverá:
 - Reter umidade;
 - Aderir a ele;
 - Causar contaminação;
 - Provocar corrosão quando armazenado.

Cada volume 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) Identificação completa do TPI (categoria, código internacional se aplicável, diâmetro interno e externo, comprimento etc.);
- f) Massa líquida, em quilogramas (kg);
- g) Massa bruta, em quilogramas (kg);
- h) ABNT NBR 6855 / ABNT NBR 10020;
- i) Número e quaisquer outras informações especificadas no Ordem de Compra de Material (OCM).

NOTAS:

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

6.4 Meio ambiente

O fornecedor nacional deve cumprir, rigorosamente, em todas as etapas da fabricação, do transporte e do recebimento dos transformadores de potencial, 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 potencial, 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.

6.5 Expectativa de vida útil

Os transformadores de potencial devem ter expectativa de vida útil mínima, de 30 (trinta) 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 20º ano, admite-se 0,5% de falhas para cada período de 5 (cinco) anos, acumulando-se, no máximo, 1,0% de falhas no fim do período de vida útil.

A aceitação do pedido de compra pelo fabricante implica na aceitação incondicional de todos os requisitos desta Especificação Técnica.

6.6 Garantia

O período de garantia dos equipamentos, obedecido ainda o disposto no Ordem de Compra de Material (OCM), será de 18 (dezoito) meses a partir da data de entrada em operação ou 24 (vinte e quatro), a partir da entrega, prevalecendo o prazo referente ao que ocorrer primeiro, contra qualquer defeito de fabricação, material e acondicionamento.

Caso os equipamentos apresentem qualquer tipo de defeito ou deixem de atender aos requisitos exigidos pelas normas da Energisa, um novo período de garantia de doze meses de operação satisfatória, a partir da solução do defeito, deve entrar em vigor para 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.

O período de garantia deverá ser prorrogado por mais doze meses em quaisquer das seguintes hipóteses:

- Em caso de defeito em equipamento e/ou componente que comprometa o funcionamento de outras partes ou do conjunto; sendo a prorrogação válida para todo equipamento, a partir da nova data de entrada em operação;
- Se o defeito for restrito a algum componente ou acessório o (s) qual (is) não comprometam substancialmente o funcionamento das outras partes ou do conjunto, deverá ser estendido somente o período de garantia da (s) peça (s) afetadas, a partir da solução do problema, prosseguindo normalmente a garantia para o restante do equipamento.

6.7 Numeração de patrimônio

Os equipamentos 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 primaria nominal, em quilovolt (kV);
- d) Potência térmica nominal, em Volt-ampere (VA).

6.8 Incorporação ao patrimônio da Energisa



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

- a) Provenientes de fabricantes cadastrados/homologados pela Energisa;
- b) Deverão ser novos, com período máximo de 12 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) de origem do fabricante, bem como, os relatórios de ensaios em fábrica, comprovando sua aprovação nos ensaios de rotina e/ou recebimento, previstos nesta Especificação Técnica.

NOTA:

VIII. A critério da Energisa, os transformadores de potencial 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.

6.9 Manual de instruções de montagem, operação e manutenção

O manual de instruções de montagem, operação e manutenção deve ser constituído dos seguintes capítulos:

- Capítulo I - Dados e características do equipamento
- Capítulo II - Descrição funcional
- Capítulo III - Instruções para recebimento, manuseio e armazenagem
- Capítulo IV - Instruções para instalação
- Capítulo V - Instruções para operação e manutenção
- Capítulo VI - Lista completa de todos os componentes, ferramentas especiais e peças de reposição

- Capítulo VII - Catálogos de todos os componentes
- Capítulo VIII - Certificados dos ensaios de tipo e de rotina
- Capítulo IX - Desenhos e documentos de fabricação, certificados.

NOTAS:

- IX. A relação de documentos técnicos para aprovação apresentada, deverá ser atendida para cada tipo de transformador de potencial indutivo.
- X. Os capítulos I e VII, devem ser enviados para aprovação juntamente com os documentos a serem analisados quando da apresentação da proposta, demais capítulos devem ser apresentados depois do contrato adjudicado e da realização dos ensaios de recebimento e tipo.
- XI. Após atendimento de todos os comentários decorrentes da análise da documentação, o manual deverá ser montado com capa dura plastificada e divisória com orelhas.
- XII. O manual completo, incluindo relatórios finais de recebimento em fábrica, aprovado, em três vias, incluindo os Capítulos I a IX, do item 6.9, deve ser entregue até trinta dias após a realização do último ensaio de recebimento. Além disso, o manual deve ser enviado em mídia de extensão "pdf" e todos os desenhos em formato "dwg" (CAD).
- XIII. O manual completo e desenhos devem também ser enviados em uma mídia digital.

7 CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS

7.1 Tensão máxima do equipamento (U_{max})

As tensões máximas do equipamento padronizadas, em quilovolts (kV), são:

- 15,0 kV - para as tensões de sistema de 11,4 kV e 13,8 kV;

- 24,2 kV - para as tensões de sistema de 22,0 kV;
- 36,2 kV - para as tensões de sistema de 34,5 kV.

7.2 Nível de isolamento

Os níveis de isolamento padronizados para os transformadores de potencial internos e externos estão estabelecidos na Tabela 2.

7.3 Frequência nominal

A frequência nominal é 60 Hz.

7.4 Relação nominal e tensão secundária

As relações nominais e as tensões secundárias padronizadas são as da Tabela 3.

7.5 Descargas parciais

As tensões de ensaio e os níveis admissíveis de descargas parciais padronizados são os especificados na ABNT NBR IEC 60270.

7.6 Cargas e classes de exatidão

As cargas e classes de exatidão padronizadas são:

- a) 75 VA 0,3;
- b) 200 VA 1,2;
- c) 75 VA 0,3 (200 VA 1,2);

7.7 Potência térmica (P_{term})

A potência térmica padronizada é 500 VA.

7.8 Elevação de temperatura



Os transformadores de potencial devem ser projetados conforme ABNT NBR 6855, para classe de elevação de temperatura "A" (105 °C), considerando também as condições normais de serviço dessa Especificação Técnica.

7.9 Polaridade

A polaridade dos transformadores de potencial deve ser subtrativa.

Os terminais secundários de mesma polaridade do terminal primário conectado à linha devem ser nitidamente identificados.

7.10 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 6855.

7.11 Capacidade de suportar curto-circuito

Os transformadores de potencial devem suportar esforços mecânicos e térmicos causados por curtos-circuitos externos com duração de 1 s, conforme ABNT NBR 6855.

7.12 Grupo de ligações

Os transformadores de potencial podem ser classificados dentre os seguintes grupos de ligação:

- a) Grupo de ligação 1: projetados para ligação entre fases;
- b) Grupo de ligação 2: projetados para ligação entre fase e terra de sistemas eficazmente aterrados;
- c) Grupo de ligação 3: projetados para ligação entre fase e terra de sistemas onde não se garante a eficácia do aterramento.

A indicação do grupo de ligação deve ser feita no processo de aquisição.

Os transformadores de potencial dos grupos de ligações 2 e 3, classes até 36,2 kV, devem ser fornecidos com o terminal de neutro eletricamente ligado à carcaça.

8 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

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

8.1 Materiais

8.1.1 Núcleo

O núcleo deve ser construído de chapa de aço silício de granulação orientada, laminadas a frio, de perdas reduzidas e de alta permeabilidade.

NOTA:

XIV. A utilização de outros materiais está sujeita à aprovação prévia da Energisa.

8.1.2 Meio Isolante

Os transformadores de potencial devem ser obrigatoriamente do tipo seco, encapsulado em resina epóxi apropriada para instalações internas ou externas, conforme IEC 60455-1 e classe de temperatura mínima A (105 °C).

Os materiais isolantes dos transformadores a seco devem satisfazer as normas abaixo (em suas edições mais recentes) com relação ao envelhecimento térmico acelerado, demonstrando que o produto é estável sob severas condições em longo prazo:

- a) IEC 61109: uso exterior (resistência aos raios ultravioleta - UV);
- b) IEC 60216: uso interior (confiabilidade e durabilidade dos materiais isolantes).

8.1.3 Buchas

As buchas de porcelana devem ter características físicas e elétricas conforme prescrições da norma ABNT NBR 5034.

NOTA:

- XV. As buchas isolantes fabricadas com outro material podem ser aceitas, condicionadas à aprovação prévia da Energisa, devendo possuir características iguais ou melhores que as especificadas neste documento.

As buchas dos transformadores de potencial de uso externo devem possuir as distâncias de escoamento mínimo de 25 mm/kV.

8.1.4 Terminais

8.1.4.1 Terminais primários para interior

Os terminais primários dos transformadores de potencial para interior devem ser constituídos de:

- Um parafuso sextavado de aço, bicromatizado, rosca M10, de 20 mm de comprimento; e
- Uma arruela lisa de aço, bicromatizada.

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 mm saliente em relação à superfície do material isolante.

8.1.4.2 Terminais primários para exterior

Os terminais devem ser tipo barramento padrão NEMA 2 (dois) furos, em liga de cobre estanhado, devendo permitir a conexão por meio de conectores terminais tipo cabo-barra.

A liga de cobre deverá ter:

- Condutividade mínima, de 30% IACS;
- Teor de zinco inferior a 5%.

O revestimento de estanho deve ter espessura mínima de:

- 8 μm para qualquer amostra;
- 12 μm para a média das amostras.

Deverá ser fornecidos parafusos, arruelas de pressão e lisa e porca para instalação do conector terminal no terminal do TPI.

Os parafusos e arruelas de pressão e lisa devem ser em aço inoxidável. Os parafusos devem do tipo cabeças sextavada e ter dimensionamento M12x1,75 com comprimento 50 mm, conforme Desenho 3.

As porcas devem ser em latão e do tipo sextavada.

8.1.4.3 Terminais secundários

a) Para interior

Os terminais secundários dos transformadores de potencial com isolamento sólida para interior 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 4.

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 mm saliente em relação à superfície do material isolante.

b) Para exterior

Os terminais secundários devem ser iguais aos transformadores de potencial para interior, porém com parafusos e arruelas de aço inoxidável.

8.1.4.4 Caixa de terminais secundários

A caixa de terminais secundários deve possuir:

- a) Vedação contra a entrada de água e poeira;
- b) Dispositivo para selagem com furos de 2 mm de diâmetro;

- c) Dois furos roscados para eletroduto de diâmetro nominal de 20 mm de acordo com a ABNT NBR 5598, sendo um em cada lateral, providos com tampões;
- d) Configuração que impeça o acúmulo de água.

8.1.5 Aterramento

Os transformadores de potencial para exterior devem possuir um conector de aterramento para cabos de seção de 35 mm² a 120 mm², inclusive.

Os transformadores de potencial para interior devem possuir previsão para aterramento.

8.1.6 Protetores de buchas em terminais

As buchas isolantes devem vir providas de protetores do tipo removíveis, para isolar a conexão da terminação da bucha com os cabos de entrada ou saída do equipamento, a fim de evitar contatos de animais.

O protetor deve ser não descartável, possuir uma passagem para o cabo e abertura lateral para evitar a desconexão do cabo na sua instalação ou desinstalação.

Deve possuir distanciadores (do protetor à bucha) de forma a facilitar o escoamento de água, e não permitir o acúmulo de água em seu interior.

O material do protetor deve ser resistente aos raios ultravioletas e suportar pelo menos 100 °C.

O protetor, depois de instalado, não deve permitir contato de animal capaz de provocar curto-circuito entre fases ou entre fase e terra.

O protetor deve ser dimensionado para cobrir o conjunto terminal. A instalação deve ser efetuada a partir da primeira saia da bucha do transformador, de forma a garantir a distância de escoamento nominal da bucha.

8.2 Dimensões

8.2.1 TP para interior

As dimensões padronizadas dos transformadores de potencial com isolamento sólida para interior são as indicadas no Desenho 1.

8.2.2 TP para exterior

As dimensões padronizadas dos transformadores de potencial para exterior são as indicadas no Desenho 2.

8.3 Acabamento

Todas as superfícies externas dos componentes e acessórios dos transformadores de potencial devem ser lisas, sem saliências e/ou irregularidades.

Os parafusos, arruelas, porcas externas e demais componentes fabricados em aço carbono e não pintados, devem ser zincados por imersão a quente, de acordo com a ABNT NBR 6323.

NOTA:

XVI. Alternativamente, as ferragens podem ser fornecidas em aço inoxidável ou latão e nesse caso, o revestimento de zinco das peças está dispensado.

Todos os terminais devem ser estanhados com espessura de camada de estanho mínima de 8 μm individualmente e 12 μm na média das amostras, conforme ABNT NBR 5370.

Todas as partes metálicas, com exceção das de contato elétrico, devem receber acabamento de acordo com as condições ambientais especificadas pela ABNT NBR 6855.

8.4 Identificação

Nos transformadores de potencial a placa deve ser de aço inoxidável e nos transformadores de potencial para interior, deve ser de alumínio anodizado ou outro material não oxidável.



Deve ser gravada em alto ou baixo relevo, na cor preta, com fundo em cor natural e conter, além das exigidas por lei, as seguintes informações, identificadas pelas abreviações indicadas a seguir entre parênteses:

- a) A expressão “TRANSFORMADOR DE POTENCIAL”;
- 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), em Hz;
- i) Tensão máxima do equipamento (U_{max}), em kV;
- j) Nível de isolamento (NI_/_/_), em kV;
- k) Fator de sobretensão contínuo (Fst cont);
- l) Relações nominais (R_n);
- m) Tensão primária nominal (U_p), em V;
- n) Exatidão: classe e carga (EXATIDÃO);
- o) Potência térmica nominal (P_{term}), em VA;
- p) Grupo de ligação (GRUPO);
- q) Massa total (M total), em kg;
- r) Massa do líquido isolante (ÓLEO), em kg, se aplicável;

s) Número do manual de instruções (MANUAL);

t) Diagrama de ligação.

Na Desenho 5, é apresentado o desenho com a disposição padronizada das informações na placa de identificação dos TP.

8.5 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 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:

- H - Terminal do enrolamento primário;
- X - Terminal do enrolamento secundário.

disposição dos algarismos junto às letras H e X e os desenhos de identificação dos terminais deverão atender o definido na norma ABNT NBR 6855.

10 INSPEÇÃO E ENSAIOS

10.1 Generalidades

- a) Os transformadores de potencial devem ser submetidos a inspeção e ensaios na fábrica, de acordo com esta Especificação Técnica e com as normas da ABNT aplicáveis, na presença de inspetores credenciados pela Energisa,



devendo a Energisa ser comunicada pelo fornecedor com pelo menos 15 (quinze) dias de antecedência se fornecedor nacional e 30 (trinta) dias se fornecedor estrangeiro, das datas em que os lotes estiverem prontos para inspeção final, completos com todos os acessórios.

- b) A Energisa reserva-se ao direito de inspecionar e testar os transformadores de potencial e o material utilizado 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 transformadores de potencial 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, que deverá conter as datas de início da realização de todos os ensaios, os locais e a duração de cada um deles, sendo que o período para inspeção deve ser dimensionado pelo proponente de tal forma que esteja contido nos prazos de entrega estabelecidos na proposta de fornecimento.
- d) O plano de inspeção e testes deve indicar 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 transformadores de potencial em porcelana.
- e) Certificados de ensaio de tipo previstos no item 10.2 para transformadores de potencial de características similares ao especificado, porém aplicáveis, podem ser aceitos desde que a Energisa considere que tais dados comprovem que os transformadores de potencial 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) Os ensaios para aprovação do protótipo podem ser dispensados parcial ou totalmente, a critério da Energisa, caso já exista um protótipo idêntico aprovado. Se os ensaios de tipo forem dispensados, o fabricante deve emitir um relatório completo destes ensaios, com todas as informações necessárias, tais como, métodos, instrumentos e constantes usadas. A eventual dispensa destes ensaios pela Energisa somente terá validade por escrito.

Entretanto, é reservado à Energisa o direito de rejeitar esses relatórios, parcialmente ou totalmente, se os mesmos não estiverem conforme prescritos nas normas ou não corresponderem aos transformadores de potencial especificados.

- g) 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.
- h) 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.
- i) 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 2 (dois) anos. Por ocasião da inspeção, devem estar ainda dentro deste período, podendo acarretar desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência.
- j) A aceitação dos transformadores de potencial 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 transformadores de potencial 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 transformadores de potencial em porcelana, o fabricante deverá encaminhar à Energisa, por lote ensaiado, um relatório completo dos ensaios efetuados, em uma via, devidamente assinada por ele e pelo inspetor credenciado pela Energisa.
- l) Esse relatório deverá conter todas as informações necessárias para o seu completo entendimento, tais como, métodos, instrumentos, constantes e valores utilizados nos ensaios, além dos resultados obtidos.
- m) 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, sendo o fabricante responsável pela recomposição de unidades ensaiadas, quando isto for necessário, antes da entrega à Energisa.
- n) Nenhuma modificação nos transformadores de potencial 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.
- o) A Energisa poderá, a seu critério, em qualquer ocasião, solicitar a execução dos ensaios de tipo para verificar se os transformadores de potencial estão



mantendo as características de projeto preestabelecidas por ocasião da aprovação dos protótipos.

- p) Para efeito de inspeção, os transformadores de potencial deverão ser divididos em lotes, por tipo. A rejeição do lote, em virtude de falhas constatadas nos ensaios, não dispensa o fabricante de cumprir as datas de entrega prometidas. Se, na conclusão da Energisa, a rejeição tornar impraticável a entrega dos transformadores de potencial nas datas previstas, ou tornar evidente que o fabricante não será capaz de satisfazer às exigências estabelecidas nesta especificação, a mesma reserva-se ao direito de rescindir todas as obrigações e obter o material de outro fornecedor. Em tais casos, o fabricante será considerado infrator do contrato e estará sujeito às penalidades aplicáveis.
- q) O custo dos ensaios deve ser por conta do fabricante.
- r) A Energisa reserva-se ao direito de exigir a repetição de ensaios em lotes já aprovados. Nesse aspecto, as despesas serão de responsabilidade da mesma, caso as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção, caso contrário, incidirão sobre o fabricante.
- s) 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 transformadores de potencial não estiverem prontos;
 - O laboratório de ensaio não atender às exigências citadas nas alíneas 10.1.f até 10.1.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;

- Os ensaios de recebimento e/ou tipo forem efetuados fora do território brasileiro.

10.2 Relação de ensaios

Todos os ensaios relacionados estão constando na Tabela 5.

10.2.1 Ensaios de tipo (T)

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

- a) Elevação de temperatura, conforme item 10.3.3;
- b) Curto-circuito, conforme item 10.3.4;
- c) Impulso atmosférico, conforme item 10.3.5;
- d) Tensão aplicada sob chuva para transformadores, uso externo, conforme item 10.3.6;
- e) Resistência ôhmica dos enrolamentos, conforme item 10.3.7;
- f) Corrente de excitação e perdas em vazio, conforme item 10.3.8;
- g) Impedância de curto-circuito, conforme item 10.3.9;
- h) Exatidão, conforme item 10.3.10.

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) Exatidão, conforme item 10.3.10;

- d) Tensão suportável à frequência industrial em enrolamentos primários, conforme item, 10.3.11;
- e) Tensão suportável à frequência industrial em enrolamentos secundários e entre seções, conforme item 10.3.12;
- f) Medição de descargas parciais, conforme item 10.3.13;
- g) Verificação da espessura da camada de estanho, conforme item 10.3.14;
- h) Verificação da espessura da camada de zinco, conforme item 10.3.15.

10.2.3 Ensaios especiais (E)

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

- a) Elevação de temperatura, conforme item 10.3.3;
- b) Curto-circuito, conforme item 10.3.4;
- c) Corrente de excitação e perdas em vazio, conforme item 10.3.8;
- d) Impedância de curto-circuito, conforme item 10.3.9;
- e) Exatidão, conforme item 10.3.10;
- i) Tensão suportável à frequência industrial em enrolamentos primários, conforme item, 10.3.11;
- j) Tensão suportável à frequência industrial em enrolamentos secundários e entre seções, conforme item 10.3.12;
- k) Medição de descargas parciais, conforme item 10.3.13.

10.3 Descrição dos ensaios

10.3.1 Inspeção visual

O inspetor deverá efetuar uma inspeção geral verificando:

- 
- a) Acabamento, conforme item 8.3;
 - b) Identificação, conforme item 8.4;
 - c) Acondicionamento, conforme item 6.3;
 - d) Verificação de marcação dos terminais, conforme item 9.4.

A não conformidade de qualquer um desses requisitos determinará a sua rejeição.

10.3.2 Verificação dimensional

As dimensões dos transformadores de potencial devem ser confrontadas com as dimensões correspondentes da padronização da Energisa, conforme Desenhos 1 e 2.

10.3.3 Elevação de temperatura

O ensaio deve ser realizado conforme ABNT NBR 6855.

Constitui falha se as elevações de temperatura determinadas no final do ensaio excederem aos valores especificados no item 7.8.

10.3.4 Curto-circuito

O ensaio deve ser realizado conforme ABNT NBR 6855.

Constitui falha se:

- a) Apresentar danos visíveis;
- b) Não permanecer dentro da sua classe de exatidão especificada;
- c) Não suportar os ensaios dielétricos de tensão suportável à frequência industrial nos enrolamentos primários;
- d) Isolamento próximo à superfície de ambos os enrolamentos primário e secundário, esse apresentarem deterioração significativa (por exemplo, carbonização).

10.3.5 Impulso atmosférico

O ensaio deve ser realizado conforme ABNT NBR 6855 e ABNT NBR IEC 60060-1.

Constitui falha se:

- a) Ocorrer descarga disruptiva no isolamento interno e ao longo do isolamento externo não autorrecuperante;
- b) Ocorrer mais que duas descargas ao longo do isolamento externo autorrecuperante (pelo ar);
- c) For detectada nenhuma outra evidência de falha de isolamento, por exemplo, variações na forma de onda das grandezas registradas;
- d) Ocorrer nenhum ruído audível vindo do TPI sob ensaio;
- e) Ser não aprovado nos ensaios de rotina de medição de descargas parciais e exatidão após ensaio de impulso.

10.3.6 Tensão aplicada sob chuva para transformadores

Este ensaio deve ser realizado somente nos TPI de uso externo.

O ensaio deve ser realizado conforme ABNT NBR 6855 e ABNT NBR IEC 60060-1.

Constitui falha se:

- a) Ocorrer descarga disruptiva no isolamento interno e ao longo do isolamento externo não autorrecuperante;
- b) Ocorrer mais que duas descargas ao longo do isolamento externo autorrecuperante (pelo ar);
- c) For detectada nenhuma outra evidência de falha de isolamento, por exemplo, variações na forma de onda das grandezas registradas;
- d) Ocorrer nenhum ruído audível vindo do TPI sob ensaio;

- e) Ser não aprovado nos ensaios de rotina de medição de descargas parciais e exatidão após ensaio de impulso.

10.3.7 Resistência ôhmica dos enrolamentos

O ensaio deve ser realizado conforme ABNT NBR 6855.

Neste ensaio não há critérios de aprovação e os valores obtidos são meramente informativos.

10.3.8 Corrente de excitação e perdas em vazio

O ensaio deve ser realizado conforme ABNT NBR 6855.

Neste ensaio não há critérios de aprovação e os valores obtidos são meramente informativos.

10.3.9 Impedância de curto-circuito

O ensaio deve ser realizado conforme ABNT NBR 6855.

Neste ensaio não há critérios de aprovação e os valores obtidos são meramente informativos.

10.3.10 Exatidão

O ensaio deve ser realizado conforme ABNT NBR 6855.

Constitui falha se os erros de relação e ângulo estiverem dentro do paralelogramo de exatidão da classe especificada no item 7.6.

10.3.11 Tensão suportável à frequência industrial em enrolamentos primários

O ensaio deve ser realizado conforme ABNT NBR 6855 e ABNT NBR IEC 60060-1.

Constitui falha se:

- 
- a) Ocorrer descarga disruptiva no isolamento interno e ao longo do isolamento externo não autorrecuperante;
 - b) Ocorrer mais que duas descargas ao longo do isolamento externo autorrecuperante (pelo ar);
 - c) For detectada nenhuma outra evidência de falha de isolamento, por exemplo, variações na forma de onda das grandezas registradas;

10.3.12 Tensão suportável à frequência industrial em enrolamentos secundários e entre seções

O ensaio deve ser realizado conforme ABNT NBR 6855.

Constitui falha se durante 1 minuto, forem observadas descargas disruptivas ou evidências de falha no isolamento.

10.3.13 Medição de descargas parciais

O ensaio deve ser realizado conforme ABNT NBR 6855.

Constitui falha se os valores medidos excederem aos limites especificados no item 7.5.

10.3.14 Verificação da espessura da camada de estanho

O ensaio deve ser realizado conforme ABNT NBR 5370.

Constitui falha se a espessura da camada estar em desconformidade o item 8.3.

10.3.15 Verificação da espessura da camada de zinco

As ferragens utilizadas nos transformadores devem ser submetidas a este ensaio, para verificação das seguintes características:

- a) Aderência, conforme ABNT NBR 7398;
- b) Espessura da cama de zinco, conforme ABNT NBR 7399;

- c) Uniformidade da cama de zinco, conforme ABNT NBR 7400.

Constitui falha ao não atendimento ao item 8.14.

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 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;
- 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

Para os ensaios de tipo, devem ser seguidos as orientações da ABNT NBR 6855.

11.2 Ensaios de recebimento

A quantidade de transformadores de potencial a ser submetida a cada um dos ensaios de recebimento é conforme Tabela 4, deve ser retirada, aleatoriamente, de um lote.

Se o lote a ser fornecido for constituído por mais de 1.000 unidades, essa quantidade deve ser dividida em vários lotes com menor número, cada um deles contendo entre 150 e 500 unidades.

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

11.3 Ensaios especiais

Para os ensaios especiais, deve ser retirada de cada lote, 5 (cinco) amostras em cada Unidade de Negócio do grupo Energisa.

Se as amostras falharem em quaisquer um dos ensaios especiais, deverá ser aberta de não-conformidade.

12 ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

12.1 Ensaios de tipo

Os ensaios de tipo 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 o elo fusível não será aceito.

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 4;
- c) Se 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

Em qualquer tempo e sem necessidade de aviso prévio, esta Especificação Técnica poderá sofrer alterações, no seu todo ou em parte, por motivo de ordem técnica e/ou devido às modificações na legislação vigente, de forma a que os interessados deverão, periodicamente, consultar a Energisa.

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

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

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

normas.tecnicas@energisa.com.br

14 HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO

Data	Versão	Descrição das alterações realizadas
28/08/2020	0.0	<ul style="list-style-type: none">Esta 1ª edição.

15 VIGÊNCIA

Esta Especificação Técnica entra em vigor na data de 01/03/2021 e revoga as documentações anteriores.

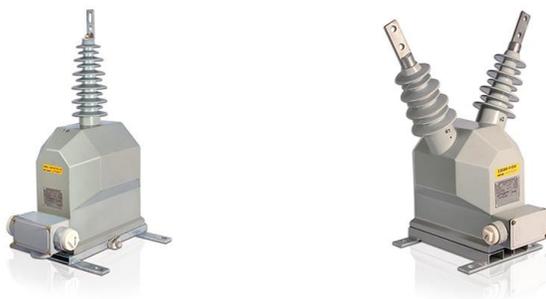
16 TABELAS

TABELA 1 - Características técnicas dos transformadores de potencial padronizados



Código Energisa		91306	91308	91307	91309	91310
Aplicação		Interno				
Isolação		Seco				
Tipo		Fase-Terra	Fase-Terra	Fase-Fase	Fase-Terra	Fase-Terra
Tensão primária nominal	(V)	11.500/ $\sqrt{3}$	13.800/ $\sqrt{3}$	13.800	23.000/ $\sqrt{3}$	34.500/ $\sqrt{3}$
Nível de Isolamento	(kV)	15,0	15,0	15,0	24,2	36,2
Potência Nominal	(VA)	500	500	500	500	500
Carga de exatidão simultânea		150				

Código Energisa		91306	91308	91307	91309	91310
Quantidade enrolamento	Primário	1				
	Secundário	1				
Tensão secundária nominal	(V)	115				
Classe de exatidão		75 VA 0,3				
Relação Nominal		60 : 1	70 : 1	120 : 1	110 : 1	175 : 1
Grupo de Ligação		3A	3A	1	3A	3A
Fator de Sobre tensão		1,2 Contínuo - 1,9 30s	1,2 Contínuo - 1,9 30s	1,2 Contínuo	1,2 Contínuo - 1,9 30s	1,2 Contínuo - 1,9 30s
Empresas		EMG / ENF / ESS	EAC / EBO / EMS / EMT / EPB / ERO / ESE / ESS / ETO	ESE	EMG / EMS	EAC / EMS / EMT / ERO / ESE / ESS / ETO



Código Energisa		91305	91311	91312	91313
Aplicação		Externo			
Isolação		Seco			
Tipo		Fase-Terra			
Tensão primária nominal	(V)	11.500/√3	13.800/√3	23.000/√3	34.500/√3
Nível de Isolamento (kV)	(kV)	15,0		24,2	36,2
Potência Nominal	(VA)	500			
Carga de exatidão simultânea		150			
Quantidade enrolamento	Primário	1			
	Secundário	1	2	1	1
Tensão secundária nominal	(V)	115	115 / 115/√3	115	115
Classe de exatidão		75 VA 0,3	75 VA 0,3 (200 VA 1,2)	75 VA 0,3	75 VA 0,3
Relação Nominal		60 : 1	70 : 1 / 120 : 1	120 : 1	175 : 1

Código Energisa	91305	91311	91312	91313
Grupo de Ligação	3A	3A	3A	3A
Fator de Sobre tensão	1,2 Contínuo - 1,9 30s	1,2 Contínuo - 1,9 30s	1,2 Contínuo - 1,9 30s	1,2 Contínuo - 1,9 30s
distância de escoamento	(mm/kV)	25		
Empresas	EMG / ENF / ESS	EAC / EBO / EMS / EMT / EPB / ERO / ESE / ESS / ETO	EMG / EMS	EAC / EMS / EMT / ERO / ESE / ESS / ETO

TABELA 2 - Níveis de isolamento de TPI para interior e exterior

	Tensão máxima do equipamento (U_{max})	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico (valor de crista)	Tensão suportável nominal à frequência industrial durante 1 min (valor eficaz)
(kV)			
Interno	15,0	95,0	34,0
	24,2	125,0	50,0
	36,2	150,0	70,0
Externo	15,0	110,0	34,0
	24,2	150,0	50,0
	36,2	200,0	70,0

TABELA 3 - Relações nominais e tensões secundárias

Tensão máxima do equipamento	Grupo de ligação 1	Grupo de ligação 2	Tensão secundária (aproximada)
(kV)			(V)
15,0	100 : 1	60 : 1	115
	120 : 1	70 : 1	
24,2	200 : 1	120 : 1	115
36,2	300 : 1	175 : 1	115
	-	300 : 1	115 / $\sqrt{3}$

TABELA 4 - Planos de amostragem para ensaios de recebimento

Tamanho do Lote	Amostragem dupla Nível de inspeção S3 NQA 15%			
	Amostra		Ac	Re
	Seq.	Tam.		
50 a 90	-	13	0	1
91 a 150	-	20	0	1
151 a 500	1 ^a	30	0	2
	2 ^a		1	2
501 a 1.000	1 ^a	40	0	2
	2 ^a		2	3

Legenda:

Seq. - Sequência da amostra;

Tam. - Tamanho da amostra;

Ac - número de aceitação;

Re - número de rejeição.

TABELA 5 - 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	Elevação de temperatura	T / E
10.3.4	Curto-circuito	T / E
10.3.5	Impulso atmosférico	T
10.3.6	Tensão aplicada sob chuva para transformadores	T
10.3.7	Resistência ôhmica dos enrolamentos	T
10.3.8	Corrente de excitação e perdas em vazio	T / E
10.3.9	Impedância de curto-circuito	T / E
10.3.10	Exatidão	RE / E
10.3.11	Tensão suportável à frequência industrial em enrolamentos primários	RE / E
10.3.12	Tensão suportável à frequência industrial em enrolamentos secundários e entre seções	RE / E
10.3.13	Medição de descargas parciais	RE / E
10.3.14	Verificação da espessura da camada de estanho	RE
10.3.15	Verificação da espessura da camada de zinco	RE

Legenda:

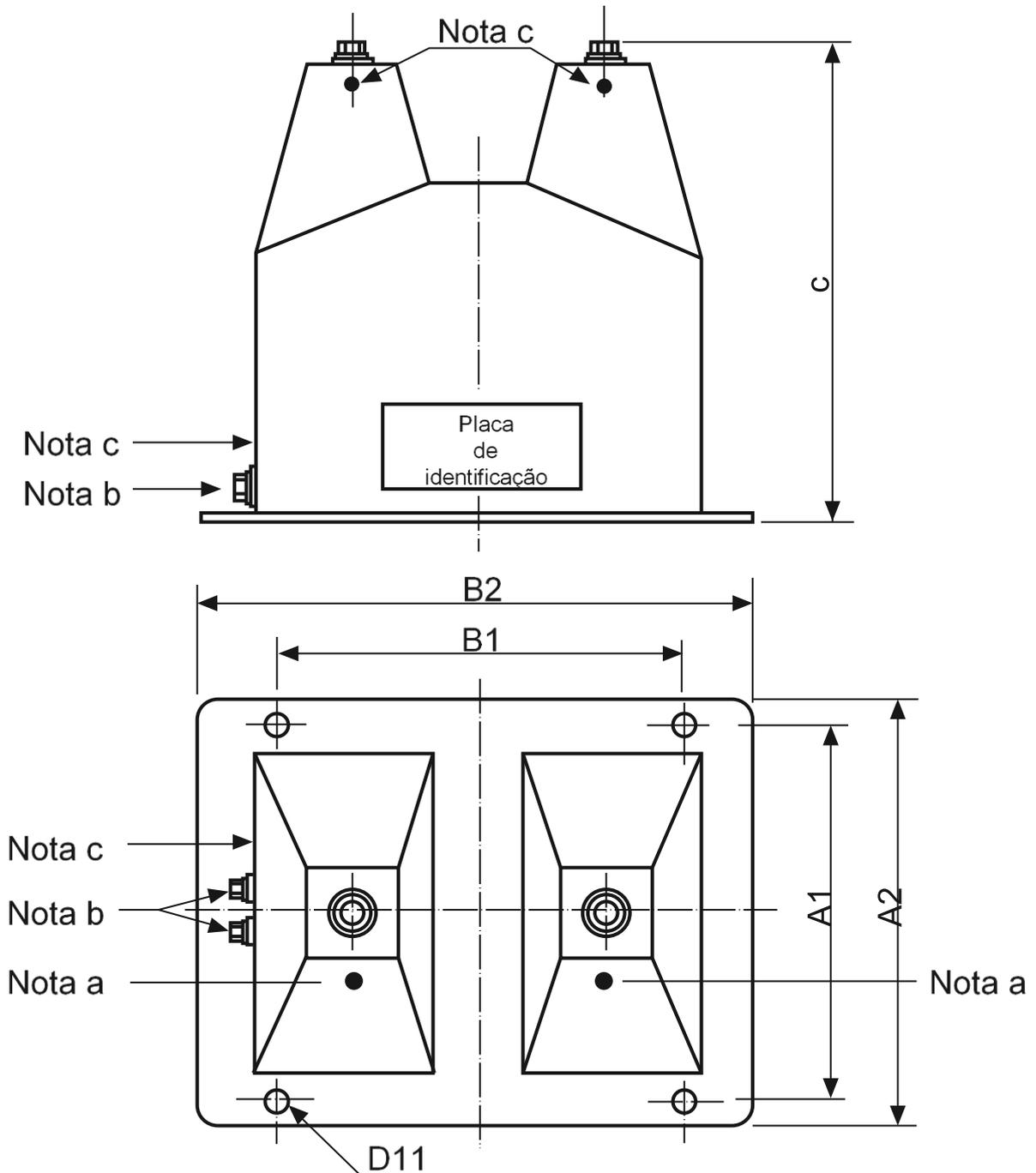
T - Ensaio de tipo;

RE - Ensaio de recebimento;

E - Ensaio especial.

17 DESENHOS

DESENHO 1 - Dimensões padronizadas dos TP para interior

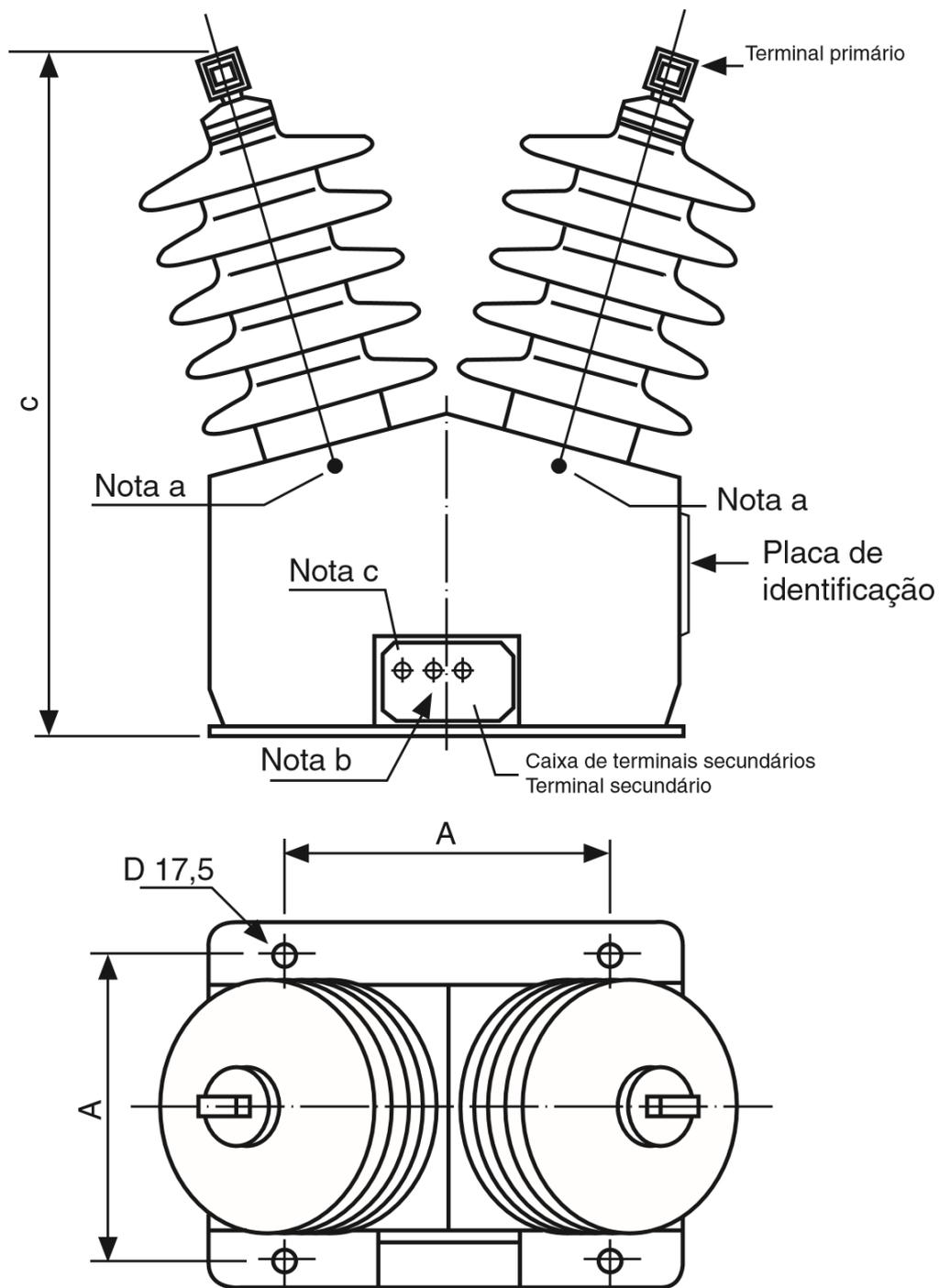


Tensão máxima do equipamento	Dimensões					Massa (máx.)
	A1	A2 (máx.)	B1	B2 (máx.)	C (máx.)	
(kV)	(mm)					(kg)
15,0	220	260	220	340	370	40,0
24,2	220	260	220	370	460	50,0
36,2	225	280	320	530	650	140,0

NOTAS:

- I. H1 e H2 em baixo relevo e cor contrastante;
- II. Os terminais secundários podem estar localizados em qualquer uma das faces do TP;
- III. X1 e E2 em baixo relevo e cor contrastante.
- IV. O formato do TP pode ser diferente, desde que mantidas as dimensões estabelecidas.

DESENHO 2 - Dimensões padronizadas dos TP para exterior

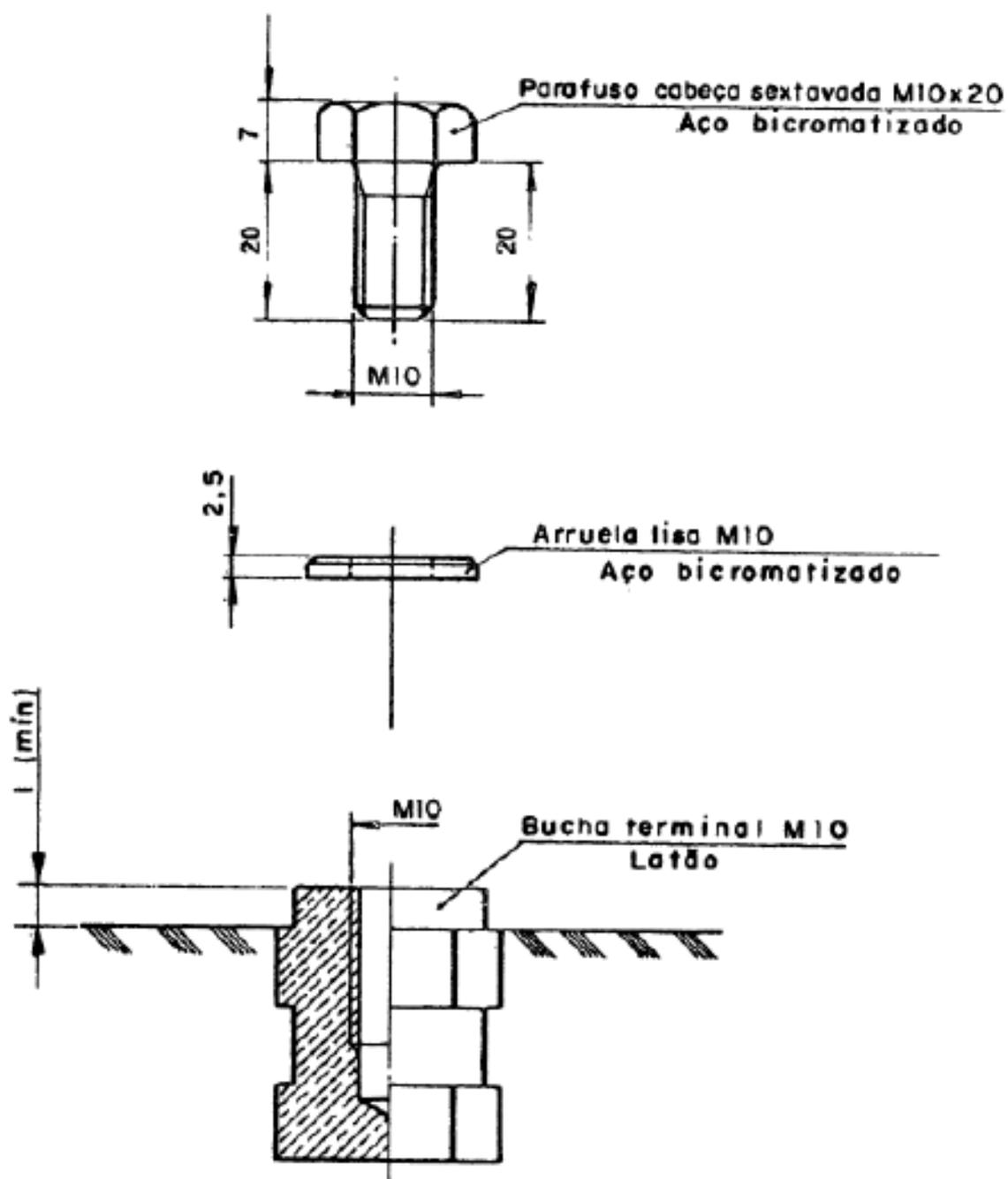


Tensão máxima do equipamento	Dimensões		Massa Max.
	A	C Max.	
(kV)	(mm)		(kg)
15,0	280	610	75,0
24,2	280	725	90,0
36,2	280	1.200	180,0

NOTAS:

- I. H1 e H2 em baixo relevo e cor contrastante.
- II. Os terminais secundários podem estar localizados em qualquer uma das faces do TP.
- III. X1 e E2 em baixo relevo e cor contrastante.
- IV. O formato do TP pode ser diferente, desde que mantidas as dimensões estabelecidas.

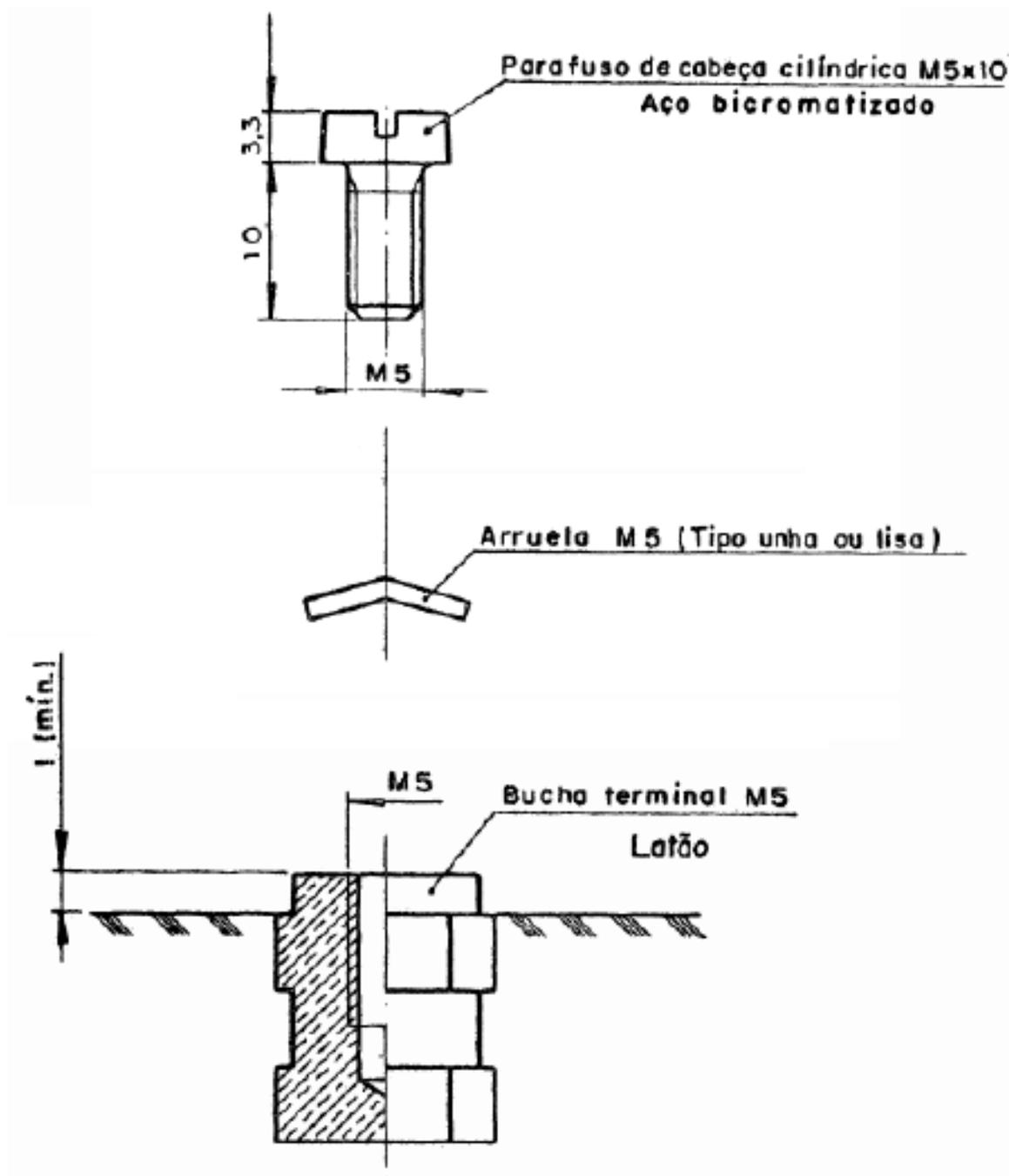
DESENHO 3 - Terminal primário dos TP para interior



NOTA:

1. A bucha terminal deve ficar no mínimo 1 mm fora do corpo do TP e possuir configuração que impeça o seu giro.

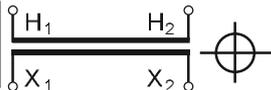
DESENHO 4 - Terminal secundário dos TP com isolamento sólido



NOTA:

A bucha terminal deve ficar no mínimo 1 mm fora do corpo do TPI.

DESENHO 5 - Placa de identificação dos TP para exterior

TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA		
Tipo	<input type="text"/>	Nº <input type="text"/> ANO <input type="text"/>
U _{máx.}	<input type="text"/> kV	Uso <input type="text"/>
N.I.	<input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/> kV	NORMA/ANO <input type="text"/>
f	<input type="text"/> Hz	Grupo <input type="text"/>
P _{érm.}	<input type="text"/> VA	Fst cont <input type="text"/>
ÓLEO	<input type="text"/> kg	MANUAL <input type="text"/>
M _{total}	<input type="text"/> kg	Encom <input type="text"/>
R _n	U _p (V)	EXATIDÃO
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>		
INDÚSTRIA BRASILEIRA		

18 ANEXO

ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas

TRANSFORMADOR DE POTENCIAL INDUTIVO		
Tipo do TPI:		
Nome do fabricante:		
Número da licitação:		
Número da proposta:		
ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADES CARACTERÍSTICAS
1	Tipo	
2	Uso (interno/externo)	
3	Tensões nominais:	
3.1	Primária	kV
3.2	Máxima de operação	kV
3.3	Secundária	V
4	Frequência nominal	Hz
5	Exatidão de cada enrolamento, no limite entre: 90 e 110% da tensão primária nominal, fase-terra, desde vazio até a carga nominal:	
5.1	• Enrolamento 1:	
5.2	• Enrolamento 2:	
5.3	• Enrolamento 3:	
6	Número de enrolamentos secundários:	
6.1	• De medição de faturamento:	
6.2	• De medição operativa:	
6.3	• Total:	
7	Relação nominal	
8	Relação de transformação	
9	Número de espiras de cada enrolamento:	
9.1	• Primário:	
9.2	• Secundário:	

ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADES CARACTERÍSTICAS
10	Grupo de ligação	
11	Tensão suportável à frequência industrial	kV
12	Tensão suportável à frequência industrial, sob chuva	kV
13	Tensão suportável à frequência industrial, nos enrolamentos secundários	kV
14	Tensão suportável de impulso atmosférico	kV
15	Máxima tensão de rádio interferência medida a 1,1 Umáx/ 3	µV
16	Nível máximo de descargas parciais a 110% da tensão fase-terra	pC
17	Fator de sobretensão nominal	
18	Fator de perdas dielétricas do isolamento referido a 20 °C	
19	Potência térmica nominal	VA
20	Cargas nominais:	
20.1	• Enrolamento 1:	
20.2	• Enrolamento 2:	
20.3	• Enrolamento 3:	
21	Corrente de curto-circuito nos terminais secundários	kA
22	Elevação de temperatura para operação contínua e carga total, com temperatura ambiente de 40 °C:	
22.1	• Enrolamento:	°C
22.2	• Óleo:	°C
23	Tipo de núcleo	
24	Material do núcleo	
25	Tipo de óleo isolante.	
26	Volume de óleo isolante.	l
27	Tipo do gás em contato com o líquido isolante (se aplicável)	
28	Pressão do gás em contato com o líquido isolante (se aplicável)	kPa
29	Distância mínima especificada de escoamento fase-terra	mm
30	Máxima força de tração, horizontal, nos terminais primários	daN
31	Erro de relação e erro de ângulo de fase de zero até a carga nominal com tensão e frequência nominais. Esta informação deve ser apresentada em curva tendo como limites do paralelogramo o erro de relação e o erro de ângulo de fase	
32	Massas:	
32.1	• Total:	kg
32.2	• Aproximada para transporte:	kg

33	Dimensões:	
33.1	• Largura	mm
33.2	• Comprimento	mm
33.3	• Altura	mm
34	Dimensões aproximadas para transporte:	
34.1	• Largura	mm
34.2	• Comprimento	mm
34.3	• Altura	mm

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.

