

*Conjunto de medição para sistema  
de medição e faturamento até 36,2  
kV*

ESA | DENG | NRM-979 | 2025

# Especificação Técnica Unificada

ETU - 257

Versão 0.0 - Abril / 2025



## Apresentação

Nesta Especificação Técnica são apresentadas as diretrizes necessárias para padronizar as características e requisitos mínimos mecânicos e elétricos exigidos para o fornecimento de conjunto de medição (CJM), trifásico (3F), de uso externo, aplicáveis aos serviços de medição e faturamento, em classe de tensão até 36,2 kV, nas concessionárias de distribuição do grupo Energisa S.A.

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

A presente revisão desta Especificação Técnica é a versão 0.0, datada de abril de 2025.

**Cataguases - MG., Abril de 2025.**

## **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-257

**Carlos Gomes Nunes Filho**

Grupo Energisa

**Eberson Ricardo Patalo**

Grupo Energisa

**Jessica Madruga de Miranda  
Henriques**

Grupo Energisa

**Moises Dias Santos**

Grupo Energisa

**Marco Antônio Pinheiro Flores**

Grupo Energisa

**Manoel Messias Vieira de Menezes  
Junior**

Grupo Energisa



## Aprovação técnica

**Ademálio de Assis Cordeiro**

Grupo Energisa

**Fernando Espíndula Corradi**

Energisa Rondônia (ERO)

**Alberto Alves Cunha**

Energisa Tocantins (ETO)

**Guilherme Damiance Souza**

Energisa Sul-Sudeste (ESS)

**Antônio Maurício de Matos Gonçalves**

Energisa Acre (EAC)

**Ricardo Langone Marques**

Dir. Suprimentos Logística

**Erika Ferrari Cunha**

Energisa Sergipe (ESE)

**Rodolfo Acialdi Pinheiro**

Energisa Minas-Rio (EMR)

**Fabio Lancelotti**

Energisa Paraíba (EPB)

**Rodrigo Brandão Fraiha**

Energisa Mato Grosso do Sul (EMS)

**Fabício Sampaio Medeiros**

Energisa Mato Grosso (EMT)

# Sumário

1	OBJETIVO.....	9
2	CAMPO DE APLICAÇÃO.....	9
3	OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS.....	9
4	REFERÊNCIAS NORMATIVAS.....	9
4.1	LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO FEDERAL.....	10
4.2	NORMA TÉCNICA BRASILEIRA.....	11
4.3	NORMA TÉCNICA INTERNACIONAL.....	13
4.4	NORMA TÉCNICA DO GRUPO ENERGISA.....	16
5	TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES.....	17
5.1	CONJUNTO DE MEDIÇÃO.....	17
5.1.1	Transformador de corrente (TC).....	17
5.1.2	Transformador de corrente para medição.....	18
5.1.3	Transformador de potencial indutivo (TPI).....	18
5.1.4	Transformador de potencial indutivo para medição.....	18
5.2	CLASSE DE EXATIDÃO.....	18
5.3	CARGA NOMINAL.....	18
5.4	ERRO DE RELAÇÃO.....	18
5.5	FATOR TÉRMICO ( $F_T$ ).....	18
5.6	FATOR DE SOBRETENSÃO ( $F_{ST}$ ).....	19
5.7	GALVANIZAÇÃO POR IMERSÃO À QUENTE.....	19
5.8	POTÊNCIA NOMINAL.....	19
5.9	RELAÇÃO NOMINAL ( $R_N$ ).....	19
5.10	RELAÇÃO REAL ( $R_R$ ).....	19
5.11	RESISTÊNCIA DO ENROLAMENTO SECUNDÁRIO ( $R_S$ ).....	19
5.12	TERMINAIS PRIMÁRIOS.....	20
5.13	TERMINAIS SECUNDÁRIOS.....	20
5.14	TENSÃO MÁXIMA DO EQUIPAMENTO ( $U_M$ ).....	20
5.15	TENSÃO NOMINAL DO EQUIPAMENTO.....	20
5.16	ENSAIOS DE RECEBIMENTO.....	20
5.17	ENSAIOS DE TIPO.....	20
5.18	ENSAIOS ESPECIAIS.....	21
6	HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES.....	21
7	CONDIÇÕES GERAIS.....	21
7.1	CONDIÇÕES DO SERVIÇO.....	22
7.2	LINGUAGENS E UNIDADES DE MEDIDA.....	22
7.3	ACONDICIONAMENTO.....	23

7.4	MEIO AMBIENTE .....	25
7.5	EXPECTATIVA DE VIDA ÚTIL .....	27
7.6	GARANTIA .....	27
7.7	NUMERAÇÃO DE PATRIMÔNIO .....	27
7.8	INCORPORAÇÃO AO PATRIMÔNIO DA ENERGISA.....	28
7.9	MANUAL DE INSTRUÇÕES.....	29
7.10	AValiação TÉCNICA DO MATERIAL.....	29
8	CARACTERÍSTICA ELÉTRICA .....	31
8.1	TENSÃO MÁXIMA DO EQUIPAMENTO ( $U_{MAX}$ ) .....	31
8.2	NÍVEL DE ISOLAMENTO .....	32
8.3	CORRENTES NOMINAIS ( $I_N$ ).....	32
8.4	TENSÕES NOMINAIS ( $U_N$ ).....	32
8.5	FREQUÊNCIA NOMINAL ( $F_R$ ) .....	32
8.6	FATOR TÉRMICO NOMINAL ( $F_T$ ) .....	32
8.7	DESCARGAS PARCIAIS .....	33
8.8	CARGAS E CLASSES DE EXATIDÃO .....	33
8.9	POTÊNCIA TÉRMICA ( $P_{TERM}$ ) .....	33
8.10	CORRENTE SUPORTÁVEL NOMINAL DE CURTA DURAÇÃO (CORRENTE TÉRMICA NOMINAL - $I_T$ ) ..	33
8.11	VALOR DE CRISTA NOMINAL DE CORRENTE SUPORTÁVEL (CORRENTE DINÂMICA NOMINAL - $I_D$ )	33
8.12	LIMITES DE ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA .....	34
8.13	POLARIDADE DO TP .....	34
8.14	REQUISITOS DE ISOLAMENTO PARA ENROLAMENTOS SECUNDÁRIOS.....	34
8.15	GRUPO DE LIGAÇÕES .....	34
9	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS .....	34
9.1	MATERIAIS .....	35
9.1.1	Núcleo .....	35
9.1.2	Enrolamentos .....	35
9.1.3	Caixa de telemetria .....	35
9.1.4	Meio isolante.....	36
9.1.5	Terminais de ligação.....	36
9.1.5.1	Terminais primários .....	36
9.1.5.2	Terminais secundários.....	37
9.1.6	Dispositivo de aterramento.....	38
9.1.7	Dispositivo para içamento .....	38
9.1.8	Capa de proteção dos terminais de ligação .....	38
9.1.9	Para-raios de distribuição.....	38
9.1.10	Estruturas de suporte .....	39
9.1.11	Fixações externas (ferragens).....	39
9.2	CARACTERÍSTICA DIMENSIONAL .....	40
9.3	IDENTIFICAÇÃO E MARCAÇÃO .....	40

9.3.1	Placa de identificação.....	40
9.3.2	Marcações .....	42
10	INSPEÇÃO E ENSAIOS .....	43
10.1	GENERALIDADES .....	43
10.2	RELAÇÃO DE ENSAIOS.....	46
10.2.1	Ensaio de tipo (T) .....	47
10.2.2	Ensaio de recebimento (RE) .....	47
10.2.3	Ensaio especiais (E) .....	48
10.3	DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS.....	49
10.3.1	Inspeção geral .....	49
10.3.2	Verificação dimensional.....	49
10.3.3	Ensaio de elevação de temperatura.....	50
10.3.4	Ensaio de tensão suportável de impulso nos terminais primários.....	50
10.3.5	Ensaio de tensão suportável à frequência industrial sob chuva.....	50
10.3.6	Ensaio de exatidão.....	50
10.3.6.1	Transformador de corrente (TC).....	50
10.3.6.2	Transformador de potencial (TP).....	51
10.3.7	Ensaio de verificação do grau de proteção por invólucros.....	51
10.3.7.1	Verificação do código IP .....	51
10.3.7.2	Verificação da codificação IK .....	51
10.3.8	Ensaio de corrente de curta duração .....	51
10.3.9	Ensaio de suportabilidade a curto-circuito.....	52
10.3.10	Ensaio de descargas parciais.....	52
10.3.11	Ensaio de tensão suportável à frequência industrial entre seções ...	52
10.3.12	Ensaio de tensão suportável à frequência industrial nos terminais secundários	53
10.3.13	Ensaio de determinação da resistência do enrolamento secundário.	53
10.3.14	Ensaio de determinação da constante de tempo da malha secundária	53
10.3.15	Ensaio para f.e.m. limiar de saturação nominal e corrente de excitação à f.e.m. limiar de saturação nominal .....	54
10.3.16	Ensaio de sobretensão entre espiras.....	54
10.3.17	Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco .....	54
10.3.17.1	Ensaio de massa por unidade de área .....	54
10.3.17.2	Ensaio de aderência da camada .....	54
10.3.17.3	Ensaio de espessura da camada.....	55
10.3.17.4	Ensaio de uniformidade da camada .....	55
10.3.18	Ensaio de medição da espessura do revestimento do terminal de ligação	55
10.3.18.1	Camada de estanho.....	56
10.3.18.2	Camada de prata .....	56

10.3.19	Ensaio de verificação do torque nos terminais .....	56
10.4	RELATÓRIOS DOS ENSAIOS .....	56
11	PLANOS DE AMOSTRAGEM .....	57
11.1	ENSAIOS DE TIPO E ESPECIAIS .....	57
11.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO .....	58
12	ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO .....	58
12.1	ENSAIOS DE TIPO E ESPECIAIS .....	58
12.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO .....	58
13	NOTAS COMPLEMENTARES .....	59
14	HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO .....	59
15	VIGÊNCIA.....	59
16	TABELAS.....	60
	TABELA 1 - Característica técnica do conjunto de medição para sistemas de medição e faturamento .....	60
	TABELA 2 - Informações constantes no QR-CODE.....	63
	TABELA 3 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaios de recebimento .....	64
	TABELA 4 - Relação de ensaios .....	65
17	DESENHOS .....	66
	DESENHO 1 - Característica dimensional do conjunto de medição para sistemas de medição e faturamento .....	66
	DESENHO 2 - Característica interna da caixa de telemetria.....	67
	DESENHO 3 - Placa de identificação do conjunto de medição (modelo).....	68
	DESENHO 4 - Terminal secundário do conjunto de medição .....	69
18	ANEXOS.....	70
	ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas .....	70
	ANEXO 2 - Quadro de desvios técnicos e exceções .....	74
	ANEXO 3 - Embalagem do conjunto de medição (modelo).....	75

## 1 OBJETIVO

Esta Especificação Técnica estabelece os requisitos técnicos mínimos, tanto mecânicos quanto elétricos, exigidos para a fabricação, ensaios e recebimento de Conjunto de Medição (CJM), trifásico (3F), de uso externo, a ser usado no sistema de distribuição do Grupo Energisa.

## 2 CAMPO DE APLICAÇÃO

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

### NOTA:

- I. Os materiais contemplados nesta Especificação Técnica têm seu uso proibido em subestações de distribuição (SED).

## 3 OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS

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

## 4 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Esta Especificação Técnica foi baseada no (s) seguinte (s) documento (s):

- ABNT NBR 6855, Transformador de potencial indutivo com isolamento sólida para tensão máxima igual ou inferior a 52 kV - Especificação e ensaios
- ABNT NBR 6856, Transformador de corrente com isolamento sólida para tensão máxima igual ou inferior a 52 kV - Especificação e ensaios

- ABNT NBR IEC 61869-4, Transformadores para instrumentos - Parte 4: Requisitos adicionais para transformadores combinados
- IEC 61869-4, Instrument transformers - Part 4: Additional requirements for combined transformers

Como forma de atender os processos de fabricação, inspeção e ensaios, os conjuntos de medição devem satisfazer às exigências desta Especificação Técnica, bem como, 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, de 2004, Aprova o texto da Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes, adotada, naquela cidade, em 22/05/2001
- Portaria Interministerial MTE/MS N.º 775, de 28/04/2004, Dispõe sobre a proibição, em todo o Território Nacional, da comercialização de produtos acabados que contenham “benzeno” em sua composição
- 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 Norma técnica brasileira

- 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 6323, Galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido - Especificação
- ABNT NBR 7007, Aço-carbono e aço microligado para barras e perfis laminados a quente para uso estrutural - Requisitos
- ABNT NBR 7095, Ferragens eletrotécnicas para linhas de transmissão e subestações de alta tensão e extra alta tensão
- 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 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 60216-1, Materiais isolantes elétricos - Propriedades de durabilidade térmica - Parte 1: Métodos de envelhecimento e avaliação de resultados de ensaio
- ABNT NBR IEC 60270, Técnicas de ensaios elétricos de alta-tensão - Medição de descargas parciais
- ABNT NBR IEC 60529, Graus de proteção providos por invólucros (Códigos IP)
- ABNT NBR IEC 61869-1, Transformadores para instrumento - Parte 1: Requisitos gerais
- ABNT NBR IEC 61869-2, Transformadores para instrumento - Parte 2: Requisitos adicionais para transformadores de corrente
- ABNT NBR IEC 61869-3, Transformadores para instrumento - Parte 3: Requisitos adicionais para transformadores de potencial indutivos
- ABNT NBR IEC 62262, Graus de proteção assegurados pelos invólucros de equipamentos elétricos contra os impactos mecânicos externos (código IK)

### 4.3 Norma técnica internacional

- ASTM A6/A6M, Standard specification for general requirements for rolled structural steel bars, plates, shapes, and sheet piling
- 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 60216-1, Electrical insulating materials - Thermal endurance properties - Part 1: Ageing procedures and evaluation of test results
- 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 60455-1, Resin based reactive compounds used for electrical insulation - Part 1: Definitions and general requirements
- 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 ac systems with a nominal voltage greater than 1 000 V - Definitions, test methods and acceptance criteria
  - IEC 61869-1, Instrument transformers - Part 1: General requirements
  - IEC 61869-2, Instrument transformers - Part 2: Additional requirements for current transformers
  - IEC 61869-3, Instrument transformers - Part 3: Additional requirements for inductive voltage transformers
  - IEC 62262, Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK code)
  - IEC TS 60815-1, Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 1: Definitions, information and general principles
  - IEEE 957, IEEE Guide for cleaning insulators
  - ISO 752, Zinc ingots
  - ISO 1461, Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles - Specifications and test methods
  - 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 Norma técnica do grupo Energisa

- ETU-128.1 - Para-raios de linha de distribuição até 36,2 kV
- ETU-164 - Transformador de potencial indutivo para medição e faturamento até 36,2 kV
- ETU-166 - Transformador de corrente para medição e faturamento até 36,2 kV

#### NOTAS:

- II. Todas as normas nacionais e internacionais (ABNT, IEEE, IEC, ANSI, ASTM etc.) mencionadas acima devem estar à disposição do inspetor da Energisa no local da inspeção;
- III. Todos os materiais que não são especificamente mencionados nesta Especificação Técnica, mas que são usuais ou necessários para a operação eficiente do equipamento, considerar-se-ão como aqui incluídos e devem ser fornecidos pelo fabricante sem ônus adicional;
- IV. A utilização de normas de quaisquer outras organizações credenciadas será permitida, desde que elas assegurem uma qualidade igual, ou melhor, que as anteriormente mencionadas e não contradigam a presente Especificação Técnica;
- V. As siglas acima referem-se a:
  - ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
  - CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
  - IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
  - INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
  - MS - Ministro da Saúde

- MTE - Ministro de Estado do Trabalho e Emprego
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- NBR - Norma Brasileira
- NM - Norma Mercosul
- ANSI - American National Standards Institute
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- IEC - International Electrotechnical Commission
- IEEE - Institute of Electrical and Electronic Engineers
- ISO - International Organization for Standardization

## 5 TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES

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

### 5.1 Conjunto de medição

Os conjuntos de medição são equipamentos apropriados para medição a 3 elementos (3 TC's e 3 TPI's) encapsulados em polos monofásicos, compondo 1 TC e 1 TPI, juntos em resina epóxi, acrescido de todos os componentes descritos nesta especificação técnica e demais acessórios necessários ao seu perfeito funcionamento.

#### 5.1.1 Transformador de corrente (TC)

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

### 5.1.2 Transformador de corrente para medição

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

### 5.1.3 Transformador de potencial indutivo (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.

### 5.1.4 Transformador de potencial indutivo para medição

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

## 5.2 Classe de exatidão

Designação atribuída a um transformador para instrumentos, cujo erro de relação e de defasagem angular se mantém dentro dos limites especificados, em condições preestabelecidas.

## 5.3 Carga nominal

Carga sobre a qual os requisitos de exatidão são baseados.

## 5.4 Erro de relação

Erro que um transformador para instrumento introduz na medição e que surge do fato de que a relação de transformação real não é igual à relação de transformação nominal.

## 5.5 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.

## 5.6 Fator de sobretensão ( $F_{st}$ )

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.

## 5.7 Galvanização por imersão à quente

Processo de revestimento de peças de aço ou ferro fundido, de qualquer tamanho, peso, forma e complexidade, com camada de zinco, visando sua proteção contra a corrosão.

## 5.8 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.

## 5.9 Relação nominal ( $R_n$ )

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

## 5.10 Relação real ( $R_r$ )

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

## 5.11 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.

## 5.12 Terminais primários

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

## 5.13 Terminais secundários

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

## 5.14 Tensão máxima do equipamento ( $U_m$ )

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

## 5.15 Tensão nominal do equipamento

Tensão de regime contínuo de operação, em qualquer derivação.

## 5.16 Ensaios de recebimento

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

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

## 5.17 Ensaios de tipo

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

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

## 5.18 Ensaios especiais

Os ensaios especiais têm como objetivo avaliar materiais com suspeita de defeitos e são realizados quando há abertura de não-conformidade. Eles são executados em unidades recolhidas em cada unidade de negócio.

Este tipo de ensaio é executado e custeado pela Energisa.

## 6 HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES

O cadastro comercial via Web Supply é obrigatório para todos os fornecedores do Grupo Energisa. A manutenção deste cadastro atualizado é uma obrigação do fornecedor.

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

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

## 7 CONDIÇÕES GERAIS

Os conjuntos de medição 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 matéria prima empregada na fabricação e acabamento de forma incorporar tanto quanto possível as mais recentes técnicas e melhoramentos;
- d) Ser projetado, de modo que, as manutenções possam ser efetuadas pelo grupo Energisa ou em oficinas por ela qualificadas, sem o emprego de máquinas ou ferramentas especiais.

## 7.1 Condições do serviço

Os conjuntos de medição tratados nesta Especificação Técnica devem ser adequados para operar nas seguintes condições:

- a) Altitude não superior a 1.500 metros acima do nível do mar;
- b) Temperatura, conforme IEC 60721-2-1:
  - Máxima do ar ambiente: 45 °C;
  - Média, em um período de 24 horas: 35 °C;
  - Mínima do ar ambiente: -5 °C;
- c) Pressão máxima do vento: 1.080 Pa (108 daN/m<sup>2</sup>), valor correspondente a uma velocidade do vento de 150 km/h, conforme IEC 60721-2-2;
- d) Umidade relativa do ar até 100 %, conforme IEC 60721-2-1;
- e) Nível de radiação solar: 1,1 kW/m<sup>2</sup>, com alta incidência de raios ultravioleta, conforme IEC 60721-2-4;
- f) Precipitação pluviométrica: média anual de 1.500 a 3.000 milímetros, conforme IEC 60721-2-2;
- g) Classe de severidade de poluição local (SPS): pesado e muito pesado, conforme ABNT IEC TS 60815-1 ou IEC TS 60815-1;
- h) Vibrações insignificantes devido a causas externas os conjuntos ou devido a tremores de terra, conforme IEC 60721-1.

## 7.2 Linguagens e unidades de medida

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



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

**NOTA:**

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

### 7.3 Acondicionamento

Os conjuntos de medição deveram ser acondicionados de forma individual, em container apropriado (caixa para transporte), confeccionada em madeira não retornáveis, conforme Anexo 3, obedecendo às seguintes condições:

- a) Devem ser adequadamente embaladas de modo a garantir o transporte (ferroviário, rodoviário, hidroviário, marítimo ou aéreo) seguro até o local de armazenamento ou instalação, em qualquer condição que possa ser encontrada (intempéries, umidade, choques etc.), bem como ao manuseio;
- b) Devem ser feitas 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 ter:
  - Travas diagonais para evitar movimentos laterais dos transformadores durante o transporte;
  - Topo nivelado de modo a permitir o perfeito empilhamento de outra embalagem sobreposta;
  - Suas laterais superiores dimensionadas para suportar, sem deformação, o peso de outra embalagem sobreposta.
- c) As embalagens devem ser construídas de modo a possibilitar:
  - Uso de empilhadeiras e carro hidráulico;

- Carga e descarga, através da alça de suspensão do transformador, com o uso de pontes rolantes;
  - Transporte e ou armazenamento superposto de 2 (dois) transformadores.
- d) O material em contato com os transformadores não deve:
- Adicionar aderência;
  - Causar contaminação;
  - Provocar corrosão durante o armazenamento;
  - Retenção de umidade.
- e) Além disso, devem ser observadas as demais indicações no protocolo logístico do material, disponível no site da Energisa, através do seguinte link:

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

#### NOTAS:

- I. A embalagem, quando confeccionada em madeira, a mesma deve:
  - Ser de boa qualidade, reforçadas, contendo suporte para apoio e marcação dos pontos e sentidos de içamento, isentos de trincas, rachaduras ou qualquer outro tipo de defeito e não apresentar pontas ou cabeças de pregos ou parafusos que possam danificar os transformadores de serviço auxiliar.
  - Ter qualidade, no mínimo, igual à do pinus de segunda e certificada pelo IBAMA. Em caso de fornecedores internacional, o certificado deve ser por órgão nacional similar;
  - Não devem conter substâncias ou produtos passíveis de agredir o meio ambiente quando do descarte ou reaproveitamento dessas embalagens.

- VII. A embalagem deve ser elaborada com material reciclável. Não serão aceitas embalagens elaboradas com poliestireno expandido, popularmente conhecido como “isopor”.

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

- a) Nome ou logotipo da Energisa;
- b) Nome ou marca comercial do fabricante;
- c) País de origem;
- d) Mês e ano de fabricação (MM/AAAA);
- e) Tipo, dimensões e número de série da embalagem;
- f) Identificação completa dos conjuntos de medição (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 6855 / ABNT NBR 6856;
- j) Número e quaisquer outras informações especificadas na Ordem de Compra de Material (OCM).

#### NOTAS:

- VIII. O fornecedor brasileiro deverá numerar os diversos volumes e anexar à nota fiscal uma relação descritiva (romaneio) do conteúdo de cada volume;
- IX. 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 conjuntos de medição, 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 conjuntos de medição, 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 a validade das licenças de operação das unidades industriais e de transporte dos fornecedores e subfornecedores junto aos órgãos oficiais de controle ambiental.

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

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



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 conjuntos de medição 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.

### NOTA:

- X. 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 estar conforme o estipulado na Ordem de Compra de Materiais (OCM), contra qualquer defeito de fabricação, material e acondicionamento.

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

## 7.7 Numeração de patrimônio

Os equipamentos devem conter a numeração sequencial de 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:

*Legenda:*

*LL - Informação composta por duas letras, onde a primeira representa o fabricante e a segunda o nível de tensão;*

*NN - Representação numérica sequencial.*

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-ampère (VA).

Essa numeração deverá ser consultada pelo fabricante a Energisa quando da ordem de compra.

## 7.8 Incorporação ao patrimônio da Energisa

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

- a) Devem ser provenientes de fabricantes cadastrados e homologados pela Energisa;
- b) Devem ser novos, com um período máximo de 24 (vinte e quatro) meses a partir da data de fabricação. Não serão aceitos, em hipótese alguma, equipamentos usados e/ou recuperados;

- c) Deve ser fornecida a (s) nota (s) fiscal (is), bem como os relatórios de ensaios de fábrica, comprovando sua aprovação nos ensaios de rotina e/ou recebimento conforme previsto nesta Especificação Técnica.

#### NOTAS:

- XI. A critério da Energisa, os conjuntos de medição poderão ser ensaiados em laboratório próprio ou em laboratório credenciado, para comprovação dos resultados dos ensaios conforme os valores exigidos nesta Especificação Técnica;
- XII. A relação dos fabricantes homologados de conjuntos de medição 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 conjuntos de medição 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 3;
- b) Apresentar catálogos e outras informações pertinentes;
- c) Apresentar desenhos técnicos detalhados.

O fornecedor deve apresentar uma cópia em português, em referências as medidas do sistema métrico decimal, quanto aos desenhos relacionados a seguir:

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

#### NOTAS:

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

## 8 CARACTERÍSTICA ELÉTRICA

### 8.1 Tensão máxima do equipamento ( $U_{max}$ )

As tensões nominais normalizadas dos conjuntos de medição, 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;
- 24,2 kV, para redes de tensão nominal de 22,0 kV; e

- 36,2 kV, para redes de tensão nominal de 34,5 kV.

NOTA:

XV. 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 à Tabela 1.

NOTA:

XVI. Serão aceitos valores de nível de isolamento para as tensões nominais da faixa I, series I e II, conforme ABNT NBR IEC 61869-1 ou IEC 61869-1.

## 8.3 Correntes nominais ( $I_n$ )

As correntes nominais dos conjuntos de medição, em ampères (a), são as seguintes:

- Enrolamento secundário: 5,0 A;
- Enrolamento primário: 5,0 - 10 - 15 - 20 - 25 - 30 - 50 - 100 - 200 - 400 A.

## 8.4 Tensões nominais ( $U_n$ )

As tensões nominais dos conjuntos de medição, em volts (v), são as seguintes:

Enrolamento secundário: 115 V;

Enrolamento primário: 6.900 - 8.050 - 12.650 - 13.800 - 20.125 V.

## 8.5 Frequência nominal ( $f_r$ )

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

## 8.6 Fator térmico nominal ( $F_t$ )

O fator térmico nominal normalizado deve ser 2,0.

## 8.7 Descargas parciais

O nível de descargas parciais não deve exceder os limites de 50 pC.

## 8.8 Cargas e classes de exatidão

As cargas e classes da exatidão padronizadas são:

a) Transformadores de corrente (TC):

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

**NOTA:**

**XVII. Somente será permitido fornecimento do conjunto de medição com exatidão 0,6C5, para equipamentos com dupla relação de corrente.**

b) Transformadores de potencial (TP): 25 VA 0,3 (0,3P25).

## 8.9 Potência térmica ( $P_{term}$ )

A potência térmica padronizada para os equipamentos é de 500 VA.

## 8.10 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  $I_n$ .

## 8.11 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:  $150 I_n$ .

## 8.12 Limites de elevação de temperatura

O conjunto de medição deve ser projeto para condições normais de serviço, operando à corrente especificada, à frequência e cargas nominais ou à carga nominal mais elevada, com classe de elevação de temperatura “A” (105 °C), conforme ABNT NBR IEC 60085 ou IEC 60085.

## 8.13 Polaridade do TP

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.

## 8.14 Requisitos de isolamento para enrolamentos secundários

A tensão suportável nominal à frequência industrial para isolamento do enrolamento secundário deve ser  $3,0 kV_{ef}$ .

## 8.15 Grupo de ligações

Os transformadores de potencial podem ser classificados dentre os seguintes grupos de ligação 3B, 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.

# 9 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.

O conjunto de medição deve:

- Suportar a lavagem sob pressão, em sistema energizado, conforme IEEE 957;
- Ser fornecido com chave de aferição de 10 polos, tensão máxima de 600 volts (V) e corrente nominal de 20 ampères (A).

## 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:

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

### 9.1.2 Enrolamentos

Os enrolamentos dos equipamentos 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.

### 9.1.3 Caixa de telemetria

A caixa de telemetria deve acomodar o medidor, chave de aferição, dispositivo de telemetria, chave seccionadora e demais acessórios.

O sistema de vedação deverá contatar, também, com grau de proteção mínima de:

- IP-54, conforme ABNT NBR IEC 60529 ou IEC 60529;
- IK-7, conforme ABNT NBR IEC 62262 ou IEC 62262.

O fechamento da caixa deve ser feito com parafusos de rosca M6 com furação para passagem do lacre e controle de violação por pessoa não autorizada. Na tampa de acesso a parte interna da caixa deve ser instalado amortecedor para impedir colisão dela com técnico que esteja fazendo intervenção no conjunto de medição.

A tampa da caixa deve permitir utilização de fechadura eletrônica e/ou manual (convencional).

#### 9.1.4 Meio isolante

Os conjuntos de medição 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 conforme item 8.12.

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, conforme as normas IEC 61109 e ABNT NBR IEC 60216-1 ou IEC 60216-1.

#### NOTAS:

- XIX. O recomendado é que a resina epóxi seja em tons de cinza. Outras cores poderão ser aceitas, mediante aprovação previa da Energisa.
- XX. Outras tecnologias para o sistema de isolamento podem ser aceitas pela Energisa, desde que comprovadamente testada e aprovada.

#### 9.1.5 Terminais de ligação

##### 9.1.5.1 Terminais primários



Os terminais de linha devem ser do tipo NEMA 2 furos, confeccionados em liga de cobre, cobre eletrolítico ou alumínio, de alta condutividade, revestido por imersão a quente, com camada mínima, conforme ABNT NBR 5370, de:

- Estanho: 8,0  $\mu\text{m}$  individualmente e 12  $\mu\text{m}$  na média das amostras;
- Prata: 2,0  $\mu\text{m}$  individualmente.

**NOTA:**

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

Deverá ser fornecido junto com os terminais, os parafusos, porcas, arruela de pressão e arruela lisa, devendo:

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

**NOTA:**

**XXII. Outros tipos de materiais podem ser aceitos, mediante aprovação previa da Energisa;**

### 9.1.5.2 Terminais secundários

Os terminais secundários devem ser constituídos de um parafuso de fenda, de rosca M5 e comprimento de 10 mm, arruela lisa ou tipo unha, todos confeccionados em aço inoxidável, conforme 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 1,0 mm saliente em relação à superfície do material isolante.

#### 9.1.6 Dispositivo de aterramento

O conjunto de medição deve ter 1,0 (um) conector apropriados para aterramento da carcaça, confeccionados em liga de cobre, para ligação de condutores de aço-cobreado, com seção nominal entre 25 e 70 mm<sup>2</sup>.

#### 9.1.7 Dispositivo para içamento

O conjunto de medição devem ser projetados com, no mínimo, 2 (duas) orelhas de suspensão, com resistência, dimensões e formato suficientes e adequados para permitir o içamento e a locomoção do equipamento sem lhe causar danos.

#### 9.1.8 Capa de proteção dos terminais de ligação

Os conjuntos de medição, 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:

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

#### 9.1.9 Para-raios de distribuição



O conjunto de medição deve ser fornecidos, obrigatoriamente, com 1,0 (um) para-raios de distribuição por fase, com nível de tensão adequados e possuir demais características técnicas conforme ETU-128.1.

Os para-raios de distribuição devem ser, obrigatoriamente, de fornecedores homologados pela Energisa.

#### 9.1.10 Estruturas de suporte

O conjunto de medição deve ser fornecidos com suporte metálico apropriada para instalação em postes de distribuição.

O suporte metálico deve ser projetado e construído de aço estrutural, conforme ABNT NBR 7007 ou ASTM A6/A6M, galvanizada por imersão a quente, e resistir com segurança, aos esforços de curto-circuito, que possam ser impostos ao conjunto de medição, incluindo a velocidade máxima de vento. Deve ser previsto, suporte para instalação de para-raios de distribuição.

#### 9.1.11 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 ou ISO 1461, e estar em conformidade com a ABNT NBR 7095.

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 ZN-5, cuja composição química compatível com ISO 752 ou ASTM B6.

#### NOTA:

XXIV. É permitida a utilização de processos de proteção com 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.

O processo de galvanização deve ser realizado após a fabricação, soldagem, perfuração e marcação do material.

## 9.2 Característica dimensional

Os conjuntos de medição devem:

- a) Permitir a instalação lateralmente à rede;
- b) Possuir formato e dimensões externas que permitam a sua instalação, conforme Desenhos 1 e 2;
- c) Ser equipados com:
  - Olhais para içamento do conjunto de medição;
  - Suportes para instalação de para-raios de distribuição, conforme padrão Energisa (ETU-128.1);
  - Suporte para a caixa de telemetria.

Todos os parafusos e porcas de montagem deveram conter sistema de travamento, a fim de evitar que se soltem com as vibrações incidentes, durante o transporte e/ou operação, porém devem permitir a desmontagem sem equipamento especial.

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

## 9.3 Identificação e marcação

### 9.3.1 Placa de identificação

O conjunto de medição deve ser provido de placa de identificação metálica, a prova de tempo, em posição visível, fixada apropriadamente ao corpo do transformador, com formato conforme Desenho 3, 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:**

**XXV. 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 “CONJUNTO DE MEDIÇÃO”;
- 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 ( $n_{i\_/_/}$ ), em quilovolt (kV);
- k) Fator térmico ( $F_t$ );
- l) Corrente primária nominal ( $I_p$ ), em ampères (a);
- m) Corrente secundária nominal ( $I_s$ ), em ampères (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);
- s) Espaço em branco para informações complementares solicitadas pelo usuário, com dimensões de 10 x 50 mm;
- t) QR-CODE, conforme Tabela 9;

#### NOTAS:

- XXVI. Não serão aceitas placas de identificação com rasuras ou correções.
- XXVII. Para a alínea i), todos os equipamentos devem ser identificados pelos níveis de tensão padronizados pela ANEEL, ou seja, 0,6/1,0 kV, 15 kV, 24,2 kV ou 36,2 kV;
- XXVIII. A partir de 01/01/2026, a placa de identificação deve possuir etiquetas, do tipo autocolante, com código de barras 2D (QR CODE).

### 9.3.2 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” (para transformador de corrente);
- Enrolamento secundário: “S” (para transformador de corrente).

- Enrolamento primário: “H” (para transformador de potencial);
- Enrolamento secundário: “X” (para transformador de potencial).

Disposição dos algarismos junto às letras “H” e “X” e os desenhos de identificação dos terminais devem ser conforme a ABNT NBR 6855.

Disposição dos algarismos junto às letras “P” e “S” e os desenhos de identificação dos terminais devem ser conforme a ABNT NBR 6856.

## 10 INSPEÇÃO E ENSAIOS

### 10.1 Generalidades

- a) Os materiais devem ser submetidos à 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. O fornecedor deve comunicar à Energisa as datas em que os lotes estarão prontos para inspeção final, completos com todos os acessórios, com antecedência mínima de:
  - 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 momento que julgar necessário. O fabricante deve proporcionar livre acesso do inspetor aos laboratórios e às instalações onde os materiais estiverem sendo fabricados, fornecendo as informações solicitadas e realizando os ensaios necessários. O inspetor pode exigir certificados de procedência de matérias-primas e componentes, além de fichas e relatórios internos de controle.
- c) O fornecedor deve apresentar seu Plano de Inspeção e Testes (PIT) para aprovação da Energisa. O PIT deve indicar os requisitos de controle de qualidade para matérias-primas, componentes e acessórios de fornecimento

- 
- de terceiros, assim como as normas técnicas empregadas na fabricação e inspeção dos equipamentos, além de uma descrição sucinta dos ensaios (constantes, métodos e instrumentos empregados e os valores esperados).
- d) O fornecedor deve 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 aos especificados, podem ser aceitos se realizados em laboratórios oficialmente reconhecidos, com validade máxima de 5 (cinco) anos, e se a Energisa considerar que tais dados comprovam que os materiais propostos atendem ao especificado. Os dados de ensaios devem ser completos, com todas as informações necessárias, indicando claramente as datas de execução. 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 só será válida por escrito.
  - f) O fabricante deve dispor de pessoal e equipamentos necessários à execução dos ensaios. Em caso de contratação, a aprovação prévia pela Energisa é necessária.
  - g) O fabricante deve assegurar ao inspetor da Energisa o direito de familiarizar-se, em detalhes, com as instalações e equipamentos, 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. Na ocasião da inspeção, devem estar dentro deste



período, podendo acarretar desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência.

- i) O fabricante deve disponibilizar para o inspetor da Energisa 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 sobre a qualidade do material e/ou da fabricação. Em tais casos, os materiais podem ser inspecionados e submetidos a ensaios, com prévia notificação ao fabricante e, eventualmente, em sua presença. Em caso de 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 assinado 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 serem feitos na presença do inspetor credenciado pela Energisa.

- 
- o) O custo dos ensaios deve ser por conta do fabricante.
- p) 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:**

**XXIX. Os fabricantes estrangeiros devem providenciar intérpretes da língua portuguesa do Brasil para se comunicarem com os representantes da Energisa durante as inspeções, em qualquer época e no local designado.**

## 10.2 Relação de ensaios

Todos os ensaios relacionados estão constando na Tabela 4.

### 10.2.1 Ensaios de tipo (T)

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

- a) Ensaio de elevação de temperatura, conforme item 10.3.3;
- b) Ensaio de tensão suportável de impulso nos terminais primários, conforme item 10.3.4;
- c) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial sob chuva, conforme item 10.3.5;
- d) Ensaios de exatidão, conforme item 10.3.6;
- e) Ensaio de verificação do grau de proteção por invólucros, conforme item 10.3.7;
- f) Ensaios de corrente de curta duração, conforme item 10.3.8;
- g) Ensaio de suportabilidade a curto-circuito, conforme item 10.3.9;
- h) Ensaios de tipo do transformador de corrente, conforme ETU-166;
- i) Ensaios de tipo do transformador de potencial, conforme ETU-164.

### 10.2.2 Ensaios de recebimento (RE)

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

- a) Inspeção geral, conforme item 10.3.1;
- b) Verificação dimensional, conforme item 10.3.2;
- c) Ensaio de tensão suportável de impulso nos terminais primários, conforme item 10.3.4;
- d) Ensaios de exatidão, conforme item 10.3.6;

- 
- e) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial entre seções, conforme item 10.3.11;
  - f) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial nos terminais secundários, conforme item 10.3.12;
  - g) Ensaio de determinação da resistência do enrolamento secundário, conforme item 10.3.13;
  - h) Ensaio de determinação da constante de tempo da malha secundária, conforme item 10.3.14;
  - i) Ensaio para f.e.m. limiar de saturação nominal e corrente de excitação à f.e.m. limiar de saturação nominal, conforme item 10.3.15;
  - j) Ensaio de sobretensão entre espiras, conforme item 10.3.16;
  - k) Ensaio de recebimento do transformador de corrente, conforme ETU-166;
  - l) Ensaio de recebimento do transformador de potencial, conforme ETU-164;
  - m) Ensaio de recebimento do para-raios de distribuição, conforme ETU-128.1.

### 10.2.3 Ensaio especiais (E)

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

- a) Ensaio de elevação de temperatura, conforme item 10.3.3;
- b) Ensaio de tensão suportável de impulso nos terminais primários, conforme item 10.3.4;
- c) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial sob chuva, conforme item 10.3.5;
- d) Ensaio de exatidão, conforme item 10.3.6;
- e) Ensaio de verificação do grau de proteção por invólucros, conforme item 10.3.7;

- 
- f) Ensaios de corrente de curta duração, conforme item 10.3.8;
  - n) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial entre seções, conforme item 10.3.11;
  - o) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial nos terminais secundários, conforme item 10.3.12;
  - p) Ensaio de determinação da resistência do enrolamento secundário, conforme item 10.3.13;
  - q) Ensaio de determinação da constante de tempo da malha secundária, conforme item 10.3.14;
  - r) Ensaio para f.e.m. limiar de saturação nominal e corrente de excitação à f.e.m. limiar de saturação nominal, conforme item 10.3.15;
  - s) Ensaio de sobretensão entre espiras, conforme item 10.3.16.

## 10.3 Descrição dos ensaios

### 10.3.1 Inspeção geral

O inspetor deverá efetuar uma inspeção geral, verificando:

- a) Presença de todos os componentes do conjunto de medição;
- b) Acondicionamento, conforme item 7.3;
- c) Identificação e marcação, conforme item 9.3.

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, verificando:

- Conjunto dimensional, conforme Desenhos 1 e 2;

- Verificação do sistema de fechamento da tampa da caixa de medição;
- Verificação do sistema de lacre da tampa da caixa de medição.

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

### 10.3.3 Ensaio de elevação de temperatura

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 61869-1 ou IEC 61869-1, e estar em conformidade com a ABNT NBR IEC 61869-4 ou IEC 61869-4.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores de elevação de temperatura inferiores aos estabelecidos no item 8.12.

### 10.3.4 Ensaio de tensão suportável de impulso nos terminais primários

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

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de descarga disruptiva durante o ensaio.

### 10.3.5 Ensaio de tensão suportável à frequência industrial sob chuva

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

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de descarga disruptiva durante o ensaio.

### 10.3.6 Ensaio de exatidão

#### 10.3.6.1 Transformador de corrente (TC)

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

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de exatidão superiores aos estabelecidos no item 8.8.1.

#### 10.3.6.2 Transformador de potencial (TP)

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6855.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de exatidão superiores aos estabelecidos no item 8.8.2.

#### 10.3.7 Ensaio de verificação do grau de proteção por invólucros

##### 10.3.7.1 Verificação do código IP

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

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos que caracterize proteção inferior aos definidos no item 9.1.3.

##### 10.3.7.2 Verificação da codificação IK

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 62262 ou IEC 62262, e estar em conformidade com a ABNT NBR IEC 61869-1 ou IEC 61869-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos que caracterize proteção inferior aos definidos no item 9.1.3.

#### 10.3.8 Ensaios de corrente de curta duração

Este ensaio é exclusivo aos transformadores de corrente (TC).

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

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Danos visíveis;
- Erros, depois da desmagnetização, diferirem daqueles registrados antes dos ensaios por mais do que metade dos limites de erro apropriados para suas classes de exatidão;
- Não suportar os ensaios dielétricos especificados nos itens 10.3.10 e 10.3.11, mas com as tensões ou correntes de ensaio reduzidas a 90 % daquelas especificadas

### 10.3.9 Ensaio de suportabilidade a curto-circuito

Este ensaio é exclusivo aos transformadores de potencial (TP).

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 61869-3 ou IEC 61869-3.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Danos visíveis;
- Erros, depois da desmagnetização, diferirem daqueles registrados antes dos ensaios por mais do que metade dos limites de erro apropriados para suas classes de exatidão;
- Não suportar os ensaios dielétricos especificados nos itens 10.3.4, 10.3.10, 10.3.11 e 10.3.12.

### 10.3.10 Ensaio de descargas parciais

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

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de descargas parciais superiores à 5,0 pC.

### 10.3.11 Ensaio de tensão suportável à frequência industrial entre seções



Este ensaio é exclusivo aos equipamentos de múltiplas seções.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 61869-1 ou IEC 61869-1, com tensão ensaio de 3,0 kV.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de descarga disruptiva durante o ensaio.

#### **10.3.12 Ensaio de tensão suportável à frequência industrial nos terminais secundários**

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 61869-1 ou IEC 61869-1, com tensão ensaio de 3,0 kV.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de descarga disruptiva durante o ensaio.

#### **10.3.13 Ensaio de determinação da resistência do enrolamento secundário**

Este ensaio é exclusivo aos transformadores de corrente (TC).

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

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

#### **10.3.14 Ensaio de determinação da constante de tempo da malha secundária**

Este ensaio é exclusivo aos transformadores de corrente (TC).

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

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

### 10.3.15 Ensaio para f.e.m. limiar de saturação nominal e corrente de excitação à f.e.m. limiar de saturação nominal

Este ensaio é exclusivo aos transformadores de corrente (TC).

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

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

### 10.3.16 Ensaio de sobretensão entre espiras

Este ensaio é exclusivo aos transformadores de corrente (TC).

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

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de sobretensão entre espiras superiores à 4,5 kV.

### 10.3.17 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.

#### 10.3.17.1 Ensaio de massa por unidade de área

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

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de massa por unidade de área em desconformidade com o item 9.1.12.

#### 10.3.17.2 Ensaio de aderência da camada

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

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de escamação ou deslocamento da camada de revestimento.

**NOTA:**

XXX. As perdas ou desprendimentos, durante o ensaio de enrolamento, de pequenas partículas de zinco na superfície, provenientes do polimento mecânico da superfície dos fios galvanizados não podem ser considerados causa de rejeição.

### 10.3.17.3 Ensaio de espessura da camada

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

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos inferiores de espessura da camada inferiores aos estabelecidos no item 9.1.12.

### 10.3.17.4 Ensaio de uniformidade da camada

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

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de aparecimento do depósito de cobre aderente e brilhante no metal-base, com número de imersões inferiores aos estabelecidos na ABNT NBR 6323 ou ASTM A153/A153M ou ISO 1461.

## 10.3.18 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.

### 10.3.18.1 Camada de estanho

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

Constitui falha se amostra apresentar não-conformidade aos requisitos estabelecidos no item 9.4.

### 10.3.18.2 Camada de prata

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

Constitui falha se amostra apresentar não-conformidade aos requisitos estabelecidos no item 9.4.

### 10.3.19 Ensaio de verificação do torque nos terminais

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

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 8158.

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

## 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, projeto e especiais, devem seguir as orientações da ABNT NBR 6855 e ABNT NBR 6856, e demais normas indicadas.

Na ausência de orientações específicas, o ensaio deve ser realizado 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 3 para o produto acabado.

Caso o lote a ser fornecido seja composto por mais de 500 unidades, essa quantidade deve ser dividida em vários lotes menores, cada um contendo entre 50 e 150 unidades.

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

## 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.

No caso de ocorrência de uma falha em um dos ensaios, o fabricante pode apresentar uma nova amostra para ser ensaiada. Se esta amostra também apresentar algum resultado insatisfatório, o material 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 1 (uma) unidade falhar no ensaio, o fornecedor deverá apresentar um relatório indicando as causas da falha e as medidas tomadas para corrigi-las. Em seguida, o lote será submetido a um novo ensaio, com o mesmo número de amostras conforme especificado na Tabela 3.

c) Se 2 (duas) ou mais unidades falharem no ensaio, o lote será recusado.

As unidades defeituosas encontradas em amostras aprovadas nos ensaios devem ser substituídas por novas unidades. O mesmo procedimento se aplica ao 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](mailto:normas.tecnicas@energisa.com.br)

## 14 HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO

Data	Versão	Descrição das alterações realizadas
01/04/2025	0.0	• 1ª Edição.

## 15 VIGÊNCIA

Esta Especificação Técnica entrará em vigor na data de 01/05/2025 e revogará todas as documentações anteriores do grupo Energisa.

## 16 TABELAS

TABELA 1 - Característica técnica do conjunto de medição para sistemas de medição e faturamento



*Imagem meramente ilustrativa*

Código Energisa	Classe de tensão	Transformador de corrente (TC)			Transformador de potencial (TP)				Tecnologia Embarcada
		Relação de corrente	Relação de transformação	Classe de exatidão	Relação de tensão	Relação de transformação	Classe de exatidão	Potência nominal	
	(A)	(V)			(VA)				
	(kV)								
694031	0,6	200 - 5	40:1	0,3C5	N/A	N/A	N/A	N/A	Convencional / Corte e Religa
694032		400 - 5	80:1						
694033		200X400 - 5	40X80:1						
694034	15,0	5X10 - 5	1X2:1	0,3C12,5	6.900 - 115	60:1	0,3P25	500	Convencional
694035		15X30 - 5	3X6:1						

TABELA 1 - Característica técnica do conjunto de medição para sistemas de medição e faturamento -  
Continuação

Código Energisa	Classe de tensão	Transformador de corrente (TC)			Transformador de potencial (TP)				Tecnologia Embarcada
		Relação de corrente	Relação de transformação	Classe de exatidão	Relação de tensão	Relação de transformação	Classe de exatidão	Potência nominal	
	(A)	(V)			(VA)				
694036	15,0	25X50 - 5	5X10:1	0,3C12,5	6.900 - 115	60:1	0,3P25	500	Convencional
694037		50X100 - 5	10X20:1						
694038		75X150 - 5	15X30:1						
694039		200X400 - 5	40X80:1						
694040	15,0	5X10 - 5	1X2:1	0,3C12,5	8.050 - 115	70:1	0,3P25	500	Convencional
694041		10X20 - 5	2X4:1						
694042		15X30 - 5	2:1						
694043		25X50 - 5	5X10:1						
694044		50X100 - 5	10X20:1						
694045		75X150 - 5	15X30:1						
694046		200-400 - 5	40X80:1						

TABELA 1 - Característica técnica do conjunto de medição para sistemas de medição e faturamento -  
Continuação

Código Energisa	Classe de tensão	Transformador de corrente (TC)			Transformador de potencial (TP)				Tecnologia Embarcada
		Relação de corrente	Relação de transformação	Classe de exatidão	Relação de tensão	Relação de transformação	Classe de exatidão	Potência nominal	
	(A)	(V)			(VA)				
694047	24,2	5X10 - 5	1X2:1	0,3C12,5	12.650 - 115	110:1	0,3P25	500	Convencional
694048		15X30 - 5	3X6:1						
694049		50X100 - 5	10X20:1						
694050		200 - 5	40:1						
694051	36,2	5X10 - 5	1X2:1	0,3C12,5	20.125 - 115	175:1	0,3P25	500	Convencional
694052		15X30 - 5	3X6:1						
694053		25X50 - 5	5X10:1						
694054		50X100 - 5	10X20:1						

TABELA 2 - Informações constantes no QR-CODE

Linha	Significado da informação	Número de caracteres	Gravação no QR-CODE
1	Código do conjunto de medição	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 3 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaios de recebimento

Número de unidades do lote	Amostragem dupla normal Nível de inspeção S3 NQA 6,5 %			
	Amostra		Ac	Re
	Seq.	Tam.		
2 a 50	-	2	0	1
51 a 150	1 <sup>a</sup>	3	0	2
	2 <sup>a</sup>		1	2
151 a 500	1 <sup>a</sup>	5	0	2
	2 <sup>a</sup>		1	2

Legenda:

Seq. - Sequência da amostra;

Tam. - Tamanho da amostra;

Ac - Número de aceitação;

Re - Número de rejeição.

TABELA 4 - Relação de ensaios

Item	Descrição do ensaio	Tipo do ensaio
10.3.1	Inspeção geral	RE
10.3.2	Verificação dimensional	RE
10.3.3	Ensaio de elevação de temperatura	T / E
10.3.4	Ensaio de tensão suportável de impulso nos terminais primários	T / RE / E
10.3.5	Ensaio de tensão suportável à frequência industrial sob chuva	T / E
10.3.6	Ensaio de exatidão	T / RE / E
10.3.7	Ensaio de verificação do grau de proteção por invólucros	T / E
10.3.8	Ensaio de corrente de curta duração	T / E
10.3.9	Ensaio de suportabilidade a curto-circuito	T / E
10.3.10	Ensaio de descargas parciais	RE / E
10.3.11	Ensaio de tensão suportável à frequência industrial entre seções	RE / E
10.3.12	Ensaio de tensão suportável à frequência industrial nos terminais secundários	RE / E
10.3.13	Ensaio de determinação da resistência do enrolamento secundário	RE / E
10.3.14	Ensaio de determinação da constante de tempo da malha secundária	RE / E
10.3.15	Ensaio de Ensaio para f.e.m. limiar de saturação nominal e corrente de excitação à f.e.m.	RE / E
10.3.16	Ensaio de limiar de saturação nominal	RE / E
10.3.16	Ensaio de sobretensão entre espiras	RE / E
10.3.17	Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco	RE / E
10.3.18	Ensaio de medição da espessura do revestimento do terminal de ligação	RE / E
10.3.19	Ensaio de verificação do torque nos terminais	RE / E
ETU-166	Ensaio de transformador de corrente (TC)	RE
ETU-164	Ensaio de transformador de potencial (TP)	RE
ETU-128.1	Ensaio de para-raios de distribuição	RE

Legenda:

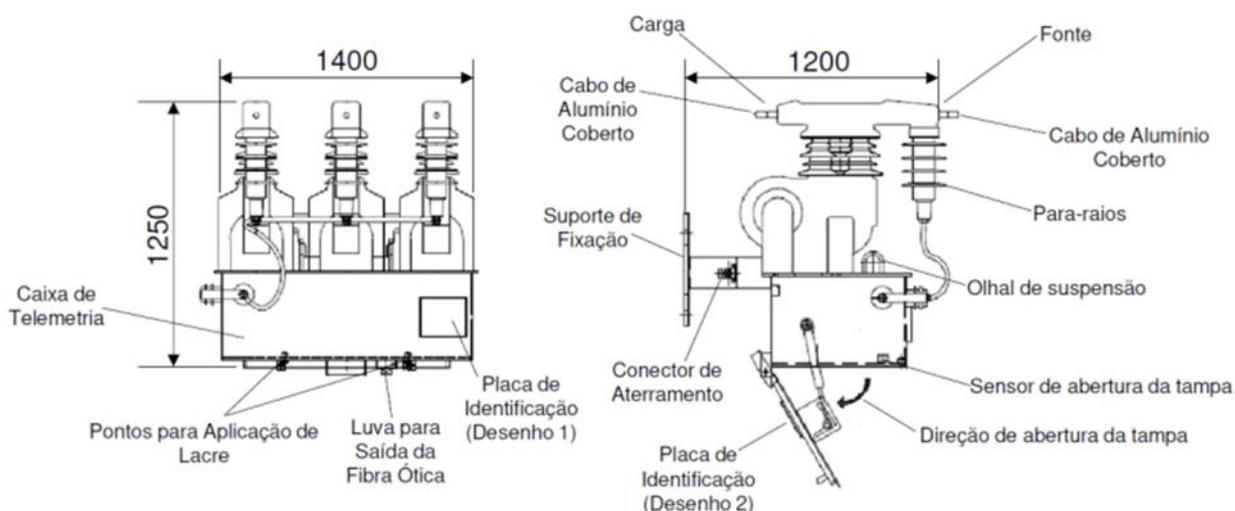
T - Ensaio de tipo;

RE - Ensaio de recebimento;

E - Ensaio especial.

## 17 DESENHOS

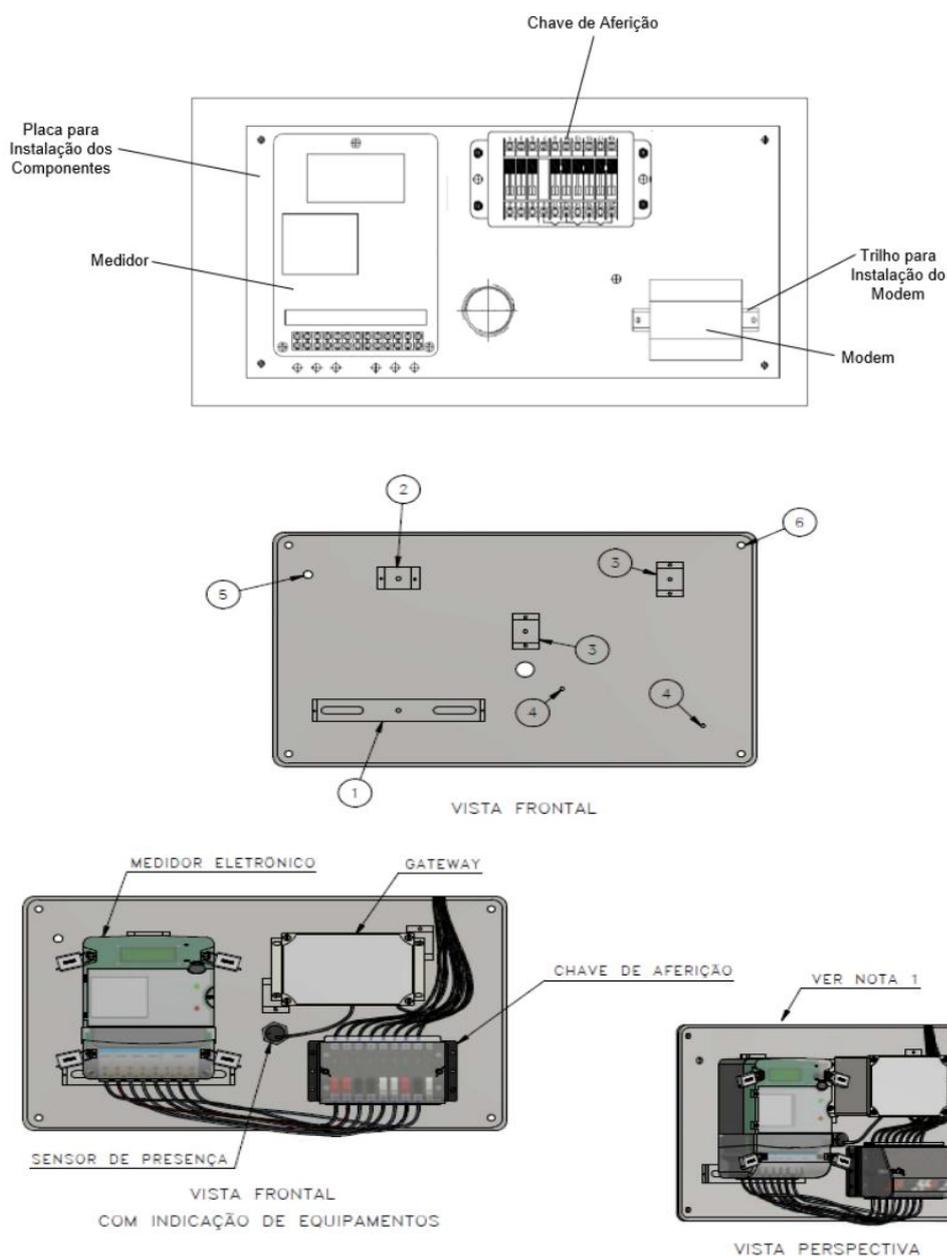
### DESENHO 1 - Característica dimensional do conjunto de medição para sistemas de medição e faturamento



#### NOTAS:

- I. Dimensões em milímetros (mm);
- II. O desenho é meramente indicativo. Os conjuntos de medição podem assumir diferentes formatos, desde que respeitem as dimensões especificadas. As partes não cotadas são de natureza orientativa.
- III. O suporte de fixação em poste deve possibilitar a instalação do equipamento em postes de concreto duplo t ou circular;
- IV. O conjunto de medição deve possuir dispositivos que permitam o seu içamento e que sejam compatíveis com as dimensões e peso do equipamento.

## DESENHO 2 - Característica interna da caixa de telemetria



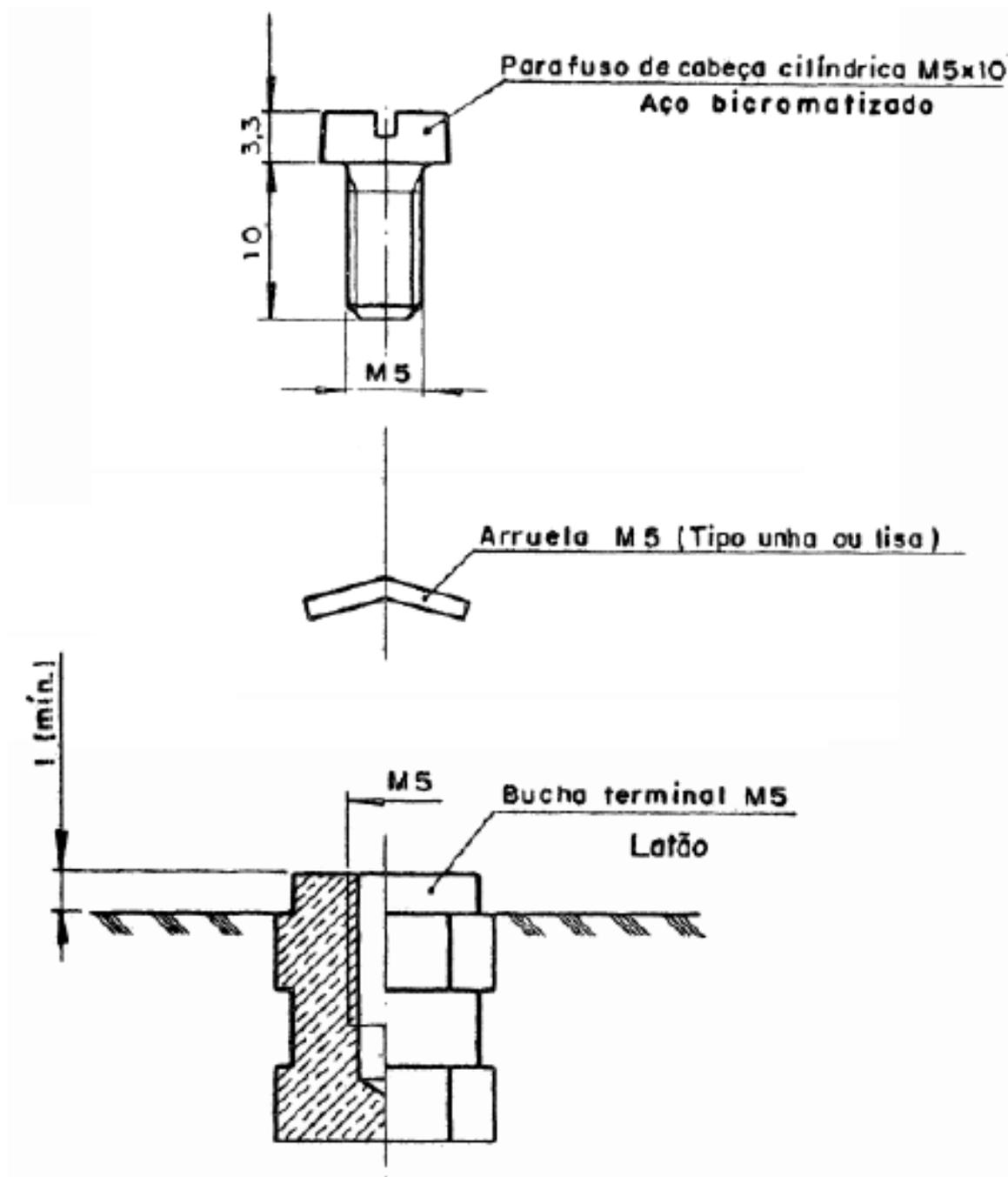
### NOTAS:

- I. O conjunto de medição deve estar composto da chave de aferição, oportunizando instalação de medidor no recebimento do equipamento, conforme modelo homologado na Energisa (verificar modelos);
- II. O medidor, modem e fonte de alimentação do modem não fazem parte do fornecimento.

DESENHO 3 - Placa de identificação do conjunto de medição (modelo)

<b>CONJUNTO DE MEDIÇÃO TRIFÁSICO</b>			
<b>Tipo:</b>	Mês/Ano: */*	f: 60 Hz	Nº
<b>Uso:</b> Externo	Umáx: kV	NI: / / - kV	
<b>Norma:</b>	Isolação: Epoxi Cicloalifático		Pólos: 3
<b>Mtotal:</b> kg	<b>Manual:</b>	<b>P.C.:</b>	
<b>TP</b>	Up-Us: * - * V	Rn: *:1	Grupo: 2
	Classe de Exatidão: *		Pterm.: 500 VA
<b>TC</b>	Ip-Is: * / * - 5 A	Rn: * / *:1	Ft: 1,5xIn
	It / Id: 60/150 xIn		Classe de Exatidão: 0,2C5
<b>Bornes</b>	<b>Ip (A)</b>		
<b>S1 - S2</b>	*		
<b>S1 - S3</b>	*		
Instalados Para raios kV - 10 kA nos Bornes Fonte 1-2-3			
Logomarca e Endereço do Fabricante		<b>0000000-0</b>	
		<b>Código</b>	
		<b>Pedido de Compra</b>	

## DESENHO 4 - Terminal secundário do conjunto de medição



### NOTAS:

- I. Dimensões em milímetros (mm);
- II. A bucha terminal deve ficar no mínimo 1,0 mm fora do corpo do conjunto de medição.

## 18 ANEXOS

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

#### CONJUNTO DE MEDIÇÃO PARA SISTEMA DE FATURAMENTO

Nome do fabricante:

N.º da licitação:

N.º da proposta:

Item	Descrição	Características / Unidades
1	Tipo / Modelo:	
2	Código do material	
2.1	a) Código fabricante:	
2.2	b) Código Energisa:	
3	Norma aplicável (nacional ou internacional):	
4	Característica elétrica:	
4.1	a) Tensão nominal do sistema:	kV
4.2	b) Tensão nominal do equipamento:	
4.3	c) Máxima tensão de operação contínua:	kV
4.4	d) Frequência nominal:	Hz
4.5	e) Fator térmico baseado em 30 °C de temperatura ambiente:	
4.5.1	• Núcleo de medição:	
4.5.2	• Núcleo de proteção (se aplicável):	
4.6	f) Corrente dinâmica de curta duração:	
4.6.1	• Maior relação:	kA
4.6.2	• Menor relação:	kA
4.7	g) Corrente térmica nominal de curta duração, 1,0 segundo:	
4.7.1	• Maior relação:	kA
4.7.2	• Menor relação:	kA

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

Item	Descrição	Características / Unidades
4.8	h) Elevação da temperatura para operação contínua e carga total, com temperatura ambiente de 40 °C:	°C
4.9	i) Tensão suportável nominal à frequência industrial	kV
4.10	j) Tensão suportável nominal à frequência industrial, sob chuva:	kV
4.11	k) Tensão suportável nominal de impulso atmosférico:	kV
4.12	l) Nível máximo de descargas parciais:	pC
4.13	m) Relações de transformação:	
4.14	n) Classes de exatidão:	
4.15	o) Limitação da tensão de circuito aberto:	Vcr
4.16	p) 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 <sup>2</sup>
4.17	q) Resistência secundária:	
4.17.1	• Maior relação:	Ω
4.17.2	• Menor relação:	Ω
4.18	r) Número de espiras:	
4.18.1	• Primárias:	
4.18.2	• Secundárias:	
4.19	s) Curva de excitação do secundário:	
5	Característica da parte ativa:	
5.1	a) Tipo de núcleo:	
5.2	b) Material do núcleo:	
5.3	c) Núcleo/comprimento médio do caminho magnético:	
5.4	d) Número de núcleos:	
5.5	e) Densidades de corrente:	
5.5.1	• No enrolamento primário:	A/mm <sup>2</sup>
5.5.2	• No enrolamento secundário:	A/mm <sup>2</sup>
5.6	f) Curva saturação até 10 A de cada transformador proposto:	
6	Material da parte ativa:	

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

Item	Descrição	Características / Unidades
6.1	a) Tipo do aço (GO):	
6.2	b) Espessura da chapa:	
6.3	c) Perdas máximas a 1,5 T, 60 Hz:	W/kg
6.4	d) Máximo teor % de carbono / silício:	% / %
6.5	e) Tipo de revestimento do isolamento eletromagnético:	
6.6	f) Tipo do papel isolante:	
7	Característica mecânica:	
7.1	a) Máxima força horizontal de tração nos terminais primários:	daN
8	Característica dimensional do equipamento:	
8.1	a) Altura:	mm
8.2	b) Comprimento:	mm
8.3	c) Largura:	mm
8.4	d) Dimensional da base:	mm
8.5	e) Terminal de ligação:	
8.5.1	• Terminal primário:	mm
8.5.2	• Terminal secundário:	mm
8.6	f) Massa total equipamento:	kg
9	Embalagem:	
9.1	a) Tipo de embalagem:	
9.2	b) Quantidade por embalagem:	
9.3	c) Peso total da embalagem:	kg

### NOTAS:

- I. O fabricante deve fornecer em sua proposta todas as informações requeridas no quadro de dados técnicos e características garantidas;
- II. Se forem submetidas propostas alternativas cada uma delas deve ser submetida com o quadro de dados técnicos e características garantidas específico, claramente

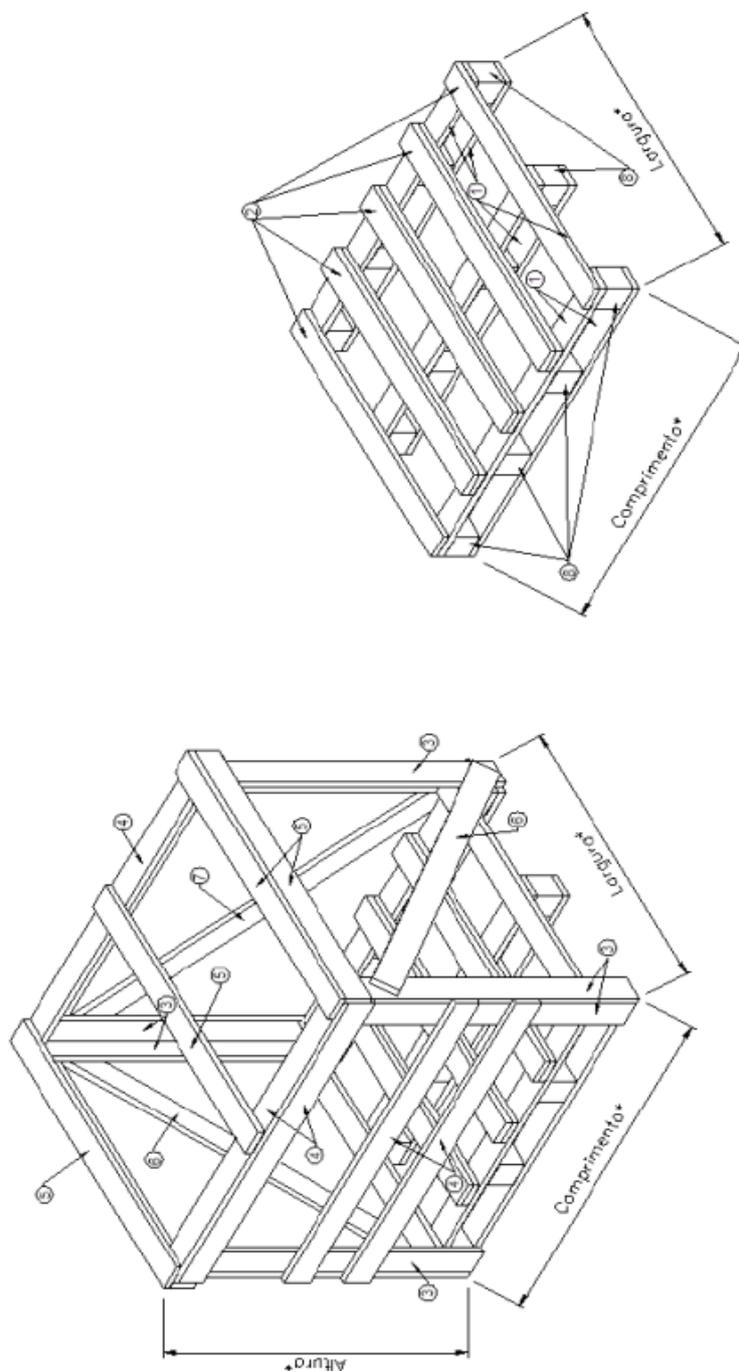


preenchido, sendo que cada quadro deve ser devidamente marcado para indicar a qual proposta pertence;

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



### ANEXO 3 - Embalagem do conjunto de medição (modelo)



#### NOTAS:

- I. Dimensões em milímetros com tolerância das madeiras de  $\pm 5,0$  mm;
- II. As dimensões do engradado podem variar conforme o projeto do conjunto de medição a ser fornecido.

