

Cataguases-MG., 15 de maio de 2024.

ERRATA

A Coordenação de Normas e Padrões Construtivos (CNPC) da Gerência Técnica de Distribuição (GTD), torna pública a Errata da Especificação Técnica 105, referente ao “Para-raios de subestação de distribuição até 145 kV”, em sua revisão vigente, homologada em 01 de maio de 2024:

Errata 1

Na Tabela 1, para o material código 690043, deve-se lê:

- Máxima tensão de operação contínua (MCOV): 29 kV.

Para-raios de subestação de distribuição até 145 kV

ESA|DENG|NRM-161|2024

Especificação Técnica Unificada

ETU - 105

Versão 5.0 - Junho / 2024



Apresentação

Nesta Especificação Técnica são apresentadas as diretrizes necessárias para padronizar as características e requisitos mínimos mecânicos e elétricos exigidos para o fornecimento de para-raios subestação (PRS), monofásicos, em invólucro polimérico, de resistor não linear a óxido metálico, sem centelhadores, de uso externo, aplicáveis as subestações de distribuição (SED), em classe de tensão até 145 kV, nas concessionárias de distribuição do grupo Energisa S.A.

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

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

A presente revisão desta Especificação Técnica é a versão 5.0, datada de junho de 2024.

Cataguases - MG., Junho de 2024.

GTD - Gerência Técnica de Distribuição

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





Equipe técnica de revisão da ETU-105 (versão 5.0)

Ricardo Campos Rios

Grupo Energisa

Ricardo Machado de Moraes

Grupo Energisa

Gilberto Teixeira Carrera

Grupo Energisa

Tercius Cassius Melo de Moraes

Grupo Energisa



Aprovação técnica

Ademálio de Assis Cordeiro

Grupo Energisa

Fernando Espíndula Corradi

Energisa Rondônia (ERO)

Alberto Alves Cunha

Energisa Tocantins (ETO)

Guilherme Damiance Souza

Energisa Sul-Sudeste (ESS)

Antônio Maurício de Matos Gonçalves

Energisa Acre (EAC)

Paulo Roberto dos Santos

Energisa Mato Grosso do Sul (EMS)

Erika Ferrari Cunha

Energisa Sergipe (ESE)

Ricardo Langone Marques

Dir. Suprimentos Logística

Fabio Lancelotti

Energisa Minas Rio (EMR)

Rodrigo Brandão Fraiha

Energisa Paraíba (EPB)

Fabício Sampaio Medeiros

Energisa Mato Grosso (EMT)

Sumário

1	OBJETIVO.....	10
2	CAMPO DE APLICAÇÃO	10
3	OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS.....	10
4	NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES	10
4.1	LEGISLAÇÃO E REGULAMENTOS FEDERAIS	11
4.2	NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS	12
4.3	NORMAS TÉCNICAS INTERNACIONAIS	14
4.4	NORMAS TÉCNICAS DO GRUPO ENERGISA	17
5	TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES	18
5.1	PARA-RAIOS (PR)	18
5.1.1	Para-raios com invólucros poliméricos	18
5.1.2	Para-raios de subestação	19
5.1.3	Para-raios a óxido metálico sem centelhadores	19
5.2	ANEL EQUALIZADOR DO PARA-RAIOS	19
5.3	BASE DE FIXAÇÃO.....	19
5.4	CORRENTE DE DESCARGA NOMINAL (I_N)	19
5.5	DESCARGA DISRUPTIVA.....	19
5.6	DESLIGADOR AUTOMÁTICO	20
5.7	ESTABILIDADE TÉRMICA DO PARA-RAIOS	20
5.8	FREQUÊNCIA NOMINAL (F_R)	20
5.9	INVÓLUCRO	20
5.10	NÍVEIS DE PROTEÇÃO DO PARA-RAIOS.....	20
5.11	RESISTOR NÃO LINEAR A ÓXIDO METÁLICO.....	21
5.12	SEÇÃO DO PARA-RAIOS.....	21
5.13	TENSÃO MÁXIMA DE OPERAÇÃO CONTÍNUA (MCOV).....	21
5.14	TENSÃO DE RÁDIO INTERFERÊNCIA.....	21
5.15	TENSÃO NOMINAL DO PARA-RAIOS (U_N).....	21
5.16	TENSÃO DE OPERAÇÃO CONTÍNUA (U_C)	22
5.17	TENSÃO RESIDUAL (U_{RES})	22
5.18	UNIDADE DO PARA-RAIOS	22
5.19	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	22
5.20	ENSAIOS DE TIPO	23
5.21	ENSAIOS ESPECIAIS	23
6	HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES.....	23
7	CONDIÇÕES GERAIS	23
7.1	CONDIÇÕES DO SERVIÇO	24

7.2	LINGUAGENS E UNIDADES DE MEDIDA	25
7.3	ACONDICIONAMENTO	25
7.4	MEIO AMBIENTE	27
7.5	EXPECTATIVA DE VIDA ÚTIL	28
7.6	GARANTIA	29
7.7	INCORPORAÇÃO AO PATRIMÔNIO DA ENERGISA.....	29
7.8	MANUAL DE INSTRUÇÕES	30
7.9	AVALIAÇÃO TÉCNICA DO MATERIAL	30
7.10	TREINAMENTO TÉCNICO	32
8	CONDIÇÕES ELÉTRICAS	32
8.1	TENSÕES NOMINAIS (U_N).....	32
8.2	FREQUÊNCIA NOMINAL (F_N)	32
8.3	CORRENTES DE DESCARGA NOMINAIS.....	33
8.4	NÍVEIS DE PROTEÇÃO DO PARA-RAIOS.....	33
8.5	SUPORTABILIDADE DO PARA-RAIOS FRENTE A CORRENTES DE IMPULSO	33
8.5.1	Impulsos de alta corrente de curta duração.....	33
8.5.2	Capacidade de descarga de linhas de transmissão	33
8.6	DESCARGAS PARCIAIS	33
8.7	TENSÃO DE OPERAÇÃO CONTÍNUA (U_C)	34
8.8	SOBRETENSÕES TEMPORÁRIAS DE 60 Hz (TOV)	34
8.9	TENSÕES RESIDUAIS MÁXIMAS	34
8.10	ABSORÇÃO DE ENERGIA	34
8.11	TENSÃO DE RÁDIO INTERFERÊNCIA E TENSÃO DE IONIZAÇÃO INTERNA	34
8.12	MOMENTO FLETOR.....	35
8.13	DESEMPENHO DE CURTO-CIRCUITO	35
9	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS	35
9.1	MATERIAIS	36
9.1.1	Blocos de varistores	36
9.1.2	Revestimento no núcleo	36
9.1.3	Terminais de linha e aterramento.....	37
9.1.3.1	Terminais de linha	37
9.1.3.2	Conectores de aterramento.....	38
9.1.4	Base de fixação	38
9.1.4.1	Base do para-raios.....	38
9.1.4.2	Isolador-base	38
9.1.4.3	Base de instalação.....	39
9.1.5	Anéis de equalização.....	39
9.1.6	Contador de operações	39
9.1.7	Fixações externas (ferragens)	39
9.2	CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS	40

9.3	ACABAMENTO	40
9.4	IDENTIFICAÇÃO	41
9.5	CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS.....	43
9.5.1	Momento fletor	43
9.5.2	Terminais, conectores e desligador automático	43
9.6	ESTANQUEIDADE.....	43
10	INSPEÇÃO E ENSAIOS.....	44
10.1	GENERALIDADES	44
10.2	RELAÇÃO DE ENSAIOS.....	47
10.2.1	Ensaio de projeto (P).....	48
10.2.2	Ensaio de tipo (T)	48
10.2.3	Ensaio de recebimento (RE)	49
10.2.4	Ensaio especiais (E).....	50
10.3	DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS.....	52
10.3.1	Inspeção visual	52
10.3.2	Verificação dimensional.....	52
10.3.3	Ensaio de espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR).....	52
10.3.4	Ensaio de medição do tempo de indução oxidativa (OIT) e da temperatura de fusão	53
10.3.5	Ensaio de rigidez dielétrica.....	53
10.3.6	Ensaio de termogravimétrica (TGA)	53
10.3.7	Ensaio de envelhecimento acelerado	54
10.3.8	Ensaio de flamabilidade.....	54
10.3.9	Ensaio de trilhamento e erosão	54
10.3.10	Ensaio de verificação da aderência	55
10.3.11	Ensaio de dureza	55
10.3.12	Ensaio de verificação da resistência a ataques químicos	56
10.3.13	Ensaio de hidrofobicidade	56
10.3.14	Ensaio de medição da tensão de referência	56
10.3.14.1	Ensaio de tipo (T)	56
10.3.14.2	Ensaio de recebimento (RE) e especial (E)	57
10.3.15	Ensaio de tensão suportável de impulso atmosférico.....	57
10.3.16	Ensaio de tensão suportável à frequência industrial	57
10.3.17	Ensaio de tensão residual.....	57
10.3.18	Ensaio de corrente suportável de impulso de longa duração	58
10.3.19	Ensaio de ciclo de operação.....	58
10.3.20	Característica da tensão suportável à frequência industrial por tempo	58
10.3.21	Ensaio de curto-circuito.....	59
10.3.22	Ensaio de estanqueidade.....	59

10.3.22.1	Ensaio de tipo (T) ou especial (E)	59
10.3.22.2	Ensaio de recebimento (RE)	59
10.3.23	Ensaio de envelhecimento sob tensão de operação simulando condições ambientais	60
10.3.24	Ensaio de descargas parciais	60
10.3.25	Ensaio de verificação da estabilidade térmica	60
10.3.26	Ensaio de momento fletor	61
10.3.27	Ensaio de suportabilidade às agressões do ambiente.....	61
10.3.28	Ensaio de tensão residual a impulso atmosférico	62
10.3.29	Ensaio de medição da corrente de fuga total na tensão de operação contínua	62
10.3.30	Ensaio de medição da componente resistiva da corrente de fuga medida na tensão de operação contínua	62
10.3.31	Ensaio de verificação da espessura da camada de revestimento dos terminais de ligação	62
10.3.31.1	Camada de estanho	62
10.3.31.2	Camada de prata	63
10.3.32	Ensaio de verificação do torque dos terminais de ligação	63
10.3.33	Ensaio de verificação da espessura da camada de revestimento de zinco	63
10.3.33.1	Ensaio de massa por unidade de área	63
10.3.33.2	Ensaio de aderência da camada	63
10.3.33.3	Ensaio de espessura da camada.....	64
10.3.33.4	Ensaio de uniformidade da camada	64
10.4	RELATÓRIOS DE ENSAIOS.....	64
11	PLANOS DE AMOSTRAGEM	65
11.1	ENSAIOS DE TIPO, PROJETO E ESPECIAIS	65
11.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	65
11.2.1	Inspeção visual	66
11.2.2	Ensaio de descargas parciais e estanqueidade	66
11.2.3	Demais ensaios	66
12	ACEITAÇÃO E REJEIÇÕES	66
12.1	ENSAIOS DE TIPO, PROJETO E ESPECIAIS	66
12.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	66
13	NOTAS COMPLEMENTARES	67
14	HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO	67
15	VIGÊNCIA	68
16	TABELAS	69



TABELA 1 - Características técnica dos para-raios de subestação de distribuição (SED)	69
TABELA 2 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaios de recebimento	71
TABELA 3 - Relação dos ensaios	73
17 DESENHOS	75
DESENHO 1 - Característica dimensional do para-raios de subestação até 92,4 kV ..	75
DESENHO 2 - Característica dimensional do para-raios de subestação de 145 kV ...	77
DESENHO 3 - Características dimensionais dos terminais de ligação	79
DESENHO 4 - Características dimensionais da base de fixação do para-raios	81
18 ANEXOS	83
ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas	83
ANEXO 2 - Quadro de desvios técnicos e exceções	86

1 OBJETIVO

Esta Especificação Técnica estabelece os requisitos técnicos mínimos, tanto mecânicos quanto elétricos, exigidos para a fabricação, ensaios e recebimento de Para-raios Subestação (PRS), monofásicos, em invólucro polimérico, de resistor não linear a óxido metálico, sem centelhadores, de uso externo, a serem usados no sistema de distribuição de energia da Energisa.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplicam-se às montagens das estruturas de proteção para subestação de distribuição (SED), em classes de tensão até 145,0 kV, situado em áreas urbanas e rurais, previstas nas Normas Técnicas em vigência nas Empresas do Grupo Energisa.

NOTA:

- I. Os materiais contidos nesta Especificação Técnica não se aplicam às linhas e redes de distribuição de alta e média tensão (LDAT/LDMT).

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 NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Esta Especificação Técnica foi baseada no seguinte documento:

- ABNT NBR 16050, Para-raios de resistor não linear de óxido metálico sem centelhadores, para circuitos de potência de corrente alternada
- IEC 60099-4, Surge arresters - Part 4: Metal-oxide surge arresters without gaps for a.c. systems



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

4.1 Legislação e regulamentos federais

- 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 Normas técnicas brasileiras

- ABNT IEC TR 62039, Guia de seleção de materiais poliméricos para uso externo sob alta-tensão
- ABNT IEC TS 60815-1, Seleção e dimensionamento de isoladores para alta-tensão para uso sob condições de poluição - Parte 1: Definições informações e princípios gerais
- ABNT IEC TS 62073, Guia da medição da hidrofobicidade nas superfícies de isoladores

- 
- ABNT NBR 5370, Conectores de cobre para condutores elétricos em sistemas de potência
 - ABNT NBR 5456, Eletricidade geral - Terminologia
 - ABNT NBR 5460, Sistemas elétricos de potência
 - ABNT NBR 6323, Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido - Especificação
 - ABNT NBR 7095, Ferragens eletrotécnicas para linhas de transmissão e subestações de alta tensão e extra alta tensão
 - ABNT NBR 7397, Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Determinação da massa do revestimento por unidade de área - Método de ensaio
 - ABNT NBR 7398, Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da aderência do revestimento - Método de ensaio
 - ABNT NBR 7399, Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo - Método de ensaio
 - ABNT NBR 7400, Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente - Verificação da uniformidade do revestimento - Método de ensaio
 - ABNT NBR 13977, Cabos ópticos - Determinação do tempo de indução oxidativa (OIT) - Método de ensaio
 - ABNT NBR ISO 14021, Rótulos e declarações ambientais - Autodeclarações ambientais (rotulagem do tipo II)
 - ABNT NBR 15643, Isoladores poliméricos para uso interno e externo, com tensão nominal superior a 1 000 V - Ensaio de projeto

- ABNT NBR IEC 60060-1, Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão - Parte 1: Definições gerais e requisitos de ensaio
- ABNT NBR IEC 60270, Técnicas de ensaios elétricos de alta-tensão - Medição de descargas parciais
- ABNT NBR ISO 68-1, Rosca métrica ISO de uso geral - Perfil básico Parte 1: Rosca métrica para parafusos

4.3 Normas técnicas internacionais

- ASTM A90/A90M, Standard test method for weight [mass] of coating on iron and steel articles with zinc or zinc-alloy coatings
- ASTM A153/A153M, Standard specification for zinc coating (hot-dip) on iron and steel hardware
- ASTM A239, Standard practice for locating the thinnest spot in a zinc (galvanized) coating on iron or steel articles
- ASTM 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 C661, Standard test method for indentation hardness of elastomeric-type sealants by means of a durometer
- ASTM D149, Standard test method for dielectric breakdown voltage and dielectric strength of solid electrical insulating materials at commercial power frequencies

- ASTM D3418, Standard test method for transition temperatures and enthalpies of fusion and crystallization of polymers by differential scanning calorimetry
- ASTM D6370, Standard test method for rubber - Compositional analysis by thermogravimetry (TGA)
- ASTM E376, Standard practice for measuring coating thickness by magnetic-field or eddy current (electromagnetic) testing methods
- ASTM E1252, Standard practice for general techniques for obtaining infrared spectra for qualitative analysis
- ASTM E2310, Standard guide for use of spectral searching by curve matching algorithms with data recorded using mid-infrared spectroscopy
- ASTM G155, Standard practice for operating xenon arc lamp apparatus for exposure of materials
- IEC 60060-1, High-voltage test techniques - Part 1: General definitions and test requirements
- IEC 60243-1, Electric strength of insulating materials - Test methods - Part 1: Tests at power frequencies
- IEC 60270, High-voltage test techniques - Partial discharge measurements
- IEC 60695-11-10, Fire hazard testing - Part 11-10: Test flames - 50 W horizontal and vertical flame test methods
- 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 62217, Polymeric HV insulators for indoor and outdoor use - General definitions, test methods and acceptance criteria
- IEC TR 62039, Selection guidelines for polymeric materials for outdoor use under HV stress
- IEC TS 60815-1, Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 1: Definitions, information and general principles
- IEC TS 62073, Guidance on the measurement of hydrophobicity of insulator surfaces
- IEEE 957, IEEE Guide for cleaning insulators
- ISO 68-1, Purpose screw threads - Basic profile - Part 1: Metric screw threads Paperback
- ISO 752, Zinc ingots
- ISO 868, Plastics and ebonite - Determination of indentation hardness by means of a durometer (Shore hardness)
- 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
- ISO 4650, Rubber - Identification - Infrared spectrometric methods
- ISO 4892-2, Plastics - Methods of exposure to laboratory light sources - Part 2: Xenon-arc lamps

- ISO 11357-1, Plastics - Differential scanning calorimetry (DSC) - Part 1: General principles
- ISO 14021, Environmental labels and declarations - Self-declared environmental claims (Type II environmental labelling)

4.4 Normas técnicas do grupo Energisa

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

NOTAS:

- II. Todas as normas nacionais e internacionais (ABNT, IEEE, IEC, ANSI, ASTM etc.) mencionadas acima devem estar à disposição do inspetor da Energisa no local da inspeção;
- III. Todos os materiais que não são especificamente mencionados nesta Especificação Técnica, mas que são usuais ou necessários para a operação eficiente do equipamento, considerar-se-ão como aqui incluídos e devem ser fornecidos pelo fabricante sem ônus adicional;
- IV. A utilização de normas de quaisquer outras organizações credenciadas será permitida, desde que elas assegurem uma qualidade igual, ou melhor, que as anteriormente mencionadas e não contradigam a presente Especificação Técnica;
- V. As siglas acima referem-se a:
 - ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
 - 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
- NDU - Norma Técnica Unificada (grupo Energisa)
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- NBR - Norma Brasileira
- NM - Norma Mercosul
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- IACS - International Annealed Copper Standard
- IEC - International Electrotechnical Commission
- IEEE - Institute of Electrical and Eletronics Engineers
- ISO - International Standardization Organization

5 TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES

A terminologia adotada nesta Especificação Técnica corresponde a das normas ABNT NBR 5456, ABNT NBR 5460 e ABNT NBR 16050, complementadas pelos seguintes termos:

5.1 Para-raios (PR)

Dispositivo destinado a proteger o sistema elétrico contra sobretensões transitórias elevadas e a limitar a duração e a intensidade da corrente subsequente.

5.1.1 Para-raios com invólucros poliméricos

Para-raios que utilizam materiais poliméricos ou compostos poliméricos como material do invólucro e das saias.

5.1.2 Para-raios de subestação

Equipamento destinado a subestações de distribuição de energia elétrica, em sistemas aéreos, em nível de tensão superior à 2,3 kV e inferiores e igual à 145 kV.

5.1.3 Para-raios a óxido metálico sem centelhadores

Para-raios composto de resistores não lineares a óxido metálico em série e/ou em paralelo, sem quaisquer centelhadores.

NOTA:

- VI. Para simplificação desta norma, o termo “para-raios a óxidos metálicos, sem centelhador, com desligador automático e invólucro polimérico” será designado apenas por “para-raios”.

5.2 Anel equalizador do para-raios

Corpo condutor, geralmente de forma circular, cuja finalidade é modificar a distribuição do campo elétrico ao longo do para-raios tornando-a a mais uniforme possível.

5.3 Base de fixação

Suporte apropriado para fixação do para-raios aos equipamentos ou suportes apropriados nas subestações de distribuição (SED).

5.4 Corrente de descarga nominal (I_n)

Valor de crista do impulso de corrente, com forma 8/20 ms, que é usado para classificar o para-raios.

5.5 Descarga disruptiva

Fenômeno associado à falha da isolação sob condições de solicitação elétrica, o qual inclui um colapso de tensão e a passagem de corrente.

5.6 Desligador automático

Dispositivo para desligar, de modo visível, um para-raios defeituoso do sistema no qual está ligado, para evitar falta permanente no próprio sistema e sinalizar a unidade defeituosa.

NOTA:

VII. Este dispositivo não é geralmente previsto para interromper a corrente de falta através do para-raios durante a desconexão e pode não evitar a explosão violenta do invólucro durante a descarga de correntes de falta através para-raios. No entanto, é recomendável que os desligadores automáticos atuem de modo no mínimo simultâneo com os dispositivos de proteção de retaguarda.

5.7 Estabilidade térmica do para-raios

Termo usado para caracterizar a situação em que, após o para-raios ser submetido a um ciclo de operação, a temperatura resultante nos seus resistores não lineares decresce com o tempo, quando o para-raios é energizado sob condições especificadas.

5.8 Frequência nominal (f_r)

Frequência do sistema de potência para a qual o para-raios é projetado para ser utilizado.

5.9 Invólucro

Parte isolante externa do para-raios que proporciona a distância de escoamento necessária e abriga os componentes internos. Um invólucro pode consistir em várias partes que propiciem resistência mecânica e proteção contra intempéries.

5.10 Níveis de proteção do para-raios

Conjunto dos seguintes níveis de tensão residual para:

- a) Impulso de corrente íngreme;

- b) Corrente de descarga nominal;
- c) Corrente de impulso de manobra.

NOTAS:

- VIII. O nível de proteção a impulsos atmosféricos do para-raios é a máxima tensão residual para a corrente de descarga nominal;
- IX. O nível de proteção a impulsos de manobra do para-raios é a máxima tensão residual nas correntes de impulso de manobra especificadas.

5.11 Resistor não linear a óxido metálico

Componente principal do para-raios, formado basicamente pela sinterização de óxidos metálicos, o qual, por sua característica não linear de tensão-corrente, apresenta uma baixa resistência frente a sobretensões, limitando desta forma a tensão entre os terminais do para-raios e uma alta resistência na sua condição normal de operação sob tensão em frequência industrial.

5.12 Seção do para-raios

Parte do para-raios, utilizada em um determinado ensaio, através da qual é possível representar o comportamento do para-raios completo nesse mesmo ensaio.

5.13 Tensão máxima de operação contínua (MCOV)

Máxima tensão eficaz permissível à frequência industrial, que pode ser aplicada continuamente aos terminais do para-raios.

5.14 Tensão de rádio interferência

Tensão em alta frequência, gerada por todas as fontes de corrente de ionização, que aparece nos terminais dos equipamentos ou nos sistemas de potência.

5.15 Tensão nominal do para-raios (U_n)



Máxima tensão eficaz, de frequência industrial, aplicável entre os terminais do para-raios para a qual ele é projetado para operar corretamente, sob as condições de sobretensões temporárias estabelecidas nos ensaios de ciclo de operação.

NOTA:

- X. A tensão nominal é utilizada como um parâmetro de referência para a especificação das características de operação.

5.16 Tensão de operação contínua (U_c)

Máxima tensão eficaz permissível à frequência industrial, que pode ser aplicada continuamente aos terminais do para-raios.

5.17 Tensão residual (U_{res})

Valor de crista da tensão que surge entre os terminais do para-raios, durante a passagem da corrente de descarga.

5.18 Unidade do para-raios

Parte do para-raios, completamente montada em seu invólucro, que pode ser ligada em série e/ou em paralelo com outras unidades para construção de um para-raios de maior tensão nominal e/ou corrente de descarga nominal.

NOTA:

- XI. Uma unidade de um para-raios não constitui uma seção e vice-versa.

5.19 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.

5.20 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.

5.21 Ensaios especiais

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

Este tipo de ensaio é executado e custeado pela Energisa.

6 HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES

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

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

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

7 CONDIÇÕES GERAIS

Os para-raios de subestação 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.

7.1 Condições do serviço

Os para-raios de subestação tratados nesta Especificação Técnica devem ser adequados para operar nas seguintes condições:

- a) Altitude não superior a 1.500 metros acima do nível do mar;
- b) Temperatura, conforme IEC 60721-2-1:
 - Máxima do ar ambiente: 45 °C;
 - Média, em um período de 24 horas: 35 °C;
 - Mínima do ar ambiente: -5 °C;
- c) Pressão máxima do vento: 1.080 Pa (108 daN/m²), valor correspondente a uma velocidade do vento de 151,2 km/h, conforme IEC 60721-2-2;
- d) Umidade relativa do ar até 100 %, conforme IEC 60721-2-1;
- e) Nível de radiação solar: 1,1 kW/m², com alta incidência de raios ultravioleta, conforme IEC 60721-2-4;
- f) Precipitação pluviométrica: média anual de 1.500 a 3.000 milímetros, conforme IEC 60721-2-2;
- g) Classe de severidade de poluição local (SPS): leve e médio, conforme ABNT IEC TS 60815-1 ou IEC TS 60815-1;

- h) Vibrações insignificantes devido a causas externas aos para-raios ou devido a tremores de terra, conforme IEC 60721-1;
- i) Para-raios montado na posição vertical.

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:

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

7.3 Acondicionamento

Os para-raios de subestação devem ser acondicionados em container (caixa para transporte), não retornáveis, com no máximo de 2 (duas) unidades e massa brutas não superiores a 25 (vinte e cinco) quilogramas, obedecendo às seguintes condições:

- a) Devem ser adequadamente embaladas de modo a garantir o transporte (ferroviário, rodoviário, hidroviário, marítimo ou aéreo) seguro até o local de armazenamento ou instalação, em qualquer condição que possa ser encontrada (intempéries, umidade, choques etc.), bem como ao manuseio;
- b) A embalagem deve ser projetada de modo a manter peso e dimensões dentro de limites razoáveis, facilitando o manuseio, armazenamento e transporte. As embalagens devem permitir o uso de empilhadeiras e carro hidráulico;

c) O material em contato com as cruzetas não deve:

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

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

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

NOTAS:

XIII. A embalagem quando confeccionada em madeira, a mesma:

- Devem ter qualidade no mínimo igual à do pinus de segunda e certificada pelo IBAMA;
- Não devem conter substâncias ou produtos passíveis de agredir o meio ambiente quando do descarte ou reaproveitamento dessas embalagens.

XIV. 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 para-raios de subestação (tipo ou modelo, número de série, tensão nominal (kV), corrente nominal de descarga (kA) etc.);
- g) Massa líquida, em quilogramas (kg);
- h) Massa bruta, em quilogramas (kg);
- i) ABNT NBR 16050 / IEC 60099-4;
- j) Número e quaisquer outras informações especificadas na Ordem de Compra de Material (OCM).

NOTAS:

- XV. O fornecedor brasileiro deve numerar os diversos volumes e anexar à nota fiscal uma relação descritiva (romaneio) do conteúdo de cada volume.
- XVI. O fornecedor estrangeiro deve enviar 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, transporte e recebimento das para-raios de subestação, a legislação ambiental brasileira, bem como outras legislações federais, estaduais e municipais aplicáveis.

No caso de fornecimento internacional, os fabricantes/fornecedores estrangeiros devem obedecer à legislação ambiental vigente em seus países de origem e às normas internacionais relacionadas à produção, manuseio e transporte das para-raios de subestação até a entrega no local indicado pela Energisa. Em caso de transporte em território brasileiro, os fabricantes e fornecedores estrangeiros também devem



cumprir a legislação ambiental brasileira e outras legislações federais, estaduais e municipais aplicáveis.

O fornecedor é responsável pelo pagamento de multas e pelas ações que possam afetar a Energisa devido a práticas prejudiciais ao meio ambiente, se originadas 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, de acordo com a diretiva 2011/65/EU para RoHS (Restrição de Substâncias Perigosas) e WEEE (Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos).

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

7.5 Expectativa de vida útil

Os para-raios de subestação devem ter uma expectativa de vida útil mínima de 25 (vinte e cinco) anos a partir da data de fabricação, contra qualquer falha das unidades do lote fornecido, com base nos seguintes termos e condições:

- Não são admitidas falhas decorrentes do processo fabril nos primeiros 20 (vinte) anos de vida útil;

- A partir do 21º ano, é admitida uma taxa de 0,1% de falhas para cada período de 1,0 (um) ano, acumulando-se no máximo 0,5% de falhas no final do período de vida útil.

NOTA:

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

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

7.7 Incorporação ao patrimônio da Energisa

Somente serão aceitos para-raios de subestação em obras particulares para incorporação ao patrimônio da Energisa que atendam às 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, para-raios 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:

- XVIII. A critério da Energisa, os para-raios de subestação 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;
- XIX. A relação dos fabricantes homologados de para-raios de subestação pode ser consultada no site da Energisa, através do link abaixo:

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

7.8 Manual de instruções

Os equipamentos devem estar acompanhados de manuais de operação, escritos em português, que forneçam todas as informações necessárias ao seu manuseio. Os manuais devem conter no mínimo as seguintes informações:

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

7.9 Avaliação técnica do material

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

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

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

- a) Tipo e código do fabricante;
- b) Arranjo geral em 3 (três) vistas, mostrando a localização de todos os componentes, com indicação das dimensões gerais;
- c) Legenda dos componentes;
- d) Desenhos de todos os dispositivos e componentes auxiliares, tais como: indicadores, anéis de equalização etc.;
- e) Massa do equipamento;
- f) Furação da base e elementos de fixação incluídos no fornecimento;
- g) Terminais, conectores de linha e aterramento, devendo conter:
 - Material e dimensões;
 - Esforços longitudinais e transversais admissíveis.
- h) Placa de identificação;
- i) Desenho detalhado da embalagem indicando dimensões, massa, tipo de material e detalhes de fixação dos componentes dentro das mesmas.
- j) Cópia dos manuais de instrução, cobrindo instalação e manutenção do equipamento.



Quando os para-raios de subestação 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:

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

7.10 Treinamento técnico

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

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

8 CONDIÇÕES ELÉTRICAS

Os para-raios de subestação são, usualmente, classificados como Classe Estação de 10 kA.

8.1 Tensões nominais (U_n)

Os valores de tensões nominais e tensão de operação contínua dos para-raios de subestação, em quilovolt eficaz (kV_{ef}), estão estabelecidos na Tabela 1.

8.2 Frequência nominal (f_n)



A frequência nominal é 60 Hz.

8.3 Correntes de descarga nominais

As correntes de descarga nominais normalizadas dos para-raios de subestação, com forma de onda 8/20 μ s, são de 10 kA.

NOTA:

XXII. Alternativamente, a Energisa poderão ser aceitos para-raios de subestação de 20 kA, mediante aprovação previa da Energisa.

8.4 Níveis de proteção do para-raios

Os para-raios de subestação devem conter níveis de proteção:

- Corrente íngreme: 4,0 kV_{cr}/U_n;
- Corrente de impulso atmosférico: 3,6 kV_{cr}/U_n.

8.5 Suportabilidade do para-raios frente a correntes de impulso

8.5.1 Impulsos de alta corrente de curta duração

Os para-raios de subestação devem suportar a corrente de crista para impulso de alta corrente e curta duração com forma de onda 4/10 μ s, de 100 kA.

8.5.2 Capacidade de descarga de linhas de transmissão

Os para-raios de subestação devem ser capazes de descarregar linhas de transmissão conforme ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.

8.6 Descargas parciais

O nível máximo de descargas parciais quando medido a 1,05 vezes a tensão de operação contínua do para-raios de subestação ou unidade, deve ser menor ou igual a 10 pC.

8.7 Tensão de operação contínua (Uc)

As máximas tensões de operação contínua devem estar de acordo com as Tabelas 1 e 2.

8.8 Sobretensões temporárias de 60 Hz (TOV)

O fabricante deve apresentar as curvas características de “Sobretensão temporária de 60 Hz versus Tempo” do para-raios, com e sem pré-condicionamento, até uma duração mínima de 1.000 segundos.

- a) A característica de “Sobretensão de 60 Hz versus Tempo”, com pré-condicionamento, deve ser comprovada através de ensaio e o procedimento descrito na mesma, para os tempos de 1 segundo, 100 segundos e 1.000 segundos, sendo uma amostra para cada tempo.
- b) A característica de “Sobretensão de 60 Hz versus Tempo”, sem pré-condicionamento, deve ser comprovada através do ensaio referido, para os mesmos tempos, porém, sem a aplicação do impulso de corrente elevada de curta duração (forma de onda 4/10 μ s). Os valores assim obtidos, para 1.000 segundos, devem ser superiores àqueles indicados nas Tabelas 1 e 2.

8.9 Tensões residuais máximas

As características de tensão residual do para-raios de subestação devem ser determinadas conforme IEC 60099-4.

A tensão residual máxima de impulso de manobra do para-raios será a maior tensão medida com correntes de 125 A e 500 A pico.

8.10 Absorção de energia

A capacidade de absorção de energia do para-raios de subestação deverá ser igual 2,8 kJ/kVUr.

8.11 Tensão de rádio interferência e tensão de ionização interna



As tensões limites de rádio interferência e de ionização interna, quando medidas a 1,05 vezes a tensão de operação contínua do para-raios, na faixa entre 500 e 2.000 kHz, referida a 300 Ω , não devem exceder 2.500 e 250 μV , respectivamente.

8.12 Momento fletor

O para-raios de subestação deve suportar os valores de esforços de flexão declarados pelo fabricante.

Na determinação da carga dinâmica aplicada a um para-raios de subestação, recomenda-se que o usuário considere fatores externos como vento e as forças eletromecânicas prováveis de afetar a instalação.

Os para-raios de subestação acondicionados em suas respectivas embalagens devem suportar as cargas de transporte.

Os para-raios de subestação poliméricos podem apresentar deflexões mecânicas em serviço.

8.13 Desempenho de curto-circuito

O fabricante deve declarar uma corrente nominal de curto-circuito para cada família de para-raios de subestação.

9 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

Os para-raios de subestação devem ser do tipo autoportantes, de uso externo, montagem vertical.

Os anéis de equalização são item obrigatórios somente para os para-raios de subestação de classe de tensão de 145 kV e visam uma adequada distribuição de potencial.

Os contadores de operações são item obrigatórios somente para os para-raios de subestação de classe de tensão igual ou superior à 72,5 kV.

9.1 Materiais

9.1.1 Blocos de varistores

Os para-raios de subestação devem ser compostos por blocos de varistores, confeccionados em óxido de zinco (ZnO).

9.1.2 Revestimento no núcleo

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

- a) Ser homogêneo;
- b) Hidrofóbico, conforme ABNT IEC TS 62073 ou IEC TS 62073;
- c) Ficar perfeitamente aderente ao núcleo e às ferragens integrantes;
- d) Ser projetado de forma a evitar a formação de descargas localizadas e a impedir a possibilidade de penetração de umidade, pelas interfaces;
- e) Ser resistente ao trilhamento e erosão, ao efeito corona e ao ozônio, à degradação física e química pela ação da água, ao rasgo, a ataques químicos, ao intemperismo e raios ultravioleta, à inflamabilidade e ao arco elétrico.
- f) Suportar lavagens sob pressão em linhas de distribuição energizadas, conforme IEEE 957.

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

NOTAS:

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

XXIV. Não será aceito invólucro de porcelana.

O polímero do invólucro deve ser injetado diretamente aos blocos do varistor e sobre os terminais metálicos, de tal forma que não existam espaços entre os blocos encapsulados e o invólucro polimérico. A vedação do invólucro polimérico não deve permitir a entrada de umidade nas interfaces internas do para-raios de subestação e nos blocos de varistores.

9.1.3 Terminais de linha e aterramento

9.1.3.1 Terminais de linha

O terminal de linha deve ser do tipo barra (padrão NEMA), com dimensionado conforme Desenho 3 e:

- Tensão igual ou inferior a 52,0 kV: 2 (dois) furos;
- Tensão igual ou superior a 72,5 kV: 4 (quatro) furos.

Os terminais de linha devem ser confeccionados em liga de alumínio, liga de cobre ou cobre eletrolítico, possuir condutividade mínima 25 % IACS a 20 °C, e ser revestido por imersão a quente, com camada mínima de:

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

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

- Os parafusos devem ser do tipo cabeças sextavada e ter dimensionamento M12x1,75 com comprimento 50 mm, confeccionado em aço galvanizado;
- As porcas devem ser do tipo sextavada, dimensionamento M12x1,75 e confeccionado em aço galvanizado;

- As arruelas de pressão e lisa ter dimensionamento adequado ao parafuso e confeccionado em aço galvanizado.

NOTAS:

XXV. Não pode haver soldas ou emendas nos terminais.

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

9.1.3.2 Conectores de aterramento

O conector de aterramento deve ser adequado para conexões de cabos de cobre com seções nominal entre 25 e 95 mm² e confeccionado em liga de alumínio, liga de cobre ou cobre eletrolítico, revestido por imersão a quente, com camada mínima de

- Estanho: 8,0 µm;
- Prata: 2,0 µm.

O conector de aterramento deve ser instalado na adjacência da base de fixação.

9.1.4 Base de fixação

A partir de 01/06/2024, todos os para-raios de subestação devem ser fornidos completo, com a base do para-raios, isolador-base e base de instalação, independentemente do nível de tensão.

9.1.4.1 Base do para-raios

A base do para-raios deve ser confeccionada em:

- Aço carbono 1010 a 1020, revestidas de zinco por imersão a quente, conforme a ABNT NBR 6323 ou ASTM A153/A153M; ou
- Liga de alumínio.

9.1.4.2 Isolador-base



A base de para-raios deve ser provida de isoladores-base, confeccionado em polímero, adequadas para permitir a montagem para instalação do contador de descargas.

9.1.4.3 Base de instalação

A base de fixação deve ser confeccionada em aço carbono 1010 a 1020, revestidas de zinco por imersão a quente, conforme a ABNT NBR 6323 ou ASTM A153/A153M.

9.1.5 Anéis de equalização

O tamanho e posição de instalação dos anéis de blindagem anticorona devem prevenir a ocorrência do efeito corona ao longo do comprimento do para-raios de subestação.

O projeto dos anéis de blindagem anticorona deve possibilitar a sua instalação e remoção do para-raios de subestação com ferramentas de linha viva. Os parafusos, porcas e arruelas de fixação devem ser projetadas de forma a não se afrouxarem ou se soltarem ao longo do tempo.

9.1.6 Contador de operações

Os contadores de operação devem ser fornecidos com todos os acessórios para permitir a sua instalação, incluindo bases isolantes e conectores para ligação dos cabos de aterramento de seções nominal entre 25 e 95 mm².

9.1.7 Fixações externas (ferragens)

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

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

Os revestimentos das peças zincadas devem estar:

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

NOTAS:

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

9.2 Características dimensionais

O para-raios de subestação deve possuir formato e dimensões, conforme:

- Igual e inferior a 92,4 kV: Desenho 1;
- De 145 kV: Desenho 2.

Os terminais de linha devem ser conforme Desenho 3. Os parafusos e porcas devem ter rosca métrica conforme ABNT NBR ISO 68-1 ou ISO 68-1.

A base de fixação do para-raios deve ser conforme Desenho 4.

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

9.3 Acabamento

O invólucro dos para-raios de subestação deve ter superfícies lisas e uniformes, não devendo apresentar rebarbas, bolhas, asperezas, fissuras ou inclusões de materiais



estranhos que comprometam o seu desempenho e deve ser injetado diretamente aos blocos de ZnO, e sobre os terminais metálicos, de tal forma que não existam espaços entre os blocos encapsulados e o invólucro polimérico.

Os materiais devem ser fornecidos na cor cinza ou vermelho.

Os terminais de linha e aterramento devem ser isentos de trincas e inclusões ou arestas vivas que possam danificar os condutores.

9.4 Identificação

Os para-raios de subestação devem ser identificados por:

- Marcação na superfície externa do próprio invólucro de forma legível e indelével; ou
- Etiqueta adesiva irremovível; ou
- Placa irremovível de aço inoxidável ou alumínio.

Contendo as seguintes informações:

- a) A palavra “PARA-RAIOS DE SUBESTAÇÃO”;
- b) Nome ou marca de fabricante;
- c) Tipo ou modelo do para-raios de subestação e número de catálogo;
- d) Tipo de resistor não linear (ZnO) e sem centelhador;
- e) Tensão nominal (U_n), em quilovolt (kV);
- f) Frequência nominal, em Hertz (Hz);
- g) Tensão de operação contínua (U_c), em quilovolt (kV);
- h) Corrente de descarga nominal (I_n), em quilo ampère (kA);
- i) Tensão residual máxima para corrente de descarga com onda 8/20 μ s;

- j) Capacidade de absorção de energia, kJ/kV de U_c ;
- k) Classe de descarga de linha de transmissão (DLT);
- l) Componente resistiva da corrente de fuga medida na tensão de operação contínua;
- m) Corrente de alívio de sobrepressão (I_s), quando aplicável;
- n) Corrente suportável de curto-circuito (I_{sc}), em quilo ampère (kA);
- o) Número de série;
- p) ABNT NBR 16050 / IEC 60099-4;
- q) Massa, em quilograma (kg);
- r) Mês/ano de fabricação (MM/AAAA);
- s) Código de reciclagem (Símbolo de ciclo de Mobius).

NOTAS:

- XXIX. Todos os materiais poliméricos contidos nesta Especificação Técnica, devem contar em seu corpo, o símbolo do ciclo de Mobius, conforme ABNT NBR ISO 14021 ou ISO 14021, para identificação do material, conforme Figura 1. O uso de um texto explicativo é opcional.



Figura 1 - Símbolo de ciclo de Mobius - Exemplo.

- XXX. Os para-raios de subestação constituídos por múltiplas unidades devem ter as seguintes informações em cada unidade:
- Número de série;

- Nome do fabricante;
- Tipo e número de catálogo;
- Sequência de montagem, se as unidades não forem eletricamente intercambiáveis na constituição do para-raios de subestação.

9.5 Características mecânicas

9.5.1 Momento fletor

O para-raios de subestação deve suportar os valores de esforços de flexão declarados pelo fabricante.

Na determinação da carga dinâmica aplicada a um para-raios de subestação, recomenda-se que o usuário considere fatores externos como vento e as forças eletromecânicas prováveis de afetar a instalação.

NOTA:

XXXI. Os para-raios de subestação podem apresentar deflexões mecânicas em serviço.

9.5.2 Terminais, conectores e desligador automático

Devem suportar um torque mínimo, sem sofrer ruptura ou deformação permanente, de:

- Instalação: de 5,0 daN.m; e
- Ensaio: de 6,0 daN.m.

9.6 Estanqueidade

Todos os para-raios de subestação devem ser projetados de forma a garantir total resistência à penetração em seu interior, de substâncias que afetam seu comportamento elétrico e/ou mecânico.

NOTAS:

- XXXII. Não será permitida a utilização de dispositivos adicionais, aplicados sobre os para-raios de subestação, com a função exclusiva de garantir a estanqueidade;
- XXXIII. O fornecedor deverá fornecer à Energisa informações suficientes para avaliar a qualidade da vedação, informar os ensaios realizados e a justificativa da metodologia aplicada no ensaio.

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 9.2.1, 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 9.4.
- 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:

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

10.2 Relação de ensaios

Os ensaios são classificados em:

- Ensaios de projeto (P);
- Ensaios de tipo (T);
- Ensaios de recebimento (RE);
- Ensaios especiais (E).

Todos os ensaios relacionados estão constando na Tabela 3.

10.2.1 Ensaios de projeto (P)

Os ensaios de projeto (P) são constituídos dos ensaios relacionados abaixo:

- a) Ensaio de espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), conforme item 10.3.3;
- b) Ensaio de medição do tempo de indução oxidativa (OIT) e da temperatura de fusão, conforme item 10.3.4;
- c) Ensaio de rigidez dielétrica, conforme item 10.3.5;
- d) Ensaio de termogravimétrica (TGA), conforme item 10.3.6;
- e) Ensaio de envelhecimento acelerado, conforme item 10.3.7;
- f) Ensaio de flamabilidade, conforme item 10.3.8;
- g) Ensaio de trilhamento e erosão, conforme item 10.3.9;
- h) Ensaio de verificação da aderência, conforme item 10.3.10;
- i) Ensaio de dureza, conforme item 10.3.11;
- j) Ensaio de verificação da resistência a ataques químicos, conforme item 10.3.12;
- k) Ensaio de hidrofobicidade, conforme item 10.3.13.

10.2.2 Ensaios de tipo (T)



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

- a) Ensaio de medição da tensão de referência, conforme item 10.3.14;
- b) Ensaio de tensão suportável de impulso atmosférico, conforme item 10.3.15;
- c) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial, conforme item 10.3.16;
- d) Ensaio de tensão residual, conforme item 10.3.17;
- e) Ensaio de corrente suportável de impulso de longa duração, conforme item 10.3.18;
- f) Ensaio de ciclo de operação, conforme item 10.3.19;
- g) Característica da tensão suportável à frequência industrial por tempo, conforme item 10.3.20;
- h) Ensaio de curto-circuito, conforme item 10.3.21;
- i) Ensaio de estanqueidade, conforme item 10.3.22;
- j) Ensaio de envelhecimento sob tensão de operação simulando condições ambientais, conforme item 10.3.23;
- k) Ensaio de descargas parciais, conforme item 10.3.24;
- l) Ensaio de estabilidade térmica, conforme item 10.3.25;
- m) Ensaio de momento fletor, conforme item 10.3.26;
- n) Ensaio de suportabilidade às agressões do ambiente, conforme item 10.3.27.

10.2.3 Ensaios de recebimento (RE)

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

- a) Inspeção visual, conforme item 10.3.1;
- b) Verificação dimensional, conforme item 10.3.2;

- 
- c) Ensaio de medição da tensão de referência, conforme item 10.3.14;
 - d) Ensaio de estanqueidade, conforme item 10.3.22;
 - e) Ensaio de descargas parciais, conforme item 10.3.24;
 - f) Ensaio de estabilidade térmica, conforme item 10.3.25;
 - g) Ensaio de momento fletor, conforme item 10.3.26;
 - h) Ensaio de tensão residual a impulso atmosférico, conforme item 10.3.28;
 - i) Ensaio de medição da corrente de fuga total na tensão de operação contínua, conforme item 10.3.29;
 - j) Ensaio de medição da componente resistiva da corrente de fuga medida na tensão de operação contínua, conforme item 10.3.30;
 - k) Ensaio de verificação da espessura da camada de revestimento dos terminais de ligação, conforme item 10.3.31;
 - l) Ensaio de verificação do torque dos terminais de ligação, conforme item 10.3.32;
 - m) Ensaio de verificação da espessura da camada de revestimento de zinco, conforme item 10.3.33.

10.2.4 Ensaios especiais (E)

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

- a) Ensaio de medição da tensão de referência, conforme item 10.3.14;
- b) Ensaio de tensão suportável de impulso atmosférico, conforme item 10.3.15;
- c) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial, conforme item 10.3.16;
- d) Ensaio de tensão residual, conforme item 10.3.17;

- 
- e) Ensaio de corrente suportável de impulso de longa duração, conforme item 10.3.18;
 - f) Ensaio de ciclo de operação, conforme item 10.3.19;
 - g) Característica da tensão suportável à frequência industrial por tempo, conforme item 10.3.20;
 - h) Ensaio de curto-circuito, conforme item 10.3.21;
 - i) Ensaio de estanqueidade, conforme item 10.3.22;
 - j) Ensaio de envelhecimento sob tensão de operação simulando condições ambientais, conforme item 10.3.23;
 - k) Ensaio de descargas parciais, conforme item 10.3.24;
 - l) Ensaio de estabilidade térmica, conforme item 10.3.25;
 - m) Ensaio de momento fletor, conforme item 10.3.26;
 - n) Ensaio de suportabilidade às agressões do ambiente, conforme item 10.3.27;
 - o) Ensaio de tensão residual a impulso atmosférico, conforme item 10.3.28;
 - p) Ensaio de medição da corrente de fuga total na tensão de operação contínua, conforme item 10.3.29;
 - q) Ensaio de medição da componente resistiva da corrente de fuga medida na tensão de operação contínua, conforme item 10.3.30;
 - r) Ensaio de verificação da espessura da camada de revestimento dos terminais de ligação, conforme item 10.3.31;
 - s) Ensaio de verificação do torque dos terminais de ligação, conforme item 10.3.32;
 - t) Ensaio de verificação da espessura da camada de revestimento de zinco, conforme item 10.3.33.

10.3 Descrição dos ensaios

10.3.1 Inspeção visual

O inspetor deverá efetuar uma inspeção geral, verificando:

- a) Presença de todos os acessórios e opcionais, conforme Ordem de Compra de Materiais (OCM);
- b) Acabamento, conforme item 9.3;
- c) Acondicionamento, conforme item 7.3;
- d) Identificação, conforme item 9.4;
- e) Manual de instruções, conforme item 7.8.

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:

- a) Para-raios de subestação:
 - Igual e inferior a 92,4 kV: Desenho 1;
 - De 145 kV: Desenho 2.
- b) Terminais de linha: Desenho 3;
- c) Base de fixação: Desenho 4.

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

10.3.3 Ensaio de espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR)



Este ensaio deve ser somente aplicado no composto polimérico da saia e do revestimento.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ASTM E1252 ou ISO 4650, e a identificação das amostras deve ser conforme a ASTM E2310.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de não-atendimentos aos requisitos informados pelo fabricante.

10.3.4 Ensaio de medição do tempo de indução oxidativa (OIT) e da temperatura de fusão

Este ensaio deve ser somente aplicado no composto polimérico da saia e do revestimento.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 13977 ou ASTM D3418 ou ISO 11357-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de não-atendimentos aos requisitos informados pelo fabricante.

10.3.5 Ensaio de rigidez dielétrica

Este ensaio deve ser somente aplicado no composto polimérico da saia e do revestimento.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ASTM D149 ou IEC 60243-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de rigidez dielétrica inferiores à 10 kV/mm.

10.3.6 Ensaio de termogravimétrica (TGA)

Este ensaio deve ser somente aplicado no composto polimérico da saia e do revestimento.



O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ASTM D6370.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos com diferenças de $\pm 5,0 \%$ em cada etapa de degradação obtida no ensaio.

10.3.7 Ensaio de envelhecimento acelerado

Este ensaio deve ser somente aplicado no composto polimérico da saia e do revestimento.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ASTM G155 ou ISO 4892-2, e estar em conformidade com a ABNT NBR 15643 ou IEC 62217.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Marcações no material da saia ou do revestimento estiverem ilegíveis, ou;
- Degradações da superfície, como rachaduras e áreas com protuberâncias.

10.3.8 Ensaio de flamabilidade

Este ensaio deve ser somente aplicado no composto polimérico da saia e do revestimento.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da IEC 60695-11-10, e estar em conformidade com ABNT NBR 15643 ou IEC 62217.

Constitui falha, se a amostra apresentar classificação HB40, com comprimento máximo de queima de 25 mm.

10.3.9 Ensaio de trilhamento e erosão

Este ensaio deve ser somente aplicado no composto polimérico da saia e do revestimento.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 15643 ou IEC 62217.



Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Trilhamento;
- Profundidade da erosão for superior a 3,0 mm e/ou atingir o núcleo;
- Perfuração nas saias, no revestimento ou na interface.

10.3.10 Ensaio de verificação da aderência

Este ensaio deve ser somente aplicado no composto polimérico da saia e do revestimento.

O ensaio de verificação da aderência analisa a qualidade da aderência nas interfaces núcleo/revestimento e terminais integrantes/revestimento.

Com equipamento apropriado (serra, fresa etc.) deve-se fazer um corte longitudinal no centro do núcleo do para-raios de distribuição.

Caso o para-raios de distribuição apresente uma distância entre ferragens superior a 800 mm, ele deve ser cortado em seções com aproximadamente 800 mm para compor os corpos de prova. Caso o para-raios de distribuição apresente uma distância entre ferragens inferior ou igual a 800 mm, todo o para-raios de distribuição deve ser considerado corpo de prova.

O comprimento do corte a ser realizado em cada corpo de prova deve deixar aproximadamente 250 mm de núcleo com revestimento.

Tencionar manualmente o revestimento, objetivando deslocá-lo do núcleo e da ferragem. Realizar uma verificação visual para observar a existência da aderência do revestimento nas interfaces (ferragem/revestimento e núcleo/revestimento).

O revestimento deve ter aderência em todas as amostras. Se um único isolador tiver uma região com falta de aderência, o projeto do isolador deve ser rejeitado.

10.3.11 Ensaio de dureza



Este ensaio deve ser somente aplicado no composto polimérico da saia e do revestimento.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ISO 868 ou ASTM C661, e estar em conformidade com ABNT NBR 15643 ou IEC 62217.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de variação em mais de $\pm 20\%$ em relação ao valor da dureza determinado para as amostras antes da fervura.

10.3.12 Ensaio de verificação da resistência a ataques químicos

Este ensaio deve ser somente aplicado no composto polimérico da saia e do revestimento.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT IEC TR 62039 ou IEC TR 62039.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de danos estruturais que impeçam o uso do composto do revestimento.

10.3.13 Ensaio de hidrofobicidade

Este ensaio deve ser somente aplicado no composto polimérico da saia e do revestimento.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT IEC TS 62073 ou IEC TS 62073.

Constitui falha, se a amostra apresentar determinação da classe de hidrofobicidade (CM) superiores à CH 3.

10.3.14 Ensaio de medição da tensão de referência

10.3.14.1 Ensaio de tipo (T)

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.



Este ensaio serve como referência dos valores da corrente de crista, independentemente da polaridade, não tendo critério reprobatório.

10.3.14.2 Ensaio de recebimento (RE) e especial (E)

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos estiverem fora da faixa especificada pelo fabricante.

10.3.15 Ensaio de tensão suportável de impulso atmosférico

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 60060-1 ou IEC 60060-1, e está em conformidade com ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- a) Descarga disruptiva interna;
- b) 2 (duas) ou mais descargas disruptiva externa.

10.3.16 Ensaio de tensão suportável à frequência industrial

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 60060-1 ou IEC 60060-1, e está em conformidade com ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de valores medidos superiores a corrente de descarga nominal multiplicado por 1,06.

10.3.17 Ensaio de tensão residual

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4, em para-raios completos.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de correntes e formas de onda especificadas fora das definições do projeto do fabricante.

10.3.18 Ensaio de corrente suportável de impulso de longa duração

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- a) A variação dos valores da tensão residual, medidos antes e após o ensaio, for superior a $\pm 5,0 \%$;
- b) Os componentes dos corpos de prova, em uma inspeção visual, não apresentarem indícios de descarga disruptiva externa, trincas ou perfuração nos resistores; ou quebra de qualquer componente;

10.3.19 Ensaio de ciclo de operação

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- a) Estabilidade térmica não comprovada;
- b) Variação dos valores da tensão residual, medidos antes e depois do ciclo de operação, for superior a $\pm 5,0 \%$;
- c) Os componentes dos corpos de prova, em uma inspeção visual, não apresentarem indícios de descarga externa ou perfuração nos resistores ou quebra de qualquer componente.

10.3.20 Característica da tensão suportável à frequência industrial por tempo

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.



Constitui falha, se a amostra apresentar curva da tensão suportável à frequência industrial $\times$ tempo especificadas fora das definições do projeto do fabricante.

10.3.21 Ensaio de curto-circuito

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- a) Fragmentação violenta;
- b) Não extinção de chamas, em prazo superior a 2 (dois) minutos.

10.3.22 Ensaio de estanqueidade

10.3.22.1 Ensaio de tipo (T) ou especial (E)

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- a) Trincas ou fissuras, exposição do material de vedação ou qualquer alteração mecânica;
- b) Medição das perdas resistivas: Aumento em relação aos valores iniciais de superiores a 20 %;
- c) Medição da tensão residual: Aumento em relação aos valores iniciais de superiores a 5,0 %;
- d) Medição do nível de descargas parciais: exceder 10 pC, medido a 1,05 U_c.

10.3.22.2 Ensaio de recebimento (RE)

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.



Constitui falha, se a amostra apresentar valores de crista da componente resistiva da corrente de fuga, ou a potência dissipada, ou a temperatura dos resistores não lineares, não decrescerem de forma contínua, durante os 15 (quinze) minutos após o término do ensaio.

10.3.23 Ensaio de envelhecimento sob tensão de operação simulando condições ambientais

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- a) Trilhamento elétrico;
- b) Erosão sobre o invólucro expondo partes internas dos corpos de prova, tais como blocos, fibras ou outras interfaces;
- c) Perfurações no corpo do invólucro e nas saias;
- d) A tensão de referência, medida antes e após o ensaio, com reduções superiores a 5,0 %;
- e) Os níveis de descargas parciais, medidos antes e após o ensaio, exceder a 10 pC.

10.3.24 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 16050 ou IEC 60099-4.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de descargas parciais superiores a 10 pC.

10.3.25 Ensaio de verificação da estabilidade térmica



O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de valores de crista da componente resistiva da corrente de fuga, ou a potência dissipada, ou a temperatura dos resistores não lineares, não decrescerem de forma contínua, durante os 15 (quinze) minutos após o término do ensaio.

10.3.26 Ensaio de momento fletor

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Danos mecânico visíveis;
- Curva força versus deflexão não apresenta descontinuidades;
- Deformação do invólucro pela aplicação do esforço após a remoção da carga de flexão está superior a $\pm 5,0 \%$ em relação à condição inicial antes da aplicação da carga;
- Resultado não satisfatórios no ensaio de estanqueidade;
- Nível de descargas parciais não excede o valor de 10 pC.

10.3.27 Ensaios de suportabilidade às agressões do ambiente

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- a) Quaisquer danos mecânicos visíveis;
- b) Nível de descargas parciais exceder o valor 10 pC;



c) Reprovação no ensaio de estanqueidade.

10.3.28 Ensaio de tensão residual a impulso atmosférico

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de tensão residual forem superiores aos valores especificados pelo fabricante.

10.3.29 Ensaio de medição da corrente de fuga total na tensão de operação contínua

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4, no para-raios completo.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos estiverem fora da faixa especificada pelo fabricante.

10.3.30 Ensaio de medição da componente resistiva da corrente de fuga medida na tensão de operação contínua

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4, no para-raios completo.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos estiverem fora da faixa especificada pelo fabricante.

10.3.31 Ensaio de verificação da espessura da camada de revestimento dos terminais de ligação

10.3.31.1 Camada de estanho

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



Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos da camada de estanho inferiores aos estabelecidos no item 9.1.3.

10.3.31.2 Camada de prata

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

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos da camada de estanho inferiores aos estabelecidos no item 9.1.3.

10.3.32 Ensaio de verificação do torque dos terminais de ligação

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 5370, e estar em conformidade com ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de ruptura ou deformação permanente tanto nos conectores quanto no desligador automático, perda de vedação ou qualquer tipo de dano aos condutores.

10.3.33 Ensaio de verificação da espessura 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.

10.3.33.1 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 as amostras apresentarem valores medidos inferiores aos especificados no item 9.1.7.

10.3.33.2 Ensaio de aderência da camada



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

Constitui falha se as amostras apresentarem valores medidos inferiores aos especificados no item 9.1.7.

10.3.33.3 Ensaio de espessura da camada

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

Constitui falha se as amostras apresentarem valores medidos inferiores aos especificados no item 9.1.7.

10.3.33.4 Ensaio de uniformidade da camada

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

Constitui falha se as amostras apresentarem valores medidos inferiores aos especificados no item 9.1.7.

10.4 Relatórios de 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, projeto e especiais

O plano de amostragem para os ensaios de tipo, projeto e especiais, devem seguir as orientações da ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4, e demais normas indicadas.

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

11.2 Ensaios de recebimento



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

11.2.1 Inspeção visual

O plano de amostragem para ensaio de inspeção visual deverá ser em 100 % das amostras do lote.

11.2.2 Ensaio de descargas parciais e estanqueidade

O plano de amostragem para ensaio de descargas parciais e estanqueidade deverá ser 5 (cinco) unidades para cada lote de 200 peças.

11.2.3 Demais ensaios

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 3.200 unidades, essa quantidade deve ser dividida em vários lotes menores, cada um contendo entre 500 e 1.200 unidades.

12 ACEITAÇÃO E REJEIÇÕES

12.1 Ensaios de tipo, projeto e especiais

Os ensaios de tipo, projeto 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

14 HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO

Data	Versão	Descrição das alterações realizadas
15/06/2015	3.0	Revisão Geral decorrente do Projeto Malha Logística - Frente D
01/08/2021	4.0	- Cancelamento das Especificações Técnicas Unificadas (ETU): - ETU 105.1 - Para raios de SE - 12 kV; - ETU 105.2 - Para raios de SE - 18 kV; - ETU 105.3 - Para raios de SE - 30 e 45 kV; - ETU 105.4 - Para raios de SE - 60 kV; - ETU 105.5 - Para raios de SE - 72, 120 e 144 kV. - Mudança da nomenclatura da ETU-105 para "Para-raios de subestação de distribuição"; - Adequação da ETU às normas ABNT NBR 16050 e IEC 60099-4; - Inclusão do para-raios de SED para a tensão de 11,4 kV; - Inclusão de padronização construtiva dos para-raios de subestação.
01/06/2024	5.0	Revisão geral e inclusão de normas técnicas internacionais.

15 VIGÊNCIA

Esta Especificação Técnica entrará em vigor na data de 01/10/2024 e revogará todas as documentações anteriores do grupo Energisa.

16 TABELAS

TABELA 1 - Características técnica dos para-raios de subestação de distribuição (SED)



Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	Tensão nominal do sistema Energisa	Classe de tensão	Tensão eficaz do para-raios	Máxima tensão de operação contínua (MCOV)	Corrente de descarga nominal	Invólucro		
						Tensão suportável a 60 Hz durante 1 minuto - mínimo	Tensão suportável de impulso atmosférico, valor de crista	Distância de escoamento mínima entre os terminais de linha e aterramento
					(kA)	(kV _{ef})	(kV)	(mm/kV)
690857	11,4	15,0	10	8,4	10	34	95	25
690039	13,8		12	9,6				
690041	22,0	24,2	18	15		50	125	
690042	34,5	36,2	30	24		70	150	

TABELA 1 - Características técnica dos para-raios de subestação de distribuição (SED) - Continuação

Código Energisa	Tensão nominal do sistema Energisa	Classe de tensão	Tensão eficaz do para-raios	Máxima tensão de operação contínua (MCOV)	Corrente de descarga nominal	Invólucro		
						Tensão suportável a 60 Hz durante 1 minuto - mínimo	Tensão suportável de impulso atmosférico, valor de crista	Distância de escoamento mínima entre os terminais de linha e aterramento
						(kV _{ef})	(kV)	(mm/kV)
690043	40,0	52,0	36	29	10	95	200	25
690044	69,0	72,5	60	48		140	280	
690045	88,0	92,4	72	57		150	380	
690038	138,0	145,0	120	96		230	560	
690040			144	115		280	400	

TABELA 2 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaios de recebimento

Tamanho do lote	Verificação dimensional.				- Corrente de fuga; - Componente resistiva da corrente de fuga; - Tensão de referência; - Tensão suportável a frequência industrial;				- Espessura da camada de revestimento; - Espessura da camada de zinco; - Estabilidade térmica; - Momento fletor; - Torque de instalação;		
	Amostragem dupla normal Nível de inspeção II NQA 4,0 %				Amostragem dupla normal Nível de inspeção S4 NQA 2,5 %				Amostragem simples normal Nível de inspeção S3 NQA 4,0 %		
	Amostra		Ac	Re	Amostra		Ac	Re	Amostra	Ac	Re
	Seq.	Tam.			Seq.	Tam.					
2 a 15	-	2	0	1	-	2	0	1	2	0	1
16 a 25	-	3	0	1	-	2	0	1	3	0	1
26 a 50	1 ^a	5	0	2	-	3	0	1	3	0	1
	2 ^a		1	2							
51 a 90	1 ^a	8	0	2	-	3	0	1	5	0	1
	2 ^a		1	2							
91 a 150	1 ^a	13	0	3	-	5	0	1	5	0	1
	2 ^a		3	4							
151 a 280	1 ^a	20	1	4	1 ^a	8	0	2	8	0	1
	2 ^a		4	5	2 ^a		1	2			

TABELA 2 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaios de recebimento - Continuação

Tamanho do lote	Verificação dimensional.				- Corrente de fuga; - Componente resistiva da corrente de fuga; - Tensão de referência; - Tensão suportável a frequência industrial;				- Espessura da camada de revestimento; - Espessura da camada de zinco; - Estabilidade térmica; - Momento fletor; - Torque de instalação;		
	Amostragem dupla normal Nível de inspeção II NQA 4,0 %				Amostragem dupla normal Nível de inspeção S4 NQA 2,5 %				Amostragem simples normal Nível de inspeção S3 NQA 4,0 %		
	Amostra		Ac	Re	Amostra		Ac	Re	Amostra	Ac	Re
	Seq.	Tam.			Seq.	Tam.					
281 a 500	1 ^a	32	2	5	1 ^a	13	0	2	8	0	1
	2 ^a		6	7	2 ^a		1	2			
501 a 1.200	1 ^a	50	3	7	1 ^a	20	0	3	13	1	2
	2 ^a		8	9	2 ^a		3	4			
1.201 a 3.200	1 ^a	80	5	9	1 ^a	32	1	4	13	1	2
	2 ^a		12	13	2 ^a		4	5			

Legenda:

Seq. - Sequência de ensaios das amostras;

Tam. - Tamanho das amostras;

Ac - Número de aceitação;

Re - Número de rejeição.

TABELA 3 - Relação dos ensaios

Item	Descrição dos ensaios	Tipo dos ensaios
10.3.1	Inspeção visual	RE
10.3.2	Verificação dimensional	RE
10.3.3	Ensaio de espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR)	P
10.3.4	Ensaio de medição do tempo de indução oxidativa (OIT) e da temperatura de fusão	P
10.3.5	Ensaio de rigidez dielétrica	P
10.3.6	Ensaio de termogravimétrica (TGA)	P
10.3.7	Ensaio de envelhecimento acelerado	P
10.3.8	Ensaio de flamabilidade	P
10.3.9	Ensaio de trilhamento e erosão	P
10.3.10	Ensaio de verificação da aderência	P
10.3.11	Ensaio de dureza	P
10.3.12	Ensaio de verificação da resistência a ataques químicos	P
10.3.13	Ensaio de hidrofobicidade	P
10.3.14	Ensaio de medição da tensão de referência	T / RE / E
10.3.15	Ensaio de tensão suportável de impulso atmosférico	T / E
10.3.16	Ensaio de tensão suportável à frequência industrial	T / E
10.3.17	Ensaio de tensão residual	T / E
10.3.18	Ensaio de corrente suportável de impulso de longa duração	T / E
10.3.19	Ensaio de ciclo de operação	T / E
10.3.20	Característica da tensão suportável à frequência industrial por tempo	T / E
10.3.21	Ensaio de curto-circuito	T / E
10.3.22	Ensaio de estanqueidade	T / RE / E
10.3.23	Ensaio de envelhecimento sob tensão de operação simulando condições ambientais	T / E
10.3.24	Ensaio de descargas parciais	T / RE / E
10.3.25	Estabilidade térmica	T / RE / E
10.3.26	Momento fletor	T / RE / E
10.3.27	Suportabilidade às agressões do ambiente	T / E
10.3.28	Ensaio de tensão residual a impulso atmosférico	RE / E

TABELA 3 - Relação dos ensaios - Continuação

Item	Descrição dos ensaios	Tipo dos ensaios
10.3.29	Ensaio de medição da corrente de fuga total na tensão de operação contínua	RE / E
10.3.30	Ensaio de medição da componente resistiva da corrente de fuga medida na tensão de operação contínua	RE / E
10.3.31	Ensaio de verificação da espessura da camada de revestimento dos terminais de ligação	RE / E
10.3.32	Ensaio de verificação do torque dos terminais de ligação	RE / E
10.3.33	Ensaio de verificação da espessura da camada de revestimento de zinco	RE / E

Legenda:

P - Ensaio de projeto;

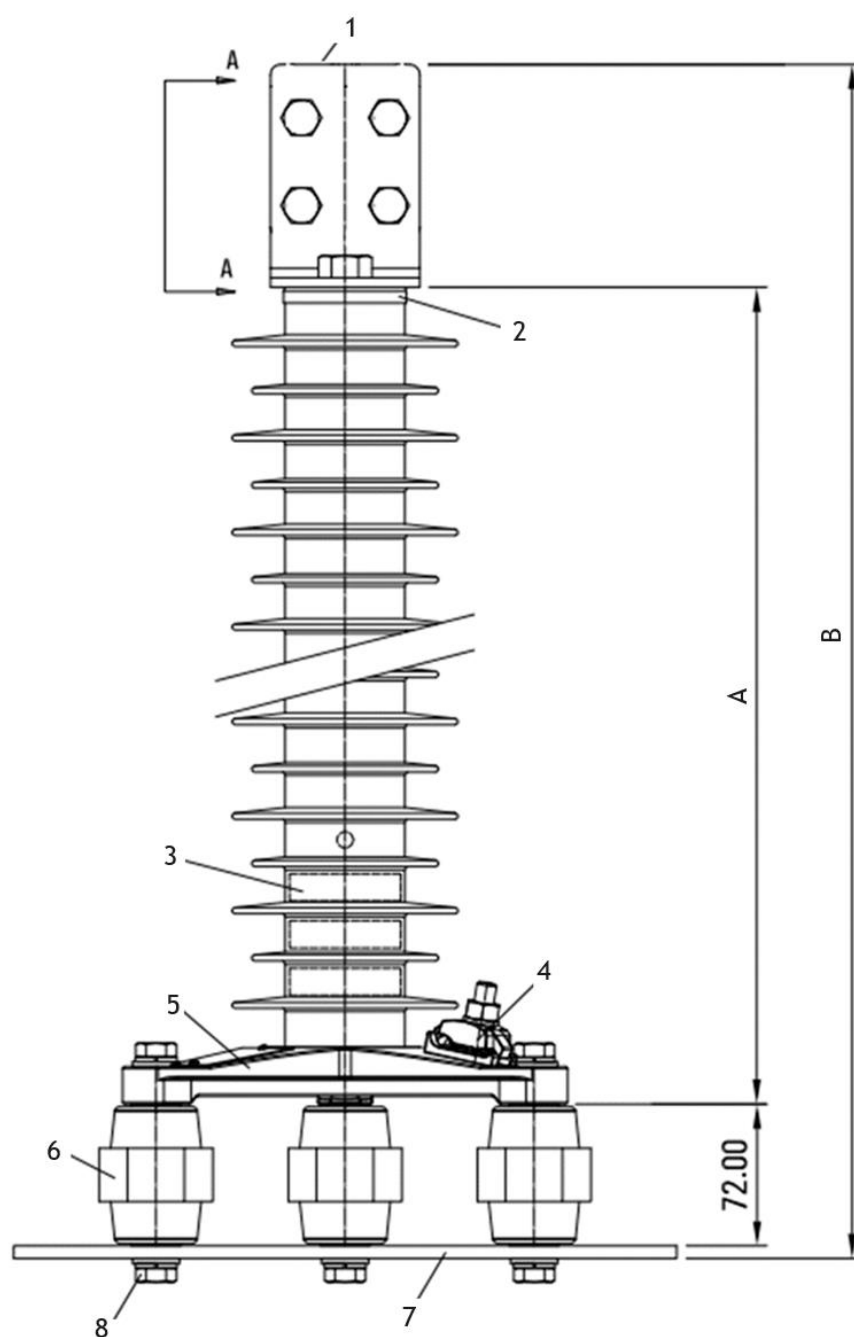
T - Ensaio de tipo;

RE - Ensaio de recebimento;

E - Ensaio especial.

17 DESENHOS

DESENHO 1 - Característica dimensional do para-raios de subestação até 92,4 kV



NOTA:

I. Dimensões em milímetros (mm).

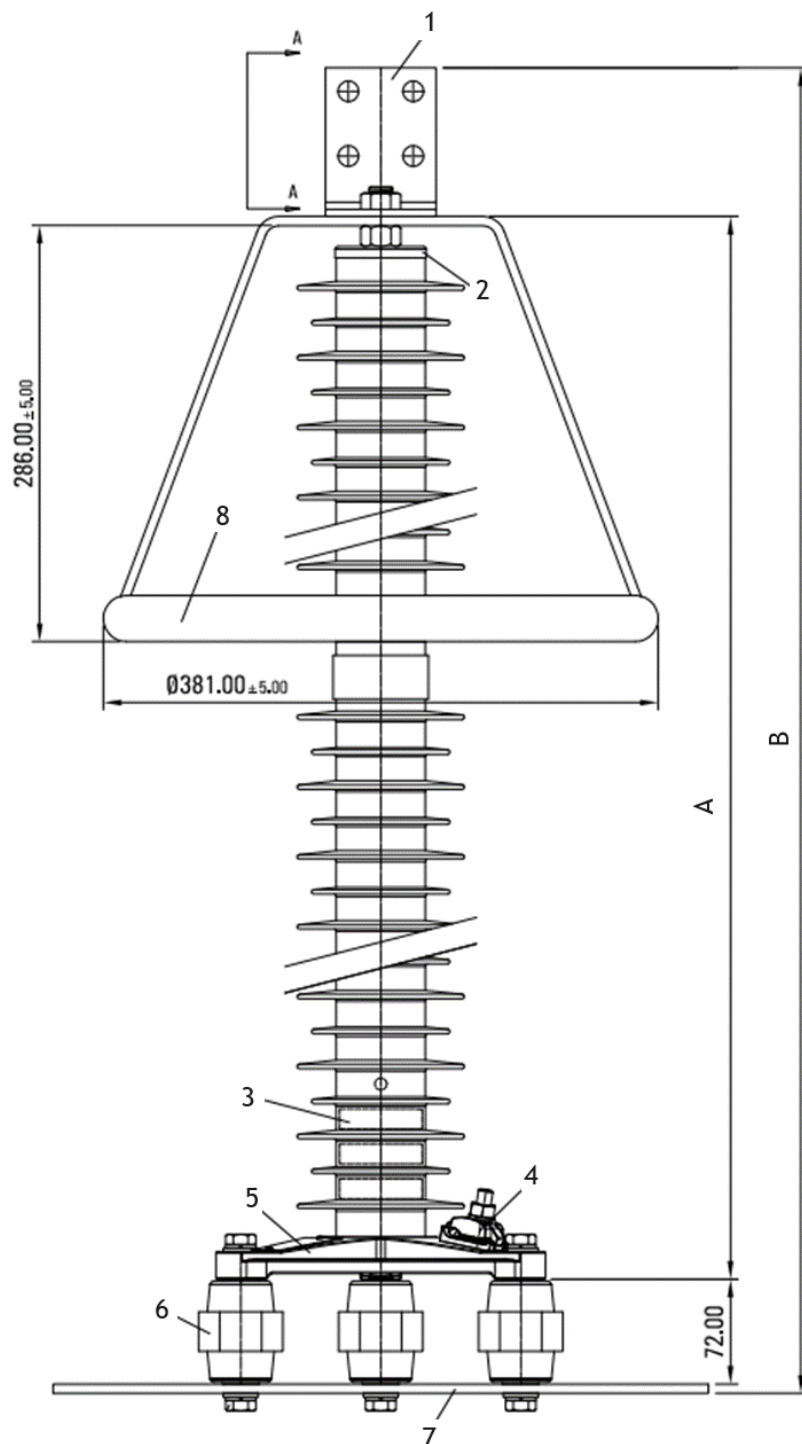
DESENHO 1 - Característica dimensional do para-raios de subestação até 92,4 kV - Continuação

Legenda:

- 1) Terminal de linha (2F ou 4F padrão NEMA)
- 2) Conjunto superior do para-raios
- 3) Corpo polimérico do para-raios
- 4) Conector de aterramento
- 5) Base do para-raios 3F
- 6) Isolador-base
- 7) Base de instalação 4F

Tensão nominal	Classe de tensão	Corrente de descarga nominal	Distância de escoamento	Dimensões	
				A	B
(kV)		(kA)	(mm)	(mm)	
11,4	15,0	10	375	280	380
13,8					
22,0	24,2		605	280	380
34,5	36,2		905	375	475
40,0	52,0		1.300	530	630
69,0	72,5		1.850	715	815
88,0	92,4		2.250	870	970

DESENHO 2 - Característica dimensional do para-raios de subestação de
145 kV



NOTA:

I. Dimensões em milímetros (mm).

DESENHO 2 - Característica dimensional do para-raios de subestação de 145 kV - Continuação

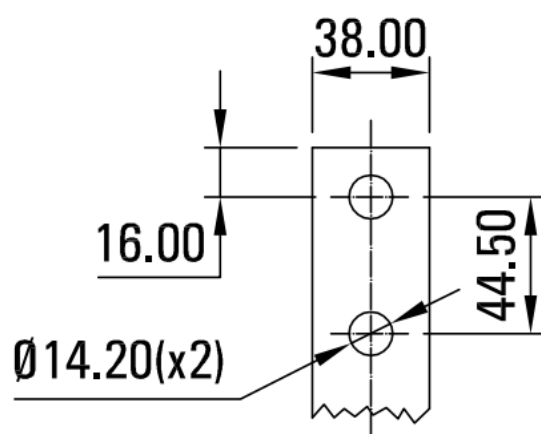
Legenda:

- | | |
|---------------------------------------|--------------------------|
| 1) Terminal de linha (padrão 4F NEMA) | 5) Base do para-raios 3F |
| 2) Conjunto superior do para-raios | 6) Isolador-base |
| 3) Corpo polimérico do para-raios | 7) Base de instalação 4F |
| 4) Conector de aterramento | 8) Anel equalizador |

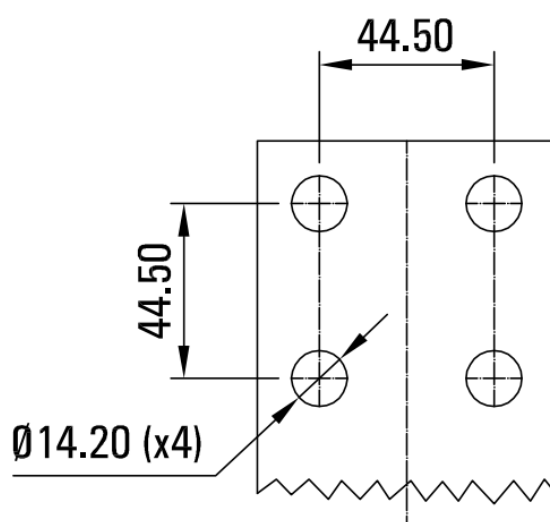
Tensão nominal	Classe de tensão	Corrente de descarga nominal	Distância de escoamento	Dimensões	
				A	B
(kV)		(kA)	(mm)	(mm)	
138,0	145,0	10,0	3.740	1.400	1.500

DESENHO 3 - Características dimensionais dos terminais de ligação

NEMA 2 furos



NEMA 4 furos

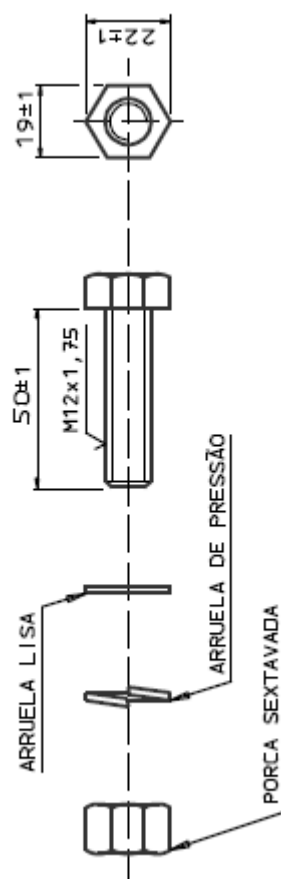


NOTA:

- I. Dimensões em milímetros (mm).

DESENHO 3 - Características dimensionais dos terminais de ligação - Continuação

Parafusos de fixação do conector

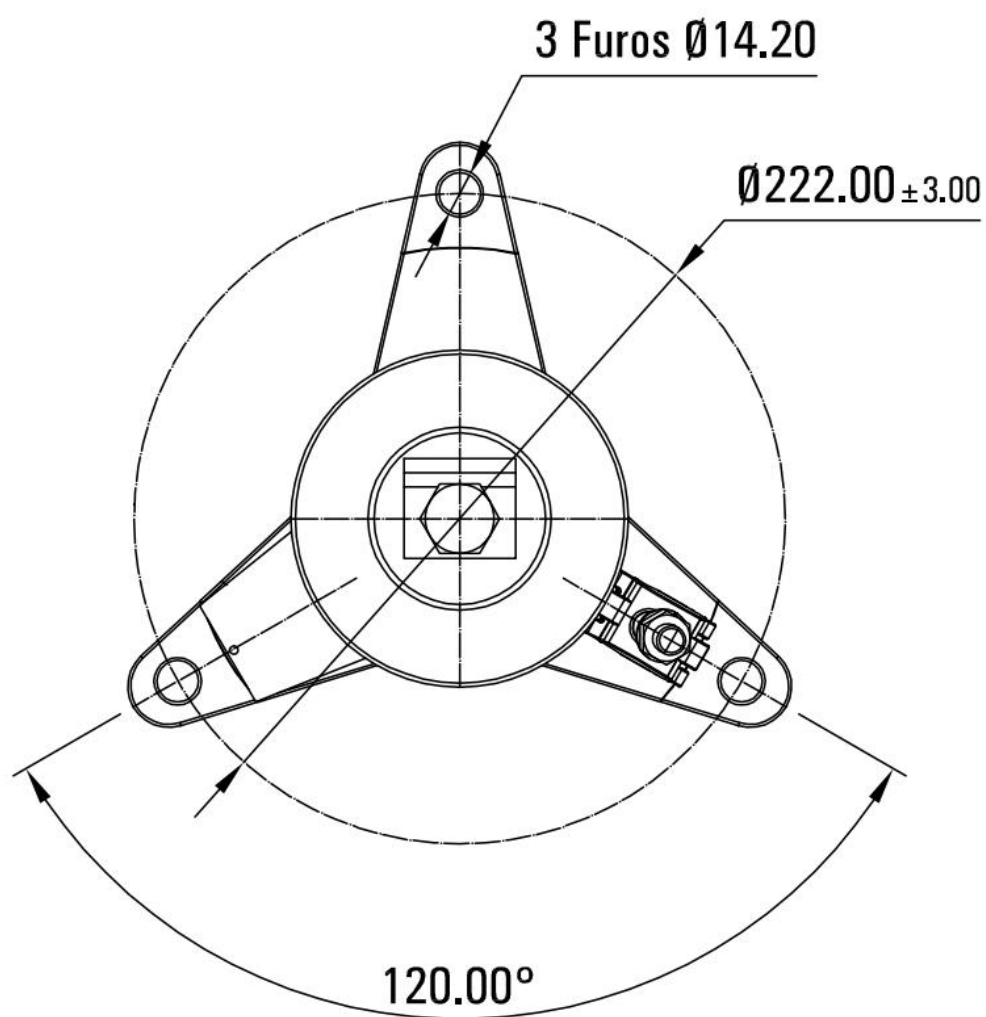


NOTA:

- I. Dimensões em milímetros (mm).

DESENHO 4 - Características dimensionais da base de fixação do para-raios

Base do para-raios

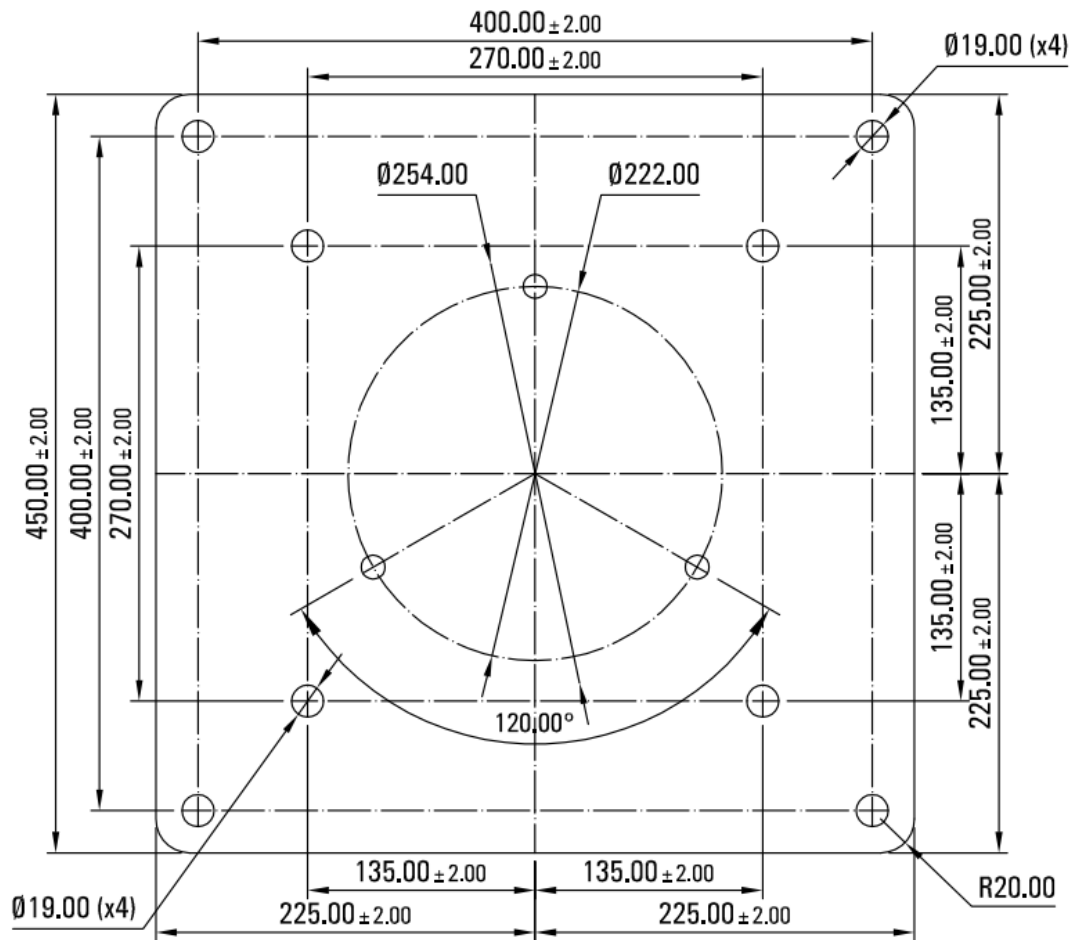


NOTA:

- I. Dimensões em milímetros (mm).

DESENHO 4 - Características dimensionais da base de fixação do para-raios - Continuação

Base de instalação



NOTA:

I. Dimensões em milímetros (mm).

18 ANEXOS

ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas

PARA-RAIOS DE SUBESTAÇÃO ATÉ 145 KV

Nome do fabricante:

Número da licitação:

Número da proposta:

Item	Descrição	Características / Unidade
1	Tipo/modelo:	
2	Código do material:	
2.1	a) Código fabricante:	
2.2	b) Código Energisa:	
3	Classe de descarga de linha de transmissão:	
4	Nível de tensão:	
4.1	a) Tensão nominal (U_n):	kV
4.2	b) Tensão de operação contínua (U_c):	kV
4.3	c) Tensão residual máxima (valor de pico) para:	
4.3.1	• Impulso atmosférico	kV
4.3.2	• Impulso de corrente íngreme	kV
4.4	d) Faixa de tensão de referência/corrente de referência à ____ kV:	mA
5	Frequência nominal:	Hz
6	Nível de corrente:	
6.1	a) Corrente nominal de descarga com onda 8/20 μ s:	kA
6.2	b) Corrente suportável de impulso de longa duração simulando descarga:	kA
6.3	c) Corrente de fuga total na tensão de operação contínua:	mA
6.4	d) Corrente suportável de descarga:	
6.4.1	• Alta intensidade e curta duração	kAcr
6.4.2	• Baixa intensidade e longa duração	Acr

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

Item	Descrição	Características / Unidade
7	Nível máximo de descargas parciais:	pC
8	Característica tempo x sobretensão de 60 Hz:	
9	Capacidade de absorção de energia:	
9.1	a) Onda 1.000 μ s	kJ/kV de Uc
9.2	b) Onda 2.000 μ s	kJ/kV de Uc
10	Terminais de linha e aterramento:	
10.1	a) Terminais de linha:	
10.1.1	• Tipo de terminal, acabamento e material utilizado:	
10.1.2	• Faixa de seção dos condutores aplicáveis	mm ²
10.1.3	• Torque máximo aplicável:	daN.m
10.1.4	• Dimensionais:	mm
10.2	b) Terminais de aterramento:	
10.2.1	• Tipo de terminal, acabamento e material utilizado	
10.2.2	• Faixa de seção dos condutores aplicáveis	mm ²
10.2.3	• Torque máximo aplicável	daN.m
10.2.4	• Dimensionais:	mm
11	Desligador automático:	
11.1	a) Descrever aspectos construtivos:	
11.2	b) Característica tempo x corrente de defeito:	
11.3	c) Dimensões (diâmetro / altura):	mm
12	Bloco de varistores:	
12.1	a) Marca e modelo:	
12.2	b) Norma de referência:	
12.3	c) Dimensões (diâmetro / altura):	mm
13	Revestimento isolante:	
13.1	a) Material:	
13.2	b) Acabamento:	

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

Item	Descrição	Características / Unidade
13.3	c) Dimensões:	
13.3.1	• Espessura do revestimento do corpo:	mm
13.3.2	• Quantidade de saia:	
13.3.3	• Diâmetro das saias:	Mm
13.3.4	• Distância de escamento:	Mm
14	Momento fletor máximo de engastamento:	N.m
15	Descrição do processo de selagem utilizado	
16	Acondicionamento:	
16.1	a) Tipo de embalagem:	
16.2	b) Quantidade por embalagem:	
16.3	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.

QUADRO DE DESVIOS TÉCNICOS E EXCEÇÕES

N.º da proposta:

A documentação técnica de concorrência será integralmente aceita pelo proponente, à exceção dos desvios indicados neste item.

[illegible]

