

*Chave fusível para redes de
distribuição até 36,2 kV*

ESA | DENG | NRM-430 | 2024

Especificação Técnica Unificada
ETU - 122.1

Versão 4.0 - Outubro / 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 chave fusível de distribuição (CFD), modelo simples (SMP), de classe “A”, com base tipo “C”, unipolar (UNP), de abertura automática, em dielétrico em porcelana ou composto polimérico, de instalação externa, aplicáveis às linhas e redes aéreas de distribuição, em classe de tensão até 36,2 kV, nas concessionárias de distribuição do grupo Energisa S.A.

Para tanto, 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 embasadas 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 4.0, datada de outubro de 2024.

Cataguases - MG., Outubro 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 de ETU-122.1 (versão 4.0)

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.....	9
2	CAMPO DE APLICAÇÃO.....	9
3	OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS.....	9
4	NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES.....	9
4.1	LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO FEDERAL	10
4.2	NORMA TÉCNICA BRASILEIRA	11
4.3	NORMA TÉCNICA INTERNACIONAL.....	13
4.4	NORMA TÉCNICA DO GRUPO ENERGISA	17
5	TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES	19
5.1	CHAVE FUSÍVEL DE DISTRIBUIÇÃO (CFD)	19
5.1.1	Chave fusível de abertura automática	19
5.1.2	Dispositivo fusível tipo expulsão	19
5.1.3	Dispositivo fusível classe A	19
5.2	PARTE INTEGRANTE	20
5.2.1	Base de um dispositivo fusível	20
5.2.2	Contato da base	20
5.2.3	Contato do porta-fusível	20
5.2.4	Porta-fusível	20
5.3	CORRENTE NOMINAL (I_N)	20
5.4	DESCARGA DISRUPTIVA	20
5.5	ISOLAÇÃO EXTERNA.....	21
5.6	ISOLADOR COMPOSTO.....	21
5.7	HIDROFOBICIDADE.....	21
5.8	NÚCLEO DE ISOLADOR COMPOSTO	21
5.9	RACHADURA	21
5.10	REDES E LINHAS DE DISTRIBUIÇÃO	21
5.11	REVESTIMENTO	21
5.12	TENSÃO MAIS ELEVADA PARA O EQUIPAMENTO (U_M)	22
5.13	TRILHAMENTO ELÉTRICO (TRACKING)	22
5.14	ENSAIOS DE PROJETO	22
5.15	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	22
5.16	ENSAIOS DE TIPO	22
5.17	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	28
7.7	INCORPORAÇÃO AO PATRIMÔNIO DA ENERGISA	29
7.8	MANUAL DE INSTRUÇÕES	30
7.9	AVALIAÇÃO TÉCNICA DO MATERIAL	30
8	CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS	31
8.1	TENSÃO NOMINAL (U_R)	31
8.2	NÍVEL DE ISOLAMENTO (U_D)	32
8.3	FREQUÊNCIA NOMINAL (F_R)	32
8.4	CORRENTE NOMINAL (I_N)	32
8.5	CORRENTE NOMINAL DO PORTA-FUSÍVEL	32
8.6	CAPACIDADE DE INTERRUPÇÃO NOMINAL	32
8.7	ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA	33
9	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS	33
9.1	MATERIAIS	34
9.1.1	Isolador da base	34
9.1.1.1	Porcelana	34
9.1.1.2	Composto polimérico	34
9.1.2	Conectores terminais de ligação e partes condutoras da base	36
9.1.3	Gancho para abertura em carga	36
9.1.4	Porta-fusível	37
9.1.5	Suporte de fixação da chave	37
9.1.6	Revestimento anticorrosivo	37
9.2	CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS	37
9.3	ACABAMENTO	38
9.3.1	Isolador porcelana	38
9.3.2	Isolador polimérico	39
9.3.3	Partes metálicas	39
9.4	IDENTIFICAÇÃO	39
9.4.1	Isolador porcelana	39
9.4.2	Isolador em composto polimérico	40
9.4.3	Base da chave fusível	40
9.4.4	Porta-fusível	41
9.5	CARACTERÍSTICA MECÂNICA	41
10	INSPEÇÃO E ENSAIOS	41
10.1	GENERALIDADES	41
10.2	RELAÇÃO DE ENSAIOS	45

10.2.1	Ensaio de projeto (P)	45
10.2.2	Ensaio de tipo (T)	46
10.2.3	Ensaio de recebimento (RE)	47
10.2.4	Ensaio especiais (E).....	47
10.3	DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS.....	49
10.3.1	Inspeção visual	49
10.3.2	Verificação dimensionais	49
10.3.3	Ensaio de identificação da matéria prima.....	49
10.3.4	Ensaio de verificação da resistência ao trilhamento e erosão	50
10.3.5	Ensaio de determinação da temperatura de oxidação	50
10.3.6	Ensaio de dureza	51
10.3.7	Ensaio de absorção de água	51
10.3.8	Ensaio de envelhecimento acelerado	51
10.3.9	Ensaio de flamabilidade.....	51
10.3.10	Ensaio de rigidez dielétrica	52
10.3.11	Ensaio de líquido penetrante	52
10.3.12	Ensaio de difusão de água	52
10.3.13	Ensaio de resistência a ataques químicos.....	53
10.3.14	Ensaio de carga-tempo no núcleo montado	53
10.3.15	Ensaio de tensão suportável nominal de impulso atmosférico.....	53
10.3.16	Ensaio de tensão suportável à frequência industrial a seco.....	53
10.3.17	Ensaio de tensão suportável à frequência industrial sob chuva	54
10.3.18	Ensaio de elevação de temperatura	54
10.3.19	Ensaio de capacidade de interrupção	54
10.3.20	Ensaio de características tempo x corrente	54
10.3.21	Ensaio mecânico	55
10.3.21.1	Bases e porta-fusível	55
10.3.21.2	Ensaio de resistência mecânica do gancho.....	55
10.3.22	Ensaio de poluição artificial	55
10.3.23	Ensaio de medição da resistência ôhmica de contato.....	56
10.3.24	Ensaio de análise química da liga de cobre.....	56
10.3.25	Ensaio de medição da camada de revestimento de terminal de ligação e partes condutoras da base	56
10.3.25.1	Camada de estanho.....	56
10.3.25.2	Camada de prata	57
10.3.26	Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco	57
10.3.26.1	Ensaio de massa por unidade de área	57
10.3.26.2	Ensaio de aderência da camada	57
10.3.26.3	Ensaio de espessura da camada.....	57
10.3.26.4	Ensaio de uniformidade da camada	58
10.3.27	Ensaio de choque térmico	58
10.3.28	Ensaio de porosidade.....	58

10.3.29	Ensaio de recebimento do porta-fusível	59
10.3.30	Ensaio de resistência ao arco elétrico.....	59
10.3.31	Ensaio de hidrofobicidade	60
10.4	RELATÓRIOS DE ENSAIOS	60
11	PLANOS DE AMOSTRAGEM	61
11.1	ENSAIOS DE PROJETO, TIPO E ESPECIAIS	61
11.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	61
12	ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO.....	62
12.1	ENSAIOS DE PROJETO, TIPO E ESPECIAIS	62
12.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	62
13	NOTAS COMPLEMENTARES	63
14	HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO	63
15	VIGÊNCIA.....	64
16	TABELAS.....	65
	TABELA 1 - Característica técnica da chave fusível de distribuição com isolador em porcelana	65
	TABELA 2 - Característica técnica da chave fusível de distribuição com isolador em composto polimérico	66
	TABELA 3 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaios de recebimento	67
	TABELA 4 - Relação dos ensaios	69
17	DESENHOS	71
	DESENHO 1 - Característica técnica da chave fusível de distribuição (CFD)	71
18	ANEXOS.....	74
	ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas	74
	ANEXO 2 - Quadro de desvios técnicos e exceções	77

1 OBJETIVO

Esta Especificação Técnica estabelece os requisitos técnicos mínimos, tanto mecânicos quanto elétricos, exigidos para a fabricação, ensaios e recebimento de Chave Fusível de Distribuição (CFD), modelo simples (SMP), de classe “A”, com base tipo “C”, unipolar (UNP), de abertura automática, em dielétrico em porcelana ou composto polimérico, de instalação externa, a serem usados no sistema de distribuição de energia da Energisa.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplicam se às montagens das estruturas de proteção em linhas e redes aéreas de distribuição de energia elétrica, em classe de tensão até 36,2 kV, situado em áreas urbanas e rurais, previstas nas Normas Técnicas em vigência nas empresas do grupo Energisa.

NOTA:

- I. Os materiais contemplados nesta Especificação Técnica têm seu uso proibido em linhas de distribuição em alta tensão (LDAT).

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 (s) seguinte (s) documento (s):

- ABNT NBR 7282, Dispositivos fusíveis de alta tensão - Dispositivos tipo expulsão - Requisitos e métodos de ensaio



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

4.1 Legislação e regulamentação federal

- Constituição da República Federativa do Brasil - Título VIII: Da Ordem Social - Capítulo VI: Do Meio Ambiente
- Lei Federal N.º 7.347, de 24/07/1985, Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico e dá outras providências
- Lei Federal N.º 9.605, de 12/02/1998, Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências
- Lei Federal N.º 10.295, de 17/10/2001, Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências
- Lei Federal N.º 12.305, de 02/08/2010, Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei Federal N.º 9.605, de 12/02/1998; e dá outras providências
- Decreto Federal N.º 41.019, de 26/02/1957, Regulamenta os serviços de energia elétrica
- Decreto Federal N.º 73.080, de 05/11/1973, Altera o artigo 47, do Decreto Federal N.º 41.019, de 26/02/1957, que regulamenta os serviços de energia elétrica
- Decreto Federal N.º 6.514, de 22/07/2008, Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências

- Decreto Legislativo N.º 204, de 2004, Aprova o texto da Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes, adotada, naquela cidade, em 22/05/2001
- Portaria Interministerial MTE/MS N.º 775, de 28/04/2004, Dispõe sobre a proibição, em todo o Território Nacional, da comercialização de produtos acabados que contenham “benzeno” em sua composição
- Resolução Normativa ANEEL N.º 1.000, de 07/12/2021, Estabelece as Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica
- Resolução Normativa CONAMA N.º 1, de 23/01/1986, Dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA
- Resolução Normativa CONAMA N.º 237, de 19/12/1997, Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente
- Norma Regulamentadora N.º 10 (NR-10), Segurança em instalações e serviços em eletricidade
- Norma Regulamentadora N.º 17 (NR-17), Ergonomia

4.2 Norma técnica brasileira

- ABNT IEC 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 5032, Isoladores para linhas aéreas com tensões acima de 1 000 V - Isoladores de porcelana ou vidro para sistemas de corrente alternada

- 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 6916, Ferro fundido nodular ou ferro fundido com grafita esferoidal - Especificação
- ABNT NBR 7007, Aço-carbono e aço microligado para barras e perfis laminados a quente para uso estrutural - Requisitos
- ABNT NBR 7095, Ferragens eletrotécnicas para linhas de transmissão e subestações de alta tensão e extra alta tensão
- ABNT NBR 7397, Produto de aço 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 10621, Isoladores utilizados em sistemas de alta-tensão em corrente alternada - Ensaio de poluição artificial
- ABNT NBR 13366, Arame redondo de aço inoxidável para molas - Especificação
- ABNT NBR 13230, Embalagens e acondicionamento plásticos recicláveis - Identificação e simbologia

- ABNT NBR 13977, Cabos ópticos - Determinação do tempo de indução oxidativa (OIT) - Método de ensaio
- ABNT NBR 15122, Isoladores para linhas aéreas - Isoladores compostos tipo suspensão e tipo ancoragem, para sistemas em corrente alternada com tensões nominais acima de 1 000 V - Definições, métodos de ensaio e critério de aceitação
- ABNT NBR 15643, Isoladores poliméricos para uso interno e externo, com tensão nominal superior a 1 000 V - Ensaio de projeto
- ABNT NBR 16323, Diretrizes para produção, ensaio e diagnóstico de isoladores compostos com respeito à fratura frágil do material do núcleo
- ABNT NBR IEC 60060-1, Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão - Parte 1: Definições gerais e requisitos de ensaio
- ABNT NBR IEC 62271-1, Manobra e comando de alta tensão - Parte 1: Especificações comuns para equipamentos de manobra e comando em corrente alternada
- ABNT NBR ISO 68-1, Rosca métrica ISO de uso geral - Perfil básico - Parte 1: Rosca métrica para parafusos
- ABNT NBR NM IEC 60811-1-3, Métodos de Ensaio comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 1: Métodos para aplicação geral - Capítulo 3: Métodos para a determinação da densidade de massa - Ensaio de absorção de água - Ensaio de retração

4.3 Norma técnica internacional

- ASTM A6/A6M, Standard specification for general requirements for rolled structural steel bars, plates, shapes, and sheet piling
- ASTM A90/A90M, Standard test method for weight [mass] of coating on iron and steel articles with zinc or zinc-alloy coatings

- 
- ASTM A153/A153M, Standard specification for zinc coating (hot-dip) on iron and steel hardware
 - ASTM A239, Standard practice for locating the thinnest spot in a zinc (galvanized) coating on iron or steel articles
 - ASTM A313/A313M, Standard specification for stainless steel spring wire
 - ASTM A536, Standard specification for ductile iron castings
 - ASTM B6, Standard specification for zinc
 - ASTM B117, Standard practice for operating salt spray (fog) apparatus
 - 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 D149, Standard test method for dielectric breakdown voltage and dielectric strength of solid electrical insulating materials at commercial power frequencies
 - ASTM D2240, Standard test method for rubber property-durometer hardness
 - ASTM D2565, Standard practice for xenon arc exposure of plastics intended for outdoor applications
 - 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 E478, Standard test methods for chemical analysis of copper alloys
 - ASTM E1252, Standard practice for general techniques for obtaining infrared spectra for qualitative analysis
 - ASTM E2009, Standard test methods for oxidation onset temperature of hydrocarbons by differential scanning calorimetry
 - ASTM E2310, Standard guide for use of spectral searching by curve matching algorithms with data recorded using mid-infrared spectroscopy
 - 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 60507, Artificial pollution tests on high-voltage ceramic and glass insulators to be used on a.c. systems
 - IEC 60672-1, Ceramic and glass insulating materials - Part 1: Definitions and classification
 - 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 60811-402, Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 402: Miscellaneous tests - Water absorption tests
 - IEC 61109, Insulators for overhead lines - Composite suspension and tension insulators for a.c. systems with a nominal voltage greater than 1 000 V - Definitions, test methods and acceptance criteria
 - IEC 61621, Dry, solid insulating materials - Resistance test to high-voltage, low-current arc discharges
 - IEC 62217, Polymeric HV insulators for indoor and outdoor use - General definitions, test methods and acceptance criteria
 - IEC 62271-1, High-voltage switchgear and controlgear - Part 1: Common specifications for alternating current switchgear and controlgear
 - IEC TR 62039, Selection guidelines for polymeric materials for outdoor use under HV stress
 - IEC TR 62662, Guidance for production, testing and diagnostics of polymer insulators with respect to brittle fracture of core materials
 - IEC TS 60815-1, Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 1: Definitions, information and general principles
 - IEC TS 62073, Guidance on the measurement of hydrophobicity of insulator surfaces
 - IEEE 957, IEEE Guide for cleaning insulators
 - ISO 68-1, ISO general purpose screw threads - Basic and design profiles - Part 1: Metric screw threads

- ISO 752, Zinc ingots
- ISO 868, Plastics and ebonite - Determination of indentation hardness by means of a durometer (Shore hardness)
- ISO 1043-1, Plastics - Symbols and abbreviated terms - Part 1: Basic polymers and their special characteristics
- ISO 1083, Spheroidal graphite cast irons - Classification
- ISO 1461, Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles - Specifications and test methods
- ISO 2093, Electroplated coatings of tin - Specification and test methods
- ISO 4521, Metallic and other inorganic coatings - Electrodeposited silver and silver alloy coatings for engineering purposes - Specification and test methods
- 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 11357-6, Plastics - Differential scanning calorimetry (DSC) - Part 6: Determination of oxidation induction time (isothermal OIT) and oxidation induction temperature (dynamic OIT)
- ISO 11358-1, Plastics - Thermogravimetry (TG) of polymers - Part 1: General principles
- UL 94, Test for flammability of plastics for parts in devices and appliances

4.4 Norma técnica do grupo Energisa

- ETU-122.2, Porta-fusível de distribuição

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
 - ETU - Especificação Técnica Unificada (grupo Energisa)
 - ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
 - NBR - Norma Brasileira
 - NM - Norma Mercosul

- ANSI - American National Standards Institute
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- IEC - International Electrotechnical Commission
- ISO - International Organization for Standardization
- UL - Underwriters Laboratories

5 TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES

A terminologia adotada nesta Especificação Técnica corresponde a das normas ABNT NBR 5456, ABNT NBR 5460 e ABNT NBR 7282, complementada pelos seguintes termos:

5.1 Chave fusível de distribuição (CFD)

Dispositivo fusível no qual o porta-fusível pode ser manipulado de forma a obter uma distância de seccionamento, sem que haja separação física entre o porta-fusível e a base.

5.1.1 Chave fusível de abertura automática

Chave fusível que, após a sua operação, o porta-fusível passa automaticamente para uma posição que assegure uma distância de seccionamento.

5.1.2 Dispositivo fusível tipo expulsão

Dispositivo fusível no qual o arco é extinto pela expulsão dos gases produzidos.

5.1.3 Dispositivo fusível classe A

Estes dispositivos fusíveis são geralmente aplicados na proteção de pequenos transformadores e pequenos bancos de capacitores para correção de fator de potência ou controle de tensão localizados em redes aéreas ou subterrâneas e distantes de subestações de maior porte. São também aplicáveis como dispositivos de proteção em pontos de seccionamento destes sistemas.

5.2 Parte integrante

5.2.1 Base de um dispositivo fusível

Peça fixa destinada a receber um fusível, ou porta-fusível com fusível, e ligá-lo ao circuito externo, compreendendo todas as partes necessárias para assegurar o isolamento.

5.2.2 Contato da base

Parte condutora de uma base, ligada ao terminal e destinada a fazer uma ligação com o contato do fusível ou com o contato do porta-fusível.

5.2.3 Contato do porta-fusível

Parte condutora de um porta-fusível destinada a fazer uma ligação com o contato fusível ou com o contato da base.

5.2.4 Porta-fusível

Parte de um dispositivo fusível destinado a receber um fusível, mas não incluindo este.

5.3 Corrente nominal (I_n)

Valor eficaz da corrente de regime contínuo, a qual a chave deve ser capaz de conduzir indefinidamente, sem que a elevação de temperatura das suas partes componentes exceda os valores especificados.

5.4 Descarga disruptiva

Falha da isolamento em um esforço elétrico, na qual a descarga rompe completamente a isolação em ensaio, reduzindo a tensão entre os eletrodos a praticamente zero.

5.5 Isolação externa

Distâncias no ar atmosférico e sobre as superfícies das isolações sólidas de um equipamento em contato com o ar atmosférico, que são submetidas aos esforços dielétricos e à influência das condições atmosféricas ou a outras condições ambientais do local.

5.6 Isolador composto

Isolador polimérico constituído de pelo menos duas partes isolantes denominadas de núcleo e revestimento, equipado com ferragens integrantes.

5.7 Hidrofobicidade

Estado de uma superfície com baixa tensão superficial e, portanto, repelente à água.

5.8 Núcleo de isolador composto

Parte isolante central de um isolador composto, projetada para suportar as características mecânicas do isolador.

5.9 Rachadura

Qualquer fratura interna ou fissura na superfície com mais de 0,1 mm de profundidade.

5.10 Redes e linhas de distribuição

Conjunto de estruturas, utilidades, condutores e equipamentos elétricos, aéreos ou subterrâneos, utilizados para a distribuição da energia elétrica, operando em baixa, média ou alta tensão de distribuição.

5.11 Revestimento

Parte isolante externa de um isolador, que assegura a distância de escoamento necessária e protege o núcleo contra as intempéries.

5.12 Tensão mais elevada para o equipamento (U_m)

Valor mais elevado da tensão entre fases (valor eficaz) para o qual o equipamento é projetado em relação ao seu isolamento, bem como outras características relacionadas a essa tensão nas normas de equipamentos aplicáveis.

5.13 Trilhamento elétrico (tracking)

Degradação irreversível que consiste na formação de caminhos condutivos que se iniciam e se desenvolvem na superfície de um material isolante.

5.14 Ensaio de projeto

Os ensaios de projeto têm como objetivo verificar as principais características dos polímeros utilizados no projeto do material.

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.

5.15 Ensaio de recebimento

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

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

5.16 Ensaio de tipo

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



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

5.17 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

As chaves fusíveis 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

As chaves fusíveis tratadas nesta Especificação Técnica devem ser adequadas 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: 700 Pa (70 daN/m²), valor correspondente a uma velocidade do vento de 122,4 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 às chaves ou devido a tremores de terra, conforme IEC 60721-1.

7.2 Linguagens e unidades de medida

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

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

NOTA:

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

7.3 Acondicionamento

As chaves fusíveis devem ser acondicionadas individualmente, juntamente com seus respectivos acessórios, em container apropriado (caixa para transporte), não retornáveis, com massa bruta não superior 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 chaves 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>

NOTA:

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

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

- a) Nome ou logotipo da Energisa;
- b) Nome ou marca comercial do fabricante;
- c) País de origem;
- d) Mês e ano de fabricação (MM/AAAA);
- e) Tipo, dimensões e número de série da embalagem;
- f) Identificação completa da chave fusível (categoria, tipo/modelo, quantidade, corrente nominal (A), tensão máxima aplicável (kV) etc.);
- g) Massa líquida, em quilogramas (kg);
- h) Massa bruta, em quilogramas (kg);
- i) ABNT NBR 7282;

- j) Número e quaisquer outras informações especificadas na Ordem de Compra de Material (OCM).

NOTAS:

- VIII. O fornecedor brasileiro deve numerar os diversos volumes e anexar à nota fiscal uma relação descritiva (romaneio) do conteúdo de cada volume;
- IX. 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, do transporte e do recebimento das chaves fusíveis, a legislação ambiental brasileira e as demais legislações federais, estaduais e municipais aplicáveis.

No caso de fornecimento internacional, os fabricantes/fornecedores estrangeiros devem cumprir a legislação ambiental vigente nos seus países de origem e as normas internacionais relacionadas à produção, ao manuseio e ao transporte das chaves fusíveis, até a entrega no local indicado pela Energisa. Ocorrendo transporte em território brasileiro, os fabricantes e fornecedores estrangeiros devem cumprir a legislação ambiental brasileira e as demais legislações federais, estaduais e municipais aplicáveis.

O fornecedor é responsável pelo pagamento de multas e pelas ações que possam incidir sobre a Energisa, decorrentes de práticas lesivas ao meio ambiente, quando derivadas de condutas praticadas por ele ou por seus subfornecedores.

A Energisa poderá verificar, junto aos órgãos oficiais de controle ambiental, a validade das licenças de operação das unidades industriais e de transporte dos fornecedores e dos subfornecedores.



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

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

7.5 Expectativa de vida útil

As chaves fusíveis devem ter uma expectativa de vida útil mínima de 15 (quinze) 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 10 (dez) anos de vida útil;
- A partir do 11º ano, é admitida uma taxa de 0,1% de falhas para cada período de 1 (um) ano, acumulando-se no máximo 0,5% de falhas no final do período de vida útil.

NOTA:

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

7.6 Garantia

O período de garantia dos materiais deve estar 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 aceitas chaves fusíveis 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, chaves usadas e/ou recuperadas;
- c) Deve ser fornecida a(s) nota(s) fiscal(is), bem como os relatórios de ensaios de fábrica, comprovando sua aprovação nos ensaios de rotina e/ou recebimento conforme previsto nesta Especificação Técnica.

NOTAS:

- XI. A critério da Energisa, as chaves fusíveis poderão ser ensaiadas em laboratório próprio ou em laboratório credenciado, para comprovação dos resultados dos ensaios de acordo com os valores exigidos nesta Especificação Técnica;
- XII. A relação dos fabricantes homologados de chaves fusíveis pode ser consultada no site da Energisa, por meio do link abaixo:

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

7.8 Manual de instruções

As chaves fusíveis devem estar acompanhadas, quando for o caso, de manuais de operação, escritos em português, que forneçam todas as informações necessárias ao seu manuseio.

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

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

7.9 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 catálogos e outras informações pertinentes;
- c) Apresentar desenhos técnicos detalhados.

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) Vistas principais dos equipamentos, por potência, mostrando a localização das peças e acessórios, dimensões e distâncias;

- 
- c) Das placas de identificação;
 - d) Dos terminais de linha, com dimensões e material utilizado;
 - e) Desenhos da embalagem para transporte, contendo:
 - Dimensões;
 - Massa;
 - Detalhes para içamento;
 - Tipo de madeira e tratamento utilizado;
 - Localização do centro de gravidade.
 - f) Cópia dos manuais de instrução, cobrindo instalação e manutenção do equipamento.

Quando as chaves fusíveis propostas apresentarem divergências em relação a esta Especificação Técnica, o fornecedor deverá submeter os desvios à prévia aprovação junto à área de Engenharia e Cadastro, através do Anexo 2.

NOTAS:

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

8 CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS

8.1 Tensão nominal (U_r)

A tensão nominal das chaves fusíveis, expressa em quilovolts (kV), são as seguintes:

- a) 15,0 kV / 15,5 kV, para redes de tensão nominal de 11,4 kV e 13,8 kV;
- b) 24,2 kV / 27,0 kV, para redes de tensão nominal de 22,0 kV;
- c) 36,2 kV / 38,0 kV, para redes de tensão nominal de 34,5 kV.

NOTA:

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

8.2 Nível de isolamento (U_d)

O nível de isolamento das chaves fusíveis está definido conforme as Tabelas 1 e 2.

8.3 Frequência nominal (f_r)

Os valores padronizados para a frequência nominal é 60 Hertz (Hz).

8.4 Corrente nominal (I_n)

A corrente nominal das chaves fusíveis da base, expressa em ampère (A), deve ser de 315 A.

NOTA:

XVI. Não serão aceitas chaves fusíveis com identificação diferente de 315 A.

8.5 Corrente nominal do porta-fusível

A corrente nominal do porta-fusível, expressa em ampère (A), deve ser 100 A, conforme ETU-122.2.

8.6 Capacidade de interrupção nominal

A capacidade de interrupção nominal, expressa em quilo ampère eficaz simétricos (kA_{ef}), devem ser conforme as Tabelas 1 e 2.

8.7 Elevação de temperatura

As chaves fusíveis devem ser capazes de conduzir continuamente a sua corrente nominal, sem que a elevação de temperatura de suas diversas partes exceda os valores da ABNT NBR 7282.

9 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

As chaves fusíveis são divididas conforme Figura 1.

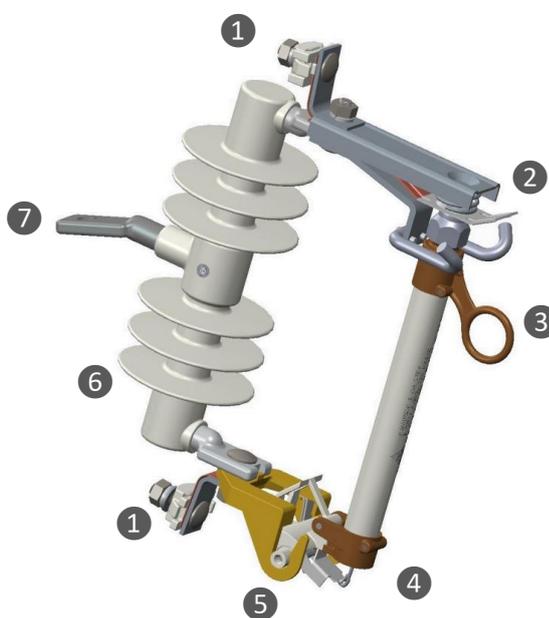


Figura 1 - Chave fusível de distribuição até 36,2 kV

Legenda:

- | | |
|--------------------------------|--------------------|
| ① Conector paralelo | ② Contato superior |
| ③ Gancho de abertura sob carga | ④ Porta-fusível |
| ⑤ Contatos inferiores | ⑥ Base isolador |
| ⑦ Suporte de fixação da chave | |

NOTA:

- XVII. Os suportes tipo “L”, para instalação em cruzeta de distribuição, não fazem parte do escopo de fornecimento do material.

As chaves fusíveis devem suportar lavagens sob pressão em linhas de distribuição energizadas, conforme IEEE 957.

9.1 Materiais

9.1.1 Isolador da base

Os isolantes das chaves fusíveis devem ser confeccionados em porcelana vitrificada ou em composto polimérico de alto desempenho, e possuir distância de escoamento mínima de 25 mm/kV, conforme Tabelas 1 e 2.

9.1.1.1 Porcelana

Os isoladores devem ser de porcelana aluminosa, não porosa, impermeável, produzida pelo processo plástico ou líquido, quimicamente inerte e ponto de fusão elevado, conforme ABNT NBR 5032 ou IEC 60672-1.

Toda a superfície exposta da porcelana deverá ser recoberta com camada de esmalte liso vitrificado.

9.1.1.2 Composto polimérico

O projeto dos isoladores compostos deve prever uma análise do risco representado pelos fatores que influenciam na formação de uma fratura frágil em isoladores compostos, bem como fornece diretrizes para reduzir o risco de fratura frágil quando em serviço, conforme ABNT NBR 16323 ou IEC TR 62662.

O isolador composto deve ser dividido em:

a) Núcleo:

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



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

NOTA:

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

b) Revestimento no núcleo:

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

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

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

NOTA:

XIX. Não serão aceitos, sob hipótese alguma, compostos poliméricos cuja composição contenha etileno propileno dieno monômero (EPDM), etileno vinil acetato (EVA) etc.

9.1.2 Conectores terminais de ligação e partes condutoras da base

As partes condutoras e os terminais de ligação devem ser confeccionados em liga de cobre ou cobre eletrolítico, com máximo de teor de zinco não superior a 6,0 %, revestidos por imersão a quentes, com espessura mínima da camada de:

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

O parafuso e arruela de pressão devem ser em aço inoxidável ou em bronze-silício. A porca deve ser em bronze fosforoso.

Nas articulações inferiores de bases de chave fusível, o contato com o porta-fusível deverá ser feito por meio de contatos auxiliares apropriados. Nas bases de chave fusível as áreas de contato com o porta-fusível devem ser totalmente prateadas.

A mola do contato superior deve ser confeccionada em aço inoxidável, conforme ABNT NBR 13366 ou ASTM A313/A313M.

9.1.3 Gancho para abertura em carga

O terminal superior da base deve possuir 2 (dois) ganchos que possibilitem a fixação da ferramenta de abertura em carga, sendo que os ganchos devem:

- a) Ser de material não-ferroso ou, alternativamente, de aço zincado por imersão a quente, conforme a ABNT NBR 6323 ou ASTM A153/A153M ou ISO 1461;
- b) Ser posicionados de forma a permitir que, após a operação com a ferramenta de abertura em carga, esta seja retirada sem que ocorra descarga disruptiva.

NOTA:

XX. A posição do gancho deve permitir que, após operação com ferramenta de abertura em carga esta seja retirada sem que ocorra descarga disruptiva.

9.1.4 Porta-fusível

O porta-fusível deve ser fornecido em conjunto com a chave fusível e deve atender todos os requisitos da ETU-122.2.

9.1.5 Suporte de fixação da chave

Os suportes de fixação da chave deverão ser confeccionados em:

- a) aço-carbono 1010 a 1040 forjado ou aço-carbono grau MR 250 forjado, conforme ABNT NBR 7007 ou ASTM A6/A6M.
- b) O ferro fundido classe FE 42012, conforme ABNT NBR 6916 ou ASTM A536 ou ISO 1083.

NOTA:

XXI. A utilização de materiais diferentes dos especificados somente será possível após aprovação pela Energisa.

9.1.6 Revestimento anticorrosivo

Todas as partes ferrosas dos suportes de equipamentos devem ser revestidas de zinco por imersão a quente, conforme ABNT NBR 6323 ou ASTM A153/A153M ou ISO 1461, e estar em conformidade com a ABNT NBR 7095.

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

NOTA:

XXII. Não admitindo em hipótese alguma, galvanização eletrolítica. É permitida a utilização de processos de proteção anticorrosivos alternativos à galvanização por imersão a quente mediante aprovação prévia da Energisa.

9.2 Características dimensionais

As chaves fusíveis devem possuir formato e dimensões, conforme:

- Isolador porcelana: Desenho 1 e Tabela 1;
- Isolador em composto polimérico: Desenho 1 e Tabela 2.

Os conectores de ligação devem ser do tipo paralelo, capazes de acomodar adequadamente condutores com seções nominais entre 35 e 70 mm².

Todos os parafusos e roscas devem ser na escala métrica, conforme ABNT NBR ISO 68-1 ou ISO 68-1.

As cabeças das porcas deverão ser rebaixadas com chanfro de 30° e as pontas dos parafusos deverão ser arredondadas ou ter chanfro de 45°.

O gancho para abertura sob carga deverá ser construído de modo a possibilitar a abertura sob carga, com ferramenta apropriados.

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

9.3 Acabamento

A cor do isolador deve ser cinza claro, Munsell 5BG 7/1 ou tons mais claros.

9.3.1 Isolador porcelana

A cobertura com camada de esmaltes lisos vitrificado, impermeáveis e livres de rachaduras ou fissuras, bolhas ou inclusões de materiais estranhos.

As extremidades do isolador em porcelana devem ser vedadas e não devem apresentar aberturas que permitam a entrada e o acúmulo de água em seu interior, sendo a vedação da parte superior permanente.

NOTA:

XXIII. Não serão admitidos isoladores com falhas no vidro que tenham recebido nova demão e sido submetidos a nova queima, assim como isoladores que

tenham sido retocados com tinta ou mesmo pintados, inclusive nas marcações sobre o isolador.

9.3.2 Isolador polimérico

O composto polimérico deve ter superfícies lisas, contínuas, impermeáveis e livres de rachaduras ou fissuras, bolhas ou inclusões de materiais estranhos.

A cobertura polimérica deve possuir boa aderência ao material do núcleo e às ferragens terminais, garantindo assim uma vedação adequada entre o meio exterior e as partes internas do isolador.

9.3.3 Partes metálicas

A superfície das partes metálicas deve ser:

- a) Lisa e uniforme, livres de asperezas, rebarbas, lascas, carepa, saliências pontiagudas e arestas cortantes;
- b) Isenta de sinais de ferrugem, óleo, graxa ou quaisquer outros depósitos superficiais;
- c) Livre de quinas vivas nas dobras das peças.

O processo de fixação das ferragens deve ser adequado às solicitações mecânicas decorrentes da operação da chave e à interrupção da corrente de curto-circuito, devendo suportar os ensaios de capacidade máxima de interrupção, choque térmico e operação mecânica.

9.4 Identificação

9.4.1 Isolador porcelana

Os isoladores de porcelana devem conter marcação em seu corpo, de modo legível e indelével, com no mínimo os seguintes dados:

- a) Nome ou marca do fabricante;

b) Ano de fabricação.

NOTA:

XXIV. As marcações não devem produzir saliências ou rebarbas que prejudiquem o desempenho satisfatório dos isoladores em operação ou eliminar o esmalte da porcelana.

9.4.2 Isolador em composto polimérico

Os isoladores em composto polimérico devem conter marcação em seu corpo, de modo legível e indelével, com no mínimo os seguintes dados:

- a) Nome ou marca do fabricante;
- b) Ano de fabricação;
- c) Código de reciclagem (Símbolo de ciclo de Mobius).

NOTA:

XXV. Todos os materiais poliméricos contidos nesta Especificação Técnica, devem contar em seu corpo, o símbolo do ciclo de Mobius, conforme ABNT NBR 13230 ou ISO 1043-1, para identificação do material, conforme Figura 1. O uso de um texto explicativo é opcional.



Figura 2 - Símbolo de ciclo de Mobius.

9.4.3 Base da chave fusível

A identificação deve ser feita através de placa de aço inoxidável, alumínio anodizado ou latão niquelado, fixada de modo permanente, ou através de gravações no próprio corpo do isolador e conter as seguintes informações:

- a) Nome e/ou marca comercial do fabricante;
- b) Mês e ano de fabricação (MM/AAAA);
- c) Tipo e ou modelo;
- d) Tensão nominal (U_r), em quilovolt (kV);
- e) Corrente nominal (I_n), em ampère (A);
- f) Tensão suportável nominal de impulso atmosférico fase-terra (U_i), em quilovolt (kV).

NOTAS:

- XXVI. Para a alínea d), todos os equipamentos devem ser identificados pelos níveis de tensão padronizados pela ANEEL, ou seja, 15 kV, 24,2 kV ou 36,2 kV;
- XXVII. Para a alínea e), todos os equipamentos devem ser identificados pelos níveis de correntes padronizados pela ANEEL, ou seja, 315 A.

9.4.4 Porta-fusível

Conforme ETU-122.2.

9.5 Característica mecânica

Os ganchos de fixação de dispositivo de abertura sob carga devem suportar, individualmente, um esforço de tração mecânica de no mínimo 200 daN, aplicados perpendicularmente ao eixo do isolador e no plano do gancho.

10 INSPEÇÃO E ENSAIOS

10.1 Generalidades

- a) Os materiais devem ser submetidos à inspeção e ensaios em fábrica, de acordo com esta Especificação Técnica e com as normas nacionais e internacionais aplicáveis, na presença de inspetores credenciados pela Energisa. O



fornecedor deve comunicar à Energisa as datas em que os lotes estarão prontos para inspeção final, completos com todos os acessórios, com antecedência mínima de:

- 30 (trinta) dias para fornecedor nacional; e
 - 60 (sessenta) dias para fornecedor internacional.
- b) A Energisa reserva-se ao direito de inspecionar e testar os materiais durante o período de fabricação, antes do embarque ou a qualquer momento que julgar necessário. O fabricante deve proporcionar livre acesso do inspetor aos laboratórios e às instalações onde os materiais estiverem sendo fabricados, fornecendo as informações solicitadas e realizando os ensaios necessários. O inspetor pode exigir certificados de procedência de matérias-primas e componentes, além de fichas e relatórios internos de controle.
- c) O fornecedor deve apresentar seu Plano de Inspeção e Testes (PIT) para aprovação da Energisa. O PIT deve indicar os requisitos de controle de qualidade para matérias-primas, componentes e acessórios de fornecimento de terceiros, assim como as normas técnicas empregadas na fabricação e inspeção dos equipamentos, além de uma descrição sucinta dos ensaios (constantes, métodos e instrumentos empregados e os valores esperados).
- d) O fornecedor deve apresentar juntamente com o pedido de inspeção a sequência de ensaios finais em fábrica, e o respectivo cronograma dia a dia dos ensaios.
- e) Os certificados de ensaio de tipo, previstos no item 10.2.1, para materiais de características similares aos especificados, podem ser aceitos se realizados em laboratórios oficialmente reconhecidos, com validade máxima de 5 (cinco) anos, e se a Energisa considerar que tais dados comprovam que os materiais propostos atendem ao especificado. Os dados de ensaios devem ser completos, com todas as informações necessárias, indicando claramente as datas de execução. A decisão final quanto à aceitação dos dados de ensaios de tipos existentes será tomada posteriormente pela Energisa, em função da



análise dos respectivos relatórios. A eventual dispensa destes ensaios só será válida por escrito.

- f) O fabricante deve dispor de pessoal e equipamentos necessários à execução dos ensaios. Em caso de contratação, a aprovação prévia pela Energisa é necessária.
- g) O fabricante deve assegurar ao inspetor da Energisa o direito de familiarizar-se, em detalhes, com as instalações e equipamentos, estudar todas as instruções e desenhos, verificar calibrações, presenciar ensaios, conferir resultados e, em caso de dúvida, efetuar novas inspeções e exigir a repetição de qualquer ensaio.
- h) Todos os instrumentos e aparelhos de medição, máquinas de ensaios etc., devem ter certificado de aferição emitido por instituições acreditadas pelo INMETRO ou órgão internacional compatível, válidos por um período de 24 (vinte e quatro) meses. Na ocasião da inspeção, devem estar dentro deste período, podendo acarretar desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência.
- i) O fabricante deve disponibilizar para o inspetor da Energisa todas as normas técnicas, nacionais e internacionais, em sua versão vigente, que serão utilizadas nos ensaios.
- j) A aceitação dos materiais e/ou a dispensa de execução de qualquer ensaio:
 - Não exime o fabricante da responsabilidade de fornecê-lo de acordo com os requisitos desta Especificação Técnica;
 - Não invalida qualquer reclamação posterior da Energisa sobre a qualidade do material e/ou da fabricação. Em tais casos, os materiais podem ser inspecionados e submetidos a ensaios, com prévia notificação ao fabricante e, eventualmente, em sua presença. Em caso de discrepância em relação às exigências desta Especificação Técnica, eles podem ser rejeitados e sua reposição será por conta do fabricante.

- 
- k) Após a inspeção dos materiais/equipamentos, o fabricante deverá encaminhar à Energisa, por meio digital, um relatório completo dos ensaios efetuados, devidamente assinado por ele e pelo inspetor credenciado pela Energisa. Esse relatório deverá conter todas as informações necessárias para o seu completo entendimento, conforme descrito no item 10.4.
- l) Todas as unidades de produto rejeitadas, pertencentes a um lote aceito, devem ser substituídas por unidades novas e perfeitas, por conta do fabricante, sem ônus para a Energisa.
- m) Nenhuma modificação nos materiais deve ser feita “a posteriori” pelo fabricante sem a aprovação da Energisa. No caso de alguma alteração, o fabricante deve realizar todos os ensaios de tipo, na presença do inspetor da Energisa, sem qualquer custo adicional.
- n) Para efeito de inspeção, os materiais devem ser divididos em lotes, devendo os ensaios serem feitos na presença do inspetor credenciado pela Energisa.
- o) O custo dos ensaios deve ser por conta do fabricante.
- p) p) A Energisa reserva-se o direito de exigir a repetição de ensaios em equipamentos já aprovados. Neste caso, as despesas serão de responsabilidade da Energisa se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção; caso contrário, correrão por conta do fabricante.
- q) A Energisa poderá, em qualquer ocasião, solicitar a execução dos ensaios de tipo para verificar se os materiais estão mantendo as características de projeto preestabelecidas por ocasião da aprovação dos protótipos.
- r) Os custos da visita do inspetor da Energisa, tais como locomoção, hospedagem, alimentação, homem-hora e administrativos, correrão por conta do fabricante se:
- Na data indicada na solicitação de inspeção, os materiais não estiverem prontos;

- O laboratório de ensaio não atender às exigências citadas nas alíneas f) a h);
- O material fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em subfornecedor, contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sua sede;
- O material necessitar de reinspeção por motivo de recusa.

NOTA:

XXVIII. 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:

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

Todos os ensaios relacionados estão constando na Tabela 4.

10.2.1 Ensaio de projeto (P)

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

- a) Ensaio de identificação da matéria prima, conforme item 10.3.3;
- b) Ensaio de verificação da resistência ao trilhamento e erosão, conforme item 10.3.4;
- c) Ensaio de determinação da temperatura de oxidação, conforme item 10.3.5;

- d) Ensaio de dureza, conforme item 10.3.6;
- e) Ensaio de absorção de água, conforme item 10.3.7;
- f) Ensaio de envelhecimento acelerado, conforme item 10.3.8;
- g) Ensaio de flamabilidade, conforme item 10.3.9;
- h) Ensaio de rigidez dielétrica, conforme item 10.3.3.10;
- i) Ensaio de líquido penetrante, conforme item 10.3.11;
- j) Ensaio de difusão de água, conforme item 10.3.12;
- k) Ensaio de resistência a ataques químicos, conforme item 10.3.13;
- l) Ensaio de carga-tempo no núcleo montado, conforme item 10.3.14.

10.2.2 Ensaios de tipo (T)

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

- a) Ensaio de tensão suportável nominal de impulso atmosférico, conforme item 10.3.15;
- b) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial a seco, conforme item 10.3.16;
- c) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial sob chuva, conforme item 10.3.17;
- d) Ensaio de elevação de temperatura, conforme item 10.3.18;
- e) Ensaio de capacidade de interrupção, conforme item 10.3.19;
- f) Ensaios de características tempo x corrente, conforme item 10.3.20;
- g) Ensaio mecânico, conforme item 10.3.21;
- h) Ensaio de poluição artificial, conforme item 10.3.22;

- i) Ensaio de medição da resistência ôhmica de contato, conforme item 10.3.23.

10.2.3 Ensaios de recebimento (RE)

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

- a) Inspeção geral, conforme item 10.3.1;
- b) Verificação dimensional, conforme item 10.3.2;
- c) Ensaio de verificação da resistência ao trilhamento e erosão, conforme item 10.3.4;
- d) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial sob chuva, conforme item 10.3.17;
- e) Ensaio de elevação de temperatura, conforme item 10.3.18;
- f) Ensaio mecânico, conforme item 10.3.21;
- g) Ensaio de medição da resistência ôhmica de contato, conforme item 10.3.23;
- h) Ensaio de análise química da liga de cobre, conforme item 10.3.24;
- i) Ensaio de medição da camada de revestimento de terminal de ligação e partes condutoras da base, conforme item 10.3.25;
- j) Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco, conforme item 10.3.26;
- k) Ensaio de choque térmico, conforme item 10.3.27;
- l) Ensaio de porosidade, conforme item 10.3.28;
- m) Ensaios de recebimento do porta-fusível, conforme item 10.3.29.

10.2.4 Ensaios especiais (E)

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

- 
- a) Ensaio de verificação da resistência ao trilhamento e erosão, conforme item 10.3.4;
 - b) Ensaio de tensão suportável nominal de impulso atmosférico, conforme item 10.3.15;
 - c) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial a seco, conforme item 10.3.16;
 - d) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial sob chuva, conforme item 10.3.17;
 - e) Ensaio de elevação de temperatura, conforme item 10.3.18;
 - f) Ensaio de capacidade de interrupção, conforme item 10.3.19;
 - g) Ensaio de características tempo x corrente, conforme item 10.3.20;
 - h) Ensaio mecânico, conforme item 10.3.21;
 - i) Ensaio de poluição artificial, conforme item 10.3.22;
 - j) Ensaio de medição da resistência ôhmica de contato, conforme item 10.3.23;
 - k) Ensaio de análise química da liga de cobre, conforme item 10.3.24;
 - l) Ensaio de medição da camada de revestimento de terminal de ligação e partes condutoras da base, conforme item 10.3.25;
 - m) Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco, conforme item 10.3.26;
 - n) Ensaio de choque térmico, conforme item 10.3.27;
 - o) Ensaio de porosidade, conforme item 10.3.28;
 - p) Ensaio de recebimento do porta-fusível, conforme item 10.3.29;
 - q) Ensaio de resistência ao arco elétrico, conforme item 10.3.30;

r) Ensaio de hidrofobicidade, conforme item 10.3.31;

10.3 Descrição dos ensaios

10.3.1 Inspeção visual

O inspetor deverá efetuar uma inspeção geral, verificando:

- a) A presença de todos os componentes e acessórios, conforme descritos na Ordem de Compra de Material (OCM);
- b) Acabamento, conforme item 9.3;
- c) Acondicionamento, conforme item 7.3;
- d) Identificação, conforme item 9.4.

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

10.3.2 Verificação dimensionais

O inspetor deverá efetuar uma inspeção dimensionais dos:

- Chaves fusíveis de distribuição, conforme Desenho 1 e Tabelas 1 e 2;
- Porta-fusível, conforme ETU-122.2.

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

10.3.3 Ensaio de identificação da matéria prima

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da:

- Termogravimétrica de polímeros (TGD), conforme ISO 11358-1; ou
- Ensaio de termogravimétrica (TGA), conforme ASTM D6370;

- Espectrometria por infravermelho (IR), conforme ASTM E1252 ou ISO 4650.

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

10.3.4 Ensaio de verificação da resistência ao trilhamento e erosão

Este ensaio deve ser aplicado exclusivamente ao composto polimérico.

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

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

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

NOTA:

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

10.3.5 Ensaio de determinação da temperatura de oxidação

Este ensaio deve ser aplicado exclusivamente ao composto polimérico.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 13977 ou ASTM E2009 ou ISO 11357-6.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de temperatura de oxidação inferiores à 255 °C.

10.3.6 Ensaio de dureza

Este ensaio deve ser aplicado exclusivamente ao composto polimérico da saia e do revestimento.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ISO 868 ou ASTM D2240, e estar em conformidade com a ABNT NBR 15643 ou IEC 62217.

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

10.3.7 Ensaio de absorção de água

Este ensaio deve ser aplicado exclusivamente ao composto polimérico.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR NM IEC 60811-1-3 (método gravimétrico) ou IEC 60811-402.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de absorção de água superiores à $0,50\%$.

10.3.8 Ensaio de envelhecimento acelerado

Este ensaio deve ser aplicado exclusivamente ao composto polimérico.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ISO 4892-2 ou ASTM D2565, 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.

10.3.9 Ensaio de flamabilidade

Este ensaio deve ser aplicado exclusivamente ao composto polimérico.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da UL 94 (método de queima vertical) ou IEC 60695-11-10 (método A), e espessura dos corpos de prova deve ser de 3,0 mm.

Constitui falha, se amostra apresentar ocorrência de classificação de inflamabilidade inferior à HB40, com comprimento máximo de queima de 25 mm.

10.3.10 Ensaio de rigidez dielétrica

Este ensaio deve ser aplicado exclusivamente ao composto polimérico.

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.

10.3.11 Ensaio de líquido penetrante

Este ensaio deve ser aplicado exclusivamente ao composto do núcleo.

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

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de penetração do líquido, com tempo inferior a 15 (quinze) minutos.

10.3.12 Ensaio de difusão de água

Este ensaio deve ser aplicado exclusivamente ao composto do núcleo.

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

Constitui falha, se a amostra apresentar, durante o ensaio, perfuração e/ou descarga superficial.

NOTA:

XXX. A corrente durante todo o ensaio deve ser inferior ou igual a 1,0 mA (eficaz).

10.3.13 Ensaio de resistência a ataques químicos

Este ensaio deve ser aplicado exclusivamente ao composto do núcleo.

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 núcleo.

10.3.14 Ensaio de carga-tempo no núcleo montado

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 15122 ou IEC 61109, com a carga média de ruptura (MAV) indicado pelo fabricante.

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

10.3.15 Ensaio de tensão suportável nominal de impulso atmosférico

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 60060-1 ou IEC 60060-1, e estar em conformidade com a ABNT NBR 7282.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de qualquer disrupção ou perfuração em qualquer unidade.

NOTA:

XXXI. Marcas leves nas superfícies das partes isolantes ou outro material usado para a montagem devem ser toleradas.

10.3.16 Ensaio de tensão suportável à frequência industrial a seco

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 60060-1 ou IEC 60060-1, e estar em conformidade com a ABNT NBR 7282.



Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de qualquer disrupção ou perfuração em qualquer unidade.

10.3.17 Ensaio de tensão suportável à frequência industrial sob chuva

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 60060-1 ou IEC 60060-1, e estar em conformidade com a ABNT NBR 7282.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de qualquer disrupção ou perfuração em qualquer unidade.

10.3.18 Ensaio de elevação de temperatura

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 7282.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de elevação de temperatura, nas diversas partes do equipamento, superior aos valores especificados no item 8.7, para uma temperatura ambiente mínima de 10 °C e máxima de 40 °C, não devendo ser aplicados fatores de correção para qualquer temperatura dentro dessa faixa.

10.3.19 Ensaio de capacidade de interrupção

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 7282.

Constitui falha, se a amostra apresentar não atendimento a qualquer dos requisitos constantes no item 8.6.

10.3.20 Ensaios de características tempo x corrente

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 7282.

Constitui falha, se a amostra apresentar tempos de pré-arco obtidos devem estar dentro dos limites das curvas e tolerâncias fornecidas pelo fabricante.

10.3.21 Ensaio mecânico

10.3.21.1 Bases e porta-fusível

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 7282.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Algum defeito (trinca, deformação permanente etc.), em qualquer das partes do equipamento ensaiado;
- Abertura da chave fusível com tração inferior a 8,0 daN, ou tração superior a 17 daN.

10.3.21.2 Ensaio de resistência mecânica do gancho

O ensaio de resistência mecânica do gancho consiste em aplicar uma carga “F”, mínimo 200 daN, perpendicularmente ao eixo do isolador e no plano do gancho, de modo que os esforços não sejam transmitidos aos outros componentes da base. A carga deve ser aplicada de forma gradual, até a ruptura do gancho.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Ruptura inferior à 200 daN;
- Trincas ou deformações permanentes.

10.3.22 Ensaio de poluição artificial

Este ensaio é aplicável somente as chaves com isoladores de porcelana, e cuja distância de escoamento seja inferior aos estabelecidos no item 9.1.1.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 10621 ou IEC 60507.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de descarga durante uma série de 3 (três) ensaios consecutivos.

10.3.23 Ensaio de medição da resistência ôhmica de contato

Este ensaio é apenas referência para execução dos ensaios de operação mecânica e de elevação de temperatura.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 7282.

Não há método de reprova. Entretanto os valores devem constar no relatório de ensaio.

10.3.24 Ensaio de análise química da liga de cobre

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ASTM E478.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de percentual de:

- Zinco: for superior a 6,0 %;
- Cobre: for inferior a 90 %.

NOTA:

XXXII. 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.

10.3.25 Ensaio de medição da camada de revestimento de terminal de ligação e partes condutoras da base

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.

10.3.25.1 Camada de estanho

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

Constitui falha, se a amostra apresentar não-conformidade aos requisitos estabelecidos no item 9.1.2.

10.3.25.2 Camada de prata

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

Constitui falha, se a amostra apresentar não-conformidade aos requisitos estabelecidos no item 9.1.2.

10.3.26 Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco

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

10.3.26.1 Ensaio de massa por unidade de área

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

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos inferiores aos especificados no item 9.1.6.

10.3.26.2 Ensaio de aderência da camada

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

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos inferiores aos especificados no item 9.1.6.

10.3.26.3 Ensaio de espessura da camada

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

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos inferiores aos especificados no item 9.1.6.

10.3.26.4 Ensaio de uniformidade da camada

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

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos inferiores aos especificados no item 9.1.6.

10.3.27 Ensaio de choque térmico

Este ensaio deve ser aplicado exclusivamente as chaves fusíveis com isoladores de porcelana.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 5032 ou IEC 60672-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de ruptura, trinca ou quebra do componente isolante.

NOTA:

- XXXIII. 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.

10.3.28 Ensaio de porosidade

Este ensaio deve ser aplicado exclusivamente as chaves fusíveis com isoladores de porcelana.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 5032 ou IEC 60672-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar penetração de corantes em qualquer um dos fragmentos ensaiados.

NOTA:

XXXIV. 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.

10.3.29 Ensaios de recebimento do porta-fusível

Os ensaios de recebimentos estão estabelecidos na ETU-122.2:

- Ensaio de absorção de água;
- Ensaio de resistência mecânica do olhal;
- Ensaio de ensaio mecânico;
- Análise química da liga de cobre
- Ensaio de verificação da espessura do revestimento da prata e/ou do estanho;
- Ensaio de verificação da espessura do revestimento do zinco.

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

NOTA:

XXXV. 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.

10.3.30 Ensaio de resistência ao arco elétrico

Este ensaio é aplicável somente as chaves com isoladores em composto polimérico.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da IEC 61621.

Constitui falha, se a amostra apresentar:

- Valores medidos de tempo superiores à 180 segundos;
- Apresentar danos que impeçam o funcionamento correto da chave.

10.3.31 Ensaio de hidrofobicidade

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.

10.4 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 projeto, tipo e especiais

O plano de amostragem para os ensaios de projeto, tipo e especiais, devem seguir as orientações da ABNT NBR 7282 e demais normas indicadas.

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

11.2 Ensaios de recebimento

O plano de amostragem para os ensaios de recebimento de um lote está estabelecido na Tabela 3 para o produto acabado.

Caso o lote a ser fornecido seja composto por mais de 5.000 unidades, essa quantidade deve ser dividida em vários lotes menores, cada um contendo entre 1.200 e 3.200 unidades.



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

12 ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

12.1 Ensaios de projeto, tipo 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
01/12/2018	1.0	<ul style="list-style-type: none">• Esta 1ª edição cancela e substitui a Norma de Distribuição Unificada (NDU) 010, Classe 63, Desenhos 1 a 4 e Desenhos 7 e 8, a qual foi tecnicamente revisada.
31/07/2021	2.0	<ul style="list-style-type: none">• Divisão da ETU-122 em 3 (três) novas ETUs:<ul style="list-style-type: none">○ ETU-122.1 (chave fusível de distribuição);○ ETU-122.2 (Porta-fusíveis de distribuição); e○ ETU-122.3 (Lâmina desligadora de distribuição).• Inclusão das chaves fusíveis, com isoladores poliméricos.
01/02/2023	3.0	<ul style="list-style-type: none">• Alteração da nomenclatura para “ETU-122.1 - Chave fusível de distribuição até 36,2 kV”;• Retirar dos modelos de chave fusível repetidoras;• Revisão geral.
01/10/2024	4.0	<ul style="list-style-type: none">• Revisão geral;• Inclusão dos ensaios internacionais.



15 VIGÊNCIA

Esta Especificação Técnica entrará em vigor na data de 01/02/2025 e revogará todas as documentações anteriores do grupo Energisa.

16 TABELAS

TABELA 1 - Característica técnica da chave fusível de distribuição com isolador em porcelana



Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	Base porcelana					Tensão suportável nominal				Radiointerferência	
	Tensão máxima	Tipo	Corrente nominal	Escoamento (mín.)	Comprimento (L) (máximo)	À frequência industrial		De impulso atmosférico		Tensão de ensaio	Em 500 kHz e referida a 300 Ω
						Para a terra	Distância de isolamento da base	Para a terra	Distância de isolamento da base		
	(kV)	(A)	(mm)	(kV _{ef})	(kV _{cr})	(kV _{ef})	(μV)				
90547	15,0	Base C	315	240	650	34	38	110	125	9,5	250
90561	24,2			410	800	70	77	150	165	23	
90548	36,2										

TABELA 2 - Característica técnica da chave fusível de distribuição com isolador em composto polimérico



Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	Base polimérica					Tensão suportável nominal				Radiointerferência	
	Tensão máxima	Tipo	Corrente nominal	Escoamento (mín.)	Comprimento (L) (máximo)	À frequência industrial		De impulso atmosférico			
						(kV)	(A)	(mm)	Para a terra	Distância de isolamento da base	Para a terra
						(kV _{ef})		(kV _{cr})		(kV _{ef})	(μV)
90973	15,0	Base C	315	240	650	34	38	110	125	9,5	250
90974	24,2			410	800	70	77	150	165	23	
90975	36,2										

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

Tamanho do lote	<ul style="list-style-type: none"> Inspeção geral; Verificação dimensional. 				<ul style="list-style-type: none"> Elevação de temperatura; Resistencia ao trilhamento e erosão; Tensão suportável de frequência industrial sob chuva. 				<ul style="list-style-type: none"> Análise química; Choque térmico; Ensaio mecânico; Medição da resistência ôhmica; Porosidade; Revestimento de prata/estanho; Revestimento de zinco; 			
	Amostragem dupla normal Nível de inspeção I NQA 2,5 %				Amostragem dupla normal Nível de inspeção I NQA 1,0 %				Amostragem dupla normal Nível inspeção S4 NQA 1,5 %			
	Amostra		Ac	Re	Amostra		Ac	Re	Amostra		Ac	Re
	Seq.	Tam.			Seq.	Tam.			Seq.	Tam.		
2 a 25	-	2	0	1	-	2	0	1	-	2	0	1
26 a 90	-	3	0	1	-	3	0	1	-	3	0	1
91 a 150	-	5	0	1	-	5	0	1	-	5	0	1
151 a 280	1 ^a	8	0	2	-	8	0	1	-	8	0	1
	2 ^a		1	2								
281 a 500	1 ^a	13	0	2	-	13	0	1	-	8	0	1
	2 ^a		1	2								
500 a 1.200	1 ^a	20	0	3	1 ^a	20	0	2	1 ^a	13	0	2
	2 ^a		3	4	2 ^a		1	2	2 ^a		1	2

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

Tamanho do lote	<ul style="list-style-type: none"> • Inspeção geral; • Verificação dimensional. 				<ul style="list-style-type: none"> • Elevação de temperatura; • Resistência ao trilhamento e erosão; • Tensão suportável de frequência industrial sob chuva. 				<ul style="list-style-type: none"> • Análise química; • Choque térmico; • Ensaio mecânico; • Medição da resistência ôhmica; • Porosidade; • Revestimento de prata/estanho; • Revestimento de zinco; 			
	Amostragem dupla normal Nível de inspeção I NQA 2,5 %				Amostragem dupla normal Nível de inspeção I NQA 1,0 %				Amostragem dupla normal Nível inspeção S4 NQA 1,5 %			
	Amostra		Ac	Re	Amostra		Ac	Re	Amostra		Ac	Re
	Seq.	Tam.			Seq.	Tam.			Seq.	Tam.		
1.201 a 3.200	1 ^a	32	1	4	1 ^a	32	0	2	1 ^a	20	0	2
	2 ^a		4	5	2 ^a		1	2	2 ^a		1	2
3.200 a 5.000	1 ^a	50	2	5	1 ^a	50	0	3	1 ^a	32	0	3
	2 ^a		6	7	2 ^a		3	4	2 ^a		3	4

Legenda:

Seq. - Sequência da amostra;

Tam. - Tamanho da amostra;

Ac - Número de aceitação;

Re - Número de rejeição.

TABELA 4 - Relação dos ensaios

Item	Descrição dos ensaios	Tipo de ensaios
10.3.1	Inspeção visual	RE
10.3.2	Verificação dimensionais	RE
10.3.3	Ensaio de identificação da matéria prima	P / E
10.3.4	Ensaio de verificação da resistência ao trilhamento e erosão	P / RE / E
10.3.5	Ensaio de determinação da temperatura de oxidação	P
10.3.6	Ensaio de dureza	P
10.3.7	Ensaio de absorção de água	P
10.3.8	Ensaio de envelhecimento acelerado	P
10.3.9	Ensaio de flamabilidade	P
10.3.10	Ensaio de rigidez dielétrica	P
10.3.11	Ensaio de líquido penetrante	P
10.3.12	Ensaio de difusão de água	P
10.3.13	Ensaio de resistência a ataques químicos	P
10.3.14	Ensaio de carga-tempo no núcleo montado	P
10.3.15	Ensaio de tensão suportável nominal de impulso atmosférico	T / E
10.3.16	Ensaio de tensão suportável à frequência industrial a seco	T / E
10.3.17	Ensaio de tensão suportável à frequência industrial sob chuva	T / RE / E
10.3.18	Ensaio de elevação de temperatura	T / RE / E
10.3.19	Ensaio de capacidade de interrupção	T / E
10.3.20	Ensaio de características tempo x corrente	T / E
10.3.21	Ensaio mecânico	T / RE / E
10.3.22	Ensaio de poluição artificial	T / E
10.3.23	Ensaio de medição da resistência ôhmica de contato	T / RE / E
10.3.24	Ensaio de análise química da liga de cobre	RE / E
10.3.25	Ensaio de medição da camada de revestimento de terminal de ligação e partes condutoras da base	RE / E
10.3.26	Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco	RE / E
10.3.27	Ensaio de choque térmico	RE / E
10.3.28	Ensaio de porosidade	RE / E

TABELA 4 - Relação dos ensaios - Continuação

Item	Descrição dos ensaios	Tipo de ensaios
10.3.29	Ensaio de recebimento do porta-fusível	RE / E
10.3.30	Ensaio de resistência ao arco elétrico	E
10.3.31	Ensaio de hidrofobicidade	E

Legenda:

P - Ensaio de projeto

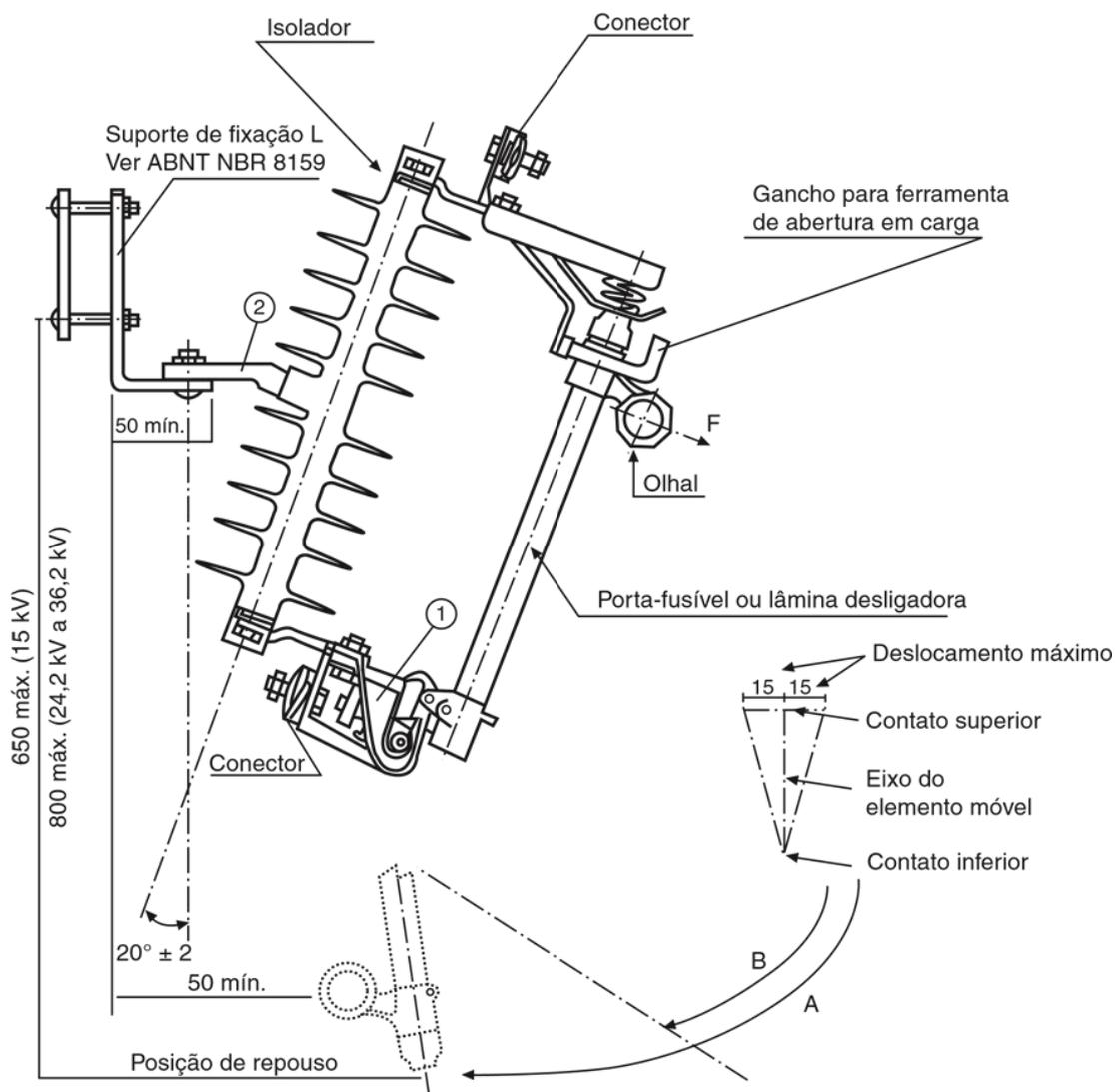
T - Ensaio de tipo;

RE - Ensaio de recebimento;

E - Ensaio especial.

17 DESENHOS

DESENHO 1 - Característica técnica da chave fusível de distribuição (CFD)



A - Ângulo da posição de abertura: 150° (máximo) em relação ao eixo do porta-fusível

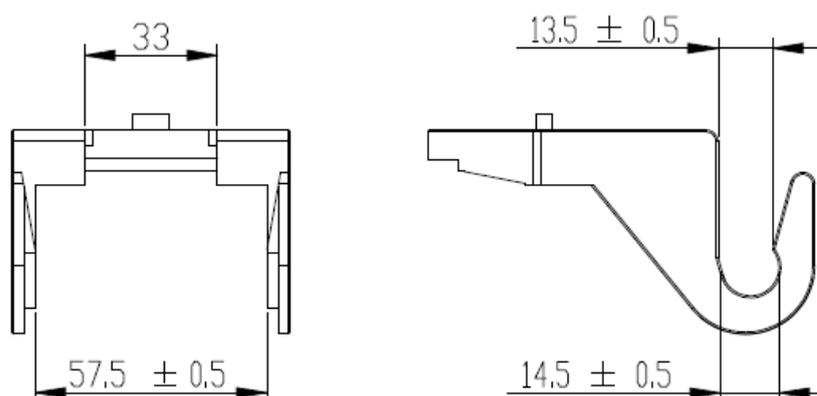
B - Ângulo da posição de repouso: 110° (máximo) em relação ao eixo do porta-fusível

NOTAS:

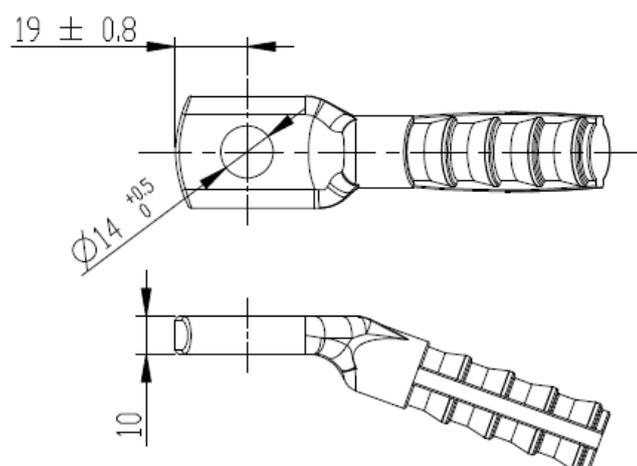
- As partes não cotadas são de caráter orientativo, outras formas são aceitas. Admitem-se formas diferentes para o terminal superior, desde que mantidas as características operativas da chave.

DESENHO 1 - Característica técnica da chave fusível de distribuição
(CFD) - Continuação

Detalhe 1 - Contato inferior



Detalhe 2 - Suporte de fixação da chave

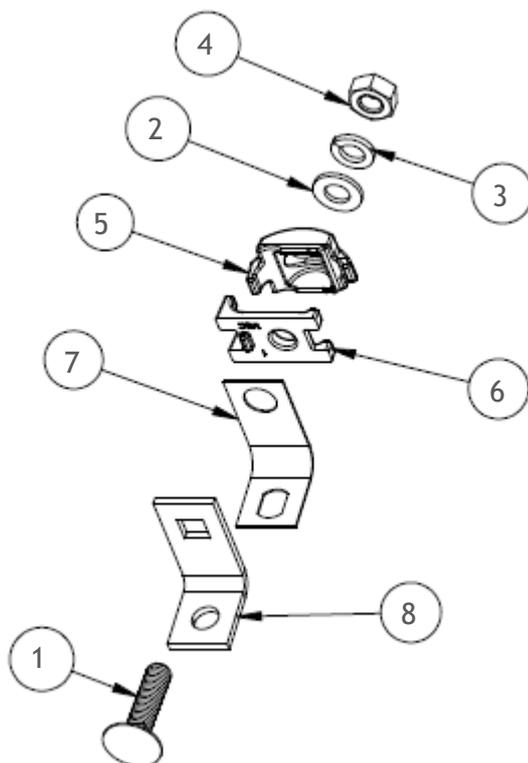


NOTA:

1. Dimensões em milímetros (mm).

DESENHO 1 - Característica técnica da chave fusível de distribuição (CFD) - Continuação

Detalhe 3 - Conector terminal de ligação



Item	Descrição
1	Parafuso francês M10/M12 x 1,5 x 40,0 mm
2	Arruela lisa M10/M12
3	Arruela pressão M10/M12
4	Porca M10/M12 x 1,5 mm
5	Tampa do terminal
6	Corpo do terminal
7	Lâmina do terminal
8	Suporte do terminal

18 ANEXOS

ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas

CHAVE FUSÍVEL DE DISTRIBUIÇÃO

Nome do fabricante:

N.º da licitação:

N.º da proposta:

Item	Descrição	Características / Unidades
1	Tipo e/ou modelo:	
2	Código do material:	
2.1	a) Código fabricante:	
2.2	b) Código Energisa:	
3	Classe da chave fusível:	
4	Materiais da chave fusível:	
4.1	a) Isolador da base:	
4.2	b) Gancho para abertura em carga:	
4.3	c) Suporte de fixação da chave:	
4.4	d) Conector terminal:	
4.5	e) Demais partes condutivas:	A
4.6	f) Porta-fusível:	
5	Revestimentos anticorrosivos:	
5.1	a) Material:	
5.2	b) Espessura do revestimento:	µm
6	Dimensões da chave fusível:	
6.1	a) Isolador da base:	mm
6.2	b) Gancho para abertura em carga:	mm
6.3	c) Suporte de fixação da chave:	mm
6.4	d) Conector terminal:	mm
6.5	e) Demais partes condutivas:	mm

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

Item	Descrição	Características / Unidades
6.6	f) Porta-fusível:	mm
7	Características elétricas:	
7.1	a) Tensão nominal:	kV
7.2	b) Frequência nominal:	Hz
7.3	c) Corrente:	
7.3.1	• Nominal:	A
7.3.2	• Suportável nominal de curta duração, 1,0 s, valor eficaz:	kA
7.3.3	• Suportável nominal, valor de crista:	kA
7.4	d) Tensão suportável nominal à frequência industrial a seco:	
7.4.1	• Para a terra e entre polos:	kV
7.4.2	• Entre contatos abertos:	kV
7.5	e) Tensão suportável nominal à frequência industrial sob chuva:	
7.5.1	• Para a terra e entre polos:	kV
7.5.2	• Entre contatos abertos:	kV
7.6	f) Tensão suportável nominal de impulso atmosférico:	
7.6.1	• Para a terra e entre polos:	kV
7.6.2	• Entre contatos abertos:	kV
8	Distância mínima de isolamento da chave:	
8.1	a) Entre polos:	mm
8.2	b) Entre contatos abertos:	mm
9	Embalagem:	
9.1	a) Tipo de embalagem:	
9.2	b) Quantidade por embalagem:	
9.3	c) Peso total da embalagem:	kg

NOTAS:

- I. O fabricante deve fornecer em sua proposta todas as informações requeridas no Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas;



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

- 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.

