

ETD 007.01.42

CHAVES FUSÍVEIS



Projeto: agosto de 2008
Palavras Chave: Chave; Rede de Distribuição

Cooperativas Filiadas a FECOERGS:



CELETRO
– Cachoeira do Sul –



CERFOX
– Fontoura Xavier –



CERILUZ
– Ijuí –



CERMISSÕES
– Caibaté –



CERTAJA
– Taquari –



CERTEL
– Teutônia –



CERTHIL
– Três de Maio –



CERVALE
– Santa Maria –



COOPERLUZ
– Santa Rosa –



COOPERNORTE
– Viamão –



COOPERSUL
– Bagé –



COPREL
– Ibirubá –



COSEL
– Encruzilhada do Sul –



CRELUZ
– Pinhal –



CREAL
– Erechim –

Esta Norma tem por objetivo estabelecer as condições mínimas exigíveis para o fornecimento do equipamento em referência a ser utilizado nas Redes Aéreas de Distribuição Urbanas e Rurais das regiões de atuação das Cooperativas filiadas ao Sistema FECOERGS.

Elaboração:

Vilson Luiz Coelho	Engenheiro, CREA-SC 010.932-1	Power Engenharia Ltda.
Mílvio Rodrigues de Lima	Engenheiro, CREA-SC 6727	Power Engenharia Ltda.

Aprovação:

Herton Azzolin	Engenheiro, CREA-RS 124.865	COPREL
Marcos Luiz Eidt	Engenheiro, CREA-RS 050.703	COPREL
Francisco Carlos S. de Oliveira	Engenheiro, CREA-RS 048.270	CERTEL
Ederson P. Madruga	Engenheiro, CREA-RS 096.167	CERTAJA
Eleandro Luis M. da Silva	Técnico, CREA-RS 127.488	CERTAJA
Luis Osório M. Dornelles	Engenheiro, CREA-RS 128.117	FECOERGS
Marcos Vizzotto	Engenheiro, CREA-RS 147.577	FECOERGS
Leandro André Hoerlle	Economista	FECOERGS

Sumário

1. Objetivo	1
2. Âmbito de Aplicação	1
3. Documentos de Referência	1
4. Condições Gerais	3
4.1. Definições	3
4.2. Inovação Tecnológica	3
4.3. Meio Ambiente	3
4.4. Condições de Operação	3
4.5. Partes Integrantes das Chaves Fusíveis	4
4.6. Acessórios	4
4.7. Identificação	4
4.7.1. Base	4
4.7.2. Isoladores	4
4.7.3. Porta-Fusível	5
4.8. Acabamento	5
4.8.1. Isoladores	5
4.8.2. Conectores Terminais	5
4.8.3. Ferragens	5
4.8.4. Áreas de Contato	5
5. Condições Específicas	6
5.1. Características Construtivas	6
5.1.1. Dimensões	6
5.1.2. Ferragens	6
5.1.3. Partes Condutoras	6
5.1.4. Gancho para Abertura em Carga	6
5.1.5. Molas	6
5.1.6. Olhal	6
5.1.7. Tubo do Porta-Fusível	7
5.1.8. Isoladores	7
5.1.9. Conectores Terminais	7
5.1.10. Parafusos, Porcas e Arruelas	7
5.1.11. Dispositivo de Fixação da Cordoalha	8
5.1.12. Deslocamento Lateral do Porta-Fusível	8
5.1.13. Esforço para Abertura da Chave	8
5.1.14. Elevação de Temperatura	8
5.1.15. Lâmina Desligadora	9
5.2. Características Elétricas	9
5.2.1. Tensões Nominais	9
5.2.2. Corrente Nominal	10
5.2.3. Níveis de Isolamento	10
5.2.4. Capacidade de Interrupção	10
5.2.5. Rádio-Interferência	10
6. Condições de Fornecimento	10
6.1. Homologação	10
6.2. Acondicionamento	11
6.3. Garantia	11
7. Inspeção e Ensaios	12
7.1. Generalidades	12
7.2. Classificação dos ensaios	12

7.2.1. Ensaios de Tipo.....	13
7.2.2. Ensaios de Recebimento	13
7.2.3. Ensaios Complementares	13
7.3. Metodologia dos Ensaios	14
7.3.1. Recomendações Comuns aos Ensaios	14
7.3.2. Inspeção Geral	14
7.3.3. Acionamento mecânico	15
7.3.4. Verificação Dimensional.....	15
7.3.5. Medição da Resistência Ôhmica dos Contatos	15
7.3.6. Verificação da Espessura do Prateamento.....	15
7.3.7. Operação Mecânica	15
7.3.8. Elevação de Temperatura.....	16
7.3.9. Choques Térmicos	16
7.3.10. Abertura Automática do Porta-Fusível	16
7.3.11. Impacto no Suporte de Fixação da Chave.....	17
7.3.12. Zincagem das Ferragens Integrantes	17
7.3.13. Resistência Mecânica dos Ganchos e do Olhal	17
7.3.14. Resistência Mecânica do Isolador	17
7.3.15. Porosidade do Isolador	17
7.3.16. Resistência à Torção dos Parafusos dos Conectores	18
7.3.17. Análise Química da Liga de Cobre	18
7.3.18. Interfaces e Conexões das Ferragens Integrantes.....	18
7.3.19. Tensão Suportável Nominal de Impulso Atmosférico	18
7.3.20. Tensão Suportável Nominal a Freqüência Industrial	18
7.3.21. Capacidade de Interrupção.....	19
7.3.22. Rádio-Interferência.....	19
7.3.23. Absorção de Água pelo Tubo do Porta-Fusível	19
7.3.24. Verificação da rigidez dielétrica transversal do revestimento externo do tubo do porta-fusível	19
7.3.25. Verificação da Tensão Suportável Longitudinal do Revestimento Externo do Tubo do Porta-Fusível	20
7.3.26. Resistência ao Intemperismo Artificial	20
7.3.27. Ensaio de Resistência ao Trilhamento Elétrico e Erosão	20
7.3.28. Penetração de Corante Líquido (Líquido Penetrante)	20
7.3.29. Ensaio de Penetração de Água	21
7.3.30. Ensaio de Flamabilidade	21
7.4. Relatórios de Ensaio	21
7.5. Planos de Amostragem	22
7.5.1. Ensaios de Tipo e Complementares	22
7.5.2. Ensaios de Recebimento	22
7.6. Critérios de Aceitação e Rejeição	23
7.6.1. Critérios para Aceitação ou Rejeição nos Ensaios de Tipo e Complementares	23
7.6.2. Critérios para Aceitação ou Rejeição nos Ensaios de Recebimento.....	23
8. Desenhos	24
8.1. Padrão E-09.1: Chave Fusível	24
8.2. Padrão E-09.2: Chave Fusível Polimérica	25
8.3. Padrão E-09.3: Porta-Fusível Tipo C	26
8.4. Padrão E-09.4: Lâmina Desligadora	27
8.5. Detalhe para o Ensaio de Impacto no Suporte da Chave.....	28

1. Objetivo

Esta especificação fixa as exigências mínimas para fabricação, aquisição e recebimento de chaves fusíveis para redes aéreas de distribuição de energia com tensão máxima de operação até 36,2 kV, inclusive.

2. Âmbito de Aplicação

Aplica-se às cooperativas de eletrificação pertencentes ao Sistema FECOERGS e respectivos fabricantes e fornecedores.

3. Documentos de Referência

Para fins de projeto, seleção de matéria-prima, fabricação, controle de qualidade, inspeção, acondicionamento e utilização das chaves fusíveis de distribuição, esta especificação adota as normas abaixo relacionadas:

NBR 5310 - Materiais plásticos para fins elétricos - Determinação da absorção de água – Método de ensaio

NBR 5032 – Isoladores para linhas aéreas com tensão acima de 1.000 V - Isoladores de porcelana ou vidro para sistemas de corrente alternada.

NBR 5359 – Elos fusíveis de distribuição – Especificação.

NBR 5370 – Conectores de cobre para condutores elétricos em sistemas de potência

NBR 5405 – Materiais isolantes sólidos – Determinação da rigidez dielétrica sob frequência industrial.

NBR 5426 – Planos de amostragem e procedimento na inspeção por atributos.

NBR 5456 – Eletricidade geral – Terminologia.

NBR 5459 – Manobra e proteção de circuitos – Terminologia.

NBR 5460 - Sistemas elétricos de potência – Terminologia

NBR 5472 – Isoladores e buchas para eletrotécnica.

NBR 6323 – Produto de Aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente.

NBR 6366 – Ligas de cobre – Análise química.

NBR 6599 – Alumínio e suas ligas – Processos e produtos – Terminologia.

NBR 6834 – Alumínio e suas ligas – Classificação.

NBR 6835 – Alumínio e suas ligas – Classificação das têmperas.

NBR 6935/85 – Seccionador, chaves de terra e aterramento rápido – Especificação.

NBR 6936/92 – Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão.

NBR 6939 - Coordenação de isolamento - Procedimento

NBR 6999 – Alumínio e suas ligas – Tolerâncias dimensionais de produtos laminados.

NBR 7282 – Dispositivos fusíveis tipo expulsão – Especificação.

NBR 7397 – Produto de aço ou ferro fundido – Revestimento de zinco por Imersão a quente – Determinação da massa do revestimento por unidade de área.

NBR 7398 – Produto de aço ou ferro fundido – Revestimento de zinco por imersão a quente – Verificação da aderência do revestimento.

NBR 7399 – Produto de Aço ou Ferro Fundido – Revestimento de zinco por Imersão a quente – Verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo.

NBR 7400 – Produto de aço ou ferro fundido – Revestimento de zinco por imersão a quente – Verificação da uniformidade do revestimento.

NBR 7414 – Zincagem por imersão a quente.

NBR 7552 – Ensaio por líquido penetrante – Terminologia.

NBR 7875 – Instrumentos de medição e rádio-interferência na faixa de 0,15 a 30 MHz (Padrão CISPR) – Padronização.

NBR 7876 – Linhas e equipamentos de alta tensão – Medição de rádio-interferência na faixa de 0,15 a 30 MHz – Método de Ensaio.

NBR 8093 – Peças fundidas de aço inoxidável e de outras ligas, resistentes ao calor para uso geral.

NBR 8094 – Materiais metálicos revestidos e não revestidos – Corrosão por exposição à névoa salina.

NBR 8096 – Materiais metálicos revestidos e não revestidos – Corrosão por exposição ao dióxido de enxofre – Método de ensaio.

NBR 8122 – Emprego de silicone para aplicações elétricas.

NBR 8124 – Chaves fusíveis de distribuição (Classe 2) – Padronização.

NBR 8158 – Ferragens eletrotécnicas para redes aéreas urbanas e rurais de distribuição de energia elétrica – Especificação.

NBR 8407 – Ensaio por líquido penetrante – Procedimento.

NBR 8855 – Propriedades mecânicas de elementos de fixação – Parafusos e prisioneiros – Especificação.

NBR 10296 – Material isolante elétrico – Avaliação de sua resistência ao trilhamento elétrico e erosão sob severas condições ambientais.

NBR 10506 – Silicone para aplicações elétricas – Verificação das propriedades.

NBR 10507 – Silicone para aplicações elétricas.

NBR 15122 – Isoladores bastão compostos poliméricos para tensões acima de 1000V.

NBRIEC 60694 – Especificações comuns para normas de equipamentos de manobra de alta-tensão e mecanismos de comando.

NBR ISO 68-1 – Rosca métrica ISO de uso geral – Perfil básico – Parte 1: Rosca métrica para parafusos.

NBR ISO 261 – Rosca métrica ISO de uso geral – Plano geral.

NBR ISO 262 – Rosca métrica ISO de uso geral – Seleção de diâmetros para parafusos e porcas.

NBR ISO 724 – Rosca métrica ISO de uso geral – Dimensões básicas.

NBR ISO 965-1 – Rosca métrica ISO de uso geral – Tolerâncias – Parte 1: Princípios e dados básicos.

NBR ISO 965-2 – Rosca métrica ISO de uso geral – Tolerâncias – Parte 2: Limites dimensionais para roscas internas e externas de uso geral – Qualidade média.

NBR ISO 965-3 – Rosca métrica ISO de uso geral – Tolerâncias – Parte 3: Afastamentos para roscas de construção.

NBRISO 965-4 – Rosca métrica ISO de uso geral – Rosca externa – Tolerâncias.

NBRISO 965-5 – Rosca métrica ISO de uso geral – Rosca interna – Tolerâncias.

IEC 60707 – Methods of test for determination of the flammability of solid electrical insulation materials when exposed to an ignition source.

IEC/TR 60815 – Guia para seleção de isoladores sob condições de poluição.

IEC – 61302 – Electrical insulating materials– Method to evaluate the resistance to tracking and erosion – Rotating wheel ip test.

ASTM B-545 – Specification for electrodeposited coating of tin.

ASTM D-1535 – Specifying color by the Munsell system.

ASTM D-2240 – Standard test method for rubber property – Durometer hardness.

ASTM G-155 – Operating Xenon Arc Light Apparatus for Exposure of Non-Metallic Materials.

REGD 007.01.01 – Regulamento para Fornecimento de Ferragens.

PTD 035.01.02 – Padrão de Estruturas.

As siglas acima referem-se a:

NBR – Norma Brasileira Registrada da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

ASTM – American Society for Testing and Materials.

IEC – International Electrotechnical Commission.

ISO – International Standardization Organization.

REGD – Regulamento – Distribuição do Sistema FECOERGS

PTD – Padrão Técnico – Distribuição do Sistema FECOERGS.

As normas aqui mencionadas não excluem outras reconhecidas, desde que assegurem qualidade igual ou superior. Em casos de dúvidas ou divergências prevalecerá o que está estabelecido nesta especificação em seguida nas normas recomendadas. Nos casos em que estas normas forem omissas poderão ser aceitas outras apresentadas pelos fabricantes desde que aprovadas pela FECOERGS.

4. Condições Gerais

4.1. Definições

Os termos técnicos utilizados nesta especificação estão definidos nas normas mencionadas no item 3.

4.2. Inovação Tecnológica

As inovações tecnológicas resultantes de desenvolvimentos técnico-científicos devem ser incorporadas ao projeto, matéria prima e mão-de-obra de fabricação deste equipamento, desde que assegurem qualidade igual ou superior às exigidas por esta especificação.

4.3. Meio Ambiente

Em todas as etapas de fabricação, transporte e recebimento dos equipamentos devem ser cumpridas as legislações ambientais federais, estaduais e municipais, quando aplicáveis. O fabricante deverá apresentar descrição de alternativas para descarte do equipamento e materiais que o constituem, após o final de sua vida útil.

4.4. Condições de Operação

As chaves fusíveis abrangidas por esta especificação quando instaladas conforme o Padrão de Estruturas PTD 035.01.02, devem operar adequadamente nas seguintes condições:

- a. altitude não superior a 1000m;
- b. temperatura máxima do ar ambiente de 40 °C e o valor médio obtido num período de 24 horas, não superior a 35 °C;
- c. temperatura mínima do ar ambiente não inferior a - 10 °C;
- d. umidade do ar de até 100%;
- e. pressão do vento não superior a 700Pa (70daN/m²);
- f. frequência nominal do sistema elétrico igual a 60Hz.

4.5. Partes Integrantes das Chaves Fusíveis

As chaves fusíveis devem ser fornecidas com todas as peças necessárias para a sua perfeita instalação e funcionamento. Conforme desenhos 8.1 a 8.3, são partes integrantes da chave:

- a. Base: composta de elemento isolante onde estão fixadas as ferragens para fixação da chave ao suporte L, terminais e conectores para ligação ao circuito externo e dispositivos necessários para o acoplamento e funcionamento adequado do porta-fusível.
- b. Porta-fusível: peça destinada a receber o elo fusível composta de tubo isolante e contatos superior e inferior, fabricados em materiais e formatos que permitam o perfeito funcionamento da chave.

4.6. Acessórios

Eventualmente o porta-fusível pode ser substituído por lâmina desligadora conforme padrão E-09.4 apresentado no desenho 8.4. As lâminas desligadoras devem apresentar as mesmas características mecânicas e de intercambiabilidade dos portas-fusíveis.

4.7. Identificação

4.7.1. Base

Cada base de chave fusível deve ser identificada através de placa metálica de material resistente à corrosão ou através de gravação no próprio corpo do isolador, de forma legível e indelével, com letras e números de no mínimo 2 mm de altura, contendo no mínimo as seguintes informações:

- a. nome e/ou marca comercial do fabricante;
- b. tipo e/ou número de catálogo;
- c. mês/ano de fabricação;
- d. tensão máxima da chave (valor eficaz), em kV;
- e. corrente nominal (valor eficaz), em A;
- f. tensão suportável nominal de impulso atmosférico à terra (valor de crista), em kV;

4.7.2. Isoladores

Cada isolador deve estar marcado, de modo legível e indelével, com no mínimo as seguintes informações:

- a. nome ou marca comercial do fabricante;
- b. ano de fabricação.

O período entre a data de fabricação do isolador e da chave não poderá ser superior a 2 anos.

4.7.3. Porta-Fusível

O porta-fusível deve ter uma identificação legível e indelével, resistente às intempéries e à operação da chave, contendo as seguintes informações:

- a. nome e/ou marca comercial do fabricante;
- b. modelo e/ou número de catálogo;
- c. tensão nominal (valor eficaz), em kV;
- d. corrente nominal (valor eficaz), em A;
- e. capacidade de interrupção simétrica nominal, (valor eficaz), em kA;
- f. mês e ano de fabricação.

Não é permitido o uso de etiquetas.

O período entre a data de fabricação do porta-fusível e da chave não poderá ser superior a 2 anos.

4.8. Acabamento

4.8.1. Isoladores

4.8.1.1. Porcelana

Os isoladores de porcelana devem ser na cor cinza claro, cobertos com camada de esmalte liso vitrificado, impermeáveis e livres de rachaduras ou fissuras, bolhas ou inclusões conforme a NBR 5032.

As extremidades dos isoladores devem ser vedadas, e não ter aberturas que possibilitem a entrada e o acúmulo de água e/ou insetos em seu interior. A vedação deve ser permanente, não sendo aceito cortiça como material de vedação.

4.8.1.2. Polimérico

Devem ser de material polimérico adequado, na cor cinza claro, com superfícies lisas, contínuas, impermeáveis e livres de rachaduras ou fissuras, bolhas ou inclusões de materiais estranhos.

4.8.2. Conectores Terminais

Devem ser estanhados segundo a NBR 5370, isentos de trincas e inclusões ou arestas vivas que possam danificar os condutores.

4.8.3. Ferragens

Todas as partes metálicas das chaves fusíveis devem ter superfícies lisas, sem saliências e irregularidades, e formato tal que elimine áreas e pontos de alta intensidade de campo elétrico.

Quando em aço carbono, as ferragens devem ser zincadas a quente, conforme especificação FECOERGS REGD 007.01.01.

Todas as superfícies zincadas que ficam em contato com as partes condutoras de liga de cobre devem ser protegidas da ação galvânica ou eletrolítica através de pintura das superfícies em contato.

4.8.4. Áreas de Contato

Todas as áreas de contato devem ser prateadas com uma camada de espessura mínima de 8µm.

5. Condições Específicas

5.1. Características Construtivas

5.1.1. Dimensões

As chaves fusíveis e respectivas ferragens e porta-fusível devem apresentar formato similar ao apresentado nos desenhos padrões E-09.1, E-09.2, E-09.3 e E-09.4 do item 8 desta especificação. Todos os detalhes e dimensões indicados devem ser obedecidos a fim de garantir os afastamentos mínimos admissíveis quando da instalação em estruturas padronizadas conforme Padrão de Estruturas PTD 035.01.02, bem como assegurar a intercambiabilidade entre chaves de diversos fabricantes.

5.1.2. Ferragens

A base da chave fusível deve ser provida de suporte apropriado que permita sua instalação no suporte L para cruzeta, conforme apresentado nos desenhos padrões E-09.1 e E-09.2.

Todos os elementos metálicos ferrosos que compõem a chave fusível devem ser de aço ABNT 1010 a 1020 zincados por imersão a quente conforme especificação FECOERGS REGD 007.01.01.

O processo de fixação das ferragens no isolador deve ser adequado às solicitações mecânicas decorrentes da operação da chave e à interrupção da corrente de curto-circuito, devendo suportar os ensaios de operação mecânica e choques térmicos, descritos nos itens 7.3.7 e 7.3.9 desta especificação.

5.1.3. Partes Condutoras

Todas as partes condutoras de corrente devem ser em liga de cobre com porcentagem de zinco menor ou igual a 6%, exceto a tampa do porta-fusível, que pode apresentar porcentagem máxima de zinco de 35%.

5.1.4. Gancho para Abertura em Carga

O terminal superior da base deve possuir 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 especificação FECOERGS REGD 007.01.01.;
- b. suportar uma tração mecânica de 200daN;
- c. 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.

5.1.5. Molas

As molas que mantêm a tensão mecânica entre a base e o contato superior do porta-fusível, devem ser de aço inoxidável ou material similar de características tais que garantam a manutenção de suas respectivas tensões mecânicas, apesar dos esforços resultantes dos ciclos sucessivos de aquecimento e resfriamento a que as bases ficam submetidas durante a sua vida útil.

5.1.6. Olhal

O porta-fusível deve ser provido de olhal para operação com vara de manobra, o qual deve suportar uma tração mecânica de 200daN, no mínimo.

5.1.7. Tubo do Porta-Fusível

O cartucho ou tubo do porta-fusível deve ser de fibra de vidro, revestido internamente com fibra vulcanizada, adequada às características especificadas. A utilização de material alternativo, desde que tenha desempenho comprovado, deve ser objeto de acordo prévio entre a FECOERGS e o fornecedor.

Características:

- a. dimensões conforme desenho padrão E-09.3, item 8.3;
- b. cor externa cinza claro, notação MUNSSELL 7N.
- c. rigidez dielétrica transversal em 60Hz, mínima: 6kV/mm;
- d. tensão suportável longitudinal em 60Hz, mínima: 1kV/mm;
- e. absorção de água em 24 horas, máxima, verificada em amostras que incluam todas as partes constituintes do tubo, inclusive a fibra vulcanizada: 7%, em peso.

5.1.8. Isoladores

5.1.8.1. Porcelana

Devem ser maciços e de porcelana impermeável e atender as exigências da NBR 5032 referentes à porosidade e tensão aplicada de alta frequência para isoladores de porcelana, comprovadas por meio de certificados de ensaios.

Características:

- a. Dimensões: conforme desenho padrão E-09.1, item 8.1;
- b. cor: cinza claro, notação MUNSSELL 5BG 7/1;
- c. resistência mecânica: conforme estipulado no ensaio de resistência mecânica do isolador descrito no item 7.3.14;
- d. distância de escoamento mínima: conforme tabela 8.1.

5.1.8.2. Polimérico

Deve ser composto por um bastão de resina, reforçado com fibra de vidro e revestido por material polimérico a base de borracha de silicone vulcanizada, livre de EPDM e suas ligas, devendo ser resistente ao trilhamento elétrico e ao intemperismo, de adequada rigidez mecânica e suportabilidade elétrica.

As dimensões e distância mínima de escoamento devem estar de acordo com o desenho padrão E-09.2, item 8.2.

5.1.9. Conectores Terminais

Os conectores terminais devem ser do tipo paralelo de parafuso, em liga de cobre, com parafusos e arruelas de pressão manufaturados em bronze ou aço inoxidável, capazes de acomodar adequadamente condutores com seções nominais entre 25 e 120 mm².

5.1.10. Parafusos, Porcas e Arruelas

Todos os parafusos e roscas existentes devem ser na escala métrica ISO, conforme as normas ABNT indicadas no item 3.

Os parafusos, porcas e arruelas de fixação dos contatos no isolador da base devem ser em aço-bronze ou aço inoxidável.

5.1.11. Dispositivo de Fixação da Cordoalha

O dispositivo de fixação da cordoalha dos elos fusíveis deve ter dimensões de modo a permitir a acomodação adequada de todos os elos utilizáveis no porta-fusível e não deve provocar danos à cordoalha, tais como esgarçamento e remoção da camada de estanho, quando fixada.

5.1.12. Deslocamento Lateral do Porta-Fusível

É admissível a ocorrência de um deslocamento lateral do porta-fusível, em relação ao terminal superior da base, quando o porta-fusível estiver na posição imediatamente antes do fechamento. Esse deslocamento, para cada lado, deve ser limitado a 15mm e ser o mais simétrico possível em relação ao terminal superior da base.

5.1.13. Esforço para Abertura da Chave

O porta-fusível depois de instalado deve permanecer firmemente fixado à base, garantindo perfeito contato elétrico e necessitando, para se desprender, de um esforço "F" aplicado ao olhal entre 8 e 17daN.

5.1.14. Elevação de Temperatura

A elevação de temperatura de qualquer parte das chaves fusíveis não deve exceder os limites indicados na tabela 5.1, onde aplicável, quando submetidas ao ensaio de elevação de temperatura descrito no item 7.3.8. A tabela 5.1 está de acordo com as normas NBRIEC 60694 e NBR 7282 e as notas explicativas apresentadas em 5.1.14.1.

5.1.14.1. Notas Explicativas da Tabela 5.1

- a. Os valores apresentados referem-se a equipamento instalado ao ar livre, temperatura ambiente não superior a 40 °C.
- b. Segundo sua função, uma mesma parte pode pertencer a diversas categorias e neste caso, devem ser considerados os menores valores de elevação de temperatura e temperatura máxima permissível.
- c. Todas as precauções necessárias devem ser tomadas para que nenhum dano seja causado aos materiais isolantes circunvizinhos.
- d. Quando partes dos contatos têm revestimentos diferentes ou uma das partes não possui revestimento, os valores de temperaturas e respectivas elevações permissíveis devem ser aqueles da parte que tem o menor valor permitido na tabela 5.1.
- e. Quando partes das conexões têm revestimentos diferentes ou uma das partes não possui revestimento, os valores de temperaturas e respectivas elevações permissíveis devem ser aqueles da parte que tem o maior valor permitido na tabela 5.1.
- f. A qualidade dos contatos revestidos deve ser tal que uma camada de material de revestimento permaneça na área de contato após os ensaios de estabelecimento e interrupção e resistência mecânica. Caso contrário, os contatos deverão ser considerados nus.
- g. Quando utilizados materiais diferentes dos apresentados na tabela 5.1, suas propriedades devem ser consideradas na determinação das temperaturas máximas admissíveis.
- h. Os valores de temperatura e de elevação de temperatura são válidos ainda que o condutor conectado aos terminais seja nu.
- i. A temperatura não deve alcançar um valor tal que a elasticidade do material seja prejudicada.

- j. As classes de material isolante são as da NBR 7034.
- k. Os valores máximos de temperatura para estes materiais são limitados somente pelo requisito de não causar danos às partes circunvizinhas.
- l. Na determinação das temperaturas dos materiais isolantes deve ser considerado que diversas partes dos elos fusíveis têm contato direto ou com seus tubinhos protetores ou com as partes internas do porta-fusível. Onde aplicável considera-se como temperatura do material isolante aquela da parte condutora vizinha. A título de referência, materiais como fibra vulcanizada (classe A), laminados à base de papel impregnados com resina fenólica (classe E), laminados de fibra de vidro (classe B) são utilizados respectivamente no revestimento interno do porta-fusível, no tubo protetor do elo fusível ou no tubo do porta-fusível;

Tabela 5.1 – Limites de Temperatura e Elevação de Temperatura para Diferentes Partes de Equipamentos de Manobra de Alta Tensão

Natureza da parte do equipamento (ver notas a,b e c)		Temperatura (°C)	Limite de elevação (K)	
Contatos (ver nota d)	Cobre nu ou liga de cobre nu	75	35	
	Prateados ou niquelados (ver nota f)	105	65	
	Estanhados (ver nota f)	90	50	
Conexões aparafusadas ou equivalentes (ver nota e)	Cobre nu, liga de cobre nu ou liga de alumínio nu	90	50	
	Prateadas ou niqueladas	115	75	
	Estanhadas	105	65	
Outros contatos ou conexões feitos de metais nus ou revestidos de outros materiais		ver nota g	ver nota g	
Terminais para conexão a condutores externos através de parafusos (ver nota h)	Nus	90	50	
	Prateados, niquelados ou estanhados	105	65	
	Outros revestimentos	ver nota g	ver nota g	
Partes metálicas atuando como molas		ver nota i	ver nota i	
Materiais usados como isolamento e partes metálicas em contato com isolamento das seguintes classes (ver nota j e l)	Y	90	50	
	A	105	65	
	E	120	80	
	B	130	90	
	F	155	115	
	Esmalte:	à base de óleo	100	60
		sintético	120	80
	H	180	140	
	C	ver nota k	ver nota k	
Partes acessíveis	Com possibilidade de toque em operação normal	70	30	
	Sem necessidade de toque em operação normal	80	40	

5.1.15. Lâmina Desligadora

Deve ser constituída de três partes, lâmina, contato superior e contato inferior, rigidamente fixadas entre si, todas em liga de cobre com teor de zinco não superior a 6 %.

O contato superior deve ser provido de olhal para operação com vara de manobra. O contato inferior deve ser provido de dispositivo adequado à adaptação da vara de manobra visando à instalação ou remoção da lâmina desligadora.

5.2. Características Elétricas

5.2.1. Tensões Nominais

As tensões nominais das chaves fusíveis se equivalem às tensões máximas de operação do sistema e estão indicadas nas colunas 2 das tabelas 8.1 e 8.2 dos desenhos padrões E-09.1 e E-09.2.

5.2.2. Corrente Nominal

As bases das chaves fusíveis devem ser projetadas para uma corrente nominal de 300A, conforme indicado nas colunas 3 das tabelas 8.1 e 8.2 dos desenhos padrões E-09.1 e E-09.2.

Os valores nominais de corrente para os portas-fusíveis estão indicados na coluna 3 da tabela 8.3 do desenho padrão E-09.3.

As lâminas desligadoras devem ser projetadas para uma corrente nominal de 300A, conforme indicado na coluna 3 da tabela 8.4 do desenho padrão E-09.4.

5.2.3. Níveis de Isolamento

Os valores de tensões suportáveis que caracterizam os níveis de isolamento das bases das chaves fusíveis estão apresentados nas tabelas 8.1 e 8.2 dos desenhos padrões E-09.1 e E-09.2.

5.2.4. Capacidade de Interrupção

Os portas-fusíveis das chaves, objeto desta especificação, devem ter valores de capacidade de interrupção mínima iguais aos apresentados nas colunas 4 e 5 da tabela 8.3 do desenho padrão E-09.3.

5.2.5. Rádio-Interferência

As chaves fusíveis devem ter um nível máximo de tensão de radio interferência de 250 μ V a 1000kHz, quando ensaiadas conforme item 7.3.22.

Os valores limites para a tensão de ensaio, valor eficaz, estão indicados na tabela 5.2.

Tabela 5.2 – Limites de Tensão para o Ensaio de Rádio-Interferência

Tensão Máxima da Chave Fusível (kV _{ef})	Tensão de Ensaio (V _{ef})
15	9.500
24,2	15.400
36,2	23.000

6. Condições de Fornecimento

6.1. Homologação

Para a homologação das chaves fusíveis junto às cooperativas pertencentes ao Sistema FECOERGS devem ser apresentados todos os ensaios de tipo previstos nesta especificação. Os ensaios devem ter sido realizados a menos de 4 anos da data da entrega do pedido de homologação. Poderão ser aceitos ensaios realizados até 8 anos desde que acompanhados de uma declaração do responsável técnico de não alteração no produto (matéria-prima, processo de fabricação e projeto) desde a data do ensaio.

Os ensaios devem ser apresentados em português ou inglês. Quando apresentados em outro idioma deverão estar acompanhados de tradução para o português efetuada por tradutor juramentado.

Após a análise dos ensaios e verificação da conformidade do equipamento com esta especificação, a FECOERGS emitirá o certificado técnico dos ensaios.

Os certificados técnicos deverão ser revalidados sempre que:

- o equipamento for modificado pelo fabricante;

- b. o equipamento apresentar problemas durante ou após o fornecimento;
- c. a FECOERGS proceder revisão nesta especificação e o equipamento passe a não atender as novas exigências.

A homologação do equipamento pela FECOERGS não eximirá o contratado de sua responsabilidade em fornecer o equipamento em plena concordância com a ordem de compra ou contrato e esta especificação, assim como, não invalidará ou comprometerá qualquer reclamação que a FECOERGS venha a fazer, baseada na existência de equipamento inadequado ou defeituoso. A homologação também não libera o equipamento da necessidade de realização dos ensaios de recebimento.

Os ensaios de tipo devem ser realizados em laboratórios reconhecidos no setor elétrico, certificados pelo INMETRO ou com equipamentos devidamente calibrados por organismos competentes. A FECOERGS faculta o direito de não aceitar ensaios realizados nos laboratórios dos fabricantes.

6.2. Acondicionamento

O acondicionamento das chaves fusíveis deve ser efetuado de modo a garantir um transporte seguro em quaisquer condições e limitações que possam ser encontradas.

A embalagem será considerada satisfatória se as chaves forem encontradas em perfeito estado na chegada ao destino. A FECOERGS considera para efeito de garantia da embalagem, o mesmo período do material e quaisquer prejuízos, decorrentes do mau acondicionamento, serão ressarcidos através de desconto na fatura do mesmo.

A embalagem final, assim como o acondicionamento parcial devem ser feitos de modo que a massa e as dimensões permitam o fácil manuseio, transporte e armazenamento do material.

A FECOERGS se reserva o direito de solicitar ao fornecedor, para sua prévia aprovação, que apresente anexo à sua proposta, desenho detalhado da embalagem com todas as suas dimensões e com a especificação dos materiais utilizados na sua confecção, os quais devem ser reutilizáveis ou recicláveis.

Cada volume deve trazer, marcadas de forma legível e indelével, as seguintes informações:

- a. nome e/ou marca comercial do fabricante;
- b. identificação completa do conteúdo;
- c. números da nota fiscal e do pedido de compra;
- d. destinatário (FECOERGS/Cooperativa solicitante);
- e. massa bruta do volume, em kg;
- f. outras informações (solicitadas no pedido).

6.3. Garantia

As chaves fusíveis e seus acessórios e/ou componentes deverão ser garantidas pelo fornecedor contra falhas ou defeitos de projeto, fabricação e acabamento pelo prazo mínimo de 12 (doze) meses a partir da data de operação do equipamento ou de 24 (vinte e quatro) meses da data de entrega do material no almoxarifado da cooperativa, prevalecendo o prazo que vencer primeiro.

Caso necessário, o fornecedor será obrigado a reparar defeitos ou substituir o equipamento defeituoso, às suas expensas, responsabilizando-se por todos os custos decorrentes, sejam de material, mão-de-obra ou transporte.

Se a falha constatada for oriunda de erro de projeto, produção ou matéria prima, tal que comprometa todas as unidades do lote, o fornecedor será obrigado a substituí-las, independente do defeito em cada uma delas.

No caso de substituição de peças ou equipamentos defeituosos, o prazo de garantia deverá ser estendido por mais 12 (doze) meses, abrangendo todas as unidades do lote.

7. Inspeção e Ensaios

7.1. Generalidades

A FECOERGS reserva-se o direito de inspecionar e ensaiar as chaves fusíveis quer no período de fabricação, quer na época de embarque, ou a qualquer momento que julgar necessário. Independentemente da realização da inspeção o fornecedor é responsável pela qualidade e desempenho do material durante o período de garantia.

O fornecedor tomará às suas expensas todas as providências para que a inspeção das chaves, por parte da FECOERGS se realize em condições adequadas, de acordo com as normas recomendadas e com esta especificação. Assim o fornecedor deverá propiciar todas as facilidades para o livre acesso aos laboratórios, às dependências onde estão sendo fabricadas, ao local de embalagem, etc., bem como fornecer pessoal habilitado a prestar informações e executar os ensaios, além de todos os instrumentos (com selo de aferição emitido por órgão devidamente credenciado, com data não superior a 12 meses,) e dispositivos necessários para realizá-los.

As datas em que os equipamentos estarão prontos para inspeção devem ser avisadas à FECOERGS com antecedência mínima de 15 (quinze) dias para fornecedor nacional e de 30 (trinta) dias para fornecedor estrangeiro.

Os custos dos ensaios de recebimento devem ser por conta do fornecedor.

Os custos da visita do inspetor da FECOERGS (locomoção, hospedagem, alimentação, homem-hora e administrativo) correrão por conta do fornecedor nos seguintes casos:

- a. se o material estiver incompleto na data indicada na solicitação de inspeção;
- b. se o laboratório de ensaio não atender às exigências desta especificação;
- c. se o material fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em sub-fornecedor, contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sede do fornecedor;
- d. devido à re-inspeção do material por motivo de recusa nos ensaios.

7.2. Classificação dos ensaios

Os ensaios previstos nesta especificação são classificados em ensaios de tipo, ensaios de recebimento e ensaios complementares e estão relacionados na tabela 7.1.

Tabela 7.1 – Relação dos Ensaios

Item	Descrição dos Ensaios	Tipo	Recebimento	Complementar
7.3.2	Inspeção Geral	X	X	
7.3.3	Acionamento mecânico	X	X	
7.3.4	Verificação dimensional	X	X	
7.3.5	Medição da resistência ôhmica de contatos	X	X	
7.3.6	Verificação da espessura do prateamento	X	X	
7.3.7	Operação mecânica	X	X	
7.3.8	Elevação de temperatura	X	X	
7.3.9	Choques térmicos	X	X	
7.3.10	Abertura automática do porta-fusível	X	X	
7.3.11	Impacto no suporte da chave	X	X	
7.3.12	Zincagem das ferragens integrantes	X	X	
7.3.13	Resistência mecânica dos ganchos e do olhal	X	X	
7.3.14	Resistência mecânica do isolador	X		X
7.3.15	Porosidade do isolador(**)	X		X
7.3.16	Resistência à torção dos parafusos dos conectores	X		X
7.3.17	Análise química da liga de cobre	X		X
7.3.18	Interfaces e conexões das ferragens integrantes (*)	X		X
7.3.19	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico	X		X
7.3.20	Tensão suportável nominal de 60 Hz a seco	X	X	
7.3.20	Tensão suportável nominal de 60 Hz sob chuva	X		X
7.3.21	Capacidade de interrupção	X		X
7.3.22	Rádio-interferência	X		X
7.3.23	Absorção de água pelo tubo do porta-fusível	X	X	
7.3.24	Rigidez dielétrica transversal do revestimento externo do tubo do porta-fusível	X		X
7.3.25	Tensão suportável 60 Hz longitudinal do revestimento externo do tubo do porta-fusível	X		X
7.3.26	Resistência ao intemperismo artificial (*)	X		X
7.3.27	Trilhamento elétrico e erosão (*)	X		X
7.3.28	Penetração de corante líquido (líquido penetrante) (*)	X		X
7.3.29	Penetração de água (*)	X		X
7.3.30	Flamabilidade (*)	X		X

Notas:

(*) Ensaios exclusivos para bases com isolador polimérico.

(**) Ensaio exclusivo para bases com isolador de porcelana

7.2.1. Ensaios de Tipo

São todos os ensaios, os quais são realizados em amostras do produto com o objetivo de verificar a conformidade do projeto com os requisitos da norma correspondente.

7.2.2. Ensaios de Recebimento

Referem-se a uma parcela dos ensaios de tipo, que são realizados em amostras do produto por ocasião do recebimento de cada lote, com o objetivo de verificar a conformidade com o projeto aprovado e homologado. Estes ensaios devem ser realizados nas instalações do fornecedor ou em laboratórios credenciados e reconhecidos pelo setor elétrico, na presença de inspetor da FECOERGS.

7.2.3. Ensaios Complementares

Com o objetivo de dirimir dúvidas ou melhor avaliar o produto, a FECOERGS reserva-se o direito de solicitar, sempre que julgar necessário, a realização de qualquer ensaio de tipo por ocasião do recebimento de cada lote.

7.3. Metodologia dos Ensaios

Os métodos de ensaio das chaves fusíveis devem obedecer ao descrito a seguir e estar de acordo com as normas e/ou documentos complementares citados no item 3 desta especificação.

7.3.1. Recomendações Comuns aos Ensaios

7.3.1.1. Montagem da chave fusível

Exceto se especificado em contrário, as chaves fusíveis da amostragem, selecionadas aleatoriamente do lote sob inspeção, devem ser montadas em uma estrutura rígida e na posição normal de utilização em serviço.

As ferragens devem ser aterradas e as conexões devem ser dispostas de maneira a não reduzir a distância normal de isolamento.

7.3.1.2. Condições para a execução dos ensaios dielétricos

A tensão para os ensaios dielétricos deve ser aplicada, sucessivamente, com um terminal de saída do gerador de impulso ou um ponto da fonte de frequência industrial conectado à terra:

- a. entre um dos terminais e todas as partes metálicas aterráveis da chave fusível equipada com porta-fusível e elo fusível, completamente montada e fechada;
- b. entre terminais:
 - no ensaio de impulso, com o porta-fusível na posição aberta e com as partes metálicas aterráveis isoladas da terra;
 - no ensaio de frequência industrial a seco e sob chuva, com o porta-fusível na posição aberta com as partes metálicas aterráveis isoladas da terra ou conectadas ao ponto médio da fonte.

7.3.2. Inspeção Geral

Antes dos ensaios, o inspetor deve fazer uma inspeção geral, comprovando se as chaves fusíveis estão em conformidade com as exigências desta especificação. Constitui falha a detecção de qualquer não conformidade, conforme orientações apresentadas a seguir.

7.3.2.1. Características Construtivas

Deve ser verificado se a chave fusível contém todos os componentes e acessórios requeridos e se as características desses componentes e acessórios (inclusive o tubo do porta-fusível e seu revestimento interno) estão de acordo com o projeto aprovado e os requisitos mencionados no item 5.1.

7.3.2.2. Acabamento

Deve atender os requisitos mencionados no item 4.8.

7.3.2.3. Identificação

Deve atender os requisitos mencionados no item 4.7.

7.3.2.4. Acondicionamento

Deve atender os requisitos mencionados no item 6.2.

7.3.2.5. Análise de Relatórios de Ensaios

Análise dos relatórios de ensaios:

- a. do isolador, quando de porcelana, conforme exigência em 5.1.8.1;
- b. das características dielétricas do tubo do porta-fusível com todas as suas partes constituintes, as quais devem atender o item 5.1.7;

7.3.3. Acionamento mecânico

Inicialmente, o porta-fusível da chave a ser ensaiada deve ser provido de um botão de elo fusível, ou dispositivo que o simule, com espessura de 4 mm, devendo a articulação inferior do porta-fusível estar travada mecanicamente. Em seguida, estando a chave fusível montada, conforme 7.3.1.1, deve ser aplicada uma tração mecânica no olhal do porta-fusível, no plano do olhal e na direção perpendicular ao eixo do porta-fusível, de valor igual a:

- a. 8daN, sem que ocorra abertura do porta-fusível;
- b. acima de 8daN até 17daN, inclusive, devendo abrir o porta-fusível.

A não conformidade de uma chave fusível com qualquer uma destas características determina a sua rejeição.

7.3.4. Verificação Dimensional

As chaves fusíveis devem ser submetidas a exame dimensional através de aparelhos de medição apropriados e, sendo detectado qualquer divergência em relação aos padrões apresentados nos desenhos 8.1 a 8.3 desta especificação, devem ser consideradas reprovadas neste ensaio.

7.3.5. Medição da Resistência Ôhmica dos Contatos

A medição da resistência ôhmica de contato é realizada para servir como referência para execução dos ensaios de operação mecânica e de elevação de temperatura, nesta ordem.

A resistência dos contatos da chave deve ser medida entre cada terminal da base e a parte metálica do porta-fusível acessível mais próxima após o contato. Os pontos e métodos utilizados devem permitir a repetição das medições dentro de uma margem de 1,0% para a chave medida. O valor da resistência deve ser a média aritmética de 3 medidas independentes.

7.3.6. Verificação da Espessura do Prateamento

A verificação deve ser feita por medição com aparelhagem apropriada. A medição é dispensada caso, imediatamente após o ensaio de operação mecânica, uma camada de prata permaneça nas áreas de contato.

Constitui falha uma espessura de camada de prata inferior à especificada em 4.8.4, caso seja efetuada medição.

7.3.7. Operação Mecânica

Inicialmente, deve-se instalar no porta-fusível da chave a ser ensaiada um botão de elo fusível, ou dispositivo que o simule, com espessura de 4 mm, e deve-se travar mecanicamente a articulação inferior do porta-fusível.

Após ser instalada e estando o circuito desenergizado, a chave fusível deve:

- a. ser operada satisfatoriamente com vara de manobra, quando instalada na condição mais desfavorável para manobra, ou seja, a operação deve ser em um ângulo de aproximadamente 45°, tanto para a direita quanto para a esquerda, sucessivamente;
- b. suportar 50 ciclos sucessivos de operação mecânica, consistindo cada ciclo na abertura e fechamento, em seqüência, da chave fusível. Os últimos 25 ciclos devem ser realizados com ferramenta auxiliar para abertura em carga.

- c. Durante a execução do ensaio não será permitido qualquer ajuste da chave fusível.

A chave fusível deve ser considerada aprovada no ensaio se, ao término deste, não apresentar falha(s) em qualquer uma de suas partes.

Após esse ensaio, deve ser realizado novamente o ensaio de acionamento mecânico, conforme 7.3.3.

7.3.8. Elevação de Temperatura

O ensaio para verificação dos limites de elevação de temperatura deve ser executado de acordo com a NBR 7282.

Constitui falha a ocorrência de elevação de temperatura, nas diversas partes do equipamento, superior aos valores especificados na tabela 5.1, onde aplicável, 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.

7.3.9. Choques Térmicos

A chave fusível deve ser submetida à seguinte seqüência de ensaios:

- a. imergir a base, durante 15 minutos, no mínimo, em um tanque contendo água a uma temperatura de 70°C acima daquela do banho frio utilizado no semi-ciclo seguinte deste ensaio;
- b. depois de completado o tempo de imersão em água quente, a base deve ser transferida rapidamente para um tanque contendo água fria, onde deve permanecer pelo mesmo tempo.
- c. Esse ciclo de aquecimento e resfriamento deve ser repetido três vezes, sucessivamente. O tempo de transferência da base de um tanque para o outro não deve exceder 30 s;
- d. após completar o 3º ciclo, a chave deve ser instalada a uma altura mínima de 4 m do solo e operada 15 vezes com vara de manobra;
- e. em seguida, a chave fusível deve ser submetida ao ensaio de tensão suportável de frequência industrial a seco, conforme 7.3.20.

A chave fusível deve ser considerada aprovada no ensaio se atender às seguintes exigências:

- a. não apresentar trincas no isolador;
- b. não apresentar quaisquer alterações nas ferragens, parafusos, contatos e molas;
- c. não ocorrer descarga disruptiva no ensaio de tensão suportável de frequência industrial a seco;
- d. a vedação inferior do isolador, caso este seja oco, não apresentar quaisquer danos e não se soltar após a execução do ensaio.

7.3.10. Abertura Automática do Porta-Fusível

Deve ser verificada a abertura automática e adequada do porta-fusível da seguinte forma:

- a. as chaves devem ser montadas em uma estrutura rígida e na posição normal de utilização em serviço;
- b. deve ser provocada a fusão do elo fusível instalado na chave por circulação de corrente (A frequência da fonte de corrente e a corrente nominal do elo não são relevantes).

A chave fusível deve ser considerada aprovada no ensaio se, após a ruptura do elo, o porta-fusível deslocar-se e permanecer na posição de repouso (aberta).

7.3.11. Impacto no Suporte de Fixação da Chave

A base da chave deve ser fixada num dispositivo rígido, conforme sugerido no desenho 8.5 desta especificação. Fixar um braço de alavanca de 300mm de comprimento como extensão do suporte da chave e aplicar um esforço dinâmico de 20N.m, perpendicular à extremidade livre do braço de alavanca. A chave deve ser considerada aprovada se não ocorrer ruptura ou deformação permanente do suporte de fixação da chave.

7.3.12. Zincagem das Ferragens Integrantes

A qualidade da camada de zinco obtida por imersão a quente deve ser avaliada através da execução dos seguintes ensaios:

- a. aderência, conforme a NBR 7398;
- b. espessura, conforme a NBR 7399;
- c. uniformidade, conforme a NBR 7400.

Constitui falha, o não atendimento de alguma peça zincada aos requisitos prescritos na REGD 007.01.01.

7.3.13. Resistência Mecânica dos Ganchos e do Olhal

Os ganchos para fixação da ferramenta de abertura em carga e o olhal do porta-fusível, este não necessariamente montado no tubo, devem ser submetidos à tração mecânica de 200daN, conforme especificado nos itens 5.1.4 e 5.1.6.

O esforço F deve ser aplicado no plano de cada gancho, na direção perpendicular ao eixo do isolador e no plano do olhal, na direção perpendicular ao eixo do tubo do porta-fusível, conforme indicado nos desenhos 8.1 e 8.2.

A chave fusível deve ser considerada aprovada no ensaio se os ganchos e o olhal não apresentarem quaisquer indícios de deformação permanente e/ou trinca(s).

7.3.14. Resistência Mecânica do Isolador

O isolador deve suportar, quando apoiado nas extremidades, a aplicação de uma força F no seu ponto médio, calculada pela fórmula:

$$F = \frac{130}{X}$$

onde:

F = força aplicada no ponto médio do isolador, em daN;

X = distância do ponto médio (ponto de engastamento da ferragem) até uma das extremidades.

A aplicação da força deve ser de acordo com a NBR 5032.

O isolador deve ser considerado aprovado no ensaio se suportar a aplicação da força sem apresentar trincas, fissuras ou rompimento.

7.3.15. Porosidade do Isolador

Este ensaio é aplicável somente às chaves fusíveis com isoladores de porcelana.

Fragmentos de porcelana de isoladores ou, mediante acordo entre fornecedor e FECOERGS, de peças de porcelana representativas e queimadas adjacentes aos isoladores, devem ser imersos numa solução alcoólica de fucsina em 1% (1g de fucsina em 100g de

álcool), sob uma pressão superior a 15MPa e por um período tal que o produto da pressão (em MPa) pelo tempo de duração do ensaio (em h) não seja inferior a 180.

Os fragmentos devem ser retirados da solução, lavados e secos, e novamente quebrados.

A chave fusível deve ser considerada aprovada no ensaio se o exame a olho nu dos fragmentos recentemente quebrados não revelar indícios de penetração do corante. A penetração em pequenas trincas surgidas durante a preparação das amostras deve ser desconsiderada.

7.3.16. Resistência à Torção dos Parafusos dos Conectores

Este ensaio deve ser executado de acordo com a NBR 5370.

7.3.17. Análise Química da Liga de Cobre

O ensaio deve ser executado conforme prescrições da NBR 6366.

Constitui falha a existência de alguma peça de cobre ou suas ligas em desacordo com o especificado no item 5.1.3.

7.3.18. Interfaces e Conexões das Ferragens Integrantes

Este ensaio aplica-se apenas as bases com isoladores poliméricos compostos, formados por um núcleo de resina reforçada com carga mineral e por um revestimento externo de borracha de silicone.

O ensaio deve ser realizado conforme NBR 15122. Os valores dos esforços mecânicos (denominados CMN na NBR 15122) e elétricos a serem aplicados são os especificados nos itens 5.1 e 5.2 desta especificação.

Os isoladores são considerados aprovados neste ensaio se atenderem as condições estipuladas nos testes de verificação do item 6.1.4 da NBR 15122.

7.3.19. Tensão Suportável Nominal de Impulso Atmosférico

As tensões suportáveis nominais de impulso atmosférico a serem utilizadas no ensaio devem estar de acordo com as tabelas 8.1, para chaves com isoladores de porcelana ou 8.2, para chaves com isoladores poliméricos.

As chaves devem ser submetidas aos ensaios de tensão suportável de impulso atmosférico a seco, realizados com tensão de polaridade positiva e negativa, utilizando-se o impulso padrão de 1,2/50µs, de acordo com a NBR 6936 e NBR 7282.

Devem ser aplicados 15 impulsos consecutivos nas condições descritas em 7.3.1.2.

As chaves devem ser consideradas aprovadas no ensaio se para cada condição o número de descargas disruptivas para a terra e entre contatos abertos, não exceder a 2 (dois) em meio isolante auto-recuperante (ar) e se não ocorrer descarga disruptiva através do meio isolante não auto-recuperante (porcelana ou polímero).

7.3.20. Tensão Suportável Nominal a Frequência Industrial

As chaves fusíveis devem ser submetidas a ensaios de tensão suportável nominal à frequência industrial durante 1 (um) minuto, nas condições a seco e sob chuva, conforme NBR 6936 e NBR 7282.

A tensão de ensaio deve ser aumentada para cada uma das condições de ensaio mencionadas em 7.3.1.2, até os valores de tensão suportável nominal indicados nas colunas 6 e 7 das tabelas 8.1 para isoladores de porcelana ou 8.2 para isoladores poliméricos.

As chaves devem ser consideradas aprovadas se não ocorrer nenhuma descarga disruptiva.

7.3.21. Capacidade de Interrupção

O ensaio deve ser realizado conforme as condições e a metodologia da NBR 7282. Durante e após os ensaios, os dispositivos fusíveis devem atender às condições descritas nesta mesma especificação, destacando-se:

- a. durante qualquer das aplicações de curto-circuito não deve ser constatada qualquer ocorrência que possa pôr em risco, nas condições típicas de uso de chaves fusíveis, operadores ou vizinhanças;
- b. após cada interrupção, o porta-fusível deve deslocar-se e permanecer na condição de repouso (aberta), não sendo permitido o arremesso do porta fusível para fora do suporte inferior da base;
- c. os tempos de arco e de fusão obtidos para cada valor de corrente dos grupos de ensaios de interrupção 1 a 5 devem estar de acordo com o especificado na NBR 5359. Como referência inicial, utilizar valores iguais aos dos elos K e T para as séries de ensaios 1 a 3. Para a série 4, utilizar 80ms., para a série 5, 150ms.

A chave fusível deve ser considerada aprovada no ensaio se atender os seguintes critérios de desempenho:

- a. não devem ocorrer descargas para a terra durante a operação;
- b. após a operação da chave fusível, os seus componentes, exceto os previstos para serem substituídos após cada operação, devem estar substancialmente nas mesmas condições iniciais, exceto no que concerne à erosão interna do tubo;
- c. após a operação, a chave fusível deve manter as propriedades dielétricas especificadas nos padrões E-09.1 e E-09.2, desenhos 8.1 e 8.2 desta especificação;
- d. após esse ensaio, deve ser realizado novamente o ensaio de acionamento mecânico conforme 7.3.3;
- e. em caso de dúvidas quanto as condições da chave, os ensaios de elevação de temperatura e dielétricos devem ser repetidos.
- f. devem ser obedecidas as características de máximo tempo de fusão e de arco definidas.

7.3.22. Rádio-Interferência

O ensaio deve ser realizado conforme as prescrições da NBR 7876, com instrumentação para medição do nível de tensão de rádio-interferência de acordo com a NBR 7875.

Constitui falha a ocorrência de tensão de rádio-interferência superior ao valor indicado em 5.2.5, quando a chave fusível estiver submetida a uma tensão de ensaio igual à indicada na tabela 5.2.

7.3.23. Absorção de Água pelo Tubo do Porta-Fusível

As amostras a serem ensaiadas devem incluir todas as partes constituintes do tubo, inclusive a fibra vulcanizada. O ensaio deve ser executado conforme a NBR 5310, para imersão em água por 24h.

A chave fusível deve ser considerada aprovada no ensaio se os resultados obtidos estiverem de acordo com 5.1.7 alínea e.

7.3.24. Verificação da rigidez dielétrica transversal do revestimento externo do tubo do porta-fusível

O ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 5405.

A chave fusível deve ser considerada aprovada no ensaio se os resultados obtidos estiverem de acordo com 5.1.7 alínea c.

7.3.25. Verificação da Tensão Suportável Longitudinal do Revestimento Externo do Tubo do Porta-Fusível

O ensaio deve ser realizado conforme a NBR 5405.

A chave fusível deve ser considerada aprovada no ensaio se os resultados obtidos estiverem de acordo com 5.1.7 alínea d.

7.3.26. Resistência ao Intemperismo Artificial

Este ensaio aplica-se aos isoladores poliméricos.

Devem ser preparados 10 (dez) corpos de prova do material das saias e do revestimento (com as respectivas identificações, se existirem), os quais devem ser obtidos preferencialmente a partir do produto final e preparados de comum acordo entre o Fornecedor e FECOERGS. Caso os corpos de prova sejam produzidos em forma de placas a partir da matéria prima do isolador, deve ser comprovado que o material dos mesmos é idêntico ao dos isoladores prontos, através de técnicas físico-químicas adequadas (infravermelho, DSC, raios-X, TGA, etc.).

Dos corpos de prova assim preparados, cinco devem ser submetidos ao ensaio de dureza inicial e cinco ao envelhecimento por radiação ultravioleta durante 2.000 horas.

O método de envelhecimento deve ser em câmara de intemperismo com lâmpada de xenônio, conforme método A da norma ASTM G-155 (com as eventuais identificações expostas diretamente à radiação ultravioleta).

Constitui falha a ocorrência de qualquer das seguintes condições:

- a. sinais de erosão superior a 0,1mm;
- b. fissuras, fraturas ou bolhas na superfície de qualquer dos corpos de prova;
- c. não legibilidade das eventuais marcas de identificação;
- d. variação na dureza do material, antes e após o envelhecimento, verificada conforme ASTM-D-2240 com durômetro "shore A", superior a 20% (valores medianos das respectivas séries de cinco corpos de prova).

7.3.27. Ensaio de Resistência ao Trilhamento Elétrico e Erosão

Este ensaio aplica-se aos isoladores poliméricos.

O ensaio deve ser realizado conforme a metodologia e as condições descritas na NBR 10296, com exceção da preparação dos corpos de prova, que devem ser obtidos preferencialmente a partir do produto final e preparados de comum acordo entre o Fornecedor e FECOERGS. Caso os corpos de prova sejam produzidos em forma de placas a partir da matéria prima do isolador, deve ser comprovado que o material dos mesmos é idêntico ao dos isoladores prontos, por meio de técnicas físico-químicas adequadas (infravermelho, DSC, raios-X, TGA, etc.).

Os isoladores são considerados aprovados neste ensaio se nas condições estipuladas na NBR10296 os corpos de prova resistirem a uma tensão maior ou igual a 3,5kV.

7.3.28. Penetração de Corante Líquido (Líquido Penetrante)

Este ensaio aplica-se aos isoladores poliméricos.

Devem ser preparados 10 (dez) corpos-de-prova a partir de isoladores prontos, por meio de cortes de seu núcleo efetuados a 90° com o eixo do mesmo, feitos por serra circular de diamante, sob água corrente. O comprimento de cada corpo de prova deve ser de 10 +/- 0,5

mm. As superfícies cortadas devem ser polidas por meio de lixa e devem ser limpas e paralelas.

Os corpos-de-prova devem ser colocados num recipiente de vidro, com os respectivos eixos na posição vertical, sobre uma camada de esferas de aço ou vidro de mesmo diâmetro (1 a 2mm), depositada no fundo do recipiente. Uma solução de 1 % de fucsina em etanol (1 grama de fucsina em 100 gramas de etanol) deve ser derramada no recipiente até atingir 2 a 3mm acima do nível das esferas.

Deve ser medido o tempo de migração da solução, por capilaridade, por dentro do núcleo, até a face superior de cada corpo-de-prova.

O isolador será considerado aprovado no ensaio se o tempo de migração (ou escoamento) da solução for superior a 15 minutos (em todos os corpos-de-prova).

7.3.29. Ensaio de Penetração de Água

Este ensaio aplica-se apenas aos isoladores poliméricos compostos, formados por um núcleo de resina reforçada com carga mineral e por um revestimento externo de borracha de silicone.

O ensaio deve ser realizado conforme NBR 15122.

Os isoladores serão considerados aprovados se durante o ensaio sob tensão elétrica, executado conforme item 6.4.2.3 da NBR 15122, não ocorrer nenhuma perfuração nem ruptura superficial.

7.3.30. Ensaio de Flamabilidade

Este ensaio aplica-se apenas aos isoladores poliméricos e destina-se a verificar o comportamento do material da cobertura quanto às suas propriedades de ignição e auto-extinção segundo NBR 15122 e IEC 60707

Este ensaio deve ser executado de acordo com a IEC 60707, método FV.

O isolador deve ser considerado aprovado se o corpo-de-prova sob ensaio pertencer à categoria FVO indicada na IEC 60707.

7.4. Relatórios de Ensaio

Os relatórios dos ensaios devem ser em formulários com as indicações necessárias à sua perfeita compreensão e interpretação conforme indicado a seguir:

- nome do ensaio;
- nome FECOERGS e nome da cooperativa do sistema;
- nome ou marca do fabricante;
- número e item da ordem de compra (se existente) da cooperativa e número da ordem de fabricação do fornecedor;
- identificação, modelo e quantidade dos equipamentos submetidos a ensaio;
- descrição sumária do processo de ensaio indicando as constantes, métodos e instrumentos empregados;
- valores obtidos no ensaio;
- resumo das características (garantidas x medidas);
- atestado com informação clara dos resultados do ensaio;
- nome do inspetor e do responsável pelos ensaios;
- data e local dos ensaios.

As chaves fusíveis somente serão liberadas pelo inspetor após a entrega de três vias do relatório dos ensaios e da verificação da embalagem e sua respectiva marcação.

7.5. Planos de Amostragem

7.5.1. Ensaios de Tipo e Complementares

As amostras para ensaios de tipo e complementares, quando não definidas na própria metodologia do ensaio devem ser formadas por 3 unidades, aleatoriamente escolhidas do lote sob inspeção, quando se tratar de ensaio complementar. As amostras devem ser distintas para cada ensaio.

As amostras para ensaios executados em corpos de prova, devem estar de acordo com o prescrito nas metodologias específicas de cada ensaio.

A amostra para o ensaio de interrupção será formada por uma única chave escolhida aleatoriamente do lote sob inspeção, quando se tratar de ensaio complementar.

As amostras para ensaios de tipo ou complementares, poderão eventualmente ser definidas através de acordo entre fornecedor e FECOERGS.

7.5.2. Ensaios de Recebimento

Os planos de amostragem aqui indicados referem-se a regime de inspeção normal. Nos casos em que a FECOERGS optar por outro regime de inspeção, serão seguidas as recomendações da NBR 5426.

No ensaio de zincagem deve ser ensaiada uma peça de cada chave fusível da amostra indicada na tabela 7.2 desta especificação.

Os ensaios de verificação da espessura do prateamento, de operação mecânica e de elevação de temperatura devem ser executados nesta ordem nas 3 unidades de chaves do lote que tenham apresentado o maior valor no ensaio de medição de resistência ôhmica.

Ao ensaio de choques térmicos, devem ser submetidas 3 unidades de chaves aleatoriamente escolhidas no lote sob inspeção.

As amostras para os demais ensaios de recebimento devem ser selecionadas conforme tabela 7.2.

Tabela 7.2 – Planos de Amostragem para Ensaios de Recebimento

Tamanho do lote	- Inspeção geral - Acionamento mecânico				- Verificação dimensional - Tensão suportável de frequência industrial a seco - Absorção de água pelo tubo do porta-fusível.				- Resistência ôhmica de contato - Zincagem - Resistência mecânica dos ganchos e do olhal - Impacto no suporte de fixação da chave fusível - Abertura automática do porta-fusível			
	Amostra		Ac	Re	Amostra		Ac	Re	Amostra		Ac	Re
	Seqüência	Tamanho			Seqüência	Tamanho			Seqüência	Tamanho		
Até 150	-	5	0	1	-	13	0	1	-	8	0	1
151 a 500	1 ^a	13	0	2	-	13	0	1	-	8	0	1
	2 ^a	13	1	2								
501 a 1200	1 ^a	20	0	3	1 ^a	32	0	2	1 ^a	20	0	2
	2 ^a	20	3	4	2 ^a	32	1	2	2 ^a	20	1	2
1201 a 3200	1 ^a	32	1	4	1 ^a	32	0	2	1 ^a	20	0	2
	2 ^a	32	4	5	2 ^a	32	1	2	2 ^a	20	1	2
3201 a 10000	1 ^a	50	2	5	1 ^a	50	0	3	1 ^a	20	0	2
	2 ^a	50	6	7	2 ^a	50	3	4	2 ^a	20	1	2

Notas:

1. Ac - número de aceitação: número máximo de unidades defeituosas que ainda permite aceitar o lote. Re - número de rejeição: número mínimo de unidades defeituosas que implica rejeição do lote.
2. Procedimento para a amostragem dupla: Ensaiar a primeira amostra; se o número de unidades defeituosas estiver entre Ac e Re (excluindo esses dois valores), ensaiar a segunda amostra. O número total de unidades defeituosas, depois de ensaiadas as duas amostras, deve ser igual ou inferior ao maior Ac especificado, para permitir a aceitação do lote.

7.6. Critérios de Aceitação e Rejeição

A aceitação das chaves fusíveis pela FECOERGS, seja pela comprovação dos valores, seja por eventual dispensa de inspeção, não eximirá o fornecedor de sua responsabilidade em entregar os equipamentos em plena concordância com a ordem de compra e com esta especificação, nem invalidará qualquer reclamação que a FECOERGS venha a fazer baseada na existência de chaves inadequadas ou defeituosas.

Por outro lado, a rejeição de chaves fusíveis em virtude de falhas constatadas pela inspeção, durante os ensaios ou em virtude de discordância com a ordem de compra ou com esta especificação, não eximirá o fornecedor de sua responsabilidade em entregar as chaves na data prometida. Se no entender da FECOERGS, a rejeição tornar impraticável a entrega na data previamente acertada, ou se tudo indicar que o fornecedor será incapaz de satisfazer os requisitos exigidos, a FECOERGS reserva-se o direito de rescindir todas as suas obrigações e adquirir os equipamentos em outra fonte, sendo o fornecedor considerado como infrator da ordem de compra, estando sujeito às penalidades aplicáveis ao caso.

As unidades defeituosas constantes de amostras aprovadas nos ensaios devem ser substituídas por novas, o mesmo ocorrendo com o total das amostras aprovadas em ensaios destrutivos.

7.6.1. Critérios para Aceitação ou Rejeição nos Ensaios de Tipo e Complementares

Se apenas uma unidade falhar em qualquer dos ensaios, deve-se repetir o ensaio de ciclos térmicos e, a seguir, o(s) ensaio(s) onde ocorreu falha, em uma amostra 2 (duas) vezes maior. Se houver nova falha, o lote será rejeitado.

Se duas ou mais unidades falharem em qualquer dos ensaios, o lote será rejeitado.

7.6.2. Critérios para Aceitação ou Rejeição nos Ensaios de Recebimento

Se alguma unidade de cada amostra falhar em qualquer um dos ensaios de verificação da espessura do prateamento, de operação mecânica, de elevação de temperatura ou de choques térmicos, o lote deve ser rejeitado.

Quanto aos demais ensaios de recebimento, as quantidades de chaves fusíveis de cada amostra, cujas falhas determinam a aceitação ou a rejeição do lote para cada ensaio, são as constantes da tabela 7.2.

8. Desenhos

8.1. Padrão E-09.1: Chave Fusível

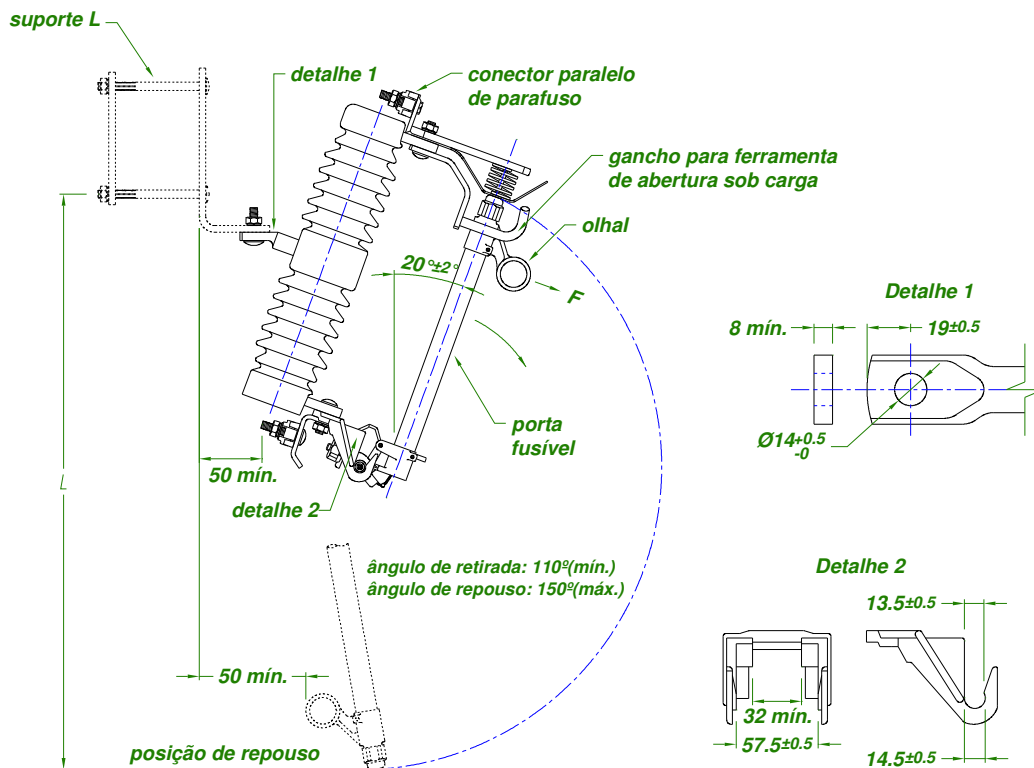


Tabela 8.1 – Características Específicas da Base

Base			Tensão Suportável Nominal (kV)				Distâncias (mm)	
Código	Tensão Máxima (kV)	Corrente Nominal (A)	Impulso Atmosférico		Frequência Industrial a Seco e Sob Chuva		Escoamento (mínima)	L (máximo)
			À Terra e Entre Pólos	Entre Contatos Abertos	À Terra e Entre Pólos	Entre Contatos Abertos		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
E-09.1/1	15	300	95	110	34	38	200	650
E-09.1/2	24,2		125	140			300	800
E-09.1/3			150	165	70	77	300	800
E-09.1/4	36,2		170	195			440	900

Notas:

- Os códigos apresentados na tabela 8.1 foram obtidos a partir das referências ABNT, particularizadas para o sistema FECOERGS.
- As partes não cotadas são de caráter orientativo, outras formas são aceitas.
- Dimensões em milímetros.

8.2. Padrão E-09.2: Chave Fusível Polimérica

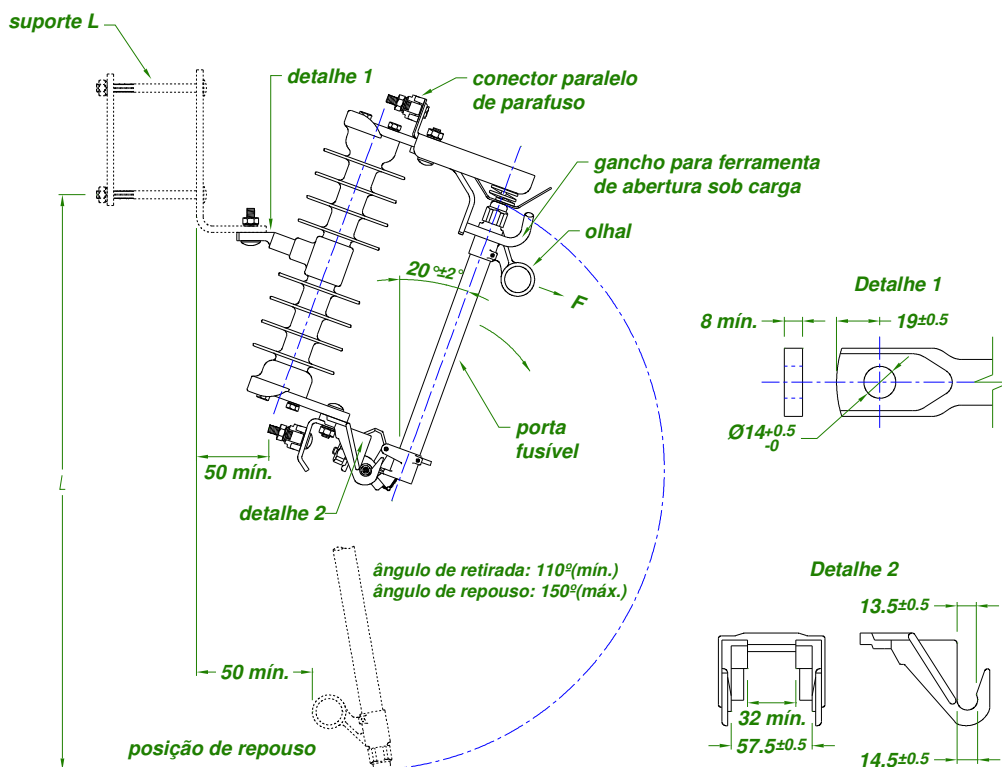


Tabela 8.2 – Características Específicas da Base Polimérica

Base			Tensão Suportável Nominal (kV)				Distâncias (mm)	
Código	Tensão Máxima (kV)	Corrente Nominal (A)	Impulso Atmosférico		Frequência Industrial a Seco e Sob Chuva		Escoamento (mínima)	L (máximo)
			À Terra e Entre Pólos	Entre Contatos Abertos	À Terra e Entre Pólos	Entre Contatos Abertos		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
E-09.2/1	15	300	95	110	34	38	320	650
E-09.2/2	24,2		125	140			440	800
E-09.2/3	36,2		150	165	70	77	440	800

Notas:

- Os códigos apresentados na tabela 8.2 foram obtidos a partir das referências ABNT, particularizadas para o sistema FECOERGS.
- As partes não cotadas são de caráter orientativo, outras formas são aceitas.
- Dimensões em milímetros.

8.3. Padrão E-09.3: Porta-Fusível Tipo C

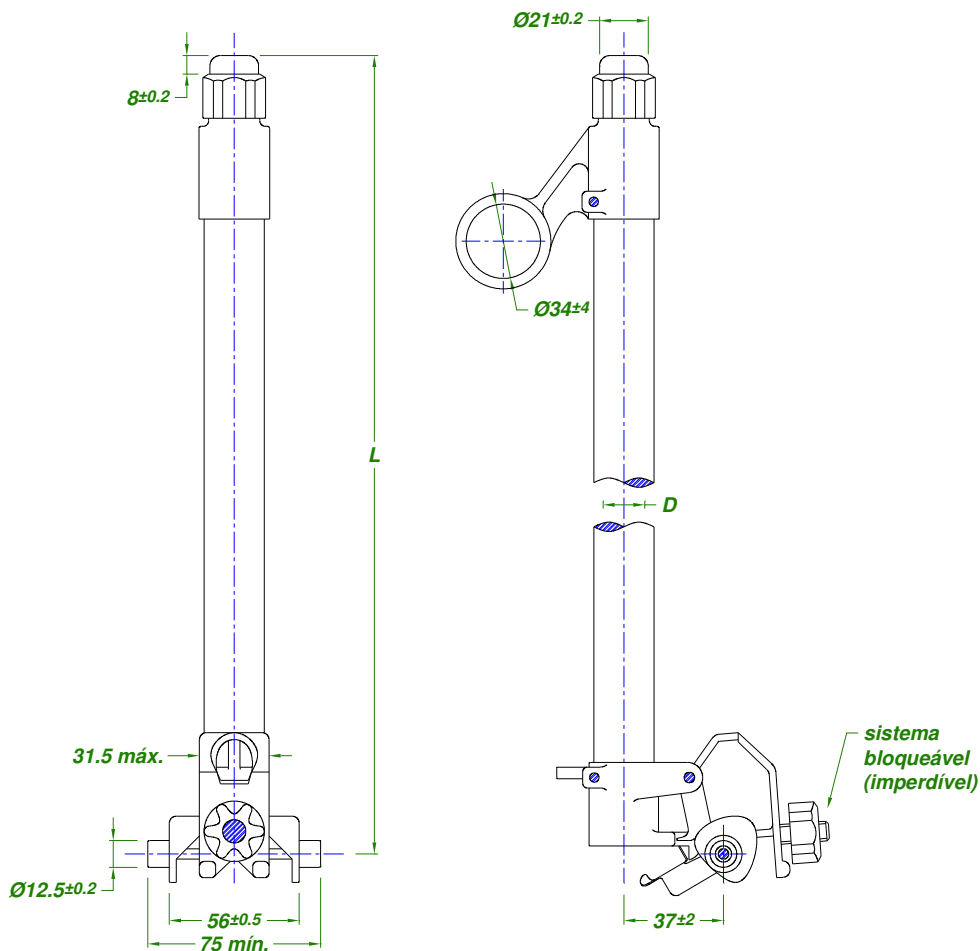


Tabela 8.3 – Características Especificas do Porta-Fusível

Código	Tensão Máxima (kV)	Corrente Nominal (A)	Capacidade de Interrupção (A)		Distâncias (mm)		
			Simétrica	Assimétrica	D		L
1	2	3	4	5	6	7	8
E-09.3/1	15	100	7.100	10.000	18	11	285 ±2
E-09.3/2		200			23	19	
E-09.3/3	24,2	100	4.500	6.300	18	11	375 ±2
E-09.3/4		200	7.100	10.000	23	19	
E-09.3/5	36,2	100	3.500	5.000	18	11	465 ±2

Notas:

- Os códigos apresentados na tabela 8.3 foram obtidos a partir das referências ABNT, particularizadas para o sistema FECOERGS.
- As partes não cotadas são de caráter orientativo, outras formas são aceitas.
- Dimensões em milímetros.

8.4. Padrão E-09.4: Lâmina Desligadora

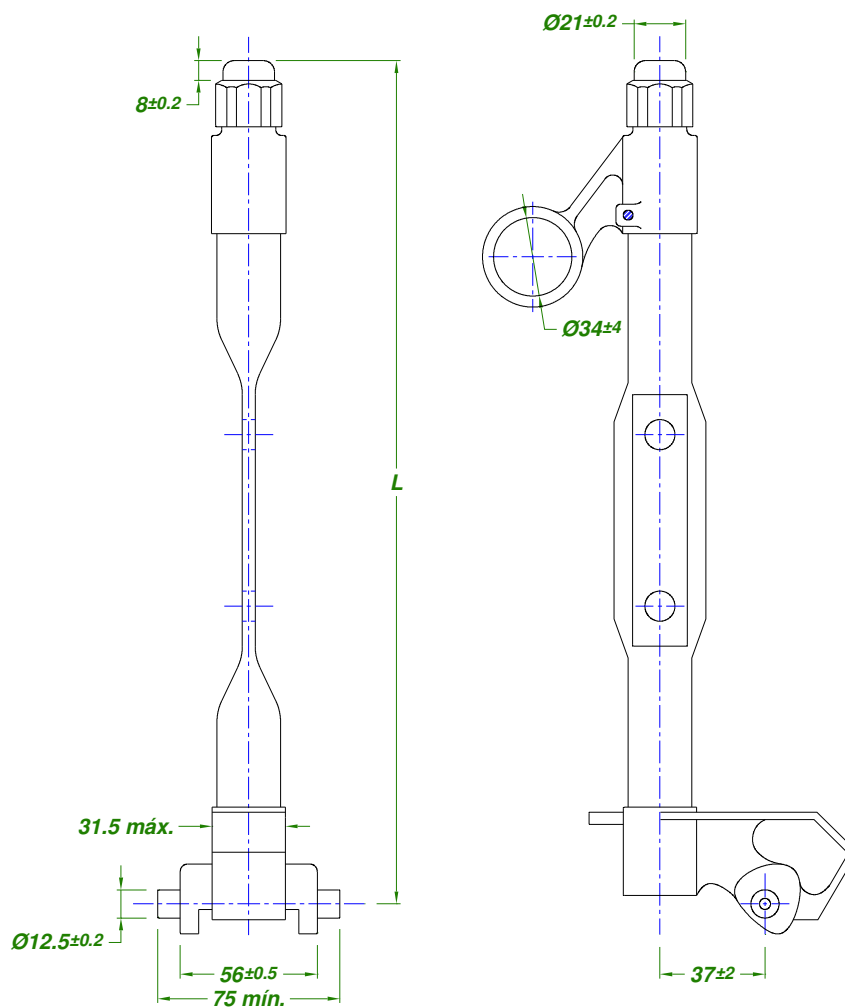


Tabela 8.4 – Características da Lâmina Desligadora

Código	Tensão Máxima (kV)	Corrente Nominal (A)	Corrente Suportável de Curta Duração, 1s (A)	Distância L
1	2	3	4	5
E-09.4/1	15	300	8000	285 ± 2
E-09.4/2	24,2			375 ± 2
E-09.4/3	36,2			465 ± 2

Notas:

- Os códigos apresentados na tabela 8.4 foram obtidos a partir das referências ABNT, particularizadas para o sistema FECOERGS.
- As partes não cotadas são de caráter orientativo, outras formas são aceitas.
- Dimensões em milímetros.

8.5. Detalhe para o Ensaio de Impacto no Suporte da Chave

