

*Capacitores de potência em  
derivação até 36,2 kV*

*ENERGISA/GTD-NRM/Nº032/2021*

**Especificação Técnica Unificada**  
ETU - 157.1

Versão 1.1 - Novembro / 2022



## Apresentação

Nesta Especificação Técnica apresenta os requisitos mínimos e as diretrizes necessárias para a padronização das características e requisitos mínimos mecânicos e elétricos exigidos para fornecimento de capacitores de potência, em derivação, em classe de tensão até 36,2 kV, nas concessionárias de distribuição do grupo Energisa S.A.

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

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

A presente revisão desta Especificação Técnica é a versão 1.1, datada de Novembro de 2022.

**Cataguases - MG., Novembro de 2022.**

**GTD - Gerência Técnica de Distribuição**

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





## Equipe técnica de revisão da ETU-157.1 (versão 1.1)

**Acassio Maximiano Mendonca**

Grupo Energisa

**Hitalo Sarmiento de Sousa Lemos**

Grupo Energisa

**Augustin Gonzalo Abreu Lopez**

Grupo Energisa

**Ricardo Campos Rios**

Grupo Energisa

**Danilo Maranhão de Farias Santana**

Grupo Energisa

**Ricardo Machado de Moraes**

Grupo Energisa

**Eduarly Freitas do Nascimento**

Grupo Energisa

**Tercius Cassius Melo de Moraes**

Grupo Energisa

**Gilberto Teixeira Carrera**

Grupo Energisa



## Aprovação técnica

**Ademálio de Assis Cordeiro**

Grupo Energisa

**Juliano Ferraz de Paula**

Energisa Sergipe

**Fabio Lancelotti**

Energisa Minas Gerais / Energisa Nova Friburgo

**Marcelo Cordeiro Ferraz**

Dir. Suprimentos Logística

**Fabício Sampaio Medeiros**

Energisa Mato Grosso

**Paulo Roberto dos Santos**

Energisa Mato Grosso do Sul

**Fernando Espíndula Corradi**

Energisa Rondônia

**Ricardo Alexandre Xavier Gomes**

Energisa Acre

**Guilherme Damiance Souza**

Energisa Tocantins

**Rodrigo Brandão Fraiha**

Energisa Sul-Sudeste

**Jairo Kennedy Soares Perez**

Energisa Borborema / Energisa Paraíba

# Sumário

1	OBJETIVO.....	8
2	CAMPO DE APLICAÇÃO.....	8
3	OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS.....	8
4	NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES.....	8
4.1	LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO FEDERAL .....	9
4.2	NORMA TÉCNICA BRASILEIRA .....	10
4.3	NORMA TÉCNICA INTERNACIONAL.....	12
5	TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES .....	14
5.1	UNIDADE CAPACITIVA .....	14
5.2	ELEMENTO CAPACITIVO .....	14
5.3	FUSÍVEL INTERNO .....	15
5.4	FREQUÊNCIA NOMINAL ( $F_N$ ) .....	15
5.5	TERMINAIS DE LINHA.....	15
5.6	TENSÃO NOMINAL ( $U_N$ ) .....	15
5.7	ENSAIOS DE RECEBIMENTO .....	15
5.8	ENSAIOS DE TIPO .....	15
5.9	ENSAIOS ESPECIAIS .....	15
6	CONDIÇÕES GERAIS .....	16
6.1	CONDIÇÕES DO SERVIÇO .....	16
6.2	LINGUAGENS E UNIDADES DE MEDIDA .....	17
6.3	ACONDICIONAMENTO .....	17
6.4	MEIO AMBIENTE .....	19
6.5	EXPECTATIVA DE VIDA ÚTIL .....	20
6.6	GARANTIA .....	20
6.7	INCORPORAÇÃO AO PATRIMÔNIO DA ENERGISA .....	21
6.8	MANUAL DE INSTRUÇÕES.....	21
6.9	AValiação TÉCNICA DO MATERIAL .....	22
6.10	ETIQUETA AUTOADESIVA .....	22
7	CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS .....	23
7.1	TENSÃO NOMINAL .....	23
7.2	CORRENTE MÁXIMA PERMISSÍVEL.....	23
7.3	NÍVEL DE ISOLAMENTO.....	23
7.4	FREQUÊNCIA NOMINAL.....	23
7.5	POTÊNCIA NOMINAL .....	23
7.6	PERDAS .....	24

8	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS .....	24
8.1	MATERIAIS .....	24
8.1.1	Tanque do equipamento.....	24
8.1.2	Buchas isolante .....	25
8.1.3	Líquido isolante.....	25
8.1.4	Partes condutoras .....	26
8.1.5	Terminais de linha.....	26
8.1.6	Dispositivo de descarga .....	26
8.1.7	Proteção da unidade capacitiva.....	26
8.1.8	Capas protetoras .....	26
8.2	CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS .....	27
8.3	PLACA DE IDENTIFICAÇÃO .....	27
9	PINTURA.....	28
9.1	CONDIÇÕES GERAIS .....	28
9.2	ACABAMENTO EXTERNO.....	29
10	INSPEÇÃO E ENSAIOS.....	29
10.1	GENERALIDADES.....	29
10.2	RELAÇÃO DE ENSAIOS.....	33
10.2.1	Ensaio de tipo (T) .....	33
10.2.2	Ensaio de recebimento (RE) .....	34
10.2.3	Ensaio especiais (E).....	35
10.3	DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS.....	36
10.3.1	Inspeção visual .....	36
10.3.2	Verificação dimensional.....	36
10.3.3	Ensaio de estabilidade térmica .....	37
10.3.4	Ensaio de medição do fator de perdas à temperatura elevada .....	37
10.3.5	Ensaio de tensão suportável de impulso atmosférico entre terminais e tanque	37
10.3.6	Ensaio de descarga de curto-circuito .....	37
10.3.7	Ensaio de tensão residual.....	37
10.3.8	Ensaio de estanqueidade.....	38
10.3.9	Ensaio de tensão suportável nominal entre terminais.....	38
10.3.10	Ensaio de tensão suportável nominal entre terminais e tanque .....	38
10.3.11	Ensaio de medição da capacitância .....	38
10.3.12	Ensaio de medição do fator de perdas .....	38
10.3.13	Ensaio de medição da resistência ôhmica do dispositivo interno de descarga	39
10.3.14	Ensaio físico-químico do líquido isolante .....	39
10.3.14.1	Ensaio de tensão interfacial .....	39
10.3.14.2	Ensaio de teor de água .....	39

10.3.14.3	Ensaio de rigidez dielétrica por eletrodo de disco .....	39
10.3.14.4	Ensaio de rigidez dielétrica por eletrodo de calota.....	39
10.3.14.5	Ensaio de fator de perdas dielétricas ou fator de dissipação.....	40
10.3.14.6	Ensaio de índice de neutralização .....	40
10.3.14.7	Ensaio de teor de bifenilaspolicloradas (PCB) .....	40
10.3.15	Ensaio na pintura do tanque .....	40
10.3.15.1	Ensaio de aderência .....	40
10.3.15.2	Ensaio de espessura de camada de tinta .....	40
10.3.16	Ensaio de verificação da espessura do prateamento .....	41
10.3.17	Ensaio de verificação da espessura da estanhagem.....	41
10.4	RELATÓRIO DE INSPEÇÃO .....	41
11	PLANO DE AMOSTRAGEM .....	42
11.1	ENSAIOS DE TIPO .....	42
11.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO .....	43
11.3	ENSAIOS ESPECIAIS .....	43
12	ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO .....	43
12.1	ENSAIOS DE TIPO .....	43
12.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO .....	43
13	NOTAS COMPLEMENTARES .....	44
14	HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO .....	44
15	VIGÊNCIA .....	45
16	TABELAS.....	46
	TABELA 1 - Característica técnica das unidades capacitivas .....	46
	TABELA 2 - Plano de amostragem para os ensaios recebimento .....	49
	TABELA 3 - Relação de ensaios.....	52
17	DESENHOS .....	53
	DESENHO 1 - Unidades capacitivas .....	53
	DESENHO 2 - Etiqueta padrão .....	54
18	ANEXOS .....	55
	ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas .....	55
	ANEXO 2 - Quadro de desvios técnicos e exceções .....	58

## 1 OBJETIVO

Esta Especificação Técnica estabelece os requisitos técnicos mínimos exigíveis, mecânicos e elétricos, para fabricação, ensaios e recebimento de Unidades Capacitivas, monofásica, sem fusível interno, para instalação externa, a serem usados no sistema de distribuição de energia da Energisa.

## 2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplicam-se às montagens das unidades capacitivas integrantes de estruturas de banco de capacitores de redes aéreas e subestações de distribuição energia (SED), com classe de tensão até 36,2 kV, situado em áreas urbanas e rurais, previstas nas normas técnicas, vigentes nas Empresas do Grupo Energisa.

Esta Especificação Técnica não se aplica a capacitores de potência com tensão nominal inferior a 1,0 kV e/ou superior a 69,0 kV.

## 3 OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS


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

## 4 NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Esta Especificação Técnica foi baseada no seguinte documento:

- ABNT NBR 5282, Capacitores de potência em derivação para sistema de tensão nominal acima de 1000 V - Especificação
- IEC 60871-1 - Shunt capacitors for a.c. power systems having a rated voltage above 1.000 V - Part 1: General





Como forma de atender aos processos de fabricação, inspeção e ensaios, as unidades capacitivas 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
- Lei Federal N.º 14.250, de 25/11/2021, Dispõe sobre a eliminação controlada de materiais, de fluidos, de transformadores, de capacitores e de demais equipamentos elétricos contaminados por bifenilas policloradas (PCBs) e por seus resíduos
- 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
- 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 CONAMA N.º 1, de 23/01/1986, Dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA
- Resolução CONAMA N.º 237, de 19/12/1997, Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente
- Norma Regulamentadora N.º 10 (NR-10), Segurança em instalações e serviços em eletricidade
- Norma Regulamentadora N.º 17 (NR-17), Ergonomia
- Norma Regulamentadora N.º 35 (NR-35), Trabalho em altura

## 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 NBR 5034, Buchas para tensões alternadas superiores a 1 kV
- ABNT NBR 5456, Eletricidade geral - Terminologia
- ABNT NBR 5460, Sistemas elétricos de potência
- ABNT NBR 6234, Óleo mineral isolante - Determinação da tensão interfacial de óleo-água pelo método do anel - Método de ensaio

- 
- ABNT NBR 6869, Líquidos isolantes elétricos - Determinação da rigidez dielétrica (eletrodos de disco)
  - ABNT NBR 6939, Coordenação de isolamento - Procedimento
  - 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 8186, Guia de aplicação de coordenação de isolamento
  - ABNT NBR 8603, Fusíveis internos para capacitores de potência - Requisitos de desempenho e ensaios
  - ABNT NBR 10443, Tintas e vernizes - Determinação da espessura da película seca sobre superfícies rugosas - Método de ensaio
  - ABNT NBR 10710, Líquido isolante elétrico - Determinação do teor de água
  - ABNT NBR 11003, Tintas - Determinação da aderência
  - ABNT NBR 12133, Líquidos isolantes elétricos - Determinação do fator de perdas dielétricas e da permissividade relativa (constante dielétrica) - Método de ensaio
  - ABNT NBR 12479, Capacitores de potência em derivação, para sistema de tensão nominal acima de 1000 V - Características elétricas e construtivas - Padronização
  - ABNT NBR 13882, Líquidos isolantes elétricos - Determinação do teor de bifenilas policloradas (PCB)
  - ABNT NBR 14248, Produtos de petróleo - Determinação do número de acidez e de basicidade - Método do indicador
  - ABNT NBR 15158, Limpeza de superfícies de aço por produtos químicos

- ABNT NBR IEC 60060-1, Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão - Parte 1: Definições gerais e requisitos de ensaio
- ABNT NBR IEC 60156, Líquidos isolantes - Determinação da rigidez dielétrica à frequência industrial - Método de ensaio
- ABNT NBR ISO/IEC 17025, Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração

### 4.3 Norma técnica internacional

- ASTM B545, Standard specification for electrodeposited coatings of tin
- ASTM D1533, Standard test method for water in insulating liquids by coulometric karl fischer titration
- ASTM D877/D877M, Standard test method for dielectric breakdown voltage of insulating liquids using disk electrodes
- ASTM D924, Standard test method for dissipation factor (or power factor) and relative permittivity (dielectric constant) of electrical insulating liquids
- ASTM D971, Standard test method for interfacial tension of insulating liquids against water by the ring method
- ASTM D974, Standard test method for acid and base number by color-indicator titration
- IEC 60721-1, Classification of environmental conditions - Part 1: Environmental parameters and their severities
- IEC 60721-2-4, Classification of environmental conditions - Part 2-4: Environmental conditions appearing in nature - Solar radiation and temperature
- IEC 60871-4, Shunt capacitors for AC power systems having a rated voltage above 1 000 V - Part 4: Internal fuses

- IEC TS 60871-2, Shunt capacitors for a.c. power systems having a rated voltage above 1 000 V - Part 2: Endurance testing
- IEC TS 60871-3, Shunt capacitors for a.c. power systems having a rated voltage above 1000 V - Part 3: Protection of shunt capacitors and shunt capacitor banks
- ISO 2409, Paints and varnishes - Cross-cut test
- ISO 2859, Sampling procedures for inspection by attributes
- ISO 8501-1, Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Visual assessment of surface cleanliness - Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings
- SSPC-SP 1, Solvent cleaning
- SSPC-SP 8, Pickling standard

#### NOTAS:

- I. Todas as normas ABNT mencionadas acima devem estar à disposição do inspetor da Energisa no local da inspeção;
- II. Todos os materiais que não são especificamente mencionados nesta 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;
- III. A utilização de normas de quaisquer outras organizações credenciadas será permitida, desde que elas assegurem uma qualidade igual, ou melhor, que as anteriormente mencionadas e não contradigam a presente Especificação Técnica;
- IV. 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
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- NBR - Norma Brasileira
- NM - Norma Mercosul
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- IEC - International Electrotechnical Commission
- ISO - International Organization for Standardization
- SSPC - Society for Protective Coatings

## 5 TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES

A terminologia adotada nesta Especificação Técnica corresponde a das normas ABNT NBR 5469 e ABNT NBR 5282, complementadas pelos seguintes termos:

### 5.1 Unidade capacitiva

Conjunto de um ou mais elementos capacitivos montados numa só tanque, com terminais acessíveis.

### 5.2 Elemento capacitivo

Parte indivisível de um capacitor de potência, consistindo em placas separadas por um dielétrico.

### 5.3 Fusível interno

Fusível ligado internamente à unidade capacitiva, em série com um elemento capacitivo ou grupo de elementos capacitivos.

### 5.4 Frequência nominal ( $f_n$ )

Frequência para a qual o capacitor é projetado.

### 5.5 Terminais de linha

Terminais destinados a serem ligados às fases do circuito externo.

### 5.6 Tensão nominal ( $U_n$ )

Valor eficaz da tensão senoidal para a qual o capacitor é projetado.

### 5.7 Ensaio de recebimento

O objetivo dos ensaios de recebimento é verificar as características de um material que podem variar com o processo de fabricação e com a qualidade do material componente.


Estes ensaios devem ser executados sobre uma amostragem de materiais escolhidos aleatoriamente de um lote que foi submetido aos ensaios de rotina.

### 5.8 Ensaio de tipo

O objetivo dos ensaios de tipo é verificar as principais características de um material que dependem de seu projeto.

Os ensaios de tipo devem ser executados somente uma vez para cada projeto e repetidos quando o material, o projeto ou o processo de fabricação do material for alterado ou quando solicitado pelo comprador.

### 5.9 Ensaio especiais



O objetivo dos ensaios especiais é avaliar materiais com suspeita de defeitos, devendo ser executados quando da abertura de não-conformidade, sendo executados em unidades recolhidas em cada unidade de negócio.

Este tipo de ensaio é executado e custeado pela Energisa.

## 6 CONDIÇÕES GERAIS

As unidades capacitivas 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.

### 6.1 Condições do serviço

As unidades capacitivas tratados nesta Especificação Técnica devem ser adequados para operar nas seguintes condições:

- a) Altitude não superior a 1.000 metros acima do nível do mar;
- b) Temperatura:
  - Máxima do ar ambiente: 55 °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/m<sup>2</sup>), valor correspondente a uma velocidade do vento de 122,4 km/h;



- d) Umidade relativa do ar até 100 %;
- e) Nível de radiação solar: 1,1 kW/m<sup>2</sup>, com alta incidência de raios ultravioleta, conforme IEC 60721-2-4;
- f) Precipitação pluviométrica: média anual de 1.500 a 3.000 milímetros;
- g) Classe de severidade de poluição local (SPS) leve e médio, conforme ABNT IEC/TS 60815-1;
- h) Vibrações insignificantes devido a causas externas aos isoladores ou devido a tremores de terra, conforme IEC 60721-1.

## 6.2 Linguagens e unidades de medida

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

Todas as instruções, relatórios de ensaios técnicos, desenhos, legendas, manuais técnicos etc., a serem enviados pelo fabricante, bem como as placas de identificação, devem ser escritos em português.


### NOTA:

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

## 6.3 Acondicionamento

As unidades capacitivas devem ser acondicionadas em embalagem de madeira para no máximo 3 (três) unidades, não retornáveis, obedecendo às seguintes condições:

- a) Devem ser de madeira de boa qualidade, reforçadas, contendo suporte para apoio e marcação dos pontos e sentidos de içamento;

- 
- b) Ser isentos de trincas, rachaduras ou qualquer outro tipo de defeito e não apresentar pontas ou cabeças de pregos ou parafusos que possam danificar as unidades capacitivas;
- c) Serem adequadamente embalados de modo a garantir o transporte (ferroviário, rodoviário, hidroviário, marítimo ou aéreo) seguro até o local do armazenamento ou instalação em qualquer condição que possa ser encontrada (intempéries, umidade, choques etc.) e ao manuseio;
- d) A embalagem deve ser feita de modo que o peso e as dimensões sejam conservados dentro de limites razoáveis a fim de facilitar o manuseio, o armazenamento e o transporte. As embalagens devem ser construídas de modo a possibilitar:
- Uso de empilhadeiras e carro hidráulico;
  - Carga e descarga com o uso de pontes rolantes;

#### NOTAS:

- VI. A madeira utilizada para a confecção da embalagem não deve conter substâncias ou produtos passíveis de agredir o meio ambiente quando do descarte ou reaproveitamento dessas embalagens;
- VII. Madeira empregada deve ter qualidade no mínimo igual à do pinho de segunda e certificada pelo IBAMA.

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

- a) Nome ou Marca 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 do conteúdo;
- g) Número do pedido de compra;
- h) Massa líquida, em quilogramas (kg);
- i) Massa bruta, em quilogramas (kg);
- j) ABNT NBR 5282 / IEC 60871-1;
- k) Número e quaisquer outras informações especificadas na Ordem de Compra de Material (OCM).

#### NOTAS:

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

## 6.4 Meio ambiente

O fornecedor nacional deve cumprir, rigorosamente, em todas as etapas da fabricação, do transporte e do recebimento das unidades capacitivas, 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 unidades capacitivas, até a entrega no local indicado pela Energisa. Ocorrendo transporte em território brasileiro, os fabricantes e fornecedores estrangeiros devem cumprir a

legislação ambiental brasileira e as demais legislações federais, estaduais e municipais aplicáveis.

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

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

## 6.5 Expectativa de vida útil

As unidades capacitivas devem ter uma expectativa de vida útil, mínima, de 30 (trinta) anos a partir da data de fabricação, contra qualquer falha das unidades do lote fornecidas, baseada nos seguintes termos e condições:


- Não se admitem falhas, no decorrer dos primeiros 20 (vinte) anos de vida útil, provenientes de processo fabril;
- A partir do 20º ano, admite-se 0,5 % de falhas para cada período de 5 (cinco) anos, acumulando-se, no máximo, 1,0 % de falhas no fim do período de vida útil.

### NOTA:

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

## 6.6 Garantia

O fornecedor deve proporcionar garantia de 24 (vinte e quatro) meses, a partir da data de fabricação, ou 18 (dezoito) após a data de início de utilização, prevalecendo o prazo referente ao que ocorrer primeiro, contra qualquer defeito de fabricação, material e acondicionamento.



Caso as unidades capacitivas apresentem qualquer tipo de defeito ou deixem de atender aos requisitos exigidos pela Energisa, um novo período de garantia de 12 (doze) meses de operação satisfatória, a partir da solução do defeito, deve entrar em vigor para o lote em questão.

As despesas com mão-de-obra, decorrentes da retirada e instalação de conectores comprovadamente com defeito de fabricação, bem como o transporte destes entre o almoxarifado da concessionária e o fornecedor, incidirão sobre o último.

## 6.7 Incorporação ao patrimônio da Energisa

Somente serão aceitas unidades capacitivas, em obras particulares, para incorporação ao patrimônio da Energisa que atendam as seguintes condições:

- a) Provenientes de fabricantes cadastrados/homologados pela Energisa;
- b) Deverão ser novos, com período máximo de 24 (vinte e quatro) meses da data de fabricação, não se admitindo, em hipótese nenhuma, unidades usadas e/ou recuperadas;
- c) Deverá acompanhar a (s) nota (s) fiscal (is), bem como, os relatórios de ensaios em fábrica, comprovando sua aprovação nos ensaios de rotina e/ou recebimento, previstos nesta Especificação Técnica.

### NOTA:

- XI. A critério da Energisa, as unidades capacitivas 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.

## 6.8 Manual de instruções

As unidades capacitivas 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.

## 6.9 Avaliação técnica do material

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

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

### NOTA:

XII. O fabricante deve declarar no momento da avaliação técnica do material (AVT) as dimensões máximas de expansão térmicas unilaterais e totais.

## 6.10 Etiqueta autoadesiva

As unidades capacitivas deverão utilizar óleo mineral isolante, isento de PCB para seu preenchimento, utilizando para identificação etiqueta autoadesiva conforme Desenho 2.

A etiqueta deverá ser do tipo autocolante, para uso ao tempo e ser impressa em fundo branco ou na segunda cor de impressão da embalagem que ofereça o maior contraste possível, na cor preta, notação Munsell N.º NA/1 e 2 % R.

## 7 CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS

### 7.1 Tensão nominal

As unidades capacitivas devem ter tensões nominais compatíveis para a operação nos sistemas com tensão nominal, conforme Tabela 1, em estrela não aterrada, devendo operar em serviço contínuo ou intermitente, sem diminuição de sua vida útil, com até 110 % da tensão nominal.

### 7.2 Corrente máxima permissível

As unidades capacitivas devem ser capazes de suportar continuamente uma corrente de valor eficaz igual a 1,31 vez a corrente nominal ( $I_n$ ), excluindo os transitórios.

### 7.3 Nível de isolamento

O nível de isolamento do elemento capacitivo deve ser, pelo menos, igual ao nível de isolamento do sistema ao qual o elemento está ligado.

O nível de isolamento é definido conforme os valores da Tabela 1.

### 7.4 Frequência nominal

A frequência nominal é de 60 Hz.

### 7.5 Potência nominal

As unidades capacitivas são padronizadas na Tabela 1.

Os capacitores devem operar, satisfatoriamente, até 135 % da potência nominal de operação.

Esta potência reativa máxima resultará de:

- a) o kVAr devido ao excesso de tensão acima do classificado como nominal, para uma frequência nominal, mas dentro da limitação de que a máxima tensão de operação dos capacitores será de 110 % da tensão nominal de operação;

- b) o kVAr devido a outras frequências maiores que a nominal ou a tensões harmônicas que se somam ao kVAr na frequência nominal;
- c) o kVAr em excesso além do nominal é classificado conforme a tolerância de fabricação.

**NOTA:**

**XIII. O limite de 135 % não pode ser excedido se a potência reativa descrita nas alíneas a, b e c está presente simultaneamente.**

## 7.6 Perdas

As perdas elétricas máximas admitidas são de 0,5 W/kVAr, referidas à tensão e a frequência nominais e temperatura de 20 °C.

# 8 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

As unidades capacitivas devem ser monofásicas, com o dielétrico do tipo “só filme” e adequadas à instalação externa.

O valor máximo da solicitação no dielétrico do elemento capacitivo seco (antes da impregnação) deve ser conforme apresentado a seguir:

- a) Capacitor com tecnologia de margem dobrada ou corte a laser: 65,3 kV/mm;
- b) Capacitor com margem convencional: 53 kV/mm.


As unidades capacitivas devem ser fornecidas com fusíveis externos do tipo expulsão.

## 8.1 Materiais

### 8.1.1 Tanque do equipamento

A tanque deve ser fabricada em aço inoxidável e projetada de forma a evitar acumulação de água em sua superfície.





Para evitar a ocorrência de microtrincas na solda do tanque, esta deve ser confeccionada em aço inoxidável ferrítico, estabilizado e seus procedimentos compatíveis com o tipo de aço utilizado, não devendo apresentar estrutura martensítica na região da solda (cordão de solda e zona termicamente afetada).

O tanque deve ser completamente estanque, hermeticamente fechado, para permitir resistência às alterações de pressões internas. A tanque deve ser construída de forma a ter uma probabilidade de ruptura de no máximo 10 %.

O formato do tanque deve ser retangular, conforme o Desenho 1.

A alça de fixação deve ser adequada para aterramento do tanque.

### 8.1.2 Buchas isolante

As buchas isolantes devem ser de porcelana vitrificada, na cor marrom, notação Munsell 5,0 YR 3,0/3,0 ou notação RAL 8016 ou na cor cinza-claro, notação Munsell N 6.5, com características compatíveis com seus respectivos enrolamentos e devem estar de acordo a ABNT NBR 5034 e ser soldadas à tanque.

#### NOTA:

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

### 8.1.3 Líquido isolante

O óleo mineral isolante (OMI), antes do contato com o equipamento, deve ser conforme uma das alternativas a seguir:

- a) Mineral tipo A (base naftênica);
- b) Mineral tipo B (base parafínica).

#### NOTA:

XV. Os óleos minerais isolantes (OMI) devem estar de acordo com as resoluções vigentes da ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis).

#### 8.1.4 Partes condutoras

Todas as partes condutoras da unidade capacitiva e dos acessórios devem ser projetadas para conduzir continuamente uma corrente elétrica de valor igual a 1,31 vezes a corrente nominal correspondente, nas condições estabelecidas na ABNT NBR 5282.

#### 8.1.5 Terminais de linha

Os terminais devem ser providos de contra porca ou conectores rosqueados em sua parte inferior de forma a minimizar o torque nos conjuntos terminal-bucha e buchanque, apropriados para ligação de condutores de cobre ou alumínio, com seção transversal mínima entre 10 e 70 mm<sup>2</sup>, conforme Desenho 1, preso por meio de um parafuso de rosca M12 x 1,75 mm, e confeccionados em liga de cobre ou cobre eletrolítico, estanhados, com camada mínima de 8 µm, ou prateados, com camada mínima de 2 µm.

#### 8.1.6 Dispositivo de descarga


Os capacitores devem ser equipados internamente com dispositivo de descarga, capaz de reduzir a tensão residual para 50 V ou menos, em 5 minutos no máximo após seu desligamento.

O fabricante deverá anexar à proposta a curva de descarga do capacitor (tempo e tensão residual).

#### 8.1.7 Proteção da unidade capacitiva

As unidades capacitivas devem ser fornecidas com fusíveis externos do tipo expulsão.

#### 8.1.8 Capas protetoras



As capas protetoras consistem em uma peça monobloco, moldada em borracha de silicone, sem partes metálicas, resistente aos raios ultravioleta (UV), ao intemperismo e ao trilhamento elétrico, conter sistema de termo e foto estabilização e deve estar em conformidade com os critérios de poluição estabelecidos na ABNT IEC/TS 60815-1.

**NOTA:**

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

## 8.2 Características dimensionais

Os materiais devem possuir formato e dimensões, conforme Desenho 1.

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

## 8.3 Placa de identificação

Toda unidade capacitiva deve possuir uma placa de identificação de aço inoxidável ou alumínio, com espessura mínima de 0,5 mm, fixada de maneira adequada, de forma a não se soltar durante a vida útil do equipamento.

Deve ser marcado de forma legível e indelével, com gravações em baixo relevo, no mínimo:

- a) Nome ou marca do fabricante;
- b) A inscrição: “CAPACITOR DE POTÊNCIA EM DERIVAÇÃO”;
- c) Tipo do capacitor;
- d) Data (mês e ano) da fabricação e número de série;
- e) Potência nominal, em quilovolt-ampère-reativo (kVAr);
- f) Tensão nominal, em volts (V) ou quilovolts (kV);

- g) Frequência nominal, em hertz (Hz);
- h) Capacitância medida (C) em  $\mu\text{F}$  ou relação  $C/C_n$  (onde  $C_n$  é a capacitância nominal);
- i) Categoria de temperatura;
- j) A inscrição: Contém dispositivo interno de descarga;
- k) Nível de isolamento, conforme esta Especificação;
- l) Nome químico ou comercial do impregnante, seguido da palavra Biodegradável;
- m) ABNT NBR 5282;
- n) Massa, em quilograma (kg);
- o) Número do pedido de compra.

## 9 PINTURA

### 9.1 Condições gerais

A pintura deve ser aplicada após a preparação da superfície. Deve ser utilizado o método de esguicho (“flooding”).

Medida de espessura da película seca não deve contemplar a rugosidade da chapa, isto é, a espessura deve ser medida acima dos picos.

O desengraxe das superfícies, interna e externa, deve ser realizado com o uso de solventes, segundo Norma SSPC-SP 1.

Jateamento com granalha de aço ao metal branco, segundo ISO 8501-1. Opcionalmente, as superfícies internas nos pontos onde não é possível o jateamento, é permitida a decapagem química, segundo Norma SSPC-SP 8.

#### NOTA:

- XVII. O fornecedor pode apresentar, alternativamente, outro processo de pintura mediante consulta e sujeita à aprovação da Energisa, desde que o processo apresentado tenha a garantia mínima de 10 (dez) anos contra corrosão em ambiente com nível de poluição muito pesado, de acordo com a IEC 60815. Para isso, deve também detalhar na Proposta os materiais utilizados, processos, ensaios, normas e o tempo de garantia.


## 9.2 Acabamento externo


No acabamento externo das unidades capacitivas devem ser observados os seguintes requisitos:

- a) As impurezas devem ser removidas por processo químico, conforme ABNT NBR 15158 e jateamento abrasivo seco ao metal quase branco, padrão visual Sa 3, conforme ISO 8501-1, logo após a fabricação do tanque;
- b) Antes do início de qualquer processo de oxidação, deverá ser aplicada tinta de fundo epóxi rica em zinco, curada com poliamida, padrão Petrobras N-1277, com espessura seca entre 80 e 100  $\mu\text{m}$ ;
- c) Em seguida, aplica-se 1ª demão de tinta epóxi poliamida de alta espessura e elevado teor de sólidos, conforme padrão Petrobras N-2628, com espessura seca (demão) mínima de 100  $\mu\text{m}$ ;
- d) Aplica-se 2ª demão de tinta de poliuretano acrílico alifático, conforme padrão Petrobras N-2677, com espessura seca (demão) mínimo de 45  $\mu\text{m}$ ;
- e) Por fim, aplica-se 3ª demão de tinta de poliuretano acrílico alifático, conforme padrão Petrobras N-2677, na cor cinza-claro, notação Munsell N 6.5, perfazendo uma espessura mínima de 45  $\mu\text{m}$ .
- f) Espessura seca total mínima de 270  $\mu\text{m}$ .

# 10 INSPEÇÃO E ENSAIOS

## 10.1 Generalidades

- 
- a) Os materiais devem ser submetidos a 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, devendo a mesma deve ser comunicada pelo fornecedor das datas em que os lotes estiverem prontos para inspeção final, completos com todos os acessórios, com antecedência de pelo menos:
- 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 tempo em que julgar necessário. O fabricante deverá proporcionar livre acesso do inspetor aos laboratórios e às instalações onde os materiais em questão estiverem sendo fabricados, fornecendo-lhe as informações solicitadas e realizando os ensaios necessários. O inspetor poderá exigir certificados de procedências de matérias-primas e componentes, além de fichas e relatórios internos de controle.
- c) O fornecedor deve apresentar, para aprovação da Energisa, o seu Plano de Inspeção e Testes (PIT), onde devem ser indicados os requisitos de controle de qualidade para utilização de matérias primas, componentes e acessórios de fornecimento de terceiros, assim como as normas técnicas empregadas na fabricação e inspeção dos equipamentos, bem como uma descrição sucinta do ensaio (constantes, métodos e instrumentos empregados e os valores esperados).
- d) O fornecedor deverá 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 ao especificado, porém aplicáveis, que podem ser aceitos desde que realizados em laboratórios reconhecidamente oficiais e com



validade máxima de 5 (cinco) anos e que a Energisa considere que tais dados comprovem que os materiais propostos atendem ao especificado.

Os dados de ensaios devem ser completos, com todas as informações necessárias, tais como métodos, instrumentos e constantes usadas e indicar claramente as datas nas quais os mesmos foram executados. A decisão final, quanto à aceitação dos dados de ensaios de tipos existentes, será tomada posteriormente pela Energisa, em função da análise dos respectivos relatórios. A eventual dispensa destes ensaios somente terá validade por escrito.

- f) O fabricante deve dispor de pessoal e aparelhagem próprios ou contratados, necessários à execução dos ensaios. Em caso de contratação, deve haver aprovação prévia por parte da Energisa.
- g) O fabricante deve assegurar ao inspetor da Energisa o direito de familiarizar-se, em detalhes, com as instalações e equipamentos a serem utilizados, estudar todas as instruções e desenhos, verificar calibrações, presenciar ensaios, conferir resultados e, em caso de dúvida, efetuar novas inspeções e exigir a repetição de qualquer ensaio.
- 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. Por ocasião da inspeção, devem estar ainda dentro deste período, podendo acarretar desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência.
- i) O fabricante deve disponibilizar para o inspetor da Energisa, no local da inspeção, 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 a respeito da qualidade do material e/ou da fabricação.


Em tais casos, mesmo após haver saído da fábrica, os materiais podem ser inspecionados e submetidos a ensaios, com prévia notificação ao fabricante e, eventualmente, em sua presença. Em caso de qualquer discrepância em relação às exigências desta Especificação Técnica, eles podem ser rejeitados e sua reposição será por conta do fabricante.

- k) Após a inspeção dos materiais/equipamentos, o fabricante deverá encaminhar à Energisa, por meio digital, um relatório completo dos ensaios efetuados, devidamente assinada 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 ser feitos na presença do inspetor credenciado pela Energisa.
- o) O custo dos ensaios deve ser por conta do fabricante.
- 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:**

XVIII. 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

Todos os ensaios relacionados estão constando na Tabela 3.

### 10.2.1 Ensaios de tipo (T)

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

- a) Ensaio de estabilidade térmica, conforme item 10.3.3;

- 
- b) Ensaio de medição do fator de perdas à temperatura elevada, conforme item 10.3.4;
  - c) Ensaio de tensão suportável de impulso atmosférico entre terminais e tanque, conforme item 10.3.5;
  - d) Ensaio de descarga de curto-circuito, conforme item 10.3.6;
  - e) Ensaio de tensão residual, conforme item 10.3.7;
  - f) Ensaio de tensão suportável nominal entre terminais e tanque, conforme item 10.3.10.

### 10.2.2 Ensaios de recebimento (RE)

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

- a) Inspeção visual, conforme item 10.3.1;
- b) Verificação dimensional, conforme item 10.3.2;
- c) Ensaio de estanqueidade, conforme item 10.3.8;
- d) Ensaio de tensão suportável nominal entre terminais, conforme item 10.3.9;
- e) Ensaio de tensão suportável nominal entre terminais e tanque, conforme item 10.3.10;
- f) Ensaio de medição da capacitância, conforme item 10.3.11;
- g) Ensaio de medição do fator de perdas, conforme item 10.3.12;
- h) Ensaio de medição da resistência ôhmica do dispositivo interno de descarga, conforme item 10.3.13;
- i) Ensaio físico-químico do líquido isolante, conforme item 10.3.14;
- j) Ensaios na pintura do tanque, conforme item 10.3.15;

- k) Ensaio de verificação da espessura do prateamento, conforme item 10.3.16;
- l) Ensaio de verificação da espessura da estanhagem, conforme item 10.3.17.

### 10.2.3 Ensaios especiais (E)

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

- a) Ensaio de estabilidade térmica, conforme item 10.3.3;
- b) Ensaio de medição do fator de perdas à temperatura elevada, conforme item 10.3.4;
- c) Ensaio de tensão suportável de impulso atmosférico entre terminais e tanque, conforme item 10.3.5;
- d) Ensaio de descarga de curto-circuito, conforme item 10.3.6;
- e) Ensaio de tensão residual, conforme item 10.3.7;
- f) Ensaio de estanqueidade, conforme item 10.3.8;
- g) Ensaio de tensão suportável nominal entre terminais, conforme item 10.3.9;
- h) Ensaio de tensão suportável nominal entre terminais e tanque, conforme item 10.3.10;
- i) Ensaio de medição da capacitância, conforme item 10.3.11;
- j) Ensaio de medição do fator de perdas, conforme item 10.3.12;
- k) Ensaio de medição da resistência ôhmica do dispositivo interno de descarga, conforme item 10.3.13;
- l) Ensaio físico-químico do líquido isolante, conforme item 10.3.14;
- m) Ensaios na pintura do tanque, conforme item 10.3.15;
- n) Ensaio de verificação da espessura do prateamento, conforme item 10.3.16;

- 
- o) Ensaio de verificação da espessura da estanhagem, conforme item 10.3.17.

## 10.3 Descrição dos ensaios

### 10.3.1 Inspeção visual

Antes de serem efetuados os demais ensaios de recebimento, deve ser feita uma inspeção visual para verificar:

- a) Se as unidades capacitivas contêm todos os componentes e acessórios e as características dos mesmos;
- b) Acondicionamento e identificação das embalagens, conforme item 6.3.
- c) Identificação, conforme item 8.2;
- d) Acabamento e marcações, conforme item 9;
- e) Placa de identificação, conforme item 8.3;

Constitui falha se amostra apresentar não conformidade de qualquer um desses requisitos determinará a sua rejeição.

### 10.3.2 Verificação dimensional

O inspetor deverá efetuar:

- Inspeção dimensionais conforme o documento do fabricante, previamente aprovado pela Energisa;
- Verificação de todos os acessórios, conforme o documento do fabricante, previamente aprovado pela Energisa;
- Verificação da massa do equipamento, confrontando com a indicação constante da placa de identificação.

Constitui falha se amostra apresentar não conformidade desse requisito determinará a sua rejeição.

## NOTA:

- XIX. O fabricante deve declarar no momento da avaliação técnica do material (AVT) as dimensões máximas de expansão térmicas unilaterais e totais.

### 10.3.3 Ensaio de estabilidade térmica

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5282.

Constitui falha se amostra apresentar diferença entre as 2 (duas) medições devem ser menor do que a variação da capacitância devido à ruptura de um elemento ou à operação de um fusível interno.

### 10.3.4 Ensaio de medição do fator de perdas à temperatura elevada

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5282.

Constitui falha se amostra apresentar valores medidos forem superiores aos indicados no item 7.6.

### 10.3.5 Ensaio de tensão suportável de impulso atmosférico entre terminais e tanque

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5282.

Constitui falha se amostra apresentar ocorrência de perfuração da isolamento ou descargas disruptivas internas e externas.

### 10.3.6 Ensaio de descarga de curto-circuito

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5282.

Constitui falha se amostra apresentar diferença entre as 2 (duas) medições devem ser menor do que a variação da capacitância devido à ruptura de um elemento ou à operação de um fusível interno.

### 10.3.7 Ensaio de tensão residual



O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5282.

Constitui falha se amostra apresentar tensão residual medida 5 (cinco) minutos após o desligamento for superior a 50 Vcc.

### 10.3.8 Ensaio de estanqueidade

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5282.

Constitui falha se amostra apresentar ocorrência de vazamento.

### 10.3.9 Ensaio de tensão suportável nominal entre terminais

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5282.

Constitui falha se amostra apresentar ocorrência de perfuração da isolação ou descargas disruptivas internas e externas.

### 10.3.10 Ensaio de tensão suportável nominal entre terminais e tanque

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5282.

Constitui falha se amostra apresentar ocorrência de perfuração da isolação ou descargas disruptivas internas e externas.

### 10.3.11 Ensaio de medição da capacitância

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5282.

Constitui falha se amostra apresentar não atendimentos dos valores especificados na Tabela 1.

### 10.3.12 Ensaio de medição do fator de perdas

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5282.

Constitui falha se amostra apresentar valores medidos forem superiores aos indicados no item 7.6.

### 10.3.13 Ensaio de medição da resistência ôhmica do dispositivo interno de descarga

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5282.

Constitui falha se amostra apresentar valores medidos superiores aos definidos pela ABNT NBR 5282.

### 10.3.14 Ensaio físico-químico do líquido isolante

Este ensaio deve ser realizado no líquido isolante.

#### 10.3.14.1 Ensaio de tensão interfacial

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 6234 ou ASTM D971.

Constitui falha se amostra apresentar valores medidos inferiores a 40 mN/m.

#### 10.3.14.2 Ensaio de teor de água

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 10710 ou ASTM D1533.

Constitui falha se amostra apresentar valores medidos superiores a 25 mg/kg.

#### 10.3.14.3 Ensaio de rigidez dielétrica por eletrodo de disco

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 6869 ou ASTM D877.

Constitui falha se amostra apresentar valores medidos inferiores a 30 kV.

#### 10.3.14.4 Ensaio de rigidez dielétrica por eletrodo de calota

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR IEC 60156.

Constitui falha se amostra apresentar valores medidos inferiores a 45 kV.

#### 10.3.14.5 Ensaio de fator de perdas dielétricas ou fator de dissipação

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 12133 e ASTM D924.

Constitui falha se amostra apresentar valores medidos:

- a 25 °C: 0,5 %;
- a 100 °C: 0,9 %.

#### 10.3.14.6 Ensaio de índice de neutralização

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 14248 e ASTM D974.

Constitui falha se amostra apresentar valores medidos superiores a 0,03 mgKOH/g.

#### 10.3.14.7 Ensaio de teor de bifenilaspolicloradas (PCB)

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 13882.

Constitui falha se amostra apresentar valores medidos superiores a 2,0 mg/kg.

### 10.3.15 Ensaios na pintura do tanque

#### 10.3.15.1 Ensaio de aderência

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 11003 ou ISO 2409.

Constitui falha se a amostra não apresentar no mínimo, o grau de aderência  $X_1/X_1$ .

#### 10.3.15.2 Ensaio de espessura de camada de tinta

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 10443.



Constitui falha se a amostra apresentar valores medidos de espessura inferiores aos especificados nos itens 9.1 e 9.2.

### 10.3.16 Ensaio de verificação da espessura do prateamento

Este ensaio é aplicável somente aos terminais de ligação.

A verificação deve ser feita por medição com aparelhagem apropriada.

Constitui falha se amostra apresentar ocorrência de camada de prata inferior a 2 µm.

#### NOTA:

XX. Serão aceitos relatórios de ensaios emitidos pelos fornecedores dos componentes, com prazo máximo de 12 (doze) meses.

### 10.3.17 Ensaio de verificação da espessura da estanhagem

Este ensaio é aplicável somente aos terminais de ligação.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM B545.

Constitui falha se amostra apresentar valores medidos inferiores aos estabelecidos no item 8.3.


#### NOTA:

XXI. Serão aceitos relatórios de ensaios emitidos pelos fornecedores dos componentes, com prazo máximo de 12 (doze) meses.

## 10.4 Relatório de inspeção

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 PLANO DE AMOSTRAGEM

### 11.1 Ensaios de tipo



O plano de amostragem para os ensaios de tipo deve seguir as orientações da ABNT NBR 5282.

## 11.2 Ensaios de recebimento

O plano de amostragem para os ensaios de recebimento de um lote está estabelecido na Tabela 2 para o produto acabado.

Se o lote a ser fornecido for constituído por mais de 3.200 unidades, essa quantidade deve ser dividida em vários lotes com menor número, cada um deles contendo entre 500 e 1.200 unidades.

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

## 11.3 Ensaios especiais

O plano de amostragem para os ensaios especiais deve ser formado por 2 (duas) unidades, coletadas aleatoriamente nas unidades da Energisa.

Se a amostra falhar em qualquer um dos ensaios especiais, deverá ser aberta de não-conformidade.


# 12 ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

## 12.1 Ensaios de tipo

Os ensaios de tipo serão aceitos se todos os resultados forem satisfatórios.

Se ocorrer uma falha em um dos ensaios o fabricante pode apresentar nova amostra para ser ensaiada. Se esta amostra apresentar algum resultado insatisfatório a unidade capacitiva não será aceita.

## 12.2 Ensaios de recebimento



Os critérios para a aceitação ou a rejeição nos ensaios complementares de recebimento são:

- a) Se nenhuma unidade falhar no ensaio, o lote será aprovado;
- b) Se apenas uma unidade falhar no ensaio, o fornecedor deverá apresentar relatório apontando as causas da falha e as medidas tomadas para corrigi-las, submetendo-se o lote a novo ensaio, no mesmo número de amostras conforme Tabela 2;
- c) Se duas ou mais unidades falharem no ensaio, o lote será recusado.

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

## 13 NOTAS COMPLEMENTARES

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

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

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

[normas.tecnicas@energisa.com.br](mailto:normas.tecnicas@energisa.com.br)

## 14 HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO

Data	Versão	Descrição das alterações realizadas
17/09/2020	0.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esta 1ª edição cancela e substitui a Especificação Técnica Unificada 106 (ETU-106), no que tange as especificações das unidades capacitivas até 36,2 kV, a qual foi tecnicamente revisada.</li> </ul>
01/06/2022	1.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteração da nomenclatura para “ETU-157 - Capacitores de potência em derivação até 36,2 kV”;</li> <li>• Inclusão dos itens 6.8, 6.9, 8.2, 10.2.3 e 11,3 e dos Anexos 1 e 2;</li> <li>• Alteração nos itens 8.3; 9 (total), 10.1 e 13 e da Tabela 3</li> </ul>
01/11/2022	1.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteração dos itens 8.1.2, 8.1.3, 8.1.5, 8.1.8 e 10.3.2; e Tabelas 2 e 3.</li> <li>• Inclusão dos itens 6.10, 10.3.14, 10.3.15, 10.3.16 e 10.3.17.</li> </ul>

## 15 VIGÊNCIA

Esta Especificação Técnica entra em vigor na data de 01/01/2023 e revoga as versões anteriores.

## 16 TABELAS

TABELA 1 - Característica técnica das unidades capacitivas



*Imagem meramente ilustrativa*

Código Energisa	Potência nominal	Potência máxima de funcionamento	Classe de tensão	Tensão nominal	Tensão máxima de funcionamento	Tensão suportável		Perdas máximas
				Fase-Terra		Frequência industrial	Impulso atmosférico	
	(kVAr)		(kV)	(kV)		(kV)		
691585	50	144 % (cento e quarenta e quatro por cento) da potência nominal (ABNT NBR 5282).	15,0	6,582	110 % (cento e dez por cento) da tensão nominal entre terminais, incluindo harmônicos (ABNT NBR 5282).	34	110	0,5
690227	100			6,582				
690228	200			6,582				
691586	300			6,582				
691587	400			6,582				

Código Energisa	Potência nominal	Potência máxima de funcionamento	Classe de tensão	Tensão nominal	Tensão máxima de funcionamento	Tensão suportável		Perdas máximas
	(kVAr)			Fase-Terra		Frequência industrial	Impulso atmosférico	
				(kV)				
691588	50	144 % (cento e quarenta e quatro por cento) da potência nominal (ABNT NBR 5282).	15,0	7,967	110 % (cento e dez por cento) da tensão nominal entre terminais, incluindo harmônicos (ABNT NBR 5282).	34	110	
690229	100			7,967				
690230	200			7,967				
691589	300			7,967				
691590	400			7,967				
691591	50		24,2	12,702		50	150	
690223	100			12,702				
690224	200			12,702				
691591	300			12,702				
691592	400			12,702				
691593	50		36,2	19,919		70	170	
690225	100			19,919				
690226	200			19,919				
691594	300			19,919				
691595	400			19,919				



NOTAS:

- I. Potência máxima de funcionamento deverá ser 144 % da potência nominal, conforme ABNT NBR 5282.
- II. Tensão máxima de funcionamento deverá ser 110 % da tensão nominal entre terminais, incluindo harmônicos, conforme ABNT NBR 5282.



TABELA 2 - Plano de amostragem para os ensaios recebimento

Tamanho do lote	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspeção visual;</li> <li>Verificação dimensional;</li> <li>Ensaio de estanqueidade;</li> <li>Ensaio de tensão suportável nominal entre terminais;</li> <li>Ensaio de tensão suportável nominal entre terminais e tanque;</li> <li>Ensaio de medição da capacitância;</li> <li>Ensaio de medição do fator de perdas;</li> <li>Ensaio de medição da resistência ôhmica do dispositivo interno de descarga.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>Aderência da pintura;</li> <li>Espessura da pintura.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>Ensaio físico-químico do líquido isolante.</li> </ul>		
	Amostragem simples normal Nível de inspeção II NQA 1,5 %				Amostragem dupla normal Nível de inspeção S3 NQA 6,5 %				Amostragem simples normal Nível de inspeção S3 NQA 1,0 %		
	Amostra		Ac	Re	Amostra		Ac	Re	Amostra	Ac	Re
	Seq.	Tam.			Seq.	Tam.					
Até 90	-	8	0	1	1 <sup>a</sup>	5	0	2	8	0	1
					2 <sup>a</sup>		1	2			
91 a 280	1 <sup>a</sup>	20	0	2	1 <sup>a</sup>	5	0	2	8	0	1
	2 <sup>a</sup>				2 <sup>a</sup>		1	2			

Tamanho do lote	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspeção visual;</li> <li>Verificação dimensional;</li> <li>Ensaio de estanqueidade;</li> <li>Ensaio de tensão suportável nominal entre terminais;</li> <li>Ensaio de tensão suportável nominal entre terminais e tanque;</li> <li>Ensaio de medição da capacitância;</li> <li>Ensaio de medição do fator de perdas;</li> <li>Ensaio de medição da resistência ôhmica do dispositivo interno de descarga.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>Aderência da pintura;</li> <li>Espessura da pintura.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>Ensaio físico-químico do líquido isolante.</li> </ul>		
	Amostragem simples normal Nível de inspeção II NQA 1,5 %				Amostragem dupla normal Nível de inspeção S3 NQA 6,5 %				Amostragem simples normal Nível de inspeção S3 NQA 1,0 %		
	Amostra		Ac	Re	Amostra		Ac	Re	Amostra	Ac	Re
	Seq.	Tam.			Seq.	Tam.					
281 a 500	1 <sup>a</sup>	32	0	3	1 <sup>a</sup>	5	0	2	8	0	1
	2 <sup>a</sup>		3	4	2 <sup>a</sup>		1	2			
501 a 1.200	1 <sup>a</sup>	50	1	4	1 <sup>a</sup>	5	0	2	8	0	1
	2 <sup>a</sup>		4	5	2 <sup>a</sup>		1	2			



Legenda:

Seq. - Sequência das amostras;

Tam. - Tamanho das amostras;

Ac - Número de aceitação;

Re - Número de rejeição.

TABELA 3 - Relação de ensaios

Item	Descrição do ensaio	Tipo do ensaio
10.3.1	Inspeção visual	RE
10.3.2	Verificação dimensional	RE
10.3.3	Ensaio de estabilidade térmica	T / E
10.3.4	Ensaio de medição do fator de perdas à temperatura elevada	T / E
10.3.5	Ensaio de tensão suportável de impulso atmosférico entre terminais e tanque	T / E
10.3.6	Ensaio de descarga de curto-circuito	T / E
10.3.7	Ensaio de tensão residual	T / E
10.3.8	Ensaio de estanqueidade	RE / E
10.3.9	Ensaio de tensão suportável nominal entre terminais	RE / E
10.3.10	Ensaio de tensão suportável nominal entre terminais e tanque	T / RE / E
10.3.11	Ensaio de medição da capacitância	RE / E
10.3.12	Ensaio de medição do fator de perdas	RE / E
10.3.13	Ensaio de medição da resistência ôhmica do dispositivo interno de descarga	RE / E
10.3.14	Ensaio físico-químico do líquido isolante	RE / E
10.3.15	Ensaio na pintura do tanque	RE / E
10.3.16	Ensaio de verificação da espessura do prateamento	RE / E
10.3.17	Ensaio de verificação da espessura da estanhagem	RE / E

Legenda:

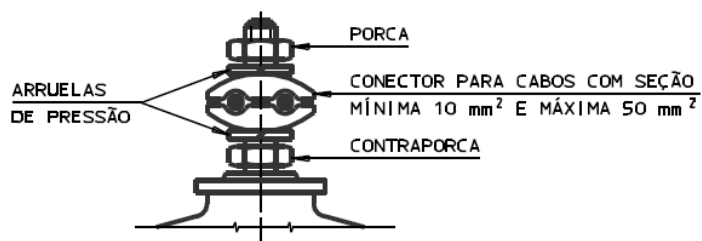
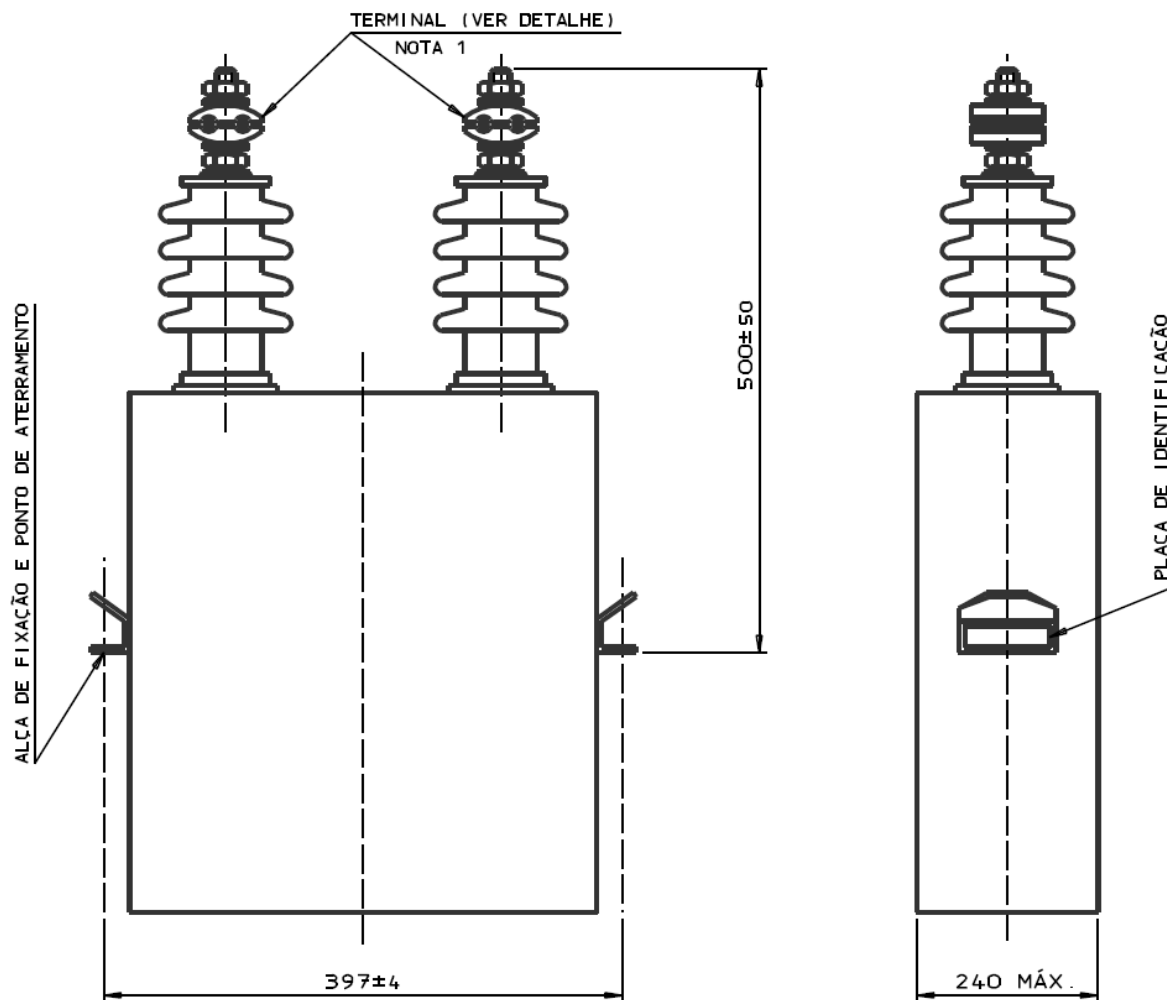
T - Ensaio de tipo;

RE - Ensaio de recebimento;

E - Ensaio especial.

## 17 DESENHOS

### DESENHO 1 - Unidades capacitivas



DETALHE DO TERMINAL COM CONTRAPORCA

#### NOTA:

- I. Fornece cobertura isolante nos terminais do capacitor.

## DESENHO 2 - Etiqueta padrão



### NOTAS:

- I. Medidas em milímetros (mm);
- II. Etiqueta autocolante para uso ao tempo;
- III. Todas as letras são em fonte padrão Arial.

## 18 ANEXOS

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

#### UNIDADES CAPACITIVAS

Nome do fabricante:

Número da licitação:


Número da proposta:

Item	Descrição	Características / Unidades
1	Tipo	
2	Tensão nominal	V
3	Potência nominal	kVAr
4	Frequência nominal	Hz
5	Capacitância nominal	$\mu$ F
6	Nível de impulso	kV
7	Tensão suportável à frequência industrial durante 1 min.	kVef
8	Perdas, a 20 °C, nas condições nominais	W/kVAr
9	Tensão residual, cinco minutos após o desligamento	V
10	Tensão de rádio-interferência	$\mu$ V
11	Líquido isolante:	
11.1	a) Tipo	
11.2	b) Volume	litros
11.3	c) Massa	kg
11.4	d) Ponto de fulgor	°C
11.5	e) Constante dielétrica	
12	Resistor interno de descarga:	
12.1	a) Valor ôhmico	$\Omega$
12.2	b) Potência	W
13	Espessura total do dielétrico (filme)	$\mu$ m
14	Constante dielétrica do filme	

Item	Descrição	Características / Unidades
15	Número de folhas de filme por elemento interno	
16	Fator de espaçamento	%
17	Área de cada elemento interno	m <sup>2</sup>
18	Solicitação dielétrica	
18.1	a) Elemento capacitivo seco	kV/mm
18.2	b) Elemento capacitivo impregnado	kV/mm
19	Massa total da unidade capacitiva	kg
20	Massa do tanque e buchas	kg
21	Massa da parte ativa	kg
22	Torque máximo para as buchas	N.m
23	Recomendação do fabricante para os ajustes de alarme e desligamento (esquema de proteção do banco de capacitores) para retirada da unidade capacitiva (com fusíveis internos) de serviço:	
23.1	a) Sobretensão interna para ajuste de alarme	%
23.2	b) Sobretensão interna para ajuste de desligamento	%
24	Tecnologia utilizada para a fabricação do elemento capacitivo:	
24.1	a) Margem convencional sem corte a laser	( )
24.2	b) Margem convencional com corte a laser	( )
24.3	c) Margem dobrada	( )
24.4	d) Outros (informar o tipo de tecnologia utilizada)	( )
25	Esquema da ligação interna (o fabricante deve representar, através de desenho, a configuração interna da unidade capacitiva):	
25.1	a) S: número de grupos de elementos internos em série:	
25.2	b) P: número de elementos internos em paralelo por grupo série:	
25.3	c) Outros:	
26	Cobertura isolante para os terminais primários (capacitores com fusíveis internos)	
26.1	a) Fabricante	
26.2	b) Material	

#### NOTAS:



- 
- I. O fabricante deve fornecer em sua proposta todas as informações requeridas no Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas;
  - II. Se forem submetidas propostas alternativas cada uma delas deve ser submetida com o Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas específico, claramente preenchido, sendo que cada quadro deve ser devidamente marcado para indicar a qual proposta pertence;
  - III. Erro no preenchimento do quadro de características poderá ser motivo para desclassificação;
  - IV. Todas as informações requeridas no Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas devem ser compatíveis com as informações descritas em outras partes da proposta de fornecimento. Em caso de dúvidas as informações prestadas no referido quadro prevalecerão sobre as descritas em outras partes da proposta;
  - V. O fabricante deve garantir que a performance e as características dos equipamentos a serem fornecidos estarão em conformidade com as informações aqui apresentadas.



