

*Banco de capacitores para
subestação de distribuição (SED)*

ENERGISA/GTD-NRM/N.º134/2018

Especificação Técnica Unificada

ETU - 106

Versão 6.0 - Fevereiro / 2022



Apresentação

Esta Especificação Técnica apresenta as diretrizes necessárias para padronização das características técnicas e requisitos mínimos, elétricos e mecânicos, exigidos para fornecimento de banco de capacitores, para utilização em subestações de distribuição (SED), nas empresas 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 6.0, datada de fevereiro de 2022.

Cataguases - MG., Fevereiro de 2022.

GTD - Gerência Técnica de Distribuição

GAT - Gerencia de Automação e Telecom

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





Equipe técnica de elaboração da ETU-106 (versão 6.0)

Acassio Maximiano Mendonca

Grupo Energisa

Gilberto Teixeira Carrera

Grupo Energisa

Augustin Gonzalo Abreu Lopez

Grupo Energisa

Hitalo Sarmiento de Sousa Lemos

Grupo Energisa

Danilo Maranhão de Farias Santana

Grupo Energisa

Ricardo Campos Rios

Grupo Energisa

Daiany Silva dos Santos

Grupo Energisa

Ricardo Machado de Moraes

Grupo Energisa

Eduarly Freitas do Nascimento

Grupo Energisa



Aprovação técnica

Ademálio de Assis Cordeiro

Grupo Energisa

Juliano Ferraz de Paula

Energisa Sergipe

Amaury Antônio Damiance

Energisa Mato Grosso

Marcelo Cordeiro Ferraz

Dir. Suprimentos Logística

Fabio Lancelotti

Energisa Minas Gerais / Energisa Nova Friburgo

Paulo Roberto dos Santos

Energisa Mato Grosso do Sul

Fabício Sampaio Medeiros

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	REFERÊNCIAS NORMATIVAS	8
4.1	LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO FEDERAL	9
4.2	NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS	10
4.3	NORMAS TÉCNICAS INTERNACIONAIS	12
4.4	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS UNIFICADAS (ENERGISA)	12
5	TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES	14
5.1	BANCO DE CAPACITORES	14
5.2	CAPACITOR DE POTÊNCIA	14
5.3	REATOR LIMITADOR DE CORRENTE.....	14
5.4	UNIDADE CAPACITIVA	14
5.5	CORRENTE MÁXIMA PERMISSÍVEL.....	14
5.6	ESTRUTURA SUPORTE PARA BANCO DE CAPACITORES	14
5.6.1	Estrutura de elevação.....	15
5.6.2	Estrutura superior	15
5.6.3	Estrutura para equipamentos.....	15
5.7	POTÊNCIA NOMINAL	15
5.8	PLATAFORMA AUTOPORTANTE	15
5.9	RELÉ DE CONTROLE E PROTEÇÃO OU INTELLIGENT ELECTRONIC DEVICE (IED)	15
5.10	SUBESTAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO (SED).....	15
5.11	TEMPERATURA DO AR DE RESFRIAMENTO.....	16
5.12	TENSÃO MÁXIMA DO EQUIPAMENTO (U_M)	16
5.13	TENSÃO MÁXIMA PERMISSÍVEL	16
5.14	TENSÃO RESIDUAL	16
5.15	TERMINAIS DE LINHA.....	16
5.16	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	16
5.17	ENSAIOS DE TIPO	17
5.18	ENSAIOS ESPECIAIS	17
6	CONDIÇÕES GERAIS	17
6.1	CONDIÇÕES DO SERVIÇO	18
6.2	LINGUAGENS E UNIDADES DE MEDIDA	18
6.3	ACONDICIONAMENTO	19
6.4	MEIO AMBIENTE	20
6.5	EXPECTATIVA DE VIDA ÚTIL	21

6.6	GARANTIA	21
6.7	NUMERAÇÃO DE PATRIMÔNIO.....	22
6.8	INCORPORAÇÃO AO PATRIMÔNIO DA ENERGISA	23
6.9	MANUAL DE INSTRUÇÕES DE MONTAGEM, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	23
6.10	PEÇAS SOBRESSALENTES	25
6.11	MONTAGEM E SUPERVISÃO DE MONTAGEM	25
7	CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS	27
7.1	TENSÃO NOMINAL	27
7.2	TENSÃO NOMINAL DE ALIMENTAÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE OPERAÇÃO E/OU CIRCUITOS AUXILIARES.....	27
7.3	NÍVEL DE ISOLAMENTO.....	27
7.4	FREQUÊNCIA NOMINAL.....	27
7.5	POTÊNCIA NOMINAL	27
8	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS	28
8.1	PARTES CONSTITUTIVAS DA ESTRUTURA DO BANCO DE CAPACITOR	29
8.1.1	Estrutura do banco de capacitor	29
8.1.1.1	Estruturas de suporte	29
8.1.1.2	Chumbadores.....	31
8.1.1.3	Isoladores	32
8.1.1.4	Barramentos, conexões e conectores	32
8.1.1.5	Fusível de proteção	33
8.1.2	Unidade capacitiva.....	34
8.1.3	Transformador de corrente (TC)	34
8.1.4	Para-raios.....	34
8.1.5	Chaves seccionadoras.....	34
8.1.5.1	Chave de inserção e isolamento.....	36
8.1.5.2	Chave de aterramento	36
8.1.6	Reator limitador de corrente	37
8.1.7	Elo-fusíveis	37
8.1.8	Caixa de interligação	37
8.1.9	Cabeamento interno, conexões e terminais	38
8.2	IDENTIFICAÇÃO	40
8.3	CABINA (CUBÍCULO) DE CONTROLE ELETRÔNICO	42
9	RELÉ DE CONTROLE E PROTEÇÃO OU INTELLIGENT ELECTRONIC DEVICE (IED) .	44
10	INSPEÇÃO E ENSAIOS.....	44
10.1	GENERALIDADES.....	44
10.2	RELAÇÃO DE ENSAIOS.....	48
10.2.1	Ensaio de tipo (T)	48
10.2.2	Ensaio de recebimento (RE)	50

10.3	DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS.....	52
10.3.1	Inspeção geral	52
10.3.2	Verificação dimensional.....	53
10.3.3	Ensaio de verificação da zincagem	53
10.4	RELATÓRIOS DOS ENSAIOS	53
11	PLANOS DE AMOSTRAGEM.....	54
11.1	ENSAIOS DE TIPO	54
11.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	55
12	ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO	55
12.1	ENSAIOS DE TIPO	55
12.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	55
13	NOTAS COMPLEMENTARES	56
14	HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO	56
15	VIGÊNCIA	57
16	TABELAS.....	58
	TABELA 1 - Características técnicas dos bancos de capacitores padronizados	58
	TABELA 2 - Níveis de isolamento do banco de capacitor.....	61
	TABELA 3 - Características elétricas nominais dos reatores limitadores	62
	TABELA 4 - Características nominais dos elo-fusíveis para bancos de capacitores..	63
	TABELA 5 - Planos de amostragem para ensaios de recebimento	64
	TABELA 6 - Relação de ensaios.....	65
17	DESENHOS	68
	DESENHO 1 - Desenho orientativo do banco de capacitor	68
	DESENHO 2 - Placa de identificação	70
18	ANEXO	71
	ANEXO 1 - Código da chave a vácuo trifásica, conforme ETU-134.1	71
	ANEXO 2 - Código do relé de controle e proteção (IED).....	72
	ANEXO 3 - Quadro de dados técnicos e características garantidas	73

1 OBJETIVO

Esta Especificação Técnica estabelece os requisitos técnicos mínimos exigíveis, mecânicos e elétricos, para fabricação, ensaios e recebimento de Banco de Capacitores, tipo derivação, uso externo, conexão dupla estrela com neutro isolado, para instalação em subestações, de classe de tensão máxima até 36,2 kV, a serem usados no sistema de distribuição de energia da Energisa.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplicam-se às montagens das estruturas de capacitores de potência, em subestações de distribuição (SED), em áreas urbanas e rurais, previstas nas normas técnicas em vigência nas Empresas do Grupo Energisa.

Esta especificação técnica não se aplica aos:

- Capacitores de alta tensão (AT) constituídos de elementos dielétricos do tipo autorregenerativo;
- Capacitores de potência em derivação para sistemas de corrente alternada com tensão nominal até 1.000 V, inclusive;
- Banco de capacitores instalados em postes nas linhas de distribuição de média tensão (LDMT).

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 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Esta Especificação Técnica foi baseada no seguinte documento:

- ABNT NBR 12479, Capacitores de potência em derivação, para sistema de tensão nominal acima de 1.000 V - Características elétricas e construtivas - Padronização
- 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, os bancos de capacitores 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
- 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 número 41.019, de 26 de fevereiro de 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 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

4.2 Normas técnicas brasileiras

- ABNT IEC/TS 60815-1, Seleção e dimensionamento de isoladores para alta-tensão para uso sob condições de poluição - Parte 1: Definições, informações e princípios gerais
- ABNT IEC/TS 60815-2, Seleção e dimensionamento de isoladores para alta-tensão para uso sob condições de poluição - Parte 2: Isoladores de porcelana e de vidro para sistemas de corrente alternada
- ABNT NBR 5282, Capacitores de potência em derivação para sistema de tensão nominal acima de 1.000 V - Especificação
- ABNT NBR 5356-6, Transformadores de potência - Parte 6: Reatores
- ABNT NBR 5456, Eletricidade geral - Terminologia
- ABNT NBR 5460, Sistemas elétricos de potência
- ABNT NBR 6323, Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido - Especificação
- ABNT NBR 6855, Transformador de potencial indutivo - Requisitos e ensaios
- ABNT NBR 6856, Transformador de corrente com isolamento sólida para tensão máxima igual ou inferior a 52 kV - Especificação e ensaios

- 
- ABNT NBR 7282, Dispositivos fusíveis de alta tensão - Dispositivos tipo expulsão - Requisitos e métodos de ensaio
 - ABNT NBR 7397, Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Determinação da massa do revestimento por unidade de área - Método de ensaio
 - ABNT NBR 7398, Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da aderência do revestimento - Método de ensaio
 - ABNT NBR 7399, Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo - Método de ensaio
 - ABNT NBR 7400, Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente - Verificação da uniformidade do revestimento - Método de ensaio
 - ABNT NBR 7571, Seccionadores - Características técnicas e dimensionais
 - 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 11003, Tintas - Determinação da aderência
 - ABNT NBR 14221, Isolador-suporte cilindro de vidro ou porcelana - Unidades e colunas - Padronização de dimensões e características
 - ABNT NBR IEC 60060-1, Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão - Parte 1: Definições gerais e requisitos de ensaio
 - ABNT NBR IEC 60529, Graus de proteção providos por invólucros (Códigos IP)
 - ABNT NBR IEC 62262, Graus de proteção assegurados pelos invólucros de equipamentos elétricos contra os impactos mecânicos externos (código IK)

- ABNT NBR IEC 62271-1, Manobra e comando de alta tensão - Parte 1: Especificações comuns para equipamentos de manobra e comando em corrente alternada
- ABNT NBR IEC 62271-102, Equipamentos de alta-tensão - Parte 102: Seccionadores e chaves de aterramento
- ABNT NBR NM 247-3, Cabos isolados com policloreto de vinila (PVC) para tensões nominais até 450/750 V, inclusive - Parte 3: Condutores isolado (sem cobertura) para instalações fixas (IEC 60227-3, MOD)

4.3 Normas técnicas internacionais

- ANSI/NEMA C29.9, Wet-process porcelain insulators - Apparatus, post type
- ASTM D1535, Standard practice for specifying color by the munsell system
- IEC 60216-1, Electrical insulating materials - Thermal endurance properties - Part 1: Ageing procedures and evaluation of test results
- IEC 60273, Characteristic of indoor and outdoor post insulators for systems with nominal voltages greater than 1000 V
- CISPR TR 18-2, Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment - Part 2: Methods of measurement and procedure for determining limits
- IEC 255-4, Electrical relays - Single input energizing quantity measuring relays with dependent specified time

4.4 Especificações Técnicas Unificadas (Energisa)

- ETU-102, Transformador de corrente para subestação de distribuição
- ETU-105, Para-raios de subestação de distribuição
- ETU-127, Elo fusível de distribuição

- ETU-134.1 - Chave interruptora a vácuo para banco de capacitores
- ETU-157, Capacitores de potência em derivação

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 norma, 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 norma.
- IV. As siglas acima referem-se a:
 - CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
 - ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
 - NBR - Norma Brasileira
 - NM - Norma Mercosul
 - ANSI - American National Standards Institute
 - ASTM - American Society for Testing and Materials
 - IEC - International Electrotechnical Commission
 - ISO - International Organization for Standardization
 - NEMA - National Electrical Manufacturers Association

5 TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES

A terminologia adotada nesta Especificação Técnica corresponde a das normas ABNT NBR 5456, ABNT NBR 5282 e ABNT NBR 12479, complementadas pelos seguintes termos:

5.1 Banco de capacitores

Conjunto de capacitores de potência, estruturas de suporte e os necessários dispositivos de manobra, controle e proteção, montados de modo a constituir um equipamento completo.

5.2 Capacitor de potência

Capacitor projetado para fornecer potência capacitiva a um sistema de potência.

NOTA:

- V. É geralmente utilizado o termo "Capacitor" quando não é necessário explicitar se trata de uma unidade capacitiva ou de um banco de capacitores.

5.3 Reator limitador de corrente

reator destinado a ser ligado em série em um sistema de potência para limitação de corrente nos casos de falta.

5.4 Unidade capacitiva

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

5.5 Corrente máxima permissível

Valor máximo eficaz da corrente alternada que o capacitor pode conduzir por um determinado tempo, em condições específicas.

5.6 Estrutura suporte para banco de capacitores



Conjunto de estruturas que sustentam as unidades capacitivas e os necessários dispositivos de manobra, proteção e controle.

5.6.1 Estrutura de elevação

Estrutura destinada a elevar uma ou mais plataformas autoportantes. A estrutura de elevação pode também ser utilizada para sustentação de equipamento.

5.6.2 Estrutura superior

Estrutura destinada à sustentação dos equipamentos a serem montados na parte superior da plataforma autoportante.

5.6.3 Estrutura para equipamentos

Estrutura destinada à sustentação dos equipamentos montados separadamente da estrutura de elevação.

5.7 Potência nominal

Potência reativa sob tensão e frequência nominal, para a qual o capacitor é projetado.

5.8 Plataforma autoportante

Estrutura autossustentável que pode ser montada diretamente no solo, sobreposta ou em estrutura de elevação.

5.9 Relé de controle e proteção ou Intelligent Electronic Device (IED)

A definição de relé de controle e proteção deve ser entendida como sendo a função principal a ser executada e demais funções de proteção especificadas, incluindo o relé (hardware), programas internos e de comunicação (software) e acessórios.

5.10 Subestação de distribuição (SED)



Parte de um sistema de potência, concentrada em um local, compreendendo primordialmente as extremidades de linhas de transmissão e/ou distribuição, com os respectivos dispositivos de manobra, controle e proteção, incluindo as obras civis e estrutura de montagens, podendo incluir também transformadores, equipamentos conversores e outros equipamentos.

5.11 Temperatura do ar de resfriamento

Temperatura do ar medida no ponto mais quente do banco de capacitores, a meia distância entre duas unidades.

Se for o caso de uma só unidade, a temperatura é medida em um ponto aproximadamente a 10 cm da caixa do capacitor e a 2/3 da sua altura a partir da base.

5.12 Tensão máxima do equipamento (U_m)

Valor eficaz da maior tensão de linha, para o qual o equipamento é projetado.

5.13 Tensão máxima permissível

Valor máximo eficaz da tensão alternada que o capacitor pode suportar por um determinado tempo, em condições específicas.

5.14 Tensão residual

Tensão nos terminais do capacitor, após um determinado tempo de desligamento.

5.15 Terminais de linha

Terminais destinados a serem ligados às fases do circuito externo.

Em capacitores polifásicos, o terminal destinado à ligação a um neutro eventualmente existente não é considerado terminal de linha.

5.16 Ensaios 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.

5.17 Ensaios 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.

5.18 Ensaios 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.

6 CONDIÇÕES GERAIS

Os bancos de capacitores 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;

- 
- d) Devem ser projetados, de modo que, as manutenções possam ser efetuadas pelo grupo Energisa ou em oficinas por ele qualificadas, sem o emprego de máquinas ou ferramentas especiais.

6.1 Condições do serviço

Os bancos de capacitores 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: 50 °C
 - Média, em um período de 24 horas: 40 °C;
 - Mínima do ar ambiente: -10 °C;
- c) Pressão máxima do vento: 1.080 Pa, valor correspondente a uma velocidade do vento de 150 km/h;
- d) Umidade relativa do ar até 100%;
- e) Nível de radiação solar: 1,0 kW/m², com alta incidência de raios ultravioleta;
- f) Precipitação pluviométrica: média anual de 1.500 a 3.000 milímetros;
- g) Ambiente marítimo, constantemente exposto a névoa salina.

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:

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

6.3 Acondicionamento

Os bancos de capacitores deveram ser acondicionados de forma individual, em embalagem apropriada, não retornáveis, obedecendo às seguintes condições:

- a) Apropriadas para armazenamento ao tempo e operações de carga e descarga e ao manuseio;
- b) 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;
- c) O material em contato com o Banco de Capacitor não deverá:
 - Reter umidade;
 - Aderir a ele;
 - Causar contaminação;
 - Provocar corrosão quando armazenado.

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

- a) Nome ou logotipo da Energisa;
- b) Nome ou marca comercial do fabricante;

- c) País de origem;
- d) Mês e ano de fabricação (MM/AAAA);
- e) Identificação completa do banco de capacitor;
- f) Massa líquida, em quilogramas (kg);
- g) Massa bruta, em quilogramas (kg);
- h) ABNT NBR 12479;
- i) Número e quaisquer outras informações especificadas no Ordem de Compra de Material (OCM).

NOTAS:

- VII. O fornecedor brasileiro deverá numerar os diversos volumes e anexar à nota fiscal uma relação descritiva (romaneio) do conteúdo de cada volume.
- VIII. 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 dos bancos de capacitores, a legislação ambiental brasileira e as demais legislações federais, estaduais e municipais aplicáveis.

No caso de fornecimento internacional, os fabricantes/fornecedores estrangeiros devem cumprir a legislação ambiental vigente nos seus países de origem e as normas internacionais relacionadas à produção, ao manuseio e ao transporte dos bancos de capacitores, 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.

Visando orientar as ações da Energisa no tocante à disposição adequada das unidades capacitivas, após serem retiradas do sistema, o proponente deve apresentar, juntamente com a sua proposta, as seguintes informações:

- a) Materiais utilizados na fabricação dos componentes das unidades capacitivas e sua respectiva composição físico-química;
- b) Efeitos desses componentes no ambiente quando de sua disposição final (descarte);
- c) Orientações quanto à forma mais adequada de disposição final.

6.5 Expectativa de vida útil

Os bancos de capacitores devem ter expectativa de vida útil mínima, de 15 (quinze) 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 10 (dez) anos de vida útil, provenientes de processo fabril;
- A partir do 10º (décimo) ano, admite-se 0,1% de falhas para cada período de 1 (um) anos, acumulando-se, no máximo, 0,5% de falhas no fim do período de vida útil.

6.6 Garantia



O período de garantia dos equipamentos, obedecido ainda o disposto no Ordem de Compra de Material (OCM), será de 18 (dezoito) meses a partir da data de entrada em operação ou 24 (vinte e quatro), a partir da entrega, prevalecendo o prazo referente ao que ocorrer primeiro, contra qualquer defeito de fabricação, material e acondicionamento.

Caso os equipamentos apresentem qualquer tipo de defeito ou deixem de atender aos requisitos exigidos pelas normas da Energisa, um novo período de garantia de doze meses de operação satisfatória, a partir da solução do defeito, deve entrar em vigor para o lote em questão. Dentro do referido período as despesas com mão-de-obra decorrentes da retirada e instalação de equipamentos comprovadamente com defeito de fabricação, bem como o transporte destes entre o almoxarifado da concessionária e o fornecedor, incidirão sobre o último.

O período de garantia deverá ser prorrogado por mais doze meses em quaisquer das seguintes hipóteses:

- Em caso de defeito em equipamento e/ou componente que comprometa o funcionamento de outras partes ou do conjunto; sendo a prorrogação válida para todo equipamento, a partir da nova data de entrada em operação;
- Se o defeito for restrito a algum componente ou acessório o (s) qual (is) não comprometam substancialmente o funcionamento das outras partes ou do conjunto, deverá ser estendido somente o período de garantia da (s) peça (s) afetadas, a partir da solução do problema, prosseguindo normalmente a garantia para o restante do equipamento.

6.7 Numeração de patrimônio

Os equipamentos devem conter a numeração de patrimônio, sequencial patrimônio, fornecida pela Energisa.

A numeração deverá ser de forma legível e indelével, cor preta, notação Munsell N1, e resistir às condições de ambiente agressivo, durante a vida útil do equipamento.

O fabricante deverá fornecer à Energisa, após a liberação dos equipamentos, uma relação individualizada, por concessionária, contendo:

- a) Número de série de fabricação;
- b) Número de patrimônio correspondente;
- c) Tensão primaria nominal, em quilovolt (kV);
- d) Potência nominal, em mega volt-ampere reativo (MVAR).

6.8 Incorporação ao patrimônio da Energisa

Somente serão aceitos bancos de capacitores, 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, bancos de capacitores usados 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:

- IX. A critério da Energisa, os bancos de capacitores poderão ser ensaiados em laboratório próprio ou em laboratório credenciado, para comprovação dos resultados dos ensaios de acordo com os valores exigidos nesta Especificação Técnica.

6.9 Manual de instruções de montagem, operação e manutenção

O manual de instruções de montagem, operação e manutenção deve ser constituído dos seguintes capítulos:

- Capítulo I - Dados e características do equipamento
- Capítulo II - Descrição funcional
- Capítulo III - Instruções para recebimento, manuseio e armazenagem
- Capítulo IV - Instruções para instalação
- Capítulo V - Instruções para operação e manutenção
- Capítulo VI - Lista completa de todos os componentes, ferramentas especiais e peças de reposição
- Capítulo VII - Catálogos de todos os componentes
- Capítulo VIII - Certificados dos ensaios de tipo e de rotina
- Capítulo IX - Desenhos e documentos de fabricação, certificados.

NOTAS:

- X. A relação de documentos técnicos para aprovação apresentada, deverá ser atendida para cada tipo de bancos de capacitores.
- XI. Os capítulos I e VII, devem ser enviados para aprovação juntamente com os documentos a serem analisados quando da apresentação da proposta, demais capítulos devem ser apresentados depois do contrato adjudicado e da realização dos ensaios de recebimento e tipo.
- XII. Após atendimento de todos os comentários decorrentes da análise da documentação, o manual deverá ser montado com capa dura plastificada e divisória com orelhas.
- XIII. O manual completo, incluindo relatórios finais de recebimento em fábrica, aprovado, em três vias, incluindo os Capítulos I a IX, do item 6.9, deve ser entregue até 30 (trinta) dias após a realização do último ensaio de

recebimento. Além disso, o manual deve ser enviado em mídia de extensão "PDF" e todos os desenhos em formato "DWG" / "DXF" (CAD).

XIV. O manual completo e desenhos devem também ser enviados em uma mídia digital.

6.10 Peças sobressalentes

O fabricante/fornecedor deverá, obrigatoriamente, apresentar itens definidos para as peças sobressalentes consideradas necessárias ou convenientes, com as respectivas listas de preços.

A quantidade proposta deverá ser relacionada a um período de operação de 5 (cinco) anos, ficando a cargo da Energisa definir a relação e quantidade de peças a serem adquiridas ou não.

As peças sobressalentes deverão ser idênticas, em todos os aspectos, às correspondentes do equipamento original. Serão submetidas à inspeção e ensaios e deverão ser incluídas na mesma remessa que o equipamento original, acondicionadas em volumes separados e marcados claramente "PEÇAS SOBRESSALENTES".

Deverá ser fornecida a numeração codificada das peças sobressalentes para as facilidades de aquisição das mesmas, quando necessário.

6.11 Montagem e supervisão de montagem

A montagem do equipamento será efetuada pela Energisa, sendo que o fornecedor deverá apresentar em sua proposta, condições comerciais para supervisão de montagem e comissionamento.

Obrigatoriamente o fornecedor do equipamento também deverá suprir os serviços de supervisão de montagem através de pessoal especializado, portanto deverá apresentar as taxas horárias ou diárias para cada supervisor, o tempo necessário e as condições para a execução dos serviços de supervisão de montagem e energização.



A época de montagem de cada equipamento será determinada em função do cronograma de cada obra, devendo o fornecedor ser informado com 15 dias de antecedência para providenciar a vinda dos supervisores.

Quaisquer despesas com transporte, estadias, seguro de acidentes pessoais para o supervisor ou com eventuais serviços médicos e hospitalares, serão de inteira responsabilidade do fornecedor.

Se durante a execução dos serviços, por quaisquer razões particulares ou por incapacidade, o supervisor tiver que retornar à fábrica ou ser substituído, as despesas correspondentes serão pagas pelo fornecedor.

A Energisa fornecerá pessoal de nível técnico para a realização de testes de comissionamento do equipamento.

O fornecedor será autorizado a dar início aos serviços de supervisão, através de uma carta de autorização de serviço emitida pela Energisa.

O supervisor deverá receber um treinamento de segurança pelo técnico de segurança da Energisa, antes do início em subestação energizada.

O supervisor deverá emitir um relatório técnico dos serviços executados, no qual constarão todos os ajustes recomendados, eventuais problemas encontrados durante a montagem, com as soluções que foram adotadas. Esse relatório deverá ser fornecido a Energisa na ocasião da entrega final dos serviços.

Se, após a energização e dentro do período de garantia, o equipamento apresentar defeito que, a critério da Energisa, necessite da presença do supervisor para reparo, o fornecedor deverá providenciar o seu retorno, no menor tempo possível e sem qualquer ônus para a Energisa.

As propostas que não atenderem no todo ou em parte, às condições para execução de serviços de supervisão de montagem especificadas neste item, serão rejeitadas.

Se a Energisa optar por não contratar a supervisão de montagem e energização, o fornecedor manterá a garantia conforme o item próprio desta especificação.

7 CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS

7.1 Tensão nominal

As tensões nominais dos bancos de capacitores, expressa em quilovolts (kV), deve ser escolhida entre os valores abaixo relacionados:

- 15,0 kV - para as tensões de sistema de 11,4 kV e 13,8 kV;
- 24,2 kV - para as tensões de sistema de 22,0 kV;
- 36,2 kV - para as tensões de sistema de 34,5 kV;

7.2 Tensão nominal de alimentação dos dispositivos de operação e/ou circuitos auxiliares

As tensões de alimentação dos circuitos de comando, do motor, de aquecimento e dos acessórios especiais de intertravamento, devem ser em corrente contínua de 125 Vcc, com tolerância de -20 % à + 10 %.

7.3 Nível de isolamento

Os níveis de isolamento padronizados para os bancos de capacitores estão estabelecidos na Tabela 2.

7.4 Frequência nominal

A frequência nominal é 60 Hz.

7.5 Potência nominal

As potências nominais padronizadas são:

- 900 KVAR;
- 3.600 KVAR;

- 1.800 KVAR;
- 2.400 KVAR;
- 4.800 KVAR;
- 7.200 KVAR.

8 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

Os equipamentos serão instalados em ambiente externo, expostos à ação direta dos raios solares e intempéries, o que favorece a formação de fungos e a aceleração da corrosão.

O projeto, a matéria prima, a mão de obra e a fabricação dos bancos de capacitores, devem incorporar, tanto quanto possível, os melhoramentos que a técnica moderna sugerir, mesmo quando não referidos explicitamente nesta Especificação Técnica.

Cada banco de capacitores deverá ser constituído essencialmente pelos componentes a seguir relacionados, nas quantidades e com as características requeridas nessa Especificação Técnica.

Esses equipamentos fazem parte dessa especificação e deverão ser obrigatoriamente fornecidos:

- Barramentos, conexões e conectores;
- Células/Unidades capacitivas, conforme ETU-157;
- Chave a vácuo trifásica, conforme ETU-134.1;
- Chave seccionadora tripolar de inserção e isolamento;
- Chave seccionadora tetrapolar de aterramento;
- Chumbadores;
- Dispositivos de intertravamento;
- Estrutura metálica autoportante;

- Isoladores suporte;
- Para-raios, conforme ETU-128.2;
- Reator limitador de corrente;
- Transformador de corrente, conforme ETU-102;
- Equipamentos de supervisão, controle, proteção, medição e automação dos bancos de capacitores;
- Outros acessórios necessários para a completa instalação do banco.

NOTA:

XV. O disjuntor e/ou religador de banco de capacitores devem ser fornecidos à parte, conforme indicado pela Unidade de Negócio.

Detalhamento do projeto de integração de todos os componentes dos bancos de capacitores a serem fornecidos.

8.1 Partes constitutivas da estrutura do banco de capacitor

8.1.1 Estrutura do banco de capacitor

8.1.1.1 Estruturas de suporte

A estrutura de suporte deve ser projetada de modo a permitir fácil acesso às unidades capacitivas e demais componentes. O projeto deve ser submetido à aprovação da Energisa.

Os bancos de capacitores devem possuir uma estrutura para suporte ("rack") padronizado com capacidade de comportar 18 células, montadas verticalmente conforme ABNT NBR 12479, mesmo que a potência do banco requeira uma quantidade menor de células.

NOTA:

XVI. Serão permitidos no máximo de 3 (três) grupos em paralelo e no máximo de 2 (duas) fases por grupo.

As estruturas para suporte dos capacitores serão também destinadas a suportar as chaves a religadores e/ou religadores.

A estrutura de elevação deverá ser montada no solo, em base de concreto, através de chumbadores, sendo as plataformas montadas sobre está através de isoladores, com classe de tensão compatível com a de isolamento do banco, do tipo pedestal, tendo ainda isolação entre as plataformas, feita também com isoladores tipo pedestal.

A estrutura de elevação deve possuir altura suficiente para respeitar os seguintes afastamentos verticais mínimos de segurança das partes vivas ao solo de:

- 2,20 metros para classe de tensão de 15,0 kV;
- 2,50 metros para classe de tensão de 24,2 kV e 36,2 kV.

A estrutura suporte para montagem dos componentes dos bancos de capacitores deve ser construída com perfis de aço estrutural laminados, ligados entre si por parafusos com porcas e arruelas.

NOTA:

XVII. Não será aceita a utilização de chapas de aço dobradas, para substituir os perfis de aço necessários.

Os componentes da estrutura de suporte, como cantoneiras, parafuso, porcas, vigas “U” etc., deverão ser zincadas por imersão a quente, conforme ABNT NBR 6323, com espessura final da película deverá ser de 80 µm no menor ponto e média de 120 µm.

A estrutura de suporte com todos os equipamentos montados deve suportar esforços de ventos padronizados no item 6.1 e esforços verticais de montagem de 200 daN no centro das vigas (equivalente a dois homens trabalhando). Todas as partes das



estruturas devem ser projetadas para resistir, sem deformar além do limite estabelecido, a mais desfavorável combinação das cargas máximas de projeto.

As estruturas de suporte devem ser bem-acabadas, tendo suas superfícies lisas, uniformes e contínuas, sem saliências, cantos vivos ou outras imperfeições, serem isentas de empenos ou torções.

O corte, a furação e o dobramento devem ser executados com precisão, a fim de evitar a necessidade de novos furos, desvios ou alargamentos dos furos durante a montagem.

Os parafusos devem ter cabeças e porcas hexagonais, comprimento total e de rosca tais que permitam o aperto de peças sempre com uma arruela lisa, porca e arruela travante, tipo "palnut". Após o aperto, deve sobrar um comprimento de parafuso fora da porca entre 3,2 mm e 9,5 mm, limite mínimo e máximo.

As quantidades de parafusos, porcas, arruelas e "palnuts" fornecidas devem ser previstas com uma folga de 5%.

8.1.1.2 Chumbadores

A estrutura deve ser preparada para fixação em base de concreto através de parafusos chumbadores, os quais são parte integrante do fornecimento. No cálculo dos chumbadores devem ser usadas as mesmas cargas e condições de carregamento adotadas no projeto da estrutura, considerando-se um coeficiente de segurança adicional de 10%.

Os chumbadores devem ter as seguintes características:

- O comprimento dos chumbadores não deve ser inferior a quarenta vezes o seu diâmetro;
- Os chumbadores devem ser fornecidos com porcas, contraporcas e arruelas;
- Os chumbadores devem ser fabricados com aço SAE-1020 ou ASTM A394;

- Os chumbadores devem ser revestidos de zinco por imersão a quente, de acordo com a ABNT NBR 6323.

8.1.1.3 Isoladores

Todos os isoladores utilizados em todas as partes e peças dos bancos de capacitores devem possuir a distância de escoamento específica unificada mínima de 27,8 mm/kV.

Nos bancos de capacitores, os isoladores instalados entre as plataformas de sustentação dos capacitores, suporte dos barramentos, isolamento do cabo terra, haste de acionamento etc., devem ser do tipo suporte de porcelana vitrificada, na cor marrom, notação Munsell 5,0 YR 3,0/3,0 ou cor cinza, notação Munsell N 6,5, segundo as normas ANSI/NEMA C29.9, IEC 60273, ABNT IEC/TS 60815-1 e ABNT IEC/TS 60815-2.

NOTA:

XVIII. Os isoladores com outro material podem ser aceitos, condicionadas à aprovação prévia da Energisa, devendo possuir características iguais ou melhores que as especificadas neste documento.

8.1.1.4 Barramentos, conexões e conectores

Os materiais utilizados nos barramentos, aterramentos e demais partes constituintes do banco devem ser adequados aos propósitos a que se destinam e devem estar em conformidade com as revisões mais recentes das normas aplicáveis da ABNT.

Devem ser fornecidos todos os conectores, parafusos de fixação dos equipamentos, peças de adaptação e demais acessórios necessários à completa montagem do banco.

Os seguintes elementos do banco devem ser aterrados:

- Estruturas metálicas, com exceção da estrutura (rack) suporte das unidades capacitivas;
- Alavanca de acionamento e bases das chaves;

- Base do TC de desequilíbrio;
- A estrutura suporte inferior, a base do TC de desequilíbrio e a chave de aterramento serão aterradas através de um mesmo condutor de cobre nu.

As barras das chaves de aterramento devem ser em cobre estanhado. A ligação do neutro das unidades capacitivas deve ser tipo duplo para permitir a fixação de cada lado do conector.

Barramentos e acessórios específicos para os bancos de capacitores:

- Todos os barramentos e interligações devem ser em alumínio;
- Os neutros dos bancos e as interligações do TC nos bancos devem ser em cabo de cobre nu de 70 mm²;
- O aterramento do banco deve ser executado com vergalhão de cobre 3/8 de polegadas e os aterramentos dos equipamentos com cabo de aço cobreado de 70 mm².
- Todas as partes vivas do banco devem ser isoladas com manta termo contrátil, com isolação adequada.
- Todas as pernas das estruturas devem ter um furo de 15 mm de diâmetro a 300 mm acima da face superior da fundação para fixação dos cabos de aterramento. Devem ser fornecidos conectores para fixação em chapa metálica de dois cabos de cobre paralelos de bitola 50 mm² a 70 mm².

8.1.1.5 Fusível de proteção

Deverá ser fornecido um conjunto fusível para cada unidade capacitiva, a fim de protegê-la individualmente.

Cada conjunto fusível deverá ser fornecido completo, com tubo de fenolite, mola de acionamento, indicação de atuação, terminal de fixação ao barramento e elo-fusível.



A corrente nominal deve ser pelo menos igual a 165% da corrente nominal da respectiva unidade capacitiva.

Os conjuntos fusíveis deverão ser coordenados com as correntes de curto-circuito suportadas pelas unidades capacitivas.

Os conjuntos fusíveis fornecidos deverão estar de acordo com as respectivas normas ABNT NBR 7282 e ABNT NBR 12479.

8.1.2 Unidade capacitiva

As unidades capacitivas de um banco devem ser de mesmas características e valores nominais, e atender os requisitos estabelecidos pela Especificação Técnica Unificada (ETU) N.º 157 (ETU-157).

8.1.3 Transformador de corrente (TC)

Os transformadores de corrente (TC) de um banco devem ser de mesmas características e valores nominais, e atender os requisitos estabelecidos pela Especificação Técnica Unificada (ETU) N.º 102 (ETU-102).

O TC deve ser fornecido completo, com conector de aterramento, todos os conectores necessários para sua conexão ao banco

8.1.4 Para-raios

Os para-raios a serem instalados em um banco devem ser de mesmas características e valores nominais, e atender os requisitos estabelecidos pela Especificação Técnica Unificada (ETU) N.º 105 (ETU-105).

Devem ser previstos 3 (três) para-raios, devendo ser fornecidos completos, com ferragens de fixação, conectores de linha e conectores de aterramento.

8.1.5 Chaves seccionadoras

Os bancos de capacitores devem, obrigatoriamente, ser fornecidos com:

- Chave de inserção e isolamento;
- Chave de aterramento.

As chaves seccionadoras devem ser fornecidas completa, incluindo parafusos de fixação, conectores para ligação dos condutores em seus terminais e cordoalha para aterramento. Assim como, mecanismo de operação manual com tubo de descida e alavanca de operação, provido de dispositivo que permita seu bloqueio de sua operação.

As chaves seccionadoras devem possuir sinalização adequada que identifique as posições “ABERTO” e “FECHADO”.

Os isoladores destas chaves seccionadoras devem ser do tipo suporte cilíndrico, conforme ABNT NBR 14221, com isolação adequada ao nível de tensão, com ferragem externa série C e possuir a distância de escoamento específica unificada mínima de 27,8 mm/kV.

Os terminais das chaves seccionadoras devem ser em barra chata de cobre ou liga de cobre de alta condutividade, estanhados, com 2 (dois) ou 4 (quatro) furos padrão NEMA. A dimensões dos terminais deveram ser conforme ABNT NBR 7571.

A base das chaves seccionadoras e demais peças de aço ou ferro fundido devem ser galvanizadas por imersão a quente, de acordo com a ABNT NBR 6323, com espessura de 80 µm no menor ponto e média de 120 µm.

As chaves seccionadoras devem ter, no mínimo, 6 (seis) contatos auxiliares, conforme definido abaixo:

- 2 (dois) contatos NA-a - Normalmente Aberto;
- 2 (dois) contatos NF-a - Normalmente Fechado;
- 1 (um) contato NA-aa (Normalmente Aberto) que passa para NF em 20% do curso;

- 1 (um) contato NF-bb (Normalmente Fechado) que passa para NA em 20% do curso.

A caixa de contatos auxiliares deve ser instalada em posição adequada para que não ocorra interferência com o dispositivo de acionamento (manivela ou alavanca), em caixa própria, a prova de tempo, com entrada rosqueada para eletroduto de 1.1/2” de diâmetro na parte inferior, com grau de proteção:

- IP-54, conforme ABNT NBR IEC 60529; e
- IK-10, conforme a ABNT NBR IEC 62262.

O movimento dos contatos auxiliares deve ser associado diretamente ao movimento mecânico da haste de acionamento das lâminas das chaves.

NOTA:

XIX. Não é admitida a multiplicação do número de contatos auxiliares através de chaves, contactores ou relés auxiliares.

8.1.5.1 Chave de inserção e isolamento

A chave de inserção e isolamento deverá ser do tipo seccionadora tripolar, conforme ABNT NBR IEC 62271-102 e ABNT NBR 7571, para montagem vertical em estrutura metálica, para uso exterior, possuir operação manual em grupo, acionamento direto e ser própria para operar na frequência de 60 Hz, com características definidas pelo fornecedor durante a fase de projeto e apresentadas na documentação técnica.

8.1.5.2 Chave de aterramento

A chave de aterramento deverá ser do tipo seccionadora tetrapolar, conforme ABNT NBR IEC 62271-102 e ABNT NBR 7571, para montagem vertical em estrutura metálica, para uso exterior, possuir operação manual em grupo, acionamento direto e ser própria para operar na frequência de 60 Hz, com características definidas pelo fornecedor durante a fase de projeto e apresentadas na documentação técnica.

8.1.6 Reator limitador de corrente

Os enrolamentos dos reatores deverão ser projetados e construídos para resistirem, sem sofrerem danos, aos efeitos mecânicos e térmicos causados por correntes de curta duração. As espiras deverão ser isoladas em filme de polietileno e separadas em intervalos iguais por meio de calços de fiberglass, que assegurem elevada resistência mecânica ao conjunto.

Os reatores deverão ser monofásicos e de uso externo, construídos em núcleo de ar, com refrigeração natural. Os limites de elevação de temperatura dos enrolamentos deverão ser de 55 °C (pelo método de variação de resistência) e de 65 °C, para o ponto mais quente.

Os reatores deverão ser montados sobre isoladores de suporte, fixos às estruturas dos bancos de capacitores.

De forma a limitação a valores aceitáveis das correntes de "inrush" durante as energizações, deve ser fornecido um reator limitador da corrente por fase para instalação nos bancos de capacitores, isolados a ar, conforme ABNT NBR 5356-6, com as características nominais da Tabela 2.

8.1.7 Elo-fusíveis

Os elos-fusíveis a serem instalados em um banco devem ser de mesmas características e valores nominais, e atender os requisitos estabelecidos pela Especificação Técnica Unificada (ETU) N.º 127 (ETU-127).

Os elo-fusíveis de proteção individual das células devem seguir as características definidas na Tabela 3.

8.1.8 Caixa de interligação

Deverá ser fornecida caixa metálica para concentração de sinais da chave de aterramento e do TC, além de tubulações e todos os acessórios necessários à sua interligação.



As tubulações devem ser do tipo flexível com revestimento interno metálico (tecnoflex).

A caixa deve possuir as seguintes características:

- a) Grau de proteção:
 - IP-54, conforme ABNT NBR IEC 60529; e
 - IK-10, conforme a ABNT NBR IEC 62262.
- b) Corpo e tampa fabricados em liga de alumínio fundido (copper free), resistente à corrosão;
- c) Tampa fixada ao corpo através de parafusos com cabeça sextavada de alta resistência em aço inox;
- d) Possuir orelhas de fixação, chassi em aço bicromatizado pintado a pó em poliéster cor cinza, notação Munsell N 6.5 e guarnição em neoprene garantindo vedação da tampa;
- e) Possuir um mínimo de 16 bornes próprios para conexão de cabos de 4,0 mm²;
- f) Possuir um mínimo de 2 furos de 1/2” para entrada das conexões dos tubos vindos da chave de aterramento e do TC;
- g) Placa inferior para furação que permita a conexão de tubulação externa de 2” (incluindo instalação de arruela e demais acessórios).

8.1.9 Cabeamento interno, conexões e terminais

Os cabamentos devem ser confeccionados em cabos de cobre, do tipo flexíveis, não-propagantes de chama, com classe de encordoamento 2, com isolamento de PVC, conforme ABNT NBR NM 247-3, com seção nominal de:

- 4,0 mm² para os circuitos de corrente; e
- 2,5 mm² para os demais circuitos.

Os condutores para alimentação, em corrente contínua (CC), devem ser nas cores:

- Vermelha para positivo " + ";
- Preta para negativo " - ".

Todos os terminais de fiação e régua de bornes deverão ser anilhados ou identificados de forma inequívoca, conforme Figura 1. A identificação dos condutores deverá ser feita através de anilhas tipo luva em PVC Cristal, com comprimento de 18 mm.

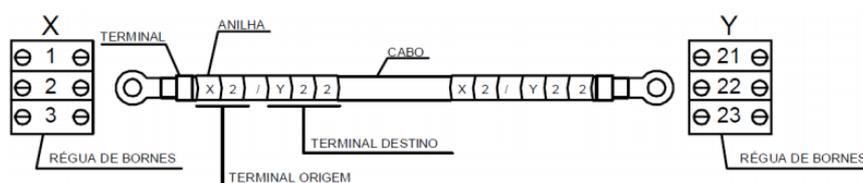


Figura 1 - Padrão de anilhamento

A fiação do circuito de aterramento deverá ser na cor verde e amarela.

O condutor neutro não poderá ser seccionado.

Os blocos terminais utilizados na fiação deverão ser localizados de forma a possibilitar fácil acesso e ser do tipo apropriado para permitir desfazer conexões, sem que sejam perdidas as características de pressão e do bom contato. Blocos terminais tipo mola ou terminais em que o parafuso atue diretamente no fio não serão aceitos.

As conexões aparafusadas deverão ser providas de dispositivos de travamento adequados, de modo a evitar o seu afrouxamento.

Deverão ser previstos terminais suficientes assim como dispositivos adequados para curto circuitar terminais, de modo a se evitar a necessidade de ligação de dois condutores no mesmo lado de um terminal.

Os blocos terminais deverão ser isolados para o mínimo de 750 V, para cabos de controle até 6 mm², e com corrente nominal mínima de 57 A.



Na cabine de controle, os condutores deverão ser instalados dentro de calhas plásticas. Amarrações do tipo chicote só serão aceitas quando executadas com espirais plásticas. Amarrações com cordão não serão aceitas.

A fiação das resistências de aquecimento deverá ser de fio com cobertura adequada e resistente a alta temperatura.

A percentagem de blocos terminais de reserva, em cada régua de blocos terminais, deverá ser no mínimo de 20%.

8.2 Identificação

As placas de identificação deverão ser de aço inoxidável ou alumínio anodizado, espessura mínima de 1,0 mm, fixadas por rebites, em local de fácil visualização e leitura, com as inscrições marcadas de maneira indelével.

As placas de identificação das unidades capacitivas deverão conter, no mínimo, as seguintes informações:

a) Placa do banco

- A expressão "BANCO DE CAPACITORES EM DERIVAÇÃO"
- Potência nominal do banco, em quilovolt-ampere reativo (kVAr);
- Potência fornecida à tensão de operação, em quilovolt-ampere reativo (kVAr);
- Tensão nominal, em quilovolt (kV);
- Frequência nominal, em Hertz (Hz);
- Tensão de operação, em quilovolt (kV);
- Nível de isolamento, em quilovolt (kV);
- Tipo de ligação;

- Número de grupos série por fase;
- Número de unidades em paralelo por grupo série;
- Número total de unidades;
- Tempo mínimo necessário entre desligamento e religamento;
- Tempo para a tensão residual atingir 50 V.

b) Placa das unidades capacitivas

As unidades capacitivas devem possuir uma placa de identificação conforme definidos na ETU-157.

c) Transformador de corrente (TC)

O transformador de corrente (TC) deve possuir uma placa de identificação conforme definidos na ETU-102.

d) Para-raios

Os para-raios devem possuir placa de identificação conforme definidos na ETU-105.

e) Chave de aterramento

- Nome e/ou marca comercial do fabricante;
- Tipo e número de identificação;
- Mês/ano de fabricação;
- Número do manual de instruções;
- Tensão nominal, em quilovolt (kV);
- Corrente nominal, em amperes (A);
- Corrente capacitiva nominal, em amperes (A);

- Capacidade de interrupção simétrica, em quilo-ampères (kA);
- Bobina de fechamento (faixa de tensão e corrente), em volt (V);
- Bobina de "trip" (faixa de tensão e corrente), em volt (V);
- Massa total, em quilograma (kg).

f) Reator limitador de corrente

- Nome e/ou marca comercial do fabricante;
- A expressão "REATOR SERIE";
- Corrente nominal, em amperes (A);
- Corrente de curto-circuito dinâmica, em quilo-ampères (kA);
- Impedância, em ohm (Ω);
- Indutância, em mili Henry (mH);
- Frequência, em Hertz (Hz);
- Massa, em quilograma (kg).

8.3 Cabina (cubículo) de controle eletrônico

A cabina deverá ser confeccionada em aço galvanizado, aço inoxidável ou alumínio, de forma a proporcionar toda proteção mecânica, térmica e eletromagnética necessária para o adequado funcionamento do circuito eletrônico e da unidade terminal remota com seus acessórios. Devendo ter grau de proteção IP-54, conforme ABNT NBR IEC 60529.

A cabina deverá ser adequada para:

- Instalação ao tempo, com exposição direta aos raios solares e alta temperatura no interior dos equipamentos;

- Instalação em locais propícios à corrosão, maresia, fungos, insetos etc.;
- Proteção contra animais que possam danificar os equipamentos, aves, roedores etc.;
- Proteção contra vandalismo.

A cabina deverá ser montada na estrutura de suporte do banco, aproximadamente 1.700 mm do nível do solo até a parte superior da caixa (topo), podendo variar de ± 20 mm, contendo:

- Botoeiras de comando local;
- Chave de transferência de comando local para remoto e vice-versa;
- Relés de proteção e controle;
- Sinalizadores de estado ligado, desligado e defeito; e
- Demais acessórios necessários à perfeita operação e controle do banco de capacitores.

NOTA:

XX. Todas as funções dos componentes do painel devem identificadas por placas de identificação de alumínio ou acrílico.

A cabina deve possuir porta com dobradiças, dotada de vedação e, na parte inferior, terminal com braçadeira para conexão de eletroduto de aço galvanizado de 25 mm de diâmetro. Deve ser estanque a água, poeira e insetos e deve ter limitadores de abertura com limite entre 105° e 120°.

A cabina deve possuir sistema de iluminação interna, controlado por interruptor fim de curso. Deve ser provida também de resistência de aquecimento, instalada na parte inferior, protegida contra contatos acidentais e comandada por termostato na faixa de 10 a 120 °C.

O número de operações do banco de capacitores deve ser registrado em um contador do tipo ciclométrico, com no mínimo 4 (quatro) dígitos, colocado dentro do painel do comando automático em posição de fácil leitura.

No painel de comando deverá ser instalado dispositivo que impeça o religamento elétrico de manobra, por comando elétrico, antes que a tensão das unidades capacitivas seja reduzida a 50 volts.

9 RELÉ DE CONTROLE E PROTEÇÃO OU INTELLIGENT ELECTRONIC DEVICE (IED)

O relé de controle e proteção ou Intelligent Electronic Device (IED) deve ser, obrigatoriamente, de modelo e fabricante homologados pela Energisa.

NOTA:

XXI. O fornecimento dos relés de controle e proteção será objeto de análise e definição da Energisa. Porém, a sua montagem e instalação será de responsabilidade do fornecedor do banco de capacitores.

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 8.2.1, 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 8.4.

- 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 reserva-se ao direito de exigir a repetição de ensaios em lotes já aprovados. Nesse aspecto, as despesas serão de responsabilidade da mesma, caso as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção, caso contrário, incidirão sobre o fabricante.
- r) 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.

s) 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 re-inspeção por motivo de recusa.

NOTA:

XXII. 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 6.

10.2.1 Ensaios de tipo (T)

Os ensaios de tipo (T) são constituídos dos ensaios relacionados nas Especificações Técnica Unificadas, baseado nos ensaios abaixo:

- a) ETU-102 - Transformador de corrente de subestação de distribuição
- Elevação de temperatura;
 - Corrente suportável nominal de curta duração e valor de crista da corrente suportável;

- 
- Impulso atmosférico;
 - Tensão aplicada sob chuva para transformadores de uso externo;
 - Resistência ôhmica dos enrolamentos;
 - Exatidão;
 - Erro composto para as classes P e PR.

b) ETU-105 - Para-raios de subestação de distribuição

- Medição da tensão de referência;
- Estanqueidade;
- Descargas parciais;
- Tensão suportável à frequência industrial;
- Estabilidade térmica;

c) ETU-134.1 - Chave interruptora a vácuo para banco de capacitores

- Tensão suportável e frequência industrial sob chuva;
- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico;
- Tensão suportável a frequência industrial a seco;
- Ensaio de poluição artificial;
- Ensaio de descargas parciais;
- Ensaio dielétricos nos circuitos auxiliares e de comando;
- Ensaio de tensão como condição de verificação;
- Medição da resistência dos circuitos;

- Ensaio de elevação de temperatura;
- Ensaio de corrente suportável de curta duração e do valor de crista da corrente suportável;
- Verificação da proteção;
- Ensaio de operação mecânica;
- Ensaio de durabilidade mecânica;
- Ensaio de operação nos limites de temperatura;
- Ensaio para verificação do funcionamento adequado do dispositivo de indicação de posição;
- Ensaio de raio X para ampolas a vácuo;
- Ensaio de manobra de cargas capacitivas de barramentos.

d) ETU-157 - Capacitores de potência em derivação

- Ensaio de estabilidade térmica;
- Medição do fator de perdas à temperatura elevada;
- Tensão suportável nominal entre terminais e tanque;
- Ensaio de tensão suportável de impulso atmosférico entre terminais e tanque;
- Ensaio de descarga de curto-circuito;
- Ensaio de tensão residual.

10.2.2 Ensaio de recebimento (RE)

São ensaios de recebimento (RE) são constituídos dos ensaios relacionados nas Especificações Técnica Unificadas, baseado nos ensaios abaixo:

- 
- a) Inspeção geral, conforme item 10.3.1;
 - b) Verificação dimensional, conforme item 10.3.2;
 - c) Ensaio de verificação da zincagem, conforme item 10.3.3.
 - d) Devem ser acrescentados dos ensaios:
 - ETU-102 - Transformador de corrente de subestação de distribuição
 - Ensaio de estanqueidade;
 - Ensaio de exatidão;
 - Ensaio de fator de segurança do instrumento;
 - Ensaio de medição de capacitância e fator de perdas dielétricas;
 - Ensaio de medição de descargas parciais;
 - Ensaio de sobretensão entre espiras;
 - Ensaio de tensão suportável à frequência industrial a seco no primário;
 - Ensaio de tensão suportável à frequência industrial em enrolamentos secundários e entre seções;
 - Verificação de marcação dos terminais e polaridade.
 - ETU-105 - Para-raios de subestação de distribuição
 - Ensaio de descargas parciais;
 - Ensaio de estabilidade térmica;
 - Ensaio de estanqueidade;
 - Ensaio de medição da tensão de referência;

- Ensaio de tensão suportável à frequência industrial.
- ETU-134.1 - Chave interruptora a vácuo para banco de capacitores
 - Ensaio de medição da resistência do circuito principal;
 - Ensaio de medição da resistência dos circuitos;
 - Ensaio de tensão suportável a frequência industrial a seco;
 - Ensaio dielétrico no circuito principal;
 - Ensaio dielétrico nos circuitos de controle e auxiliares;
 - Ensaio de elevação de temperatura;
 - Ensaio de operação mecânica.
- ETU-157 - Capacitores de potência em derivação
 - Ensaio de estanqueidade;
 - Ensaio de medição da capacitância;
 - Ensaio de medição da resistência ôhmica do dispositivo interno de descarga;
 - Ensaio de medição do fator de perdas;
 - Ensaio de tensão suportável nominal entre terminais e tanque;
 - Ensaio de tensão suportável nominal entre terminais.

10.3 Descrição dos ensaios

10.3.1 Inspeção geral

O inspetor deverá efetuar uma inspeção geral verificando:

- a) Características construtivas, conforme item 8.

- b) Identificação, conforme item 8.2;
- c) Acondicionamento, conforme item 6.3.

A não conformidade de qualquer um desses requisitos determinará a sua rejeição.

10.3.2 Verificação dimensional

O banco de capacitor deve ter dimensões conforme o documento do fabricante, aprovado pela Energisa.

Ocorrendo divergência, as chaves interruptoras serão consideradas reprovadas.

10.3.3 Ensaio de verificação da zincagem

As ferragens utilizadas nas estruturas do banco de capacitor devem ser submetidas a este ensaio, para verificação das seguintes características:

- a) Aderência, conforme ABNT NBR 7398;
- b) Espessura da camada de zinco, conforme ABNT NBR 7399;
- c) Uniformidade da camada de zinco, conforme ABNT NBR 7400.

Constitui falha ao não atendimento ao item 8.1.1.1.

NOTA:

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

10.4 Relatórios dos ensaios

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

- a) Nome do ensaio;
- b) Nome e/ou marca comercial do fabricante;

- 
- c) Identificação do laboratório de ensaio;
 - d) Certificados de aferições dos aparelhos utilizados nos ensaios, com validade máxima de 24 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;
 - i) Relação, descrição e resultado dos ensaios executados e respectivas normas utilizadas;
 - j) Nome do inspetor e do responsável pelos ensaios;
 - k) Instrumentos/equipamentos utilizados nos ensaios;
 - l) Indicação de normas técnicas aplicáveis;
 - m) Memórias de cálculo, com resultados e eventuais observações;
 - n) Condições ambientes do local dos ensaios;
 - o) Data de início e de término de cada ensaio;
 - p) Nomes legíveis e assinaturas dos respectivos representantes do fabricante e do inspetor da Energisa e data de emissão do relatório.

Os materiais somente serão liberados pelo inspetor após ser entregue a ele uma via dos relatórios de ensaios.

11 PLANOS DE AMOSTRAGEM

11.1 Ensaios de tipo

Para os ensaios de tipo, devem ser seguidos as orientações da ABNT NBR 12479.

11.2 Ensaios de recebimento

A quantidade de bancos de capacitores a ser submetida a cada um dos ensaios de recebimento é conforme Tabela 5, deve ser retirada, aleatoriamente, de um lote.

Se o lote a ser fornecido for constituído por mais de 1.000 unidades, essa quantidade deve ser dividida em vários lotes com menor número, cada um deles contendo entre 150 e 500 unidades.

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

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 chave 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 5;
- 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

Em qualquer tempo e sem necessidade de aviso prévio, esta Especificação Técnica poderá sofrer alterações, no seu todo ou em parte, por motivo de ordem técnica e/ou devido às modificações na legislação vigente, de forma a que os interessados deverão, periodicamente, consultar a Energisa.

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

14 HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO

Data	Versão	Descrição das alterações realizadas
15/06/2015	4.0	<ul style="list-style-type: none">Revisão geral decorrente do Projeto Malha Logística - Frente
27/07/2018	5.0	<ul style="list-style-type: none">Adequações e correções de formatação, texto e tabelas.
01/02/2022	6.0	<ul style="list-style-type: none">Cancelamento das Especificações Técnicas Unificadas (ETU):<ul style="list-style-type: none">ETU 106.1 - Banco de capacitores de SED - 11,4 kV e 13,8 kV;ETU 106.2 - Banco de capacitores de SED - 22,0 kV;ETU 106.3 - Banco de capacitores de SED - 34,5 kV;

Data	Versão	Descrição das alterações realizadas
		<ul style="list-style-type: none"> ○ ETU 106.4 - Banco de capacitores de SED - 69,0 kV; ○ ETU 106.5 - Banco de capacitores de SED - 138,0 KV; ● Inclusão do banco de capacitor de 4,8 MVA para a tensão de 22,0 kV; ● Inclusão dos bancos de capacitores de 4,8 MVA e 7,2 MVA para a tensão de 34,5 kV; ● Inclusão Anexo 1 com códigos das chaves tripolares a vácuo; ● Adequação da ETU as boas práticas de mercado.

15 VIGÊNCIA

Esta Especificação Técnica entra em vigor na data de 01/03/2022 e revoga as documentações anteriores.

16 TABELAS

TABELA 1 - Características técnicas dos bancos de capacitores padronizados

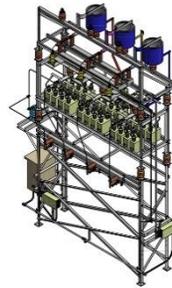


Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	Tensão nominal do sistema	Classe de tensão	Potência nominal do banco	Potência nominal das células	Quantidade de células	Quantidade de rack	Ligação
	(kV)		(kV)	(MVar)			
690853	11,4	15,0 / 15,5	0,9	100	9	1	Dupla estrela isolada (Y-Y)
690205			1,8	100	18	1	
690206			2,4	200	12	1	
690207			3,6	200	18	1	
690208			4,8	200	24	2	
690209			7,2	200	36	2	

Código Energisa	Tensão nominal do sistema	Classe de tensão	Potência nominal do banco	Potência nominal das células	Quantidade de células	Quantidade de rack	Ligação
	(kV)	(kV)	(MVar)	(kVAr)			
690854	13,8	15,0 / 15,5	0,9	100	9	1	Dupla estrela isolada (Y-Y)
690210			1,8	200	9	1	
690211			2,4	200	12	1	
690212			3,6	200	18	1	
690213			4,8	200	24	2	
690214			7,2	200	36	2	

690855	22,0	24,2 / 27,0	0,9	100	9	1	Dupla estrela isolada (Y-Y)
690856			1,8	200	9	1	
690215			2,4	200	12	1	
690216			3,6	200	18	1	
691726			4,8	200	24	2	
690217			7,2	200	36	2	

Código Energisa	Tensão nominal do sistema	Classe de tensão	Potência nominal do banco	Potência nominal das células	Quantidade de células	Quantidade de rack	Ligação
	(kV)	(kV)	(MVA _r)	(kVA _r)			
690395	34,5	36,2 / 38,0	0,9	100	9	1	Dupla estrela isolada (Y-Y)
690218			1,8	200	9	1	
690219			2,4	200	12	1	
690220			3,6	200	18	1	
691727			4,8	200	24	2	
691728			7,2	200	36	2	

TABELA 2 - Níveis de isolamento do banco de capacitor

Tensão máxima do equipamento ($U_{m\acute{a}x.}$)	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico (valor de crista)	Tensão suportável nominal à frequência industrial durante 1 min (valor eficaz)
(kV)		
15,0 / 15,5	110	34
24,0 / 27,0	150	50
36,0 / 38,0	200	70

TABELA 3 - Características elétricas nominais dos reatores limitadores

Tensão nominal do sistema	Tensão máxima do sistema	Corrente nominal	Indutância nominal	Corrente suportável nominal de curta duração 1,0 s	Valor de crista da corrente suportável	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico	Tensão suportável nominal a frequência nominal durante 1 min.	Frequência
(kV _{eficaz})	(kV)	(A)	(μH)	(kA)	(kA)	(kV _{crista})	(kV _{eficaz})	(Hz)
11,4 e 13,8	15,0 / 15,5	270	70	25,0	65,0	110	45	60
22,0	24,2 / 27,0	150	70	25,0	32,5	150	55	60
34,5	36,2 / 38,0	110	70	12,5	32,5	200	80	60

TABELA 4 - Características nominais dos elo-fusíveis para bancos de capacitores

Tensão nominal da unidade	Classe de tensão	Potência nominal da unidade	Corrente nominal do elo-fusível	Tipo do elo-fusível
(kV)	(kVAr)	(A)		
11,4	15,0 / 15,5	100		Tipo T
11,4	15,0 / 15,5	200		
13,8	15,0 / 15,5	100		
13,8	15,0 / 15,5	200		
22,0	24,2 / 27,0	100		
22,0	24,2 / 27,0	200		
34,5	36,2 / 38,0	100		
34,5	36,2 / 38,0	200		

NOTA:

- I. As correntes nominais dos elos-fusíveis devem ser de acordo com o projeto do banco de capacitores e compatíveis com os elos tipo “T” padronizados, conforme ETU-127.

TABELA 5 - Planos de amostragem para ensaios de recebimento

N.º de unidades que compõem o lote	Amostragem normal dupla Nível de inspeção II NQA: 2,5%.			
	Amostra		Ac	Re
	Seq.	Tam.		
0 a 8	-	2	0	1
9 a 15	-	3	0	1
16 a 25	-	5	0	1
26 a 50	-	8	0	1
51 a 90	1ª	8	0	2
	2ª		1	2
91 a 150	1ª	13	0	2
	2ª		1	2
151 a 280	1ª	20	0	3
	2ª		3	4
281 a 500	1ª	32	1	4
	2ª		4	5

Legenda:

Seq. - Sequência da amostra;

Tam. - Tamanho da amostra;

Ac - número de aceitação;

Re - número de rejeição.

TABELA 6 - Relação de ensaios

Item	Descrição dos ensaios	Tipo de ensaios
10.3.1	Inspeção visual	RE
10.3.2	Verificação dimensional	RE
10.3.3	Ensaio de verificação da zincagem	RE
ETU-102	Transformador de corrente	
	<ul style="list-style-type: none"> Ensaio de corrente suportável nominal de curta duração e valor de crista da corrente suportável 	T
	<ul style="list-style-type: none"> Ensaio de elevação de temperatura 	T
	<ul style="list-style-type: none"> Ensaio de erro composto para as classes P e PR 	T
	<ul style="list-style-type: none"> Ensaio de estanqueidade 	RE
	<ul style="list-style-type: none"> Ensaio de exatidão 	T / RE
	<ul style="list-style-type: none"> Ensaio de fator de segurança do instrumento 	RE
	<ul style="list-style-type: none"> Ensaio de impulso atmosférico 	T
	<ul style="list-style-type: none"> Ensaio de medição de capacitância e fator de perdas dielétricas 	RE
	<ul style="list-style-type: none"> Ensaio de medição de descargas parciais 	RE
	<ul style="list-style-type: none"> Ensaio de resistência ôhmica dos enrolamentos 	T
	<ul style="list-style-type: none"> Ensaio de sobretensão entre espiras 	RE
	<ul style="list-style-type: none"> Ensaio de tensão aplicada sob chuva para transformadores de uso externo 	T
	<ul style="list-style-type: none"> Ensaio de tensão suportável à frequência industrial a seco no primário 	RE
	<ul style="list-style-type: none"> Ensaio de tensão suportável à frequência industrial em enrolamentos secundários e entre seções 	RE
<ul style="list-style-type: none"> Verificação de marcação dos terminais e polaridade 	RE	
ETU-105	Para-raios	
	<ul style="list-style-type: none"> Ensaio de descargas parciais 	T / RE
	<ul style="list-style-type: none"> Ensaio de estabilidade térmica 	T / RE
	<ul style="list-style-type: none"> Ensaio de estanqueidade 	T / RE
	<ul style="list-style-type: none"> Ensaio de medição da tensão de referência 	T / RE
ETU-134.1	Chave interruptora a vácuo para banco de capacitores	
	<ul style="list-style-type: none"> Ensaio de medição da resistência do circuito principal 	RE

Item	Descrição dos ensaios	Tipo de ensaios
ETU-134.1	• Ensaio de medição da resistência dos circuitos	T / RE
	• Ensaio de raio x para ampolas a vácuo	T
	• Ensaio de tensão como condição de verificação	T
	• Ensaio de tensão suportável a frequência industrial a seco	T / RE
	• Ensaio de tensão suportável e frequência industrial sob chuva	T
	• Ensaio de tensão suportável nominal de impulso atmosférico	T
	• Ensaio de verificação da proteção	T
	• Ensaio dielétrico no circuito principal	RE
	• Ensaio dielétrico nos circuitos de controle e auxiliares	RE
	• Ensaio para verificação do funcionamento adequado do dispositivo de indicação de posição	T
	• Ensaios de corrente suportável de curta duração e do valor de crista da corrente suportável	T
	• Ensaios de descargas parciais	T
	• Ensaios de durabilidade mecânica	T
	• Ensaios de elevação de temperatura	T / RE
	• Ensaios de manobra de cargas capacitivas de barramentos.	T
	• Ensaios de operação mecânica	T / RE
	• Ensaios de operação nos limites de temperatura	T
	• Ensaios de poluição artificial	T
• Ensaios dielétricos nos circuitos auxiliares e de comando	T	
ETU-157	Capacitores de potência em derivação	T
	• Ensaio de descarga de curto-circuito	T / RE
	• Ensaio de estabilidade térmica	T / RE
	• Ensaio de medição do fator de perdas à temperatura elevada	T / RE
	• Ensaio de tensão residual	T / RE
	• Ensaio de tensão suportável de impulso atmosférico entre terminais e tanque	T / RE
	• Ensaio de tensão suportável nominal entre terminais e tanque	T / RE

Legenda:



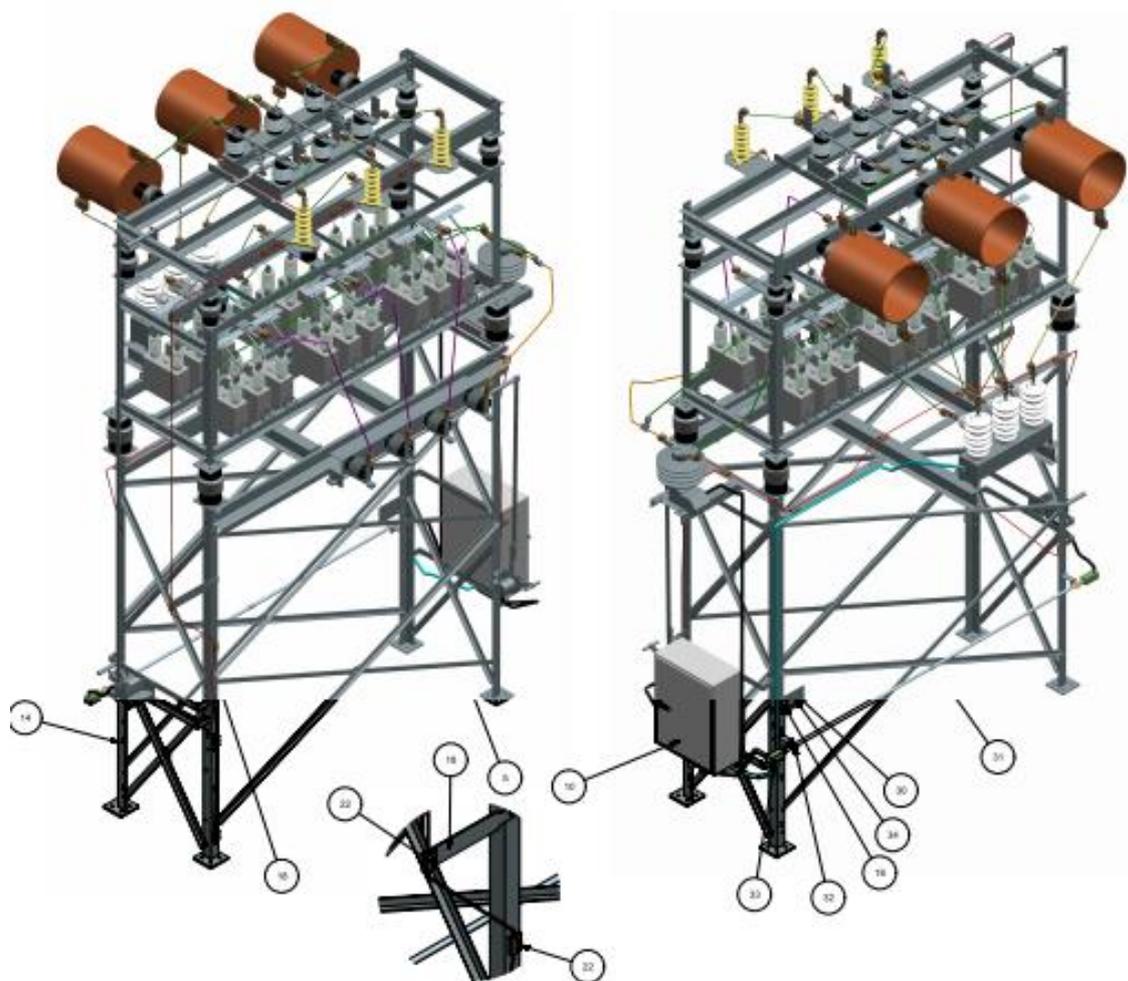
T - Ensaio de tipo;

RE - Ensaio de recebimento;

E - Ensaio especial.

17 DESENHOS

DESENHO 1 - Desenho orientativo do banco de capacitor



Legenda:

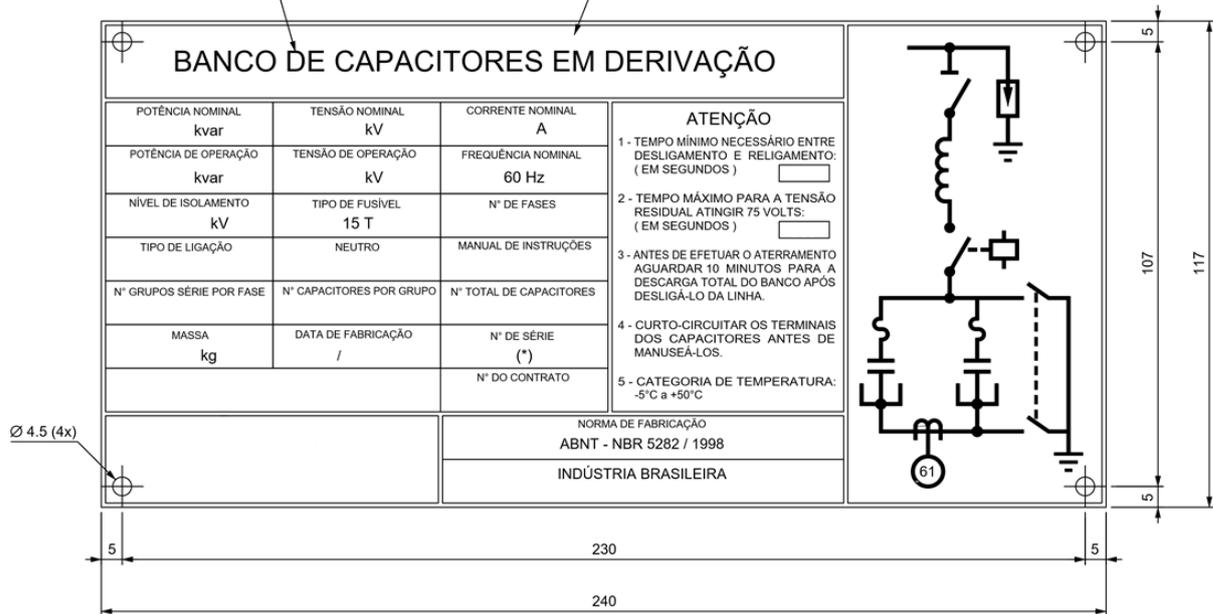
- 1) Estrutura metálica autoportante;
- 2) Chumbadores;
- 3) Barramentos, conexões e conectores;
- 4) Isoladores suporte;
- 5) Células/Unidades capacitivas;

- 
- 6) Reator limitador de corrente;
 - 7) Para-raios;
 - 8) Chave de aterramento;
 - 9) Transformador de corrente;
 - 10) Dispositivos de intertravamento;
 - 11) Chave a vácuo trifásica, conforme ETU-134.1;

DESENHO 2 - Placa de identificação

Textos, quadros, diagrama e logotipo em
baixo relevo por ataque químico
Cor preto - Altura: 0,15mm

Alto relevo sem tinta



18 ANEXO

ANEXO 1 - Código da chave a vácuo trifásica, conforme ETU-134.1

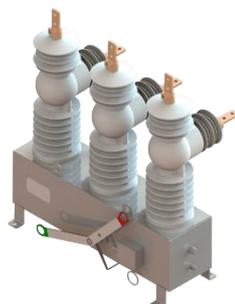


Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	Descrição
691713	CHAVE INTERRUPTORA TRIPOLAR 15/17,5KV 600/630A 6,3/16,3KA AUT VÁCUO
691714	CHAVE INTERRUPTORA TRIPOLAR 24/27KV 600/630A 6,3/16,3KA AUT VÁCUO
691715	CHAVE INTERRUPTORA TRIPOLAR 36,2/38KV 600/630A 6,3/16,3KA AUT VÁCUO

ANEXO 2 - Código do relé de controle e proteção (IED)



Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	Descrição

ANEXO 3 - Quadro de dados técnicos e características garantidas

BANCO DE CAPACITORES

Tipo do banco de capacitores:

Nome do fabricante:

N.º da licitação:

N.º da proposta:

Item	Descrição	Características / unidades
1	Unidades capacitivas	
1.1	a) Tipo ou modelo do fabricante	
1.2	b) Tensão nominal	kV
1.3	c) Potência nominal	kVAr
1.4	d) Frequência nominal	Hz
1.5	e) Capacitância nominal	µF
1.6	f) Variação máxima da capacitância em função da temperatura	%
1.7	g) Tolerância da capacitância	%
1.8	h) Tensão suportável de impulso atmosférico	kV
1.9	i) Tensão suportável à frequência industrial	kV
1.10	j) Perdas máximas referidas à temperatura de 20 °C	W/kVAr
1.11	k) Tensão residual nos terminais do capacitor cinco minutos após desconexão	V
1.12	l) Tensão máxima de rádio interferência	µV
1.13	m) Líquido isolante:	
1.13.1	• Tipo	l
1.13.2	• Volume	°C
1.13.3	• Ponto de fulgor	
1.13.4	• Constante dielétrica	
1.14	n) Resistor interno de descarga	MΩ
1.15	o) Espessura do filme dielétrico	mm
1.16	p) Constante dielétrica do filme	
1.17	q) Número de camadas por elemento interno	

Item	Descrição	Características / unidades
1.18	r) Área de cada elemento interno	m ²
1.19	s) Máximo esforço dielétrico:	
1.19.1	• Elemento capacitivo seco	kV/mm
1.19.2	• Elemento capacitivo impregnado	kV/mm
1.20	t) Categoria de temperatura	
1.21	u) Limite da categoria de temperatura (% kVAr nominal)	
1.22	v) Tensão máxima de operação contínua, incluindo harmônicas (% da tensão nominal)	%
1.23	w) Temperatura máxima do ponto mais quente, para ensaio de estabilidade térmica	°C
1.24	x) Torque nas buchas	kgf.m
1.25	y) Massa total da unidade capacitiva	kg
2	Porta-fusível e elo fusível	
2.1	a) Tipo ou modelo do fabricante	
2.2	b) Fabricante	
2.3	c) Corrente nominal	A
2.4	d) Capacidade de interrupção simétrica	kA
3	Transformador de corrente	
3.1	a) Tipo ou modelo do fabricante	
3.2	b) Fabricante	
3.3	c) Tensão nominal	kV
3.4	d) Frequência nominal	Hz
3.5	e) Fator térmico	
3.6	f) Corrente de curta duração	kA
3.7	g) Corrente térmica, 1 seg.	kA
3.8	h) Elevação de temperatura	°C
3.9	i) Tensão suportável à frequência industrial	kV
3.10	j) Tensão suportável de impulso atmosférico	kV
3.11	k) Relação de transformação	
3.12	l) Classe de exatidão para medição	
3.13	m) Núcleo	
3.13.1	• Tipo do núcleo	
3.13.2	• Material do núcleo	

Item	Descrição	Características / unidades
3.14	n) Número de núcleos para medição	
3.15	o) Curva de saturação para cada tipo de TC proposto	
3.16	p) Dimensões:	
3.16.1	• Altura	mm
3.16.2	• Largura	mm
3.16.3	• Altura	mm
3.17	Massa	kg
4	Chave de manobra	
4.1	a) Classe de tensão ou modelo do fabricante	kV
4.2	b) Corrente capacitiva nominal	A
4.3	c) Tensão suportável à frequência industrial	kV
4.4	d) Tensão suportável de impulso de manobra	kV
4.5	e) Corrente simétrica, 10 seg.	kA
5	Reatores	
5.1	a) Tipo ou modelo do fabricante	
5.2	b) Fabricante	
5.3	c) Corrente nominal	A
5.4	d) Corrente dinâmica de curto-circuito	kA
5.5	e) Corrente máxima de descarga	A
5.6	f) Tensão suportável à frequência industrial	kV
5.7	g) Tensão suportável de impulso atmosférico	kV
5.8	h) Indutância	H
5.9	i) Impedância	Ω
5.10	j) Frequência nominal	Hz
6	Chave seccionadora	
6.1	a) Tipo ou modelo do fabricante	
6.2	b) Fabricante	
6.3	c) Classe de tensão	kV
6.4	d) Tensão suportável à frequência industrial	kV
6.5	e) Tensão suportável de impulso atmosférico	kV
6.6	f) Frequência nominal	Hz

Item	Descrição	Características / unidades
6.7	g) Corrente nominal	A
6.8	h) Corrente nominal de curta duração, 3 segs.	kA
6.9	i) Contatos auxiliares	
6.9.1	• Corrente nominal	A
6.9.2	• Corrente de fechamento em 125 Vcc	A
6.9.3	• Capacidade de interrupção de corrente indutiva em 125 Vcc	A
6.9.4	• Relação l/r	
6.9.5	• Capacidade de interrupção de corrente resistiva em 125 Vcc	A
6.9.7	• Número de contatos livres, NA	
6.9.8	• Número de contatos livres, NF	
6.9.9	• Tensão suportável à frequência industrial	V
7	Chave de aterramento tetrapolar	
7.1	a) Tipo ou modelo do fabricante	
7.2	b) Fabricante	
7.3	c) Classe de tensão	kV
7.4	d) Tensão suportável à frequência industrial	kV
7.5	e) Tensão suportável de impulso atmosférico	kV
7.6	f) Frequência nominal	Hz
7.7	g) Corrente nominal	A
7.8	h) Corrente de curta duração, 3 segundos	kA
7.9	i) Contatos auxiliares:	
7.9.1	• Corrente nominal	A
7.9.2	• Corrente de fechamento em 125 Vcc	A
7.9.3	• Capacidade de interrupção de corrente indutiva em 125 Vcc	A
7.9.4	• Relação L/R	
7.9.5	• Capacidade de interrupção de corrente resistiva em 125 Vcc	A
7.9.6	• Número de contatos livres, NA	
7.9.7	• Número de contatos livres, NF	
7.9.8	• Tensão suportável à frequência industrial	V
8	Para-raios	

Item	Descrição	Características / unidades
8.1	a) Tipo ou modelo do fabricante	
8.2	b) Fabricante	
8.3	c) Tensão nominal	kV
8.4	d) Corrente nominal de descarga	kA
8.5	e) Máxima tensão de operação contínua	kV
9	Plataforma de capacitores	
9.1	a) Tensão nominal fase-fase	kV
9.2	b) Tensão máxima de operação, fase-fase	kV
9.3	c) Potência nominal à temperatura de 20 °C	kVAr
9.4	d) Tensão nominal fase-neutro	kV
9.5	e) Potência fornecida à tensão de operação	kVAr
9.6	f) Frequência nominal	Hz
9.7	g) Tensão suportável à frequência industrial	kV
9.8	h) Tensão suportável de impulso atmosférico	kV
9.9	Número de fases	
9.10	Número de grupos série por fase	
9.11	Número de capacitores em paralelo por grupo série	
9.12	Número total de capacitores	
9.13	Tempo mínimo necessário entre desligamento religamento	
9.14	Tempo para a tensão residual atingir 50 V	min.
9.15	Categoria de temperatura	
9.16	Tipo de ligação	

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.

