

SISTEMA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO**SUBSISTEMA NORMAS E ESTUDOS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO**

| | | |
|------------|--------------------------------------|-------|
| CÓDIGO | TÍTULO | FOLHA |
| E-313.0031 | CAPACITORES DE POTÊNCIA EM DERIVAÇÃO | 1/21 |

1. FINALIDADE

Definir as exigências mínimas para a fabricação e fornecimento de capacitores de potência, das classes de tensão de 15 kV e 25 kV, para a aplicação em subestações e alimentadores aéreos de distribuição, com tensão alternada acima de 1.000 V.

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Aplica-se a toda a Celesc D, fabricantes, fornecedores de materiais, empreiteiras, empreendedores e demais órgãos usuários.

3. ASPECTOS LEGAIS

Esta Especificação foi elaborada com base na NBR 5282 – Capacitores de Potência em Derivação para Sistema de Tensão Nominal acima de 1.000 V – Especificação.

Esta Especificação poderá, a qualquer tempo, sofrer alterações no todo ou em parte, por razões de ordem técnica, para melhor atendimento às necessidades do sistema, motivo pelo qual os interessados deverão, periodicamente, consultar a Celesc D quanto a eventuais alterações.

4. CONCEITOS BÁSICOS

Para os efeitos desta Especificação, devem ser adotadas as definições da NBR 5456 e NBR 5282.

5. DISPOSIÇÕES GERAIS**5.1. Certificação Técnica de Ensaio**

Os produtos abrangidos por esta Especificação, a serem aplicados nas redes de distribuição e



subestações dentro da área de concessão da Celesc D, devem passar pelo processo de certificação técnica, conforme procedimento estabelecido na Especificação E-313.0045 – Certificação de Homologação de Produtos.

As licitações para aquisição deste material poderão ser restritas aos produtos pré-qualificados, conforme definido em edital. Para obras particulares com previsão de transferência de ativos para Celesc D e para obras tipo *turn-keys*, somente serão aceitos produtos homologados.

O Certificado de Homologação do Produto – CHP será obtido após a análise de toda a documentação encaminhada à Celesc D, verificando a conformidade dos resultados com os requisitos exigidos nesta Especificação Técnica e nas normas brasileiras ou internacionais equivalentes. Fazem parte do processo de certificação Capacitores de Potência em Derivação a realização dos ensaios de tipo previstos nesta Especificação, análise de desenhos, avaliação fabril e instalação de amostra para análise de desempenho pelo período de 1 ano.

O certificado não garante a qualidade do processo de fabricação, devido a fatores inerentes ao processo e que só podem ser analisados nos ensaios de recebimento do material, portanto, esse certificado não exime, sob hipótese alguma, a realização dos ensaios de recebimento e inspeção por parte da Celesc D.

A repetição de ensaios de tipo para verificação dos padrões de qualidade poderá ser solicitada a qualquer tempo, sempre que a Celesc Distribuição julgar necessária.

5.2. Condições Gerais

Os capacitores de potência devem atender os requisitos exigidos na NBR 5282.

5.3. Identificação

Cada unidade capacitiva deve ser identificada por meio de placa de aço inoxidável, espessura de 1 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 kVAr;
- f) tensão nominal em V ou kV;
- g) frequência nominal em Hz;
- h) capacitância medida (C) em μF 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) número da norma brasileira e ano da edição em vigor;
- n) massa em kg;
- o) número do pedido de compra.

5.4. Condições de Serviço

O equipamento deverá ser adequado para operar a uma altitude de até 1.000 metros, em clima tropical com temperatura variando entre -5°C e $+45^{\circ}\text{C}$ e umidade de até 100%.

Os capacitores devem ser adequados para funcionar ao tempo (uso externo) com as buchas na posição vertical ou horizontal.



5.5. Características Construtivas

5.5.1. Tanque

O tanque da unidade capacitiva deverá ser fabricado em aço inoxidável, com acabamento anticorrosivo, na cor cinza claro, padrão Munsell N 6,5 e projetado de forma a evitar o acúmulo de água em suas superfícies. A superfície deve ser lisa e sem cantos vivos, com proteção contra corrosão.

Para evitar a ocorrência de microtrincas na solda do tanque, este deve ser confeccionado em aço inoxidável, 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).

Deve ser provido de 2 (duas) alças laterais para fixação.

O formato do tanque deve ser retangular, conforme o desenho do Anexo 7.1 desta Especificação.

O tanque deve ser completamente estanque, hermeticamente fechado, para permitir resistência às alterações de pressões internas.

O tanque deve ser projetado para não permitir acúmulo de água sobre suas faces.

O fabricante deve fornecer as curvas de probabilidade de ruptura do tanque (tempo x I curto circuito), baseadas em ensaios de protótipo.

Deverá ser pintado na parte externa do tanque da célula a classe de tensão. Esses algarismos devem ter cor preta para as células de 25 kV e cor vermelha para as células de 15 kV, com tamanho 60 x 50 mm.

5.5.2. Buchas

Deverão ser de porcelana vitrificada, sem porosidade, quimicamente inerte, não higroscópica, resistentes à ação do tempo e a choques térmicos, na cor marrom ou cinza. Não serão aceitas porcelanas defeituosas ou retocadas.

As buchas devem ser fixadas por meio de solda diretamente ao tanque, a fim de assegurar robustez mecânica e absoluta estanqueidade, não sendo aceitas buchas aparafusadas.



A Contratada deve informar no Manual de Instruções as orientações para aplicação de torques de aperto nos conectores das buchas.

As células capacitivas de 15 kV deverão ser fornecidas com buchas de classe 25 kV (50/150 kV).

5.5.3. Parte Ativa

A armadura do elemento capacitor deverá ser de alumínio e o dielétrico um filme de polipropileno.

O líquido impregnante deve ser biodegradável, não inflamável e nem explosivo, isento de qualquer composto clorado e não poluente, devendo possuir excelentes propriedades dielétricas. As características devem ser comprovadas mediante relatório ou laudo emitido por laboratório especializado.

A parte ativa deverá ter ambos os terminais isolados da caixa (2 buchas).

5.5.4. Terminais e Conectores

Os terminais devem ser em liga de cobre de alta condutividade, protegidos contra corrosão galvânica, através de uma película de estanho de modo a permitir o uso de conectores para condutor de cobre ou alumínio, espessura mínima individual de 8 μm e média mínima de 12 μm .

Os conectores devem acomodar 2 condutores de cobre ou alumínio nas bitolas 25 mm^2 até 70 mm^2 .

5.5.5. Dispositivo de Descarga

Todas as unidades capacitivas devem atender o estabelecido na ABNT NBR 5282, devendo ser equipadas 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).

5.5.6. Dispositivo de Fixação

As unidades capacitivas devem ser dotadas de dispositivo soldado ao tanque, que permita uma fixação adequada e segura no suporte. Caso esse dispositivo não deva ser usado para



içamento, outros apropriados devem ser previstos.

5.5.7. Isoladores

Os isoladores utilizados no banco devem ser do tipo suporte maciço, de fornecedores homologados pela Celesc e em conformidade com a Especificação E-313.0055 – Isoladores Suporte para Subestações.

5.6. Características Elétricas

5.6.1. Tensão Nominal

As unidades capacitivas devem ter tensões nominais compatíveis para a operação nos sistemas com tensão nominal de 13,8 kV ou 23,1 kV, em estrela não aterrada, devendo operar em serviço contínuo ou intermitente, sem diminuição de sua vida útil, com até 110% da tensão nominal.

5.6.2. Frequência Nominal

A frequência nominal é de 60 Hz.

5.6.3. Potências

Os capacitores abrangidos por esta Especificação são de 100 e 200 kVAr.

5.6.4. Potência Máxima de Operação

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



O limite de 135% não pode ser excedido se a potência reativa descrita nas alíneas “a”, “b” e “c” estão presentes simultaneamente. Aplicações onde são necessárias exceder esses limites, consultar o fabricante.

5.6.5. Níveis 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 valores da Tabela:

Tabela 1 – Níveis de Isolamento – Unidades Capacitivas

| | | |
|---|------|-------|
| Tensão máxima de operação (kV) | 15 | 24,2 |
| Tensão nominal fase-fase (kV) | 13,8 | 23,1 |
| Tensão nominal fase-terra (kV) | 7,96 | 13,33 |
| Tensão suportável nominal de impulso atmosférico (kV) | 110 | 150 |
| Tensão suportável nominal a frequência industrial (1 min – kV valor eficaz) | 34 | 50 |

5.6.6. Perdas

As perdas elétricas máximas admitidas são de 0,12 W/kVAr, referidas à tensão e frequência nominais e temperatura de 20°C.

5.7. Esquema de Pintura para o Tanque das Células Capacitivas de Aço Inox

5.7.1. Preparo da Superfície

Conforme segue:

- a) todas as superfícies devem ser previamente limpas com desengraxante ou solvente, a fim de remover os resíduos de óleo e graxa remanescentes do processo de fabricação (caldeiraria);
- b) as superfícies internas e externas devem ser submetidas ao jateamento abrasivo não ferroso ao metal branco, padrão Sa 3 (Norma Sueca SIS 05 5900), para remoção de

crostas, carepas de laminação oxidação superficial, escória das soldas etc.;

- c) todas as rebarbas, arestas cortantes, pingos aderentes de solda e escória devem ser removidas por meio de processo de esmerilhamento, para eliminar-se pontos de baixa espessura de revestimento.

5.7.2. Esquema de Pintura para as Partes Externas

Conforme segue:

- a) uma demão de tinta à base de epoxi isocianato, bicomponente, com a função de promover aderência sobre a base metálica, espessura da camada seca de 30 a 40 μm ;
- b) uma demão de tinta de acabamento em poliuretano acrílico alifático, brilhante, bicomponente, isento de ácidos graxos e óleos dissolvidos, espessura da camada seca de 50 a 80 μm , na cor cinza claro (padrão Munsell N 6,5);
- c) camada final com espessura mínima de 80 μm de pintura e aderência conforme NBR 11003, método A, grau Y1/X1.

5.7.3. Aprovação do Esquema de Pintura

Nas exceções, quando a Celesc D aceitar alternativamente o processo de pintura ofertado na proposta, o fabricante deve enviar, juntamente com os desenhos a serem aprovados, a descrição detalhada do esquema de pintura proposto, bem como os nomes comerciais das tintas a serem utilizadas e nome(s) de seu(s) fabricante(s), para análise e posterior deliberação por parte da Celesc D.

5.7.4. Ensaio

Os equipamentos estarão sujeitos aos ensaios abaixo relacionados:

- a) cor (ASTM D224);
- b) espessura (NBR 7399);
- c) resistência à névoa salina (NBR 8094) – 1.000 horas;



- d) aderência (NBR 11003 e NBR 7398);
- e) uniformidade do revestimento (NBR 7400);
- f) resistência a UV acelerado (ASTM G26) – 2.000 horas.

No ensaio em névoa salina, o corpo de prova deve ser submetido a um corte paralelo centralizado ao longo de sua maior dimensão. Findo o ensaio, não deve haver avanço de oxidação sob a pintura, permitindo-se somente a presença de oxidação superficial ao longo da incisão.

5.7.5. Requisitos Finais

Todos os parafusos, porcas, contra porcas, arruelas, dobradiças e demais acessórios de aplicação externa, devem ser fornecidos em material não ferroso (aço inox, bronze-silício etc.) ou em aço galvanizado, a quente conforme NBR 6323.

Deve ser aplicada faixa de reforço de pintura antes de cada demão, por meio de rolo ou trincha, nas áreas suscetíveis à corrosão. Deve ser aplicado reforço de pintura nos cordões de solda (interno e externo), cantos arredondados por meio de esmerilhamento e nas áreas de contorno acentuadas.

Devem ser observadas, rigorosamente, as recomendações do fabricante das tintas utilizadas no que diz respeito ao método de aplicação, intervalo mínimo entre demãos, condições climáticas (umidade relativa do ar ambiente no momento da aplicação etc.) e tempo máximo para a utilização das tintas bicomponentes.

A Celesc D reserva-se o direito de retirar amostras das tintas adquiridas pelo fabricante, antes e/ou durante a sua aplicação, para comprovação em laboratório das características técnicas especificadas.

O fabricante deve incluir juntamente com a remessa do equipamento, independentemente de encomendas específicas por parte da Celesc D, quantidade de tinta suficiente para retoques que possam ser necessários em virtude de danos causados durante seu transporte ou sua montagem.

5.8. Acondicionamento

O acondicionamento deverá ser efetuado de modo a garantir transporte seguro em quaisquer condições.



A embalagem deverá ser tal que proteja todo o equipamento contra quebra desde a fábrica até o destino.

5.9. Garantia

O fabricante deve dar garantia de 24 meses a partir da data de recebimento do equipamento. Todas as peças com defeito de funcionamento decorrentes de falhas de fabricação ou transporte, devem ser substituídas pelo fabricante, no prazo de garantia.

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

No caso de substituição de peças ou equipamento defeituoso, o prazo de garantia deve ser estendido para um novo prazo de mais 24 meses, abrangendo todas as unidades do lote.

5.10. Inspeção e Ensaios

O capacitor deverá ser submetido à inspeção e ensaios pelo fabricante, na presença do inspetor da Celesc no período de fabricação, embarque ou no momento em que julgar necessário. Os ensaios devem ser executados de acordo com a NBR 5282, nas instalações do fabricante, salvo acordo diferente entre este e a Celesc D.

O fornecedor deve assegurar ao inspetor da Celesc D, o direito de se familiarizar, em detalhe, com as instalações e os equipamentos a serem utilizados, estudar as instruções e desenhos, verificar calibrações, presenciar os ensaios, conferir resultados e, em caso de dúvida, efetuar novas inspeções e exigir a repetição de qualquer ensaio.

Todas as normas técnicas, especificações e desenhos citados como referência devem estar à disposição do inspetor da Celesc D no local da inspeção.

O fornecedor deve possibilitar ao inspetor da Celesc D livre acesso a laboratórios e a locais de fabricação e de acondicionamento.

O fornecedor deve informar à Celesc D, com antecedência mínima de 15 dias para fornecimento nacional e de 30 dias para fornecimento internacional, a data em que o material estará pronto para inspeção.

O fornecedor deve apresentar ao inspetor da Celesc D, certificados de calibração dos instrumentos de seu laboratório ou do contratado a serem utilizados na inspeção, nas medições



e nos ensaios do material ofertado, emitidos por órgão homologado pelo INMETRO, ou por organização oficial similar em outros países. A periodicidade máxima dessa calibração deve ser de um ano, podendo acarretar a desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência. Períodos diferentes do especificado poderão ser aceitos, mediante acordo prévio entre a Celesc D e o fornecedor.

Os subfornecedores devem ser cadastrados pelo fornecedor sendo este último responsável pelo controle daqueles. O fornecedor deve assegurar à Celesc D o acesso à documentação de avaliação técnica referente a esse cadastro.

A aceitação do lote e/ou dispensa de execução de qualquer ensaio não eximem o fornecedor da responsabilidade de fornecer o equipamento de acordo com os requisitos desta Especificação e não invalida qualquer reclamação posterior da Celesc D a respeito da qualidade do material e/ou da fabricação.

Em tais casos, mesmo após haver saído da fábrica, o lote pode ser inspecionado e submetido a ensaios, com prévia notificação ao fornecedor e, se necessário, em sua presença. Em caso de qualquer discrepância em relação às exigências desta Especificação, o lote pode ser rejeitado e sua reposição será por conta do fornecedor.

Caso se constate alteração do projeto sem prévio aviso e concordância da Celesc D, a repetição dos ensaios de tipo será exigida, na presença do inspetor da Celesc D, sem ônus para a Celesc D.

A rejeição do lote, em virtude de falhas constatadas nos ensaios, não dispensa o fornecedor de cumprir as datas de entrega prometidas. Se, na opinião da Celesc D, a rejeição tornar impraticável a entrega do material nas datas previstas, ou se tornar evidente que o fornecedor não será capaz de satisfazer as exigências estabelecidas nesta Especificação, a Celesc D se reserva o direito de rescindir todas as suas obrigações e de obter o material de outro fornecedor. Em tais casos, o fornecedor será considerado infrator do contrato e estará sujeito às penalidades aplicáveis.

Todas as unidades rejeitadas, pertencentes a um lote aceito, devem ser substituídas por unidades novas e perfeitas, por conta do fornecedor, sem ônus para a Celesc D.

O custo dos ensaios de recebimento deve ser por conta do fornecedor.

A Celesc D se reserva o direito de exigir a repetição de ensaios em lotes já aprovados. Nesse caso, as despesas serão de responsabilidade:

- a) da Celesc D, se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção;



- b) do fornecedor, em caso contrário.

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

- a) se o equipamento estiver incompleto na data indicada na solicitação da inspeção;
- b) se o laboratório de ensaio não atender as exigências desta Especificação;
- c) se o equipamento fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em instalações de subfornecedor contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sede do fornecedor;
- d) devido à reinspeção do equipamento por motivo de reprovação nos ensaios.

5.11. Condições e Ensaio

A temperatura do dielétrico deve estar na faixa de 5°C a 35°C.

Quando uma correção tiver que ser aplicada, a temperatura de referência deve ser de 20°C, salvo acordo entre fabricante e Celesc D.

Os ensaios em corrente alternada devem ser realizados com frequência de 60 Hz, independente da frequência nominal do capacitor.

5.12. Ensaio de Rotina

Os ensaios de rotina devem ser realizados pelo fabricante, conforme procedimentos descritos na NBR 5282 e IEC 60871, cabendo à Celesc D designar um inspetor para assisti-los.

O fabricante deve fornecer os relatórios dos ensaios.

Em todas as unidades devem ser executados os seguintes ensaios de rotina:

- a) ensaio de estanqueidade;

- O ensaio deve ser realizado conforme ABNT NBR 5282. As células devem ser



aquecidas por, pelo menos 6 horas a 75°C.

- b) tensão suportável nominal entre terminais;
 - ensaio em corrente alternada: deve ser executado com uma tensão senoidal de $2,15 \cdot V_n$;
 - ensaio em corrente contínua: deve ser executado com uma tensão de $4,3 \cdot V_n$.
- c) tensão suportável nominal entre terminais e a caixa;
- d) medição da capacitância;
- e) medição do fator de perdas;
- f) medição da resistência ôhmica do dispositivo interno de descarga;
- g) inspeção visual e dimensional;
- h) pintura – espessura e aderência.

5.13. Ensaio de Tipo

No momento da homologação, conforme a E-313.0045 – Certificação e Homologação de Produtos, o fornecedor deve encaminhar todos os ensaios de tipo dos equipamentos e o ensaio complementar para homologação conforme subinciso 5.14.1.1. Os ensaios devem ser realizados conforme NBR 5282.

São ensaios para verificação de determinadas características de projeto do equipamento. Estes ensaios devem ter seus resultados devidamente comprovados através de certificados de ensaios emitidos por órgão competente.

A Celesc D poderá requerer a realização de novos ensaios, quando assim lhe convier.

Os ensaios de tipo são os seguintes:



| Item | Ensaio | Norma |
|------|--|---------------|
| 1 | Ensaaios de Rotina | ABNT NBR 5282 |
| 2 | Estabilidade Térmica | ABNT NBR 5282 |
| 3 | Medição do fator de perdas a temperatura elevada | ABNT NBR 5282 |
| 4 | Tensão aplicada entre terminais e caixa | ABNT NBR 5282 |
| 5 | Tensão Suportável de Impulso Atmosférico entre terminais e caixa | ABNT NBR 5282 |
| 6 | Descarga em curto-circuito | ABNT NBR 5282 |
| 7 | Tensão Residual | ABNT NBR 5282 |
| 8 | Pintura | E-313.0031 |

Deverão ser apresentadas também as curvas de probabilidade de ruptura do tanque (tempo x corrente de curto-circuito) baseadas em ensaios.

Para homologação também deverá ser apresentada uma descrição detalhada envolvendo os materiais empregados e os aspectos construtivos na fabricação da parte ativa, principalmente sobre o método de corte e acabamento do alumínio.

5.14. Ensaaios de Recebimento

Os ensaios de recebimento são os ensaios de rotina relacionados no subitem 5.12. desta Especificação. Mediante acordo entre Celesc D e fornecedor, pode-se incluir algum ensaio de tipo relacionado no subitem 5.13. desta Especificação.

O fornecedor deve também apresentar documentos que comprovem as características do óleo isolante utilizado, conforme inciso 5.5.3.

Nos ensaios de recebimento, o tamanho da amostra será de 100% do lote, para os ensaios das alíneas “a” até “f” do subitem 5.12. desta Especificação.

Para os demais ensaios, o tamanho da amostra será definido conforme Tabela 2, a seguir.

- a) plano de amostragem dupla;
- b) nível de inspeção II;

- c) nível de qualidade aceitável, NQA = 1,5%.

Tabela 2 – Amostragem para Ensaio de Recebimento

| Tamanho do Lote (células capacitivas) | Ensaio do subitem 5.14. | | | | Ensaio de verificação de início de descargas parciais subinciso 5.14.1.1 (ensaio complementar de recebimento) | | | |
|---------------------------------------|------------------------------------|-----|----|----|---|-----|----|----|
| | Amostragem Dupla Nível II NQA 1,5% | | | | | | | |
| | Amostra | | Ac | Re | Amostra | | Ac | Re |
| | SEQ | TAM | | | SEQ | TAM | | |
| até 90 | - | 8 | 0 | 1 | | | | |
| 91 a 280 | 1 | 20 | 0 | 2 | 1 | 3 | 0 | 2 |
| | 2 | 20 | 1 | 2 | | | | |
| 281 a 500 | 1 | 32 | 0 | 3 | 2 | 3 | 1 | 2 |
| | 2 | 32 | 3 | 4 | | | | |

Nota: acima de 500 unidades, o lote deve ser fracionado.

5.14.1. Ensaio Complementar de Recebimento e Homologação

O ensaio complementar de recebimento deve ser realizado para homologação e quando solicitado no edital de licitação, neste caso, o custo do ensaio deve estar incluído no valor total ofertado, incluindo-se o custo das células capacitivas a serem ensaiadas.

- a) ensaio de verificação de início de descargas parciais, conforme o subinciso 5.14.1.1.

5.14.1.1. Ensaio de Verificação de Início de Descargas Parciais

O ensaio deve ser iniciado aplicando-se na unidade uma tensão de 130% da tensão nominal do capacitor. A tensão deve ser elevada em 10% da tensão nominal a cada 30 minutos, até atingir 190% da tensão nominal.

A unidade capacitiva é considerada aprovada se não houver qualquer tipo de falha com tensão igual ou inferior a 180% da tensão nominal.

A amostragem, tanto para ensaio de tipo como para ensaio complementar de recebimento, deve estar de acordo com a Tabela 2.



5.15. Aceitação e Rejeição

A aceitação ou rejeição de um lote, com relação ao número de amostras, quando não satisfaz os requisitos especificados no subitem 5.14., deve obedecer aos critérios dos incisos a seguir:

- 5.15.1. Na primeira amostragem, se o resultado for menor ou igual a A_c , permite aceitar o lote.
- 5.15.2. Se o resultado for igual ou maior que R_e , permite rejeitar o lote.
- 5.15.3. Com o resultado entre A_c e R_e , permite efetuar a segunda amostragem.
- 5.15.4. Na segunda amostragem, se o resultado for menor ou igual a A_c , o lote é aceito. Se o resultado for igual ou maior que R_e , o lote é rejeitado.

6. DISPOSIÇÕES FINAIS

6.1. Referência

Na aplicação desta Especificação, pode ser necessário consultar:

- a) NBR 5034 – Buchas para tensões alternadas superiores a 1 kV – Especificação;
- b) NBR 5060 – Guia para Instalação e Operação de Capacitores de Potência – Procedimento;
- c) NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimento na Inspeção por Atributos – Procedimento;
- d) NBR 5469 – Capacitores – Terminologia;
- e) NBR 6936 – Técnicas de Ensaio Elétricos de Alta Tensão – Procedimento;
- f) NBR 6939 – Coordenação de Isolamento – Procedimento;
- g) NBR 8186 – Guia de Aplicação de Coordenação de Isolamento – Procedimento;



- h) NBR 8603 – Fusíveis Internos para Capacitores de Potência – Requisitos de Desempenho e Ensaio;
- i) NBR 12479 – Capacitores de potência em derivação para sistema de tensão acima de 1000V – Características elétricas e construtivas – Padronização;
- j) IEC 60871-1 – Shunt capacitors for a.c. power systems having a rated voltage above 1000 V – Part 1: General;
- k) IEC 60871-2 – Shunt capacitors for a.c. power systems having a rated voltage above 1000 V – Part 2: Endurance testing;
- l) IEC 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;
- m) IEC 60871-4 – Shunt capacitors for a.c. power systems having a rated voltage above 1000 V – Part 4: Internal fuses.

7. ANEXOS

7.1. Padrão do Capacitor de Potência

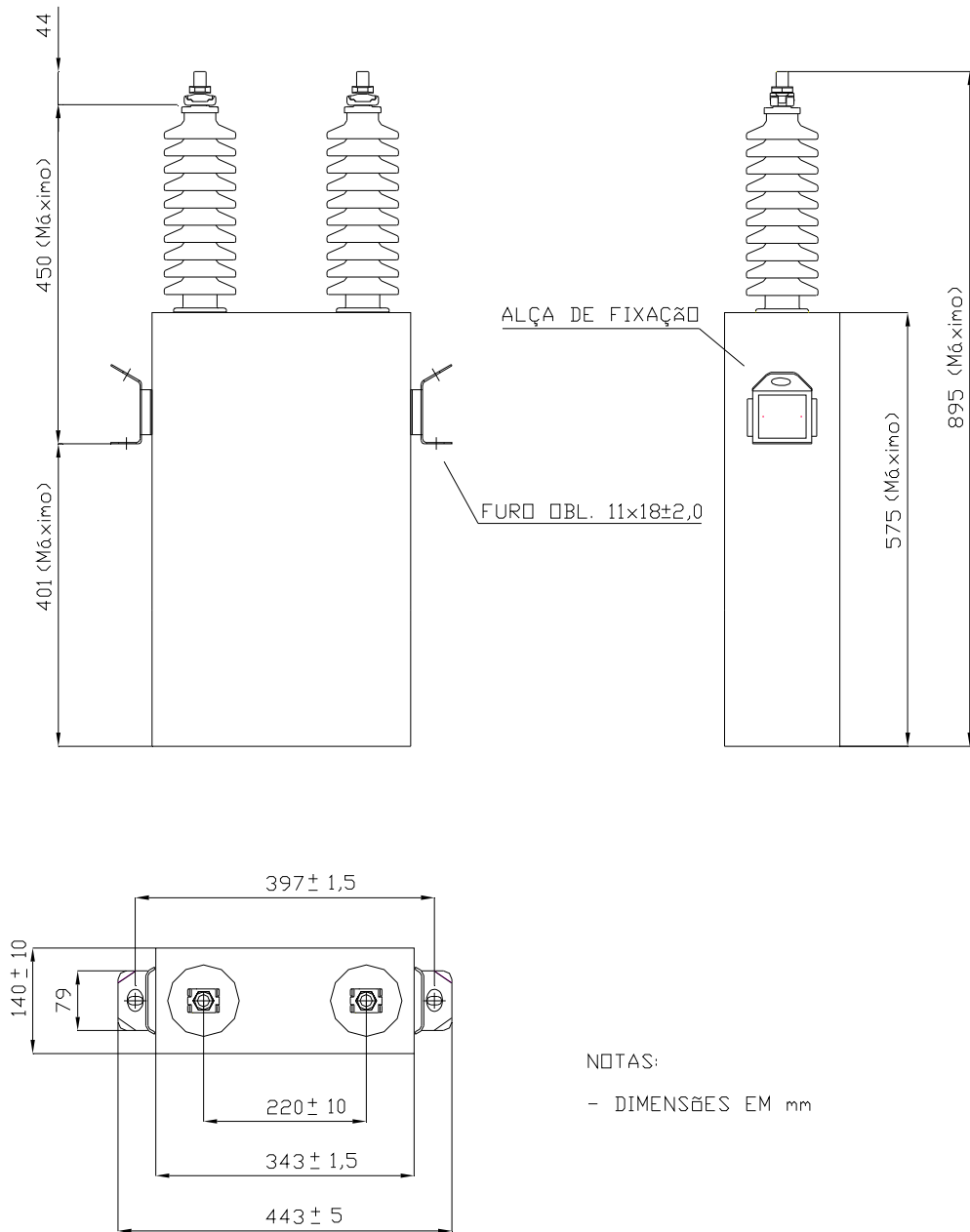
7.2. Resumo das Características Técnicas dos Capacitores

7.3. Controle de Revisões e Alterações

7.4. Histórico de Revisões



7.1. Padrão do Capacitor de Potência



| Item | Tensão Nominal (kV) | Classe de Tensão (kV) | NBI (kV) | Potência (kVAr) | CÓDIGO Celesc |
|------|---------------------|-----------------------|----------|-----------------|---------------|
| 1 | 7,960 | 15 | 110 | 100 | 34789 |
| 2 | | | | 200 | 34800 |
| 4 | 13,337 | 25 | 150 | 100 | 34802 |
| 5 | | | | 200 | 34803 |



7.2. Resumo das Características Técnicas dos Capacitores

Capacitores monofásicos, instalação externa, para uso em bancos de capacitores ligados em estrela não aterrada para sistemas de 13,8 kV e 23,1 kV, completo com terminais para conexão.

| Características | Classe 15 kV | Classe 15 kV Proposta | Classe 25 kV | Classe 25 kV Proposta |
|---|----------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|
| Tensão nominal (V) | 7.960 | | 13.337 | |
| Tensão de operação sistema (V) | 13.800 | | 23.100 | |
| Tensão suportável nominal de impulso atmosférico (NBI-kV) | 110 | | 150 | |
| Frequência nominal (Hz) | 60 | | 60 | |
| Tensão de ensaio e frequência industrial a seco (kV) | 34 | | 50 | |
| Limite de temperatura | -5°C a 45°C | | -5°C a 45°C | |
| Dispositivo de descarga | interno | | interno | |
| Instalação | externa | | externa | |
| Pintura externa | cinza claro | | cinza claro | |
| Potência nominal (kVAr) | 100 ou 200 | | 100 ou 200 | |
| Potência máxima de serviço | 135% da Pot. nominal | | 135% da Pot. nominal | |
| Capacitância a 25°C (microFarad) | | | | |
| Perdas Máximas (W/kVAr) | 0,12 | | 0,12 | |
| Material do dielétrico | Filme | | Filme | |
| “Stress” do dielétrico seco (kV/mm) | | | | |
| Impregnante | | | | |
| Material e Espessura da Caixa (mm) | | | | |
| Vida útil na Tensão Nominal (anos) | | | | |
| Curva de Descarga | | | | |
| Curva de Probabilidade de Ruptura | | | | |
| Fator de Perdas | | | | |
| Resistência de descarga | | | | |

7.3. Controle de Revisões e Alterações

| REVISÃO | RESOLUÇÃO – DATA | ELABORAÇÃO | VERIFICAÇÃO | APROVAÇÃO |
|---------|-------------------------------|------------|-------------|-----------|
| Emissão | 5.9.1990 | | | |
| 1 | RES DD 187/1991 – 9.5.1991 | | | |
| 2 | RES DDI 192/2012 – 1º.11.2012 | MHO | GMTK | VLG |
| 3 | RES DDI 083/2018 – 6.12.2018 | MHO | GMTK | MAG |
| 4 | RES DDI 164/2021 – 13.12.2021 | MAV | GMT | ALK |

| DETALHES DA ALTERAÇÃO – REVISÃO 4 | | |
|-----------------------------------|-----|---|
| ITEM | PÁG | DESCRIÇÃO |
| | | Adequação geral de textos e nomenclaturas. |
| 5.1. | 1 | Adequação do texto para padrão atual adotado nas especificações técnicas. |
| 5.5.3. | 5 | Incluída exigência de comprovação das características do óleo isolante. |
| 5.5.4. | 5 | Retiradas referências em relação às conexões da célula e proteções. |
| 5.5.6. | 6 | Retirada a referência em relação ao fornecimento dos elos fusíveis externos. |
| 5.10. | 10 | Incluída exigência de apresentação de documentação relativa às características do óleo isolante, durante a inspeção de recebimento. |



7.4. Histórico de Revisões

| REVISÃO | DATA | HISTÓRICO DAS ALTERAÇÕES | RESPONSÁVEL |
|---------|------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 4ª | Dezembro de 2021 | Vide Anexo 7.3. | DPEP/DVEN MAV, GMTK, ALK |