

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

CÓDIGO	TÍTULO	FOLHA
E-313.0069	TRANSFORMADOR PEDESTAL PARA REDES DE DISTRIBUIÇÃO SUBTERRÂNEAS	1/42

1. FINALIDADE

Estabelecer as condições e características mínimas exigidas para o fornecimento de transformadores em pedestal trifásicos, aplicáveis em redes de distribuição subterrâneas e padrões de entradas de energia, nas classes de tensão de 15 e 24,2 kV, imersos em líquido isolante vegetal, com resfriamento natural, destinados à Celesc Distribuição S.A., doravante denominada Celesc D.

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Aplica-se aos Departamentos da Diretoria de Distribuição, Agências Regionais, fabricantes, fornecedores de materiais e demais órgãos usuários.

3. ASPECTOS LEGAIS

Os transformadores devem atender às exigências constantes da NBR 9369, salvo quando explicitamente citadas nesta Especificação, sendo os ensaios efetivados conforme NBR 5356-1.

- a) NBR 5356-1 – Transformadores de Potência. Parte 1: Generalidades;
- b) NBR 5356-2 – Transformadores de Potência. Parte 2: Aquecimento;
- c) NBR 5356-3 – Transformadores de Potência. Parte 3: Níveis de isolamento, ensaios dielétricos e espaçamentos externos no ar;
- d) NBR 5356-4 – Transformadores de Potência. Parte 4: Guia para ensaio de impulso atmosférico e de manobra para transformadores e reatores;
- e) NBR 5356-5 – Transformadores de Potência. Parte 5: Capacidade de resistir a curtos-



circuitos;

- f) NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos;
- g) NBR 5440 – Transformadores para Redes Aéreas de Distribuição – Padronização;
- h) NBR 9369 – Transformadores Subterrâneos – Características Elétricas e Mecânicas;
- i) ANSI/IEEE-STD386 – *Separable Insulated Connector Systems for Power Distribution Systems above 600 V.*

4. CONCEITOS BÁSICOS

Para os efeitos desta Especificação, são adotadas as definições de terminologia da ABNT, complementada pela apresentada a seguir:

4.1. Transformador Pedestal

É o transformador selado para utilização ao tempo, montado sobre uma base de concreto, com compartimentos blindados para conexão de cabos de média e de baixa tensão e proteção interna.

Para simplificar esta Especificação, a expressão “transformador trifásico em pedestal” será designada apenas por transformador.

5. DISPOSIÇÕES GERAIS

Transformador com ligação Delta-Y (Dyn1), isolamento a óleo vegetal, refrigerado por circulação natural do óleo isolante, provido de elemento para suspensão do transformador quando for necessária manutenção e com terminal de aterramento.

Os transformadores, objetos desta Especificação, são próprios para instalação ao tempo e apoiados sobre uma base de concreto própria, com espaço interno para a passagem e ligação de cabos.

O transformador pedestal de distribuição deve ser composto de 3 buchas primárias, conforme Anexo 7.1. desta Especificação.



As demais características elétricas estão demonstradas na Tabela 6, do Anexo 7.3., desta Especificação.

5.1. Características Gerais

Os transformadores devem suportar os limites de carregamento indicados na NBR 5416. Os equipamentos auxiliares, tais como buchas, comutadores de derivações e outros, devem suportar sobrecargas correspondentes a até uma vez e meia a potência nominal do transformador. Quando se desejar condições de sobrecarga diferentes das acima mencionadas, o fabricante deve ser informado. O resfriamento deve ser do tipo KNAN.

5.1.1. Limites de Elevação de Temperatura

As elevações de temperatura dos enrolamentos, do óleo, das partes metálicas e outras partes dos transformadores, projetados para funcionamento nas condições normais, não devem exceder os limites especificados na Tabelas

Tabela 1, do Anexo 7.3., desta Especificação, quando ensaiados de acordo com a NBR 5356-2. Os limites de elevação de temperatura são válidos para todas as derivações.

As elevações de temperatura dos transformadores projetados para altitudes até 1000 m, quando funcionando em altitudes superiores a 1000 m, não devem exceder os limites especificados na Tabelas

Tabela 1, do Anexo 7.3., e devem estar de acordo com o estabelecido na NBR 5356-2.

5.1.2. Marcação dos Enrolamentos e Terminais

Os terminais dos enrolamentos e as respectivas ligações devem ser claramente identificados por meio de marcação constituída por algarismos e letras, as quais devem ser fielmente reproduzidas no diagrama de ligações. A marcação no compartimento de AT deve ser feita com tinta branca, resistente à umidade e sujeira, com altura dos caracteres de 30 mm.

No comutador de derivações, a indicação das posições deve ser feita com caracteres gravados em baixo relevo e pintados com tinta indelével branca.

Os terminais dos diversos enrolamentos devem ser marcados com as letras maiúsculas H e X. A letra H é reservada ao enrolamento de alta tensão e a X ao enrolamento de baixa tensão.



Tais letras devem ser acompanhadas por números 0, 1, 2, 3, para indicar, o primeiro deles, o terminal de neutro e, os outros, os das diversas fases e derivações.

5.1.3. Garantia

O fabricante é responsável por qualquer falha ou defeito que venha a ocorrer no transformador no período de 24 meses a contar da data de emissão da nota fiscal.

Ressaltamos que o custo do frete e o risco do envio para reparos do seu equipamento à fábrica, bem como o de seu retorno ao local de saída, correm por conta do fabricante.

O fabricante se compromete a devolver os transformadores devidamente reparados em, no máximo, 60 dias após o recebimento destes.

O veículo utilizado para retirada dos transformadores deve estar devidamente equipado para sua carga e descarga.

5.1.4. Expedição

Os transformadores devem somente ser liberados para transporte após devidamente inspecionados e ensaiados pelo inspetor da Celesc D, com o óleo até o nível indicado, todos os acessórios solicitados e ligação na derivação de tensão primária mais alta, prontos para entrar em operação e nas condições de transporte previamente estipulados.

5.1.5. Embalagem

Tanto a embalagem como a preparação para embarque estão sujeitas à inspeção, que será efetuada com base nos desenhos aprovados e de acordo com a E-141.0001 – Padrão de Embalagens.

O acondicionamento dos equipamentos deve ser efetuado de modo a garantir um transporte seguro em quaisquer condições e limitações que possam ser encontradas, independentemente do tipo de transporte utilizado.

O sistema de embalagem deve proteger todo o material/equipamento contra quebras e danos de qualquer espécie, desde a saída da fábrica até a chegada ao local de destino, a ser feito de modo que a massa e as dimensões sejam mantidas dentro de limites razoáveis, a fim de facilitar o manuseio, o armazenamento e o transporte.



Os transformadores devem ser embalados individualmente e as embalagens não serão devolvidas ao fornecedor. O equipamento será liberado para embarque depois de devidamente inspecionado e conferido.

Toda anormalidade detectada no recebimento do transformador, devido ao transporte, deve ser sanada às expensas do fabricante.

Cada volume deve apresentar externamente marcação indelével e facilmente legível, com pelo menos os seguintes dados:

- a) nome do fornecedor;
- b) o nome Celesc;
- c) número e item do pedido de compra;
- d) quantidade e tipo do material/equipamento contido em cada volume;
- e) massa total do volume (massa bruta), em quilogramas.

5.1.6. Desenhos

5.1.6.1. Aprovação de Desenhos

Independentemente dos desenhos fornecidos com a proposta, o fornecedor deve submeter à aprovação da Celesc D, para cada item do fornecimento e antes do início da fabricação, os desenhos relacionados no subinciso 5.1.6.3. desta Especificação para análise, por meio de mídia eletrônica, padrão AutoCad 2004, e 2 cópias impressas. Feita a verificação, será devolvida ao fornecedor uma cópia de cada desenho, com carimbo, conforme abaixo:

- a) Liberado;
- b) Liberado com ressalvas;
- c) Não Liberado.

No caso "a", o fornecedor pode proceder à fabricação. No caso "b", o fornecedor pode proceder à fabricação desde que feitas as correções indicadas, submetendo novamente à



aprovação da Celesc D 2 cópias dos desenhos.

À Celesc D cabe o direito de devolver qualquer uma das cópias entregues pelo Contratado, se estas não forem consideradas de boa qualidade, ficando o Contratado obrigado a fornecer novas cópias.

A inspeção e a aceitação dos equipamentos serão feitas com base nos desenhos com carimbo "Liberado".

A aprovação de qualquer desenho pela Celesc D não exime o fornecedor da plena responsabilidade quanto ao funcionamento correto do equipamento, nem da obrigação de fornecê-lo de acordo com os requisitos do Pedido de Compra, das normas e desta Especificação.

Qualquer requisito exigido nas especificações e não indicado nos desenhos, ou indicado nos desenhos e não mencionado nas especificações, tem validade com se fosse exigido em ambos.

No caso de discrepância entre os desenhos e especificações, vigorarão as especificações.

5.1.6.2. Apresentação dos Desenhos

Todos os desenhos e tabelas devem ser confeccionados nos formatos padronizados, observando como tamanho máximo para quaisquer desenhos o padrão A1, obedecendo sempre às seguintes espessuras mínimas de traços e tamanhos mínimos de letras conforme abaixo:

FORMATO	DIMENSÕES (mm)	ESPESSURA DE TRAÇOS (mm)	TAMANHO DE LETRAS (mm)
A1	594 x 841	0,2	3
A2	420 x 594	0,1	2
A3	297 x 420	0,1	2
A4	210 x 297	0,1	2

Todos os desenhos devem permitir uma clara identificação para efeito de arquivo, apresentando, além do título na parte superior do selo, os números do Pedido de Compra e do item desta, se for o caso, e a descrição sucinta do equipamento que está sendo fornecido. No selo, deve constar também o número do desenho. O texto a ser usado para o título de cada desenho deve ser o mais explícito possível na sua correspondência com o objeto do desenho. Além dessas informações, devem constar também no desenho que o fornecimento é para a Celesc D e o número da Ordem de Fabricação do Contratado.



O Contratado deverá submeter todos os desenhos de uma só vez à análise, dentro de 15 dias a contar da data de emissão do Pedido de Compra.

A Celesc D terá 20 dias para a análise e devolução dos desenhos ao Contratado, a contar da data de recebimento destes. Os prazos de envio dos desenhos e análise devem estar incluídos no previsto, para o fornecimento dos equipamentos.

Considerando a possibilidade de os desenhos não serem liberados, ou serem liberados com restrições, estes devem ser submetidos novamente à análise dentro de 20 dias, a contar da data da devolução dos desenhos pela Celesc D, na 1ª análise.

A Celesc D terá 20 dias para devolver ao Contratado os desenhos analisados, a contar da data de recebimento destes, nessa 2ª análise. As necessidades de submissão a outras análises que porventura venham a causar atrasos na data de entrega dos equipamentos serão de inteira responsabilidade do Contratado, ficando a Celesc D com direito a recorrer, nos termos do contrato, destas especificações ou do Pedido de Compra sobre os atrasos ocorridos.

Sempre que for necessário introduzir modificações no projeto ou na fabricação dos transformadores, a Celesc D deverá ser comunicada e, caso essas modificações venham a afetar o desenho, todo o processo de análise dos desenhos deverá ser repetido.

5.1.6.3. Relação dos Desenhos

Para aprovação e completa apreciação do projeto, o fornecedor deverá enviar, no mínimo, os seguintes desenhos:

- a) desenhos dimensionais do transformador com vistas frontal, posterior, lateral, superior e inferior, detalhes de fixação, dimensionais e disposição dos componentes, com legenda e código, a função e descrição do componente;
- b) desenho da placa de identificação;
- c) qualquer outro desenho necessário para montar, operar e reparar o equipamento;
- d) desenho da embalagem;
- e) folha de dados descrevendo as características elétricas e construtivas dos transformadores;



- f) esquema detalhado do tratamento das superfícies, acabamento e pintura do equipamento;
- g) curvas características dos fusíveis de expulsão e do limitador de corrente e curva de coordenação da proteção;
- h) para efeito de envio de desenhos para aprovação ou qualquer informação a respeito dos equipamentos, o fornecedor deve considerar cada item do fornecimento como independente dos demais, destinando-lhe um jogo completo e exclusivo desses elementos. Assim, por exemplo, se 5 itens do fornecimento usarem o mesmo tipo de bucha, o fornecedor deve enviar 10 cópias desse desenho, ou seja, 2 para cada item de fornecimento;
- i) os desenhos devem apresentar as dimensões e respectivas tolerâncias garantidas.

5.1.7. Manual de Instruções Técnicas e de Manutenção

Para cada item do fornecimento, o fornecedor deve remeter manuais de instruções técnicas e de manutenção atualizados dos equipamentos, nas seguintes ocasiões:

- a) 2 vias com os desenhos, para aprovação;
- b) 2 vias até 30 dias da ocasião de embarque do equipamento;
- c) 1 via com cada equipamento embarcado.

A Celesc D não aceitará, em hipótese alguma, equipamentos que não contenham todos os manuais no idioma PORTUGUÊS.

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

- a) instruções completas cobrindo descrição, funcionamento, manuseio, instalação, ajustes, operação, manutenção e reparos do equipamento em questão;
- b) relação completa de todos os componentes e acessórios, incluindo nome, descrição, número de catálogo, quantidade usada, identificação no desenho e instruções para aquisição, quando necessário. No caso de peças sobressalentes constituídas por um conjunto de componentes, este deve ser claramente identificado;



- c) relação e desenhos de todas as ferramentas especiais fornecidas pelo proponente e necessárias à montagem, operação e manutenção do equipamento;
- d) transporte, recebimento e armazenagem;
- e) instalação e colocação em operação;
- f) guia de desmontagem e montagem.

A falta de entrega dos desenhos solicitados, no ato da inspeção, implicará a não aceitação dos equipamentos.

5.1.8. Condições Normais de Funcionamento, Instalação e Transporte

Devem ser consideradas condições normais as descritas na NBR 5356-1.

5.1.9. Homologação

O fornecedor deve possuir certificado técnico de ensaios do transformador, conforme a Especificação E-313.0045 – Certificação de Homologação de Produtos para estar habilitado a fornecer para a Celesc D ou para terceiros que irão doar os transformadores à Celesc D.

Para a homologação dos transformadores, deverão ser apresentados os ensaios de tipo de um protótipo ou de fornecimento para empresas do setor elétrico para as classes de tensão de 15 kV e 25 kV, potências de 500 kVA, com perdas iguais ou inferiores ao padrão Celesc.

Após o envio dos ensaios de tipo, deverá ser agendada uma visita à fábrica para avaliação industrial.

Em processos licitatórios, a não obtenção do CHP até a data-limite da abertura de propostas, implicará o impedimento do proponente de participar da etapa de lances da sessão pública.

5.2. Características Específicas

O transformador deverá ser provido de armários de baixa e alta tensão, sendo este acessível apenas quando o de baixa estiver aberto, o qual deverá ter fechadura na porta.

Os enrolamentos devem ser fornecidos com dispositivos de proteção contra sobrecorrentes



instalados internamente. Para tanto, devem ser fornecidos com os fusíveis de expulsão tipo *dual element* em baionetas e fusíveis limitadores de corrente imersos em óleo.

O segundo fusível, de alta capacidade de interrupção, deve ser montado internamente sem acesso externo, destinado a cobrir a faixa de altas correntes provocadas por defeito interno do transformador.

5.2.1. Acessórios

O transformador deve ser fornecido com os acessórios indicados na Figura 2 do Anexo 7.1. desta Especificação.

5.2.1.1. Válvula de Alívio de Pressão

O transformador deve ser equipado com um dispositivo de alívio de pressão interna, com os seguintes requisitos mínimos:

- a) pressão de alívio de 69 kPa (0,70 kgf/cm²) ± 20%;
- b) pressão de selamento mínima de 41,4 kPa (0,42 kgf/cm²);
- c) taxa de vazão de $9,91 \times 10^5$ cm³/min (35 pés cúbicos por minuto), a 103,5 kPa (1,06 kgf/cm²) e a 21,1°C;
- d) taxa de admissão de ar na faixa de 41,4 kPa (0,42 kgf/cm²) a 55,2 kPa (0,56 kgf/cm²) igual a zero;
- e) temperatura de operação de -29°C a +105°C (no mínimo, deve atender aos limites de temperatura).

Além disso, o dispositivo também deve possuir as seguintes características:

- a) orifício de admissão de 1/4 pol (6,4 mm) – 18 NPT;
- b) corpo hexagonal de latão de 16 mm, dimensionado para suportar uma força longitudinal de 45 kgf;
- c) disco externo de vedação para impedir, de forma permanente, a entrada de poeira,



umidade e insetos, devendo ser de material não oxidável, com resistência mecânica suficiente para não sofrer deformação por manuseio;

- d) anel externo de material não oxidável, com diâmetro interno mínimo de 21 mm, para acionamento manual, dimensionado para suportar uma força mínima de puxamento de 11 kgf, sem deformação;
- e) anéis de vedação e gaxetas internas compatíveis com a classe de temperatura do material isolante do transformador;
- f) partes externas resistentes à umidade e à corrosão.

5.2.1.2. Termômetro Tipo Mostrador para Óleo Isolante

O transformador deve ser provido de termômetro tipo submersível, para indicar a temperatura próxima à superfície do líquido isolante.

O termômetro deve estar na parte superior do transformador, visível e possuir as seguintes características:

- a) um ponteiro para indicar a temperatura instantânea do óleo e um ponteiro de arraste para indicar a temperatura máxima atingida num determinado período;
- b) dispositivo de acesso externo para retorno do ponteiro de arraste;
- c) escala graduada de 0 a 120°C, em intervalos de, no máximo 5°C, com erro máximo de mais ou menos 3°C;
- d) mostrador com diâmetro mínimo de 100 mm, com inscrições indelévels sob calor e umidade;
- e) meios que possibilitem a aferição e calibração do instrumento por comparação com termômetro de precisão;
- f) tubo capilar protegido contra corrosão, abrasão e choques mecânicos através de armadura metálica flexível.



5.2.1.3. Manovacuômetro

O transformador deve ser provido de um manovacuômetro do tipo submersível com as seguintes características:

- a) mostrador com diâmetro mínimo de 100 mm, com inscrições indeléveis sob calor e umidade;
- b) escala de -1 a 1 kg/cm², graduada em intervalos de, no máximo, 0,02 kg/cm²;
- c) ponteiro de arraste para indicação da pressão máxima;
- d) ímã para possibilitar retorno do ponteiro de arraste.

5.2.1.4. Meios de Aterramento do Tanque

Os transformadores devem ter, na parte exterior do tanque, sempre que possível perto do fundo, dois terminais de material não ferroso ou inoxidável que permita fácil ligação à terra, um no compartimento de alta tensão e outro no compartimento de baixa tensão.

5.2.2. Buchas

As buchas primárias devem ser próprias para o uso de para-raios e acessórios desconectáveis tipo cotovelo, conforme ANSI 386 e serem do tipo poço (cavidade) em epóxi, com buchas de inserção do tipo *loadbreak*, classe 25 kV.

O transformador pedestal deve possuir 3 buchas primárias. Também deverão ser fornecidos 3 Receptáculos Isolantes Blindados – RIB, classe 25 kV, com dispositivos de fixação instalados nas 3 buchas. Os Plugues de Inserção Simples (PIS) deverão ser do tipo *loadbreak*, 200 A, classe 25 kV, conforme ANSI 386.

As buchas devem ser próprias para sistemas *loadbreak*, classe 25 kV, e devem atender as dimensões de interface da Norma ANSI 386.

Ao lado das buchas devem ser instalados 3 descansos para Plugue de *by-pass*, Plugue Isolante Blindado (PIB) ou Plugue de Aterramento – PAT, conforme desenho da Figura 1 desta Especificação.

As buchas, montadas, devem ser capazes de suportar os ensaios dielétricos a que são



submetidos os transformadores.

As buchas secundárias devem ser conforme especificado na NBR 5437, para buchas até 800 A, ou NBR 5438, para bucha de 2000 A.

5.2.3. Classificação Térmica dos Materiais Isolantes

Os materiais isolantes elétricos são classificados em classes de temperatura, definidas pela temperatura-limite atribuída a cada uma, conforme a Tabela 10 e de acordo com a NBR IEC 60085, devendo ser, no mínimo, de classe térmica 120 (E).

5.2.4. Plano de Proteção Anticorrosiva

5.2.4.1. Acabamento do Tanque

O tanque não deve apresentar impurezas superficiais.

As superfícies internas do tanque devem receber um tratamento que lhes confira uma proteção eficiente contra a corrosão e o material utilizado não deve afetar nem ser afetado pelo óleo.

5.2.4.2. Preparação das Superfícies

Antes de receber a proteção por pintura, a superfície metálica dos tanques dos transformadores deve ser preparada como segue:

- a) remoção mecânica de respingos de solda, carepas, rebarbas e irregularidades superficiais por meio de rebolos, politrizes, pistolas de agulhas ou outros meios necessários;
- b) jateamento abrasivo com gralha de aço ao metal branco, padrão Sa3 (Norma Sueca SIS 05 5900), para remoção de crostas, carepas de laminação, oxidação superficial, escória das soldas etc.

5.2.4.3. Pintura

A pintura deverá ser efetuada somente quando estiverem atendidas as condições técnicas adequadas tanto da preparação da superfície como do tipo de tinta a ser aplicada.



As tintas e solventes utilizados devem ser provenientes de fornecedores de comprovada idoneidade técnica e com qualidade assegurada de testes de laboratório e campo.

5.2.4.4. Superfícies Internas

As superfícies internas, em contato com o óleo, devem ser pintadas com tinta à base de epóxi poliamina bicomponente, resistente ao óleo isolante aquecido, na cor branca notação Munsell N 9,5 com espessura seca mínima de 60 micrometros.

5.2.4.5. Superfícies Externas

As superfícies externas devem ser pintadas com um esquema de pintura, resistente a intempérie, formado de acordo com o seguinte:

- a) *primer* anticorrosivo: aplicação de sucessivas demãos de *primer* bicomponente à base de epóxi rico em zinco, com no mínimo 80% de zinco na película seca. A espessura mínima da película seca é de 80 micrometros;
- b) *primer* intermediário: aplicação de sucessivas demãos de *primer* bicomponente à base de epóxi de óxido de ferro micáceo, compatível com o *primer* anticorrosivo aplicado, com espessura mínima da película seca de 70 micrometros;
- c) acabamento: aplicação de sucessivas demãos de tinta de acabamento em poliuretano acrílico alifático de alta espessura, bicomponente e de alto sólidos por volume. A espessura mínima da película seca é de 60 micrometros.

Esse esquema de pintura externa deve apresentar uma espessura mínima de película seca de 210 micrometros. A tinta de acabamento deverá ser semibrilhante, na cor verde, notação Munsell 2,5G 3/4.

As superfícies externas devem suportar os ensaios prescritos no inciso 5.4.8. desta Especificação.

Outros esquemas de pinturas equivalentes ou superiores propostos pelo fabricante podem ser aceitos desde que suportem os ensaios prescritos no inciso 5.4.8., tendo a aprovação prévia da Celesc D.

Devem ser pintados na parte externa do tanque dos transformadores, no sentido horizontal, de forma a ser facilmente visível, o primeiro algarismo da classe de tensão e 3 algarismos, indicando sua potência. Esses algarismos devem ter cor preta, com tamanho de 60 x 50 mm.



Deve ser pintado na parte externo do tanque, no sentido vertical, o número de equipamento (fornecido pelo Departamento de Suprimentos da Celesc D).

5.2.5. Dimensional Externo

As dimensões do transformador pedestal para uso em ambiente externo devem obedecer ao estabelecido no Anexo 7.1. desta Especificação.

Nota:

Esta Especificação não se aplica a transformadores para uso interno em câmara pedestal de distribuição.

5.3. Materiais

Os enrolamentos de alta tensão devem ser construídos de fios de alumínio ou cobre e os de baixa tensão em fios de cobre ou de chapas de cobre ou alumínio. Os enrolamentos e isolamentos devem ser projetados e construídos de forma a resistirem, sem danos, em quaisquer condições de carga e tensão, a todos os esforços mecânicos, efeitos térmicos e solicitações dielétricas, aos quais estão sujeitos durante a operação do transformador.

As juntas de vedação devem ser de elastômero compatível com o óleo isolante.

Os demais materiais devem estar de acordo com a NBR 9369 e suas normas complementares.

5.3.1. Tanque

A espessura das chapas deve atender as normas específicas e requisitos próprios de projeto. No entanto, o fabricante deverá garantir as seguintes espessuras mínimas listadas abaixo:

- a) tampa e fundo: 6,35 mm;
- b) laterais: 4,76 mm;
- c) compartimentos: 2,65 mm;
- d) radiadores: 1,2 mm.



5.3.2. Compartimentos

O transformador deve possuir 2 compartimentos devidamente protegidos onde devem ser instalados os acessórios e buchas de ligação, conforme os incisos 5.2.1. a 5.2.2 desta Especificação.

5.3.2.1. Portas

As portas devem abrir num ângulo mínimo de 120° em relação à posição fechada com dispositivos de travamento quando abertas.

No lado interno da porta do compartimento de alta tensão, deve haver um compartimento para reserva de fusíveis. Desta forma, juntamente com o transformador, deverão ser enviados 3 fusíveis reservas que deverão ser acondicionados em saco plástico com instruções para substituição e referência do fabricante.

As dobradiças internas devem permitir a fácil remoção da porta após aberta e impedir a sua remoção quando fechada.

5.3.2.2. Parafusos, Porcas, Dobradiças e Acessórios de Aplicação Externa

Todos os parafusos, porcas, contraporcas, arruelas, dobradiças e demais acessórios de aplicação externa, devem ser fornecidos em material não ferroso como aço inox, bronzesilício etc. ou em aço galvanizado a quente, conforme a Norma ABNT NBR 6323, 7414 e/ou ASTM.

5.3.2.3. Dimensões Internas

As dimensões internas deverão garantir as distâncias mínimas de segurança e devem ser adequadas para a instalação de Plugue de Inserção Simples – PIS ou Plugue de Inserção Duplo – PID com os TDCs e para-raios do tipo desconectável, Plugue de *by-pass*, Plugue de Aterramento – PAT ou Plugue Isolante Blindado – PIB, no descanso, conforme a Figura 1 abaixo, operação com vara de manobra.

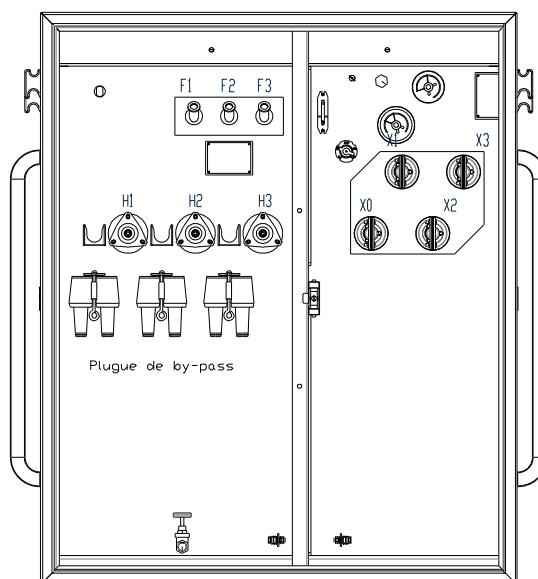


Figura 1 – Instalação do Plugue de *by-pass* no suporte de descanso.

5.3.2.4. Divisória

A divisória dos compartimentos de baixa e alta tensão deve ser do tipo removível e projetada de maneira que impeça a sua queda após a retirada dos parafusos de fixação.

Entre os compartimentos não poderão haver travessas que dificultem a passagem e a instalação de cabos, permitindo, após a retirada da divisória dos compartimentos, que o acesso aos compartimentos fique totalmente livre (uma janela única).

5.3.2.5. Placa de Proteção

No lado do compartimento de baixa tensão, deverá haver uma placa de proteção de material policarbonato transparente a ser localizada entre as buchas de baixa tensão e a porta externa.

As placas de proteção devem garantir o grau de proteção mínimo IP 40, conforme a NBR IEC 60529 – Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (códigos IP).

A placa de proteção deverá ser de fácil remoção sem uso de ferramenta e nela deverá ser instalada a placa de advertência interna da B.T.



5.3.3. Placa de Identificação

O transformador deve ser provido de uma placa de identificação em aço inoxidável, espessura mínima de 1,0 mm e tamanho A5 ou A6. A placa deve ser fixada com de rebites de material resistente à corrosão, em um suporte com base que impeça a sua deformação, soldado ao tanque.

Todas as instruções, dizeres e marcações devem ser escritos em português. A placa de identificação deve conter indelevelmente marcadas, no mínimo, as seguintes informações:

- a) as palavras transformador tipo pedestal;
- b) nome do fabricante e local de fabricação;
- c) número de série de fabricação;
- d) ano de fabricação;
- e) designação e data da norma brasileira (especificação);
- f) número de fases;
- g) potência nominal, em kVA;
- h) limite de elevação de temperatura dos enrolamentos;
- i) diagrama de ligações, contendo todas as tensões nominais e de derivação;
- j) NBI;
- k) diagrama fasorial;
- l) impedância de curto-circuito, em porcentagem;
- m) tipo de óleo e volume necessário, em litros;



- n) massa total aproximada, em quilogramas;
- o) corrente nominal dos fusíveis de AT e BT (no caso de exigido os fusíveis);
- p) material dos enrolamentos AT/BT;
- q) número do Pedido de Compra ou número de contrato Celesc/empreiteira;
- r) logotipo e nome “Celesc Distribuição S.A.”;
- s) perdas em vazio e perdas totais;
- t) número de equipamento (fornecido pelo Departamento de Suprimentos da Celesc D);
- u) código de material Celesc D;
- v) informações em código 2D (QR Code) do equipamento, padrão Celesc D, conforme documento anexo ao edital.

A impedância de curto-circuito deve ser indicada para a derivação principal, referida à temperatura de referência. Devem ser indicadas, para cada impedância de curto-circuito, as respectivas tensões nominais ou de derivação, a potência de referência e a frequência de referência.

O diagrama de ligações deve ser constituído de um esquema dos enrolamentos, mostrando as ligações permanentes, bem como todas as derivações e terminais, com os números ou letras indicativas. Deve conter, também, uma tabela mostrando, separadamente, as ligações dos diversos enrolamentos, com a disposição e identificação de todas as buchas, bem como a posição do comutador para a tensão nominal e as tensões de derivação.

Devem constar dele as tensões expressas em volts, não sendo, porém, necessário escrever essa unidade.

5.3.4. Placas de Advertência

Deverão ser fornecidas duas placas de advertência, conforme modelos do Anexo 7.2.

Deverão ser de aço inoxidável, espessura 0,5 mm, e fixação na porta frontal lado externo e a



outra no lado interno próximo aos fusíveis *bay-o-net*.

5.4. Ensaio

5.4.1. Generalidades

Todos os ensaios citados nos itens a seguir devem ser efetuados em transformadores prontos, montados e cheios de óleo isolante. As despesas relativas a material de laboratório e pessoal para execução dos ensaios correm por conta do fabricante.

A fornecedora deverá avisar quando o material estiver pronto para inspeção, por escrito, conforme formulário de solicitação de inspeção, que pode ser encontrado no seguinte endereço: <http://site.celesc.com.br/fornecedores/inspecao-e-qualidade> e enviar, preferencialmente para o *e-mail* dvcq@celesc.com.br, ou fax (48) 3279-3069, à Divisão de Inspeção e Controle de Qualidade – DVCQ, sita à BR 101, km 215 – Palhoça/SC, com antecedência de 15 dias da data de disponibilização do material para inspeção em fábrica no Brasil e de 30 dias para inspeção no exterior. Após a confirmação da data de início da inspeção, o cancelamento desta, realizado por parte da solicitante em prazo inferior a 5 dias úteis, sujeitará o fornecedor ao pagamento das despesas atinentes à reprogramação de viagem, sendo considerado tal fato como chamada improdutivo. A inspeção em fábrica deverá ser feita em lote completo por datas de entrega. Lotes parciais poderão ser inspecionados desde que seja de interesse mútuo da Celesc Distribuição S.A. e da fornecedora. O material só poderá ser embarcado após a emissão do Boletim de Inspeção de Material – BIM, com aprovação, ou Autorização de Entrega, emitida por *e-mail* ou fax, pela Divisão de Inspeção e Controle de Qualidade – DVCQ, da Celesc Distribuição S.A. O material despachado desacompanhado do documento citado não será recebido nos almoxarifados da Celesc Distribuição S.A., sendo imediatamente devolvido à fornecedora sem qualquer ônus para a Celesc Distribuição S.A.

Os instrumentos de medição usados devem estar aferidos por órgão oficial ou outros devidamente credenciados e os certificados de aferição estar à disposição do inspetor.

5.4.2. Ensaio de Recebimento

Os ensaios de recebimento são os seguintes:

- a) verificação visual da parte ativa, completamente montada;
- b) verificação visual do tanque e acessórios;
- c) verificação das dimensões do tanque e acessórios;



- d) tensão suportável nominal à frequência industrial;
- e) tensão induzida;
- f) perdas em vazio e corrente de excitação;
- g) perdas em carga e impedância de curto-circuito;
- h) resistência dos enrolamentos;
- i) relação de tensões;
- j) deslocamento angular e sequência de fases;
- k) resistência do isolamento;
- l) óleo isolante;
- m) tensão suportável nominal de impulso atmosférico na AT;
- n) elevação de temperatura;
- o) estanqueidade e resistência à pressão a quente e a frio;
- p) pintura e zincagem.

Nota:

Os ensaios correspondentes às alíneas “o” e “p” acima deverão ser realizados após a soldagem da tampa do transformador.

As formações de amostras para os ensaios de recebimento devem ser conforme os critérios estabelecidos no inciso 5.4.9. desta Especificação.

Após a inspeção, e caso liberados os transformadores, o fabricante deve enviar uma via desse relatório com os respectivos transformadores.



5.4.3. Ensaio de Rotina

Os ensaios de rotina devem ser executados pelo fabricante nos transformadores completamente montados, sendo aqueles descritos nas alíneas “a” até “l” do inciso 5.4.2. desta Especificação.

5.4.4. Ensaio de Tipo

Os ensaios de tipo são os seguintes:

- a) ensaios do inciso 5.4.2. desta Especificação;
- b) nível de ruído;
- c) curto-circuito.

Nota:

No caso de haver alteração na fabricação ou no protótipo dos transformadores, o fabricante deve comunicar o fato com antecedência, submetendo-o à aprovação da Celesc D por meio da realização de ensaios de tipo.

5.4.5. Ensaio Especial

Os ensaios especiais são:

- a) nível de tensão de radiointerferência;
- b) descargas parciais, após a realização dos ensaios dielétricos;
- c) tensão suportável nominal de impulso atmosférico na BT.

5.4.6. Ensaio de Conformidade de Tipo

Por ocasião dos ensaios de recebimento, caso sejam notadas significativas divergências entre os valores obtidos e os valores registrados por ocasião dos ensaios de tipo em protótipo, com as mesmas características, retirar-se-á aleatoriamente uma unidade do lote, a qual se



submeterá a todos os ensaios de tipo, a fim de verificar a conformidade com o tipo anteriormente aprovado.

5.4.7. Descrição dos Ensaios

Os transformadores abrangidos por esta Especificação devem atender aos requisitos de ensaios prescritos na NBR 5356-1, exceto as ressalvas apresentadas a seguir.

5.4.7.1. Perdas, Corrente de Excitação e Tensão de Curto-Circuito

Não devem exceder aos valores especificados na Tabela 6, do Anexo 7.3., desta Especificação.

5.4.7.2. Rigidez Dielétrica a Quente

O ensaio de rigidez dielétrica a quente deve ser realizado imediatamente após o término do ensaio de elevação de temperatura.

Em caso de falha no isolamento, essa unidade deve ser substituída por outro transformador, repetindo-se o ensaio. Havendo nova falha, todo o lote deve ser reprovado.

O isolamento do transformador deve ser verificado pelos seguintes ensaios:

- a) ensaio de tensão suportável nominal à frequência industrial (NBR 5356-3);
- b) ensaio de tensão induzida (NBR 5356-3).

5.4.7.3. Curto-Circuito

O ensaio de curto-circuito deve ser realizado de acordo com a Norma NBR 5356-5, desconsiderando a impedância do sistema. No caso de reprovação nesse ensaio, o fabricante deve tomar as providências corretivas e submeter o transformador novamente ao ensaio de curto-circuito.

Após o ensaio de curto-circuito, deve ser realizada nova inspeção visual da parte ativa. Devem ser realizados os ensaios de rotina antes e depois do ensaio de curto-circuito, sendo analisados seus resultados conforme a NBR 5356-5.



5.4.7.4. Impulso Atmosférico

O tamanho da amostra para o ensaio de elevação de temperatura será de uma unidade para cada do lote sob inspeção, sendo escolhido preferencialmente para o ensaio o transformador que apresentar maiores valores em perdas.

O ensaio de impulso atmosférico deve ser realizado conforme ABNT NBR 5356-4 e o transformador deve suportar os ensaios de impulso atmosférico, sem que se produzam descargas disruptivas e sem que haja evidências de falha.

O ensaio de impulso atmosférico deve ser feito com o transformador desenergizado.

Durante o ensaio de impulso atmosférico, as solicitações dielétricas são distribuídas diferentemente, em função da derivação na qual o transformador está ligado e do seu projeto.

Salvo especificação para fazer-se o ensaio com o transformador ligado em uma determinada derivação, recomenda-se utilizar, durante o ensaio, as derivações extremas e a principal, utilizando-se uma derivação diferente para cada uma das 3 fases de um transformador trifásico.

Os ensaios de impulso atmosférico devem ser feitos com impulsos plenos e cortados. Os impulsos plenos e cortados devem ser impulsos normalizados, com tempo virtual de frente de $1,2 \mu\text{s} \pm 30\%$ e tempo virtual até o meio valor de $50 \mu\text{s} \pm 20\%$, sendo designados por 1,2/50. Os impulsos cortados devem ser impulsos plenos normalizados, cortados entre 2 a 6 μs após o zero virtual.

Havendo descarga de contorno no circuito ou falha no registrador oscilográfico, deve ser desprezada a aplicação que ocasionou a falha e feita outra aplicação.

O ensaio de impulso deve ser feito aplicando-se em todos os terminais de linha dos enrolamentos sob ensaios e na ordem mencionada:

- (1) 1 impulso pleno normalizado com valor reduzido;
- (2) 1 impulso pleno normalizado com o valor especificado;
- (3) 1 ou mais impulsos cortados com valor reduzido;



(4) 2 impulsos cortados com o valor especificado;

(5) 2 impulsos plenos normalizados com o valor especificado.

O impulso pleno normalizado com valor reduzido (1) serve para comparação com os impulsos plenos normalizados com o valor especificado (2) e (5).

Os impulsos cortados com valor reduzido (3) servem para comparação com os impulsos cortados com o valor especificado (4).

Os impulsos plenos normalizados com o valor especificado (5) servem para aumentar eventuais danos causados pelas aplicações (2) e (4), tornando-os mais patentes ao exame dos oscilogramas.

O circuito de corte deve ser tal que o valor do *overswing* de polaridade oposta após o corte seja limitado a não mais de 25% do valor de crista do impulso cortado.

O ensaio de impulso atmosférico, quando aplicado aos terminais de neutro de transformadores, deve ser constituído pela aplicação de 1 impulso pleno normalizado com valor reduzido, 2 impulsos plenos normalizados com o valor especificado e um impulso pleno normalizado com valor reduzido, na ordem mencionada. O valor especificado do impulso deve ser o correspondente ao nível de isolamento do terminal de neutro.

As formas de impulsos devem atender:

- a) quando aplicados diretamente ao terminal de neutro, é permitido um tempo virtual de frente até 13 μ s, sendo o tempo até o meio valor 50 μ s;
- b) quando resultante no terminal de neutro pela aplicação de impulsos 1,2/50 nos terminais de linha, a forma de impulso no neutro dependerá das características dos enrolamentos. Neste caso, o nível utilizado não pode exceder 75% do nível prescrito para os terminais de linha.

5.4.7.5. Estanqueidade e Resistência à Pressão a Frio

Este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 5356-1.

O ensaio de estanqueidade a frio e resistência à pressão deve ser realizado com pressão de 0,70 kgf/cm², durante 1 hora, e após isso majorado para 0,90 kgf/cm², durante 15 minutos.



Todos esses ensaios devem ser iniciados no nível de óleo a 25°C, com o dispositivo de alívio de pressão removido ou travado.

O transformador deve ser considerado aprovado no ensaio se o tanque resistir à pressão interna de 0,07 MPa (0,7 Kgf/cm²) sem evidências de vazamento, queda de pressão e deformação permanente e a 0,09 MPa (0,9 kgf/cm²) sem ruptura ou deslocamento de componentes que afetem a sua segurança.

5.4.7.6. Estanqueidade e Resistência à Pressão a Quente

Este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 5356-1.

O ensaio de estanqueidade a quente deve ser iniciado com pressão de 0,20 kgf/cm² e o nível de óleo no máximo.

O transformador deve ser considerado aprovado no ensaio se:

- a) durante o período de 8 horas a pressão final não ultrapassar 0,50 kgf/cm²;
- b) não surgirem evidências de vazamento ou queda de pressão.

5.4.7.7. Óleo Isolante

Os transformadores devem ser isolados a óleo vegetal e este deve estar de acordo com a NBR 15422.

O óleo deve ser livre de umidade e impurezas para garantir o seu poder dielétrico. Após contato com o equipamento, o óleo isolante deve atender os valores da Tabela 7.

5.4.7.8. Nível de Ruído

Os níveis de ruído produzidos por transformadores não devem exceder os níveis especificados na Tabela 8, quando os transformadores são ensaiados de acordo com a NBR 5356-1.

5.4.7.9. Nível de Tensão de Radiointerferência

Os níveis de tensão de radiointerferência produzidos por transformadores não podem



ultrapassar os limites estabelecidos na Tabela 9, quando medidos de acordo com a NBR 7875 e NBR 7876.

5.4.7.10. Verificação da Pintura do Tanque

Deve ser realizado de acordo com o descrito no inciso 5.4.8. desta Especificação.

5.4.7.11. Zincagem

Os ensaios devem ser feitos de acordo com a Norma NBR 6323.

5.4.8. Verificação do Esquema da Pintura da Parte Externa do Transformador

5.4.8.1. Espessura (NBR 10443)

O ensaio deve ser realizado conforme NBR 10443 e atender à espessura mínima especificada.

5.4.8.2. Névoa Salina (ASTM-8-117-6)

Com uma lâmina cortante, romper o filme até a base, de tal forma que fique traçado um X sobre o painel.

Deve resistir a 120 horas de exposição contínua ao teste de névoa salina (solução a 5% de NaCl em água). Não pode haver empolamento e a penetração máxima sob os cortes traçados será de 4 mm. Os painéis devem ser mantidos em posição vertical com a face rompida voltada para o atomizador.

5.4.8.3. Umidade (Ensaio Clássico, Variação da ASTM-D-1735)

Os painéis são colocados verticalmente numa câmara com umidade relativa a 100% e temperatura ambiente de $40 \pm 10^{\circ}\text{C}$. Após 240 horas de exposição, não podem ocorrer empolamento ou defeitos similares.

5.4.8.4. Impermeabilidade (ASTM-D-3515)

Imergir 1/3 do painel em água destilada mantida a $37,8 \pm 1^{\circ}\text{C}$. Após 72 horas, não podem haver empolamentos ou defeitos similares.



5.4.8.5. Aderência (Método B – NBR 11003)

Deve ser GR0, conforme a Tabela 3 da NBR 11003.

5.4.8.6. Brilho (ASTM-523-62-T)

O acabamento deve ter um brilho de 73 a 77, medido no Gardner Glossmeter a 60° de ângulo.

5.4.8.7. Resistência a Óleo Isolante (NBR-6529)

Preparar painéis somente com o esquema da pintura interna, devendo resistir a 48 horas imersos a $110 \pm 2^\circ\text{C}$, sem alterações.

5.4.8.8. Resistência Atmosférica Úmida Saturada na Presença de SO₂

Com uma lâmina cortante, deve-se romper o filme até a base, de tal forma que fique traçado um X sobre o painel.

Deve resistir a uma ronda de ensaio sem apresentar bolhas, enchimentos, absorção de água, carregamento, manchamento e corrosão de, no máximo, 3 mm a partir do corte em X e nas extremidades, uma ronda -8 horas a $40 \pm 2^\circ\text{C}$ na presença de SO₂. Após, desliga-se o aquecimento e abre-se a tampa do aparelho e deixam-se as peças ao ar, dentro do aparelho durante 16 horas à temperatura ambiente.

5.4.8.9. Brisa Marítima (ASTM-1014)

Com uma lâmina cortante, romper o filme até a base, de tal forma que fique traçado um X sobre o painel.

Colocar os painéis em ângulo de 45°, com a face traçada voltada para o mar, a uma distância deste até 30 m do limite da maré alta.

Após 6 meses de exposição, não pode haver empolamento e similares, permitindo a penetração na zona do corte de até 4 mm.



5.4.8.10. Notas Complementares

Para a aprovação de protótipo, os ensaios do inciso 5.4.2., alíneas “d”, “e”, “g”, “h” e “i”, devem ser realizados em todas as derivações.

Devem ser levantadas as curvas: tensão x corrente de excitação e tensão x perdas em vazio, até a saturação do núcleo, no protótipo. As perdas em vazio e a corrente de excitação devem ser medidas para 100% da tensão nominal, no ensaio de recebimento, conforme a Tabela 2 do Anexo 7.3. desta Especificação.

No ensaio de perdas em vazio e corrente de excitação à tensão nominal, durante o recebimento, quando as leituras das tensões de valor eficaz (V_{ef}) e de valor médio (V_{med}) diferirem mais de 10%, o fabricante deve levantar a curva de saturação do núcleo, utilizando o mesmo circuito desse ensaio, cabendo à Celesc D a decisão final quanto à aceitação.

Não será admitida a realização do ensaio de perdas em carga e impedância de curto-circuito com valor reduzido de corrente.

As impedâncias de curto-circuito podem ter a variação de, no máximo, 7,5% do valor especificado, para quaisquer transformadores.

Nas inspeções de recebimento, devem ser realizados os ensaios de aderência, método A – Corte em X, grau X1Y1, conforme a Norma NBR 11003, e espessura da pintura, conforme a Norma NBR 10443.

Nas inspeções de recebimento, devem ser realizados os seguintes ensaios no óleo isolante:

- a) densidade;
- b) índice de neutralização;
- c) tensão interfacial;
- d) fator de dissipação a 90°C;
- e) rigidez dielétrica;
- f) teor de água.



Nos relatórios dos ensaios de rotina, antes e depois do ensaio de curto-circuito, devem constar os valores das resistências e reatâncias ou indutâncias, para cada posição do comutador, bem como para cada fase do transformador.

As comparações entre as reatâncias ou indutâncias, antes ou depois do ensaio de curto-circuito devem ser feitas para cada fase do transformador, não se aceitando a comparação entre os valores médios das 3 fases.

As reatâncias ou indutâncias devem ser medidas, pelo menos, 3 vezes, com intervalos de 15 minutos, para verificar se a reprodutividade está conforme a Norma NBR 5356-1 (menor que $\pm 0,2\%$).

5.4.9. Formação de Amostra

Cada lote apresentado para inspeção deve ser constituído de unidades de produto de único tipo, classe de tensão, potência e dimensões, fabricados essencialmente sob as mesmas condições e no mesmo período.

5.4.9.1. Inspeção Visual e Verificação Dimensional

Para a realização da inspeção visual e verificação dimensional, devem ser retiradas amostras conforme Tabela 2, do Anexo 7.3., desta Especificação.

5.4.9.2. Ensaio de Recebimento

Para realização dos ensaios de recebimento, deve ser obedecido o critério de amostragem da Tabela 2, do Anexo 7.3., exceto para:

- a) os ensaios de tensão induzida e tensão suportável nominal à frequência industrial (tensão aplicada), tanto AT quanto BT, devem ser realizados sobre todas as unidades;
- b) os ensaios de resistência de isolamento devem ser executados na amostragem definida na Tabela 2 do Anexo 7.3. e o valor mínimo a ser obtido é de 2000 MOhms;
- c) os ensaios do óleo isolante e de verificação da pintura do tanque (aderência e espessura de camada) devem ser conforme o critério de amostragem da Tabela 3 do Anexo 7.3., e as amostras do óleo isolante devem ser retiradas após os ensaios de rotina;



- d) ensaio de tensão suportável nominal de impulso atmosférico deve ser conforme o critério de amostragem da Tabela 4, do Anexo 7.3., desta Especificação;
- e) o tamanho da amostra para o ensaio de elevação de temperatura será de uma unidade para cada do lote sob inspeção, sendo escolhido preferencialmente para o ensaio o transformador que apresentar maiores valores em perdas.

6. DISPOSIÇÕES FINAIS

6.1. Referências Bibliográficas

NB-108-1 – Recebimento, instalação e manutenção de transformadores de potência para distribuição imersos em óleo isolante.

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

NBR 7036 – Recebimento, instalação e manutenção de transformadores de potência para distribuição, imersos em líquidos isolantes.

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

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

NBR 9527 – Rosca métrica ISSO.

NBR 9119 – Produtos laminados planos de aço para fins elétricos de grão orientado – Especificação.

NBR 11003 – Tintas – Determinação da aderência.

NBR 11888 – Bobinas finas e chapas finas de aço-carbono e de aço de baixa liga e alta resistência – Requisitos gerais – Especificação.

NBR 15422 – Óleo vegetal isolante para equipamentos elétricos.



7. ANEXOS

7.1. Características Dimensionais e Acessórios

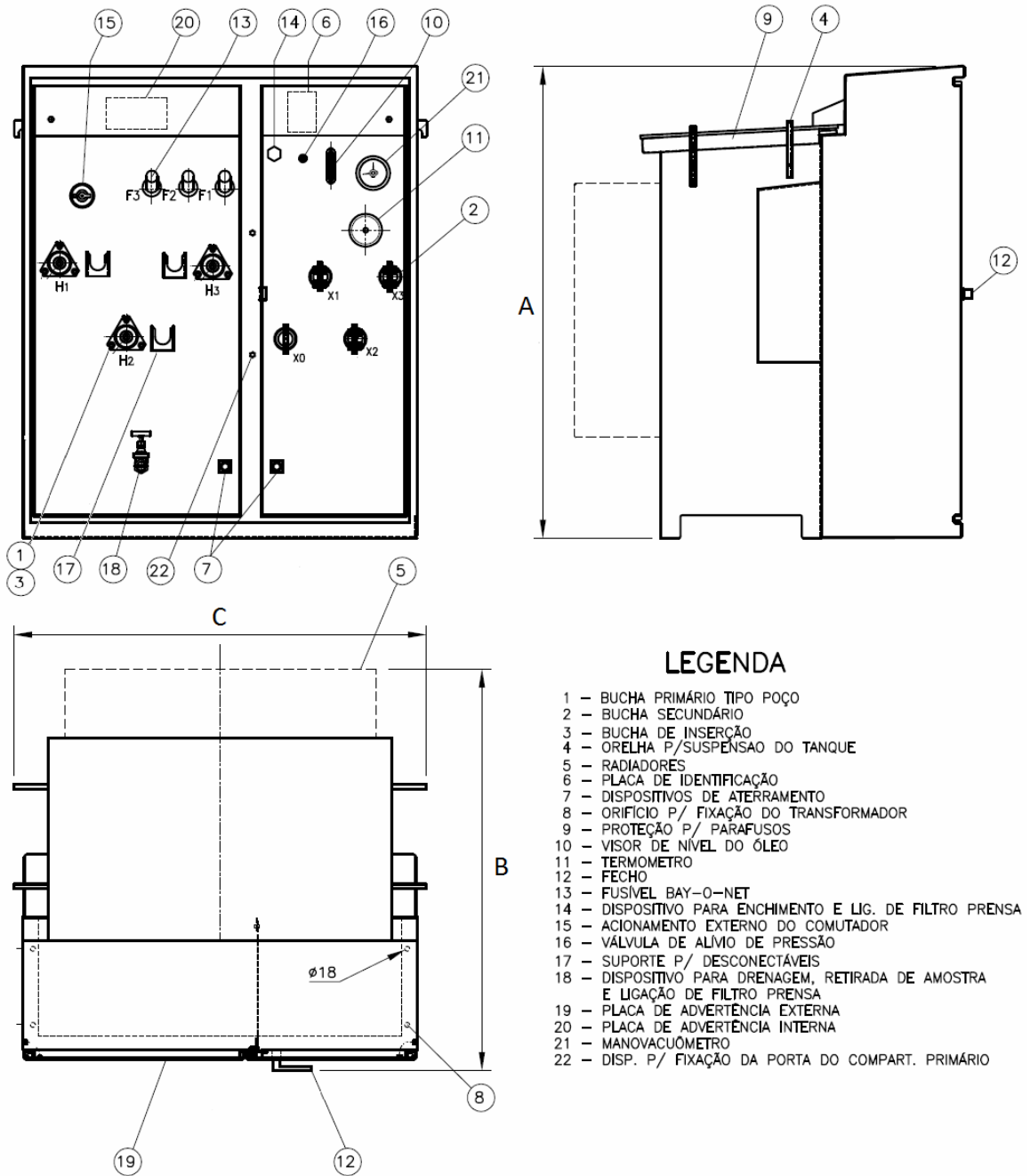
7.2. Placas de Advertência

7.3. Tabelas

7.4. Controle de Revisões e Alterações

7.5. Histórico de Revisões

7.1. Características Dimensionais e Acessórios



LEGENDA

- 1 - BUCHA PRIMÁRIO TIPO POÇO
- 2 - BUCHA SECUNDÁRIO
- 3 - BUCHA DE INSERÇÃO
- 4 - ORELHA P/SUSPENSÃO DO TANQUE
- 5 - RADIADORES
- 6 - PLACA DE IDENTIFICAÇÃO
- 7 - DISPOSITIVOS DE ATERRAMENTO
- 8 - ORIFÍCIO P/ FIXAÇÃO DO TRANSFORMADOR
- 9 - PROTEÇÃO P/ PARAFUSOS
- 10 - VISOR DE NÍVEL DO ÓLEO
- 11 - TERMOMETRO
- 12 - FECHO
- 13 - FUSÍVEL BAY-O-NET
- 14 - DISPOSITIVO PARA ENCHIMENTO E LIG. DE FILTRO PRENSA
- 15 - ACIONAMENTO EXTERNO DO COMUTADOR
- 16 - VÁLVULA DE ALMO DE PRESSÃO
- 17 - SUPORTE P/ DESCONECTÁVEIS
- 18 - DISPOSITIVO PARA DRENAGEM, RETIRADA DE AMOSTRA E LIGAÇÃO DE FILTRO PRENSA
- 19 - PLACA DE ADVERTENCIA EXTERNA
- 20 - PLACA DE ADVERTENCIA INTERNA
- 21 - MANOVACUOMETRO
- 22 - DISP. P/ FIXAÇÃO DA PORTA DO COMPART. PRIMÁRIO

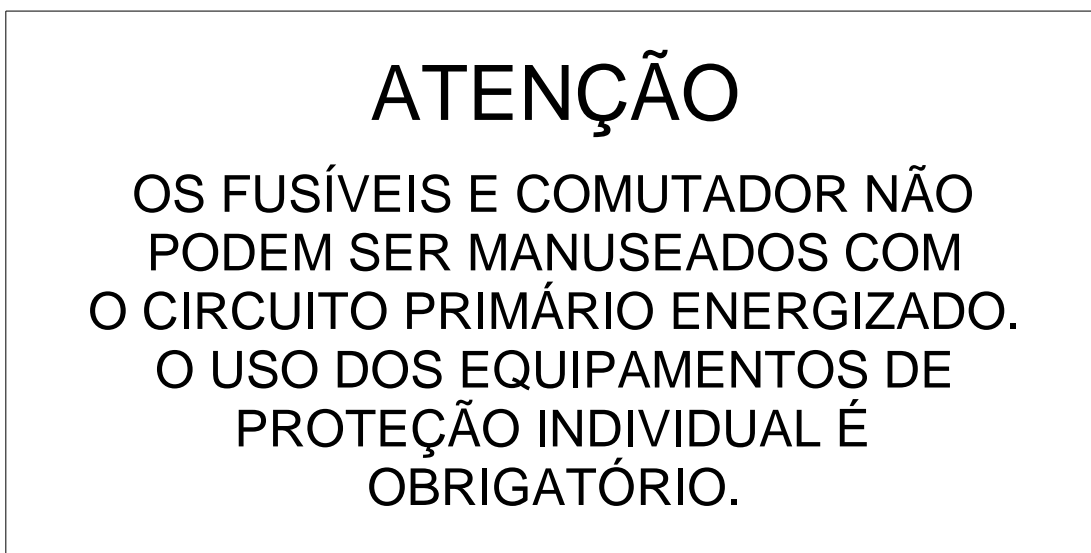
Tensão Nominal (kV)	Potência (kVA)	Dimensões (mm)		
		A máx	B máx	C máx
13,8 ou 23,1	75	1500	1250	1350
	150	1650	1300	1400
	300	1800	1350	1550
	500	1950	1450	1800

Figura 2 – Características

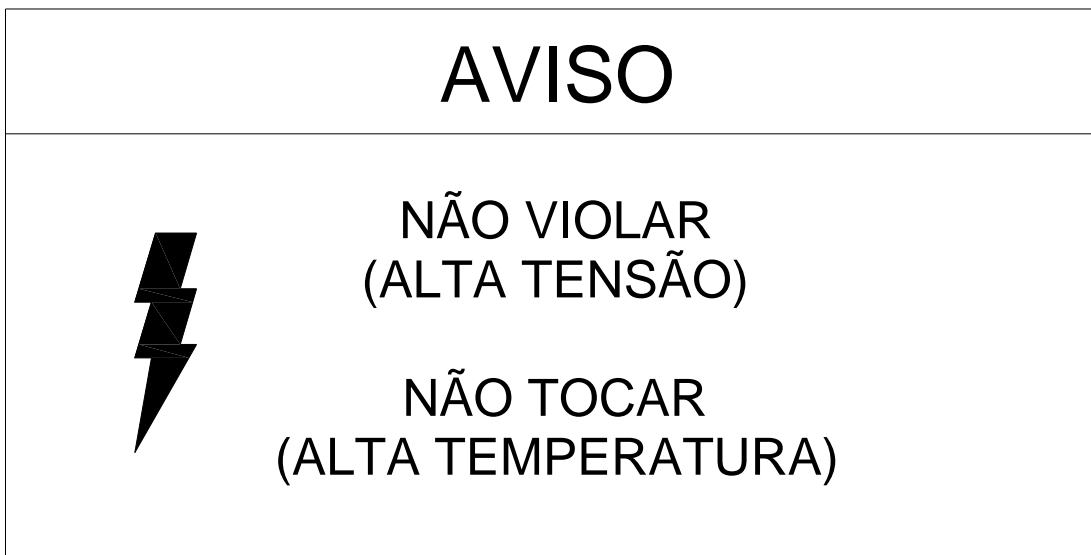


7.2. Placas de Advertência

Placa de Advertência Interna



Placa de Advertência Externa



7.3. Tabelas

Tabela 1 – Limites de Elevação de Temperatura

Limites de elevação de temperatura ⁽¹⁾				
Dos enrolamentos		Do óleo ⁽²⁾	Das partes metálicas	
Método da variação da resistência	Do ponto mais quente		Em contato com a isolação sólida ou adjacente a ela	Não em contato com a isolação sólida e não adjacente a ela
Circulação do óleo natural sem fluxo de óleo dirigido				
55	65	50	Não devem atingir temperaturas superiores à máxima especificada para o ponto mais quente da isolação adjacente ou em contato com esta	A temperatura não deve atingir, em nenhum caso, valores que venham a danificar essas partes, outras partes ou materiais adjacentes
65 ⁽³⁾	80	60		
75 ⁽⁴⁾	90	70		

Notas:

1 – Os materiais isolantes, de acordo com experiência prática e ensaios, devem ser adequados para o limite de elevação de temperatura em que o transformador é enquadrado.

2 – Medida próxima à superfície do óleo.

3 – No caso de transformadores com elevação de temperatura de 65°C, o fornecedor deve especificar essa condição no momento da proposta e comprovar, no momento da inspeção, a utilização de papel termoestabilizado na fabricação do transformador, apresentando certificado do fornecedor do material.

4 – Estes limites se aplicam somente aos transformadores imersos em óleo vegetal isolante e a isolação dos enrolamentos pode ser em papel *kraft* regular ou termoestabilizado, devendo ser especificado no momento da proposta e comprovar, no momento da inspeção, a utilização de papel termoestabilizado na fabricação do transformador, apresentando certificado do fornecedor do material.



Tabela 2 – Plano de Amostragem para Ensaio de Recebimento

Número de unidades do lote	Amostra			
	Sequência	Tamanho	Ac	Re
2 a 25	-	3	0	1
26 a 50	1 ^a	5	0	2
	2 ^a	5	1	2
51 a 280	1 ^a	8	0	2
	2 ^a	8	1	2
281 a 500	1 ^a	13	0	3
	2 ^a	13	3	4

Ac – número máximo de reprovações nos ensaios para aceitação do lote.

Re – número mínimo de reprovações nos ensaios para rejeição do lote.

Tabela 3 – Plano de Amostragem para Ensaio de Óleo Isolante e Pintura no Tanque

Número de unidades do lote	Amostra			
	Sequência	Tamanho	Ac	Re
até 50	-	3	0	1
51 a 90	-	5	0	2
91 a 150	-	8	0	2
151 a 280	1 ^a	8	0	2
	2 ^a	8	1	2
281 a 500	1 ^a	13	0	2
	2 ^a	13	1	2

Ac – número máximo de reprovações nos ensaios para aceitação do lote.

Re – número mínimo de reprovações nos ensaios para rejeição do lote.

Tabela 4 – Plano de Amostragem para Ensaio de Tensão Suportável Nominal de Impulso Atmosférico

Número de unidades do lote	Amostra			
	Sequência	Tamanho	Ac	Re
1 a 15	-	1	0	1
16 a 50	-	2	0	1
51 a 150	-	3	0	1
151 a 500	1 ^a	5	0	1

Ac – número máximo de reprovações nos ensaios para aceitação do lote.

Re – número mínimo de reprovações nos ensaios para rejeição do lote.



Tabela 5 – Níveis de Isolamento

Tensão máxima de operação (kv eficaz)	Nível de Isolamento		Espaçamento mínimo no ar (mm)	
	Tensão suportável nominal à frequência industrial 1 minuto (kV eficaz)	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico (kV crista)	Fase-Terra	Fase-Fase
1,2	10	30	25	25
15	34	95	140	140
24,2	50	150	230	230

Tabela 6 – Características Elétricas

Item	Nº Fases	Potência (kVA)	Corrente de Excitação Max. (%)	Perdas em Vazio Máximas (W)	Perdas Totais Máximas (W)	Tensão de Curto Circuito 75°C (%)	Tensão Max. de Operação (kV) eficaz	Relação de Tensão (V)		Código Celesc
								Primária	Secundária	
1	TRIFÁSICO	75	2,7	295	1.395	3,5	15	13.800 13.200 12.600	380/220	24459
2		150	2,3	485	2.335	3,5				20225
3		300	1,9	810	4.060	4,5				33032
4		500	1,6	1.300	6.400	5,0				33033
5		75	3,2	315	1.550	4,0	24,2	23.100 22.000 20.900	380/220	33036
6		150	2,6	520	26.100	4,0				33038
7		300	2,1	850	4.400	5,0				18291
8		500	1,8	1.400	6.600	5,0				22525



Tabela 7 – Características do Óleo Isolante após Contato com Equipamento

Características do óleo	Unidade	Vegetal		
		ASTM	ABNT NBR	Valor
Tensão interfacial	mN/m	-	-	não aplicável
Teor de água	mg/kg ¹	D 1533	10710	≤ 200
Rigidez dielétrica (eletrodo de calota)	kV	-	IEC 60156	≥ 60
Fator de perdas dielétricas ou fator de dissipação a 25°C	%	D 924	12133	≤ 0,5
Fator de perdas dielétricas ou fator de dissipação a 100°C	%	D 924	12133	≤ 8
Índice de neutralização	mgKOH/g	D 974	14248	≤ 0,06
Ponto de combustão	°C	D 92	11341	≥ 300
Teor de bifenilas policloradas (PCB)	mg/kg ¹	-	13882	não detectado

Nota: a unidade mg/kg equivale a PPM.

Tabela 8 – Níveis de Ruído para Transformadores em Óleo de Potência Nominal

Nível médio de ruído dB	Potência nominal do transformador equivalente com 2 enrolamentos kVA
48	0 – 50
51	51 – 100
55	101 – 300
56	301 – 500
58	501 – 1.000



Tabela 9 – Tensão de Radiointerferência (TRI) Máxima em Transformador

Tensão máxima do equipamento kV (eficaz)	Tensão aplicada no primário para verificação da TRI (V)	TRI máxima μV
15	13.800	250
24,2	23.100	350
36,2	34.500	450

Tabela 10 – Classes de Temperatura de Materiais Isolantes

Classe	Temperatura limite atribuída (°C)
E	120
B	130
F	155

Tabela 11 – Proteção dos Transformadores Pedestais

Potência Nominal do Transformador (kVA)	Curvas			
	13,8kV		23,1kV	
	Fusível de expulsão – <i>Dual Element</i>	Fusível limitador de corrente	Fusível de expulsão – <i>Dual Element</i>	Fusível limitador de corrente
75	C03 - 5A	30A	C03 - 5A	30A
150	C05 - 8A	30A	C04 - 6A	30A
300	C07 - 15A	50A	C06 - 12A	40A
500	C09 - 25A	80A	C08- 15A *	65A

**Dual Sensing*

Notas:

1 – Os fusíveis de expulsão devem ser do tipo *dual element*. Apenas os indicados com * devem ser do tipo *dual sensing*.

2 – O fabricante poderá utilizar outros fusíveis, apresentando a curva de coordenação e justificativa técnica.

3 – Em manutenções dos transformadores pedestais deverão ser utilizados os fusíveis especificados na placa de identificação.

7.4. Controle de Revisões e Alterações

REVISÃO	RESOLUÇÃO – DATA	ELABORAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO
2	RES. DDI N° 066/2018 - 17/09/2018	MHO	GMTK	SLC

DETALHES DA ALTERAÇÃO – REVISÃO 1		
ITEM	PÁG	DESCRIÇÃO
1	1	Incluída na finalidade, a aplicação do transformador em padrões de entrada de energia.
5.1.5	4	Alterada descrição embalagem.
5.1.6	5	Incluído item de Desenhos.
5.1.6.1	6	Alterado parágrafo final, prevalecendo a especificação.
5.1.7	8	Incluído item de Manual de instruções técnicas e de manutenção.
5.1.9	9	Incluídas condições de homologação.
5.2.1.1	10	Incluída especificação da válvula de alívio de pressão.
5.2.1.2	11	Incluída especificação do termômetro.
5.2.1.3	11	Incluída especificação do manovacuômetro.
5.2.1.4	12	Incluída especificação do terminal de aterramento.
5.2.2	12	Incluída classe de tensão 25 kV para as buchas primárias, tipo <i>loadbreak</i> .
5.2.2	12	Especificado descanso para Plugue de <i>by-pass</i> .
5.2.3	13	Incluída classe térmica de materiais isolantes e Tabela 10.
5.2.4.2 b)	13	Alterado padrão de jateamento para SA 3.
5.2.4.5	14	Corrigido texto inserindo a referência do inciso 5.4.8.
5.2.4.5	14	Incluída a pintura do número de equipamento no tanque do transformador.
5.2.4.5	14	Excluído o etil silicato de zinco no processo de pintura. Discriminada a quantidade de zinco na película seca.
5.3.2	16	Corrigidos as referências dos incisos 5.2.1 e 5.2.2.



5.3.2.2	16	Incluído o item Parafusos, porcas, dobradiças e acessórios de aplicação externa.
5.3.2.3	16	Incluída a instalação do Plugue de <i>by-pass</i> no suporte de descanso e Figura 1.
5.3.2.5	17	Incluída exigência de placa de proteção.
5.3.3	18	Incluídos itens na placa de identificação: material dos enrolamentos de AT/BT; número do pedido de compra e logotipo Celesc, perdas em vazios e totais, número de equipamento, QR Code e código de material Celesc.
5.3.4	19	Incluído item das placas de advertência.
5.4.1	20	Incluída informação do pedido de inspeção.
5.4.5	22	Incluído o item de Ensaio Especial, considerando os ensaios de tipo, nível de tensão de radiointerferência e descargas parciais como ensaios especiais.
5.4.2 e 5.4.5	21 e 22	Separados os ensaios de impulso atmosférico de alta tensão (recebimento) e baixa tensão (especial).
5.4.7.4	24	Incluída descrição do ensaio de impulso atmosférico.
5.4.7.7	26	Especificadas características do óleo isolante.
5.4.7.8	26	Incluído o item do Ensaio de Nível de Ruído e Tabela 8.
5.4.7.9	26	Incluído o item do Ensaio de Nível de Tensão de Radiointerferência e Tabela 9.
5.4.8.4	27	Corrigida a temperatura – Impermeabilidade.
7.1	33	Alterada Tabela da Figura 2, excluindo as potências de 112,5 e 750 kVA, conforme Informativo Técnico 11/2012.
7.2	34	Incluídos desenhos das placas de advertência.
7.3	35	Alterado valor de 65 para 60 temperatura óleo e inserida alternativa para óleo vegetal e nota 4, conforme NBR5440 – Tabela 01.
7.3	37	Incluso valor de 30 kV – Ensaio de impulso atmosférico na BT Tabela 05.
7.3	37	Alterada Tabela 6, excluindo as potências de 112,5 e 750 kVA, conforme informativo técnico 11/2012.
7.3	38	Incluída Tabela 7, Características do óleo vegetal após contato com o equipamento, o teor de água deve ser menor que 200 mg/kg e a rigidez dielétrica maior que 60 kV.
7.3	38	Incluída Tabela 8 – Níveis de ruído.
7.3	39	Incluída Tabela 9 – Nível de radiointerferência.
7.3	39	Incluída Tabela 10 – Classe de temperatura dos materiais.
7.3	39	Incluída Tabela 11 – Proteção dos transformadores.



7.5. Histórico de Revisões

REVISÃO	DATA	HISTÓRICO DAS ALTERAÇÕES	RESPONSÁVEL
2ª	Setembro 2018	Aplicação de transformadores pedestais em entradas de energia. Inclusão de especificação dos acessórios. Informações adicionais na placa de identificação. Tabelas de referência para ensaios de recebimento e tipo. Exclusão das potências de 112,5kVA e 750kVA da Especificação.	DPEP/DVEN Marcelo Hisao Oka 48-3231-5652