

1. DOCUMENTOS RELACIONADOS:

Na aplicação deste descritivo é necessário consultar:

- NBR 5034 – Buchas para tensões alternadas superiores a 1 kV – Especificação;
- NBR 5356 – Transformadores de potência;
- NBR 5416 – Aplicação de cargas em transformadores de potência – Procedimento;
- NBR 5435 – Buchas para transformadores imersos em líquido isolante – Tensão Nominal 15 kV, 24,2 kV e 36,2 kV – Especificações;
- NBR 5440 – Transformadores para redes aéreas de distribuição – Requisitos;
- NBR 5458 – Transformadores de potência – Terminologia;
- NBR 5590 – Tubos de aço-carbono com ou sem solda longitudinal, pretos ou galvanizados - Requisitos;
- NBR 5906 – Bobinas e chapas laminadas a quente de aço-carbono para estampagem – Especificação;
- NBR 5915 – Bobinas e chapas laminadas a frio;
- NBR 6234 – Óleo mineral isolante – Determinação de tensão interfacial de óleo-água pelo método do anel – Método de ensaio;
- NBR 6650 – Bobinas e chapas finas a quente de aço-carbono para uso estrutural – Especificação;
- NBR 6939 – Coordenação de isolamento – Procedimento;
- NBR 7034 – Materiais isolantes elétricos – Classificação térmica;
- NBR 9369 - Transformadores subterrâneos - Características elétricas e mecânicas – Padronização;
- NBR 10443 – Tintas e vernizes – Determinação da espessura da película seca sobre superfícies rugosas – Método de ensaio;
- NBR 11003 – Tintas – Determinação da aderência;
- NBR 11388 – Sistemas de pintura para equipamentos e instalações de subestações elétricas;
- NBR 11835 – Acessórios isolados desconectáveis para cabos de potência para tensões de 15 kV e 35 kV– Especificação;
- NBR 11888 – Bobinas e chapas finas a frio e a quente de aço-carbono e de aço de alta resistência e baixa liga – Requisitos gerais;
- NBR 15422 – Óleo vegetal isolante para equipamentos elétricos;
- NBR 16856 – Bucha para transformadores imersos em líquido isolante – Tensão nominal 1,3 kV e correntes de 160 A a 8000 A – Especificações;
- NBR 60529 - Graus de proteção providos por invólucros (Códigos IP);
- ANSI/IEEE 386 - *Separable Insulated Connector Systems for Power Distribution Systems Rated 2.5 kV through 35 Kv*;
- ASTM D3487 – *Standard Specification for Mineral Insulating Oil Used in Electrical Apparatus*;
- IEC 60296 – *Fluids for electrotechnical applications – Mineral insulating oils for electrical equipment*.

As normas acima citadas não excluem outras reconhecidas, desde que estas prescrevam qualidade igual ou superior em relação às acima mencionadas e que o proponente cite em sua proposta as normas aplicadas e que estas não sejam conflitantes com a presente especificação.



ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA COCEL - TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL

Número: ET.COCEL.198-01

Data Emissão: 13/12/2024

Data Revisão: 12/12/2024

Folha: 2 de 25

OBJETIVO

Estabelecer os requisitos mínimos exigidos para o fornecimento de transformador do tipo pedestal a ser instalado na rede de distribuição subterrânea da Companhia Campolarguense de Energia – COCEL.

REQUISITOS GERAIS

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Fixar as condições exigíveis aos transformadores tipo pedestal de 75 kVA, 150 kVA, 225 kVA e 300 kVA aplicáveis em redes subterrâneas de distribuição de energia elétrica, trifásicos, imersos em óleo isolante, com resfriamento natural para aplicação em redes subterrâneas de distribuição de 13,8 kV.

3. DISPOSIÇÕES GERAIS

Esta Especificação poderá, em 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 COCEL quanto a eventuais alterações.

3.1. Embalagem e acondicionamento

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

Nas embalagens deverão constar, no mínimo:

- Marca ou nome do fabricante;
- Identificação completa do conteúdo com código do material COCEL;
- Número e item da ordem de compra;
- Tipo e quantidade de material de cada volume;
- Massa bruta ou líquida;
- Número da nota fiscal.

3.2. Garantias

O transformador deve ser garantido pelo fornecedor contra falhas ou defeitos de projeto ou fabricação que venham a se registrar no período de 36 meses a partir da data de aceitação no local de entrega.

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

O fornecedor terá um prazo de 30 dias, contados a partir da retirada do equipamento defeituoso no almoxarifado COCEL, para efetuar os devidos reparos, correções, reformas, reconstruções, substituição de componentes e até substituição do transformador completo por novo, no sentido de sanar todos os defeitos, imperfeições ou partes falhas de materiais ou de fabricação que venham a se manifestar, sob pena de sofrer as sanções administrativas previstas na Lei nº 13.303.

No caso de substituição de peças ou equipamentos defeituosos, o prazo de garantia deve ser estendido para um novo prazo de mais 24 meses, contados a partir da aceitação da nova peça, abrangendo todas as unidades do lote.

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.

4. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

O transformador tipo pedestal deverá ser do tipo “anel”, composto por 6 (seis) buchas primárias interligadas internamente, conforme apresentado na Figura 2.

A interligação interna das buchas do anel deverá ter capacidade de condução de corrente de no mínimo 200 A em regime contínuo de operação.

O transformador deverá ser instalado ao tempo e sobre base de concreto própria, com espaço interno para passagem dos cabos de média tensão (MT) e baixa tensão (BT).

4.1. Características nominais

A característica nominal deve ser tal que o transformador possa fornecer corrente nominal sob condição de carga constante, desde que se admita que a tensão aplicada seja igual à tensão nominal e na frequência nominal.

A característica nominal é constituída de:

- Potências nominais dos enrolamentos;
- Tensões nominais dos enrolamentos;
- Correntes nominais dos enrolamentos;
- Frequência nominal;
- Nível de isolamento dos enrolamentos.

4.2. Potência padronizada

Os transformadores devem ter potência padronizada conforme descritas na Tabela 4.

4.3. Condições de sobrecarga

Os transformadores podem ser sobrecarregados de acordo com a NBR 5416. Os equipamentos auxiliares - tais como: buchas, comutadores de derivações em carga e outros, devem suportar sobrecargas correspondentes a até uma vez e meia a potência nominal do transformador.

4.4. Tensão nominal dos enrolamentos

4.4.1. Tensão primária

Os transformadores de classe 15 kV, para operação em sistemas de distribuição de 13,8 kV com as características apresentadas na Tabela 4, devem ter enrolamento primário de: 13,8-13,5-13,2-

12,9-12,6 kV (delta) e com regulador de TAPs externo (interno ao compartimento), ajustado na posição 3 - 13,2 kV.

4.4.2. Tensão secundária

Os transformadores deverão ter tensão secundária de 127/220 V com ligação estrela com neutro acessível.

4.5. Frequência nominal

A frequência nominal é 60 Hz.

4.6. Nível de isolamento

A Tabela 1 estabelece o nível de isolamento dos transformadores.

TABELA 1- Nível de isolamento do transformador

Nível de Isolamento				Espaçamento mínimo no ar	
Tensão máxima de operação (kV eficaz)	Tensão suportável nominal à frequência industrial 1 minuto (kV eficaz)	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico (kV-crista)	Tensão induzida (kV-eficaz)	De fase para terra (mm)	De fase para fase (mm)
1,2	10	-	-	25	25
15	34	95	34	130	140

4.7. Perdas máximas

O fabricante deve garantir as perdas máximas em vazio e as perdas máximas totais, na temperatura de referência, com tensão senoidal à frequência nominal, na derivação principal.

As perdas máximas admitidas para cada potência são as estabelecidas na NBR 5356 e mostradas na Tabela 4 desta ET.COCEL. Caso a NBR 5356 seja revisada e haja diferença com os valores da Tabela 4, devem ser respeitados os valores máximos da Norma Brasileira em sua última revisão.

Deverão ser fornecidos transformadores com nível de eficiência conforme a Portaria Interministerial do Ministério de Minas e Energia em sua última publicação, ou com nível de eficiência especificado no edital de licitação.

4.8. Classificação dos métodos de resfriamento

Os transformadores adquiridos devem ser resfriados por convecção natural, internamente com óleo e externamente com ar, sendo designado KNAN.

4.9. Capacidade de suportar curto-circuito

Os transformadores devem atender o estabelecido na NBR 5356-2.

5. CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

5.1. Espessuras das chapas

As espessuras das chapas definidas pelo fabricante devem atender as normas e requisitos de projeto. Todavia, o fabricante deverá garantir as seguintes espessuras mínimas:

- Tampa e fundo – 6,35 mm;

- Laterais – 4,76 mm;
- Radiadores – 1,2 mm;
- Compartimentos – 2,65 mm.

5.2. Compartimentos

O transformador deverá possuir compartimento protegido por porta onde deverão estar instalados os acessórios, buchas de MT e BT, fusíveis e regulador de TAPs, entre outros.

5.2.1. Portas

As portas deverão ser duplas, uma para acessar o lado de MT e outra para o lado de BT. As portas deverão abrir no mínimo 120° em relação à posição fechada e possuir dispositivo para travamento quando na posição aberta.

No lado interno da porta do lado de MT, deverá haver um compartimento para fixação do dispositivo fusível reserva.

Na entrega do transformador deverão ser fornecidos também no mínimo 3 fusíveis de MT reservas, protegidos por saco plástico e com informativo de instrução para substituição.

As dobradiças devem permitir fácil remoção das portas após abertas e impedir a sua remoção quando fechadas.

5.2.2. Fechaduras

No lado do compartimento de BT deve ser utilizado um fecho tipo Cremona com hastes (para fixação na parte inferior e superior) e possuir dispositivo na parte externa para a instalação de cadeado padrão COCEL.

No lado do compartimento de MT deve possuir fechamento por parafuso (que só poderá ser retirado após a abertura do lado de BT) e possuir dimensões mínimas de 1/2" voltadas para o lado frontal do transformador.

5.2.3. Dimensões

Os compartimentos de conexão deverão possuir dimensões mínimas de segurança e devem ser adaptadas para a instalação de plugue de inserção simples e plugue de inserção duplo com os terminais desconectáveis tipo cotovelo (TDC) e pára-raios do tipo desconectável.

5.2.4. Divisória dos compartimentos

A divisória entre os compartimentos de MT e BT deve ser do tipo removível e deve ser projetada de maneira que impeça a sua queda após a retirada dos parafusos de fixação.

Após sua retirada o vão de ligação entre os compartimentos deverá estar livre, sem travessas que impeçam a passagem ou instalação de cabos.

5.3. Grade de proteção

O transformador deve possuir grade de proteção contra choques acidentais nos radiadores e opcionalmente na carcaça do transformador.

5.4. Placa de proteção da BT

No lado do compartimento da BT deverá possuir uma placa de proteção em acrílico instalada logo após a abertura da porta externa. A placa deverá ser de fácil remoção e nela deverá ser instalada placa de advertência para garantir o grau de proteção mínimo IP40, conforme a NBR 60529.

5.5. Ventilação

Caso sejam necessárias aberturas para ventilação, estas deverão possuir telas de proteção interna de malha máxima de 1 mm.

5.6. Base de fixação do transformador

A base de fixação do transformador deverá possuir 4 (quatro) pontos de fixação junto ao fundo de transformador e à base de concreto. Os furos de fixação devem ter diâmetro mínimo para instalação de parafuso de 1/2”.

5.7. Tampa superior

O transformador deverá possuir tampa resistente à pressão interna. Quando soldada ao tanque deverá possuir tampa de inspeção com dimensões mínimas que permitam o acesso aos fusíveis limitadores internos, porta-fusíveis, comutadores de TAPs e buchas primárias e secundárias sem a necessidade do esgotamento do óleo.

Se a tampa for parafusada, deverá possuir uma sobre-tampa de segurança ou meio devidamente apropriado para impedir o acesso e retirada dos parafusos de fixação. A retirada da fixação desta sobre-tampa deverá ser feita somente pela parte interna dos compartimentos de MT e/ou BT.

5.8. Comutador de TAPs

O transformador tipo pedestal deverá possuir comutador rotativo com as seguintes tensões: 13,8-13,5-13,2-12,9-12,6 kV (delta) e deverá ser acessível pelo lado interno do compartimento de MT, ajustado de fábrica na posição 3 (13,2 kV).

5.9. Buchas de MT

O transformador tipo pedestal deverá possuir 06 (seis) buchas do tipo poço (cavidade) no lado de MT, fornecidas com buchas de inserção tipo *LoadBreak*. Também deverão ser fornecidos 03 (três) receptáculos isolantes blindados com dispositivos de fixação instalados em 03 (três) das 06 (seis) buchas.

As buchas devem ser próprias para o sistema *LoadBreak* e devem atender as dimensões de interface da Norma ANSI/IEEE 386.

Ao lado das buchas devem ser instalados descansos para o plugue isolante blindado ou plugue de aterramento, de acordo com Figura 2.

5.10. Buchas de BT

As buchas de BT devem atender a NBR 16856 e demais características apontadas na Tabela 7.

As buchas de BT deverão ser fornecidas com os barramentos tipo bandeirola com furação padrão NEMA.

Nos transformadores de 75, 112,5 e 150 kVA a bandeirola deverá permitir a instalação de 02 (dois) cabos com conectores de 2 (dois) furos (padrão NEMA) e nos transformadores 225 e 300 kVA a bandeirola deverá permitir a instalação de 04 (quatro) cabos com conectores de quatro furos (padrão NEMA).

5.11. Óleo

O óleo isolante deve ser de origem vegetal, conforme a NBR 15422. Após contato com o equipamento, deve possuir as seguintes características:

- Deve ter aparência clara e ser isento de materiais de suspensão ou sedimentação;
- Os valores limites das propriedades físicas, químicas, elétricas e ambientais do óleo, estão contidos na NBR 15422;
- Deve ser isento de ascaréis (PCB – bifenilas policloradas).

5.12. Acessórios

5.12.1. Termômetro

O transformador tipo pedestal deverá ser fornecido com termômetro a expansão de líquido, preferencialmente do tipo haste reta, com escala de 0 a 120°C, em intervalo de 5°C e precisão de $\pm 3^\circ\text{C}$.

O termômetro deve ter grau de proteção mínimo de IP65 em poço. Deve ficar localizado no lado do compartimento de BT.

5.12.2. Válvula de alívio de pressão

O transformador deve ser equipado com um dispositivo de alívio de pressão interna localizado no compartimento de MT.

5.12.3. Válvula de enchimento de gás

O transformador deverá ter válvula para enchimento de gás inerte, com tampa de proteção. Esta válvula deverá suportar a pressão superior da norma de operação do transformador.

Esta válvula deverá ser instalada no lado do compartimento de MT.

5.12.4. Dispositivo de aterramento

O transformador tipo pedestal deverá ter 2 (dois) dispositivos de aterramento, localizados nos compartimentos de MT e BT.

Estes dispositivos devem atender ao prescrito na NBR 9369 ou conforme a Figura 15 desta ET.COCEL.

5.12.5. Indicador de nível de óleo

O indicador deve possibilitar a visualização do nível do óleo interno do transformador e atender as características mostradas na Figura 11.

5.12.6. Anel interno de *by-pass*

A ligação interna entre as buchas primárias deverá ser feita em cobre eletrolítico e dimensionada para a corrente nominal de 200 A, considerando o valor de curto-circuito mínimo de 10 kA em 0,17 s.

5.12.7. Parafusos

Os parafusos de ligação e porcas devem ser em liga de cobre totalmente estanhado, conforme NBR 5438, com camadas de estanho com espessura mínima de 8 μm para qualquer amostra e de 12 μm na média de amostra.

A arruela de pressão dos parafusos de ligação deve ser de bronze silício, bronze fosforoso ou aço zincado.

5.12.8. Placa de advertência interna para operação

A placa de advertência interna para operação deve ficar localizada no lado interno do

compartimento de MT, próxima aos fusíveis. Deverá ser de acordo com a Figura 5.

5.12.9. Placa de advertência externa

A placa de advertência externa deverá ser localizada no lado externo da porta do compartimento de MT e deverá ser de acordo com a Figura 6.

5.12.10. Placa de advertência interna de BT

A placa de advertência de BT deverá ser localizada no lado interno do compartimento de BT e no lado frontal da tela de proteção. Deverá ser de acordo com a Figura 7.

5.12.11. Placa de advertência interna de MT

A placa de advertência de MT deverá ser localizada no lado interno do compartimento de MT e fixado ao anteparo de forma que impeça o acesso direto ao desconectável em seguida da abertura da porta do compartimento. Deverá ser de acordo com a Figura 8.

5.13. Isoladores

Os isoladores utilizados nas buchas secundárias devem ser de porcelana vidrada nas cores cinza claro (MUNSELL 5.0 BG 7.0/0.4 ou N 6.5) ou marrom escuro (munsell 5YR 3/3). Os detalhes das buchas podem ser observados na Figura 10 e na Tabela 7.

5.14. Enrolamentos

Os enrolamentos devem ser de cobre ou alumínio, de forma a atender todas as características elétricas descritas nesta Especificação.

5.15. Proteção contra sobrecorrente

A proteção contra sobrecorrente do transformador tipo pedestal deverá ser feita por fusíveis de expulsão tipo baioneta (*expulsion fuses*) e em série com fusíveis de limitador de corrente (*current-limiting fuses*) submersos em óleo e instalados no lado de MT do transformador. O fusível baioneta deverá ser de acordo com a Figura 16.

5.15.1. Fusíveis de expulsão do tipo baioneta (*expulsion fuse*)

Os fusíveis de expulsão tipo baioneta deverão proteger o transformador contra defeitos externos no lado de BT, considerados defeitos de impedância elevada.

Os fusíveis de expulsão tipo baioneta deverão ser para operação em carga e instalados internamente, imersos no óleo do tanque e extraíveis, sem que haja a necessidade da abertura do tanque.

Os fusíveis de expulsão tipo baioneta deverão ser do tipo *Dual-Sensing (Load-Sensing)* e definidos de forma a coordenar com a proteção de retaguarda e serem seletivos com a proteção de baixa tensão, e seu dimensionamento dependerá de aprovação prévia da COCEL.

Os fusíveis de expulsão tipo baioneta deverão suportar a corrente de energização do transformador (*inrush*): 12 vezes a corrente nominal do transformador durante 0,1 s e 25 vezes a corrente durante 0,01 s, para a temperatura ambiente de 35°C.

5.15.2. Fusíveis do tipo limitador de corrente (*current-limiting fuses*)

Os fusíveis limitadores de corrente deverão proteger o transformador contra defeitos internos ao tanque, considerados de baixa impedância, e deverão ser instalados internamente, imersos no óleo do tanque, sendo que sua operação implica na substituição do transformador para reparo.

Os fusíveis limitadores de corrente deverão suportar a corrente de energização (*inrush*) 12

vezes a corrente nominal do transformador durante 0,1 s e 25 vezes a corrente durante 0,01 s, para a temperatura ambiente de 35°C.

5.16. Ligações dos enrolamentos de fase e deslocamento angular

Devem atender o estabelecido na NBR 5356-1. A ligação em estrela ou triângulo de um conjunto de enrolamentos de fase de um transformador trifásico ou dos enrolamentos de mesma tensão de transformadores monofásicos associados num banco trifásico deve ser indicada pelas letras Y ou D, para o enrolamento de alta tensão, e y ou d, para enrolamentos de baixa tensão. Se o ponto neutro de um enrolamento em estrela for acessível, as indicações devem ser respectivamente, YN e yn.

O deslocamento angular no transformador tipo pedestal ligado em triângulo-estrela é de 30°, com as fases de baixa tensão atrasadas em relação às correspondentes da alta tensão, ligação Dyn1.

5.17. Placa de identificação

O transformador tipo pedestal deve ser provido de uma placa de identificação metálica, de aço inoxidável, com espessura mínima de 1 mm, rebitada no tanque do transformador, instalada em posição visível, sempre que possível do lado de baixa tensão. A placa de identificação deve conter indelevelmente marcadas, no mínimo, as seguintes informações:

- “TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL”;
- Nome do fabricante e local de fabricação;
- Número de série de fabricação;
- Mês e ano de fabricação;
- Designação e data da Norma Brasileira;
- Tipo, segundo a classificação do fabricante;
- Número de fases;
- Potência em kVA;
- Designação do método de resfriamento;
- Diagrama de ligações, contendo as tensões e correntes;
- Frequência nominal;
- Polaridade para transformador monofásico ou diagrama fasorial para trifásicos;
- Impedância de curto-circuito, em percentagem;
- Tipo do óleo e volume;
- Elevação de temperatura do óleo isolante;
- Elevação de temperatura dos enrolamentos
- Classe do papel isolante;
- Massa total aproximada;
- Nível de isolamento;
- Material dos enrolamentos de AT/BT;
- Nível de eficiência (A, B, C);

- Código do material COCEL;
- Perdas a vazio e perdas totais.

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, conforme NBR 5440. Deve conter, também, uma tabela mostrando separadamente, as ligações dos diversos enrolamentos, com a disposição e identificação de todas as buchas, bem como as ligações no painel ou 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.

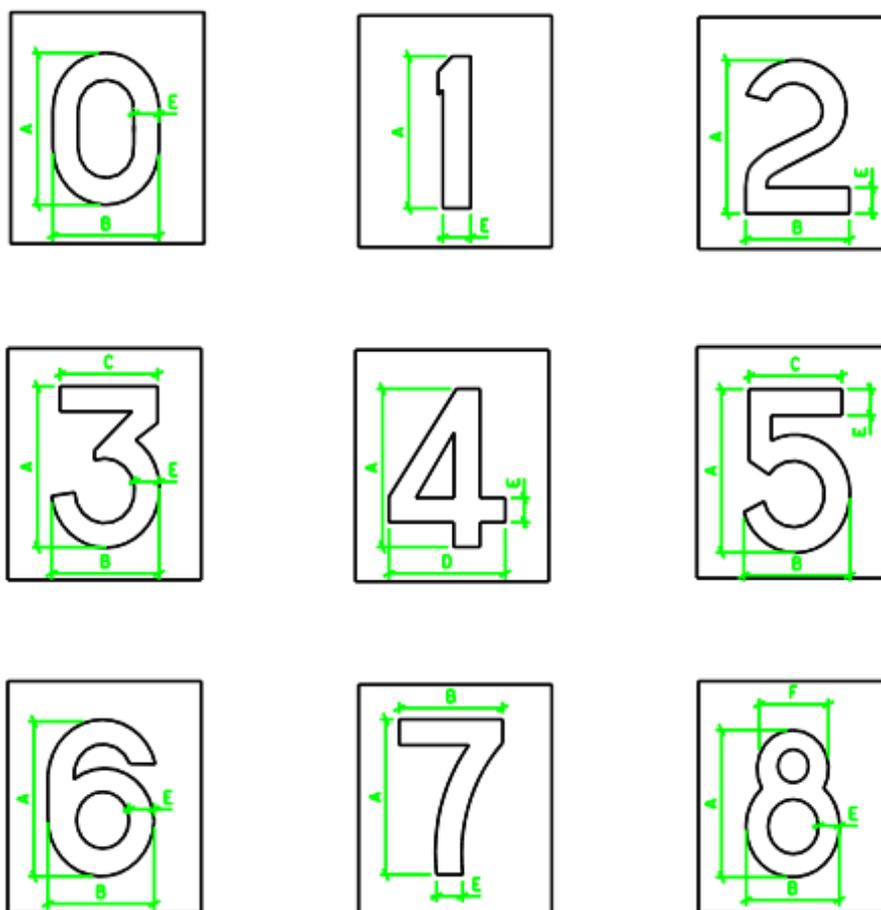
Quando qualquer enrolamento tiver que ser aterrado, a letra T deve ser escrita no diagrama de ligações, junto da indicação do respectivo enrolamento.

5.18. Número de controle dos transformadores de distribuição

Todos os transformadores deverão ser identificados com o nome da COCEL, o número de patrimônio (fornecido pela COCEL) e a potência em kVA, pintados na cor vermelha sobre a cor cinza do tanque.

Os números de identificação deverão estar de acordo com Figura 1.

FIGURA 1 – Formato da identificação dos transformadores



a) Tamanho preferencial

DIMENSÕES		TOLERÂNCIAS
A	50	± 2
B	37	
C	30	
D	40	
E	08	± 1
F	28	± 2

b) Tamanho alternativo

DIMENSÕES		TOLERÂNCIAS
A	35	± 2
B	27	
C	25	
D	27	
E	08	± 1
F	25	± 2

6. APROVAÇÃO TÉCNICA

Para a aprovação do transformador, o proponente deverá apresentar os documentos relacionando neste item, bem como, as informações solicitadas pela COCEL para a aprovação técnica como descritas na ET.COCEL.100 vigente.

Todos os desenhos, fotografias, manuais ou documentos similares devem ser fornecidos à COCEL.

6.1. Relatório de ensaios

Os relatórios de ensaios devem ser enviados para a análise técnica e aprovação da COCEL junto com os demais desenhos, manuais e folhas descritas com características técnicas, com as indicações necessárias à sua perfeita compreensão, além dos requisitos mínimos, descritos abaixo:

- Nome do ensaio;
- Nome do fornecedor;
- Tipo do transformador;
- Data e local de ensaio;
- Descrição do processo de ensaio, método e instrumentos utilizados;
- Valores obtidos no ensaio;
- Atestados dos resultados, informando de forma clara e explícita se o transformador ensaiado passou ou não no teste.

A aprovação de qualquer desenho não exime o proponente da plena responsabilidade quanto ao funcionamento correto do transformador, nem da obrigação de fornecê-lo de acordo com os requisitos do contrato, das normas e especificações.

7. CARACTERÍSTICAS DE ENSAIO, INSPEÇÃO E RECEBIMENTO.

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, preferencialmente, enviando e-mail para: licitacoes@cocel.com.br, ou telefone (41) 2169-2114, com antecedência de mínima de 15 dias da data de disponibilização do material para inspeção.

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

Todos os ensaios de recebimento deverão ser realizados no próprio fabricante. Caso qualquer ensaio seja realizado em laboratório externo, este(s) ensaio(s) será(ão) considerado(s) como reinspeção, sendo essas despesas de responsabilidade do fornecedor.

7.1. Verificação do funcionamento dos acessórios

No funcionamento dos acessórios deve ser verificado:

- Comutador de derivação externo sem tensão;
- Válvula de alívio de pressão.

7.2. Ensaios de rotina

Os ensaios de rotina são todos os ensaios de recebimento, porém feitos pelo fabricante em sua fábrica.

7.3. Ensaios de recebimento

Os ensaios de recebimento são realizados por inspetores da COCEL. Os ensaios de recebimento, executados em unidades escolhidas aleatoriamente, são os seguintes:

- Resistência elétrica dos enrolamentos;
- Relação de tensão;
- Resistência do isolamento;
- Polaridade;
- Deslocamento angular e sequência de fases;
- Perdas (em carga e em vazio);
- Corrente de excitação;
- Tensão de curto-circuito;
- Ensaios dielétricos:
 - Tensão suportável nominal à frequência industrial;
 - Tensão induzida de curta duração.
- Estanquidade e resistência à pressão;
- Elevação de temperatura;
- Verificação do funcionamento dos acessórios;
- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico de alta tensão;
- Verificação do esquema de pintura;
- Óleo isolante.

7.4. Ensaios de tipo

Os ensaios de tipo são os seguintes:

Item	Ensaio	Norma
1	Resistência Elétrica dos Enrolamentos	NBR 5356-1
2	Relação de Tensões	NBR 5356-1
3	Resistência do Isolamento	NBR 5356-1
4	Polaridade	NBR 5356-1
5	Deslocamento Angular e Sequência de Fase	NBR 5356-1
6	Perdas em Vazio	NBR 5356-1
7	Perdas em Carga	NBR 5356-1
8	Corrente de Excitação	NBR 5356-1
9	Tensão de Curto-Circuito	NBR 5356-1
10	Tensão Suportável Nominal à Frequência Industrial	NBR 5356-3
11	Tensão Induzida de Curta Duração	NBR 5356-3
12	Estanqueidade e Resistência à Pressão à Temperatura Ambiente	NBR 5356-1
13	Elevação de Temperatura	NBR 5356-2
14	Verificação do Funcionamento dos Acessórios	NBR 5440
15	Tensão Suportável de Impulso Atmosférico de Alta Tensão	NBR 5356-4
16	Verificação do Esquema de Pintura	NBR 5440
17	Óleo Isolante	NBR 5440
18	Equilíbrio de Tensão (Transformadores Monofásicos)	NBR 5356-1
19	Fator de Potência do Isolamento	NBR 5356-1
20	Nível de Ruído	NBR 7277
21	Nível de Tensão de Radiointerferência	CISPR/TR 18-2
22	Ensaio de Curto-Circuito	NBR 5356-5
23	Resistência Mecânica dos Suportes do Transformador	NBR 5440
24	Tensão Suportável Nominal de Impulso Atmosférico de Baixa Tensão	NBR 5356-4 e NBR 5440

8. TREINAMENTO

O proponente deverá fornecer treinamento para no mínimo 2 (dois) funcionários da COCEL, com duração mínima de 8 (oito) horas, com os seguintes itens obrigatórios:

- Projeto;
- Fabricação e montagem;
- Laboratório de testes;
- Operação e manutenção.

O treinamento deverá ser realizado no mesmo local de entrega dos transformadores ou local acordado entre as partes.

9. TABELAS

TABELA 2 – Características físicas dos transformadores

Cód. COCEL	Potência (kVA)	Dimensões máximas (mm)					Peso máximo (kg)
		Figura	A	B	C	D	
XXXXX	75	3	1550	1400	1000	750	1000
XXXXX	150		1650	1500	1200		1200
XXXXX	225		1650	1500	1200		1500
XXXXX	300		1750	1600	1300		1700

TABELA 3 – Características elétricas do sistema de 13,8 kV da COCEL

Tensão Nominal do Sistema	13,8kV
Tensão Máxima do Sistema (Fase-Fase)	13,8kV
Neutro - Aterramento por Reatância	$\frac{x_0}{x_1} \leq 10$
Tensão Máxima Admissível Fase-terra em caso de Falta	15kV
Nível de Isolamento do Isolador (NBI)	110kV
Potência máxima de Curto-circuito do Sistema	250MVA

TABELA 4 – Características elétricas dos transformadores

Cód. COCEL	Potência (kVA)	Relação de tensão	Corrente de Excitação máxima (%)	Perdas máximas (W)		Tensão de Curto-circuito à 75°C (%)	Radiointerferência		Nível de ruído
				Vazio	Totais		Tensão Ensaio (kV)	Tri máxima (µV)	
	75	60:1 em 13,2 kV	2,7	215	1125	3,5	7,968	250	51
	150		2,3	350	1880	3,5			55
	225		2,1	470	2630	4,5			55
	300		1,9	585	3275	4,5			56

TABELA 5 – Nível de isolamento dos transformadores

Classe de tensão máxima de enrolamento (kV eficaz)	Tensão suportável nominal à frequência industrial durante 1 minuto (kV eficaz)	Tensão induzida para ensaio (kV eficaz)	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico pleno (kV crista)	Espaçamento mínimo no ar	
				Da fase para terra (mm)	De fase para fase (mm)
1,3	10	-	-	25	25
15	34	34	95	130	140

TABELA 6 – Tensão nominal dos transformadores

Classe de tensão máxima (kV eficaz)	Tipo do transformador	Primário		Secundário	
		Ligação	Tensão nominal (kV)	Ligação	Tensão nominal (V)
15	Trifásico (Dyn1)	Triângulo (delta)	13,8 - 13,5 - 13,2 - 12,9 - 12,6	Estrela com neutro acessível	127/220 V

TABELA 7 – Tipo das buchas de MT e BT

Cód. COCEL	Potência (kVA)	Bucha de Baixa tensão			Bucha de Média Tensão	
		Norma ABNT	Tipo	Tipo de ligação	Tipo ANSI STD 386	Acessórios
	75	5437	1,3/400 - T2	Figura 9	15/25 kV Poço	Bucha de inserção LoadBreak e plugue isolante básico
	150		1,3/800 - T2			
	225		1,3/800 - T3			
	300		1,3/800 - T3			

TABELA 8 – Capacidade dos fusíveis de expulsão

Potência (kVA)	Fusível de expulsão tipo baioneta Dual Sensing	Referência COOPER	Tensão nominal (kV)
75	8	4000358C08M	13,8
150	8	4000358C08M	
225	10	4000358C10M	
300	10	4000358C10M	

Nota: Os fusíveis e as curvas de tempos mínimo e máximo de atuação deverão ser conforme referência acima ou similar. A escolha do fusível baioneta nos projetos dependerá da análise da seletividade com o equipamento de proteção de retaguarda.

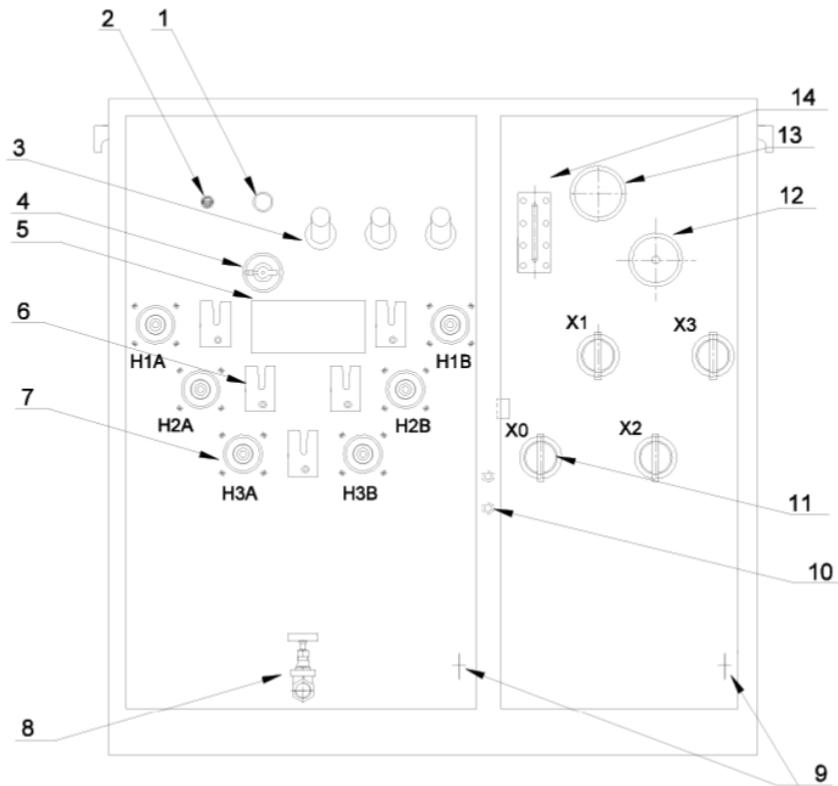
TABELA 9 – Capacidade dos fusíveis limitadores

Potência (kVA)	Fusível limitador de corrente (A)	Referência COOPER	Tensão nominal (kV)
75	80	CBUC15030C100	13,8
150	80	CBUC15030C100	
225	80	CBUC15030C100	
300	80	CBUC15030C100	

Nota: Os fusíveis e as curvas de tempos mínimo e máximo de atuação deverão ser conforme referência acima ou similar. A escolha do fusível limitador de corrente nos projetos dependerá da análise da seletividade com o equipamento de proteção de retaguarda.

10. FIGURAS

FIGURA 2 – Transformador tipo pedestal de distribuição 13,8 kV – 127/220 V

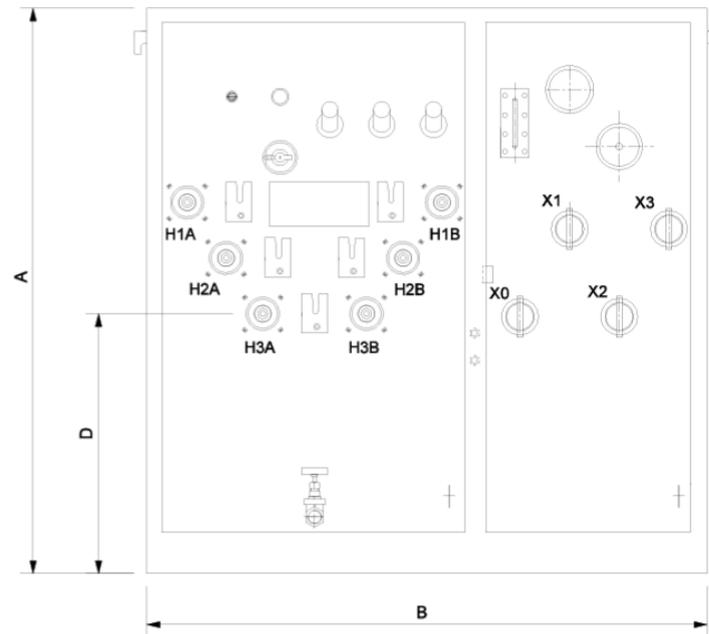


Vista interna do transformador

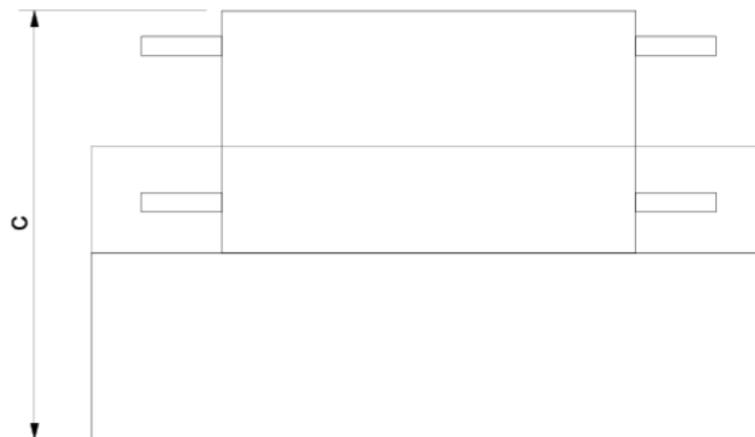
Legenda:

- 1 – Válvula de alívio de pressão;
- 2 – Válvula de enchimento de gás;
- 3 – Fusível tipo baioneta;
- 4 – Comutador de TAPs;
- 5 – Placa de advertência de operação;
- 6 – Descanso de cabos;
- 7 – Buchas de inserção (tipo poço);
- 8 – Drenagem de óleo;
- 9 – Dispositivo de aterramento;
- 10 – Dispositivo de fixação da porta compartimento de MT;
- 11 – Bucha secundária;
- 12 – Termômetro;
- 13 – Manovacuômetro;
- 14 – Indicador de nível de óleo.

FIGURA 3 – Dimensões do transformador tipo pedestal



Vista frontal

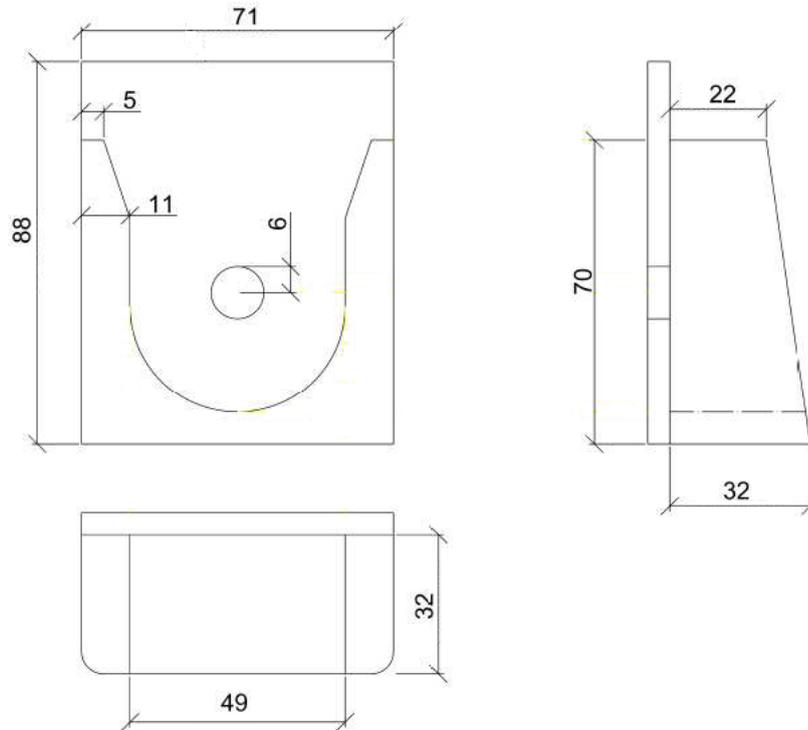


Vista superior

Nota:

- Para as medidas indicadas, ver Tabela 01.

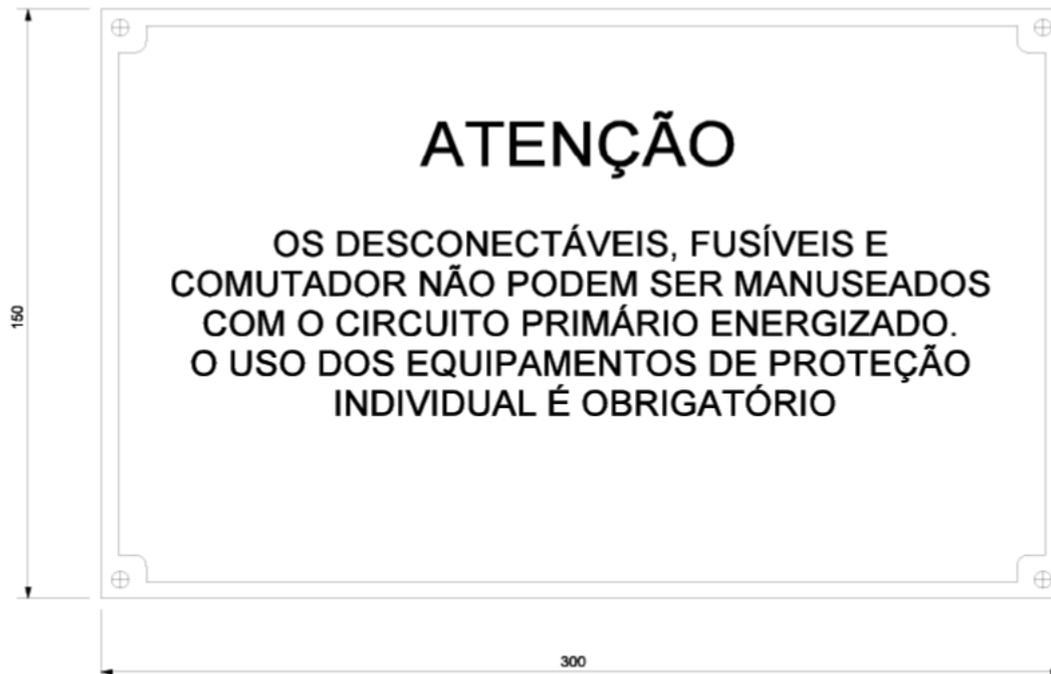
FIGURA 4 – Descanso para cabos



Nota:

- Medidas em milímetros (mm).

FIGURA 5 – Placa de advertência para operação



Nota:

- Medidas em milímetros (mm).

FIGURA 6 – Placa de advertência externa



FIGURA 7 – Placa de advertência interna para BT



Nota:

- Medidas em milímetros (mm).

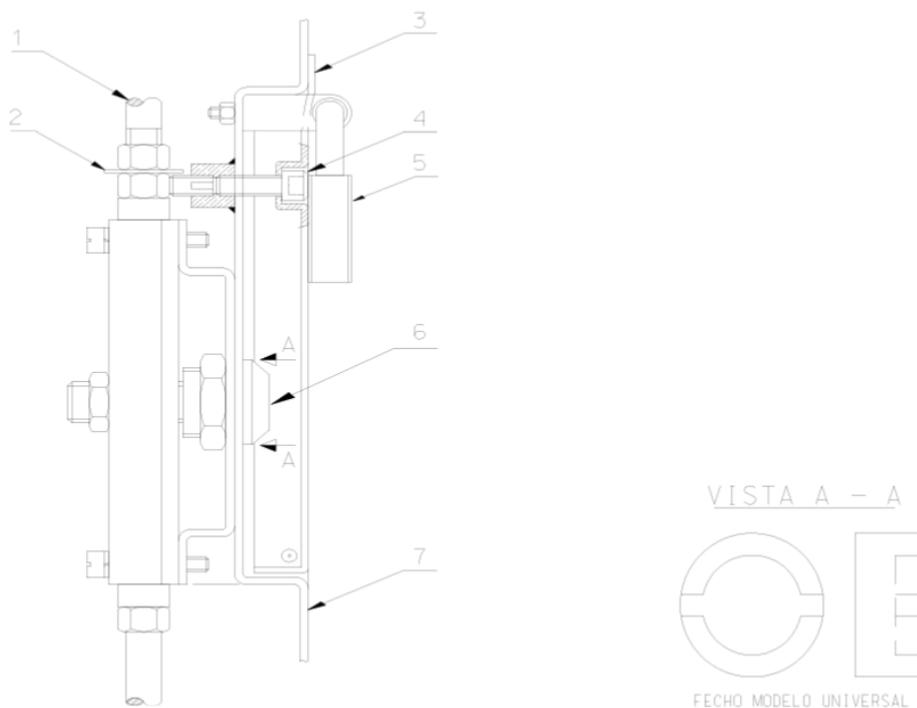
FIGURA 8 – Placa de advertência interna para MT



Nota:

- Medidas em milímetros (mm).

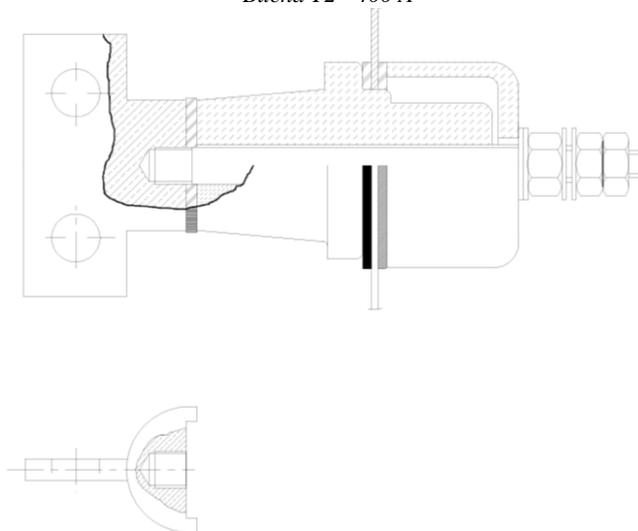
FIGURA 9 – Detalhe da fechadura tipo “Cremona”



Legenda:

- 1 – Haste da Cremona;
- 2 – Arruela de travamento;
- 3 – Lingueta de aço inox;
- 4 – Parafuso allen M10;
- 5 – Cadeado;
- 6 – Fecho universal;
- 7 – Porta do compartimento de BT.

FIGURA 10 – Detalhe da bucha de BT
Bucha T2 - 400 A



Bucha T3 - 800 A

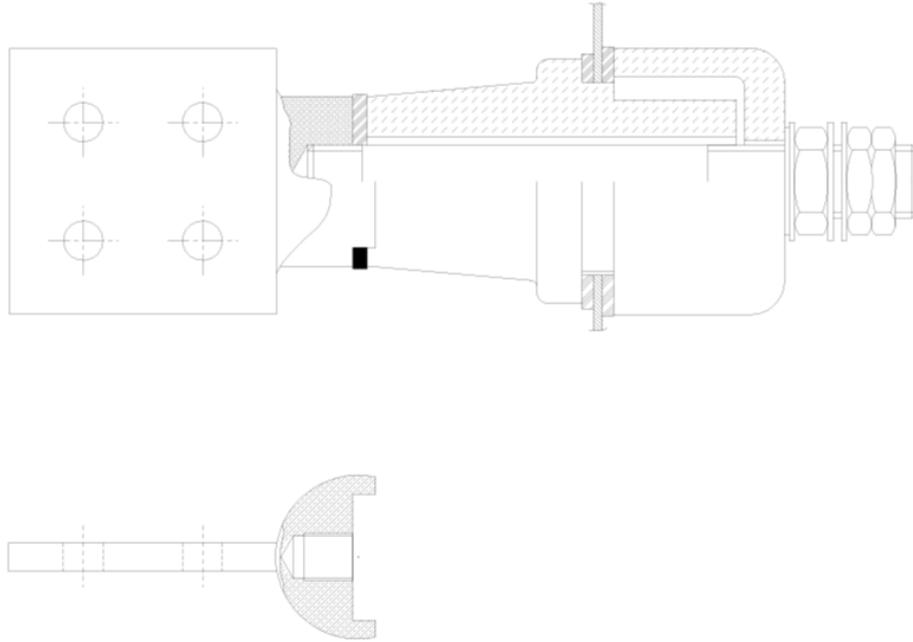
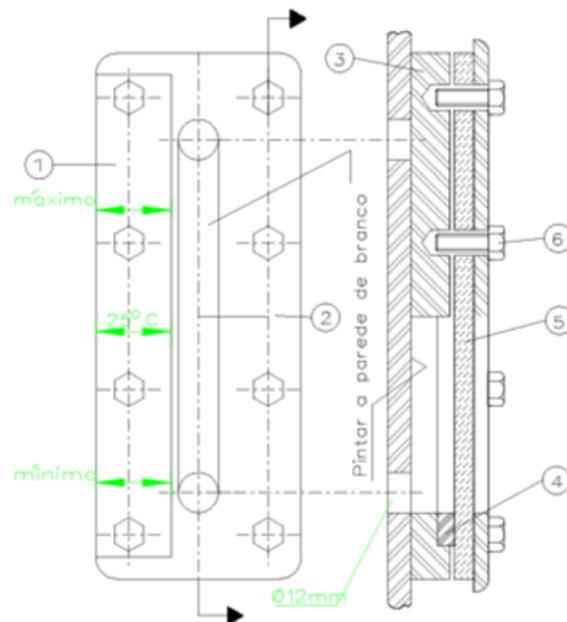


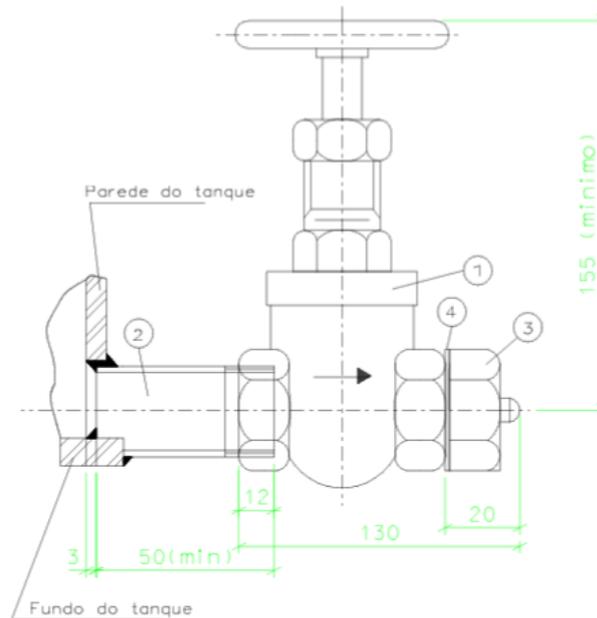
FIGURA 11 – Visor externo de nível de óleo



Legenda:

- 1 – Plaqueta de aço inoxidável, gravada com a escala indicada;
- 2 – Flange de aço-carbono, zincada a quente;
- 3 – Base de aço-carbono, zincada a quente;
- 4 – Junta de borracha sintética resistente ao óleo isolante;
- 5 – Visor de vidro;
- 6 – Parafuso de aço-carbono, zincado a quente.

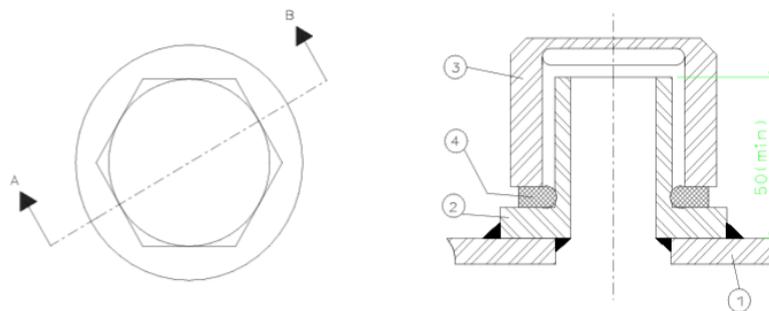
FIGURA 12 – Válvula de drenagem de óleo



Legenda:

- 1 – Válvula tipo globo ou gaveta de bronze, 3/4" BSP;
- 2 – Tubo sem costura soldado no tanque;
- 3 – Bujão de aço-carbono, zincado a quente;
- 4 - Junta de vedação.

FIGURA 13 – Bujão de enchimento de óleo



Legenda:

- 1 – Tampa do tanque do transformador;
- 2 – Tubo sem costura soldado à tampa;
- 3 – Bujão de aço-carbono, zincado a quente;
- 4 - Junta de vedação.

Nota:

- 1 – Utilizar rosca 3/4". Caso seja utilizado sistema diferente do indicado, deve ser utilizado veda-tubos com teflon, desde que garanta perfeita estanqueidade;
- 2 – Medidas em milímetros (mm).

FIGURA 14 – Termômetro de topo de óleo

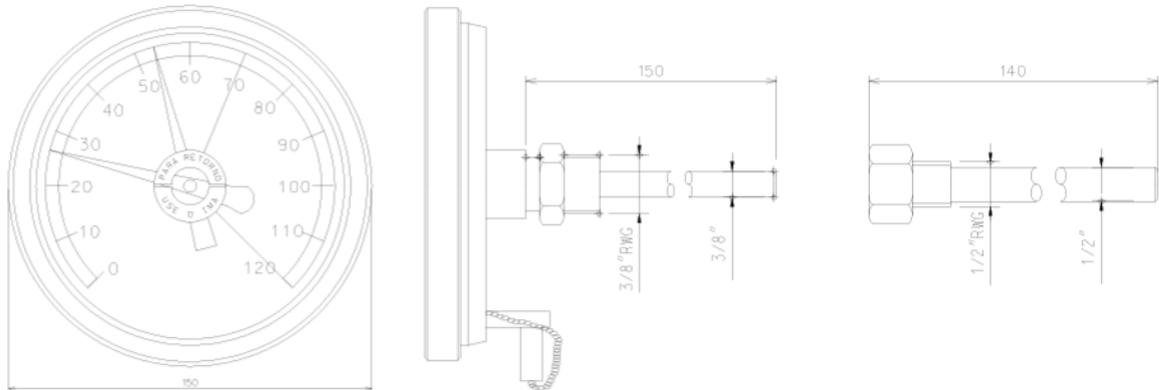
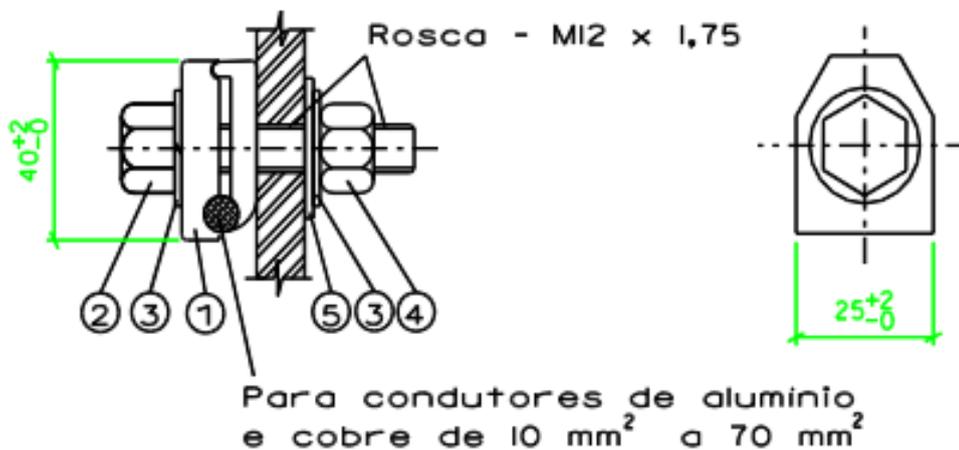


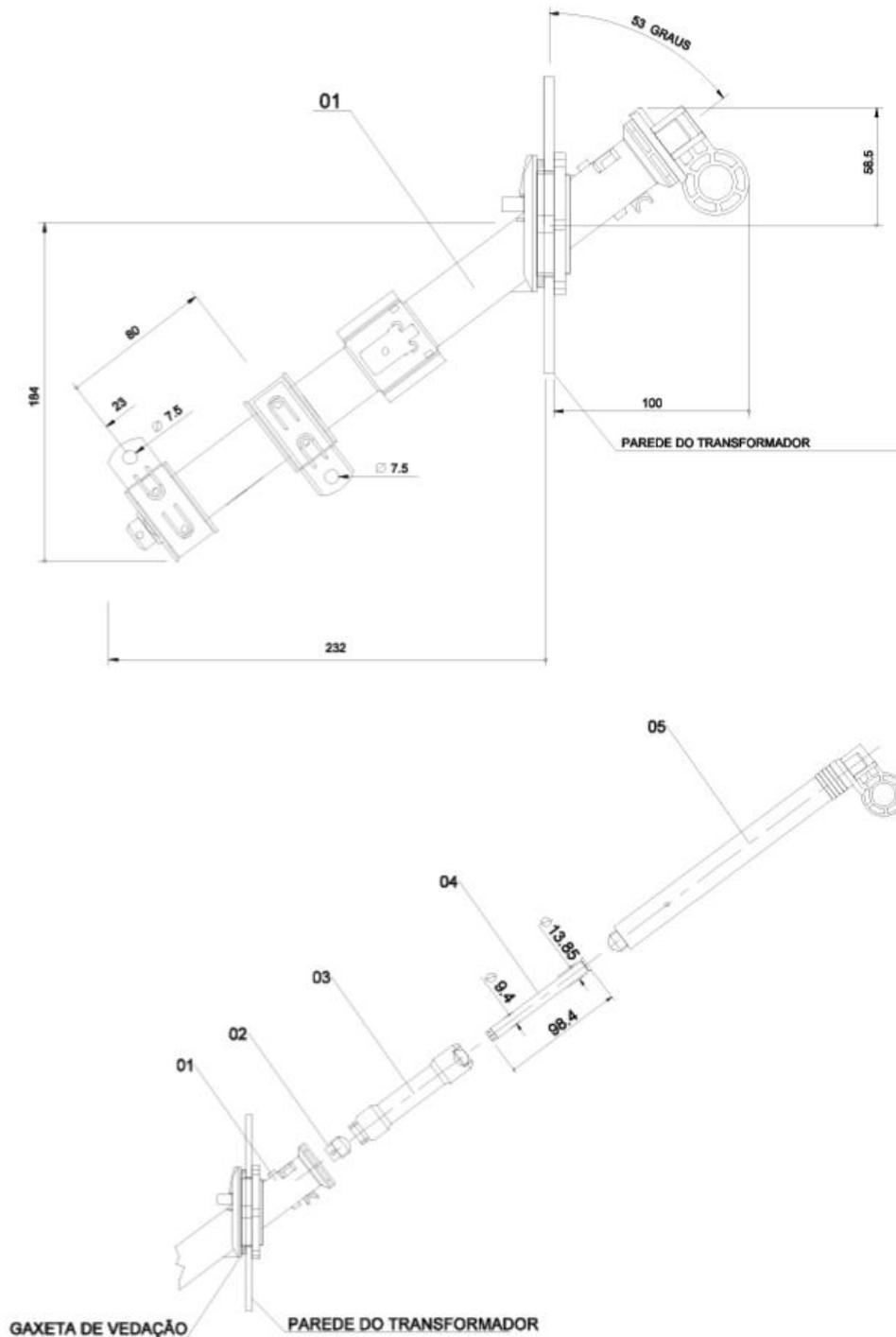
FIGURA 15 – Dispositivo de aterramento do transformador



LEGENDA:

- 1 - Conector: liga de cobre, estanhado, com espessura mínima da camada de estanho não inferior a 8,0 µm individualmente e a 12 µm na média das amostras;
- 2 - Parafuso de cabeça sextavada, aço-carbono zincado a quente;
- 3 - Arruelas de pressão, aço-carbono zincado a quente;
- 4 - Porca sextavada, aço-carbono zincado a quente;
- 5 - Arruela lisa, aço-carbono zincado a quente.

FIGURA 16 – Fusível tipo baioneta



Legenda:

- 1 – Porta fusível baioneta com “Flapper Valve”;
- 2 – Plugue do porta fusível;
- 3 – Cartucho fusível;
- 4 – Fusível de expansão tipo baioneta – tipo dual sensing;
- 5 – Fixador do cartucho do fusível.



ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA COCEL - TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL

Número: ET.COCEL.198-01

Data Emissão: 13/12/2024

Data Revisão: 12/12/2024

Folha: 25 de 25

DESCRIPTIVO ADM COCEL

TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL DE DISTRIBUIÇÃO XXX, PARA INSTALAÇÃO NO SOLO, TENSÕES NOMINAIS PRIMÁRIAS X - X - X - X e X, SECUNDÁRIAS 127/220 V. COM COMUTADOR DE TENSÃO COM ACIONAMENTO EXTERNO; CLASSE XXkV, POTÊNCIA XXkVA, LIGAÇÃO PRIMÁRIA DELTA E SECUNDÁRIA ESTRELA COM NEUTRO ACESSÍVEL; COM TERMINAIS DE LIGAÇÃO BT "XX" TENSÃO NORMAL 1.3KV CORRENTE NOMINAL XXA. DEVERÁ CONSTAR NO TRANSFORMADOR O NOME COCEL, NÚMERO DE PATRIMÔNIO, POTÊNCIA EM KVA COM 2 OU 3 DÍGITOS NA COR VERMELHA SOBRE A COR CINZA DO TANQUE; NA PARTE FRONTAL DO TRANSFORMADOR OU NA PARTE LATERAL;. NÃO PODENDO A PINTURA SOFRER DEGRADAÇÃO COM AÇÃO DO TEMPO; DEVE SER ENTREGUE COM O TAP AJUSTADO EM 13,2 kV. CÓDIGO COCEL XXXXX.

ANEXO 01 - RESPONSABILIDADES DE ELABORAÇÃO, VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO.

Elaboração	Verificação	Aprovação
Henrique Gesser	Bárbara Lunardon	Eduardo Krzyzanovski
Cargo: Técnico em Eletrotécnica	Cargo: Assessora de Comunicação e Marketing	Cargo: Gerente da Divisão de Distribuição

ANEXO 02 - ÍNDICE DE REVISÕES

Revisão	Data	Descrição
00	18/03/2024	Emissão inicial
01	13/12/2024	Ajustado valores da Tabela 4; Ajustado tipo do resfriamento.



ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA COCEL - TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL

Número: ET.COCEL.198-01

Data Emissão: 13/12/2024

Data Revisão: 12/12/2024

Folha: 26 de 25