



NORMA DE DISTRIBUIÇÃO UNIFICADA – NDU-008

TRANSFORMADORES PARA REDES AÉREAS DE
DISTRIBUIÇÃO

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. NORMAS E/OU DOCUMENTOS COMPLEMENTARES.....	1
3. DEFINIÇÕES.....	3
4. CONDIÇÕES GERAIS.....	3
4.1. Geral.....	3
4.2. Aprovação de Protótipos.....	4
4.3. Garantia.....	5
4.4. Acondicionamento.....	5
4.5. Carregamento.....	5
5. CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS.....	5
5.1. Potências Nominais.....	5
5.2. Níveis de Isolamento.....	6
5.3. Elevação de Temperatura.....	6
5.4. Derivações e Relações de Tensões.....	6
5.5. Freqüência Nominal.....	6
5.6. Perdas, Correntes de Excitação e Tensão de Curto-Circuito (75° C).....	6
5.7. Polaridade e Deslocamento Angular.....	7
5.8. Diagramas Fasoriais dos Transformadores.....	7
5.9. Diagramas de Ligações dos Transformadores.....	8
5.10. Tensão de Radiointerferência (TRI).....	8
6. CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS.....	8
6.1. Geral.....	8
6.2. Materiais Isolantes.....	8
6.3. Chapa do Tanque e Radiadores.....	9
6.4. Localização e Dimensionamento dos Componentes.....	9
6.5. Juntas de Vedação.....	10
6.6. Indicação do Nível de óleo Mineral Isolante.....	10
6.7. Dispositivo de Aterramento.....	11
6.8. Dispositivo para Fixação de pára-raios.....	11
6.9. Sistema de Fixação da Tampa.....	11
6.10. Numeração dos Terminais e Derivações dos Enrolamentos de Alta Tensão e dos Terminais de Enrolamento de Baixa Tensão.....	11

6.11.Núcleo.....	12
6.12.Enrolamento.....	12
6.13.Fixação e Suspensão da Parte Ativa	12
6.14.Estrutura de Apoio	12
6.15.Acabamento.....	13
6.16.Massa do Transformador para Instalação em Poste	13
6.17.Resistência ao Momento de Torção	13
6.18.Pré Disposição para Válvula de Alívio	13
7. ACESSÓRIOS	14
7.1. Sistema de Comutação de Tensões	14
7.2. Placa de Identificação	14
8. FIXAÇÕES EXTERNAS (FERRAGENS)	14
9. INSPEÇÃO	15
9.1. Geral	15
9.2. Lote para Inspeção	15
9.3. Ensaios de Rotina.....	15
9.4. Ensaios de Tipo	16
9.5. Tolerância nos Resultados dos Ensaios com Valor Garantido	16
9.6. Relatório dos Ensaios	16
9.7. Aceitação e Rejeições	17
10. APRESENTAÇÃO DAS PROPOSTAS E APROVAÇÃO DE DESENHOS.....	18
11. NOTAS COMPLEMENTARES	19
12. ANEXO I - TABELAS	20
13. ANEXO II - ENSAIOS PARA VERIFICAÇÃO DA PINTURA DO TANQUE	24
14. ANEXO III - APROVAÇÃO DO PROTÓTIPO.....	26
15. ANEXO IV - DESENHOS.....	29

1. INTRODUÇÃO

Esta norma estabelece a padronização das características elétricas e mecânicas dos transformadores aplicáveis em redes aéreas de distribuição de acordo com as **NBR 5433** e **NBR 5434**, nas tensões primárias até 36,2kV e nas tensões secundárias usuais dos transformadores monofásicos e trifásicos, com enrolamento de cobre imersos em óleo mineral isolante com resfriamento natural.

Os transformadores abrangidos por esta norma devem satisfazer às **NBR`s 5356 e 5380**, prevalecendo, nos casos de dúvidas, o aqui especificado.

Esta norma tem origem na **NBR 5440/99**, Transformadores para Redes Aéreas de Distribuição-Padronização, com introdução das especificidades do sistema, já implantado, do Sistema Energisa.

2. NORMAS E/OU DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Na aplicação desta especificação é necessário consultar as normas e/ou documentos abaixo, na sua última versão.

- NBR 5034 / 89** - Buchas para tensões alternadas superior a 1 kV- Especificação,
- NBR 5356 / 93** - Transformador de potência - Especificação.
- NBR 5370 / 90** - Conectores de cobre para condutores elétricos em sistemas de potência - Especificação.
- NBR 5380/ 93** - Transformador de potência - Método de ensaio.
- NBR 5405/ 83** - Materiais isolantes sólidos - Determinação da rigidez dielétrica sob frequência industrial - Método de ensaio.
- NBR 5433/ 82** - Redes de distribuição aérea rural de energia elétrica Padronização.
- NBR 5434/ 82** - Redes de distribuição aérea urbana de energia elétrica Padronização.

- NBR 5435/ 84** - Bucha para transformadores sem conservador de óleo, tensão nominal 15 kV e 25,8 kV - 160A - Dimensões - Padronização.
- NBR 5437/ 84** - Bucha para transformadores sem conservador de óleo, tensão nominal 1,3 kV, 160A, 400A e 800A - Dimensões - Padronização.
- NBR 5458/ 86** - Transformadores de potência – Terminologia
- NBR 5906/ 84** - Chapas finas a quente de aço-carbono para estampagem Especificação.
- NBR 5915/ 84** - Chapas finas a frio de aço-carbono para estampagem Especificação.
- NBR 6323/ 90** - Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão à quente - Especificação.
- NBR 6529/ 83** - Vernizes utilizados para isolamento elétrico - Ensaio - Método de ensaio.
- NBR 6649/ 86** - Chapas finas a frio de aço-carbono para uso estrutural - Especificação.
- NBR 6650/ 86** - Chapas finas a quente de aço-carbono para uso estrutural - Especificação.
- NBR 9119/ 85** - Produtos laminados planos de aço para fins elétricos de grão orientado - Especificação.
- NBR 10025/ 87** - Elastômero vulcanizado - Ensaio de deformação permanente à compressão - Método de ensaio.
- NBR 10443/ 88** - Tintas - Determinação da espessura de película seca - Método de ensaio.
- NBR 11003/ 90** - Tintas - Determinação da aderência - Método de ensaio.
- NBR 1188/ 92** - Bobinas finas e chapas finas de aço carbono e de aço de baixa liga e alta resistência - Requisitos gerais - Especificação.

SISO5.5900-1967 - Pictorial surface preparation standard for painting steel surfaces.

ASTM B 11 7/ 95 - Practice for operating salt spray (fog) apparatus.

ASTM D 297/ 93 - Test methods for rubber products - Chemical analysis.

ASTM D 412/ 97 - Test methods for vulcanized rubber and thermoplastic rubber and thenoplastlc elastomers - Tension.

ASTM D 471/ 96 - Test method for rubber property - Effect of liquids-,

ASTM D 523/ 94 - Test for specular gloss.

ASTM D 870/ 92 - Testing water reslstance of coatings using water immersion.

ASTM D 1014/ 95- Practice for conducting exterior exposure tests of paints on steel.

ASTM D 1619/ 94- Test method for carbon black-Sulfur content.

ASTM D 1735/ 92- Practice for testing water resistance of coatings using fog apparatus.

ASTM D 2240/ 97- Test method for rubber property - Durometer hardness.

3. DEFINIÇÕES

Os termos técnicos utilizados nesta norma estão definidos nas **NBR's 5458 e 5356**.

4. CONDIÇÕES GERAIS

4.1. Geral

4.1.1. Os transformadores devem:

- a). Ser fornecidos completos, com todos os acessórios necessários ao seu perfeito funcionamento.
- b). Ter todas as peças correspondentes intercambiáveis, quando de mesmas características nominais e fornecidas pelo mesmo fabricante.

c). Ter o mesmo projeto e ser essencialmente idênticos quando fizerem parte de um mesmo item da Ordem de Compra (OCM).

4.1.2. - O projeto, matéria prima empregada, fabricação e acabamento devem incorporar tanto quanto possível as mais recentes técnicas e melhoramentos.

4.1.3. - Os transformadores devem ser projetados de modo que as manutenções possam ser efetuadas pelo Sistema Energisa ou em oficinas por ele qualificadas, sem o emprego de máquinas ou ferramentas especiais.

4.2. Aprovação de Protótipos

4.2.1. - Os fabricantes devem submeter previamente à aprovação do Sistema Energisa, protótipos de transformadores, um monofásico e um trifásico de tensões máximas de 15 KV e 24,2 KV, nos seguintes casos:

- a). Fabricantes que não tenham fornecido este equipamento ao Sistema Energisa.
- b). Fabricantes que já tenham protótipo aprovado pelo Sistema Energisa, e cujo projeto tenha sido alterado.
- c). Quando solicitado pelo Sistema Energisa.

4.2.2. - Para cada protótipo a ser encaminhado ao Sistema Energisa, o fabricante deve remeter o Anexo III respectivo, devidamente preenchido juntamente com os relatórios dos ensaios.

4.2.3. - Toda e qualquer divergência entre o equipamento especificado e o protótipo, bem como os motivos dessas divergências, devem ser claramente explicitados nos documentos que, obrigatoriamente, deverão acompanhar o citado anexo.

4.2.4. - Após a aprovação dos protótipos e respectivos desenhos, o fabricante deverá encaminhar ao Sistema Energisa, para aprovação, três cópias opacas dos desenhos referentes às demais potências de sua fabricação cobertas por essa especificação, e fornecer os dados constantes no Anexo III para estes transformadores.

4.3. Garantia:

O fabricante deve dar garantia mínima de 12 meses, a partir da data de entrada em operação, ou de 18 meses a partir da data de entrega dos equipamentos no local indicado pela OCM, prevalecendo o que primeiro ocorrer, contra quaisquer defeitos de projeto, material empregado e de fabricação, sendo de sua responsabilidade, inclusive, o transporte do equipamento do local de entrega original à fábrica.

4.4. Acondicionamento

4.4.1. - Os transformadores devem ser acondicionados, individualmente, em embalagens de madeira, adequadas ao transporte ferroviário e/ou rodoviário.

4.4.2. - As bases das embalagens devem ter no mínimo as dimensões indicadas no desenho 13 e ser construídas de forma a permitir:

- a). Uso de empilhadeiras nas operações de carga e descarga.
- b). Transporte superposto de dois transformadores.

4.4.3. - A madeira empregada deve ter qualidade no mínimo igual a do pinho de segunda, com espessura mínima de 25 mm.

4.5. Carregamento

Os transformadores de distribuição devem ser projetados para atender até 1,5 PU de sua potência nominal, sem limitações de nenhum componente associado (buchas, comutadores de derivação, conexões, etc.) conforme definido nas **NBR 5356**.

5. CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS

5.1. Potências Nominais

As potências nominais, em KVA, para transformadores de distribuição de redes aéreas para uma elevação de temperatura enrolamento sobre a ambiente de 55°C são as seguintes:

- 5.1.1. - Transformadores monofásicos

5;10; 15; 25 kVA

5.1.2. - Transformadores trifásicos

15; 30; 45; 75; 112,5; 150; 225; 300 kVA

5.2. Níveis de Isolamento

Os níveis de isolamento e os espaçamentos mínimos no ar devem ser os da **Tabela 1**.

5.3. Elevação de Temperatura

Os limites de elevação de temperatura acima do ambiente devem ser:

- a). média dos enrolamentos (método da variação da resistência): 55° C.
- b). ponto mais quente dos enrolamentos: 65° C.
- c). óleo isolante (medida próxima à superfície do líquido): 50° C.

5.4. Derivações e Relações de Tensões

5.4.1. As derivações e relações de tensões são as constantes da **Tabela 2**.

A derivação principal corresponde à de tensão mais elevada.

As derivações para embarque deverão ser 11,4, 13,8 e 22kV, para os transformadores de tensão máxima 15,0 e 24,2kV, respectivamente.

5.5. Freqüência Nominal

A freqüência nominal é de 60 Hz.

5.6. Perdas, Correntes de Excitação e Tensão de Curto-Circuito (75° C)

5.6.1. Os valores de perdas deverão ter seus valores garantidos conforme expressões abaixo

$$Cp_t = V \times P_{fe} + Z \times P_{cu} \quad \text{para transformadores trifásicos urbanos}$$

$$Cp_t = V \times P_{fe} + P \times P_{cu} \quad \text{para transformadores monofásicos rurais}$$

Obs.: * Os valores de “V”, “Z” e “P” devem ser consultados a Energisa.

* As perdas deverão ser expressas em kW.

Os valores de correntes de excitação do lote devem ser os previstos conforme norma e garantidos pelo fabricante em sua proposta (conforme **Tabelas 4 e 5**).

Os valores individuais não devem ultrapassar os valores garantidos na proposta, observadas as tolerâncias especificadas na **NBR 5356**.

5.6.2. - A tensão de curto-circuito deve corresponder aos valores prescritos nas **tabelas 4 e 5**, observadas as tolerâncias especificadas na **NBR 5356**.

5.6.3. - Os valores da corrente de excitação e tensão de curto-circuito (75°C) indicados nas **tabelas 4 e 5** são referidos à derivação principal.

5.7. Polaridade e Deslocamento Angular

5.7.1. - Os transformadores monofásicos devem ter polaridade subtrativa.

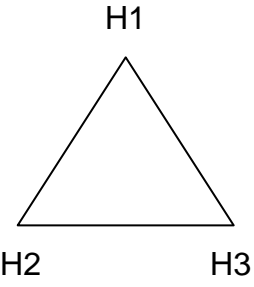
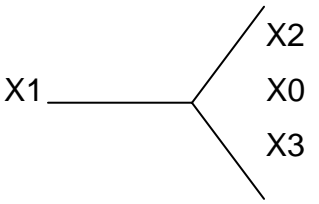
5.7.2. - Os transformadores trifásicos devem ter deslocamento angular de 30° (fases de baixa tensão atrasadas em relação às correspondentes fases de alta tensão).

5.8. Diagramas Fasoriais dos Transformadores

5.8.1. Monofásicos

Tensão máxima do equipamento (kV)		Primário	Secundário 2 buchas	Secundário 3 Buchas
Fase-neutro	15/√3	H1	X1	X1
	24,2/√3	H2T	X2	X2 X3

5.8.2. - Trifásico

Tensão máxima do Equipamento Fase-Fase (kV)	Primário	Secundário 3 Buchas
Fase 15 Fase 24,5		

5.9. Diagramas de Ligações dos Transformadores

Devem ser conforme desenho 9.

Os desenhos são orientativos, exceção feita à numeração das derivações.

5.10. Tensão de Radiointerferência (TRI)

Os valores máximos de tensão de radiointerferência (TRI) quando submetidos à tensão correspondente à derivação principal, são os seguintes:

- 250 μ V para a tensão máxima de 15kV.
- 650 μ V para a tensão máxima de 24,2kV.

6. CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

6.1. Geral

Os transformadores devem ser projetados para operarem num sistema de distribuição de neutro comum multiaterrado.

6.2. Materiais Isolantes

Os materiais isolantes dos transformadores devem ser de classe A (105° C).

O óleo mineral isolante a ser utilizado nos transformadores deve ser do tipo B (base parafínica) ou tipo A (base naftênica), de acordo com a **NBR 5356**.

6.3. Chapa do Tanque e Radiadores

A chapa do tanque deve estar de acordo com as **NBR's 6649, 6650 e 11888**.

6.3.1. - A espessura mínima das chapas de aço do tanque deve estar de acordo com a **Tabela 6**.

6.3.2. - A espessura mínima das chapas dos radiadores deve ser de 1,2 mm, conforme as **NBR's 5906 e 5915**, e a espessura mínima dos tubos de 1,5mm, desde que sua fabricação resista aos ensaios previstos na **NBR 5380**.

6.3.3. - Todas as soldas executadas na confecção do tanque devem ser feitas de modo contínuo e sempre do lado externo.

6.4. Localização e Dimensionamento dos Componentes

6.4.1. - Buchas e terminais: devem estar de acordo com as normas **NBR's 5034, 5435 e 5437**.

a). As buchas de alta tensão e de baixa tensão devem ser localizadas conforme **desenhos 1, 2 e 3**.

A tampa deve ser provida de ressaltes para a montagem das buchas de AT.

b). Os terminais de baixa tensão devem ser de acordo com os **desenhos 5 e 6**.

c). Os transformadores monofásicos quando para ligação primária fase-neutro devem ter a derivação H2t ligado internamente no tanque.

6.4.2. - Orelhas de Suspensão

Em número de duas, conforme desenhos 1, 2 e 3. Devem ser soldadas na parede externa do tanque, de maneira que o cabo de aço utilizado na suspensão não atinja as bordas da tampa e tenha resistência, dimensões e formato suficientes e adequados para permitir o içamento e a locomoção do transformador sem lhe causar outros danos, inclusive na pintura e nas buchas. As orelhas devem ser isentas de rebarbas.

6.4.3. - Suportes para Fixação no Poste

- a). Os suportes devem ser soldados no tanque, conforme desenhos 1, 2 e 3. Devem ter formato e dimensões conforme desenho 4, espessura tal que suportem perfeitamente o peso do transformador e permitam a instalação adequada deste ao poste.
- b). O tipo 1 deve ser utilizado para transformadores monofásicos até 25kVA.
- c). O tipo 2 deve ser utilizado para transformadores trifásicos até 300 kVA.
- d). O tipo 3 deve ser utilizado para transformadores monofásicos até 25 kVA, com alternativa ao tipo 1
- e). As abas laterais dos suportes e eventuais reforços, não devem ser coincidentes com o eixo vertical das buchas X1 e X3, nos transformadores monofásicos e X0 e X3, nos transformadores trifásicos, quando as buchas de baixa tensão possuírem os terminais de ligação tipo T1 ou T3. Isto visa não prejudicar a instalação de conectores apropriados.

6.4.4. - Abertura para Inspeção

A abertura para inspeção deve ser localizada na tampa do transformador, sobre o acionamento do comutador, permitindo a troca de derivações, que deve ter ressaltes para impossibilitar o acúmulo de água no lado externo das guarnições. O formato da tampa de inspeção fica a critério do fabricante.

6.5. Juntas de Vedação

- a). Os materiais de vedação do transformador devem ser à prova do óleo mineral isolante, resistente à ação da umidade e dos raios solares.
- b). As juntas de seção circular devem ser alojadas em leito apropriado para evitar deslizamento das mesmas. Suas características devem estar de acordo com a **tabela 3**.

6.6. Indicação do Nível de óleo Mineral Isolante

Os transformadores devem ter uma linha indelével indicativa do nível adequado do óleo mineral isolante a 25°C, pintada em cor contrastante com a pintura interna do tanque, localizada na parte interna do tanque, do mesmo lado do

suporte para fixação no poste, de maneira que seja bem visível através da abertura para inspeção.

6.7. Dispositivo de Aterramento

6.7.1. - Deve ter um conector próprio para ligação de condutores de cobre ou alumínio de diâmetro 3,2 mm a 10,5 mm, conforme **desenho 5**, preso por meio de um parafuso de rosca M-12 x 1,75mm, no furo roscado do suporte para fixação ao poste. Os transformadores monofásicos fase e neutro devem ter também um aterramento adicional em X2, conforme **desenho 8**.

6.7.2. - Nos transformadores trifásicos deve ser localizado no suporte superior, na parte lateral mais próxima do X0 conforme **desenho 3**, e nos transformadores monofásicos na parte lateral mais próxima do X1 conforme **desenhos 1 e 2**.

6.8. Dispositivo para Fixação de pára-raios

Os transformadores monofásicos devem possuir suporte para fixação de pára-raios soldado no tanque, conforme **desenho 15** e os trifásicos soldado na tampa conforme **desenho 16**, equipados com parafusos, porcas e arruelas.

6.9. Sistema de Fixação da Tampa

A tampa deve ser fixada ao tanque por meio de dispositivo(s) adequado(s), projetado(s) de tal forma que não seja(m) passível(is) de perdas.

6.10. Numeração dos Terminais e Derivações de Alta Tensão e Baixa Tensão.

6.10.1. - Os terminais externos devem ser marcados indelevelmente com tinta preta padrão MUNSELL NI, com a altura dos caracteres não inferior a 30mm, conforme **desenhos 1, 2 e 3**.

6.10.2. - A numeração das derivações em cada enrolamento, para os transformadores previstos em 5.4.1 é feito em progressão aritmética de razão 2 (dois) para os monofásicos e razão 3 (três) para os trifásicos, conforme indicado nos desenhos 9, **10, 11 e 12**.

6.10.3. As derivações dos enrolamentos de alta tensão até o comutador de tensão rotativo, deverão ser de cordoalhas ou cabos flexíveis.

6.11. Núcleo

- a). Deve ser projetado e construído de modo a permitir o seu reaproveitamento em caso de manutenções, sem necessidade de emprego de máquinas ou ferramentas especiais.
- b). O núcleo deve ser construído de chapas de aço silício de grão orientado, com espessura inferior a 0,28mm, conforme a **NBR 9119**.
- c). As lâminas devem ser presas por uma estrutura apropriada que sirva como meio de centrar e firmar o conjunto núcleo-bobina ao tanque, de tal modo que esse conjunto não tenha movimento em quaisquer direções. Esta estrutura deve propiciar a retirada do conjunto do tanque.
- d). O núcleo deve ser aterrado através de um único ponto a massa do transformador, utilizando-se como meio de ligação uma fita de cobre.
- e). Os tirantes que atravessem as lâminas do núcleo devem ser isolados dessas lâminas e aterrados.
- f). Todas as porcas dos parafusos utilizados na construção do núcleo devem estar providas de travamento mecânico ou químico.

6.12. Enrolamento

Podem ser do tipo em panquecas ou contínuo construídos em cobre.

6.13. Fixação e Suspensão da Parte Ativa

6.13.1. - A fixação da parte ativa nas paredes internas do tanque deve ser feita através de dispositivos laterais, de maneira a facilitar sua retirada e recolocação no tanque. Deve ainda permitir a retirada da tampa do transformador sem que para tanto seja necessário remover a parte ativa.

6.13.2. - Os olhais para suspensão da parte ativa devem ser em número de dois ou mais e estar localizados na parte superior do núcleo, de modo a manter durante a suspensão, o conjunto na vertical.

6.14. Estrutura de apoio

A parte inferior do transformador deve ter uma estrutura que assegure uma distância mínima de 10mm entre a chapa do fundo e o plano de apoio do transformador.

6.15. Acabamento

6.15.1. - Pintura Interna

a). Preparação Interna: logo após a fabricação do tanque, as impurezas devem ser removidas através do processo adequado.

b). Tinta de Fundo: deve ser aplicada base antiferruginosa que não afete e nem seja afetada pelo líquido isolante, com espessura seca mínima de 30 μm .

6.15.2. - Pintura Externa

a). Preparação da Superfície: logo após a fabricação do tanque, as impurezas devem ser removidas através de processo químico ou jateamento abrasivo ao metal quase branco, padrão visual Sa 2 ½ da SIS 05-5900.

b). Tinta de Fundo: deve ser aplicada base antiferruginosa.

c). Tinta de Acabamento: deve ser compatível com a tinta de fundo, na cor cinza claro, padrão MUNSELL, N.6.5 perfazendo uma espessura seca total mínima de 120 μm .

6.16. Massa do Transformador para Instalação em Poste

A massa total do transformador para poste não pode ultrapassar 1.500kg.

6.17. Resistência ao momento de torção

Os conectores devem suportar, sem avarias na rosca ou ruptura de qualquer parte dos componentes, os momentos de torção indicados na tabela:

6.18. Pré disposição para válvula de alívio

Deve ser instalada na tampa do tanque, luva de ferro galvanizado de ½" com plug.

Tipo de rosca	Torque mínimo	
	N x m	Kgf x m
M12	28,20	2,88
M16	78,20	7,98

7. ACESSÓRIOS

7.1. Sistema de Comutação de Tensões

7.1.1. - O comutador de derivações deve ser do tipo de comando rotativo, com mudança simultânea nas fases, para operações sem tensão, com comando interno visível e acessível através da abertura para inspeção, e deve permitir acomodação e contato eficientes em todas as posições. O acionamento do comutador deve ser feito sem que o operador necessite entrar em contato com o óleo isolante, mesmo nas condições de temperatura máxima permitida.

7.1.2. - A rigidez dielétrica mínima do material do sistema de comutação deve ser 10 kV/mm, conforme método de ensaio previsto na **NBR 5405**.

7.1.3. - As posições do sistema de comutação devem ser marcadas em baixo relevo e pintadas com tinta indelével em cor contrastante com a do comutador.

7.2. Placa de Identificação

Deve ter formato A6 (105mm x 148mm), sendo que os dados da placa e suas disposições devem estar de acordo com o fixado nos **desenhos 10, 11 e 12**. A placa deve ser de alumínio anodizado, com espessura mínima de 1,0mm, fixada conforme **desenhos 1, 2 e 3**, de modo a permitir a leitura dos dados com o transformador instalado. A placa deve ser fixada, através de rebites de material resistente à corrosão, em um suporte com base que impeça a deformação da mesma, soldado ao tanque ou nos radiadores, exceto quando o radiador for em chapa, condição em que não é permitida sua fixação.

Deve também ser observado um afastamento de no mínimo 20mm entre o corpo do transformador e qualquer parte da placa.

8. FIXAÇÕES EXTERNAS (FERRAGENS)

As fixações externas em aço (porcas, arruelas, parafusos e grampos de fixação da tampa) devem ser zincadas conforme **NBR 6323**.

9. INSPEÇÃO

9.1. Geral

A inspeção dos transformadores compreende a execução dos ensaios de rotina e de tipo, estes quando exigidos na OCM.

9.2. Lote para Inspeção

Compreende todas as unidades de mesma potência fornecidas de uma só vez.

9.3. Ensaios de Rotina

9.3.1. - Inspeção Geral

Consta de:

- a). verificação das características dimensionais.
- b). inspeção visual, inclusive abertura dos transformadores com levantamento da parte ativa.

9.3.2. Pintura

Devem ser efetuados os seguintes ensaios:

- a). espessura, em pelo menos oito pontos diferentes da superfície externa do transformador.
- b). aderência, de acordo com a **NBR 11003**.

9.3.3. – Zincagem

Deve ser efetuado no mínimo em uma unidade de cada lote, de acordo com a **NBR 7397**.

9.3.4. - Óleo Isolante

Deve ser efetuado de acordo com a **NBR 6869**.

9.3.5. - Estanqueidade

Deve ser efetuado em todas as unidades do lote, de acordo com a **NBR 5380**.

A pressão aplicada deve ser de 70 kPa (0,7 kgf/cm³) durante uma hora.

9.3.6. Ensaio Elétricos

- a). Os ensaios elétricos de rotina são os previstos pela **NBR 5356** e devem ser realizados de acordo com a **NBR 5380**.
- b). Os ensaios de tensão aplicada e tensão induzida devem ser realizados em todas as unidades, na presença do inspetor do Sistema Energisa ou da empresa contratada para tal.
- c). Os ensaios de relação de tensões, perdas, corrente de excitação e tensão de curto-circuito devem ser efetuados em no mínimo 10% do lote e seus resultados confrontados com aqueles previamente apresentados pelo fabricante.

9.4. Ensaio de Tipo

Quando solicitado na OCM, devem ser efetuados os ensaios de elevação de temperatura e/ou tensão suportável de impulso atmosférico.

Estes ensaios devem ser executados conforme **NBR 5380**.

9.5. Tolerância nos Resultados dos Ensaio com Valor Garantido

Para os ensaios que têm valor garantido, as tolerâncias são as seguintes:

Ensaio	Tolerância (% do Valor Garantido)	Observações
Perdas no ferro	10	A média dos valores verificados no lote não pode ser superior ao valor garantido.
Perdas Totais	06	
Corrente de Excitação	20	
Tensão de Curto-Circuito a 75°C	± 7,5	A diferença entre o valor máximo e o valor mínimo verificados no lote não pode ser superior a 7,5% do valor garantido
Relação de Tensões	± 0,5	

9.6. Relatório dos Ensaio

9.6.1. - O relatório de ensaios deve ser constituído no mínimo de:

- a). laudo individual dos transformadores ensaiados.
- b). resumo dos ensaios.
- c). resultados do ensaio do óleo mineral isolante.

9.6.2. O resumo dos ensaios deve conter no mínimo o seguinte.

- a). o número da OCM e quantidade dos transformadores do lote.
- b). identificação (dados de placa) e valores garantidos pelo fabricante.
- c). resultado dos ensaios que têm valores garantidos e os respectivos valores máximos, médios e mínimos verificados no lote.
- d). data e assinatura do fabricante e do inspetor do Sistema Energisa ou da empresa contratada para a inspeção.

9.6.3. - O lote só será liberado pelo inspetor do Sistema Energisa ou da empresa contratada, devidamente embalado e marcado, após o recebimento de duas vias do resumo dos ensaios.

9.7. Aceitação e Rejeições

9.7.1. Na inspeção geral serão rejeitados os transformadores que apresentarem divergências em relação a essa especificação ou evidência de materiais inadequados ou defeituosos.

9.7.2. - Nos ensaios de pintura, serão rejeitados os transformadores que obtenham classificação diferente de Gr0 ou Gr1 no ensaio de aderência e/ou espessura média da pintura inferior a 0,070mm. Serão rejeitados, também, transformadores que apresentarem pintura com empolamento, escorrimento, etc. e cor diferente da especificada.

NOTA:

Aprovado o lote, as unidades rejeitadas devem ser pintadas e submetidas novamente aos ensaios de pintura. O fabricante deve restaurar a pintura de todas as unidades ensaiadas.

9.7.3. - Ocorrendo falha de qualquer ferragem no ensaio de zincagem, devem ser retiradas novas amostras do mesmo lote. Ocorrendo nova falha, todo o lote será recusado.

9.7.4. - O critério para aceitação e rejeição do óleo isolante é o estabelecido na **NBR 6869** para óleo após contato com o equipamento.

9.7.5. - Serão rejeitadas as unidades que não suportarem o ensaio de estanqueidade.

9.7.6. - Serão rejeitados os transformadores que não suportarem os ensaios de tensão aplicada ou induzida.

9.7.7. - Todo o lote será recusado, se os resultados dos ensaios com valor garantido não obedecerem às tolerâncias estabelecidas na **tabela** do **item 9.5**. Os valores garantidos são os declarados pelo fabricante na sua proposta e constantes da OCM.

9.7.8. - Serão rejeitadas as unidades que apresentarem valores medidos de perdas e corrente de excitação superiores aos valores máximos especificados pela **NBR 5440**.

9.7.9. - Se os resultados do ensaio de elevação de temperatura forem superiores aos estabelecidos no **item 5.3.**, o ensaio deve ser repetido nessa mesma unidade.

Persistindo valores superiores aos permitidos, todo o lote será recusado.

9.7.10. - Caso o transformador submetido ao ensaio de tensão suportável de impulso atmosférico apresente evidência de falha ou descarga disruptiva, duas outras unidades deverão ser submetidas a novos ensaios, sem ônus para o Sistema Energisa.

Ocorrendo nova falha em qualquer uma das unidades, todo o lote será recusado.

10. APRESENTAÇÃO DAS PROPOSTAS E APROVAÇÃO DE DESENHOS

10.1. A proposta só será considerada quando o fabricante tiver atendido à essa Especificação e às Condições Gerais de Compra (OCM).

10.2. O fabricante deve, sob pena de desqualificação, indicar na proposta:

a). Os valores garantidos (perdas no ferro, perdas totais a 75°C – perdas capitalizadas conforme expressões apresentadas, corrente de excitação e tensão de curto-circuito a 75°C).

b). Os números dos desenhos já aprovados referentes aos transformadores ofertados, conforme **item 4.2.** dessa Especificação.

Caso haja modificação entre os desenhos anteriormente aprovados e os equipamentos ora ofertados, o fabricante deverá enviar três cópias opacas dos respectivos desenhos, uma das quais lhe será devolvida com aprovação para fabricação ou com indicação das modificações necessárias.

11. NOTAS COMPLEMENTARES

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

12. ANEXO I - TABELAS

- TABELA 01** - Níveis de Isolamento
- TABELA 02** – Derivações e Relações de Tensão
- TABELA 03** – Características dos materiais de vedação
- TABELA 04** – Valores Garantidos Corrente de Excitação e Tensões de Curto-Circuito em Transformadores
- TABELA 05** – Valores Garantidos Corrente de Excitação e Tensões de Curto-Circuito em Transformadores
- TABELA 06** – Espessura mínima da chapa de aço
- TABELA 07** – Corrente nominal das buchas de baixa tensão para transformadores monofásicos
- TABELA 08** – Corrente nominal das buchas de baixa tensão para transformadores trifásicos

TABELA 01 - NÍVEIS DE ISOLAMENTO

Tensão Máxima do Equipamento kV (eficaz)	Tensão suport. Nominal à freq. Industrial 1 minuto kV (eficaz)	Tensão suport. Nominal impulso atmosférico kV (crista)	Espaçamento mínimo no ar (mm)	
			de fase p/ terra	de fase p/ fase
1,2	10	-	25	25
15,0	34	95	130	140
24,2	50	125	200	230

TABELA 02 - DERIVAÇÕES E RELAÇÕES DE TENSÕES

Tensão Máxima do Equipamento kV (eficaz)	Derivação n.º	Tensão					
		Primários - Trifásicos					
		MINAS GERAIS		NOVA FRIBURGO	SERGIPE	PARAÍBA	BORBOREMA
		11,4kV	22kV	11,4kV	13,8kV	13,8kV	13,8kV
15,0/ 24,2	1*	12000	23100	12000	13800	14400	14400
	2**	11400	22000	11400	13200	13800	13800
	3	10800	20900	10800	12600	13200	13200
	4	10200	19800	10200	-	12600	12600
			Secundários – Trifásicos				
		220/127		380/220	220/127 e 380/220	380/220	380/220

Tensão Máxima do Equipamento kV (eficaz)	Derivação n.º	Tensão					
		Primários - Monofásicos					
		MINAS GERAIS		NOVA FRIBURGO	SERGIPE	PARAÍBA	BORBOREMA
		6,582kV	12,7kV	6,582kV	7,967kV	7,967kV	7,967kV
15,0/ 24,2	1*	6928	13337	6928	7967	8314	8314
	2**	6582	12702	6582	7621	7967	7967
	3	6235	12067	6235	7275	7621	7621
	4	5889	11432	5889	-	7275	7275
			Secundários – Trifásicos				
		230/ 115 3 terminais		230 2 terminais	230/ 115 3 terminais	230 2 terminais	230 2 terminais

FF – Tensão entre fases
 FN – Tensão entre fase e neutro
 (*) – Derivação principal
 (**)- Tensão de expedição

TABELA 03 - CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS DE VEDAÇÃO

Característica	Método de ensaio	Valores Nominais
Densidade	ASTM D 297	1,15 c/cm ³ a 1,30 g/cm ³
Dureza Shore	ASTM D 2240	67 ± 5 pontos
Cinza	ASTM D 297	1 a 3 %
Enxofre Livre	ASTM D 1619	Negativo
Resistência à tração	ASTM D 412	100 ± 10 kg/cm ²
Deformação Permanente	NBR 10025	70h a 100°C, máx. 15% à compressão
Envelhecimento	ASTM D 471	166h em óleo isolante a 100°C e 125°C, com: - variação de volume = 5 % a + 10% - variação de dureza = ± 5 pontos

TABELA 04 - VALORES GARANTIDOS CORRENTES DE EXCITAÇÃO E TENSÕES DE CURTO-CIRCUITO EM TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS

Potência (KVA)	Corrente de Excitação Máxima (%)		Perda em vazio W		Perda Total W		Tensão de Curto Circuito 75°C (%)	
	24,2kV	15kV	24,2kV	15kV	24,2kV	15kV	24,2kV	15kV
15	5,7	4,8	110	100	500	440	4,0	3,5
30	4,8	4,1	180	170	825	740		
45	4,3	3,7	250	220	1120	1000		
75	3,6	3,1	360	330	1635	1470		
112,5	3,2	2,8	490	440	2215	1990		
150	3,0	2,6	610	540	2755	2450		
225	2,7	2,3	820	765	3730	3465	5,0	4,5
300	2,5	2,2	1020	950	4620	4310		

TABELA 05 - VALORES GARANTIDOS CORRENTES DE EXCITAÇÃO E TENSÕES DE CURTO-CIRCUITO EM TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS

Potência (KVA)	Corrente de Excitação Máxima (%)		Perda em vazio W		Perda Total W		Tensão de Curto Circuito 75°C (%)	
	24,2kV	15kV	24,2kV	15kV	24,2kV	15kV	24,2kV	15kV
5	4,8	4,0	50	50	170	160	2,5	
10	4,0	3,3	70	60	285	260		
15	3,6	3,0	90	85	395	355		
25	3,1	2,7	130	120	580	520		

TABELA 06 - ESPESSURA MÍNIMA DA CHAPA DE AÇO

Potência de Transformador (KVA)	Espessura Mínima (mm)		
	Tampa	Corpo	Fundo
$P \leq 10$	1,90	1,90	1,90
$10 < P \leq 150$	2,65	2,65	3,00
$150 < P \leq 300$	3,0	3,00	4,75

Nota: As espessuras estão sujeitas às tolerâncias da **NBR 6650**

TABELA 07 - CORRENTE NOMINAL DAS BUCHAS DE BAIXA TENSÃO PARA TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS

Potência de Transformador (KVA)	Maior Tensão Secundária (V)	
	127	220 ou 230
5 a 15	160	160
25	400	160

Nota: A tensão nominal das buchas de baixa tensão será conforme estabelecido na **NBR 5437**

TABELA 08 - CORRENTE NOMINAL DAS BUCHAS DE BAIXA TENSÃO PARA TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS

Potência de Transformador (KVA)	Maior Tensão Secundária (V)	
	220	380
15 a 45	160	160
75	400	160
112,5	400	400
150	800	400
225	800	800
300	800	800

Nota: A tensão nominal das buchas de baixa tensão será conforme estabelecido na **NBR 5437**

13. ANEXO II – ENSAIOS PARA VERIFICAÇÃO DA PINTURA DO TANQUE

C1) Névoa Salina (ASTM-B-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 h de exposição contínua ao teste de névoa salina (solução a 5% da NaCl em água). Não deve haver empolamento e a penetração máxima sob os cortes traçados será de 4mm; os painéis devem ser mantidos em posição vertical com a face rompida voltada para o atomizador.

C2) Umidade (Ensaio Clássico, Variação da ASTM D 1735-62)

Os painéis são colocados verticalmente numa câmara com umidade relativa a 100% e temperatura ambiente de $(40 \pm 1)^\circ\text{C}$. Após 240h de exposição não podem ocorrer empolamentos ou defeitos similares.

C3) Impermeabilidade (ASTM D 970-54)

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

C4) Aderência (ASTM 3359-Método A)

Com uma lâmina cortante, romper o filme até a base, fazendo cortes paralelos à distância de 2mm, cruzando-se com outros tantos ângulos de 90° de tal forma que só obtenha quadrados com lados de 2mm.

Aplicar ao quadriculado uma fita adesiva e dar arranque de 45° , que não deve romper os quadrados.

C5) Brilho (ASTM 523-62-T)

O acabamento deve ter um brilho de 73 a 77 medida de Gardner Glossmeter a 60° de ângulo.

C6) Resistência a óleo isolante (NBR 6529)

Preparar painéis somente com o esquema da pintura interna; deve resistir a 48 horas imerso em óleo a $(110 \pm 2)^{\circ} \text{C}$, em alterações.

C7) Resistência atmosférica úmida saturada na presença de SO_2

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 3mm a partir do corte em “x” e nas extremidades.

Uma ronda – 8 horas a $(40 \pm 2)^{\circ} \text{C}$ na presença de SO_2 , após o que desliga-se o aquecimento e abre-se a tampa do aparelho e deixa-se as peças no ar, dentro do aparelho 16 horas à temperatura ambiente.

C8) Brisa Marítima (ASTM 1014-51)

Com uma lâmina cortante, deve-se 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 30m do limite da maré alta.

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

14. ANEXO III – APROVAÇÃO DE PROTÓTIPO

Dados Técnicos de Transformadores de Distribuição

1. Nome do Fabricante

2. Características

2.1. Tipo (do fabricante): _____

2.2. Potência nominal (KVA): _____

2.3. Tensões nominais (kV):

a) enrolamento de alta tensão: _____

b) enrolamento de baixa tensão: _____

2.4. Nível de isolamento (kV)

Alta Tensão

Baixa Tensão

a) Tensão suportável Nominal de impulso Atmosférico – onda Plena (valor de crista):

b) Tensão suportável Nominal de impulso Atmosférico – onda Plena reduzida (valor de crista):

c) Tensão suportável Nominal de impulso atmosférico – onda cortada (valor de crista):

d) Tensão suportável Nominal à frequência Industrial durante 1 Minuto (valor eficaz):

2.5. Tensão de curto-circuito a 75°C (%) na base de kVA, na relação ____ / ____ kV:

2.6. Corrente de excitação, na derivação principal (%):

2.7. Perdas em vazio, na derivação principal (W):

2.8. Perdas totais, na derivação principal a 75°C (W):

2.9. Regulação (em %)

a) Fator de potência da carga igual a 0,8 a 75°C. _____

b) Fator de potência da carga igual a 1,0 a 75°C. _____

2.10. Rendimento (em %)

Fator de Potência da Carga	0,8				1,0			
Da potência nominal	25	50	75	100	25	50	75	100
Rendimento (%)								

2.11. Elevação e temperatura (°C)

a) dos enrolamentos (método da variação da resistência): _____

b) do ponto mais quente dos enrolamentos: _____

c) do óleo isolante (medido próximo à superfície do líquido) _____

2.12. Massas (kg)

a) massa da parte ativa: _____

b) massa do tanque e tampa: _____

c) massa do óleo _____

d) massa total: _____

2.13. Espessura das chapas (mm)

Tampa: _____

Corpo: _____

Fundo: _____

Tubos, radiadores ou aletas: _____

2.14. Material dos enrolamentos

a) enrolamento de alta tensão: _____

b) enrolamento de baixa tensão: _____

2.15. Material das juntas de vedação:

Norma aplicável: _____

2.16. Método de preparo da chapa, tratamento anti-corrosivo e pintura interna e externa a serem utilizados.

2.17. Óleo mineral isolante (designação, tipo e características).

2.18. Desenhos que devem acompanhar o protótipo:

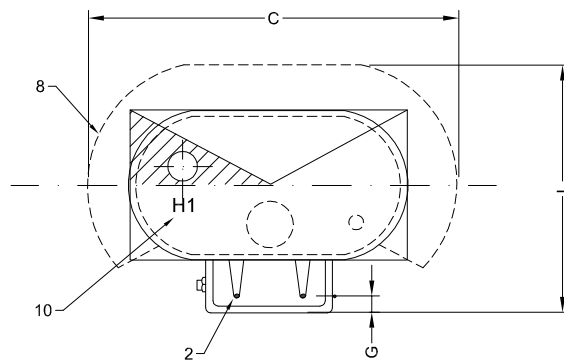
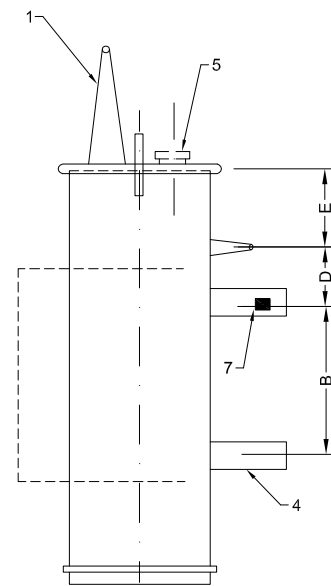
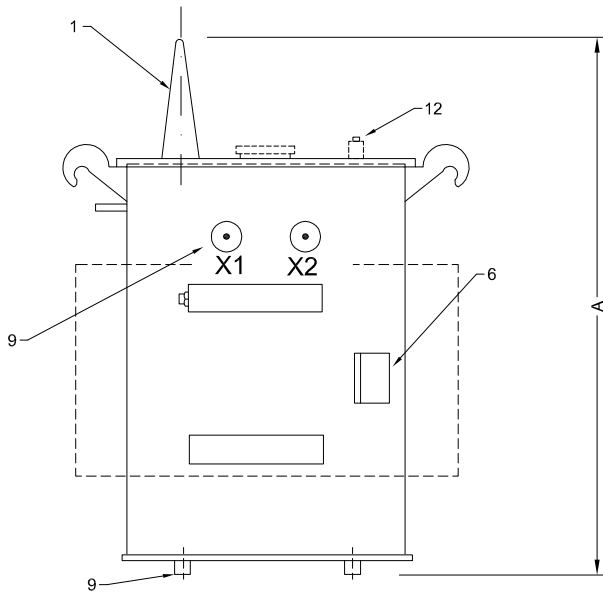
- a) vistas principais do transformador, mostrando a localização dos componentes e acessórios, dimensões e distâncias.
- b) placa de identificação, com dizeres, dimensões e material utilizado.
- c) o comutador de derivações interno, com dimensões, detalhes de fixação e material utilizado.
- d) desenho esquematizado em planta e corte do conjunto núcleo-enrolamentos, indicando material utilizado e detalhes de montagem.
- e) buchas de alta tensão e baixa tensão.
- f) terminal de neutro dos transformadores monofásicos (quando for o caso).

2.19. Relatório completo de tipo, definidos pela NBR 5356, e o ensaio para determinação da rigidez dielétrica do material do painel de comutação (quando for o caso), onde devem constar as seguintes informações:

- a) Terminal de neutro dos transformadores monofásicos (quando for o caso).
- b) Diagrama de ligação.
- c) Instrumentos.
- d) Constantes utilizadas nos ensaios.
- e) Resultados obtidos.

2.20. Desvios e execuções à especificação.

15. ANEXO IV – DESENHOS



LEGENDA

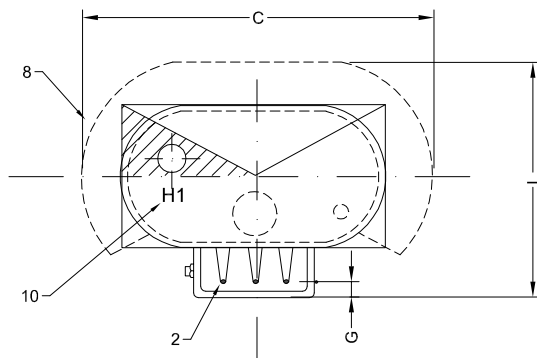
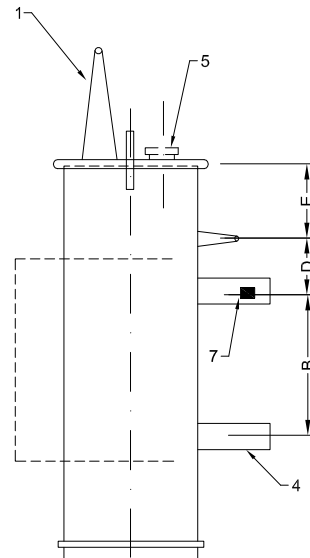
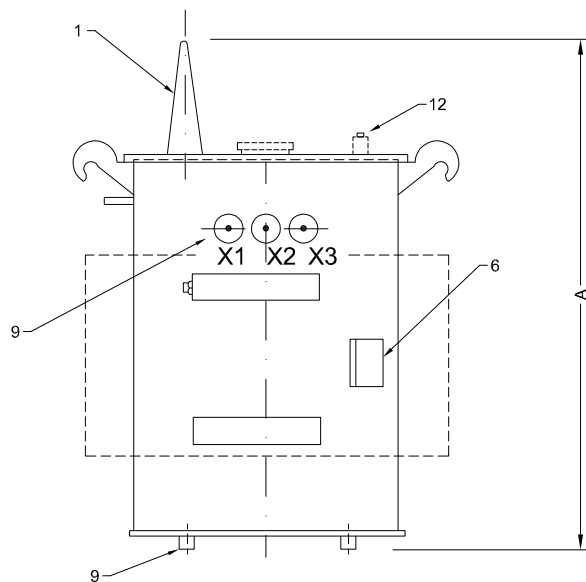
1. BUCHA DE ALTA TENSÃO
2. BUCHAS DE BAIXA TENSÃO
3. ORELHA DE SUSPENSÃO
4. SUPORTE PARA FIXAÇÃO AO POSTE
5. ABERTURA PARA INSPEÇÃO (VER ITEM 6.4.4)
6. PLACA DE IDENTIFICAÇÃO
7. DISPOSITIVO DE ATERRAMENTO
8. RADIADORES
9. ESTRUTURA DE APOIO
10. MARCAÇÃO DOS TERMINAIS EXTERNOS AT
11. MARCAÇÃO DOS TERMINAIS EXTERNOS BT
12. LUVA 1/2" COM PLUG

TENSÃO MÁXIMA DO EQUIPAMENTO		15kV		24,2 kV	
		P ≤ 37,5	P > 37,5	P ≤ 37,5	P > 37,5
COTAS MÁXIMAS	A	1.200	1.400	1.300	1.700
	C	800	900	800	900
	L	900	1.000	900	1.000
COTAS MÍNIMAS	G	50	50	50	50
	TOLERÂNCIA ± 2%	E	100	100	100
D		120	150	120	150
B		200	400	200	400

NOTAS

1. DIMENSÕES EM MILÍMETROS;
2. FIGURA ORIENTATIVA;
3. P = POTÊNCIA EM KVA
4. OS TRANSFORMADORES CLASSE 15kV, FORNECIDOS À ENERGEIPE, DEVEM POSSUIR BUCHAS PRIMÁRIAS CLASSE 25KV.





LEGENDA

1. BUCHA DE ALTA TENSÃO
2. BUCHAS DE BAIXA TENSÃO
3. ORELHA DE SUSPENSÃO
4. SUPORTE PARA FIXAÇÃO AO POSTE
5. ABERTURA PARA INSPEÇÃO (VER ITEM 6.4.4)
6. PLACA DE IDENTIFICAÇÃO
7. DISPOSITIVO DE ATERRAMENTO
8. RADIADORES
9. ESTRUTURA DE APOIO
10. MARCAÇÃO DOS TERMINAIS EXTERNOS AT
11. MARCAÇÃO DOS TERMINAIS EXTERNOS BT
12. LUVA 1/2" COM PLUG

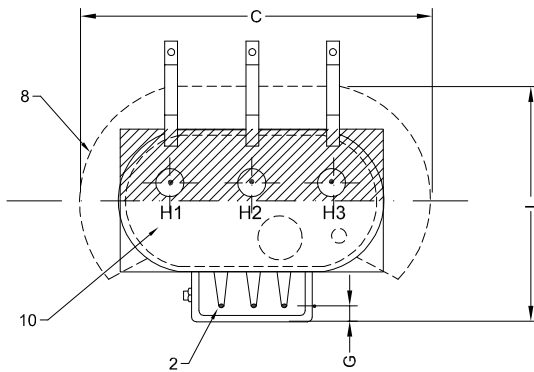
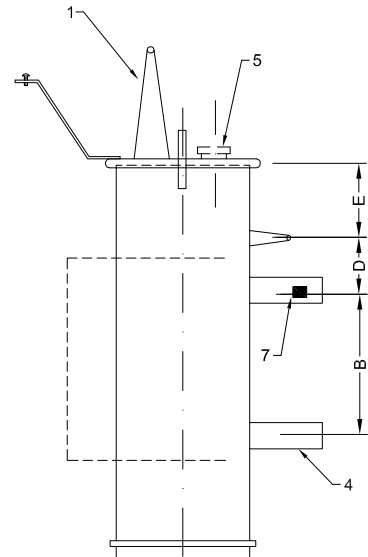
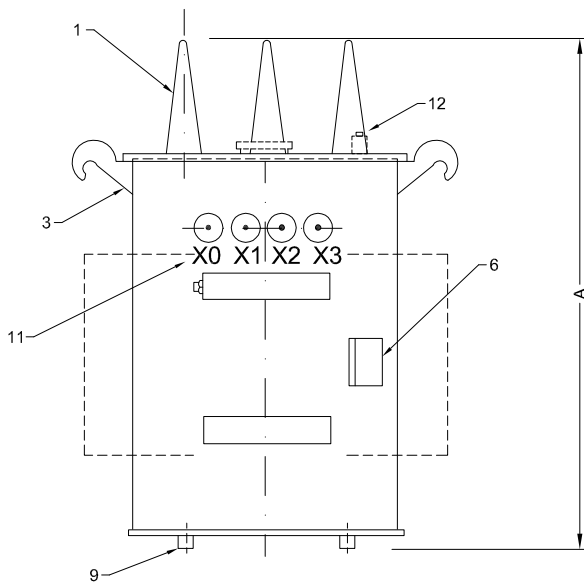
TENSÃO MÁXIMA DO EQUIPAMENTO		15kV		24,2 kV	
		P ≤ 37,5	P > 37,5	P ≤ 37,5	P > 37,5
COTAS MÁXIMAS	A	1.200	1.400	1.300	1.700
	C	800	900	800	900
	L	900	1.000	900	1.000
COTAS MÍNIMAS	G	50	50	50	50
TOLERÂNCIA ± 2%	E	100	100	100	100
	D	120	150	120	150
	B	200	400	200	400

NOTAS:

NOTAS

1. DIMENSÕES EM MILÍMETROS;
2. FIGURA ORIENTATIVA;
3. P = POTÊNCIA EM KVA
4. OS TRANSFORMADORES CLASSE 15KV, FORNECIDOS À ENERGEIPE, DEVEM POSSUIR BUCHAS PRIMÁRIAS CLASSE 25KV.





LEGENDA

1. BUCHA DE ALTA TENSÃO
2. BUCHAS DE BAIXA TENSÃO
3. ORELHA DE SUSPENSÃO
4. SUPORTE PARA FIXAÇÃO AO POSTE
5. ABERTURA PARA INSPEÇÃO (VER ITEM 6.4.4)
6. PLACA DE IDENTIFICAÇÃO
7. DISPOSITIVO DE ATERRAMENTO
8. RADIADORES
9. ESTRUTURA DE APOIO
10. MARCAÇÃO DOS TERMINAIS EXTERNOS AT
11. MARCAÇÃO DOS TERMINAIS EXTERNOS BT
12. LUVA 1/2" COM PLUG

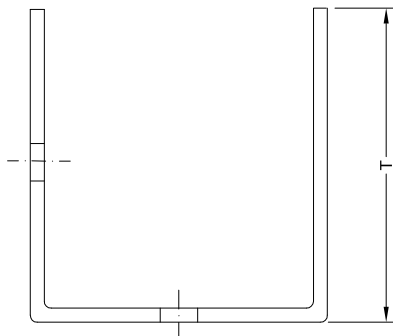
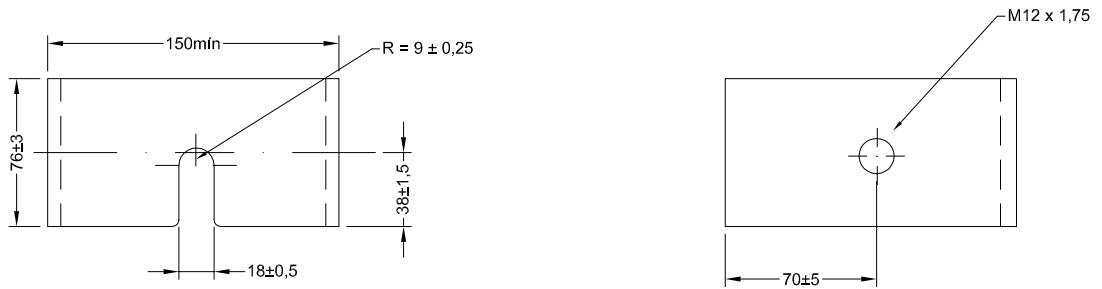
TENSÃO MÁXIMA DO EQUIPAMENTO		15 kV			24,2 kV		
		P ≤ 45	45 < P ≤ 150	P > 150	P ≤ 45	45 < P ≤ 150	P > 150
COTAS MÁXIMAS	A	1.300	1.300	1.800	1.600	1.600	2.000
	C	1.300	1.300	1.600	1.400	1.400	1.600
	L	750	900	1.000	900	900	1.000
COTAS MÍNIMAS	G	50	50	50	50	50	50
TOLERÂNCIA ± 2%	E	100	100	100	100	100	100
	D	120	150	150	120	150	150
	B	200	400	400	200	400	400

NOTAS

1. DIMENSÕES EM MILÍMETROS;
2. FIGURA ORIENTATIVA;
3. P = POTÊNCIA EM KVA
4. OS TRANSFORMADORES CLASSE 15kV, FORNECIDOS À ENERGIPE, DEVEM POSSUIR BUCHAS PRIMÁRIAS CLASSE 25kV.

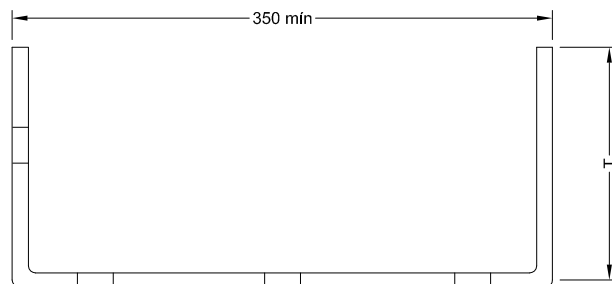
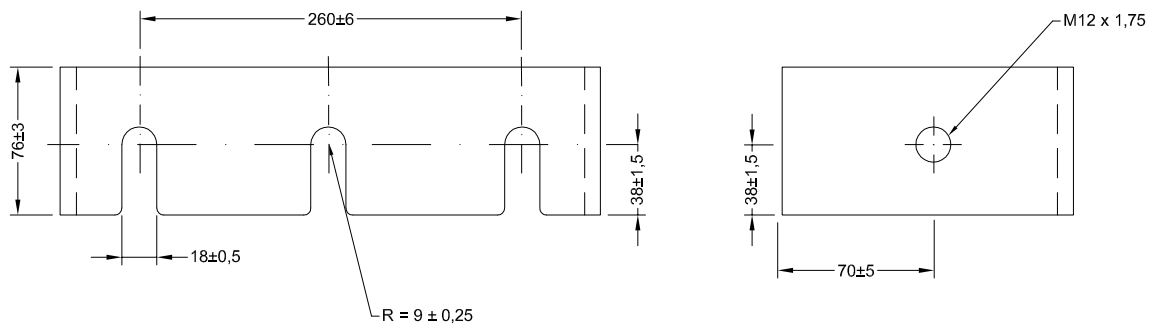


TIPO 1 - (MONOFÁSICO ATÉ 25 KVA)



T = DE ACORDO COM O DESENHO 01

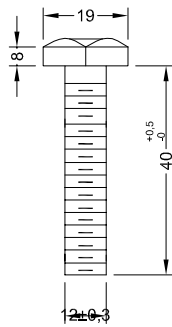
TIPO 2 - (TRIFÁSICO ATÉ 225 KVA)



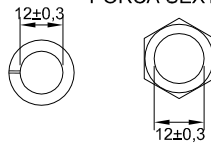
T = DE ACORDO COM O DESENHO 03



ARRUELA DE PRESSÃO



PORCA SEXTAVADA



NOTAS:

MATERIAL: LATÃO FORJADO

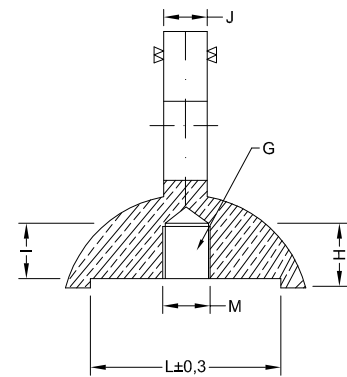
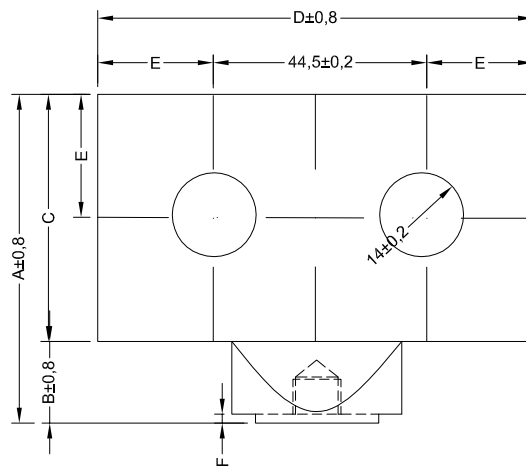
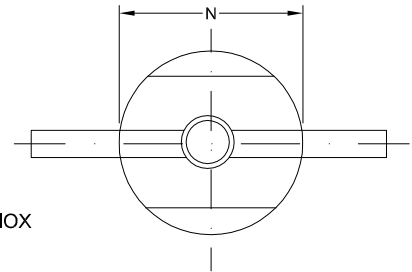
CONDUTIVIDADE: MÍNIMO 25% IACC A 25°C

PROTEÇÃO SUPERFICIAL: ESTANHADO COM CAMADA MÍNIMA DE 8µm OU AÇO INOX

ROSCA COMPLETA NO PINO TIPO M12

MEDIDAS EM mm

QUANTIDADE: 02 un



DENOMINAÇÃO TERMINAL	POTÊNCIA (kVA)		DIMENSÕES												
	1 Ø	3 Ø	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L	M	N
1,3 / 160	5/10/15/25	15/30/45	50	20	30	50	74,5	5	20	10	12	6	25	M10	35
1,3 / 400	-	75/112,5	81	31	50	81	94,5	6	24	15	18	8	37	M16	48

NOTAS:

MATERIAL: LATÃO FORJADO

CONDUTIVIDADE: MÍNIMO 25% IACC A 20°C

PROTEÇÃO SUPERFICIAL: ESTANHADO COM CAMADA MÍNIMA DE 8 µm

ROSCA MÉTRICA, CONFORME NBR 6161

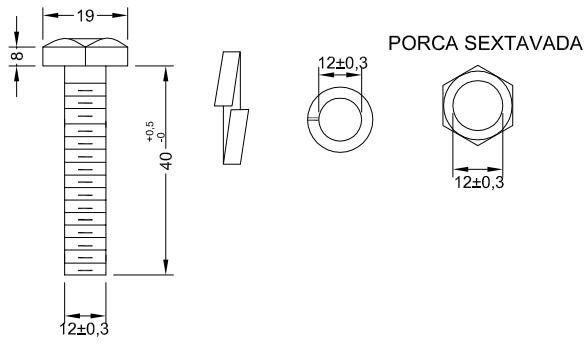
TOLERÂNCIA: EM MEDIDAS SEM INDICAÇÃO DE TOLERÂNCIA, ADMITIR ± 1%

CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS		
TENSÃO NOMINAL	1,3 kV	1,3 kV
CORRENTE NOMINAL	160 A	400 A
TENSÃO APLICADA 60 Hz, 1 MINUTO A SECO E SOB CHUVA	10 kVef	10 kVef
TENSÃO SUPORTÁVEL DE IMPULSO ATMOSFÉRICO	30 kVcr	30 kVcr
DISTÂNCIA DE ARCO EXTERNO	47 mm	60 mm
DISTÂNCIA DE ESCOAMENTO	50 mm	65 mm

NOTA: NBR 5437



ARRUELA DE PRESSÃO



NOTAS:

MATERIAL: LATÃO FORJADO

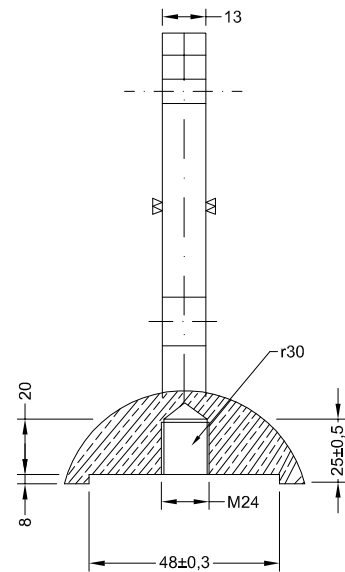
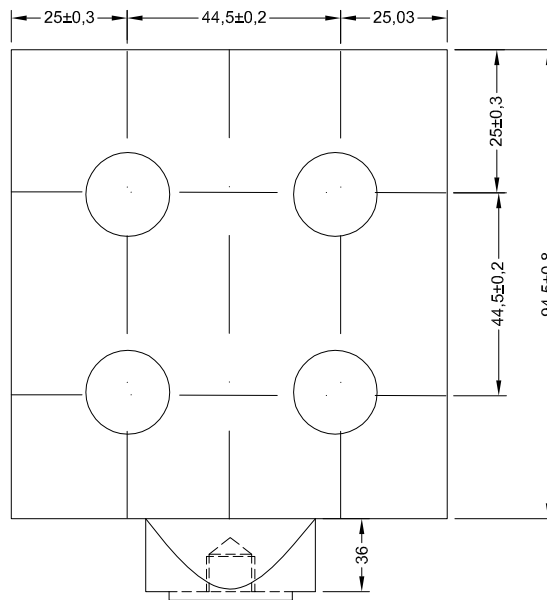
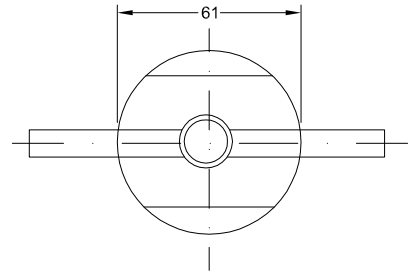
CONDUTIVIDADE: MÍNIMO 25% IACC A 25°C

PROTEÇÃO SUPERFICIAL: ESTANHADO COM CAMADA MÍNIMA DE 8 µm OU AÇO INOX

ROSCA COMPLETA NO PINO TIPO M12

MEDIDAS EM mm

QUANTIDADE: 04 un



NOTAS:

MATERIAL: LATÃO FORJADO

CONDUTIVIDADE: MÍNIMO 25% IACC A 25°C

PROTEÇÃO SUPERFICIAL: ESTANHADO COM CAMADA MÍNIMA DE 8 µm

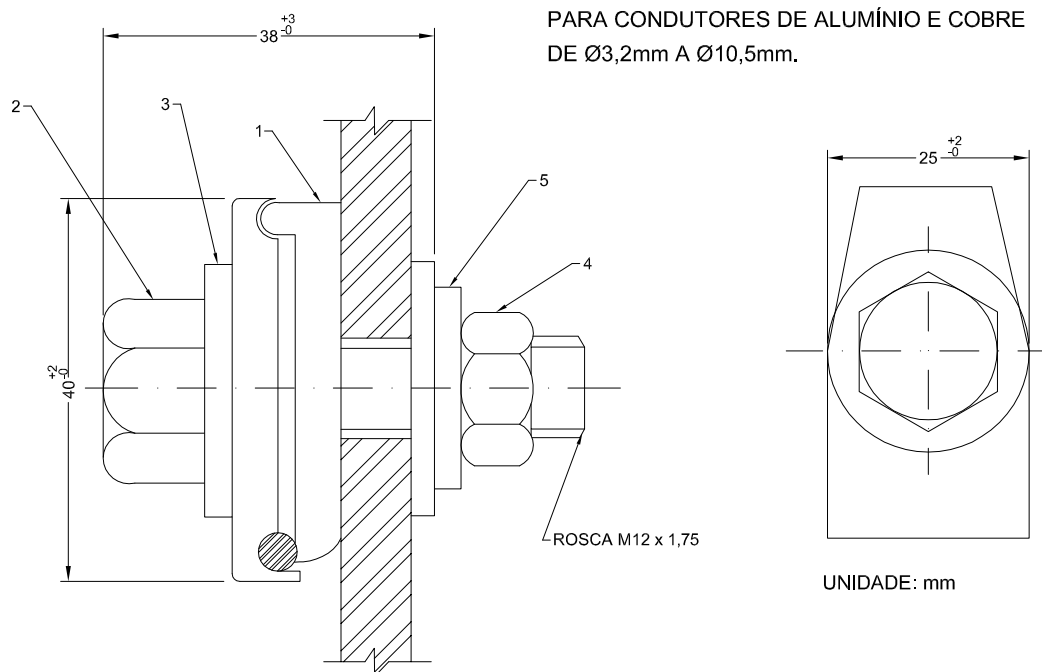
ROSCA MÉTRICA, CONFORME NBR 6161

TOLERÂNCIA: EM MEDIDAS SEM INDICAÇÃO DE TOLERÂNCIA, ADMITIR ± 1%

CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS	
TENSÃO NOMINAL	1,3 kV
CORRENTE NOMINAL	800 A
TENSÃO APLICADA 60 Hz, 1 MINUTO A SECO E SOB CHUVA	10 kVef
TENSÃO SUPORTÁVEL DE IMPULSO ATMOSFÉRICO	30 kVcr
DISTÂNCIA DE ARCO EXTERNO	81 mm
DISTÂNCIA DE ESCOAMENTO	87 mm

NOTA: NBR 5437





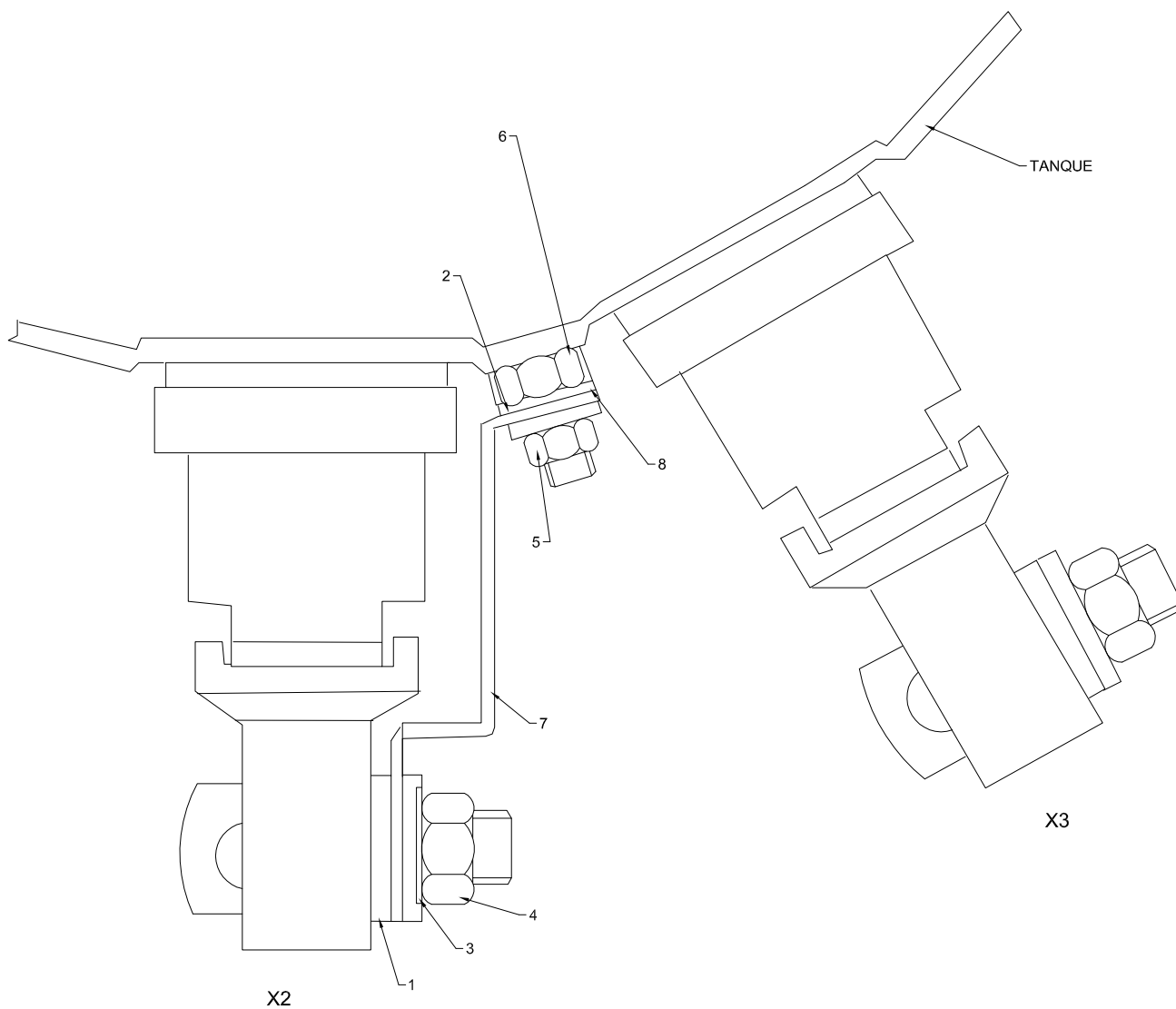
LAGENDA

1. CONECTOR: LIGA DE COBRE, COM TEOR DE COBRE SUPERIOR A 85%, TEOR DE ZINCO INFERIOR A 6%, CONDUTIVIDADE ELÉTRICA MÍNIMA 25% IACS A 20°C ESTANHADO COM ESPESSURA MÍNIMA DE ESTANHO NÃO INFERIOR A 8,0 μm ;
2. PARAFUSO DE CABEÇA SEXTAVADA: AÇO-CARBONO GALVANIZADO, AÇO INOXIDÁVEL OU LIGA DE COBRE;
3. ARRUELAS DE PRESSÃO: AÇO-CARBONO GALVANIZADO, AÇO INOXIDÁVEL OU BRONZE FOSFOROSO;
4. PORCA SEXTAVADA: AÇO-CARBONO GALVANIZADO, AÇO INOXIDÁVEL OU LIGA DE COBRE;
5. ARRUELA LISA: AÇO-CARBONO GALVANIZADO, AÇO INOXIDÁVEL OU LIGA DE COBRE.

NOTAS:

- A. O CONECTOR DEVE PERMITIR A COLOCAÇÃO OU RETIRADA DO CONDUTOR DE MAIOR SEÇÃO SEM NECESSIDADE DE DESMONTE.
- B. AS CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DEVEM ESTAR DE ACORDO COM A NBR 5370.





LAGENDA

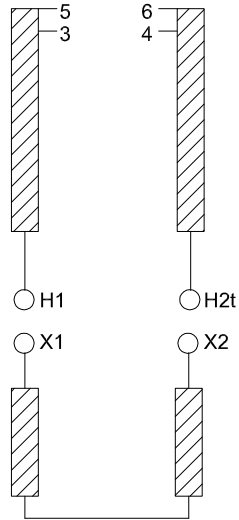
1. ARRUELA LISA A 12
2. ARRUELA LISA A 8,5
3. ARRUELA DE PRESSÃO B12
4. PORCA SEXTAVADA M12
5. PORCA SEXTAVADA M8
6. PARAFUSO DE LATÃO OU AÇO INOX M8 SOLDADO AO TANQUE
7. LÂMINA DE COBRE ESTANHADO: ESPESSURA = 0,5mm (MÍNIMO)
LARGURA = 25mm (MÍNIMO)
8. ARRUELA DE PRESSÃO M8



TRANSFORMADOR MONOFÁSICO

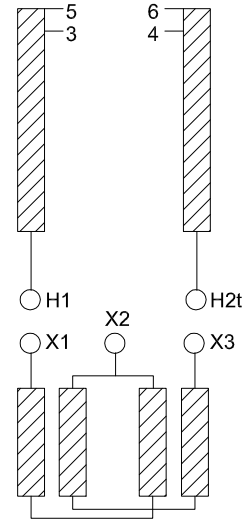
2 BUCHAS

POLARIDADE SUBSTRATIVA
FASE-NEUTRO
NÚCLEO ENVOLVIDO
15 e 24,2kV



3 BUCHAS

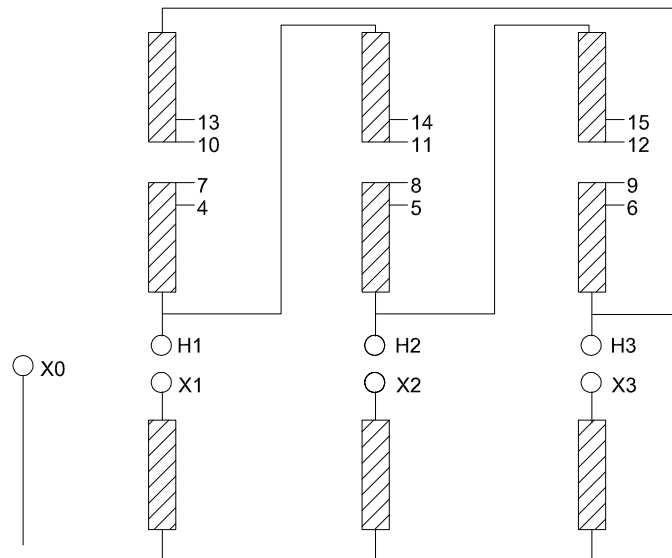
POLARIDADE SUBSTRATIVA
FASE-NEUTRO
NÚCLEO ENVOLVIDO
15 e 24,2kV

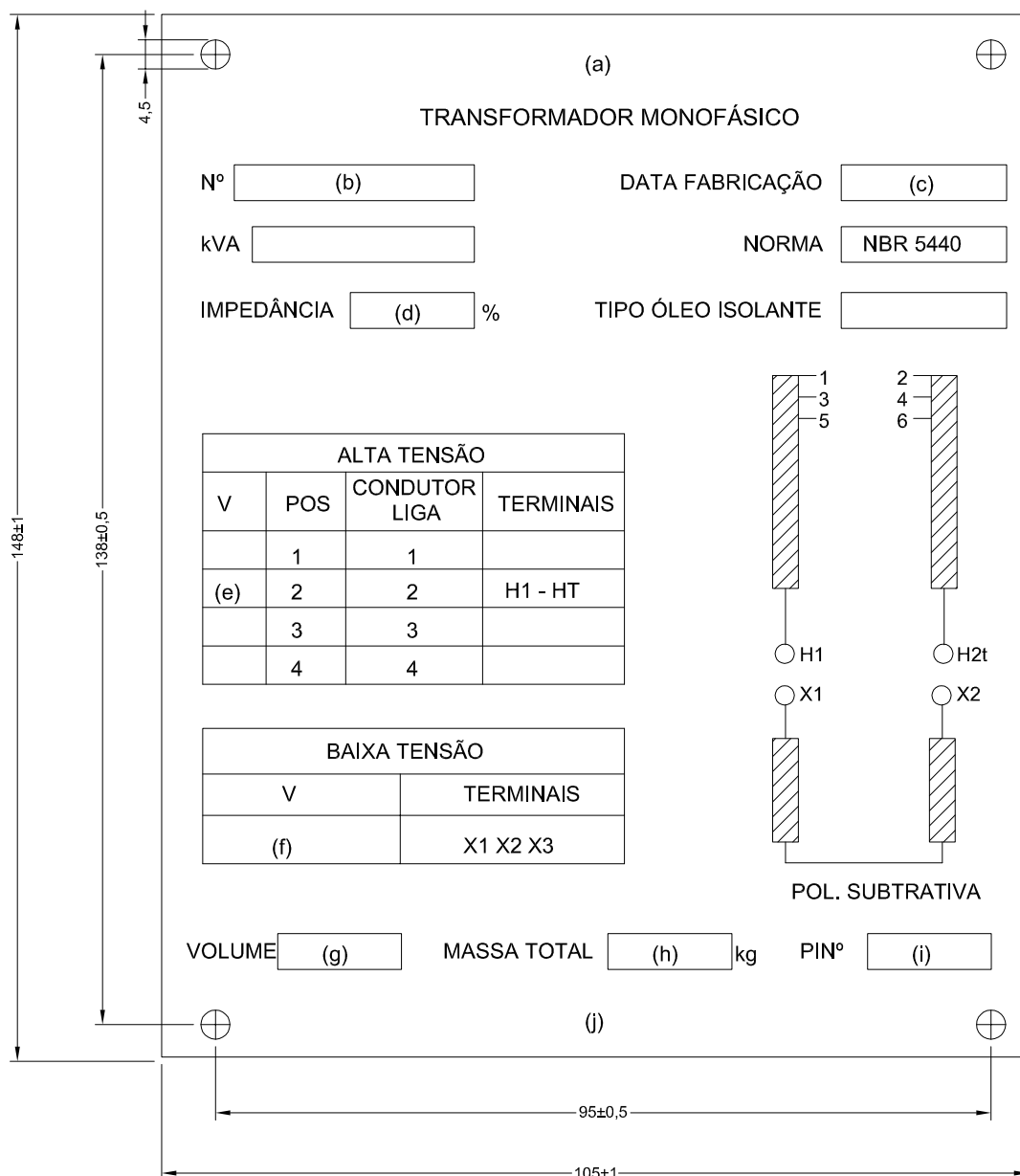


TRANSFORMADOR TRIFÁSICO

DIAGRAMA FASORIAL Dyn1

15 e 24,2kV

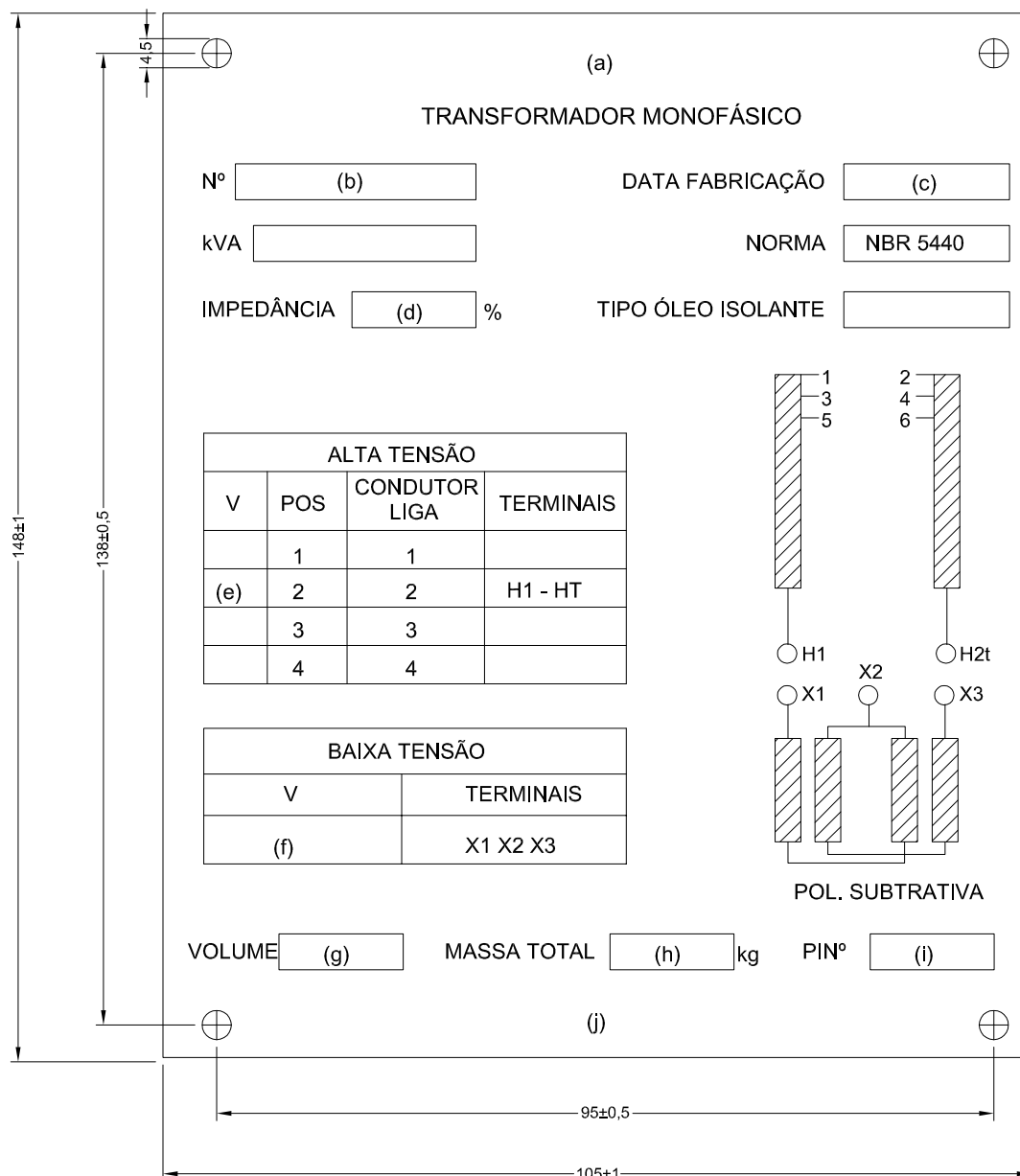




LEGENDA

- a. NOME E DEMAIS DADOS DO FABRICANTE E LOCAL DE FABRICAÇÃO;
- b. NÚMERO DE SÉRIE DE FABRICAÇÃO;
- c. MÊS (TRÊS PRIMEIRAS LETRAS) E ANO DE FABRICAÇÃO;
- d. TENSÃO DE CURTO-CIRCUITO EM PERCENTAGEM;
- e. TENSÕES NOMINAIS DE AT;
- f. TENSÃO NOMINAL DE BT;
- g. VOLUME TOTAL DO LÍQUIDO ISOLANTE DO TRANSFORMADOR EM LITROS;
- h. MASSA TOTAL DO TRANSFORMADOR EM kg;
- i. Nº DA PLACA DE IDENTIFICAÇÃO;
- j. ESPAÇO RESERVADO PARA EVENTUAIS MARCAÇÕES DO CLIENTE.

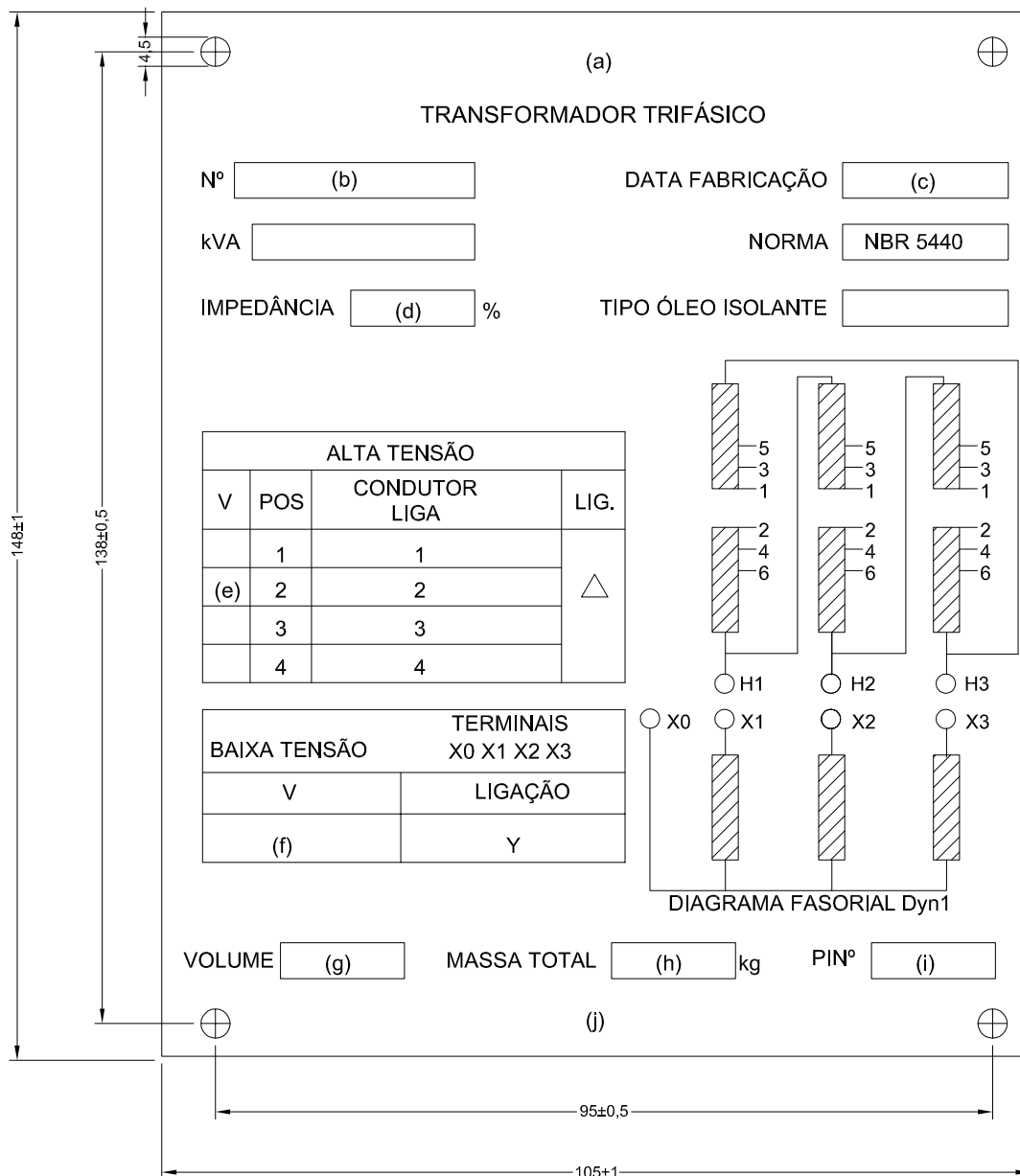




LEGENDA

- a. NOME E DEMAIS DADOS DO FABRICANTE E LOCAL DE FABRICAÇÃO;
- b. NÚMERO DE SÉRIE DE FABRICAÇÃO;
- c. MÊS (TRÊS PRIMEIRAS LETRAS) E ANO DE FABRICAÇÃO;
- d. TENSÃO DE CURTO-CIRCUITO EM PERCENTAGEM;
- e. TENSÕES NOMINAIS DE AT;
- f. TENSÃO NOMINAL DE BT;
- g. VOLUME TOTAL DO LÍQUIDO ISOLANTE DO TRANSFORMADOR EM LITROS;
- h. MASSA TOTAL DO TRANSFORMADOR EM kg;
- i. Nº DA PLACA DE IDENTIFICAÇÃO;
- j. ESPAÇO RESERVADO PARA EVENTUAIS MARCAÇÕES DO CLIENTE.

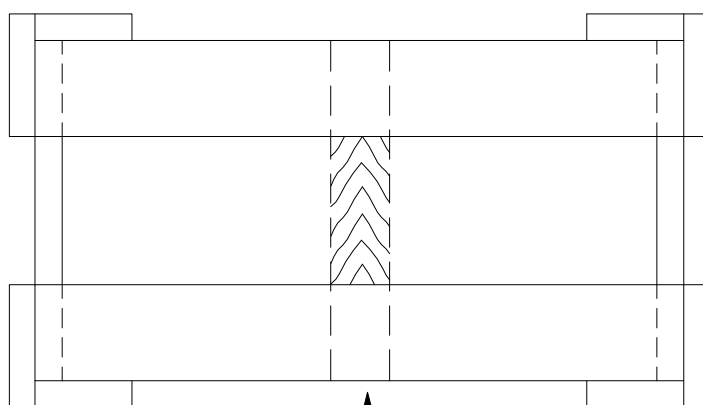




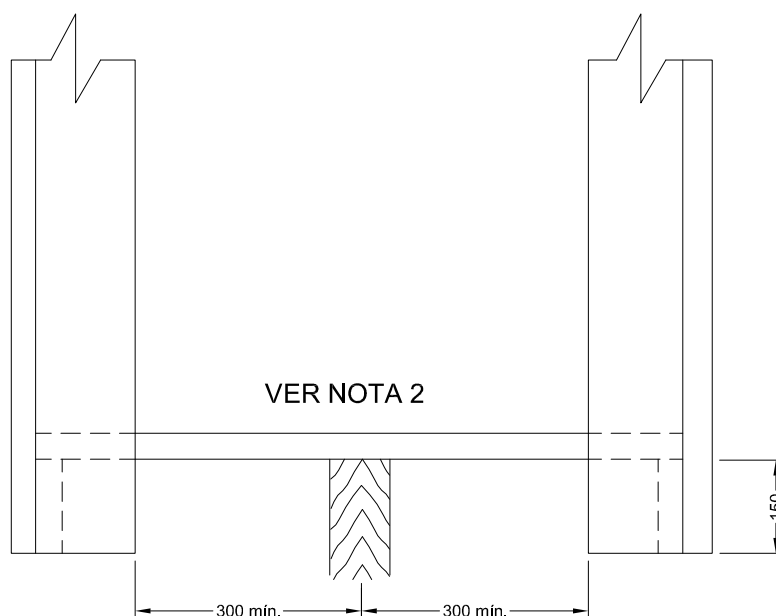
LEGENDA

- a. NOME E DEMAIS DADOS DO FABRICANTE E LOCAL DE FABRICAÇÃO;
- b. NÚMERO DE SÉRIE DE FABRICAÇÃO;
- c. MÊS (TRÊS PRIMEIRAS LETRAS) E ANO DE FABRICAÇÃO;
- d. TENSÃO DE CURTO-CIRCUITO EM PERCENTAGEM;
- e. TENSÕES NOMINAIS DE AT;
- f. TENSÃO NOMINAL DE BT;
- g. VOLUME TOTAL DO LÍQUIDO ISOLANTE DO TRANSFORMADOR EM LITROS;
- h. MASSA TOTAL DO TRANSFORMADOR EM kg;
- i. Nº DA PLACA DE IDENTIFICAÇÃO;
- j. ESPAÇO RESERVADO PARA EVENTUAIS MARCAÇÕES DO CLIENTE.





A
VISTA DE CIMA



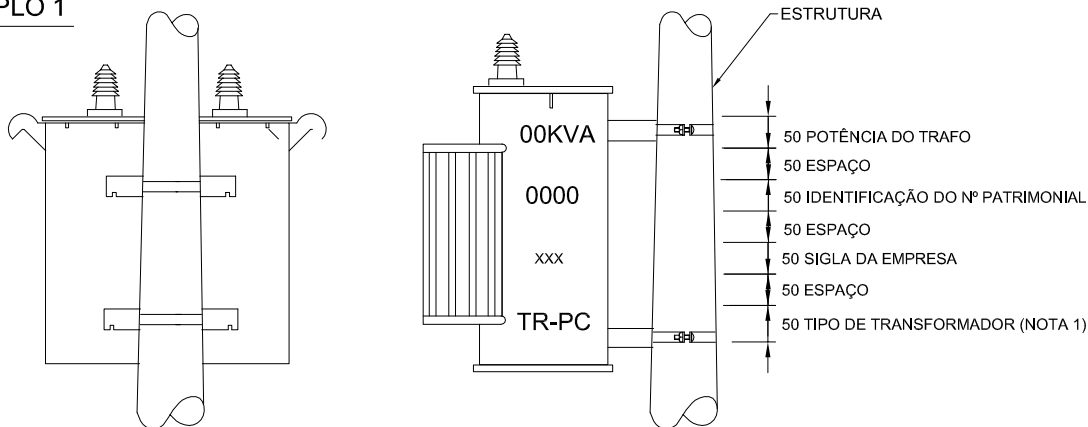
VISTA DE A

NOTAS

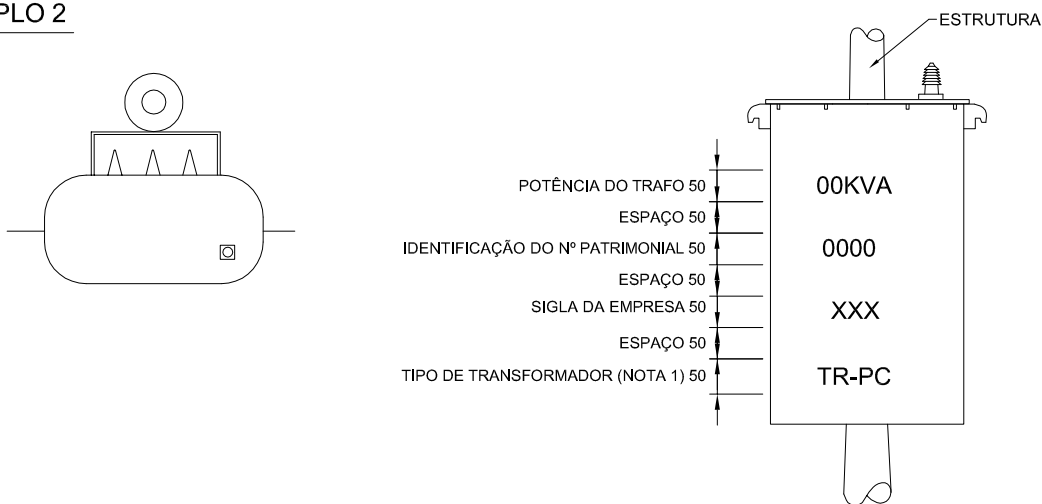
1. A ESPESSURA MÍNIMA DAS RÉGUAS UTILIZADAS DEVE SER DE 25mm.
2. O REFORÇO CONTRAL, PARA OS TRANSFORMADORES ACIMA DE 250 kg.



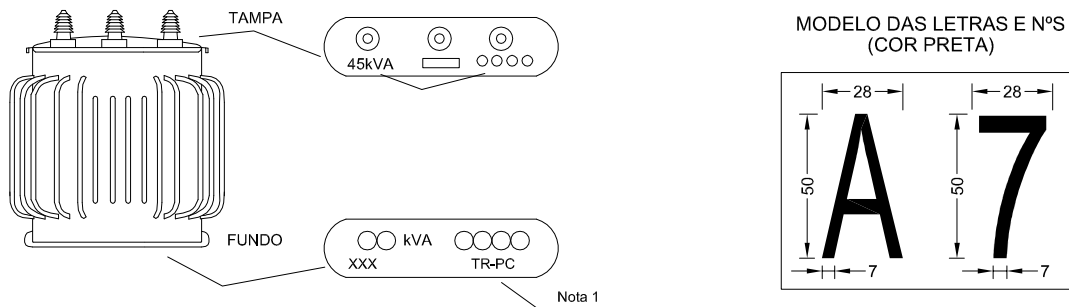
EXEMPLO 1



EXEMPLO 2



EXEMPLO 3 (ESPECÍFICO)

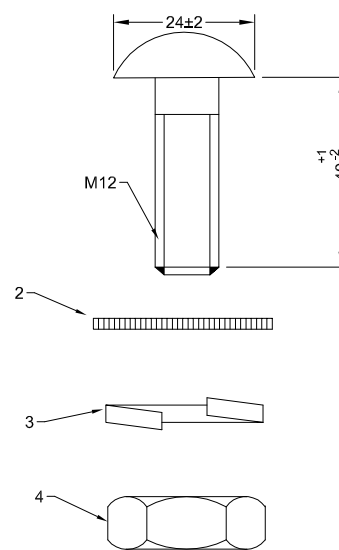
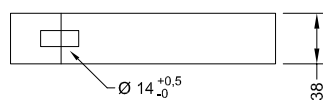
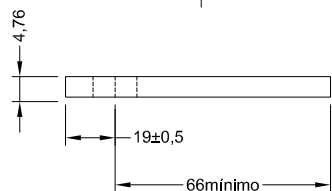
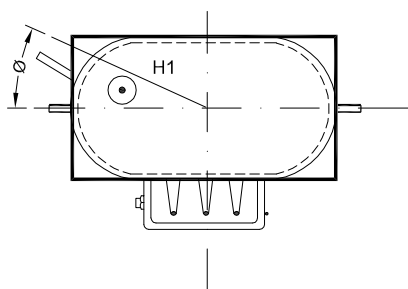
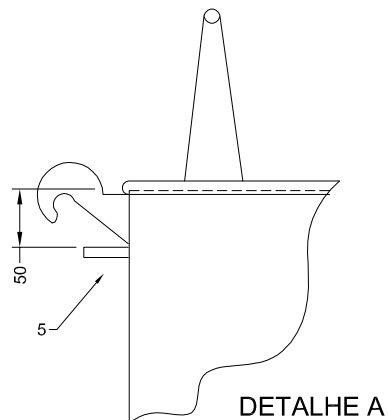
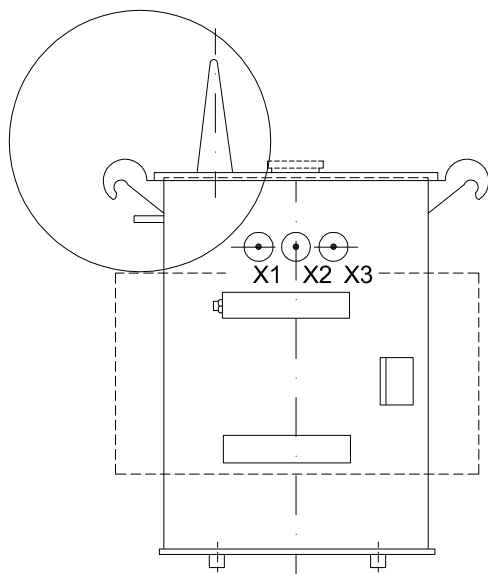


NOTAS

- O TIPO DE TRANSFORMADOR SERÁ IDENTIFICADO DA SEGUINTE FORMA
 - TRANSFORMADORES COM PERDAS CAPITALIZADAS TR-PC
 - TRANSFORMADORES COM NÚCLEO AMORFO TR-NA
- O FABRICANTE OPTANDO PELO EXEMPLO 3, AS INFORMAÇÕES DA TAMPA E DO FUNDO, DEVEM SER COINCIDENTESE, OBRIGATÓRIAS NOS DOIS LOCAIS. PORÉM, NA TAMPA DISPENSA-SE A SIGLA CONCESSIONÁRIA. TAMBÉM NESTE CASO SERÁ GRAVADO O TIPO DE TRANSFORMADOR INFORMADO CONFORME NOTA 1
- A ALTURA DA LETRA SERÁ COMPATÍVEL COM O ESPAÇO DISPONÍVEL DO FABRICANTE. NÃO PODENDO SER INFERIOR A 20mm.
- A IDENTIFICAÇÃO DO NÚMERO PATRIMONIAL SERÁ FORNECIDA PELA CONCESSIONÁRIA.
- MEDIDAS EM MILÍMETROS



DETALHE A

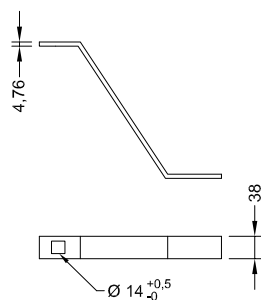
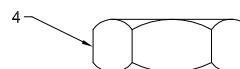
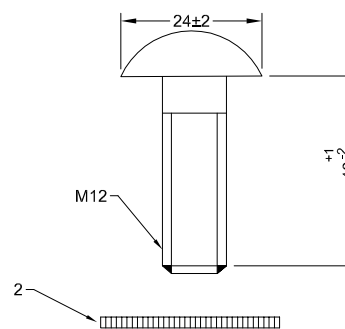
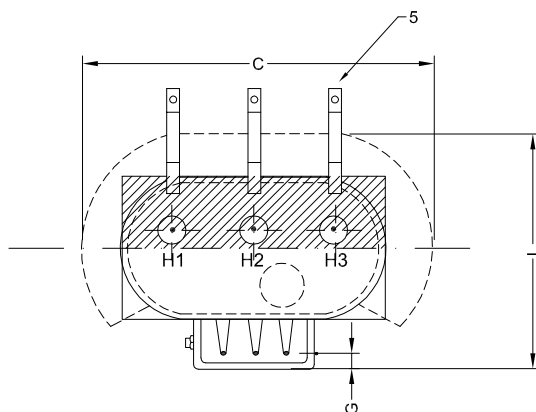
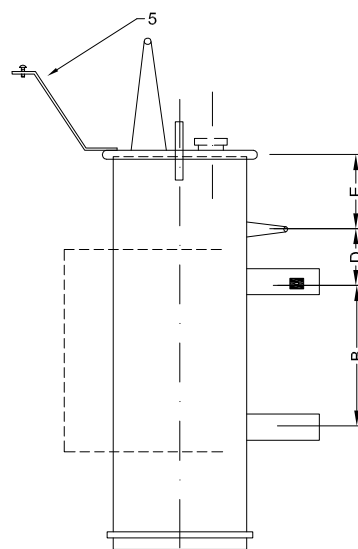
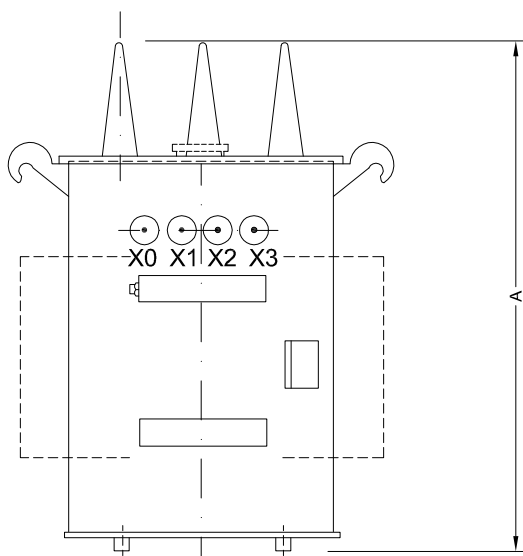


NOTA

1. PARAFUSO DE CABEÇA ABAULADA, PESCOÇO QUADRADO, AÇO CARBONO, CLASSE 3.6, PROTEÇÃO SUPERFICIAL ZINCAGEM POR IMERSÃO A QUENTE.
2. ARRUELA DE ESTRIAS
3. ARRUELA DE PRESSÃO
4. PORCA QUADRADA OU SEXTAVADA
5. SUPORTE PARA FIXAÇÃO DE PÁRA-RAIOS

DIMENSÕES EM MILÍMETROS

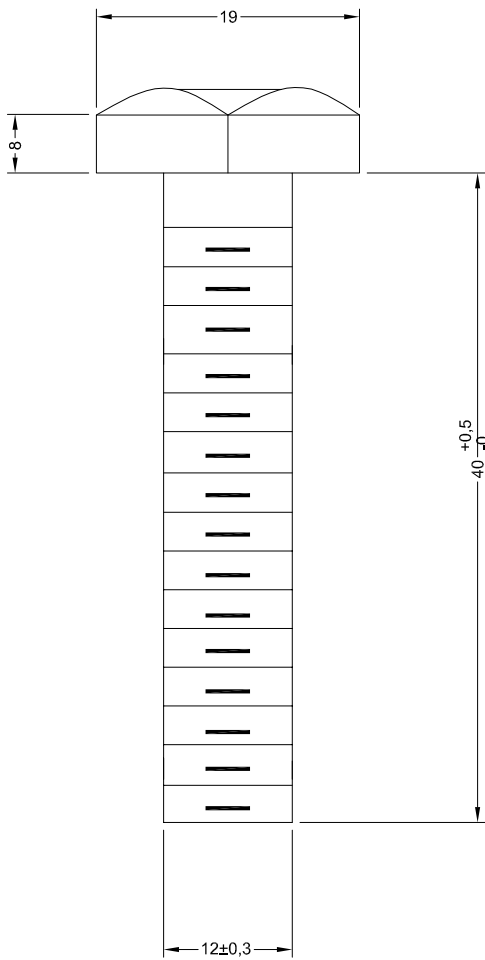




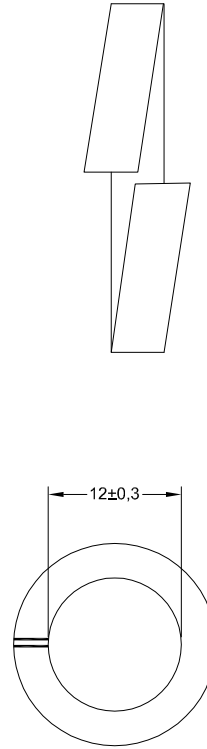
NOTA

1. PARAFUSO DE CABEÇA ABAULADA, PESCOÇO QUADRADO, AÇO CARBONO, CLASSE 3.6, PROTEÇÃO SUPERFICIAL ZINCAGEM POR IMERSÃO A QUENTE.
 2. ARRUELA DE ESTRIAS
 3. ARRUELA DE PRESSÃO
 4. PORCA QUADRADA OU SEXTAVADA
 5. SUPORTE PARA FIXAÇÃO DE PÁRA-RAIOS
- DIMENSÕES EM MILÍMETROS

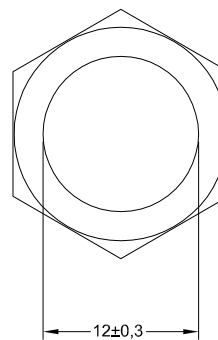




ARRUELA DE PRESSÃO



PORCA SEXTAVADA



NOTAS:

MATERIAL: LATÃO FORJADO COM PROTEÇÃO SUPERFICIAL DE ESTANHO COM CAMADA MÍNIMA DE 8 µm OU AÇO INOX.

CONDUTIVIDADE: MÍNIMO 25% IACC A 25°C

ROSCA COMPLETA NO PINO TIPO M12.

MEDIDAS EM mm

