

NORMA DE DISTRIBUIÇÃO UNIFICADA - NDU-008

TRANSFORMADORES PARA REDES AÉREAS DE DISTRIBUIÇÃO



SUMÁRIO

1.	INT	RODUÇÃO	1
2.	NOF	RMAS E/OU DOCUMENTOS COMPLEMENTARES	1
3.	DEF	INIÇÕES	6
4.	CON	NDIÇÕES GERAIS	6
	4.1.	Geral	6
	4.2.	Aprovação de Protótipos	6
	4.3.	Garantia	7
	4.4.	Acondicionamento	7
	4.5.	Carregamento	8
5.	CAR	RACTERÍSTICAS ELÉTRICAS	8
	5.1.	Potências Nominais	8
	5.2.	Níveis de Isolamento	8
	5.3.	Elevação de Temperatura	8
	5.4.	Derivações e Relações de Tensões	8
	5.5.	Frequência Nominal	9
	5.6.	Perdas, Correntes de Excitação e Tensão de Curto-Circuito (75º C)	9
	5.7.	Polaridade e Deslocamento Angular	9
	5.8.	Diagramas Fasoriais dos Transformadores	9
	5.9.	Diagramas de Ligações dos Transformadores	10
	5.10	Tensão de Radiointerferência (TRI)	10
6.	CAR	RACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS	11
	6.1.	Geral	11
	6.2.	Materiais Isolantes	11
	6.3.	Chapa do Tanque e Radiadores	11
		Localização e Dimensionamento dos Componentes	
	6.5.	Juntas de Vedação	12
	6.6.	Indicação do Nível de óleo Mineral Isolante	13
		Dispositivo de Aterramento	
		Dispositivo para Fixação de pára-raios	
		Sistema de Fixação da Tampa	
	6.10	Numeração dos Terminais e Derivações dos Enrolamentos de A. Tensão e dos Terminais de Enrolamento de Baixa Tensão	
	6.11	.Núcleo	14

ESE/EPB/EBO/EMG/ENF

MAIO/2013



	6.12	P.Enrolamento	15
	6.13	S.Fixação e Suspensão da Parte Ativa	15
	6.14	Estrutura de Apoio	15
	6.15	.Acabamento	15
	6.16	i.Massa do Transformador para Instalação em Poste	16
	6.17	'.Resistência ao Momento de Torção	16
	6.18	3.Pré Disposição para Válvula de Alívio	16
7.	ACE	SSÓRIOS	16
	7.1.	Sistema de Comutação sem tensão	16
	7.2.	Placa de Identificação	17
8.	FIX	AÇÕES EXTERNAS (FERRAGENS)	17
9.	INS	PEÇÃO	17
	9.1.	Geral	17
	9.2.	Lote para Inspeção	17
	9.3.	Condições Gerais para os Ensaios de Rotina, Tipo e Especiais	18
	9.4.	Tolerância nos Resultados dos Ensaios com Valor Garantido	18
	9.5.	Relatório dos Ensaios	18
	9.6.	Aceitação e Rejeições	19
10	. AF	PRESENTAÇÃO DAS PROPOSTAS E APROVAÇÃO DE DESENHOS	21
11	. NO	OTAS COMPLEMENTARES	21
12	. AI	NEXO I - TABELAS	22
		NEXO II - ENSAIOS PARA VERIFICAÇÃO DA PINTURA DO TANQUE	
		NEXO III - APROVAÇÃO DO PROTÓTIPO	
		NEXO IV - DESENHOS	23
7	_ Ar	NEAU IV = DESENDUS	-5/



1. INTRODUÇÃO

Esta norma estabelece a padronização das características elétricas e mecânicas dos transformadores aplicáveis em redes aéreas de distribuição de acordo com a *NBR 15688*, 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 a série **ABNT NBR 5356**, prevalecendo, nos casos de dúvidas, o aqui especificado.

Esta norma tem origem na *NBR 5440*, Transformadores para Redes Aéreas de Distribuição - Requisitos, com introdução das especificidades do sistema, já implantado, do Grupo 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	- Buchas para tensões alternadas superior a 1 kV-
	Especificação,
NBR 5356-1	- Transformadores de potência – Parte 1: Generalidades.
NBR 5356-2	- Transformadores de potência – Parte 2: Aquecimento.
NBR 5356-3	- Transformadores de potência - Parte 3: Níveis de
	Isolamento, ensaios dielétricos e espaçamentos externos
	em ar.
NBR 5356-4	- Transformadores de potência - Parte 4: Guia para ensaio
	de impulso atmosférico e de manobra para
	transformadores e reatores.
NBR 5356-5	- Transformadores de potência - Parte 5: Capacidade de
	resistir a curtos-circuitos.



NBR 5370 - Conectores de cobre para condutores elétricos em sistemas de potência. **NBR 5435** - Bucha para transformadores sem conservador de óleo, tensão nominal 15 kV e 25,8 kV - 160A - Dimensões. **NBR 5437** - Bucha para transformadores sem conservador de óleo, tensão nominal 1,3 kV, 160A, 400A e 800A – Dimensões. **NBR 5458** Transformadores de potência – Terminologia **NBR 5590** - Tubos de aço-carbono com ou sem solda longitudinal, pretos ou galvanizados - Especificação NBR 5915 / 1 - Chapas e bobinas de aço laminadas a frio - Parte 1: Requisitos. NBR 5915/2 Chapas e bobinas de aço laminadas a frio - Parte 2: Aços para Estampagem. NBR 5915/3 - Chapas e bobinas de aço laminadas a frio - Parte 3: Aços isotrópicos e aços estruturais de extrabaixo carbono. NBR 5915 / 4 Chapas e bobinas de aço laminadas a frio - Parte 4: Aços endurecíveis em estufa. NBR 5915 / 5 - Chapas e bobinas de aço laminadas a frio - Parte 5: Aços refosforados. NBR 5915 / 6 Chapas e bobinas de aço laminadas a frio - Parte 1: Aços microligados. **NBR 6234** - Método de ensaio para determinação de tensão interfacial de óleo-água. **NBR 6323** - Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido -Especificação. **NBR 6529** - Vernizes utilizados para isolação elétrica - Ensaios. **NBR 6649** - Chapas finas a frio de aço-carbono para uso estrutural. **NBR 6650** - Chapas finas a quente de aço-carbono para uso estrutural.



NBR 6869

 Líquidos isolantes elétricos – Determinação da rigidez dielétrica (eletrodos de disco).

NBR 7034

- Materiais isolantes elétricos - Classificação térmica.

NBR 7277

 Transformadores e reatores – Determinação do nível de ruído.

NBR 8094

 Material metálico revestido e não revestido – Corrosão por exposição à nevo salina.

NBR 9119

 Produtos laminados planos de aço para fins elétricos de grão orientado.

NBR 10025

 Elastômero vulcanizado – Ensaio de deformação permanente à compressão.

NBR 10443

 Tintas e vernizes – Determinação da espessura de película seca sobre superfícies rugosas – Método de ensaio.

NBR 10710

- Líquido isolante elétrico - Determinação do teor de água.

NBR 11003

- Tintas - Determinação da aderência.

NBR 11341

 Derivados de petróleo – Determinação dos pontos de fulgor e de combustível em vaso aberto Cleveland.

NBR 11407

 Elastômero vulcanizado – Determinação das alterações das propriedades físicas, por efeito de imersão em líquidos – Método de ensaio.

NBR 11888

 Bobinas finas e chapas finas a frio e a quente de aço carbono e de aço de baixa liga e alta resistência -Requisitos gerais.

NBR 12133

 Líquidos isolantes elétricos – Determinação do fator de perdas dielétricas e da permissividade relativa (constante dielétrica – Método de Ensaio.

NBR 13182

 Líquidos isolantes elétricos – Determinação do teor de bifenilas policloradas (PCB).



 NBR 14724 - Equipamento elétrico - Determinação da compatibilidade de materiais empregados com óleo mineral isolante.

NBR 14248 - Produtos de petróleo - Determinação do número de acidez e de basicidade - Método do indicador.

NBR 15121 - Isolador para alta tensão – Ensaio de medição da radiointerferência.

NBR 15422 - Óleo vegetal isolante para equipamentos elétricos.

NBR NM IEC 60811-4-1 - Métodos de ensaios comuns para materiais de isolação e de cobertura de cabos elétricos - Parte 4 - Capítulo 1.

NBR ISO 724 - Rosca métrica ISSO de uso geral – Dimensões básicas.

NBR IEC 60156 - Líquidos isolantes - Determinação da rigidez dielétrica à frequência industrial - Método de ensaio.

- Standard test method for lamination factor of amorphous magnetic strip.

- Standard specification for amorphous magnetic core alloys, semi-processed types.

- Standard test methods for flash and fire points by Cleveland open cup tester.

- Standard test methods for rubber products-chemical analysis.

ASTM D412 - Standard test methods for vulcanized rubber and thermoplastic rubber and thermoplastic elastomers – Tension.

- Standard test method for rubber property - Effect of liquids.

ASTM D523 - Standard test for specular gloss.

- Standard practice testing water resistance of coatings using water immersion.



- Standard test method for dielectric breakdown voltage of

insulating liquids using disk electrodes.

- Standard test method for dissipation factor (or power

factor) end relative permittivity (dielectric constant) of

electrical insulating liquids.

- Standard test method for interfacial tension of oil against

water by the ring method.

- Standard test method for acid and base number by color-

indicator titration.

ASTM D1014 - Standard practice for conducting exterior exposure tests

of paints and coatings on metal.

ASTM D1533 - Standard test method for water in insulating liquids by

coulometric karl fischer titration.

ASTM D1619 - Standard test method for carbon black – Sulfur content.

ASTM D1735 - Standard practice for testing water resistance of coatings

using water fog apparatus.

ASTM D2240 - Standard test method for rubber property - Durometer

hardness.

- Standard practice for testing water resistance of coatings

in 100% relative humidity.

ASTM D3349 - Standard test method for absorption coefficient of

ethylene polymer material pigmented with carbon black.

DIN 50018 - Testing in satured atmosphere in the presence of sulfur

dioxide.

IEC 60214-1 - Tap-chargers - Part 1 - Performance requeriments and

test methods.

ISO 179-2 - Plastics - Determination of Charpy impact properties -

Part 2: Instrumented impact test.

SIS-05-5900 - Pictorial surface preparation standard for painting steel

surfaces.



3. DEFINIÇÕES

Os termos técnicos utilizados nesta norma estão definidos nas **NBR's 5458** e **5356-1**.

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 Grupo 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 Grupo 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 Grupo Energisa.
- b). Fabricantes que já tenham protótipo aprovado pelo Grupo Energisa, e cujo projeto tenha sido alterado.
- c). Quando solicitado pelo Grupo Energisa.



- 4.2.2. Para cada protótipo a ser encaminhado ao Grupo 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 Grupo 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* 5440.

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): 55º 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 frequência nominal é de 60 Hz.

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

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

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

 $Cp_t = V \times P_{fe} + P \times P_{CII}$ 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 5440.

- 5.6.2. A tensão de curto-circuito deve corresponder aos valores prescritos nas tabelas 4 e 5, observadas as tolerâncias especificadas na NBR 5440.
- 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.

Polaridade e Deslocamento Angular 5.7.

- 5.7.1. Os transformadores monofásicos devem ter polaridade subtrativa.
- 5.7.2. Os transformadores trifásicos devem ter deslocamento angular de 30º (fases de baixa tensão atrasadas em relação às correspondentes fases de alta tensão).

VERSÃO 3.1 ESE/EPB/EBO/EMG/ENF



5.8. Diagramas Fasoriais dos Transformadores

5.8.1. Monofásicos

Tensão máxima	Tensão máxima do equipamento		Secundário 2	Secundário 3
(kV)		Primário	buchas	Buchas
	15/√3	H1	X1	X1
Fase-neutro				X2
	24,2/√3	H2T	X2	Х3

5.8.2. - Trifásicos

Tensão máxima do		
Equipamento Fase-Fase	Primário	Secundário 3 Buchas
(kV)		
Fase 15 Fase 24,5	H1 H2 H3	X1 X2 X0 X3

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:

- a). 250μV para a tensão máxima de 15kV.
- b). 650μV 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 no mínimo de classe térmica 105 (Designação anterior "classe A - 105° C").

O óleo mineral isolante a ser utilizado nos transformadores deve ser do tipo A (base naftênica) ou do tipo B (base parafínica), de acordo com as resoluções vigentes da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP.

6.3. Chapa do Tanque e Radiadores

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

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

A espessura mínima das chapas dos radiadores deve ser de 1,2 mm, conforme a *NBR 5915*, e a espessura mínima dos tubos de 1,5mm, desde que sua fabricação resista aos ensaios previstos na *NBR 5590*.

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

Os transformadores devem suportar a pressão manométrica de 0,07 MPa (0,7 kgf/cm²) durante 01 (uma) hora.

6.4. Localização e Dimensionamento dos Componentes

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

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

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

11



As buchas de baixa tensão devem ser dimensionadas conforme as *tabelas* 07 e 08.

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

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

6.1.1. - Alças 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 alças devem ser isentas de rebarbas.

6.1.2. - Suportes para Fixação no Poste

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, sendo que:

- a). O tipo 1 deve ser utilizado para transformadores monofásicos até 25kVA;
- b). O tipo 2 deve ser utilizado para transformadores trifásicos até 300 kVA;
- c). O tipo 3 deve ser utilizado para transformadores monofásicos até 25 kVA, com alternativa ao tipo 1.

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.

6.5. Juntas de Vedação

Os materiais de vedação dos transformadores devem ser à prova do óleo mineral isolante, resistente à ação da umidade e dos raios solares.

12

ESE/EPB/EBO/EMG/ENF VERSÃO 3.1



As juntas de vedação 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, ao retirar-se a tampa do tanque.

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 7**, 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 soldados 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 interfiram na conexão dos cabos de baixa tensão às buchas secundárias e não seja(m) passível(is) de perdas.

ESE/EPB/EBO/EMG/ENF VERSÃO 3.



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 N1, 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 externo, 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, conforme a *NBR 9119*, ou metal amorfo conforme as *ASTM A 900 e ASTM A 901*.
- 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.
- e). Quando aplicável, 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 ou alumínio.

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 abaixo:

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

6.18. Pré disposição para válvula de alívio de pressão

Deve ser instalada na tampa do tanque, luva de ferro galvanizado de ½" em formato de 'L", fechada com plug metálico, resistente à umidade e corrosão.

7. ACESSÓRIOS

7.1. Sistema de Comutação sem Tensão

- 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 único de acionamento externo e deve ser instalado de forma a garantir a estanqueidade.
- 7.1.2. O comutador de operações deve ser conforme *IEC 60214-1*, porém suportando no mínimo 300 operações contínuas sob temperatura mínima de 75° C, sob uma pressão de 2,0 kgf/cm², no ensaio de durabilidade mecânica.
- 7.1.3. O Comutador deve ser instalado lateralmente ao transformador.
 Deve possuir um sistema de travamento em qualquer posição e a indicação da

NDU-008 ESE/EPB/EBO/EMG/ENF VERSÃO 3.1 MAIO/2013



derivação deve ser visível e com caracteres de altura mínima de 7 mm. As posições do sistema de comutação devem ser marcadas em baixo relevo e pintadas com tinta indelével em cor contrastante com a do comutador.

7.1.4. - No acionamento do comutador, deve ser indicado de forma indelével que o comutador deve ser operado somente sem tensão.

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 0,8mm, 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.

FIXAÇÕES EXTERNAS (FERRAGENS)

As fixações externas em aço (porcas, arruelas, parafusos e grampos de fixação da tampa) devem ser revestidas de zinco por imersão a quente, conforme NBR 6323.

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 transformadores, fornecidas de uma só vez.

NDU-008 VERSÃO 3.1 ESE/EPB/EBO/EMG/ENF MAIO/2013



9.3. Condições Gerais para os ensaios de rotina, tipo e especiais

Todos os componentes externos e acessórios que são suscetíveis de influenciar o funcionamento do transformador durante os ensaios devem estar instalados.

Os enrolamentos devem estar conectados à sua derivação principal.

Para todas as características os ensaios, excetuando-se as de isolamento, são baseados em condições nominais.

9.3.1. Ensaios de rotina

Devem ser realizados os ensaio de rotina conforme tabela 09.

9.3.2. Ensaio de Tipo

Devem ser realizados os ensaios de tipo conforme tabela 10.

9.3.3. Ensaios Especiais

Quando solicitados, os ensaios especiais devem ser realizados conforme tabela 11.

9.4. Tolerância nos Resultados dos Ensaios 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
Perdas Totais	06	lote não pode ser superior ao valor
Corrente de Excitação	20	garantido.
Tensão de Curto- Circuito a 75ºC	± 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	

9.5. Relatório dos Ensaios

- 9.5.1. O relatório de ensaios deve ser constituído no mínimo de:
- a). laudo individual dos transformadores ensaiados.
- b). resumo dos ensaios.

ESE/EPB/EBO/EMG/ENF VERSÃO 3.1



- c). resultados do ensaio do óleo mineral isolante.
 - 9.5.2. 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). resultados 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 Grupo Energisa ou da empresa contratada para a inspeção.
- 9.5.3. O lote só será liberado pelo inspetor do Grupo Energisa ou da empresa contratada, devidamente embalado e marcado, após o recebimento de duas vias do resumo dos ensaios.

9.6. Aceitação e Rejeições

- 9.6.1. Na inspeção geral serão rejeitados os transformadores que apresentarem divergências em relação a essa especificação ou evidência de materiais inadequados ou defeituosos.
- 9.6.2. 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, tinta escorrida e cor diferente da especificada.

NOTA:

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

- 9.6.3. 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.
- 9.6.4. O critério para aceitação e rejeição do óleo isolante é o estabelecido na *tabela 8 da NBR 5440*, para óleo após contato com o equipamento.

NDU-008 ESE/EPB/EBO/EMG/ENF VERSÃO 3.1 MAIO/2013



- 9.6.5. Serão rejeitadas as unidades que não suportarem o ensaio de estanqueidade.
- 9.6.6. Serão rejeitados os transformadores que não suportarem os ensaios de tensão aplicada ou induzida.
- 9.6.7. Todo o lote será recusado, se os resultados dos ensaios com valor garantido não obedecerem às tolerâncias estabelecidas na *tabela do item 9.4*. Os valores garantidos são os declarados pelo fabricante na sua proposta e constantes da OCM.
- 9.6.8. Serão rejeitadas as unidades que apresentarem valores medidos de perdas e corrente de excitação, superiores aos valores máximos especificados pela **NBR 5440**.
- 9.6.9. 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.

9.6.10. - 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 Grupo 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 09 - Ensaios de Rotina

TABELA 10 – Ensaios de Tipo

TABELA 11 – Ensaios Especiais



TABELA 01 - NÍVEIS DE ISOLAMENTO

Tensão Máxima	Tensão suportável Nominal à frequência	Tensão suportável	Espaçamento mínimo no ar (mm)		
do Equipamento kV (eficaz)	Industrial 1 minuto kV (eficaz)	Nominal impulso atmosférico kV (crista)	de fase p/ terra	de fase p/ fase	
1,2	10	30	25	25	
15,0	34	95	130	140	
24,2	50	125	200	230	

TABELA 02 - DERIVAÇÕES E RELAÇÕES DE TENSÕES

		Tensão							
Tensão Máxima do	Derivação n.°		Primários - Trifásicos						
Equipamento kV (eficaz)		MINAS GERAIS		NOVA FRIBURGO	SERGIPE	PARAÍBA	BORBOREMA		
(3 2 2 3 7		11,4kV	22kV	11,4kV	13,8kV	13,8kV	13,8kV		
	1*	12000	23100	12000	13800	14400	14400		
	2**	11400	22000	11400	13200	13800	13800		
	3	10800	20900	10800	12600	13200	13200		
15,0/ 24,2	4	10200	19800	10200	ı	12600	12600		
			Secundários – Trifásicos						
		220/127		380/220	220/127 e 380/220	380/220	380/220		

		Tensão							
Tensão Máxima do	Derivação n.°		Primários - Monofásicos						
Equipamento kV (eficaz)		MINAS GERAIS		NOVA FRIBURGO	SERGIPE	PARAÍBA	BORBOREMA		
,		6,582kV	12,7kV	6,582kV	7,967kV	7,967kV	7,967kV		
	1*	6928	13337	6928	7967	8314	8314		
	2**	6582	12702	6582	7621	7967	7967		
	3	6235	12067	6235	7275	7621	7621		
15,0/ 24,2	4	5889	11432	5889	-	7275	7275		
			Secundários – Trifásicos						
		230/ 1 3 termi		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/cm³ a 1,30 g/cm³
Dureza Shore	ASTM D 2240	65 ± 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	70h em óleo isolante a 100°C e 125°C, com: - variação de volume = 0% a 5% - variação de dureza = -10 a + 5 pontos

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

Potência (KVA)	Excitaçã	ente de o Máxima %)	Perda em	ı vazio W	Perda W		Tensão (Circuito	de Curto 75°C (%)	
(1.47)	24,2kV	15kV	24,2kV	15kV	24,2kV	15kV	24,2kV	15kV	
15	4,8	4,0	95	85	470	410	4,0		
30	4,2	3,6	160	150	790	695		4.0	2.5
45	3,6	3,2	215	195	1055	945			
75	3,2	2,7	315	295	1550	1395		3,5	
112,5	2,8	2,5	425	390	2085	1890			
150	2,6	2,3	520	485	2610	2335			
225	2,4	2,1	725	650	3605	3260		4 E	
300	2,1	1,9	850	810	4400	4060	5,0	4,5	

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

Potência (KVA)	cia Excitação Maxima V		Excitação Máxima		Total V	Tensão de Circuito 75		
, ,	24,2kV	15kV	24,2kV	15kV	24,2kV 15kV		24,2kV	15kV
5	3,8	3,4	40	35	155	140	2,5	
10	3,3	2,7	55	50	265	245		
15	3,0	2,4	75	65	365	330		
25	2,8	2,2	100	90	520	480		



TABELA 06 - ESPESSURA MÍNIMA DA CHAPA DE AÇO

Potência de		Espessura Mínima	a (mm)
Transformador (KVA)	Tampa	Corpo	Fundo
P ≤ 10	1,90	1,90	1,90
10 < P ≤ 150	2,65	2,65	3,00
150 < P ≤ 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	Maior Tensão Secundária (V)			
Transformador (KVA)	127	220 ou 230		
5 a15	160	160		
25	400	160		

Nota: O valor da 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	Maior Tensão	Secundária (V)
Transformador (KVA)	220	380
15 a 45	160	160
75	400	160
112,5	400	400
150	800	400
225	800	800
300	800	800

Nota: O valor da tensão nominal das buchas de baixa tensão será conforme estabelecido na **NBR 5437**



TABELA 09 - ENSAIOS DE ROTINA

Descrição	Requisito	Método de Ensaio
Resistência dos Enrolamentos	-	NBR – 5356-1
Relação de Transformação e polaridade e verificação do deslocamento angular e sequência de fases	4.3, 4.7, 4.8	NBR – 5356-1
Impedância de curto-circuito e perdas em carga	4.6	NBR – 5356-1
Perdas em vazio e corrente de excitação	4.6	NBR – 5356-1
Tensão suportável a frequência industrial	4.2	NBR – 5356-3
Tensão Induzida de curta duração	NBR - 5356-3	NBR – 5356-3
Resistência de isolamento	_	NBR – 5356-1
Estanqueidade e resistência à pressão a frio	5.2	NBR – 5356-1

TABELA 10 - ENSAIOS DE TIPO

Descrição	Requisito	Método de Ensaio
Elevação de temperatura	4.1 e 4.5	NBR - 5356-2
Suportabilidade a impulso atmosférico	4.2	NBR – 5356-4 e NBR – 5440 Anexo G
Ensaio de óleo isolante	5.1	NBR - 5440
Ensaio de verificação da resistência mecânica do suporte para fixação do transformador	5.3.3 e Anexo D	NBR – 5440

TABELA 11 - ENSAIOS ESPECIAIS

Descrição	Requisito	Método de Ensaio
Medição da(s) impedância(s) de sequência zero (transformadores trifásicos)	_	NBR – 5356-1
Suportabilidade a curto circuito	4.10	NBR – 5356-5
Nível de ruído audível	4.11	NBR – 7277
Medição de harmônicas da corrente de excitação	_	NBR – 5356-1
Medição do fator de potência do isolamento (tg δ) e capacitâncias	-	NBR – 5356-1
Verificação da pintura nas partes interna e externa	5.11 e Anexo F	NBR - 5440
Tensão de radiointerferência	54.9	NBR – 15121



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

Névoa Salina

Com uma lâmina cortante, romper o filme até a base, conforme a *NBR 8094* (com entalhe na vertical).

Deve resistir a 500 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 ângulo de 15º a 30º conforme a **NBR 8094**.

Umidade

Os painéis são colocados em ângulo de 15º a 30º em uma câmara com umidade relativa a 100% e temperatura ambiente de 40 ± 1ºC. Após 250h de exposição, não podem ocorrer empolamentos ou defeitos similares, quando ensaiados conforme **ASTM D 870**.

Impermeabilidade

Imergir 1/3 do painel em água destilada mantida a 37,8 \pm 1°C. Após 480 horas, não podem haver empolamentos ou defeitos similares, quando ensaiados conforme **ASTM D 870.**

Aderência

Este ensaio deve ser executado conforme NBR 11003.

Brilho

O acabamento deve ter um brilho de 55 a 65 medido no Gardner Glossmeter a 60º de ângulo, quando ensaiado conforme **ASTM D 523.**

Resistência a óleo isolante

Preparar os painéis somente com o esquema da pintura interna; Devem resistir a 106 horas imersos em óleo a $110 \pm 2^{\circ}$ C, em alterações, quando ensaiados conforme *NBR 6529*.

27

ESE/EPB/EBO/EMG/ENF VERSÃO 3.1 MAIO/2013



Resistência atmosférica úmida saturada na presença de SO₂

Com uma lâmina cortante, romper o filme até a base, conforme **NBR 8094** (com entalhe na vertical).

Deve-se verificar a resistência a 100% de umidade relativa com duração conforme **ASTM D 2247.**

Deve-se verificar também a resistência ao SO₂ (2,0L), em ciclos conforme **DIN 50018.**

O tanque deve resistir a um ciclo de 24 horas de ensaio sem apresentar bolhas, enchimentos, absorção de água, carregamento e não pode apresentar manchas e corrosão.

NOTA: O ciclo de 24 horas consiste em um período igual a 8 horas a $40 \pm 2^{\circ}$ C na presença de SO_2 , após o qual se desliga o aquecimento e abre-se a tampa do aparelho, deixando-se as peças no ar, dentro do aparelho 16 horas à temperatura ambiente.

Brisa Marítima

Com uma lâmina cortante, romper o filme até a base, conforme **NBR 8094** (com entalhe na vertical).

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

Após 6 (seis) meses de exposição, não deve haver empolamento e similares, permitindo-se penetração na zona do corte de até 4mm, quando ensaiados conforme **ASTM 1014.**

Determinação de espessura de camada de tinta

Este ensaio deve ser executado conforme NBR 10443.



14. ANEXO III – APROVAÇÃO DE PROTÓTIPO Dados Técnicos de Transformadores de Distribuição

1.	Nom	ne do Fabricante			
2.	Cara	acterísticas			
	2.1.	Tipo (do fabricante):			
	2.2.	Potência nominal (KVA):			
	2.3.	Tensões nominais (kV): a) enrolamento de alta tensão:			
	2.4.	b) enrolamento de baixa tensão:Nível de isolamento (kV)	Alta T	Tensão	Baixa Tensão
	ďe	Tensão suportável Nominal impulso Atmosférico – onda ena (valor de crista):			
	ďe	Tensão suportável Nominal impulso Atmosférico – onda ena reduzida (valor de crista):			
	ďe	Tensão suportável Nominal impulso atmosférico – onda rtada (valor de crista):			
	àf	Tensão suportável Nominal reqüência Industrial durante Minuto (valor eficaz):			
	75°C	Tensão de curto-circuito a C (%) na base de kVA, na ção / kV:			
		Corrente de excitação, na vação principal (%):			
		Perdas em vazio, na vação principal (W):			
		Perdas totais, na derivação cipal a 75ºC (W):			



2.9.	Regulação (em %)									
	a) Fator de potência da carga igual a 0,8 a 75ºC.									
	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 (mé da variação da resistê			_						
	b) do ponto mais quente enrolamentos:	dos								
	c) do óleo isolante (medi próximo à superfície d		uido)							
2.12.	Massas (kg)									
	a) massa da parte ativa:									
	b) massa do tanque e ta	mpa:		_						
	c) massa do óleo									
	d) massa total:									
2.13.	Espessura das chapas (r	nm)								
	Tampa:									
	Corpo:			_						
	Fundo:									
	Tubos, radiadores ou ale	etas:								
2.14.	Material dos enrolamento	os								
	a) enrolamento de alta te	ensão	o:							
	b) enrolamento de baixa tensão:									



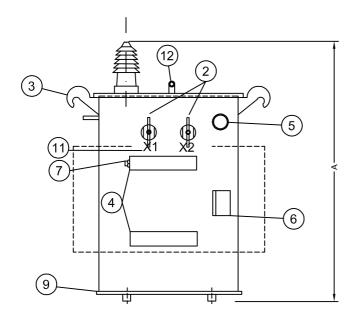
2.15. Material das juntas de vedação:

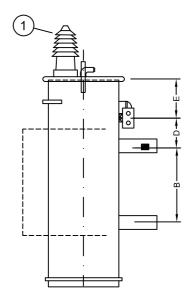
Norma aplicável:	
------------------	--

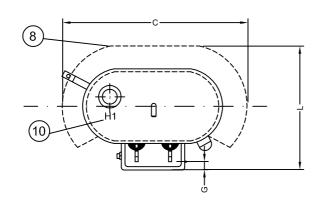
- **2.16.** Método de preparo da chapa, tratamento anti-corrosivo e pintura interna e externa a serem utilizados.
 - 2.17. Óleo mineral isolante (designação, tipo e características).
 - **2.18.** Desenhos que devem acompanhar o protótipo:
 - a) vistas principais do transformador, mostrando a localização 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 núcleoenrolamentos, 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 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

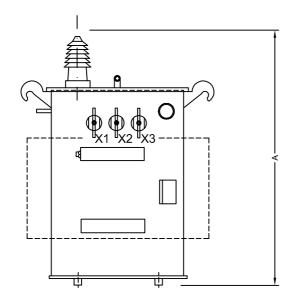
- 1. BUCHA DE ALTA TENSÃO
- 2. BUCHAS DE BAIXA TENSÃO
- 3. ALÇA DE SUSPENSÃO
- 4. SUPORTE PARA FIXAÇÃO AO POSTE
- 5. COMUTADOR EXTERNO
- 6. PLACA DE IDENTIFICAÇÃO
- 7. DISPOSITIVO DE ATERRAMENTO
- 8. RADIADORES
- 9. ESTRUTURA DE APOIO
- 10. MARCAÇÃO DOS TERMINAIS EXTERNOS AT
- 11. MARCAÇÃO DOS TERMINAIS EXTERNOS BT
- 12. LUVA 1/2" COM PLUG

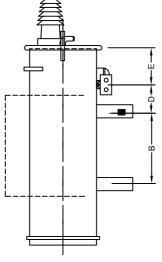
TENSÃO MAXIMA DO EQUIPAMENTO		15	5kV	24,2 kV		
		P ≤ 37,5 P > 37,5		P ≤ 37,5	P > 37,5	
COTAC	Α	1.200	1.400	1.300	1.700	
COTAS MÁXIMAS	С	800	900	800	900	
	L	900	1.000	900	1.000	
COTAS MÍNIMAS G		50	50	50	50	
TOLERÂNCIA ± 2%	E	100	100	100	100	
	D	120	150	120	150	
	В	200	400	200	400	

NOTAS:

- 1 DIMENSÕES EM MILÍMETROS
- 2 FIGURA ORIENTATIVA
- 3 P = POTÊNCIA EM kVA
- 4 OS TRANSFORMADORES CLASSE 15kV, FORNECIDOS À ENERGISA SERGIPE, DEVEM POSSUIR BUCHAS PRIMÁRIAS CLASSE 25kV







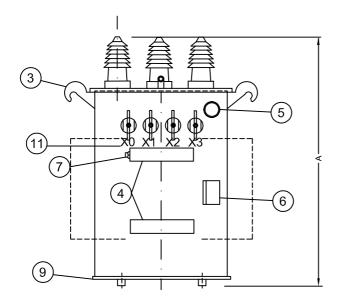
- 1. BUCHA DE ALTA TENSÃO
- 2. BUCHAS DE BAIXA TENSÃO
- 3. ALÇA DE SUSPENSÃO
- 4. SUPORTE PARA FIXAÇÃO AO POSTE
- 5. COMUTADOR EXTERNO
- 6. PLACA DE IDENTIFICAÇÃO
- 7. DISPOSITIVO DE ATERRAMENTO
- 8. RADIADORES
- 9. ESTRUTURA DE APOIO
- 10. MARCAÇÃO DOS TERMINAIS EXTERNOS AT
- 11. MARCAÇÃO DOS TERMINAIS EXTERNOS BT
- 12. LUVA 1/2" COM PLUG

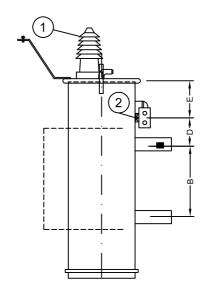
TENSÃO MAXIMA DO EQUIPAMENTO		15	5kV	24,2 kV			
		P ≤ 37,5	P > 37,5	P ≤ 37,5	P > 37,5		
00740	Α	1.200	1.400	1.300	1.700		
COTAS C		800	900	800	900		
	L		1.000	900	1.000		
COTAS MÍNIMAS	G	50	50	50	50		
	E	100	100	100	100		
TOLERÂNCIA ± 2%	D	120	150	120	150		
	В	200	400	200	400		

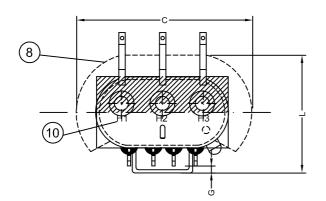
NOTAS:

- 1 DIMENSÕES EM MILÍMETROS
- 2 FIGURA ORIENTATIVA
- 3 P = POTÊNCIA EM kVA
- 4 OS TRANSFORMADORES CLASSE 15kV, FORNECIDOS À ENERGISA SERGIPE, DEVEM POSSUIR BUCHAS PRIMÁRIAS CLASSE 25kV









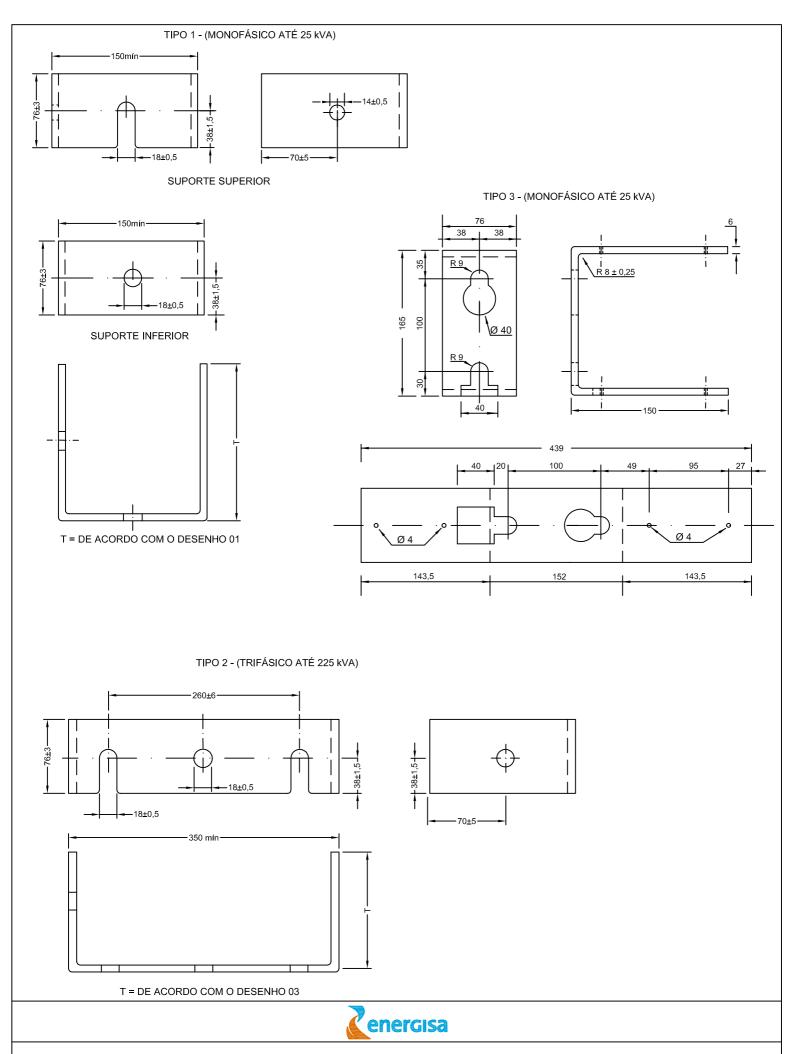
- 1. BUCHA DE ALTA TENSÃO
- 2. BUCHAS DE BAIXA TENSÃO
- 3. ALÇA DE SUSPENSÃO
- 4. SUPORTE PARA FIXAÇÃO AO POSTE
- 5. COMUTADOR EXTERNO
- 6. PLACA DE IDENTIFICAÇÃO
- 7. DISPOSITIVO DE ATERRAMENTO
- 8. RADIADORES
- 9. ESTRUTURA DE APOIO
- 10. MARCAÇÃO DOS TERMINAIS EXTERNOS AT
- 11. MARCAÇÃO DOS TERMINAIS EXTERNOS BT
- 12. LUVA 1/2" COM PLUG

TENSÃO MAXIMA DO EQUIPAMENTO			15 kV		24,2 kV				
		P ≤ 45 45 < P ≤ 150		P > 150	P ≤ 45	45 < P ≤ 150	P > 150		
00740	Α	1.300	1.300	1.800	1.600	1.600	2.000		
COTAS MÁXIMAS	С	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		
	E	100	100	100	100	100	100		
TOLERÂNCIA ± 2%	D	120	150	150	120	150	150		
	В	200	400	400	200	400	400		

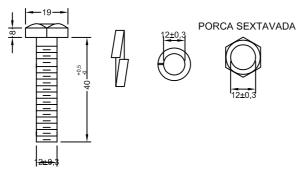
NOTAS:

- 1 DIMENSÕES EM MILÍMETROS
- 2 FIGURA ORIENTATIVA
- 3 P = POTÊNCIA EM kVA
- 4 OS TRANSFORMADORES CLASSE 15kV, FORNECIDOS À ENERGISA SERGIPE, DEVEM POSSUIR BUCHAS PRIMÁRIAS CLASSE 25kV





ARRUELA DE PRESSÃO



NOTAS:

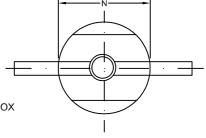
MATERIAL: LATÃO FORJADO

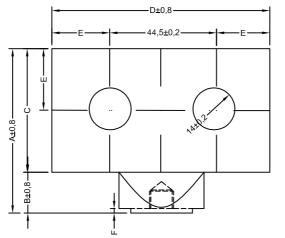
CONDUTIVIDADE: MÍNIMO 25% IACC A 25°C

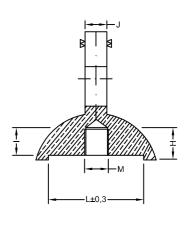
PROTEÇÃO SUPERFICIAL: ESTANHADO COM CAMADA MÍNIMA DE 8µm OU AÇO INOX

ROSCA COMPLETA NO PINO TIPO M12

MEDIDAS EM mm QUANTIDADE: 02 un







DENOMINAÇÃO	POTÊNCIA (kVA)		DIMENSÕES												
TERMINAL	1 Ø	3 Ø	Α	В	С	D	Е	F	G	Н	1	J	L	М	N
1,3 / 160	5/10/15/25	15/30/45	50	20	30	74,5	15	5	20	10	12	6	25	M10	35
1,3 / 400	-	75/112,5	81	31	50	94,5	25	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

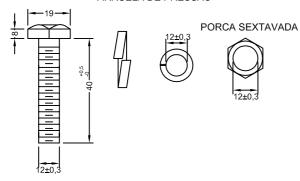
TOLERÂNCIA: EM MEDIDAS SEM INDICAÇÃO DE TOLERÂNCIA, ADMITIR ± 1%

CARACTERISTICAS 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:

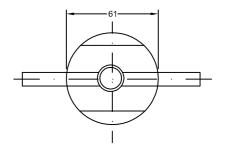
MATERIAL: LATÃO FORJADO

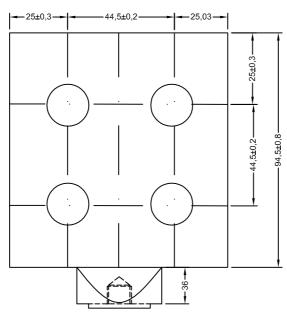
CONDUTIVIDADE: MÍNIMO 25% IACC A 25°C

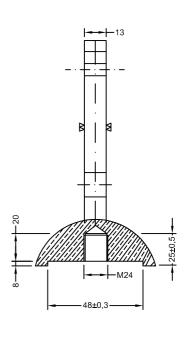
PROTEÇÃO SUPERFICIAL: ESTANHADO COM CAMADA MÍNIMA DE 8 µm OU AÇO INOX

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

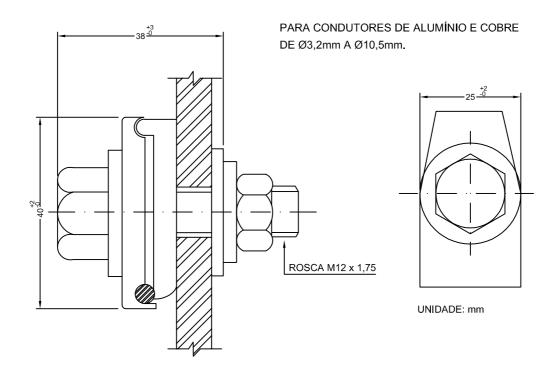
ROSCA MÉTRICA, CONFORME NBR 6161

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

CARACTERISTICAS 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

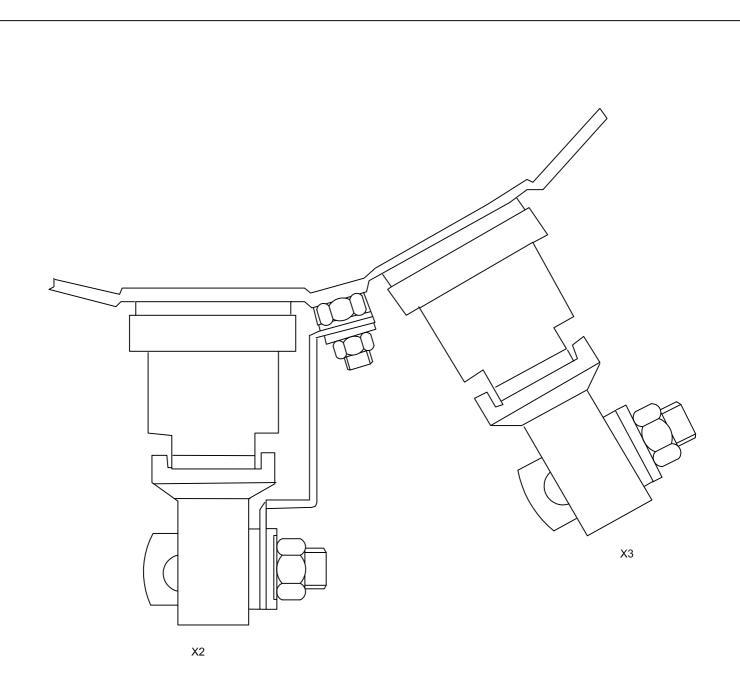




LAGENDA

- 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;
- 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)

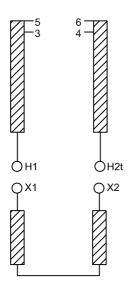
8. ARRUELA DE PRESSÃO M8



TRANSFORMADOR MONOFÁSICO

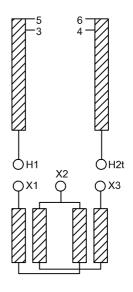
2 BUCHAS

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



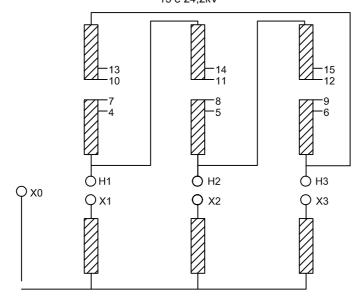
3 BUCHAS

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

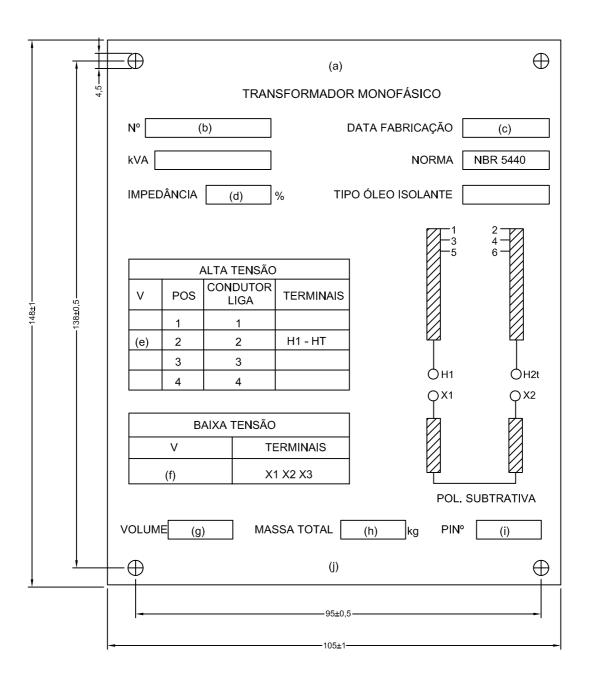


TRANSFORMADOR TRIFÁSICO

DIAGRAMA FASORIAL Dyn1 15 e 24,2kV

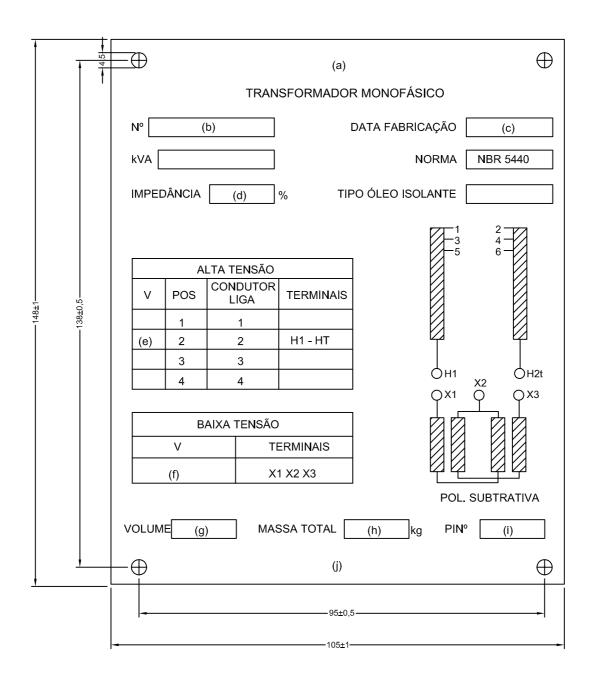






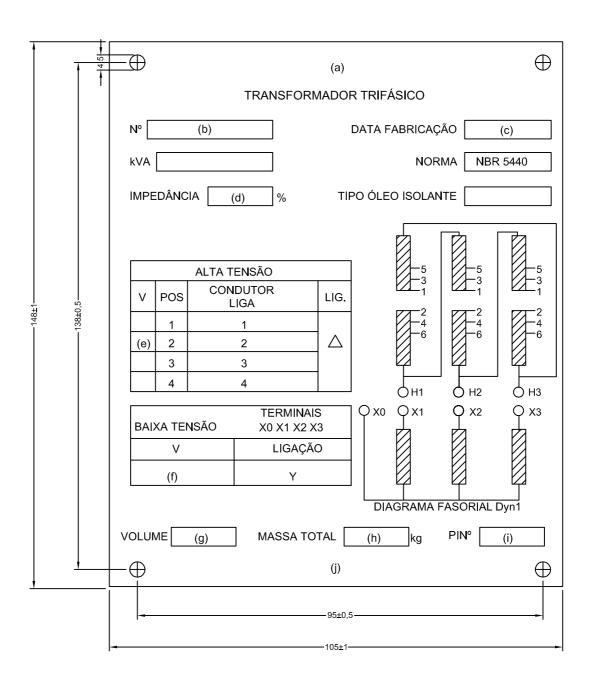
- a. NOME E DEMAIS DADOS DO FABRICANTE E LOCAL DE FABRICAÇÃO;
- b. NÚMERO DE SÉRIE DE FABRICAÇÃO;
- c. MÊS (TRÊS PRIMEIRAS LETRAS) E ANO DE FABRICAÇÃO;
- d. TENSÃO DE CURTO-CIRCUITO EM PERCENTAGEM;
- e. TENSÕES NOMINAIS DE AT,
- f. TENSÃO NOMINAL DE BT;
- g. VOLUME TOTAL DO LÍQUIDO ISOLANTE DO TRANSFORMADOR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





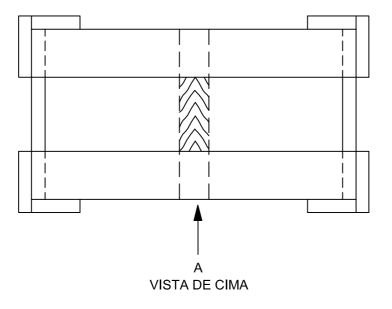
- a. NOME E DEMAIS DADOS DO FABRICANTE E LOCAL DE FABRICAÇÃO;
- b. NÚMERO DE SÉRIE DE FABRICAÇÃO;
- c. MÊS (TRÊS PRIMEIRAS LETRAS) E ANO DE FABRICAÇÃO;
- d. TENSÃO DE CURTO-CIRCUITO EM PERCENTAGEM;
- e. TENSÕES NOMINAIS DE AT,
- f. TENSÃO NOMINAL DE BT;
- g. VOLUME TOTAL DO LÍQUIDO ISOLANTE DO TRANSFORMADOR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

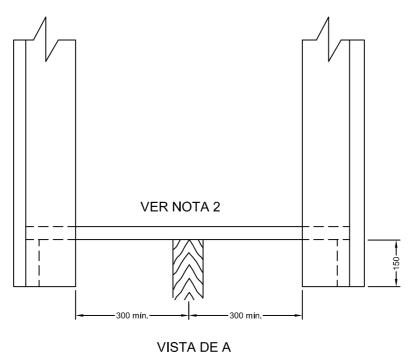




- a. NOME E DEMAIS DADOS DO FABRICANTE E LOCAL DE FABRICAÇÃO;
- b. NÚMERO DE SÉRIE DE FABRICAÇÃO;
- c. MÊS (TRÊS PRIMEIRAS LETRAS) E ANO DE FABRICAÇÃO;
- d. TENSÃO DE CURTO-CIRCUITO EM PERCENTAGEM;
- e. TENSÕES NOMINAIS DE AT,
- f. TENSÃO NOMINAL DE BT;
- g. VOLUME TOTAL DO LÍQUIDO ISOLANTE DO TRANSFORMADOR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



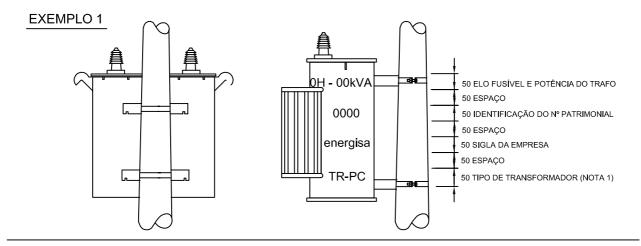




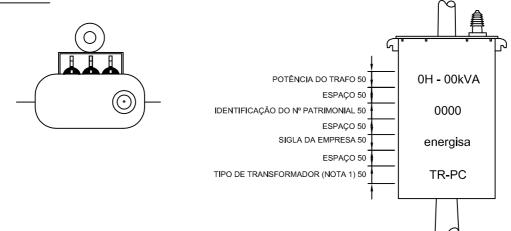
NOTAS

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

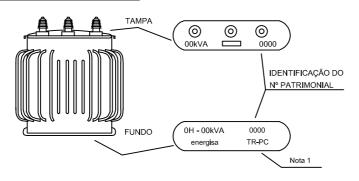




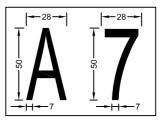
EXEMPLO 2



EXEMPLO 3 (ESPECÍFICO)



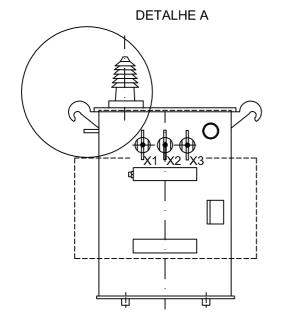
MODELO DAS LETRAS E N°S (COR PRETA)

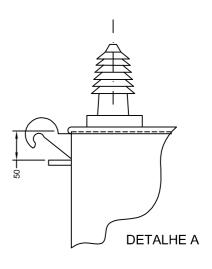


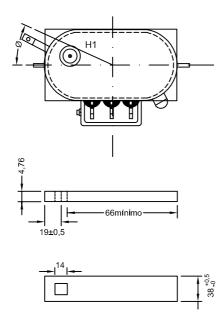
NOTAS

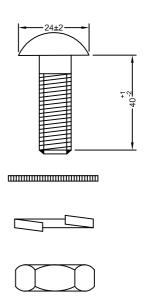
- 1. O TIPO DE TRANSFORMADOR SERÁ IDENTIFICADO DA SEGUINTE FORMA
 - TRANSFORMADORES COM PERDAS CAPITALIZADAS TR-PC
 - · TRANSFORMADORES COM NÚCLEO AMORFO TR-NA
- 2. O FABRICANTE OPTANDO PELO EXEMPLO 3, AS INFORMAÇÕES DA TAMPA E DO FUNDO, DEVEM SER COINCIDENTESE, OBRIGATÓRIAS NOS DOIS LOCAIS. PORÉM, NA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







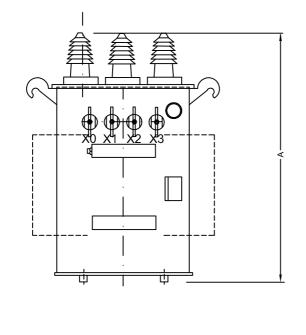


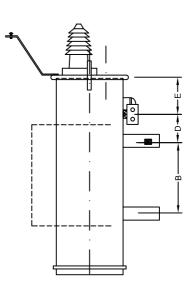


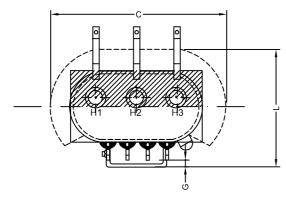
NOTA

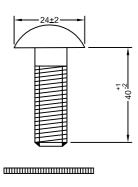
- 1. PARAFUSO DE CABEÇA ABAULADA, PESCOÇO QUADRADO, AÇO CARBONO, CLASSE 3.6, PROTEÇÃO SUPERFICIAL ZINCAGEM POR IMERSÃO A QUENTE.
- 2. ARRUELA DE ESTRIAS
- 3. ARRUELA DE PRESSÃO
- 4. PORCA QUADRADA OU SEXTAVADA
- 5. SUPORTE PARA FIXAÇÃO DE PÁRA-RAIOS DIMENSÕES EM MILÍMETROS

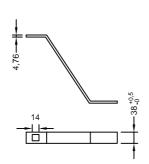


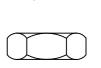








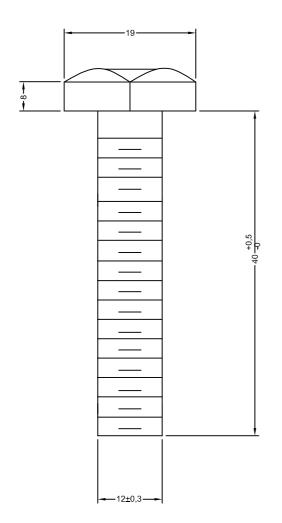




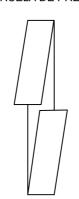
NOTA

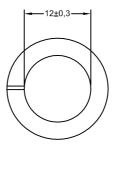
- 1. PARAFUSO DE CABEÇA ABAULADA, PESCOÇO QUADRADO, AÇO CARBONO, CLASSE 3.6, PROTEÇÃO SUPERFICIAL ZINCAGEM POR IMERSÃO A QUENTE.
- 2. ARRUELA DE ESTRIAS
- 3. ARRUELA DE PRESSÃO
- 4. PORCA QUADRADA OU SEXTAVADA
- 5. SUPORTE PARA FIXAÇÃO DE PÁRA-RAIOS DIMENSÕES EM MILÍMETROS



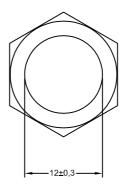


ARRUELA DE PRESSÃO





PORCA SEXTAVADA



NOTAS:

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

CONDUTIVIDADE: MÍNIMO 25% IACC A 25°C

ROSCA COMPLETA NO PINO TIPO M12.

MEDIDAS EM mm

