	Tipo de Documento: Padrão Técnico
	Área de Aplicação: Distribuição
	Título do Documento: Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal
UN Distribuição	

SUMÁRIO

1- OBJETIVO

2- NORMAS E/OU DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

- 2.1 - Normas ABNT
- 2.2 – Normas Internacionais
- 2.3 – Normas relativas à classificação dos óleos isolantes
- 2.4 – Normas da CPFL

3- DEFINIÇÕES


4- CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS

- 4.1-Potências Nominais
- 4.2-Tensão Máxima de Operação do Equipamento
- 4.3-Derivações e Relações de Tensões
- 4.4-Tensão de Despacho
- 4.5- Níveis de Isolamento
- 4.6- Frequência Nominal
- 4.7- Deslocamento Angular e Diagrama Vetorial
- 4.8- Perdas, Correntes de Excitação e Impedância de Curto-Circuito
- 4.9- Efeitos de Curto-Circuito
- 4.10-Tipo de Resfriamento
- 4.11- Limites de Elevação de Temperatura
- 4.12- Níveis de Ruído
- 4.13- Nível de Descargas Parciais
- 4.14- Óleo Isolante
- 4.15 Pintura

5- CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

- 5.1- Dimensões, Pesos e Localizações dos Componentes
- 5.2- Tanque
- 5.3- Compartimentos
- 5.4- Tampa
- 5.5- Base
- 5.6- Fechos de Compartimento
- 5.7- Guarnições
- 5.8- Materiais Isolantes
- 5.9- Óleos Isolantes
- 5.10 – Acabamento
 - 5.10.1- Pintura Interna
 - 5.10.2- Pintura Externa
 - 5.10.3- Certificados da Pintura

N.Documento: 3916	Categoria: Instrução	Versão: 1.0	Aprovado por: Ronaldo Antônio Roncolato	Data Publicação: 18/06/2003	Página: 1 de 53
----------------------	-------------------------	----------------	--	--------------------------------	--------------------

	Tipo de Documento:	Padrão Técnico
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal
UN Distribuição		

- 5.11- Zincagem
- 5.12- Núcleo
- 5.13- Enrolamentos e Isolamentos
- 5.14- Método de Secagem da Parte Ativa
- 5.15- Fixação da Parte Ativa
- 5.16- Condutores e Terminais
- 5.17- Ferragens
- 5.18- Dispositivos de proteção
 - 5.18.1- Geral
 - 5.18.2- Fusíveis de expulsão
 - 5.18.3- Baionetas
 - 5.18.4- Fusíveis limitadores de corrente
 - 5.18.5- Fusíveis recomendados
- 5.19- Buchas
- 5.20- Flange para Buchas em Epóxi
- 5.21- Conector terminal
- 5.22- Terminal de Neutro
- 5.23- Terminal para aterramento

6- ACESSÓRIOS

- 6.1- Comutador de derivações
- 6.2- Válvula Globo para Drenagem do Óleo Isolante
- 6.3- Bujão para Enchimento do Óleo Isolante
- 6.4- Termômetro Tipo Mostrador para Óleo Isolante
- 6.5- Válvula de Alívio de Pressão
- 6.6- Indicador de Nível de Óleo Isolante
- 6.7- Manômetro Tipo Mostrador para Gás Inerte
- 6.8- Dispositivo para Enchimento de Gás Inerte
- 6.9- Meios para Suspensão da Parte Ativa e do Transformador
- 6.10- Placa de Identificação
- 6.11- Placa de advertência interna
- 6.12- Placa de advertência externa

7- MARCAÇÕES DO TRANSFORMADOR


- 7.1- Marcação Interna
- 7.2- Marcação Externa

8- TRANSPORTE

ANEXO A: TABELAS

ANEXO B: FIGURAS

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
3916	Instrução	1.0	Ronaldo Antônio Roncolato	18/06/2003	2 de 53

	Tipo de Documento:	Padrão Técnico
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal
UN Distribuição		

1- OBJETIVO

Esta padronização estabelece as características elétricas e mecânicas dos transformadores em pedestal trifásicos, aplicáveis em redes de distribuição nas tensões primárias até 24,2kV e nas tensões secundárias usuais, com enrolamentos de cobre, imersos em líquidos isolante com resfriamento natural, das concessionárias de energia CPFL - Paulista e CPFL - Piratininga.


2- NORMAS E/OU DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Na aplicação desta padronização pode ser necessário consultar a Especificação Técnica GED 3797 e as normas apresentadas a seguir.

2.1- Normas da ABNT

- NB - 108-1 - Recebimento, instalação e manutenção de transformadores de potência para distribuição imersos em óleo isolante;
- MB 101 - Método de ensaio para determinação do índice de neutralização de produto de petróleo;
- NBR 5040 - Fio de cobre de seção circular, esmaltado ou não, recoberto com papel classe térmica 90°C ou 105°C, se impregnado - Especificação;
- NBR 5356 - Transformadores de potência - Especificação;
- NBR 5380 - Transformador de potência - Método de ensaio;
- NBR 5405 - Materiais isolantes sólidos - Determinação da rigidez dielétrica sob frequência industrial - Método de ensaio;
- NBR 5437 - Bucha para transformador sem conservador de óleo - Tensão nominal 1,3 kV - 160 A, 400 A e 800 A - Dimensões;
- NBR 5458 - Transformador de potência - Terminologia;
- NBR 5755 - Líquidos isolantes - Determinação de água - Método Karl Fischer - Método de ensaio
- NBR 5906 - Chapas finas a quente de aço-carbono para estampagem - Especificação;
- NBR 5915 - Chapas finas a frio de aço-carbono para estampagem - Especificação;
- NBR 6323 - Aço ou ferro fundido - Revestimento de zinco por imersão à quente - Especificação;
- NBR 6234 - Óleo-água - Determinação de tensão interfacial - Método de ensaio;
- NBR 6648 - Chapas grossas de aço-carbono para uso estrutural - Especificação;
- NBR 6649 - Chapas finas a frio de aço-carbono para uso estrutural - Especificação;
- NBR 6650 - Chapas finas a quente de aço-carbono para uso estrutural - Especificação;
- NBR 6663 - Requisitos gerais para chapas finas de aço-carbono e aço de baixa liga e alta resistência - Padronização;
- NBR 6664 - Requisitos gerais para chapas grossas de aço-carbono e aço de baixa e alta resistência - Padronização;

N.Documento: 3916	Categoria: Instrução	Versão: 1.0	Aprovado por: Ronaldo Antônio Roncolato	Data Publicação: 18/06/2003	Página: 3 de 53
----------------------	-------------------------	----------------	--	--------------------------------	--------------------

	Tipo de Documento:	Padrão Técnico
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal
UN Distribuição		

- NBR 6869 - Líquidos isolantes elétricos - Determinação da rigidez dielétrica (eletrodo de disco) - Método de ensaio;
- NBR 6992 - Fios de cobre de seção retangular, recoberto com papel classe térmica 90°C ou 105°C se impregnado - Especificação;
- NBR 7034 - Materiais isolantes elétricos - Classificação térmica - Classificação;
- NBR 7148 - Petróleo e derivados - Determinação da densidade - Método do densímetro - Método de ensaio;
- NBR 7277 - Transformadores e reatores - Determinação do nível de ruído - Método de ensaio;
- NBR 9119 - Produtos laminados planos de aço para fins elétricos de grão orientado - Especificação;
- NBR 9369 - Transformadores subterrâneos - Padronização;
- NBR 11003 - Tintas - Determinação da aderência - Método de ensaio;
- NBR 11888 - Bobinas finas e chapas finas de aço-carbono e de aço de baixa liga e alta resistência - Requisitos gerais - Especificação;
- NBR 12134 - Óleo mineral isolante - Determinação do teor de 2,6-di-terciário-butil paracresol - Método de ensaio.
- NBR 12457 - Dispositivo de alívio de pressão para transformadores de potência acima de 500 kVA - Padronização.

2.2 – Normas Internacionais

- SIS 05.5900 - Pictorial surface preparation standard for painting steel surfaces;
- ASTM D 4059 - Analysis of polychlorinated biphenil in mineral insulating oils by chromatography;
- ASTM D 924 - Test method for dissipation factor (or power factor) and relative permittivity (dielectric constant) of electrical insulating liquids;
- ASTM D 2668 - Test method for 2,6-ditertiary-butyl para-cresol and 2,6-ditertiary-butyl phenol in electrical oil by infrared absorption;
- ASTM D 3455 - Test method for compatibility of construction materials with electrical insulating oil of petroleum origin;
- ASTM D 4059 - Standard method for analysis of polychlorinated biphenyls in mineral insulating oils by gas chromatography;
- IEC 247 - Measurement of relative permittivity dielectric dissipation factor and d.c. resistivity of insulating liquids;


2.3 – Normas relativas à classificação dos óleos isolantes

- Resolução nº 9 de 01/11/88 e Regulamento Técnico CNP 06 / 79 - Revisão 2, do Conselho Nacional de Petróleo;
- Portaria nº 46 de 02/12/94 e Regulamento Técnico DNC - 03 / 94.

2.4 – Normas da CPFL

- GED 4009 - Fusível de Expulsão para Baioneta de Transformador em Pedestal (S)
- GED 922 - Cadeado com Chave Distribuição

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
3916	Instrução	1.0	Ronaldo Antônio Roncolato	18/06/2003	4 de 53

	Tipo de Documento:	Padrão Técnico
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal
UN Distribuição		

GED - Acessórios isolados desconectáveis para cabos de potência para tensões de 15 kV a 35 kV – Especificação.

Nota: As abreviações acima referem-se à:

NBR - norma brasileira da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT;
 ASTM - American National Standards Institute;
 IEC - International Electrical Commission;
 SIS - Swedish Standard Institution.

3- DEFINIÇÕES

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

Transformador em pedestal: Transformador selado para utilização ao tempo, montado sobre uma base de concreto, com compartimentos blindados para conexão de cabos de média e de baixa tensão.

Observação para simplificação desta norma o termo "transformador trifásico em pedestal" será designado apenas por "transformador".

4- CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS

4.1- Potências Nominais

As potências nominais padronizadas dos transformadores, para uma elevação de temperatura do enrolamento de 55°C, são: 75, 150, 300 e 500 kVA.

4.2-Tensão Máxima de Operações do Equipamento

As tensões (eficazes) máximas de operação dos transformadores são as seguintes: 15 kV (circuitos primários operando com tensões nominais de 11,9 e 13,8 kV) e 24,2kV (circuitos primários operando com tensão nominal de 23 kV).

4.3-Derivações e Relação de Tensão

As derivações e relações de tensões dos transformadores submersíveis trifásicos devem ser conforme a tabela 1 (Anexo A), sendo as ligações no primário em triângulo (Δ) e no secundário em estrela (Y).


4.4- Tensão de Despacho

Os transformadores, quando não especificados no pedido, devem ser fornecidos conectados na derivação de 13.800 V (tensão máxima 15 kV) e 23.100 V (tensão máxima 24,2 kV).

4.5- Níveis de Isolamento

Os níveis de isolamento dos transformadores estão indicados na tabela 2 (Anexo A).

N.Documento: 3916	Categoria: Instrução	Versão: 1.0	Aprovado por: Ronaldo Antônio Roncolatto	Data Publicação: 18/06/2003	Página: 5 de 53
----------------------	-------------------------	----------------	---	--------------------------------	--------------------

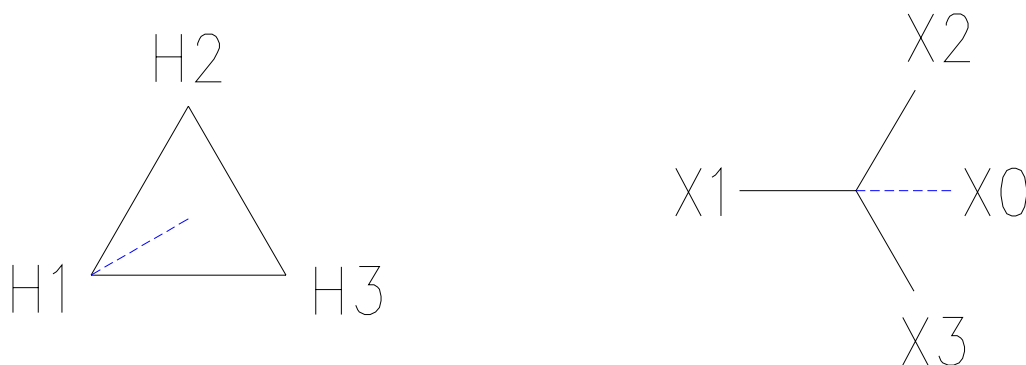
	Tipo de Documento:	Padrão Técnico
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal
UN Distribuição		

4.6- Frequência Nominal

A frequência nominal é de 60 Hz.

4.7- Deslocamento Angular e Diagrama Vetorial

Os transformadores devem ter os enrolamentos primários ligados em triângulo e secundários em estrela, sendo o deslocamento angular entre eles de 30° , com fases de tensão secundária atrasadas em relação às correspondentes de tensão primária, conforme o diagrama a seguir:



Ligação Dyn 1 (triângulo - estrela)

4.8- Perdas, Correntes de Excitação e Impedância de Curto-Circuito

4.8.1- Os valores médios de perdas (excluídas as perdas inerentes aos dispositivos de proteção) e correntes de excitação do lote garantidos pelo fornecedor não devem ser superiores aos indicados na tabela 3 (Anexo A), referidos à derivação correspondente à tensão principal de tensão primária.


4.8.2- Os valores individuais não devem ultrapassar os valores garantidos nas propostas, observadas as tolerâncias especificadas na NBR 5356.

4.8.3- A impedância de curto-circuito deve corresponder aos valores prescritos na tabela 3, observadas as tolerâncias especificadas na NBR 5356, referidas a derivação principal de tensão primária.

4.9- Efeitos de Curto-Circuito

Os transformadores devem ser projetados e construídos para resistirem aos efeitos mecânicos e térmicos causados por curto-circuitos externos, sob as condições especificadas na NBR 5356.

N.Documento: 3916	Categoria: Instrução	Versão: 1.0	Aprovado por: Ronaldo Antônio Roncolato	Data Publicação: 18/06/2003	Página: 6 de 53
----------------------	-------------------------	----------------	--	--------------------------------	--------------------

	Tipo de Documento:	Padrão Técnico
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal
UN Distribuição		

4.10-Tipo de Resfriamento

Os transformadores devem ser projetados para resfriamento natural (ONAN).

4.11- Limites de Elevação de Temperatura

Os limites de elevação de temperaturas devem ser:

- a) enrolamentos (método da variação da resistência): 55°C;
- b) ponto mais quente dos enrolamentos: 65°C;
- c) óleo isolante (medido próximo a superfície): 50°C.

4.11- Nível de Tensão de Rádio-Interferência

Os níveis de tensão de rádio-interferência não devem ultrapassar os valores indicados na tabela 4 (Anexo A).

4.12- Níveis de Ruído

Os níveis de ruído não devem exceder os valores da tabela 5 (Anexo A).

4.13- Nível de Descargas Parciais

O nível máximo de descargas parciais permitido é de 300 pC.

5- CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

5.1- Dimensões, Pesos e Localização dos Componentes

As dimensões e pesos máximos dos transformadores devem estar de acordo com a figura 1 (Anexo B), que também mostra a localização dos componentes do mesmo.


5.2- Tanque

5.2.1 A construção do transformador consiste basicamente de um tanque, um compartimento de entrada dos cabos de média tensão (compartimento de média tensão) e um compartimento de saída dos cabos de baixa tensão (compartimento de baixa tensão). Estes três componentes deverão ser reunidos em uma única unidade, à prova de tempo e resistente aos agentes atmosféricos.

5.2.2 O transformador não deve possuir parafusos ou dispositivos de fechamentos (dobradiças) que possam ser removidos externamente, assim como não deve possuir aberturas que permitam a introdução de objetos estranhos tais como fios, hastes, etc.

5.2.3 O tanque deve ser de construção selada, de chapas de aço, com as espessuras mínimas indicadas na Tabela 6 (Anexo A).

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
3916	Instrução	1.0	Ronaldo Antônio Roncolato	18/06/2003	7 de 53

	Tipo de Documento:	Padrão Técnico
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal
UN Distribuição		

5.2.4- A chapa do tanque deve estar de acordo com as normas ABNT NBR 6648, NBR 6649, NBR 6650, NBR 6663, NBR 6664, no que for aplicável.

5.2.5- As chapas dos radiadores devem estar de acordo com as normas ABNT NBR 5906 e NBR 5915 e no caso de tubos, devem resistir aos ensaios previstos na norma ABNT NBR 5380.

5.2.6- O transformador não deverá possuir abertura para inspeção.

5.2.7- O tanque deve ter dimensões e formato de maneira que a pressão interna no espaço gasoso resultante de operação à potência nominal, após estabilização térmica, não exceda a 0,05 MPa (0,50 kgf/cm²).

5.2.8- O tanque deve resistir a pressão interna de 0,07 Mpa \pm 10% (0,70 \pm 10% (Kgf/cm²) sem deformação permanente e a 0,09 MPa (0,90 kgf/cm²) sem ruptura ou deslocamento de componentes do transformador e sem afetar a segurança do mesmo.

5.2.9- Na superfície interna do tanque deve ser feita a indicação do nível do líquido isolante a 25°C, através de um traço demarcatório e com a inscrição "nível" pintada em cor contrastante com a tinta de fundo. O nível deve estar disposto, no mínimo, 50 mm acima da parte viva de maior cota em relação ao fundo do tanque.

5.2.10- Todas as junções metálicas do tanque devem ser soldadas externamente ao mesmo (radiadores, fundos com laterais, etc).

5.3- Compartimentos

5.3.1- Os compartimentos de baixa e de média tensão devem ser localizados lado a lado, em uma das laterais maiores do transformador. Olhando para os compartimentos do transformador, o correspondente a baixa tensão deve estar situado à direita.

5.3.2- As paredes e as portas dos compartimentos devem ser construídas de chapas de aço com espessuras mínimas indicadas na tabela 6 (Anexo A).


5.3.3- As chapas de aço dos compartimentos devem estar de acordo com as normas ABNT NBR 6648, NBR 6649, NBR 6650, NBR 6663 e NBR 6664 no que for aplicável.

5.3.4- Os compartimentos devem possuir fundo falso, por onde devem passar os cabos de entrada e de saída destinados à ligação do transformador.

5.3.5- Os compartimentos de baixa e de média tensão devem ter portas de acesso independentes. A abertura da porta do compartimento de média tensão somente pode ser feita posteriormente a abertura da porta do compartimento de baixa tensão, através da remoção de um ou mais dispositivos de travamento. Estes dispositivos só poderão ser removidos com o uso de ferramentas.

5.3.6- Os compartimentos de baixa e de média tensão devem ser separados por uma barreira metálica removível. Esta barreira deve ser dimensionada de maneira a limitar as distâncias livres entre a mesma e os demais componentes (teto e portas do compartimento, tanque, base do transformador) em 2,5 cm.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
3916	Instrução	1.0	Ronaldo Antônio Roncolato	18/06/2003	8 de 53

	Tipo de Documento:	Padrão Técnico
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal
UN Distribuição		

5.3.7- O transformador deve ser construído de maneira a possibilitar a remoção das portas dos compartimentos após a abertura das mesmas.

5.3.8- As portas dos compartimentos de média e de baixa tensão devem permitir uma abertura mínima de 90°. Estas portas devem ter dispositivos que possibilitem:

- o seu aterramento, através de cabos ou cordoalhas de cobre estanhadas, cujas conexões permitam a remoção das portas;
- a fixação das portas na posição aberta de maneira a impedir o seu fechamento

5.3.9- As dobradiças das portas deverão ser embutidas.

5.4- Tampa

5.4.1- O transformador deve ser construído de maneira a não possibilitar a acumulação de água na parte superior da tampa, através de inclinação da mesma e, também, a penetração de água em seu interior, em condições normais de operação.

5.4.2- A tampa deve ser construída de chapa de aço com espessura indicada na tabela 6 (Anexo A).

5.4.3- A tampa e as bordas do tanque devem ser dimensionadas de forma a permitir, antes da soldagem, a colocação de grampos para possibilitar o fechamento do tanque durante os ensaios previstos para o transformador. A tampa, após a realização desses ensaios, deve ser soldada ao tanque.

5.4.4- As bordas do tanque devem medir, no mínimo, 60 mm.

5.4.5- As soldas devem ser feitas de maneira a facilitar a sua remoção, quando necessária, através de esmerilhamento ou outro processo, bem como evitar, também, a entrada de fagulhas no interior do tanque por meio de guarnição de material não inflamável que não afete e nem seja afetada pelo líquido isolante. A tampa deve ser aproximadamente 10 mm menor que a borda do tanque.

5.5- Base

5.5.1- A projeção do tanque sem radiadores e acessórios deve estar contida no contorno da base do transformador.


5.5.2- O transformador deve ser fornecido com 4 (quatro) dispositivos de fixação em sua base, que devem estar localizados externamente ao mesmo.

5.6- Fechos de Compartimento

5.6.1- O transformador deve ser fornecido com fecho de compartimento de abertura com chaves, triangulares e providos de dispositivos para fechamento (figura 2 - Anexo B) com cadeado padrão com haste de 50mm da CPFL, conforme documento GED 922.

5.6.2- Os fechos deverão estar situados no compartimento de baixa tensão.

N.Documento: 3916	Categoria: Instrução	Versão: 1.0	Aprovado por: Ronaldo Antônio Roncolato	Data Publicação: 18/06/2003	Página: 9 de 53
----------------------	-------------------------	----------------	--	--------------------------------	--------------------

	Tipo de Documento:	Padrão Técnico
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal
UN Distribuição		

5.7- Guarnições

5.7.1- O material das guarnições nas juntas com vedação deve ser aprovado pela CPFL. O fabricante deve indicar a composição básica do material utilizado e apresentar certificado de ensaios solicitados por ocasião da aprovação do transformador, fornecidos pelo sub-fornecedor ou por um instituto oficial.

5.7.2- O material usado nas guarnições não deve afetar e nem ser afetado pelo óleo isolante nas condições de operação do transformador, conforme a norma ABNT NBR 5356.

5.7.3- O projeto das juntas deve ser tal que preserve e sele as guarnições, protegendo-as contra a ação de água, dos raios solares, de ambientes corrosivos, e assegure estanqueidade ao óleo isolante e à água.

5.7.4- Todas as guarnições, quando danificadas durante o transporte, devem ser substituídas no local. O fabricante deve fornecer, sem ônus, as guarnições necessárias para colocar.

5.8- Materiais isolantes

Os materiais isolantes dos transformadores devem ser da classe A (105 °C), conforme NBR 7034.

5.9- Líquido Isolante

5.9.1- O óleo isolante a ser utilizado nos transformadores pode ser óleo mineral parafínico inibido ou naftênico, tratado com equipamento termo-vácuo, e deverá ser colocado sob vácuo no transformador.

5.8.2- O óleo parafínico (Tipo B) deve estar de acordo com a Resolução nº 09 de 01/11/88 e Regulamento Técnico CNP-06/79 - Revisão 2, inibido com $(0,3 \pm 0,03)\%$ de DBPC (2,6-di-terciário-butil paracresol) em massa.

5.9.3- O óleo naftênico (Tipo A) deve estar de acordo com a Portaria nº 46 de 02/12/94 e Regulamento Técnico DNC-03/94.

5.9.4- Em ambos os casos, o teor de PCB no óleo isolante não deve ser detectável, quando for ensaiado conforme a norma ASTM D 4059.


5.10- Acabamento

5.10.1- Pintura Interna

a) preparação da superfície: logo após a fabricação do tanque, as impurezas devem ser removidas através de processo adequado.

b) tinta de fundo: deve ser aplicada base antiferruginosa na cor branca que não afete e nem seja afetada pelo óleo isolante, com espessura mínima de 40 µm.

N.Documento: 3916	Categoria: Instrução	Versão: 1.0	Aprovado por: Ronaldo Antônio Roncolatto	Data Publicação: 18/06/2003	Página: 10 de 53
----------------------	-------------------------	----------------	---	--------------------------------	---------------------

	Tipo de Documento:	Padrão Técnico
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal
UN Distribuição		

c) deve haver compatibilidade da tinta com o óleo isolante, conforme a norma ABNT NBR 5356.

5.10.2- 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 2½ da norma SIS 05-9000, enquanto não existir norma nacional equivalente.

b) tinta de fundo: deve ser aplicada base com primer epoxi-poliamida / óxido de ferro bicomponente, com espessura seca total mínima de 80 µm;

c) tinta de acabamento: deve ser aplicado esmalte poliuretano alifático bicomponente, com espessura seca total mínima de 70 µm, na cor verde (PETROBRÁS), notação Munsell 2,5 G 4/8, devendo suportar os ensaios previstos em norma específica e o ensaio de resistência atmosférica úmida da norma NBR 9369. Deve apresentar grau de aderência 5B, quando ensaiado de acordo com a norma NBR 11003.

5.11- Zincagem

As ferragens externas (porcas, parafusos, etc.) devem ser galvanizadas a quente conforme norma ABNT NBR 6323.

5.12- Núcleo


5.12.1- O núcleo deve ser constituído de laminados planos de aço silício para fins elétricos, de grão orientado, com envelhecimento máximo admissível de 5% conforme norma ABNT NBR 9119 e, se necessário, para garantir o isolamento entre sí, receber isolamento adicional apropriado para núcleos imersos em óleos isolantes. Não se aceita o isolamento com papel entre lâminas ou entre pacotes de lâminas. O produto laminado deve satisfazer aos ensaios prescritos na norma ABNT NBR 9119.

5.12.2- As lâminas devem ser presas no lugar por uma estrutura apropriada que sirva como meio de centrar e firmar no tanque o conjunto núcleo - bobina, de tal modo que o mesmo não tenha movimento em quaisquer direções. Esta estrutura deve também propiciar a retirada do conjunto do tanque. Não são permitidas culatras de madeira para prensagem do núcleo.

5.12.3- O núcleo deve ser aterrado à culatra através de um único ponto, por meio de uma fita de cobre. A culatra deve ter ligação elétrica para o tanque de modo que o aterramento da parte ativa seja eficaz. Alternativamente, o núcleo pode ser aterrado diretamente ao tanque por meio de uma única fita de cobre.

5.12.4- Todos os componentes responsáveis pela estrutura da parte ativa (tirantes, culatras, etc) devem receber a devida atenção, no sentido de eliminar a ocorrência de tensões induzidas indesejáveis e minimizar a circulação de correntes parasitas pelos mesmos, mediante, por exemplo, o aterramento adequado de componentes metálicos.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
3916	Instrução	1.0	Ronaldo Antônio Roncolato	18/06/2003	11 de 53

	Tipo de Documento:	Padrão Técnico
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal
UN Distribuição		

5.13- Enrolamentos e Isolamentos

5.13.1- Os enrolamentos de alta tensão devem ser constituídos de fios de cobre. Os enrolamentos de baixa tensão poderão ser constituídos ou de fios de cobre ou de chapas de cobre ou de alumínio.

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

5.13.3- Todos os condutores empregados nas bobinas, que tenham seção retangular, devem estar isentos de rebarbas que possam ser prejudiciais à isolação.

5.13.4- Todos os enrolamentos do transformador devem ser de isolamento total para terra, salvo estipulado em contrário por ocasião da consulta, axialmente prensados, eficaz e uniformemente em toda a volta, tanto os de tensão primária como os de tensão secundária, sem apresentar folgas ou esmagamentos. As espiras não devem apresentar variações de diâmetro ou folgas que possam facilitar os deslocamentos ou vibrações das mesmas.

5.13.5- Os materiais Isolantes e compostos de impregnação devem ser compatíveis entre si e não devem afetar nem serem afetados pelo óleo isolante, nem sofrer deterioração indevida, quando submetidos à temperatura resultante da operação do equipamento em regime contínuo de carga, necessária a uma elevação de temperatura que atinja os limites estabelecidos no item 5.8.

5.13.6- Deve ser usado papel “kraft” neutro sem impregnação ou parcialmente impregnado com epóxi de tal forma a permitir a impregnação do papel com o óleo isolante do transformador.


5.13.7- Os enrolamentos não devem ser impregnados com verniz isolante.

5.13.8- Os fios devem ser isolados somente com papel “kraft” neutro e devem estar de acordo com as normas ABNT NBR 5040 e NBR 6992, devendo também o fabricante fornecer o certificado de aprovação dos mesmos, para os seguintes ensaios:

- a) rigidez dielétrica;
- b) alongamento à ruptura;
- c) resistência elétrica;
- d) características da isolação, indicando o número de camadas, a espessura e a largura das fitas e sentido da isolação.

5.13.9- Todos os condutores terminais e derivações devem ser fixados à parte ativa de modo que os mesmos suportem ao ensaio de curto-circuito sem apresentar quaisquer deformações. As fixações mecânicas de um condutor terminal de alta tensão não devem ser apoiadas sobre quaisquer outros condutores terminais.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
3916	Instrução	1.0	Ronaldo Antônio Roncolato	18/06/2003	12 de 53

	Tipo de Documento:	Padrão Técnico
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal
UN Distribuição		

5.14- Método de Secagem da Parte Ativa

A secagem da parte ativa deve ser feita conforme o anexo da norma ABNT NB 108-1, ou outro processo comprovado, com a realização de todos os ensaios de tipo, conforme descrito na publicação técnica da CPFL GED 3824.

5.15- Fixação da Parte Ativa

A parte ativa deve ser fixada ao tanque por meio de parafusos e em quantidades tais que a mesma não se desloque, internamente ao tanque, em quaisquer direções durante o transporte armazenagem e instalação. Nos pontos de contato mecânico das ferragens da parte ativa e do tanque, a tinta deve ser removida e lixada para que se tenha bom contato elétrico, necessário ao aterramento da parte ativa. Não serão aceitas a fixação da parte ativa por meio de sapatas nas laterais do tanque, bem como o aterramento da mesma que não remova a tinta interna.

5.16- Condutores e Terminais

5.16.1- Os condutores internos e partes vivas devem ser providos de reforços adequados e instalados com comprimentos tais que possibilitem reparos. Todos os condutores terminais e os terminais de enrolamento devem ser isolados. Todas as ligações entre os condutores e os terminais de enrolamento devem ser feitas, preferencialmente, com solda forte ou, opcionalmente, através de conexões prensadas ou parafusadas, desde que estas sejam aprovadas pela CPFL.


5.16.2- Todos os furos em material isolante laminado, através dos quais devem passar condutores, devem ser embuchados com porcelana não porosa, não sendo aceitos materiais sintéticos. No caso de passagem de condutores terminais isolados através de suportes, os mesmos devem ter isolamento reforçado com espessura e comprimento adequados.

5.16.3- Os terminais de saída devem ser construídos de maneira a impedir o escapamento de óleo isolante por sifonagem ou vazamento através das buchas de porcelana.

5.16.4- As ligações entre os condutores terminais e os terminais de enrolamento de alta tensão, bem como as interligações com equipamento acoplado ao transformador, devem estar totalmente imersas no óleo isolante.

5.16.5- As buchas de parafuso central, utilizadas com terminais, devem ser projetadas levando-se em consideração o especificado no item 5.15.2. Os parafusos dos flanges das buchas, se houver, e as respectivas guarnições devem ficar no lado de fora do tanque de modo que seja possível apertar as guarnições sem remover a tampa do transformador. O fabricante deve especificar o torque de aperto tanto para as buchas do tipo parafuso central, bem como para os parafusos que fixam a bucha.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
3916	Instrução	1.0	Ronaldo Antônio Roncolatto	18/06/2003	13 de 53

	Tipo de Documento:	Padrão Técnico
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal
UN Distribuição		

5.16.6- Os condutores terminais e terminais de enrolamento devem ser fixados rigidamente à parte ativa, por meio de material sólido, não se permitindo o uso de pregos e grampos nas fixações.

5.17 - Ferragens

5.17.1- Todas as porcas e cabeças de parafusos utilizados na construção dos transformadores devem estar providas de travamento mecânico adequado, não sendo permitidas peças zincadas na parte interna do transformador.

5.17.2- Os prisioneiros das flanges das buchas, se houver, e as respectivas guarnições devem ficar do lado de fora do tanque de modo que seja possível apertar as guarnições sem remover a tampa do transformador. O fabricante deve especificar o torque de aperto para as buchas do tipo parafuso central, bem como para os parafusos que as fixam.

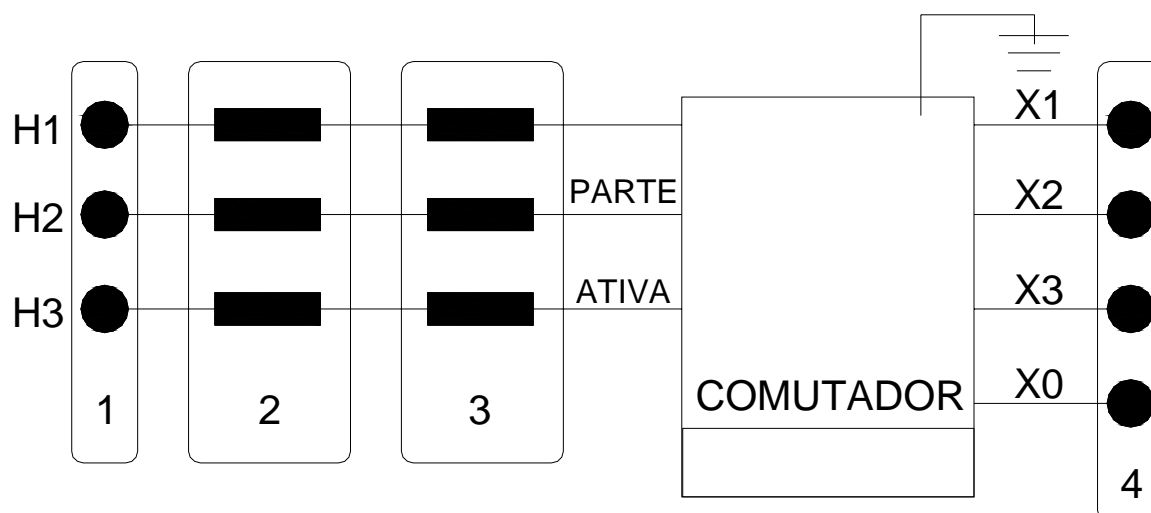
5.18- Dispositivos de proteção

5.18.1- Geral

5.18.1.1- Os transformadores deverão ser fornecidos com fusíveis do tipo expulsão, instalados em baionetas, em série com fusíveis do tipo limitador de corrente, imersos em óleo, em cada fase.


5.18.1.2- Os fusíveis de expulsão e limitadores devem ser instalados em série com o circuito de alta tensão, entre as bobinas e as buchas de AT, conforme diagrama abaixo.

Diagrama simplificado do transformador



Onde: 1 - buchas primárias;
2 - fusíveis de expulsão;
3 - fusíveis limitadores;
4 - buchas secundárias.

N.Documento: 3916	Categoria: Instrução	Versão: 1.0	Aprovado por: Ronaldo Antônio Roncolato	Data Publicação: 18/06/2003	Página: 14 de 53
----------------------	-------------------------	----------------	--	--------------------------------	---------------------

 UN Distribuição	Tipo de Documento:	Padrão Técnico
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal

5.18.1.3- Os fusíveis de expulsão, baionetas e fusíveis limitadores de corrente devem ter tensão nominal compatível com a correspondente do transformador.

5.18.2- Fusíveis de expulsão

5.18.2.1- Os fusíveis de expulsão deverão ser instalados em baionetas fixadas nas paredes do compartimento de média tensão em posição inclinada, de modo que as extremidades acessíveis externamente para instalação e retirada destes fusíveis estejam acima do nível máximo de óleo e que os elementos fusíveis de expulsão estejam totalmente imersos no óleo isolante em seu nível mínimo.

5.18.2.2- O fornecedor deverá prever espaço suficiente na construção do compartimento de média tensão que permita instalação e retirada dos fusíveis de expulsão em campo, com a respectiva porta de acesso aberta.

5.18.2.3- O fornecedor deverá prever que não ocorra, em caso de atuação dos fusíveis de expulsão, a liberação de partículas contaminantes ou condutoras para o óleo isolante.

5.18.2.4- Os fusíveis de expulsão devem ser selecionados considerando:

- a) não devem operar para correntes transitórias (corrente “inrush”), de 12 vezes a corrente nominal do transformador pelo tempo de 0,1 segundo, a uma temperatura ambiente de 35°C;
- b) fusão em 300 segundos para uma corrente de 3 a 4 vezes da nominal do transformador.

5.18.2.5- Os fusíveis de expulsão devem ser do tipo “dual current” e de acordo com a padronização CPFL número GED 4009.

5.18.2.6- Devem ser fornecidas as curvas de atuação dos fusíveis de expulsão.

5.18.3- Baionetas

5.18.3.1- As baionetas devem ser do tipo operação em carga.


5.18.3.2- As características dielétricas (tensão aplicada, nível básico de impulso, corona, tensão de radio-interferência), mecânicas (resistência, selagem) e térmicas devem ser compatíveis com o transformador.

5.18.3.3- As características de operação e interrupção das baionetas devem ser compatíveis com as condições de operação previstas para o transformador e fusíveis de expulsão.

5.18.3.4- Desenho correspondente a uma baioneta pode ser observado na figura 3 (Anexo B)

5.18.4- Fusíveis limitadores de corrente

N.Documento: 3916	Categoria: Instrução	Versão: 1.0	Aprovado por: Ronaldo Antônio Roncolato	Data Publicação: 18/06/2003	Página: 15 de 53
----------------------	-------------------------	----------------	--	--------------------------------	---------------------

	Tipo de Documento:	Padrão Técnico
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal
UN Distribuição		

5.18.4.1- Os fusíveis limitadores de corrente deverão operar imersos em óleo isolante e serem instalados em base apropriada.

5.18.4.2- Os fusíveis limitadores de corrente não devem operar para defeitos externos ao transformador (curtos nos circuitos secundários), que devem ser isolados pela atuação do fusível de expulsão.

5.18.4.3- Devem ser fornecidas as seguintes curvas dos fusíveis limitadores de corrente:

- a) mínimo tempo de fusão;
- b) máximo tempo de interrupção;
- c) máxima corrente através dos fusíveis;
- d) máxima corrente “let-thru”.

5.18.3.4- Desenho correspondente a um fusível limitador de corrente baioneta pode ser observado na figura 4 (Anexo B)

5.18.5- Fusíveis recomendados

Os fusíveis de expulsão e limitadores de correntes sugeridos para utilização nos transformadores em pedestal estão indicados no documento GED número 4009.

Nota: o fabricante do transformador deverá indicar os fabricantes dos fusíveis assim como justificar as características nominais dos mesmos (catálogos, curvas, etc).

5.19 - Buchas

5.19.1- As buchas primárias devem ser desconectável do tipo “poço” (“bushing well”), 200 A, 15/25 kV e possuir dispositivos para instalação dos grampos de fixação dos terminais desconectáveis cotovelo.


5.19.2- As buchas desconectáveis devem ser fornecidas com uma cobertura protetora e estar de acordo com a publicação técnica da CPFL GED xxxx.

5.19.3- O fabricante deve informar ao (s) fornecedor (es) das buchas desconectáveis, sendo que a CPFL reserva-se o direito de aprová-lo(s) ou não, assim como de exigir ou não os ensaios de suas buchas.

5.19.4- As buchas secundárias, em função da potência do transformador, deverão ser dos seguintes tipos:

- a) 75 kVA: bucha 1,3 kV - 400 A, terminal de ligação T2 (figura 2 da norma ABNT NBR 5437);
- b) 150 kVA: bucha 1,3 kV - 800 A, terminal de ligação T3 (figura 3 da norma ABNT NBR 5437);
- c) 300 e 500 kVA: bucha 1,3 kV - 1.875 A, conforme figura 5 (Anexo B).

N.Documento: 3916	Categoria: Instrução	Versão: 1.0	Aprovado por: Ronaldo Antônio Roncolato	Data Publicação: 18/06/2003	Página: 16 de 53
----------------------	-------------------------	----------------	--	--------------------------------	---------------------

	Tipo de Documento:	Padrão Técnico
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal
UN Distribuição		

5.19.5 - Nas flanges para fixação das buchas de tensão secundária e registros devem ser usinados rebaixos com 2 mm de profundidade para o alojamento das guarnições. A CPFL se reserva o direito de recusar o transformador no caso da inexistência desses rebaixos.

5.19.6 - As buchas do tipo parafuso central devem ser projetadas de modo a impedir que o parafuso central gire dentro da porcelana ao se apertar suas porcas de qualquer extremidade.

5.19.7- O fornecedor deverá prever os meios necessários para minimizar ao máximo a circulação de correntes parasitas na parede do tanque em torno das buchas secundárias.

5.20- Flange para Buchas em Epoxi

Os transformadores devem ser providos de flanges para fixação de buchas em epoxi, de acordo com a figura 6 (Anexo B).

5.21- Conector terminal

Os transformadores de 300 e 500 kVA devem ser fornecidos com conectores terminais (três por transformador) que possibilitem a conexão dos cabos, de acordo com as figuras 7 e 8 (Anexo B), respectivamente.

5.22- Terminal de Neutro

5.22.1- O condutor de neutro do enrolamento de tensão secundária deve ser ligado a uma barra de aço inoxidável ou cobre eletrolítico passante, soldado externamente na parede do transformador.

5.22.2- O terminal de neutro quando soldado externamente ao tanque deve estar de acordo com as figuras 9 e 10 (Anexo B) para transformadores de 75 , 150 e 300kVA e de 500 kVA, respectivamente.

5.22.3- A ligação interna deve ser facilmente desfeita através da abertura de inspeção.

5.23- Terminal para aterramento


Os transformadores devem ter, próximo a base, um terminal de aterramento no compartimento de média tensão e outro no compartimento de baixa tensão, que devem estar de acordo com a figura 11 (Anexo B).

6- ACESSÓRIOS

6.1- Comutador de derivações

6.1.1- Para mudança de derivação deve ser utilizado um comutador de derivações, com mudança simultânea nas três fases, para operação sem tensão e com

N.Documento: 3916	Categoria: Instrução	Versão: 1.0	Aprovado por: Ronaldo Antônio Roncolato	Data Publicação: 18/06/2003	Página: 17 de 53
----------------------	-------------------------	----------------	--	--------------------------------	---------------------

	Tipo de Documento:	Padrão Técnico
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal
UN Distribuição		

acionamento externo localizado no cubículo de média tensão. O comutador deve permitir a acomodação eficiente de contatos em todas as posições.

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

6.1.3- O mecanismo de operação deve permitir o travamento do comutador em qualquer uma das posições, sendo estas perfeitamente identificáveis através de marcações contrastantes com o corpo do mesmo, em conformidade com o diagrama de ligações da placa de identificação.

6.1.4- O comutador deve ser submetido à aprovação prévia da CPFL.

6.2- Válvula Globo para Drenagem do Óleo Isolante

O transformador deve ser provido de válvula globo, para ligação ao filtro prensa, utilizada para drenagem do óleo isolante, que deve estar de acordo com a figura 12 (Anexo B).

6.3- Bujão para Enchimento do Óleo Isolante

O transformador deve ser provido de bujão, para ligação ao filtro-prensa e para enchimento do óleo isolante, de acordo com a figura 13 (Anexo B).

6.4- Termômetro Tipo Mostrador para Óleo Isolante

O transformador deve ser provido de um termômetro tipo submersível, graduado de 0 a 120 °C, que possua a indicação de temperatura máxima com recurso externo para retorno, de acordo com a figura 14 (Anexo B) O termômetro deve indicar a temperatura próxima à superfície do óleo isolante.

6.5- Válvula de Alívio de Pressão

6.5.1- Os transformadores devem ser providos de um dispositivo de alívio de pressão previsto para operação a pressão positiva de $0,07 \pm 10\%$ MPa ($0,70 \pm 10\%$ Kgf/cm²) ao nível do mar. Para os transformadores de 300 e 500 kVA, o dispositivo de alívio de pressão deve ser provido de indicador mecânico de atuação tipo DAP-1, conforme norma ABNT NBR 12457, porém sem contatos elétricos.


6.5.2- O dispositivo de alívio de pressão deve ficar localizado no compartimento de baixa tensão.

6.5.3- As molas do dispositivo de alívio de pressão devem ser fabricadas em aço inox.

6.5.4- A guarnição do dispositivo de alívio de pressão deve ser de borracha nitrílica, ou material com as mesmas características desde que submetido à aprovação prévia da CPFL.

6.5.5- O dispositivo de alívio de pressão deve estar de acordo com a figura 15 (Anexo B).

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
3916	Instrução	1.0	Ronaldo Antônio Roncolatto	18/06/2003	18 de 53

	Tipo de Documento:	Padrão Técnico
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal
UN Distribuição		

6.6- Indicador de Nível de Óleo Isolante

6.6.1 - O transformador deve ser provido de indicador de nível do óleo isolante do tipo visor, de acordo com a figura 16 (Anexo B).

6.6.2 - O nível de óleo isolante a 25°C deve estar, no mínimo, 50 mm acima das partes vivas.

6.7- Manômetro Tipo Mostrador para Gás Inerte

Os transformadores devem ser providos de um manômetro tipo mostrador para gás inerte, submersível, que possua a indicação de pressão máxima, com recurso externo para o retorno do ponteiro, de acordo com a figura 17 (Anexo B).

6.8- Dispositivo para Enchimento de Gás Inerte

Os transformadores devem ser providos de dispositivos para enchimento de gás que devem estar de acordo com a figura 18 (Anexo B).

6.9- Meios para Suspensão da Parte Ativa e do Transformador

O transformador deve possuir 4 (quatro) orelhas para suspensão, permitindo o levantamento, com o líquido isolante em seu nível normal, da unidade completa ou eventualmente sem a tampa principal. As orelhas deverão estar posicionadas de maneira a não ultrapassar a borda do tanque, permitindo a remoção da tampa por esmerilhamento sem danificá-la.

6.10. Placa de Identificação

Cada transformador deve ser provido de uma placa de identificação de aço inoxidável com espessura mínima de 0,8 mm, de acordo com a figura 19 (Anexo B). A placa deve ser indelevelmente marcada e colocada do lado da tensão secundária, em posição visível e de forma que se possa realizar, da mesma posição, tanto a sua leitura quanto a dos mostradores.

6.11- Placa de advertência interna


6.11.1- O transformador deve apresentar uma placa de advertência interna, localizada na parede de montagem das buchas de média tensão, o mais próximo possível dos flanges das baionetas, conforme a figura 20 (Anexo B)

6.11.2- A placa de advertência interna deve conter orientações no sentido de evitar que os fusíveis de expulsão sejam retirados ou manipulados em carga.

6.12- Placa de advertência externa

O transformador deve apresentar uma placa de advertência externa, localizada no centro da porta do compartimento de baixa tensão, conforme a figura 21 (Anexo B).

N.Documento: 3916	Categoria: Instrução	Versão: 1.0	Aprovado por: Ronaldo Antônio Roncolato	Data Publicação: 18/06/2003	Página: 19 de 53
----------------------	-------------------------	----------------	--	--------------------------------	---------------------

 UN Distribuição	Tipo de Documento:	Padrão Técnico
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal

7- MARCAÇÕES DO TRANSFORMADOR

7.1- Marcação Interna

A marcação interna dos condutores terminais e das derivações deve ser feita de modo a permitir a identificação, de maneira permanente, da fase a que pertence.

7.2- Marcação Externa

7.2.1- Independentemente da placa de identificação, os transformadores devem estar devidamente identificados com seus respectivos números de série, gravados de forma legível e indelével no lado externo da porta do compartimento de média tensão e na parte ativa dos mesmos.

7.2.2- O número patrimonial deverá ser pintado no lado externo da porta do compartimento de média tensão do transformador. Quando não houver espaço suficiente para executar a pintura nesta posição, a mesma deverá ser executada no lado externo da porta do compartimento de baixa tensão do transformador..

7.2.3- Os números deverão ser na cor preta e nas dimensões de 60mm de altura por 50mm de largura, seguido do número de fases e da potência do transformador, conforme exemplo a seguir:

Exemplo: **xxx.xxx-3-z**

Onde:

xxx.xxx = número patrimonial seqüencial da Companhia Paulista de Força e Luz ou da Companhia Piratininga de Força e Luz.

y = número de fases, 1 para monofásico e 3 para trifásico.

z = potência do transformador.


8- TRANSPORTE

8.1 - O transformador deve ser transportado com óleo a nível normal de operação e com os acessórios protegidos adequadamente contra agentes externos.

8.2 - O transformador deve ser preenchido no embarque com nitrogênio ou ar seco, a uma pressão positiva de 0,02 MPa (0,2 kgf/cm²).

8.3 - Deve ser identificado de modo indelével, o valor da pressão e a temperatura em que foi efetuado o preenchimento, através de etiqueta fixada junto ao manômetro.

N.Documento: 3916	Categoria: Instrução	Versão: 1.0	Aprovado por: Ronaldo Antônio Roncolato	Data Publicação: 18/06/2003	Página: 20 de 53
----------------------	-------------------------	----------------	--	--------------------------------	---------------------

 UN Distribuição	Tipo de Documento: Padrão Técnico
	Área de Aplicação: Distribuição
	Título do Documento: Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal

ANEXO A: TABELAS

Tabela 1 - Derivações e Relações de Tensão para Transformadores Trifásicos

Classe Tensão (kV)	Potência (kVA)	Tensões (kV)		Código
		Primária	Secundária	
15	75	13,8/13,2/12,6/12,0/ 11,4/10,8/10,2	220/127	50000015211
	150			50000015212
	300			50000015213
	500			50000015214
24,2	75	23,1/22,0/20,9		50000015215
	150			50000015216
	300			50000015217
	500			50000015218

Nota: a derivação principal corresponde a de tensão mais elevada

Tabela 2: Níveis de isolamento dos transformadores

Tensão máxima do equipamento (kV _{eficaz})	Tensão suportável nominal à frequência industrial durante 1 minuto (kV _{eficaz})	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico pleno/cortado (kV _{crista})
1,2	10	-
15,0	34	110/121
24,2	50	125/138

Tabela 3: Valores de perdas, corrente de excitação e impedância de curto-circuito

Tensão máxima 15 kV				
Potência (kVA)	Corrente de excitação (%)	Perdas em vazio (W)	Perdas totais (W)	Impedância de curto circuito à 75°C (%)
75	3,1	330	1470	3,5
150	2,6	540	2450	3,5
300	2,2	950	4310	4,5
500	1,6	1300	6400	5,0

Tensão máxima 24,2 kV				
Potência (kVA)	Correntes de excitação (%)	Perdas em vazio (W)	Perdas totais (W)	Impedância de curto circuito à 75°C (%)
75	3,6	360	1635	4,0
150	3,0	610	2755	4,0
300	2,5	1020	4620	5,0
500	1,8	1200	6500	4,8


 UN Distribuição	Tipo de Documento: Padrão Técnico
	Área de Aplicação: Distribuição
	Título do Documento: Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal

Tabela 4: Níveis de radio-interferência


Classe de tensão (kV)	TRI máximo (μV)
15	250
24,2	650

Tabela 5: Níveis de ruído

Potência nominal do transformador (kVA)	Nível médio máximo de ruído dB(A)
75	51
150 e 300	55
500	56
750	-----

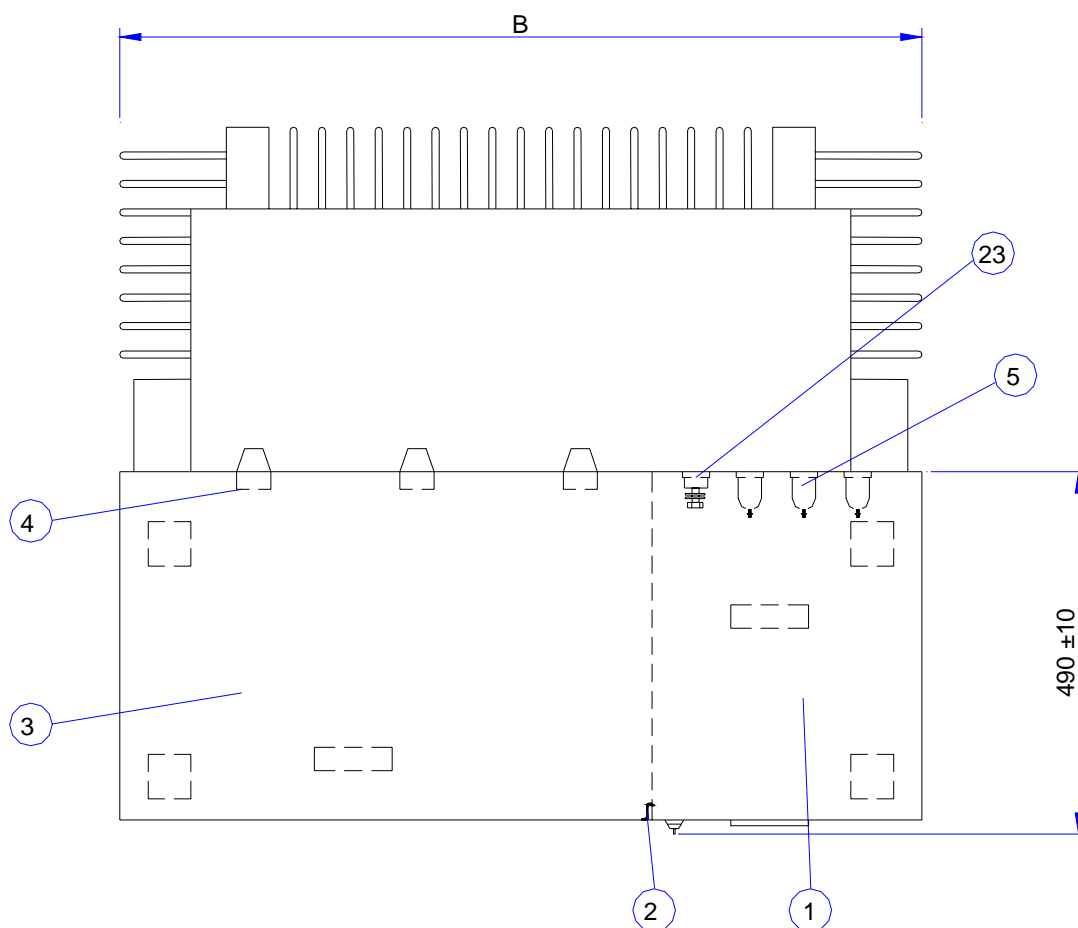
Tabela 6: Espessuras de chapas

Utilização		Espessura (mm)
tanque	paredes laterais	6,35
	tampa e fundo	9,53
radiadores	tubo	1,50
	aleta	1,20
compartimentos		2,65

 UN Distribuição	Tipo de Documento: Padrão Técnico
	Área de Aplicação: Distribuição
	Título do Documento: Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal

ANEXO B: FIGURAS

Figura 1: Transformadores de Distribuição em Pedestal Trifásicos

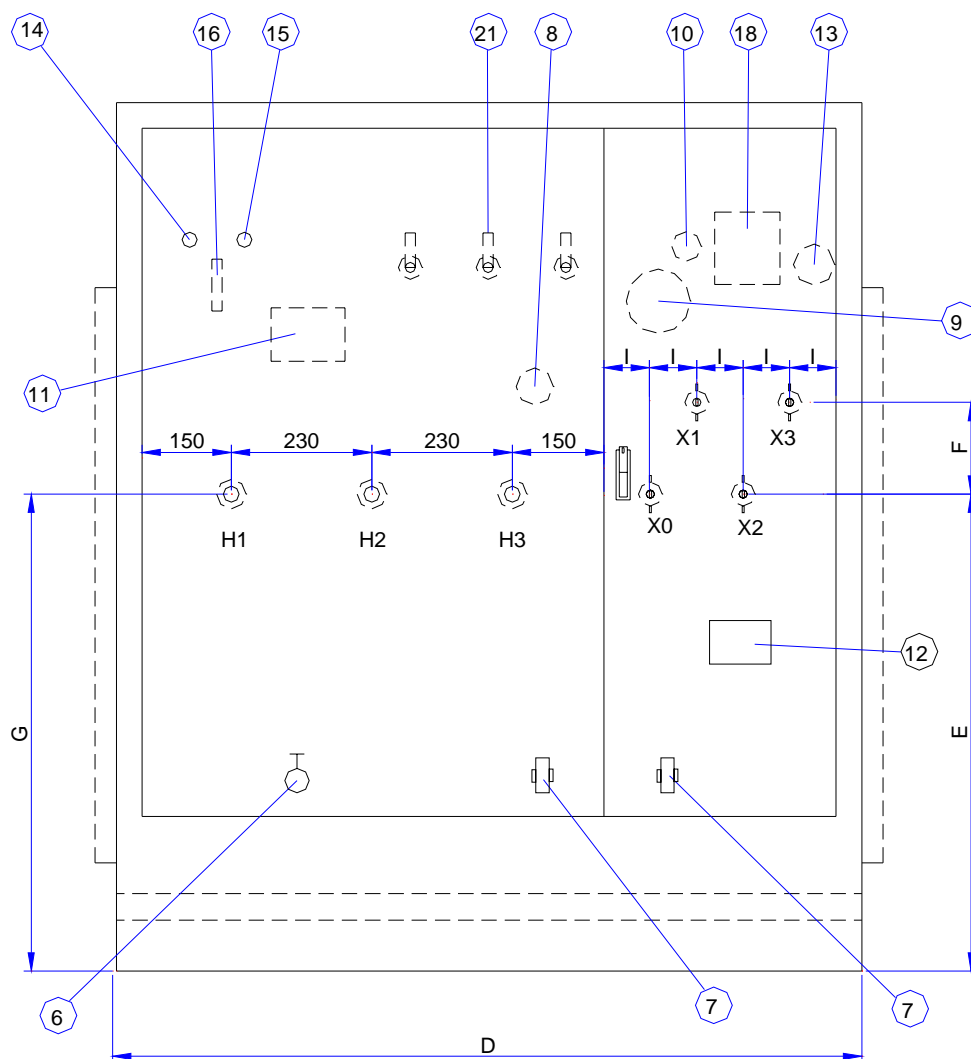


Planta

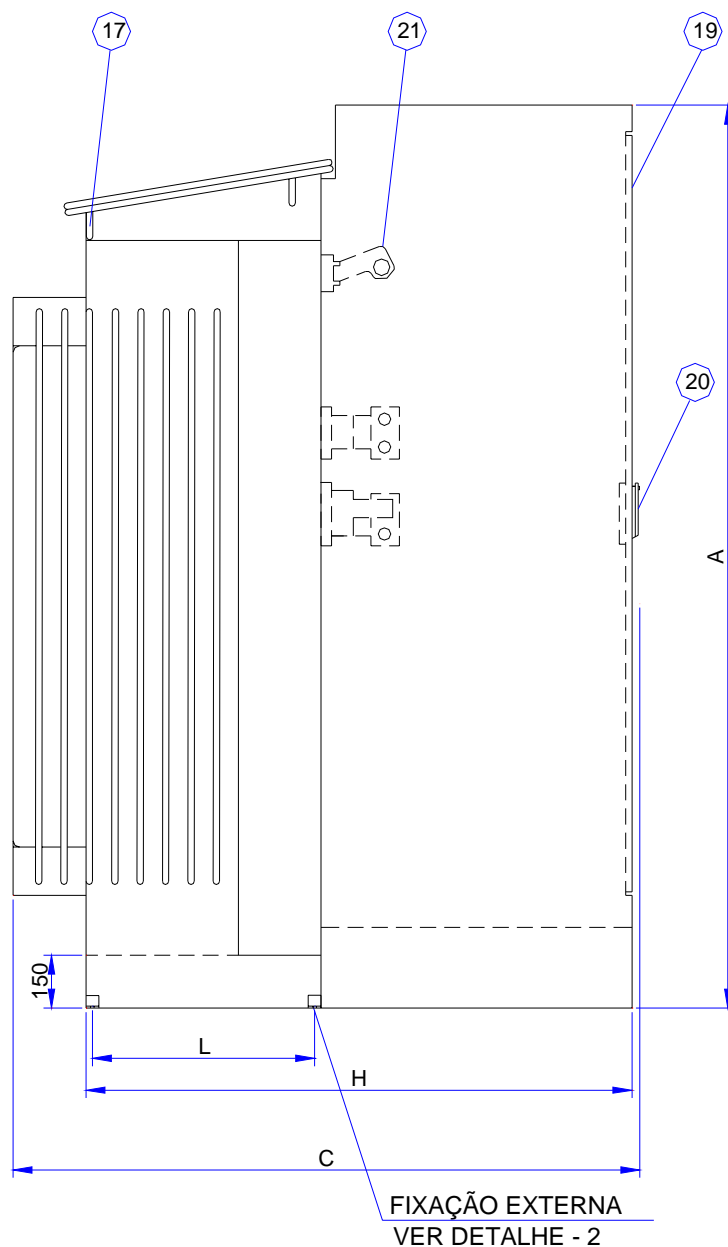
Pesos, Volume de Óleo e Dimensões dos Transformadores em Pedestais para 15kV.

kVA	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Volum e de Óleo	Massa Total
	Máx	Máx	Máx	Máx	Mín	Mín	Mín	Mín	Mín	l	(kG)
75	1420	1130	995	1225	780	150	780	840	76	250	880
150	1510	1210	1030	1225	780	150	780	870	76	295	1045
300	1700	1520	1220	1330	1020	210	980	1020	105	610	1720
500	1800	1760	1340	1330	1070	210	1070	1080	105	910	2780


Obs: As dimensões, volume de óleo e os pesos indicados na tabela 1 correspondem aos valores máximos permitidos, conforme desenhos que possuem caráter ilustrativo.

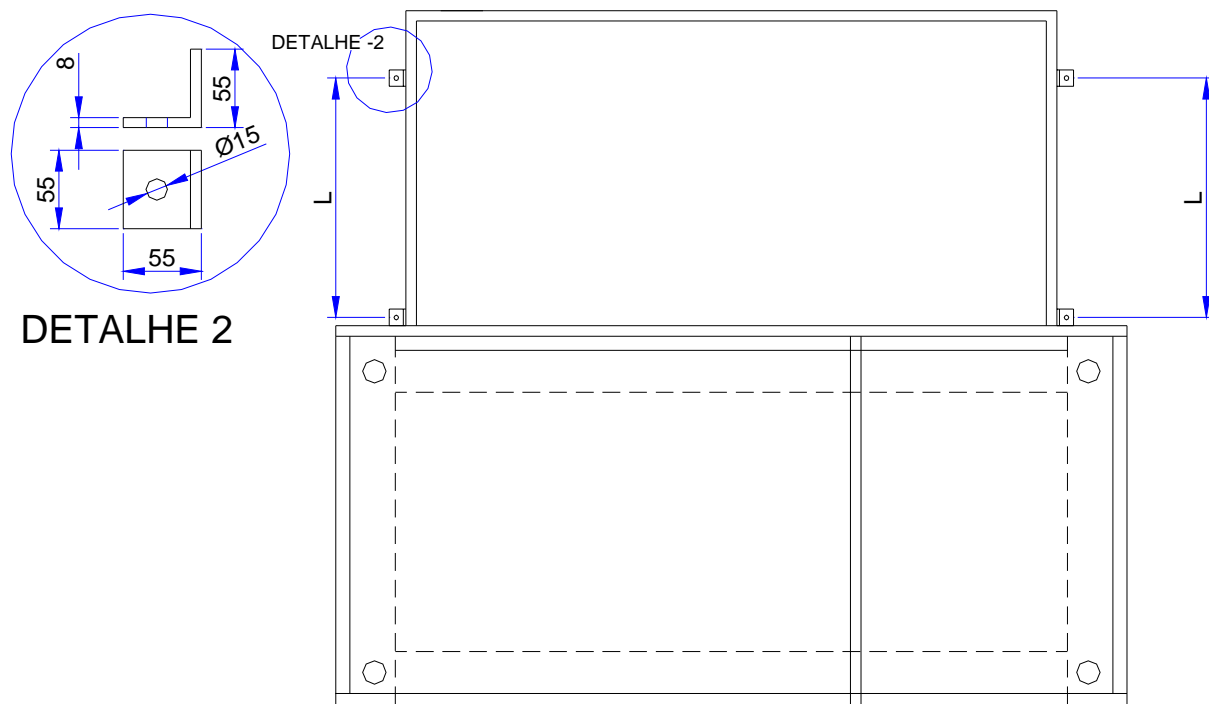


Frontal



Lateral

 UN Distribuição	Tipo de Documento: Padrão Técnico
	Área de Aplicação: Distribuição
	Título do Documento: Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal



Detalhe de Fixação Externo.

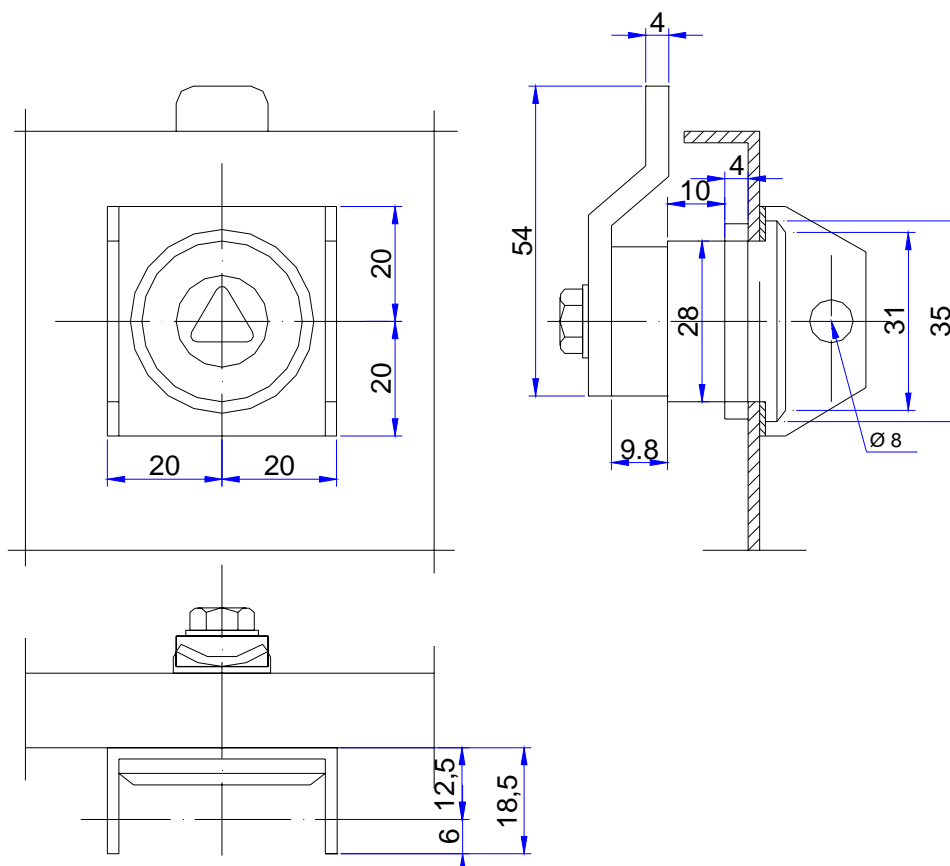
Detalhe de Fixação.

Transformador Potência (kVA)	$L \pm 10$
75	31
150	31
300	31
500	31

Relação de Materiais.

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID	QDE.	DESENHO
01	Compartimento de baixa tensão	pç	01	----
02	Sistema de trancamento do cubículo de alta tensão	pç	01	----
03	Compartimento de alta tensão	pç	01	----
04	Bucha de cavidade de inserção - alta tensão	pç	03	----
05	Bucha de baixa tensão	pç	03	75 kVA: fig. 2-NBR 5437 150 kVA: fig. 3-NBR-5437 300/500 kVA: fig. 7
06	Válvula de drenagem e retirada de amostra de óleo com bujão	pç	01	14
07	Terminal para aterramento	pç	02	13
08	Acionamento externo do comutador	pç	01	----
09	Termômetro indicador de temperatura de óleo	pç	01	16
10	Válvula de alívio de pressão	pç	01	17
11	Placa de advertência interna	pç	01	22
12	Placa de advertência externa	pç	01	23
13	Manômetro	pç	01	19
14	Válvula para enchimento de gás	pç	01	20
15	Bujão de enchimento de óleo	pç	01	15
16	Indicador tipo visor de nível de óleo	pç	01	18
17	Olhal para suspensão do transformador completo com óleo	pç	04	----
18	Placa para identificação	pç	01	21
19	Tampa do compartimento de alta tensão e baixa tensão	pç	02	----
20	Fecho do cubículo de baixa tensão	pç	02	2
21	Baioneta	pç	03	5
22	Conector terminal secundário	pç	03	300 kVA: fig. 9 500 kVA: fig. 10
23	Terminal de neutro	pç	1	75/150/300 kVA: fig. 11 500 kVA: fig. 12

Figura 2: Fecho do transformador em pedestal



NOTAS:

- 1- Material: aço inoxidável
- 2- Dimensões: em milímetros.


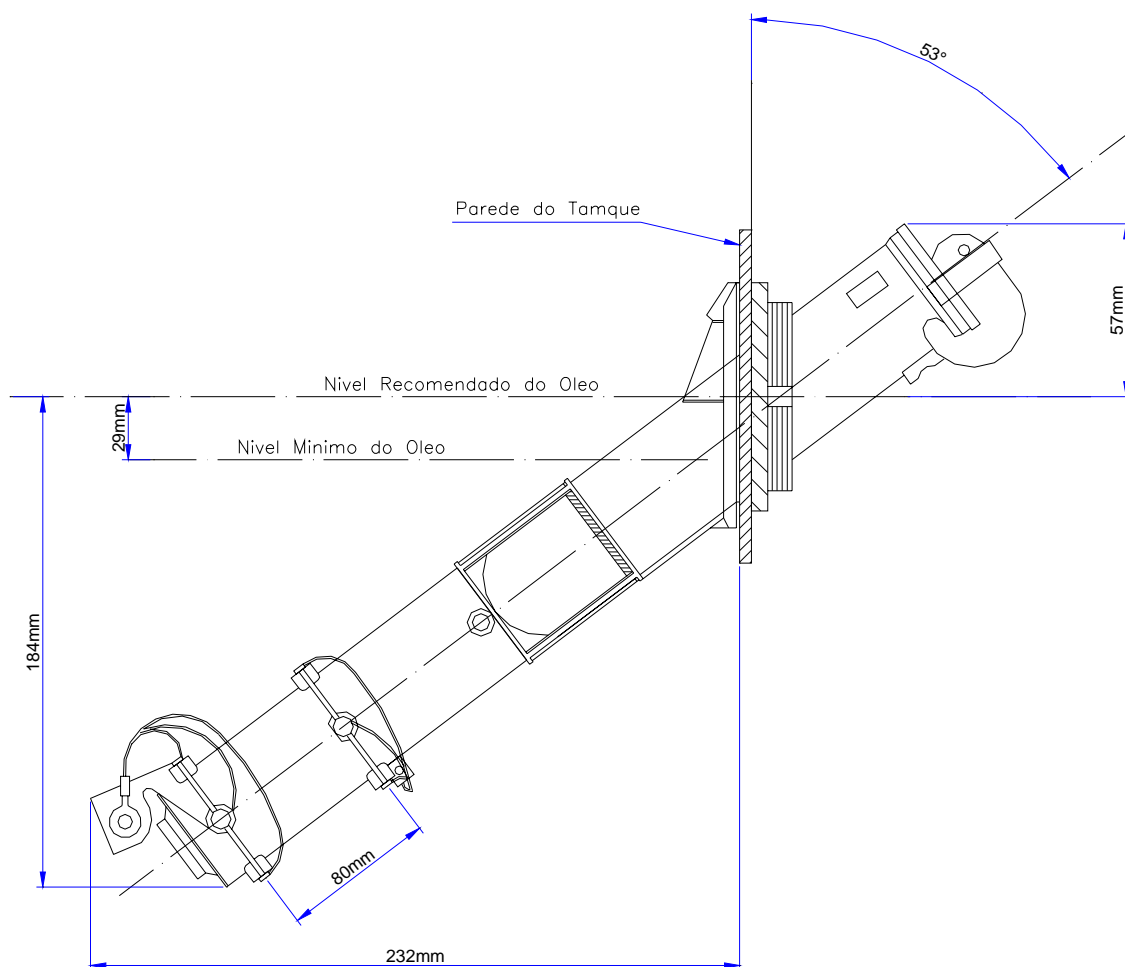
	Tipo de Documento:	Padrão Técnico
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal
UN Distribuição		

Figura 3: Baionetas para utilização em transformadores em pedestal




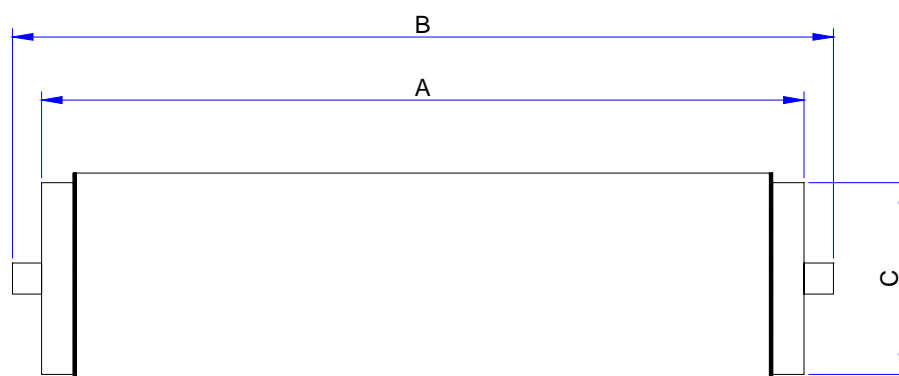
	Tipo de Documento:	Padrão Técnico
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal
UN Distribuição		

Figura 4: Fusíveis limitadores de corrente para utilização em transformadores em pedestal (“imersos em óleo”)



Voltagem Nom. (kV)	Corrente Nom. (Amps)	Dimensão em milímetros			Peso Aprox.(gr)
		A	B	C	
15.5	35-45	252.2-250.2	279.7-276.6	56.4-55.4	1474,2
	40-100	394.5-392.4	421.9-418.8	56.4-55.4	2154,6
	125-200	395.5-393.4	421.9-418.8	84.3-82.5	4876,2
23.3	40-65	394.5-392.4	421.9-418.8	56.4-55.4	2154,6
	100-175	466.6-464.6	493.0-490.0	84.3-82.5	5443,2


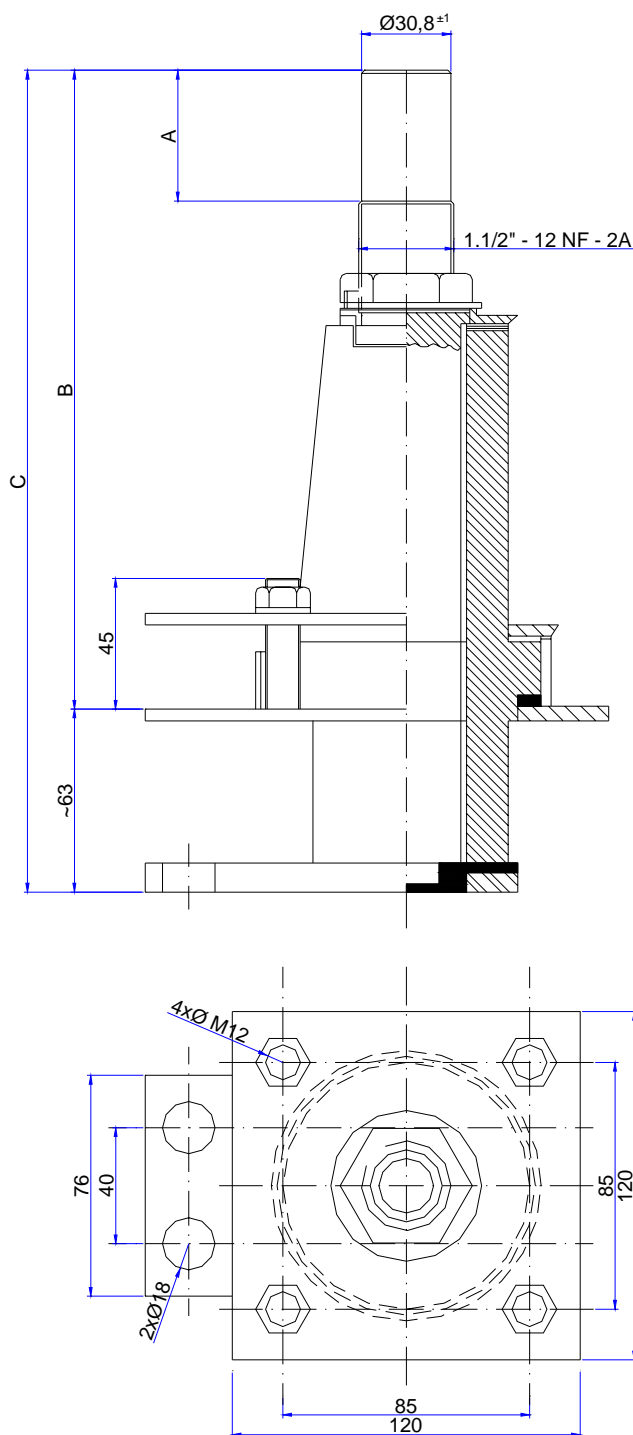

	Tipo de Documento:	Padrão Técnico
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal
UN Distribuição		

Figura 5: Buchas Secundárias de Transformadores – Classe 1,3 kV – 1875 A



	Tipo de Documento:	Padrão Técnico
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal
UN Distribuição		

Potência (kVA)	A	B	C
300	85	220	283
500	130	265	328

NOTAS:

- 1- Material: aço carbono ABNT 1020.
- 2- As porcas devem ser dobradas na fábrica. Uma orelha dobrada na direção do transformador e as demais em sentido contrário.
- 3- Medidas sem tolerâncias, usar DIN – 7168 (grossa).
- 4- Dimensões: em milímetros.

N.Documento: 3916	Categoria: Instrução	Versão: 1.0	Aprovado por: Ronaldo Antônio Roncolato	Data Publicação: 18/06/2003	Página: 32 de 53
----------------------	-------------------------	----------------	--	--------------------------------	---------------------


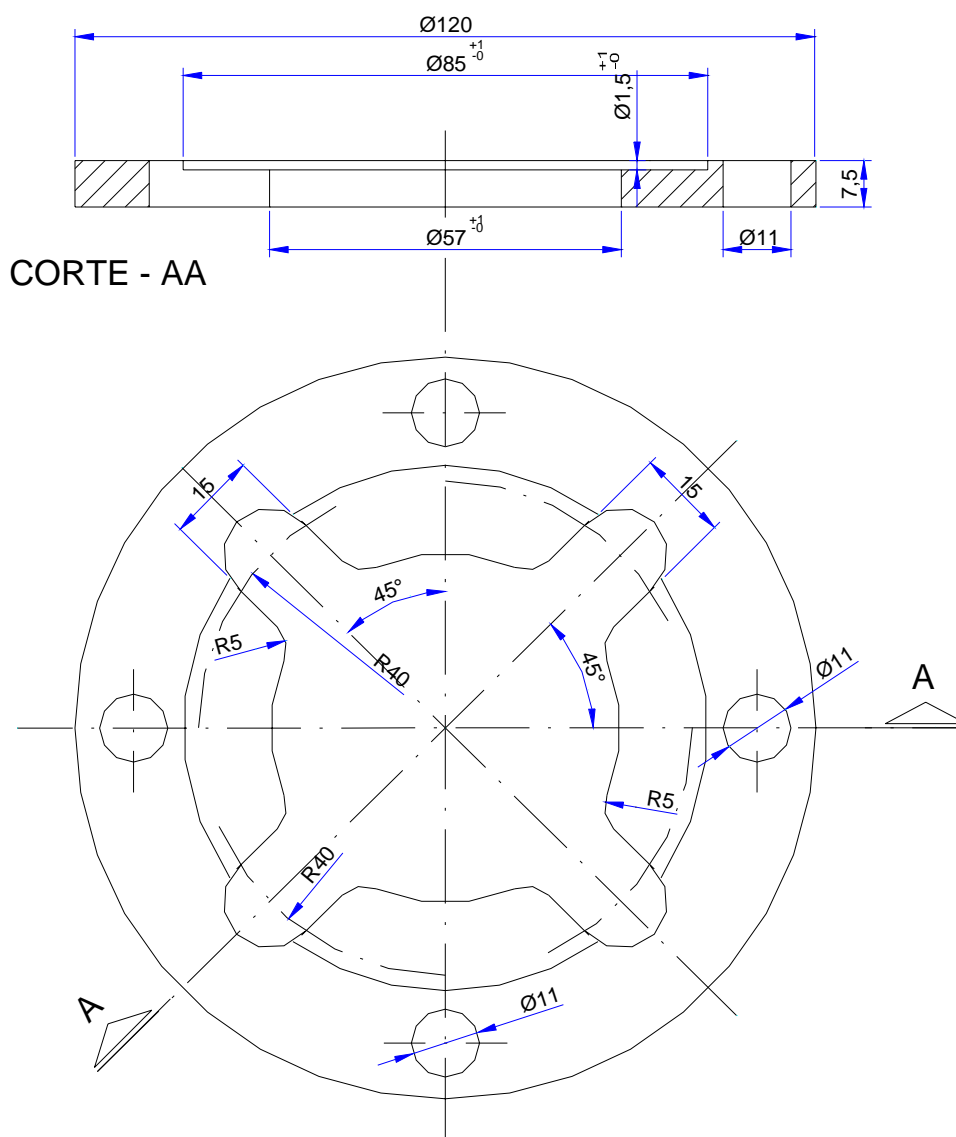
	Tipo de Documento:	Padrão Técnico
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal
UN Distribuição		

Figura 6: Flange para Fixação de Bucha Primária



NOTAS:

- 1- Material: aço galvanizado bicromatizado ou aço inoxidável, de acordo com NBR NM 87 e NBR 9170.
- 2- Medidas sem tolerâncias, usar DIN – 7168 (médio)
- 3- Dimensões: em milímetros.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
3916	Instrução	1.0	Ronaldo Antônio Roncolato	18/06/2003	33 de 53


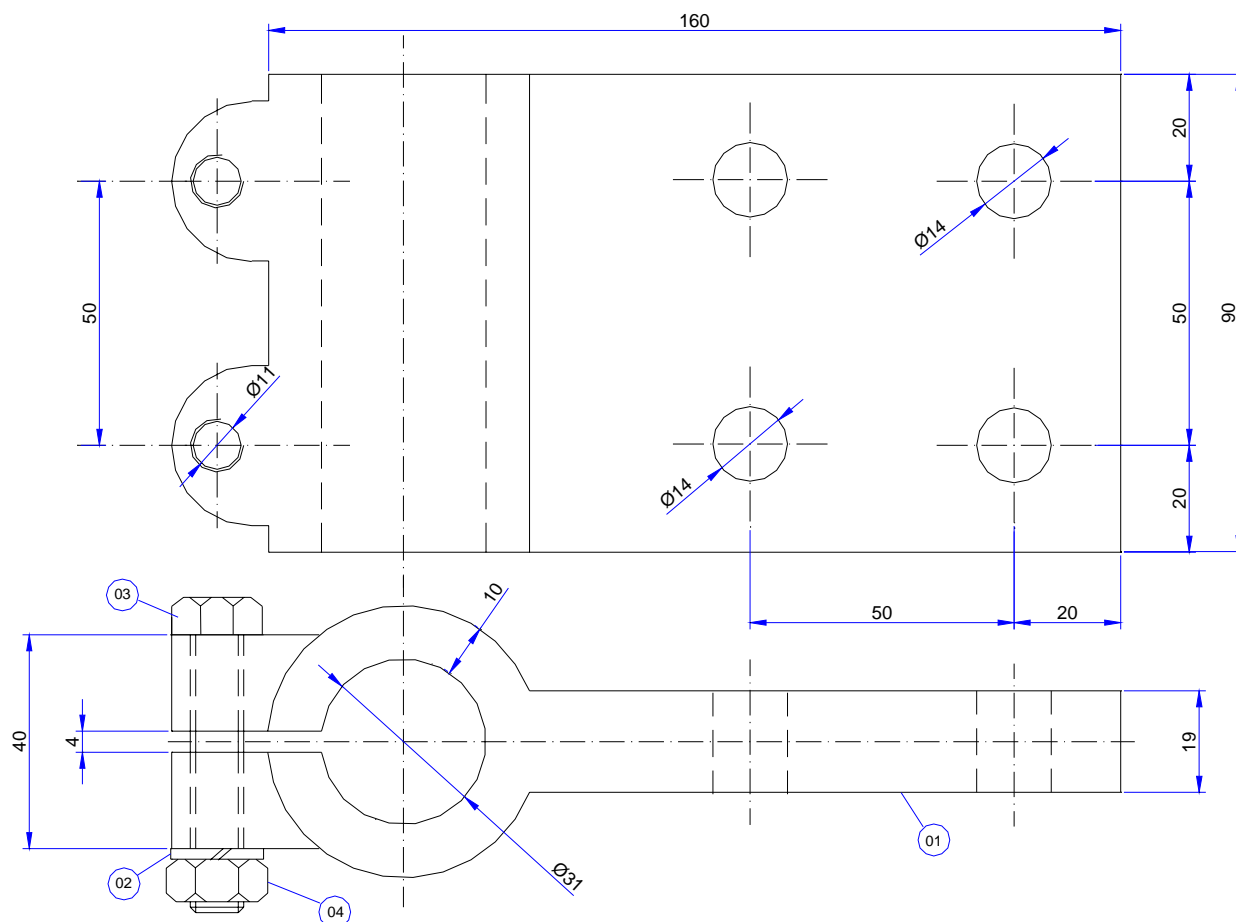
	Tipo de Documento:	Padrão Técnico
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal
UN Distribuição		

Figura 7: Conector Terminal Secundário para Transformador de 300 kVA



Lista de Material					
Item	Descrição	Quant.	Dimensão	Material	Observação
01	Bloco de contato	01	Ver desenho	Cobre meio duro	Estanhado
02	Arruela de pressão	02	B10	Aço oxidado	----
03	Parafuso	02	M10 x 50	Aço inox	Cabeça sextavada
04	Porca	02	M10	Aço inox	Sextavada

NOTAS:

- 1- No item 1: Os furos devem ser escareados e após montagem estanhar com 12 μ .
- 2- Medidas sem tolerâncias, usar DIN – 7168 (grossa).
- 3- Dimensões: em milímetros.

N.Documento: 3916	Categoria: Instrução	Versão: 1.0	Aprovado por: Ronaldo Antônio Roncolato	Data Publicação: 18/06/2003	Página: 34 de 53
----------------------	-------------------------	----------------	--	--------------------------------	---------------------


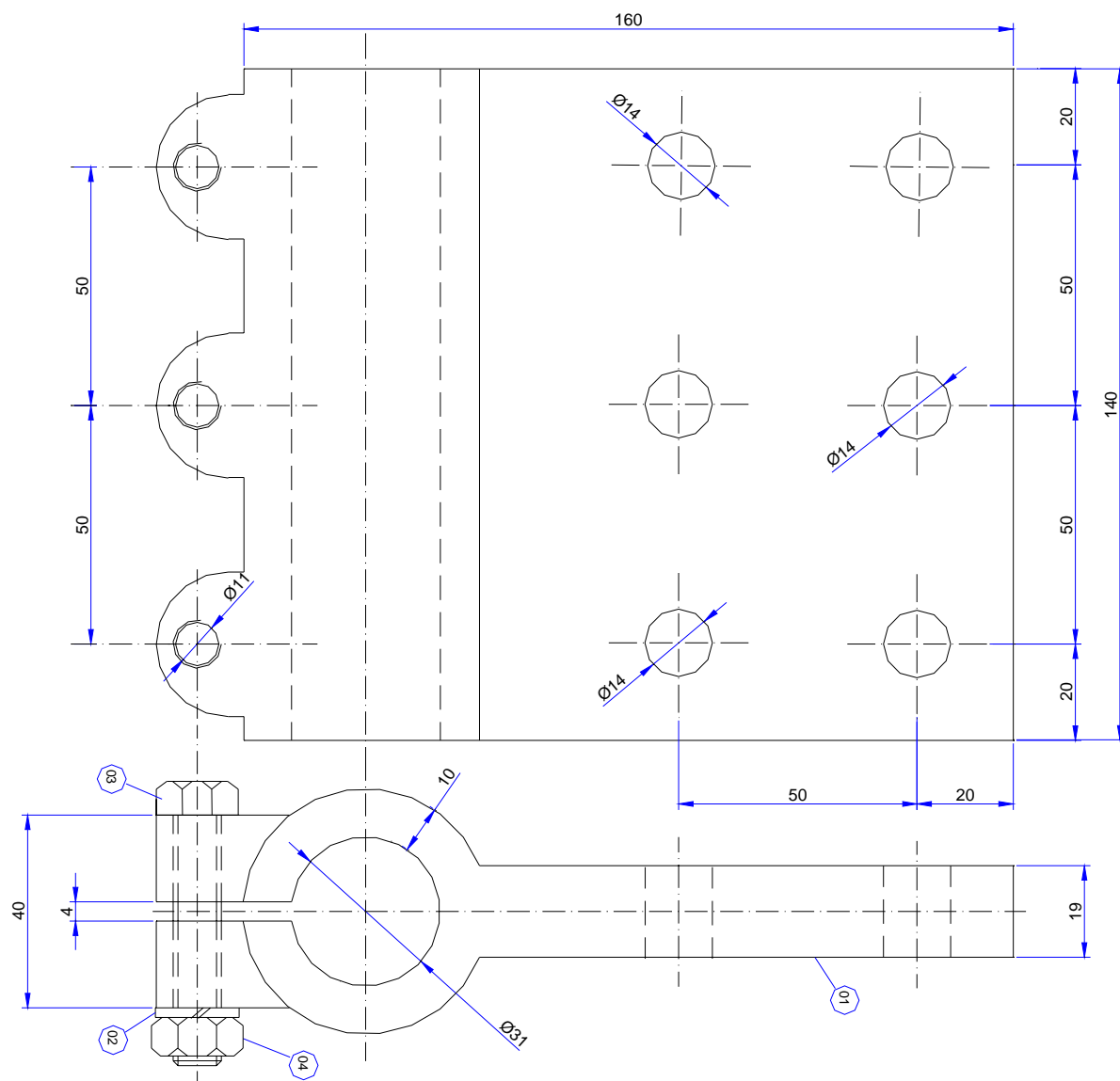
	Tipo de Documento:	Padrão Técnico
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal
UN Distribuição		

Figura 8: Conector Terminal Secundário para Transformador de 500 kVA



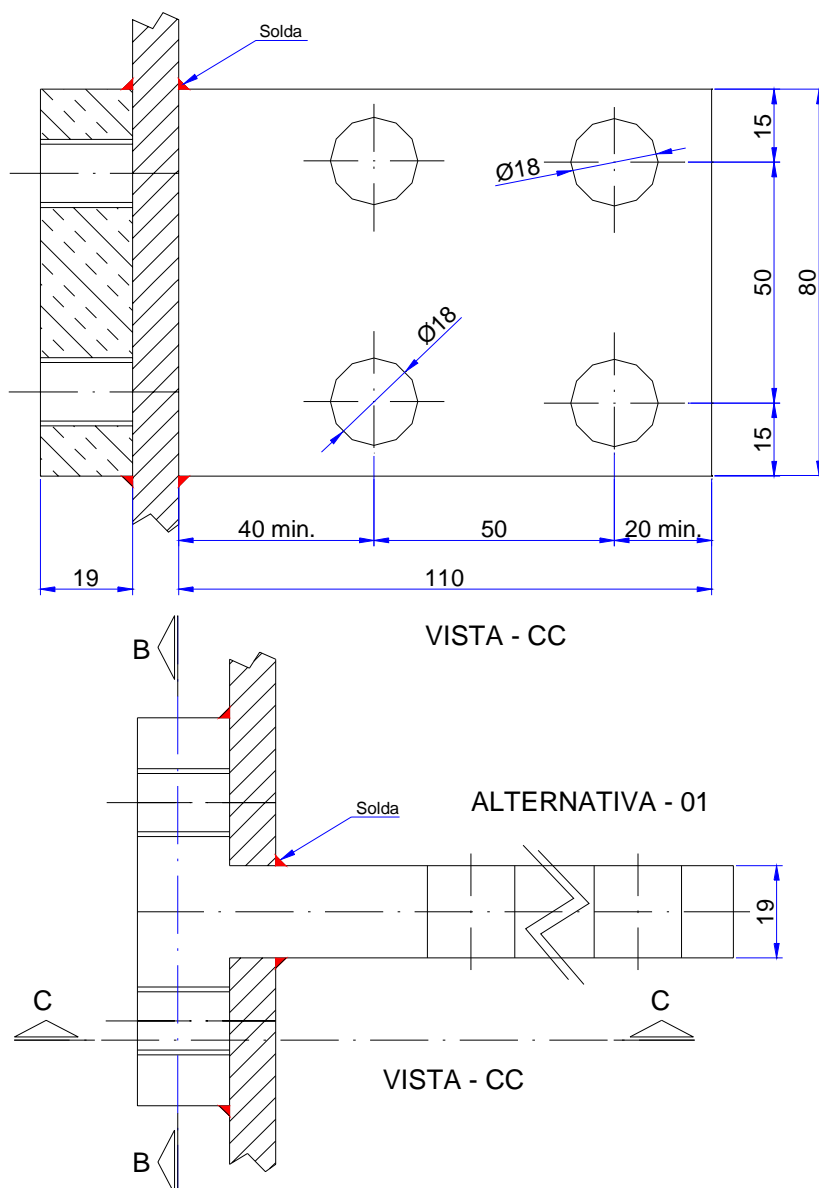
Lista de Material					
Item	Descrição	Quant.	Dimensão	Material	Observação
01	Bloco de contato	01	Ver desenho	Cobre meio duro	Estanhado
02	Arruela de pressão	03	B10	Aço oxidado	
03	Parafuso	03	M10 x 50	Aço inox	Cabeça sextavada
04	Porca	03	M10	Aço inox	Sextavada

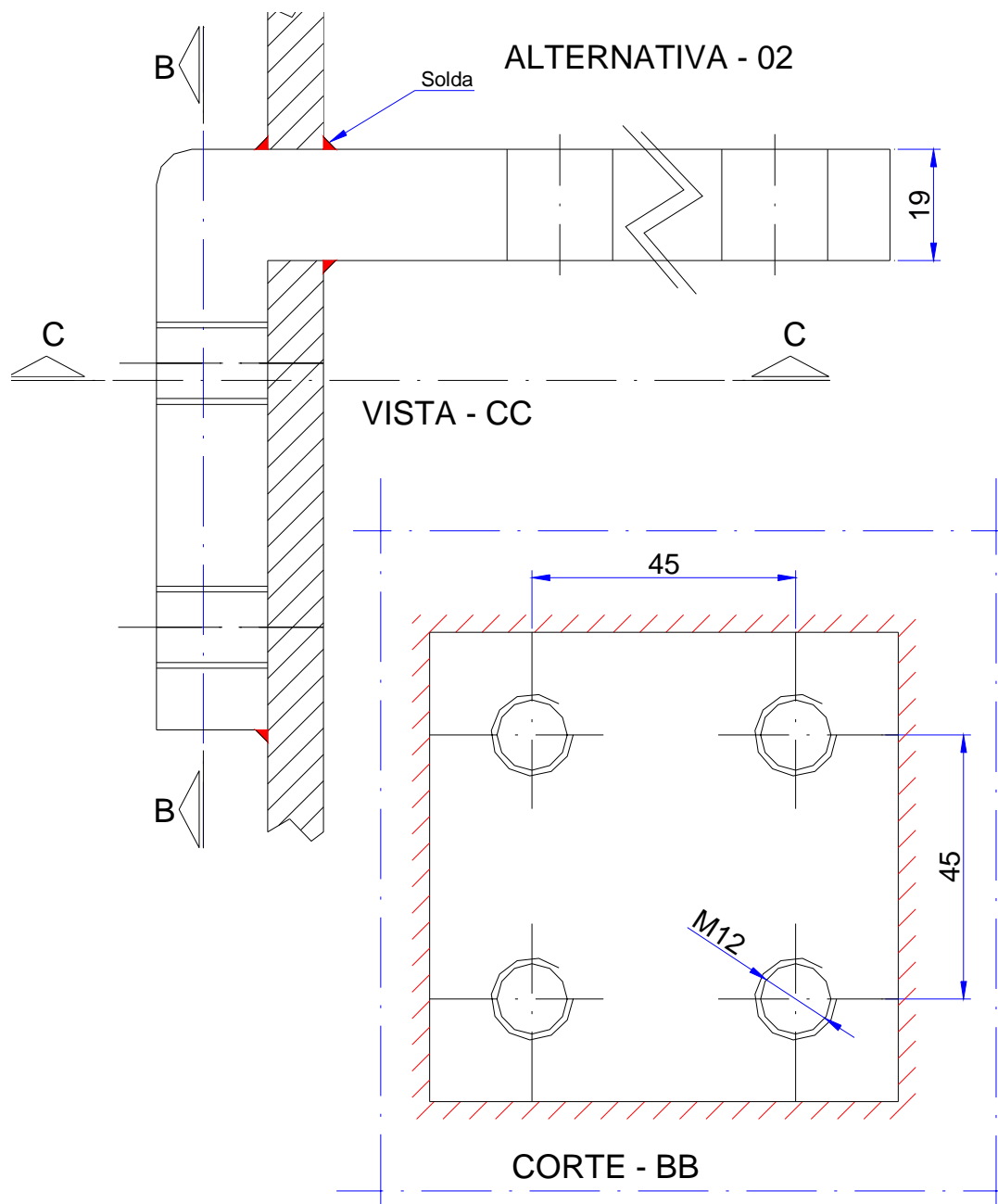
N.Documento: 3916	Categoria: Instrução	Versão: 1.0	Aprovado por: Ronaldo Antônio Roncolato	Data Publicação: 18/06/2003	Página: 35 de 53
----------------------	-------------------------	----------------	--	--------------------------------	---------------------

NOTAS:

- 1- No item 1: Os furos devem ser escareados e após montagem estanhar com 12 μ .
- 2- Medidas sem tolerâncias, usar DIN – 7168 (grossa).
- 3- Dimensões: em milímetros.


Figura 9: Terminal de Neutro para Transformadores de 75 / 150 e 300 kVA





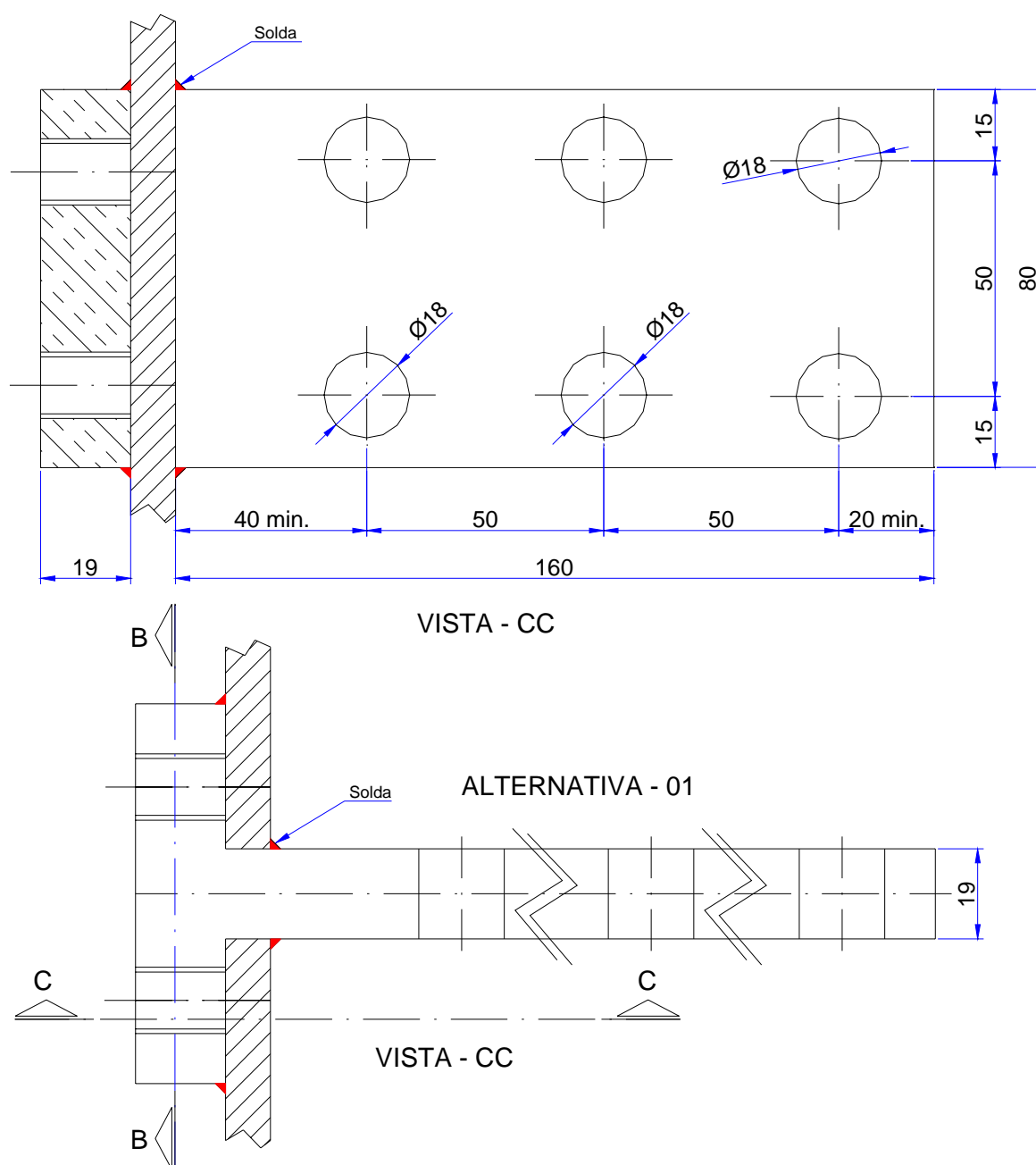
NOTAS:

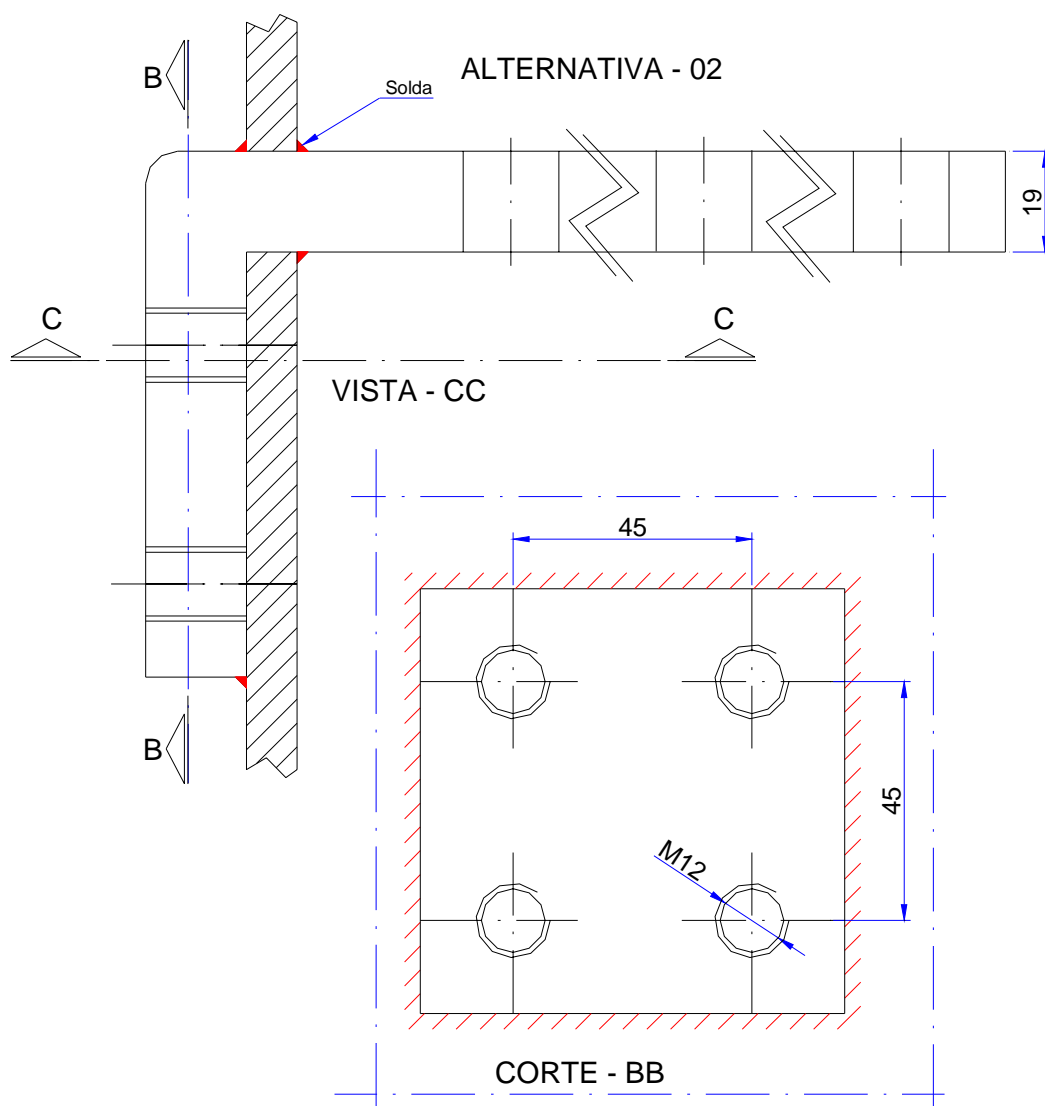
- 1- Material: Aço inoxidável NBR 9170.
- 2- Os furos devem ser escareados.

	Tipo de Documento:	Padrão Técnico
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal
UN Distribuição		

3- Dimensões: em milímetros.

Figura 10: Terminal de Neutro para Transformadores de 500 kVA



**NOTAS:**

- 1- Material: Aço inoxidável NBR 9170.
- 2- Os furos devem ser escareados.
- 3- Dimensões: em milímetros.


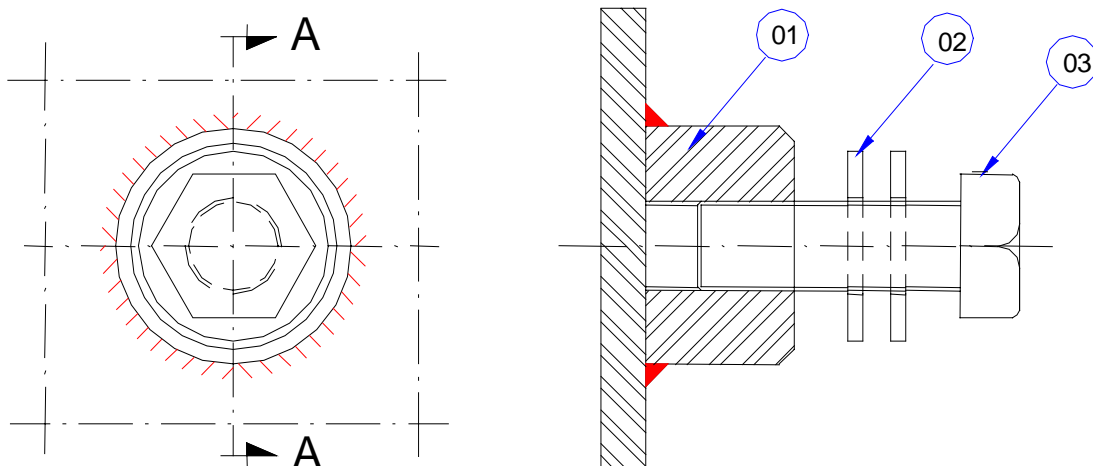
 UN Distribuição	Tipo de Documento: Padrão Técnico
	Área de Aplicação: Distribuição
	Título do Documento: Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal

Figura 11: Terminal de Aterramento



CORTE -

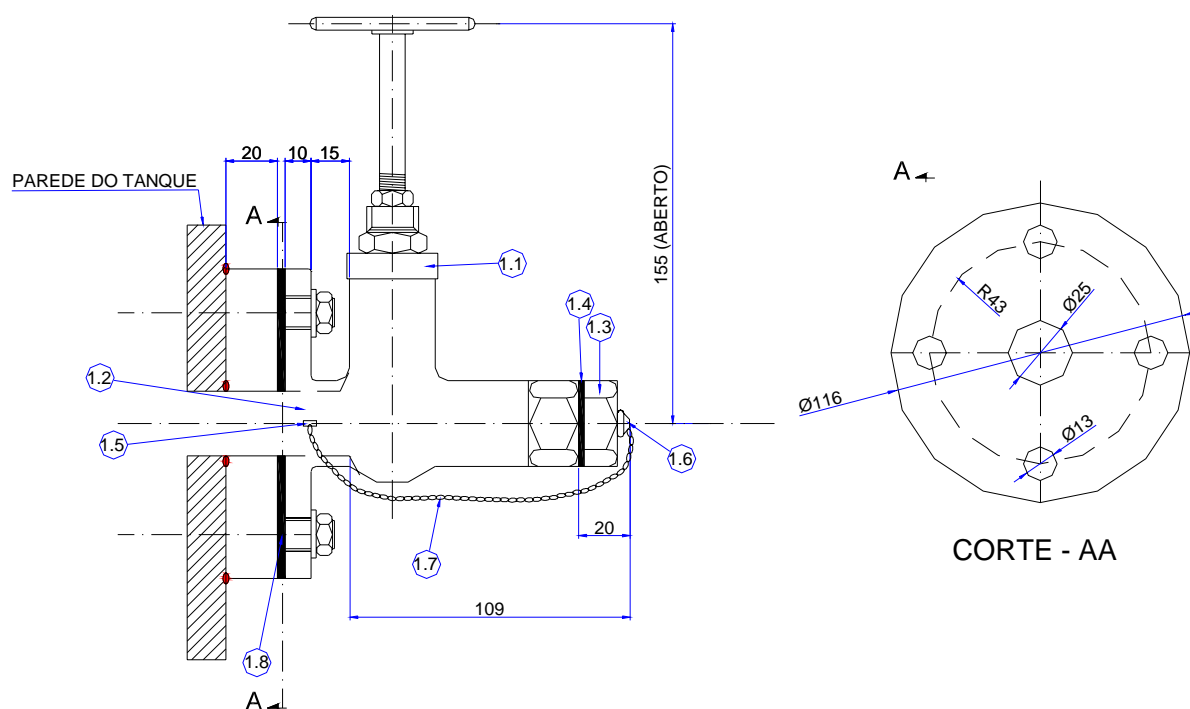
Lista de Material					
Item	Descrição	Quant.	Dimensão	Material	Observação
01	Bloco de contato	01	Ver desenho	Aço Inox 304	(NBR-5601)
02	Arruela lisa	02	Ø 13	Latão	
03	Parafuso	01	M12 x 35	Latão	Cabeça sextavada

NOTAS:

1- Material: ver tabela.

2- Dimensões: em milímetros.

Figura 12: Válvula Globo para Drenagem do Óleo Isolante



Lista de Material

Item	Descrição	Quant.	Dimensão	Material	Observação
1.1	Válvula globo	01	33,250 mm	Bronze	(1" RWG)
1.2	Tubo sem costura	01	33,250 mm	Latão	(1" RWG)
1.3	Bujão	01	33,250 mm	Aço(zincado a quente)	(1" RWG)
1.4	Junta	01		Borracha sintética acrílico nitrila	
1.5	Argola partida	01		Aço	
1.6	Rebite auto atarrachante	01		Aço	
1.7	Corrente	01	250mm	Latão	
1.8	Guarnição	01		Borracha sintética	

NOTAS:

1- Material: ver tabela.

2- Dimensões: em milímetros


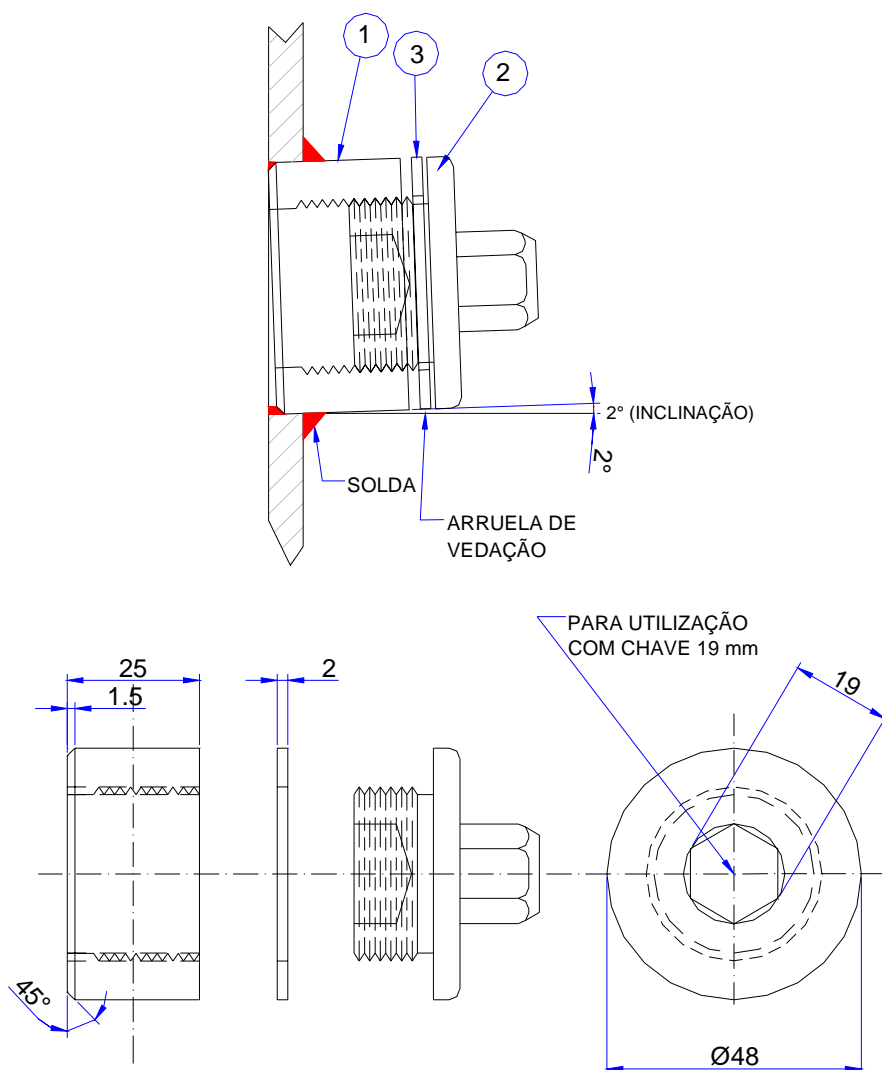
	Tipo de Documento:	Padrão Técnico
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal
UN Distribuição		

Figura 13: Bujão para Enchimento de Óleo Isolante



Lista de Material					
Item	Descrição	Quant.	Dimensão	Material	Observação
01	Tubo sem costura	01	Ver desenho	Aço	Rosca interna 33,25mm(1"RWG)
02	Bujão	01	Ver desenho	Aço	Rosca externa 33,25mm(1"RWG)
03	Junta	01	Ver desenho	Borracha sintética acrílico-nitrila	


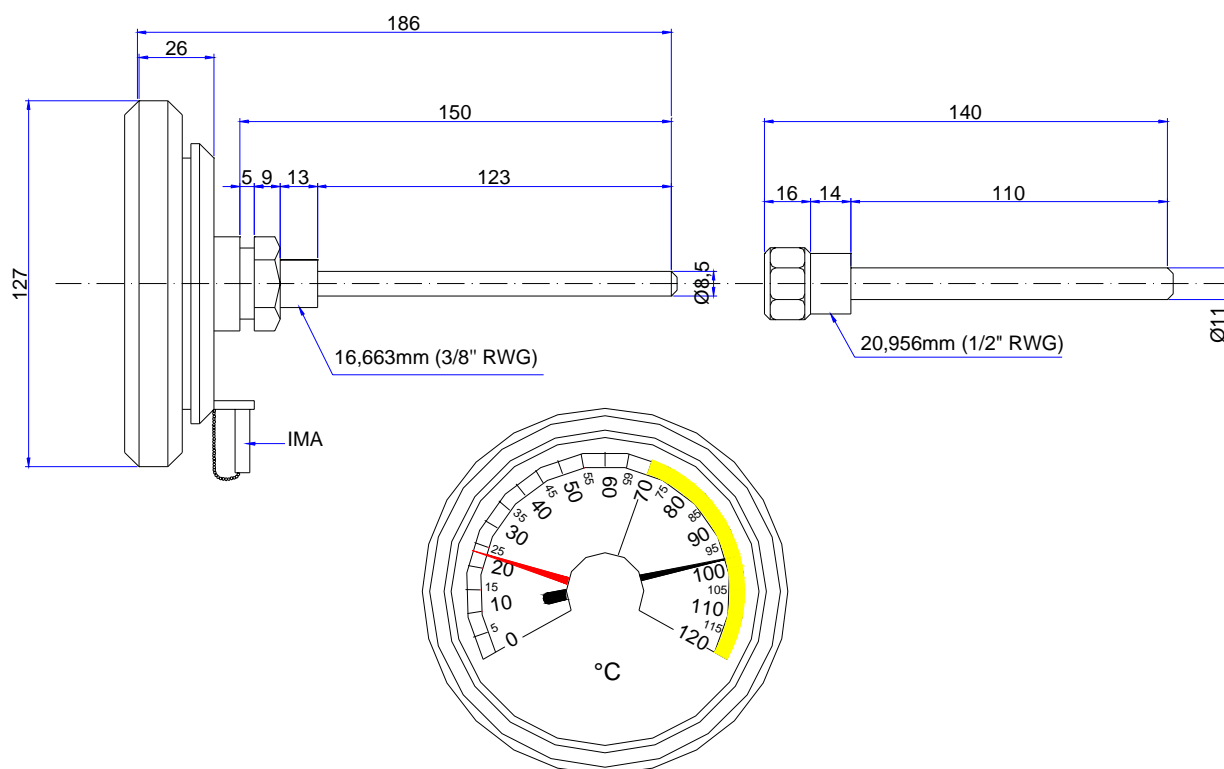
 UN Distribuição	Tipo de Documento: Padrão Técnico
	Área de Aplicação: Distribuição
	Título do Documento: Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal

Figura 14: Termômetro Tipo Mostrador para Óleo Isolante



NOTAS:

1- A escala pode ser desenhada de acordo com o projeto do fabricante obedecendo as seguintes características:

- ponteiro indicador em preto;
- ponteiro de arrasto em vermelho;
- mostrador com fundo em branco;
- escala e números em preto;
- faixa de 70° a 120° em amarelo.

2- Dimensões: em milímetros.

N.Documento: 3916	Categoria: Instrução	Versão: 1.0	Aprovado por: Ronaldo Antônio Roncolato	Data Publicação: 18/06/2003	Página: 43 de 53
----------------------	-------------------------	----------------	--	--------------------------------	---------------------


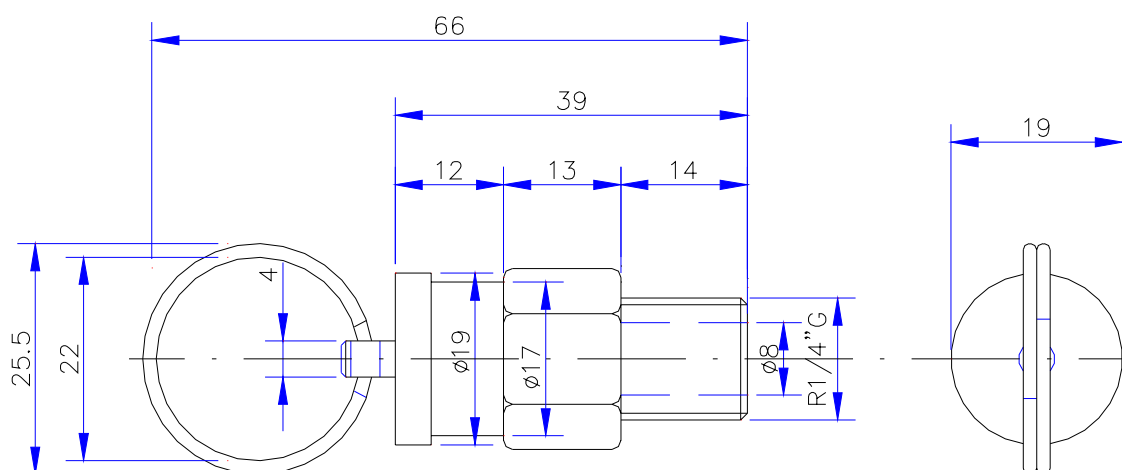
	Tipo de Documento: Padrão Técnico
	Área de Aplicação: Distribuição
	Título do Documento: Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal
UN Distribuição	

Figura 15: Válvula de Alívio de Pressão



NOTAS:

1- Materiais:

Corpo e prato: latão natural
 Elementos de fixação: aço inox;
 Guarnições: borracha nitrílica;
 Mola: aço inox.

2- A escala pode ser desenhada de acordo com o projeto do fabricante obedecendo as seguintes características:

- faixa de operação: ajustável de 25 a 100 kPa;
- valor normal de fábrica: 70 kPa;
- tolerância de abertura: $\pm 15 \%$;
- histerese: 20 %;
- temperatura de trabalho: -5 a 105° C. A válvula deve ser garantida pelo prazo de 12 meses após a data de entrega.

3- Dimensões: em milímetros.

N.Documento: 3916	Categoria: Instrução	Versão: 1.0	Aprovado por: Ronaldo Antônio Roncolato	Data Publicação: 18/06/2003	Página: 44 de 53
----------------------	-------------------------	----------------	--	--------------------------------	---------------------


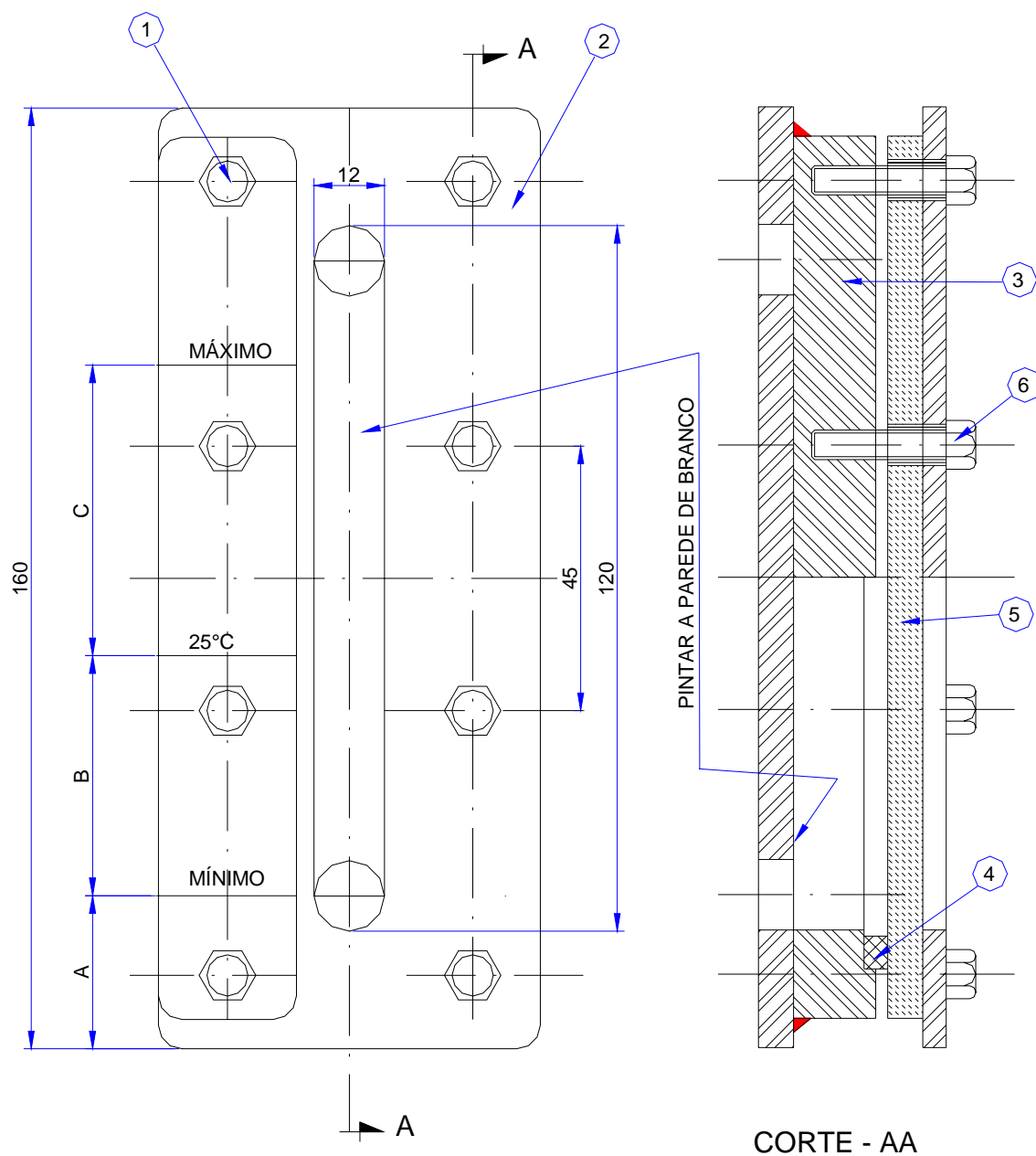

	Tipo de Documento: Padrão Técnico
	Área de Aplicação: Distribuição
	Título do Documento: Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal
UN Distribuição	

Figura 16: Indicador de Nível de Óleo Isolante



	Tipo de Documento:	Padrão Técnico
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal
UN Distribuição		

Lista de Material					
Item	Descrição	Quant.	Dimensão	Material	Observação
01	Plaqueta	01	Ver desenho	Aço inoxidável	
02	Flange	01	Ver desenho	Aço	
03	Base	01	Ver desenho	Aço	
04	Junta	01	Ver desenho	Borracha sintética acrilo-nitrila	
05	Visor	01	Ver desenho	Vidro	
06	Parafuso	01	M8	Aço zincado a quente	

NOTAS:

- 1- As cotas A, B e C devem ser indicadas pelos fabricantes nos desenhos encaminhados para aprovação.
- 2- Na escala indicativa o fabricante deve gravar na parte posterior sua sigla e número de série do transformador.
- 3- Dimensões: em milímetros.

N.Documento: 3916	Categoria: Instrução	Versão: 1.0	Aprovado por: Ronaldo Antônio Roncolato	Data Publicação: 18/06/2003	Página: 46 de 53
----------------------	-------------------------	----------------	--	--------------------------------	---------------------


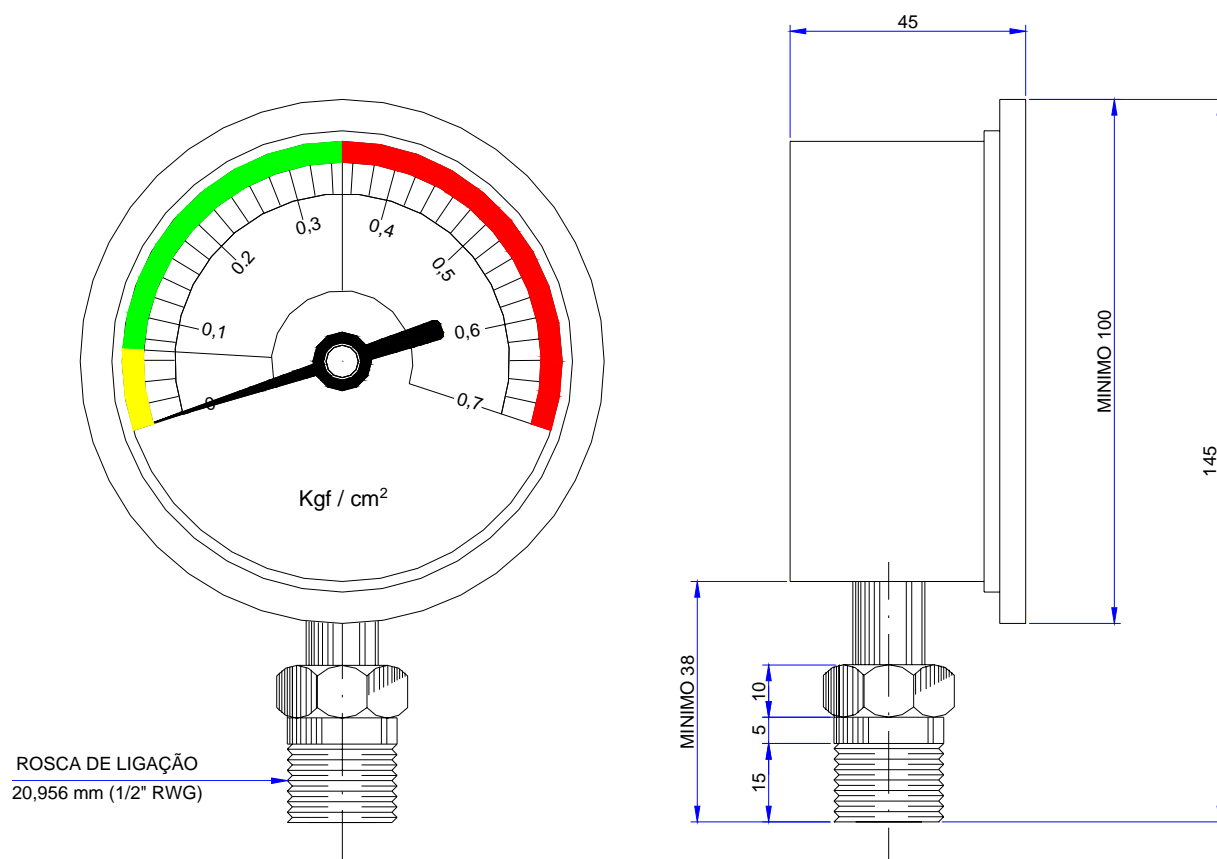
	Tipo de Documento: Padrão Técnico
	Área de Aplicação: Distribuição
	Título do Documento: Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal
UN Distribuição	

Figura 17: Manômetro Tipo Mostrador para Gás Inerte (04.05)



NOTAS:

1- A escala pode ser desenhada de acordo com o projeto do fabricante obedecendo as seguintes características:

- ponteiro indicador em preto;
- mostrador com fundo em branco;
- escala e número em preto;
- faixa de 0 a 0,07 kgf / cm² em amarelo;
- faixa de 0,07 a 0,35 kgf / cm² em verde;
- faixa de 0,35 a 0,70 kgf / cm² em vermelho.

2- Dimensões: em milímetros.


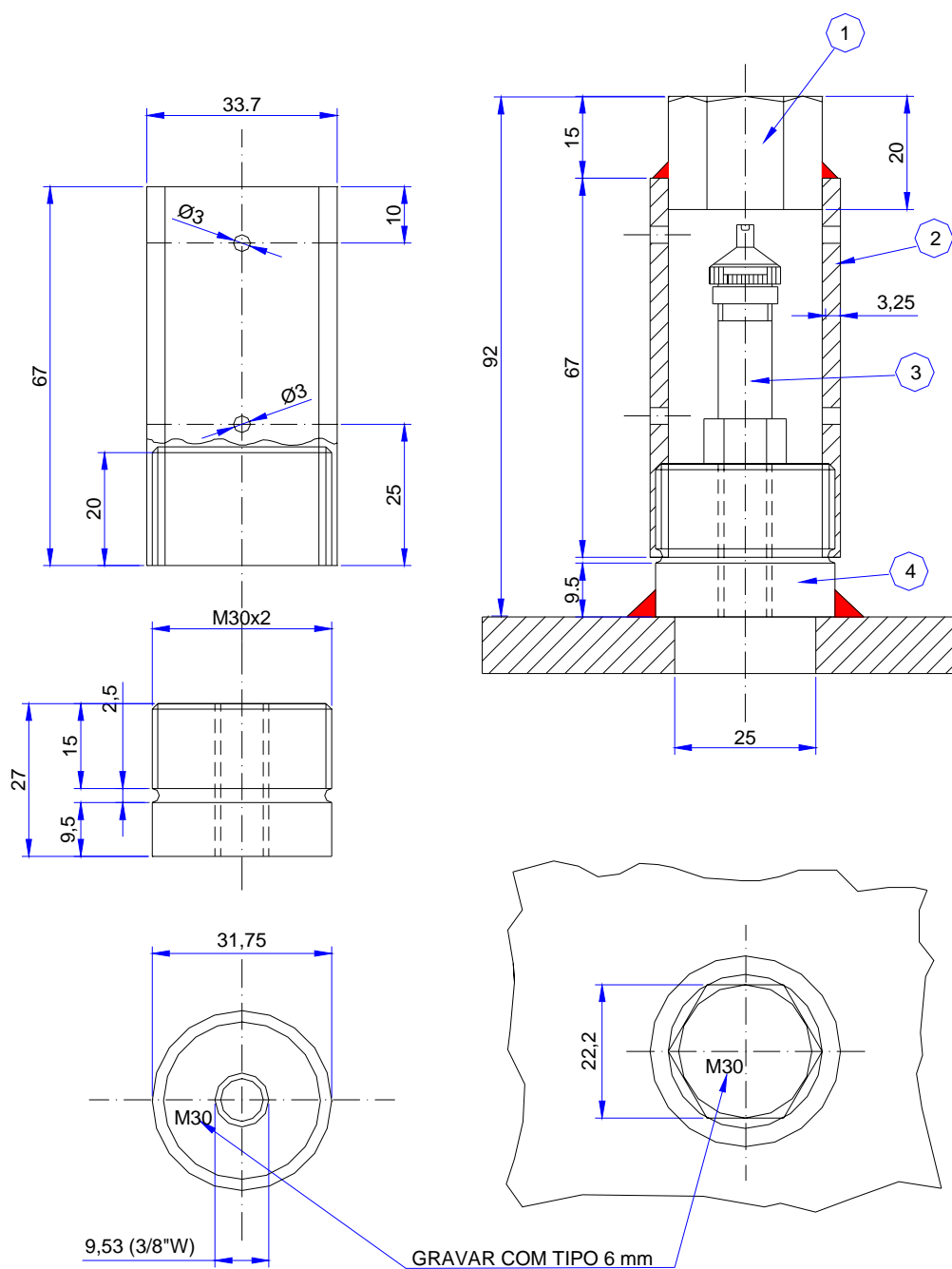
	Tipo de Documento:	Padrão Técnico
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal
UN Distribuição		

Figura 18: Dispositivo para Enchimento de Gás Inerte





Tipo de Documento: Padrão Técnico

Área de Aplicação: Distribuição

Título do Documento: Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal

UN Distribuição

Lista de Material

Item	Descrição	Quant.	Dimensão	Material	Observação
01	Sextavado	01	Ver desenho	Aço zincado a quente	
02	Tubo	01	Ver desenho	Aço zincado a quente	
03	Base	01	Ver desenho	Aço 1020	
04	Válvula	01	Ver desenho	Latão de 9,53mm (3/8" W)	

NOTAS:

1- Dimensões: em milímetros.



	Tipo de Documento: Padrão Técnico
	Área de Aplicação: Distribuição
	Título do Documento: Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal
UN Distribuição	

Figura 19: Placa de Identificação

210±1
200±0,5

148±1
138±0,5



CÓDIGO DE ESTOQUE

N°

(IDENTIFICAÇÃO DO FABRICANTE)

TRANSFORMADOR TRIFÁSICO EM PEDESTAL

N°

Data fabric.

Tipo fabr.

kVA

Elev. óleo/cobre

°C Fases

Resfr.

Imped.

% em

V Freq. Hz

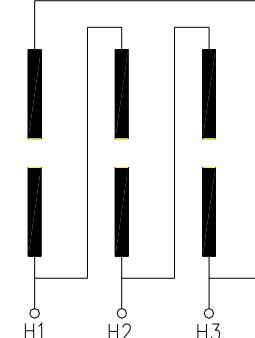
Tipo líq. isol.

Níveis isol. AT.-BT.

kV

Norma

ALTA TENSÃO			TERMINAIS H1 H2 H3	
V	A	PAINEL	LIGAR	Lig.
				△



BAIXA TENSÃO		TERMINAIS X0 X1 X2 X3			
V	A	Ligação			
		Y			

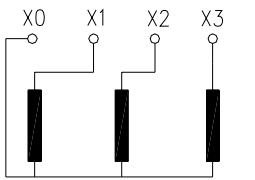
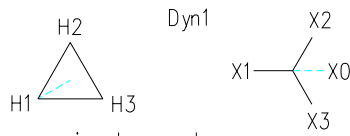



DIAGRAMA FASORIAL


Massas aproximadas em kg
 Parte extraível
 Tanque e aces. Instruções
 Líquido isolante Volume do líquido isolante l
 Total Placa de identificação N°

N.Documento: 3916	Categoria: Instrução	Versão: 1.0	Aprovado por: Ronaldo Antônio Roncolato	Data Publicação: 18/06/2003	Página: 50 de 53
----------------------	-------------------------	----------------	--	--------------------------------	---------------------

IMPRESSÃO NÃO CONTROLADA

	Tipo de Documento:	Padrão Técnico
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal
UN Distribuição		

NOTAS:

- 1- Material: Aço inoxidável austenítico ABNT-304, espessura mínima de 1,2 mm.
- 2- Gravação em baixo relevo na cor preta e o fundo na cor do material.
- 3- A gravação nos espaços será feita na fábrica, após ensaios.
- 4- A placa deve ser fixada através de rebites de alumínio a uma distância mínima de 20 mm entre a placa e o tanque do transformador.
- 5- Dimensões: em milímetros.

N.Documento: 3916	Categoria: Instrução	Versão: 1.0	Aprovado por: Ronaldo Antônio Roncolato	Data Publicação: 18/06/2003	Página: 51 de 53
----------------------	-------------------------	----------------	--	--------------------------------	---------------------


 UN Distribuição	Tipo de Documento: Padrão Técnico
	Área de Aplicação: Distribuição
	Título do Documento: Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal

Figura 20: Placa de advertência interna



NOTAS:

- 1- Material: Aço inoxidável austenítico ABNT-304, espessura mínima de 1,2 mm.
- 2- Gravação em baixo relevo na cor preta e o fundo na cor do material.
- 3- A placa deve ser fixada através de rebites de alumínio a uma distância mínima de 20 mm entre a placa e o tanque do transformador.
- 4- Dimensões: em milímetros.

N.Documento: 3916	Categoria: Instrução	Versão: 1.0	Aprovado por: Ronaldo Antônio Roncolato	Data Publicação: 18/06/2003	Página: 52 de 53
----------------------	-------------------------	----------------	--	--------------------------------	---------------------


 UN Distribuição	Tipo de Documento: Padrão Técnico
	Área de Aplicação: Distribuição
	Título do Documento: Transformador de Distribuição Trifásico Pedestal

Figura 21: Placa de advertência externa



NOTAS:

- 1- Material: Aço inoxidável austenítico ABNT-304, espessura mínima de 1,2 mm.
- 2- Gravação em baixo relevo na cor preta e o fundo na cor amarela.
- 3- A placa deve ser fixada através de rebites de alumínio externamente nas portas do transformador.
- 4- Dimensões: em milímetros.

N.Documento: 3916	Categoria: Instrução	Versão: 1.0	Aprovado por: Ronaldo Antônio Roncolatto	Data Publicação: 18/06/2003	Página: 53 de 53
----------------------	-------------------------	----------------	---	--------------------------------	---------------------