 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Submersível (S)

Sumário

1.	OBJETIVO	1
2.	ÂMBITO DE APLICAÇÃO	1
3.	DEFINIÇÕES	2
4.	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	2
5.	RESPONSABILIDADES.....	3
6.	REGRAS BÁSICAS	3
6.1	Características elétricas.....	3
6.2	Características construtivas	3
6.3	Acessórios.....	9
6.4	Marcações do transformador	10
6.5	Proposta	11
6.6	Condições normais de funcionamento, instalação e transporte	13
6.7	Garantia.....	13
6.8	Expedição.....	13
6.9	Embalagem	13
6.10	Transporte	14
6.11	Ensaaios.....	14
7.	CONTROLE DE REGISTROS	19
8.	ANEXOS.....	20
9.	REGISTRO DE ALTERAÇÕES.....	44

1. OBJETIVO

Estabelecer as condições e características elétricas e mecânicas dos transformadores submersíveis trifásicos, aplicáveis em redes de distribuição nas tensões primárias até 24,2 kV e nas tensões secundárias usuais, com enrolamentos de cobre, imersos em líquidos isolantes com resfriamento natural, inteiramente novos e sem uso, a ser utilizado no sistema elétrico da CPFL Energia.

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO


2.1 Empresa

Distribuidoras do Grupo CPFL Energia.

2.2 Área

Engenharia, Operações de Campo, Obras e Manutenção e Suprimentos.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
3822	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUEN	06/12/2021	1 de 44

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Submersível (S)

3. DEFINIÇÕES

Para os efeitos deste documento são adotadas as definições de terminologia da ABNT NBR 5458 e ABNT NBR 5356.

3.1 Transformador de Distribuição Trifásico Submersível

Transformador trifásico utilizado na rede de distribuição para classes de até 24,2 kV, possuindo projeto adequado para instalação em câmaras, abaixo do nível do solo, sendo possível sua instalação em instalação com submersão em água parcial ou completa.

3.2 Norma de referência de transformadores subterrâneo submersíveis

Neste documento o termo norma de referência está sendo utilizado para citar o projeto de norma 003:014.014-005 que possui como texto base a ABNT NBR 9369 que foi cancelada em 30/10/2014. Este projeto de norma começou a ser redigido em 09/03/2015 e no momento da publicação desse documento estava em fase final de redação, para posterior envio a consulta nacional.

4. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- ABNT NBR 5040 - Fio de cobre de seção circular, esmaltado ou não, recoberto com papel, classe térmica 90°C ou 105°C se impregnado
- ABNT NBR 5356 - Transformador de potência
- ABNT NBR 5356-1 - Transformadores de Potência - Parte 1: Generalidades
- ABNT NBR 5458 - Transformador de potência — Terminologia
- ABNT NBR 5601 - Aços inoxidáveis — Classificação por composição química
- ABNT NBR 6323 - Galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido - Especificação
- ABNT NBR 6992 - Fio de cobre de seção retangular ou quadrada, recoberto com papel - Classe térmica 90°C ou 105°C, se impregnado - Especificação
- ABNT NBR 7036 - Recebimento, instalação e manutenção de transformadores de potência para distribuição, imersos em líquidos isolantes
- ABNT NBR 9119 - Produtos laminados planos de aço para fins elétricos de grão orientado
- ABNT NBR 9170 - Chapas laminadas a quente de aço inoxidável - Dimensões e tolerâncias
- ABNT NBR 11003 - Tintas — Determinação da aderência
- ABNT NBR 12134 - Óleo mineral isolante - Determinação do teor de 2,6-di-terciário-butil paracresol
- ABNT NBR 12457 - Dispositivo de alívio de pressão para transformadores de potência acima de 500 kVA
- NBR-NM 87 - Aços carbono e ligados para construção mecânica - Designação e composição química
- ASTM D4059 - Standard Test Method for Analysis of Polychlorinated Biphenyls in Insulating Liquids by Gas Chromatography
- SIS-05 5900 - Pictorial Surface Preparation Standards for Painting Steel Surfaces
- 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

NOTA: Deve utilizar as revisões mais recentes das Normas citadas acima.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
3822	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2021	2 de 44

5. RESPONSABILIDADES

A área de Engenharia de Normas e Padrões das distribuidoras do Grupo CPFL é a responsável pela publicação deste documento.

6. REGRAS BÁSICAS

6.1 Características elétricas

Conforme seção 4 da norma de referência de transformadores subterrâneo submersíveis, com as ressalvas apresentadas a seguir.

6.1.1 Potências nominais

As potências nominais, em kVA, padronizadas para transformadores submersíveis a serem utilizados nas distribuidoras do Grupo CPFL Energia são as seguintes:

- 300 e 500 kVA para instalação em circuitos primários operando em 13,8 kV ou 11,9 kV;
- 500 kVA para instalação em circuitos primários operando em 6,6 kV ou 23 kV.

6.1.2 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 6,6, 11,9 e 13,8 kV);
- 24 kV (circuitos primários operando com tensão nominal de 23 kV).

6.1.3 Derivações e relação de tensão

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


Tabela 1. Derivações e relações de tensão para transformadores trifásicos

Potência (kVA)	Classe de tensão (kV)	Relação de tensões primárias (kV)	Secundário (V)	Código de Material	UnC
300	15	13,8/13,2/12,6/12,0/ 11,4/10,8/10,2	220/127	50-000-003-124	9-204
500	15	13,8/13,2/12,6/6,9/ 6,6/6,3	220/127	50-000-002-061	9-208
		13,8/13,2/12,6/12,0/ 11,4/10,8/10,2	220/127	50-000-003-059	9-207
	24	23,1/22,0/20,9	220/127	50-000-003-126	9-210

NOTA: Caso não seja informado no pedido de compra, os transformadores serão fornecidos considerando taps de 6,9 kV, 13,8 kV e 23,1 kV para os transformadores a serem instalados em redes operando com tensão nominal de 6,6 kV, 11,9 kV/13,8 kV e 23 kV, respectivamente.

6.2 Características construtivas

Conforme seção 5 da norma de referência de transformadores subterrâneo submersíveis, com as ressalvas apresentadas a seguir.

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Submersível (S)

6.2.1 Dimensões, pesos e localizações dos componentes

As dimensões e pesos máximos dos transformadores submersíveis trifásicos devem estar conforme a Figura A.1 e Tabela A.1 (ambas contidas no Anexo A), na qual também ilustrada a localização dos componentes.

6.2.2 Soldas

Todas as junções metálicas devem ser soldadas externamente (radiadores, fundos com laterais etc.).

6.2.3 Tanque

O tanque deve resistir à pressão interna de $0,07 \text{ MPa} \pm 10\%$ ($0,70 \pm 10 \% \text{ kgf/cm}^2$) sem deformação permanente e a $0,09 \text{ MPa}$ ($0,90 \text{ kgf/cm}^2$) sem ruptura ou deslocamento de componentes do transformador e sem afetar a sua segurança.

Na passagem dos terminais da baixa tensão através do tanque, devem ser inseridas chapas de aço inoxidável, de modo a minimizar a indução magnética parasita nas chapas de aço carbono.

6.2.4 Tampa

A tampa deve ser soldada ao tanque.

A tampa e as bordas do tanque devem ser dimensionadas de forma a permitir a colocação de grampos para o fechamento do tanque para os ensaios preliminares, antes da soldagem (borda de aproximadamente 60 mm). As soldas devem ser realizadas 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 e que não afete e nem seja afetado pelo líquido isolante. A tampa deve ser 10 mm menor do que a borda do tanque.

A localização e as dimensões das aberturas de inspeções devem ser tais que permitam a verificação interna e o acesso ao painel de comutação. Os prisioneiros para fixação da tampa de inspeção devem ser soldados na tampa do transformador.

Todas as aberturas na tampa devem ter ressalto para evitar retenção de água junto às guarnições.

Na tampa do transformador devem estar localizados o dispositivo de suspensão, o dispositivo para enchimento de gás e a válvula de alívio de pressão.

6.2.5 Guarnições


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 certificados de ensaios solicitados por ocasião da aprovação do transformador, fornecidos pelo subfornecedor ou por um instituto oficial.

O material usado nas guarnições não deve afetar e nem ser afetado pelo óleo isolante nas condições de operação do transformador, conforme a ABNT NBR 5356-1.

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.

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

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
3822	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2021	4 de 44

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Submersível (S)

6.2.6 Óleos isolantes

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

O óleo parafínico (Tipo B) deve estar conforme a Resolução nº 9 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.

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

Em ambos os casos, o teor de PCB no óleo isolante não deve ser detectável quando for ensaiado conforme a norma ASTM D4059.

6.2.7 Acabamento

6.2.7.1 Pintura interna

- Preparação da superfície: logo após a fabricação do tanque, as impurezas devem ser removidas através de processo adequado.
- 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 .
- Deve haver compatibilidade da tinta com o óleo isolante, conforme a ABNT NBR 5356-1.

6.2.7.2 Pintura externa

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 norma SIS-05 5900, enquanto não existir norma nacional equivalente.

Tinta de fundo: deve ser aplicada tinta epóxi-alcatrão de hulha/poliamida alta espessura, resistente à abrasão, na cor marrom, com espessura seca total mínima de 200 μm .

Tinta de acabamento: deve ser aplicada tinta epóxi-alcatrão de hulha/poliamida alta espessura, resistente à abrasão, na cor preta, com espessura seca total mínima de 200 μm e deve apresentar grau mínimo de aderência Y1 ou X1, para método A – corte em X, conforme ABNT NBR 11003.

6.2.8 Zincagem


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

6.2.9 Núcleo

O núcleo deve ser constituído de laminados planos de aço silício para fins elétricos, de grão orientado, com envelhecimento máximo admissível de 5 % conforme ABNT NBR 9119 ou outra similar e, se necessário, para garantir o isolamento entre si, receber isolamento adicional apropriado para núcleos imersos em óleo isolantes. Não será aceito o isolamento com papel entre lâminas ou entre pacotes de lâminas. O produto laminado deve satisfazer os ensaios prescritos na ABNT NBR 9119 ou outra similar.

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 não exista movimento

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
3822	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2021	5 de 44

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Submersível (S)

em quaisquer direções. Esta estrutura deve também propiciar a retirada do conjunto do tanque. Não são permitidas culatras de madeira para prensagem do núcleo.

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.

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.

6.2.10 Enrolamentos e isolamentos

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

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.

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

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.

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 na norma de referência de transformadores subterrâneo submersíveis.

Deve ser usado papel "kraft" neutro sem impregnação ou parcialmente impregnado com epóxi de tal forma a impregnação do papel com o óleo isolante do transformador.


Os enrolamentos não devem ser impregnados com verniz isolante.

Os fios devem ser isolados somente com papel "kraft" neutro e devem estar conforme a ABNT NBR 5040 e ABNT NBR 6992, devendo também o fabricante disponibilizar o certificado de aprovação, para os seguintes ensaios:

- Rigidez dielétrica;
- Alongamento à ruptura;
- Resistência elétrica;
- Características da isolação, indicando o número de camadas, a espessura e a largura das fitas e sentido da isolação.

Todos os condutores terminais e derivações devem ser fixados à parte ativa de modo que eles 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:
3822	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUEN	06/12/2021	6 de 44

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Submersível (S)

6.2.11 Método de secagem da parte ativa

A secagem da parte ativa deve ser realizada conforme o anexo da ABNT NBR 7036, ou outro processo comprovado, com a realização de todos os ensaios de tipo, descrito neste documento.

6.2.12 Fixação da parte ativa

A parte ativa deve ser fixada ao tanque por meio de parafusos e em quantidades tais que ela 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 que não remova a tinta interna.

6.2.13 Condutores e terminais

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 realizadas, preferencialmente, com solda forte ou, opcionalmente, através de conexões prensadas ou parafusadas, desde que sejam aprovadas pela CPFL.

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, devem ter isolamento reforçado com espessura e comprimento adequados.

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 ou diafragma de interligação com o equipamento auxiliar, nos casos que este seja preso ao transformador.

Quando forem fornecidos painéis para terminais do enrolamento de alta tensão, eles devem ser de material isolante apropriado, sólido, rigidamente presos dentro do tanque e totalmente imersos no óleo isolante, devendo todos os furos de passagem dos terminais ser embuchados com porcelana não porosa e vitrificada. Qualquer outro material deve ser submetido à prévia aprovação da CPFL.

Os transformadores com painel de comutação devem ser construídos com aberturas de inspeção de modo a permitir a troca de derivações ou ligações sem que seja necessário levantar os enrolamentos e com remoção de uma quantidade mínima de óleo isolante.

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.

Quando forem usadas como terminais, buchas do tipo parafuso central, elas devem ser projetadas levando-se em consideração o especificado em 6.2.15 Buchas, deste documento.


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.

6.2.14 Ferragens

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

Os prisioneiros dos 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

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
3822	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2021	7 de 44

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Submersível (S)

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.

6.2.15 Buchas

As buchas primárias devem ser desconectável do tipo com cavidade de inserção (poço), 200 A, 15/25 kV conforme solicitado na norma de referência de transformadores subterrâneo submersíveis.

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

As buchas secundárias para os transformadores de 300 e 500 kVA devem estar conforme a Figura A.3 (contida no Anexo A deste documento).

Nos 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.

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.

6.2.16 Flange para buchas em epóxi

Os transformadores devem ser providos de flanges para fixação de buchas em epóxi, conforme a Figura A.4 (contida no Anexo A deste documento).

6.2.17 Proteção das buchas

Todos os transformadores devem ser fornecidos com dispositivos de proteção das buchas para transporte.

Os transformadores devem ser fornecidos com proteções para buchas fixadas em flanges, conforme:

- Figura A.5 (contida no Anexo A deste documento): flange para fixação da proteção das buchas primárias desconectáveis;
- Figura A.6 (contida no Anexo A deste documento): proteção das buchas primárias desconectáveis;
- Figura A.7 (contida no Anexo A deste documento): flange para fixação da proteção das buchas secundárias;
- Figura A.8 (contida no Anexo A deste documento): proteção das buchas de tensão secundária.

6.2.18 Conector terminal

Os transformadores devem ser fornecidos com conectores terminais (três por transformadores) que possibilitem a conexão dos cabos, conforme as figuras A.9 e A.10 (contidas no Anexo A deste documento) para instalação em transformadores de 300 e 500 kVA, respectivamente.


6.2.19 Terminal de neutro

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.

O terminal de neutro quando soldado externamente ao tanque deve estar conforme as figuras A.11 e A.12 (contidas no Anexo A deste documento) para transformadores de 300 e 500 kVA respectivamente.

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

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
3822	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUEN	06/12/2021	8 de 44

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Submersível (S)

6.2.20 Terminal para aterramento

Os transformadores devem ter, na parte exterior do tanque, perto do fundo, nas faces maiores, dois terminais de aterramento, diagonalmente opostos, sendo um próximo ao lado de alta tensão e outro ao de baixa tensão, conforme a Figura A.13 (contida no Anexo A deste documento).

6.3 Acessórios

6.3.1 Dispositivo para mudança de derivação

Para mudança de derivação deve ser utilizado um painel de ligação conforme a na norma de referência de transformadores subterrâneo submersíveis.

6.3.2 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 conforme a Figura A.14 (contida no Anexo A deste documento).

6.3.3 Bujão para enchimento do óleo isolante

O transformador deve ser provido de bujão, para ligação ao filtro-prensa e para enchimento do óleo isolante, conforme a Figura A.15 (contida no Anexo A deste documento).

6.3.4 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, conforme a Figura A.16 (contida no Anexo A deste documento). O termômetro deve indicar a temperatura próxima à superfície do óleo isolante.

6.3.5 Válvula de alívio de pressão

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. O dispositivo de alívio de pressão deve ser provido de indicador mecânico de atuação tipo DAP-1, conforme ABNT NBR 12457, porém sem contatos elétricos.

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

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.

O dispositivo de alívio de pressão deve estar conforme a Figura A.17 (contida no Anexo A deste documento técnico).

6.3.6 Indicador de nível de óleo isolante


O transformador deve ser provido de indicador de nível do óleo isolante do tipo visor, conforme a Figura A.18 (contida no Anexo A deste documento).

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

6.3.7 Manômetro tipo mostrador para gás inerte

O transformador deve ser provido de um manômetro tipo mostrador para gás inerte, submersível, que possua a indicação de pressão máxima, com recurso externo para o retorno do ponteiro, conforme a Figura A.19 (contida no Anexo A deste documento).

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
3822	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2021	9 de 44

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Submersível (S)

6.3.8 Dispositivo para enchimento de gás inerte

O transformador deve ser provido de dispositivo para enchimento de gás que deve estar conforme a Figura A.20 (contida no Anexo A deste documento).

6.3.9 Meios para suspensão da parte ativa e do transformador

O tanque do transformador deve possuir 4 (quatro) orelhas para suspensão, permitindo o levantamento, com o óleo isolante em seu nível normal, da unidade completa ou, eventualmente, sem a tampa principal.

As orelhas devem estar posicionadas de tal forma que:

- Os meios de suspensão não toquem na tampa, evitando danos à pintura;
- A remoção da tampa por esmerilhamento não danifique as mesmas, devendo para tal, não ultrapassar a borda do tanque.

A parte ativa deve possuir olhais para suspensão que possibilitem a sua retirada do tanque do transformador, em nível, sem que haja necessidade de sua desmontagem parcial.

6.3.10 Placa de identificação

Cada transformador deve ser provido de uma placa de identificação de aço inoxidável com espessura mínima de 1,2 mm, conforme a Figura A.21 (contida no Anexo A). 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.

6.4 Marcações do transformador

6.4.1 Marcação interna

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

6.4.2 Marcação externa

Independentemente da placa de identificação, os transformadores devem estar devidamente identificados com seus respectivos números de série, gravados de forma legível e indelével na tampa e na parte ativa.

O número patrimonial deverá ser pintado no lado da bucha de alta tensão do transformador. Quando não houver espaço suficiente para executar a pintura nesta posição, ela deverá ser executada no lado de baixa tensão.

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

Exemplo: xxxxxxxx-3-z

Onde:


xxxxxxx = número patrimonial sequencial do Grupo CPFL Energia.

z = potência do transformador.

6.4.3 Marcações nos painéis

Os números e letras devem ser marcados em baixo relevo de maneira indelével, pintados com tinta à prova de óleo isolante e cor que apresente contraste com o material do painel e permita sua leitura mesmo, quando imerso no óleo isolante. Quando nessa marcação são empregados números, sugere-se que a ordem seja a de progressão aritmética, de razão 3 (três) em cada

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
3822	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2021	10 de 44

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Submersível (S)

fase. A identificação das buchas deve ser feita de maneira clara, indicativa do número a que pertence a bucha.

6.5 Proposta

Em uma encomenda são aceitos somente transformadores de projetos aprovados anteriormente.


6.5.1 Aprovação de projeto

Todo projeto deve ser submetido à aprovação por parte da CPFL, antes de qualquer proposta. A aprovação de um projeto não exime o fabricante/fornecedor da plena responsabilidade quanto ao funcionamento correto, nem da obrigação de fornecer o produto conforme as exigências da encomenda.

Para a aprovação do projeto, o proponente deve fornecer as seguintes informações em meio digital.


- Perdas em vazio (W);
- Perdas totais a 75 °C (W);
- Impedância a 75 °C (%);
- Corrente de excitação (%);
- Polaridade;
- Deslocamento angular;
- Diagramas fasoriais;
- Enrolamento de alta tensão:
 - Número de espiras;
 - Número de bobinas;
 - Tensão para cada bobina;
 - Dimensão do fio;
 - Densidade de corrente;
 - Massa total do cobre (kg);
 - Tipo de enrolamento;
 - Tipo e características do material isolante indicando o número de camadas, a espessura e a largura das fitas e sentido da isolação.
- Enrolamento de baixa tensão:
 - Número de espiras;
 - Dimensões do fio;
 - Densidade de corrente;
 - Massa total do cobre (kg);
 - Tipo de enrolamento;
 - Tipo e características do material isolante indicando o número de camadas, a espessura e a largura das fitas e sentido da isolação.
- Impregnação das bobinas:
 - Processo usado;
 - Material isolante empregado.
- Núcleo:
 - Tipo;
 - Massa do núcleo.
- Elevação de temperatura:
 - Elevação da temperatura média do enrolamento;

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
3822	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2021	11 de 44

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Submersível (S)

- Elevação da temperatura no ponto mais quente do enrolamento.
- Tanque:
 - Formato;
 - Espessura das chapas (laterais e do fundo).
- Tampa:
 - Espessura das chapas;
 - Fixação: número de parafusos.
- Abertura de inspeção:
 - Dimensões;
 - Formato;
 - Fixação: número de parafusos.
- Acabamento:
 - Processo de preparação da superfície;
 - Tratamento anticorrosivo;
 - Pintura interna;
 - Pintura externa.
- Radiadores:
 - Diâmetro dos tubos;
 - Espessura da parede dos tubos.
- Buchas terminais de alta e baixa tensão:
 - Desenho de contorno;
 - Montagem e local;
 - Características elétricas;
 - Fabricante e código da bucha de média tensão;
 - Desenhos e detalhes;
 - Material utilizado;
 - Faixa de condutores apropriados.
- Vedação:
 - Gaxetas e arruelas;
 - Material empregado.
- Guarnições:
 - Composição básica do material;
 - Certificado de ensaios (subfornecedor).
- Pannel de ligações:
 - Desenhos;
 - Detalhes.
- Estrutura de apoio:
 - Formato;
 - Detalhes.
- Orelha de suspensão:
 - Formato;
 - Detalhes.
- Placa de identificação:
 - Formato;
 - Detalhes.
- Acessórios (desenhos, fabricantes, características, detalhes):
 - Válvula globo para drenagem do óleo isolante;

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
3822	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2021	12 de 44

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Submersível (S)

- Bujão para enchimento de óleo isolante;
- Termômetro tipo mostrador de óleo isolante;
- Válvula de alívio de pressão;
- Indicador de nível de óleo isolante;
- Manômetro tipo mostrador de gás inerte;
- Dispositivo para enchimento de gás inerte.
- Líquido isolante:
 - Tipo;
 - Volume de líquido isolante.
- Massa: Massa total do transformador com líquido isolante (kg);
- Desenhos: Todos os desenhos contidos nesse documento.

6.5.2 Aprovação de desenhos

Os desenhos de um projeto são aprovados na mesma ocasião de aprovação do projeto. Sempre que existir solicitação de modificações do desenho por parte da CPFL, o fabricante deve realizar os ajustes e reencaminhar à CPFL para aprovação.

6.5.3 Relatório de ensaio

Após a inspeção, e caso liberados os transformadores, o fabricante deve enviar uma cópia em formato digital.

6.6 Condições normais de funcionamento, instalação e transporte

Devem ser consideradas condições normais as seguintes:

- Altitude até 1000 m;
- Temperatura máxima do ar de 40 °C e média diária não superior a 30 °C;
- Transporte e instalação conforme ABNT NBR 7036.

6.7 Garantia

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

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

O fabricante se compromete a devolver os transformadores devidamente reparados, em no máximo, 60 (sessenta) dias após o recebimento dos mesmos

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


6.8 Expedição

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

6.9 Embalagem

A embalagem do transformador fica a critério do fornecedor, desde que o equipamento chegue em perfeito estado ao destino. O transporte deve ser realizado de modo a proteger todo o equipamento contra quebra ou danos devido ao manejo (por exemplo: na pintura). Toda

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
3822	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2021	13 de 44

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Submersível (S)

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

6.10 Transporte

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

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

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.

6.11 Ensaios

6.11.1 Generalidades

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

A CPFL deve ser informada com antecedência de 10 dias úteis, no mínimo, das datas em que o equipamento estiver pronto para inspeção e ensaios. A CPFL reserva o direito de designar um inspetor para acompanhar os ensaios e participar dos mesmos.


Os instrumentos de medição usados devem ser de precisão ASA, classe de exatidão 0,5 ou inferior, e estarem aferidos por órgão oficial ou outros devidamente credenciados, e os certificados de aferição estar à disposição do inspetor.

6.11.2 Ensaios de tipo/especiais

Antes de qualquer fornecimento, o protótipo deve ser aprovado, devendo ser realizados a inspeção preliminar da parte ativa seguida dos ensaios indicados a seguir:

- Verificação visual da parte ativa, completamente montada;
- Verificação visual do tanque e acessórios;
- Verificação das dimensões do tanque e acessórios;
- Tensão suportável nominal à frequência industrial;
- Tensão induzida;
- Perdas em vazio e corrente de excitação;
- Perdas em carga e impedância de curto-circuito;
- Resistência dos enrolamentos;
- Relação de tensões;
- Deslocamento angular e sequência de fases;
- Resistência do isolamento;
- Fator de potência do isolamento e capacitância;
- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico;
- Elevação de temperatura;
- Nível de tensão de rádio interferência;
- Nível de ruído;
- Curto-circuito;
- Descargas parciais, após a realização dos ensaios dielétricos;
- Verificação da atuação da válvula de alívio;

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
3822	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2021	14 de 44

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Submersível (S)

- Estanqueidade e resistência à pressão a quente e a frio;
- Óleo isolante;
- Pintura e zincagem.

Notas:

- Os ensaios correspondentes a verificação da atuação da válvula de alívio, estanqueidade e resistência à pressão a quente e a frio deverão ser realizados após a soldagem da tampa do transformador
- No caso de haver alteração na fabricação ou no protótipo dos transformadores, o fabricante deve comunicar o fato com antecedência, submetendo-o à aprovação da CPFL, através da realização de ensaios de tipo.

6.11.3 Ensaios de rotina

Os ensaios de rotina devem ser executados, pelo fabricante, nos transformadores completamente montados, devendo conter no mínimo os ensaios da norma de referência de transformadores subterrâneo submersíveis.

6.11.4 Ensaios de recebimento

A formação de amostras para os ensaios de recebimento devem ser conforme os critérios estabelecidos em 6.11.7 Formação de amostra, seguindo a amostragem contida no Anexo B deste documento.


Os ensaios de recebimento devem conter no mínimo os seguintes ensaios:

- Verificação visual da parte ativa, completamente montada;
- Verificação visual do tanque e acessórios;
- Verificação das dimensões do tanque e acessórios;
- Tensão suportável nominal à frequência industrial;
- Tensão induzida;
- Perdas em vazio e corrente de excitação;
- Perdas em carga e impedância de curto-circuito;
- Resistência dos enrolamentos;
- Relação de tensões;
- Deslocamento angular e sequência de fases;
- Resistência do isolamento;
- Fator de potência do isolamento e capacitância;
- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico;
- Descargas parciais, após a realização dos ensaios dielétricos;
- Verificação da atuação da válvula de alívio;
- Estanqueidade e resistência à pressão a quente e a frio;
- Óleo isolante;
- Pintura e zincagem.

6.11.5 Ensaios de conformidade de tipo

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

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
3822	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUEN	06/12/2021	15 de 44

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Submersível (S)

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

6.11.6 Descrição dos ensaios

Os transformadores abrangidos por esta norma devem atender aos requisitos de ensaios prescritos na ABNT NBR 5356-1, a menos das ressalvas apresentadas a seguir.

6.11.6.1 Resistência elétrica dos enrolamentos

Conforme o item 6.4.1 da ABNT NBR 5356, porém deve ser acrescentado: “A medição de resistência deve ser feita antes de qualquer outro ensaio a fim de evitar erro devido à diferença de temperatura entre o enrolamento e o ambiente.”

6.11.6.2 Perdas, corrente de excitação e tensão de curto-circuito

Não devem exceder aos valores especificados na norma de referência de transformadores subterrâneo submersíveis.

6.11.6.3 Fator de potência do isolamento e a capacitância

O fator de potência do isolamento e a capacitância devem ser medidos antes e após os ensaios dielétricos. As variações do fator de potência acima de 10 % e valores obtidos superiores a 1,0 %, a 10 °C, devem ser submetidos à avaliação da CPFL.

6.11.6.4 Rigidez dielétrica a quente

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

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

O isolamento do transformador deve ser verificado pelos seguintes ensaios:

- Ensaio de tensão suportável nominal à frequência industrial (tensão aplicada) (6.5.2 da ABNT NBR 5356);
- Ensaio de tensão induzida (6.5.3 da ABNT NBR 5356).

6.11.6.5 Curto-circuito

O ensaio de curto-circuito deve ser realizado conforme a ABNT NBR 5356-1, desconsiderando a impedância do sistema. No caso de reprovação neste ensaio, o fabricante deve tomar as providências corretivas e submeter o transformador novamente ao ensaio de curto-circuito.

Após o ensaio de curto-circuito, deve ser realizada nova inspeção visual da parte ativa e os ensaios especificados na norma ABNT NBR 5356-1.


6.11.6.6 Medição de descargas parciais

Os ensaios de medição de descargas parciais, devem ser feitos considerando o ANEXO A deste documento.

6.11.6.7 Atuação da válvula de alívio de pressão

O ensaio de pressão de atuação da válvula de alívio deve ser executado conforme especificado na ABNT NBR 5356.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
3822	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2021	16 de 44

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Submersível (S)

6.11.6.8 Estanqueidade

O ensaio de estanqueidade deve ser realizado a quente, com pressão inicial de 0,02 MPa e não deve ultrapassar 0,05 MPa durante oito horas, sendo que, para o protótipo, o ensaio deve ser iniciado com o nível máximo de óleo. O ensaio de estanqueidade a frio e resistência à pressão deve ser realizado com a aplicação de pressão de 0,07 MPa (0,7 kgf/cm²) durante 1 (uma) hora, com flange cega no lugar da válvula de alívio de pressão. O nível de óleo deve ser de 25 °C.

6.11.6.9 Óleo isolante

A determinação de teor de PCB deve ser realizada conforme a ASTM D4059 e a do DBPC, conforme a ABNT NBR 12134.

6.11.6.10 Verificação da pintura do tanque

Os ensaios devem consistir em medição da espessura e da aderência da tinta, atendendo ao solicitado em 6.2.7 deste documento e da ABNT NBR 11003.

Durante o processo de avaliação de protótipo ou lote em recebimento, o fornecedor deve apresentar certificado de caracterização da tinta aplicada na amostra ou no lote, a qual deve ser igual ou equivalente à especificada na norma de referência de transformadores subterrâneo submersíveis.

6.11.6.11 Zincagem

Os ensaios devem ser realizados conforme a ABNT NBR 6323.

6.11.6.12 Notas complementares

Para aprovação de protótipo, os ensaios listados abaixo devem ser realizados em todas as derivações.

- Perdas em carga e impedância de curto-circuito;
- Resistência dos enrolamentos;
- Relação de tensões.

Devem ser levantadas as curvas: tensão x corrente de excitação e tensão x perdas em vazio, até a saturação do núcleo, no protótipo. As perdas em vazio e a corrente de excitação devem ser medidas para 100 % da tensão nominal, no ensaio de recebimento, conforme a Tabela B.1 contida no Anexo B deste documento.

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

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


As impedâncias de curto-circuito podem ter a variação de, no máximo, 7,5 % entre as fases, para quaisquer transformadores.

Nas inspeções de recebimento, devem ser realizados os ensaios de aderência e espessura da pintura, conforme ABNT NBR 11003.

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

- Densidade;
- Índice de neutralização;
- Tensão interfacial;

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
3822	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUEN	06/12/2021	17 de 44

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Submersível (S)

- Fator de dissipação a 90 °C
- Rigidez dielétrica;
- Teor de água;
- Teor de DBPC (para óleo tipo B);
- Teor de PCB, conforme ASTM D4059 (o teor de PCB – polychlorinated biphenyl, vulgo ascarel) no óleo isolante não deve ser detectável).

Nota: Os ensaios de teores de DBPC, de PCB e de água poderão ser realizados em laboratórios externos de reconhecida idoneidade. Todas as despesas decorrentes destes ensaios devem correr por conta do fabricante.

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

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

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

A medição do valor da reatância pode ser efetuada por meio de ponte que permite uma melhor precisão da medida.

6.11.7 Formação de amostra

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

6.11.7.1 Inspeção visual e verificação dimensional


Para a realização da inspeção visual e verificação dimensional, devem ser retiradas amostras conforme Tabela B.1 (contida no Anexo B).

6.11.7.2 Ensaios de recebimento

Para realização dos ensaios de recebimento deve ser obedecido o critério de amostragem da Tabela B.1 (contida no Anexo B), exceto para:

- Os ensaios de tensão induzida e tensão suportável nominal à frequência industrial (tensão aplicada), tanto AT quanto BT, devem ser realizados sobre todas as unidades;
- Os ensaios de resistência de isolamento devem ser executados na amostragem definida na Tabela B.1 (contida no Anexo B), e o valor mínimo a ser obtido é de 2.000 MΩ;
- Os ensaios do óleo isolante e de verificação da pintura do tanque (aderência e espessura de camada) que devem ser conforme o critério de amostragem da Tabela B.2 (contida no Anexo B) e as amostras do óleo isolante serem preferencialmente retiradas após os ensaios de rotina;
- O ensaio de rigidez dielétrica a quente deve ser realizado conforme 6.11.6.4 deste documento;
- O ensaio de tensão suportável nominal de impulso atmosférico deve ser conforme o critério de amostragem da Tabela B.3 (contida no Anexo B);

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
3822	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUEN	06/12/2021	18 de 44

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Submersível (S)

- O ensaio de elevação de temperatura deve ser um único transformador do lote sob inspeção, sendo escolhido preferencialmente para o ensaio, o transformador que apresentar maiores valores em perdas.

6.11.8 Inspeção de recebimento

Nas inspeções serão realizados os ensaios de recebimento conforme 6.11.4 deste documento e as amostras conforme Anexo B.

6.11.8.1 Inspeção visual

Devem ser verificadas quando cabíveis as características construtivas e acessórios, referente respectivamente a 6.2 e 6.3 deste documento.

6.11.8.2 Inspeção dimensional

Devem ser verificadas as dimensões do transformador e seus componentes conforme os 6.2 e 6.3 deste documento e os desenhos aprovados do fabricante.

7. CONTROLE DE REGISTROS

Não se aplica.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
3822	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUEN	06/12/2021	19 de 44

8. ANEXOS

Anexo A – Figuras

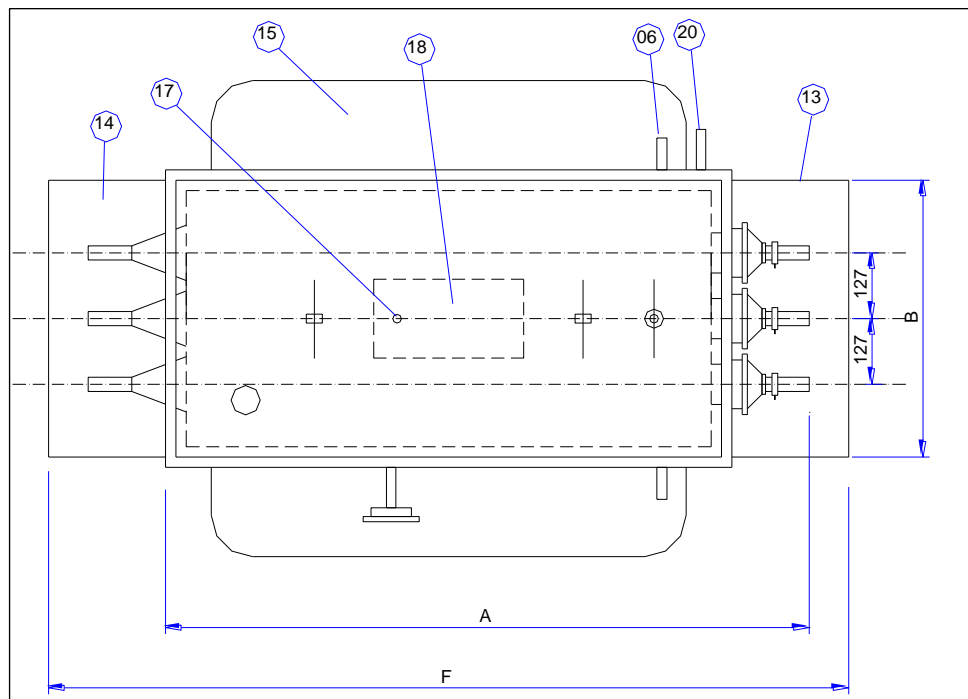


Figura A.1. Transformadores de distribuição submersíveis trifásicos

NOTAS:

A - Distância entre a flange primária e a bucha secundária;

B - Largura considerando o radiador;

C - Altura do transformador;

D - Distância entre a base e a linha média do flange primária;

E - Distância entre a base e a linha média do flange secundária;

F - Distância entre as proteções das buchas primárias e secundárias.

Tabela A.1: Pesos e dimensões

Potência (kVA)	Classe de tensão (kV)	Dimensões máximas do transformador (mm)						Massa máxima (kg)	Relação de tensões primárias (kV)
		A	B	C	D	E	F		
300	15	1380	920	1705	1185	1200	1550	2000	13,8/13,2/12,6/12,0/11,4/10,8/10,2
500	15	1440	1000	1740	1200	1300	1610	2370	13,8/13,2/12,6/6,9/6,6/6,3
	24,2	1440	1070	1940	1200	1200	1610	2500	13,8/13,2/12,6/12,0/11,4/10,8/10,2
									23,1/22,0/20,9

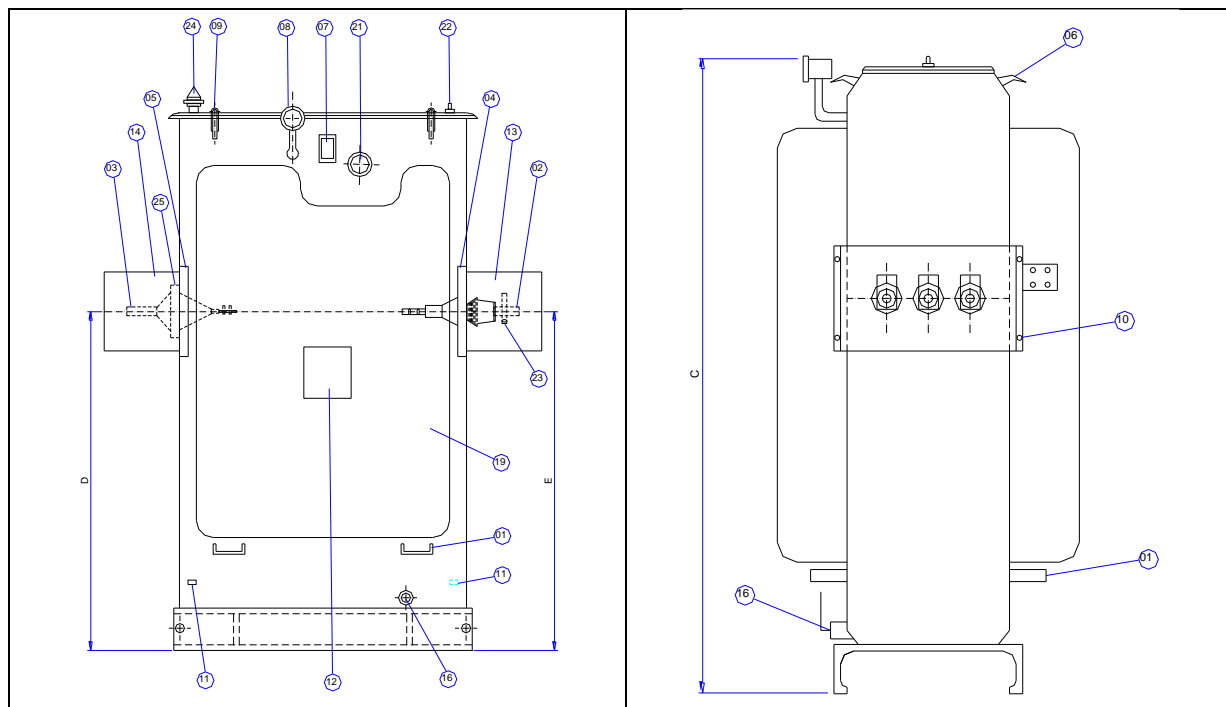


Figura A.2. Vista frontal e lateral do transformador submersível

Tabela A.2: Relação de materiais

Item	Descrição	Unidade	Quant.	Figura
01	Apoio do macaco	pç	04	-
02	Bucha de tensão secundária classe 1,3 kV	pç	03	A.2
03	Bucha de tensão primária em epóxi classe 15/25 kV	pç	03	-
04	Flange para fixação da proteção das buchas secundárias	pç	01	A.6
05	Flange para fixação da proteção das buchas desconectáveis primárias	pç	01	A.4
06	Gancho de levantamento do transformador completo com óleo	pç	04	-
07	Indicador tipo visor de nível do líquido isolante	pç	01	A.17
08	Manômetro	pç	01	A.18
09	Olhal de levantamento da tampa	pç	02	-
10	Parafuso M12 para fixação das proteções	pç	10	A5 e A.7
11	Terminal para aterramento	pç	02	A.12
12	Placa de identificação	pç	01	A.20
13	Proteção para buchas tensão secundárias	pç	01	A.7
14	Proteção para buchas primárias	pç	01	A.5
15	Radiadores (conforme projeto de cada fabricante)	pç	-	-
16	Válvula globo para drenagem e filtro prensa	pç	01	A.13
17	Bujão de enchimento	pç	04	A.14
18	Tampa de inspeção	pç	01	-
19	Tanque	pç	01	-
20	Terminal de neutro para transformadores de 300 e 500 kVA	pç	01	A.10 ou A.11
21	Termômetro	pç	01	A.15
22	Dispositivo para enchimento de gás inerte	pç	01	A.19
23	Conector terminal da bucha secundária	pç	03	A.8 ou A.9
24	Válvula de alívio pressão	pç	01	A.16
25	Flange para fixação de bucha primária	pç	03	A.3

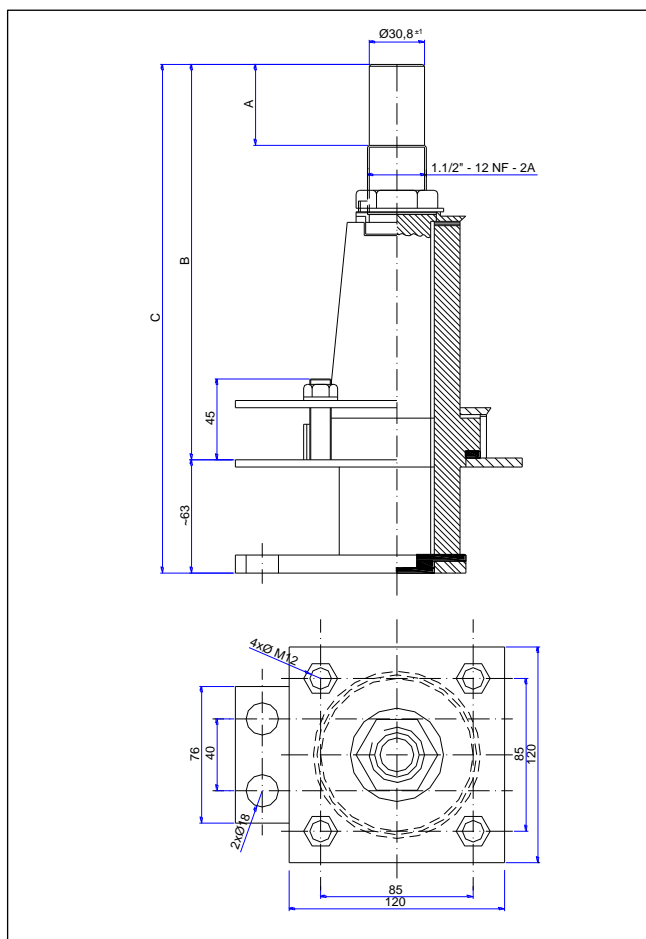


Figura A.3. Buchas secundárias de transformadores submersíveis – Classe 1,3 kV – 1875 A

Tabela A.3: Dimensões referente a Figura A.3.

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.

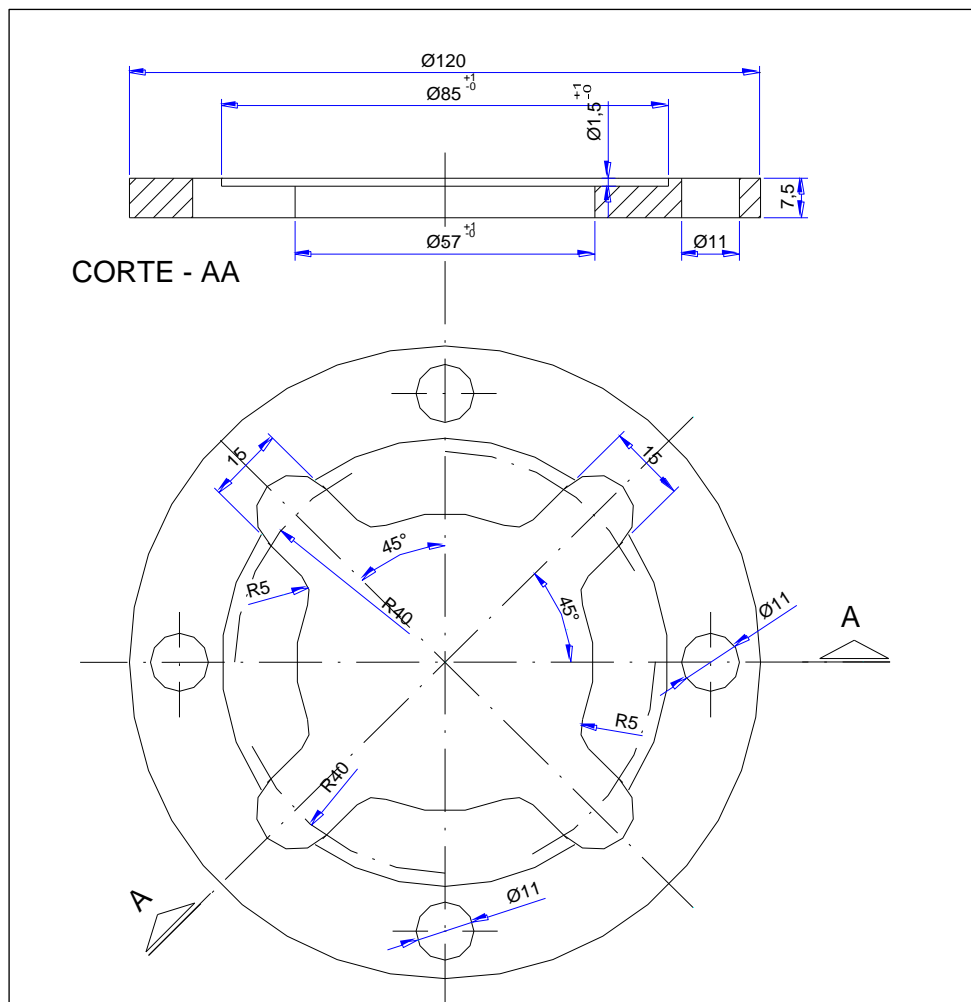


Figura A.4. Flange para fixação de bucha primária

NOTAS:

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

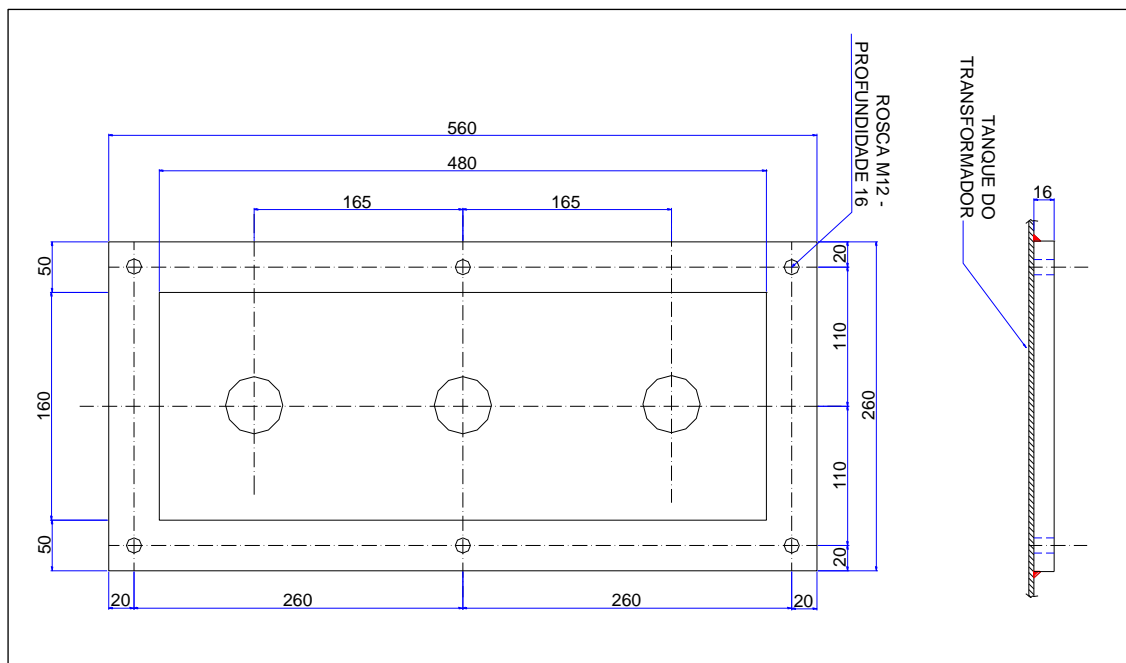


Figura A.5. Flange para fixação de proteção de bucha de tensão primária

NOTAS:

- 1 - Material: chapa de aço carbono ABNT 1020 de acordo com NBR-NM 87 com o mesmo acabamento da chapa do transformador.
- 2 - Dimensões: em milímetros.

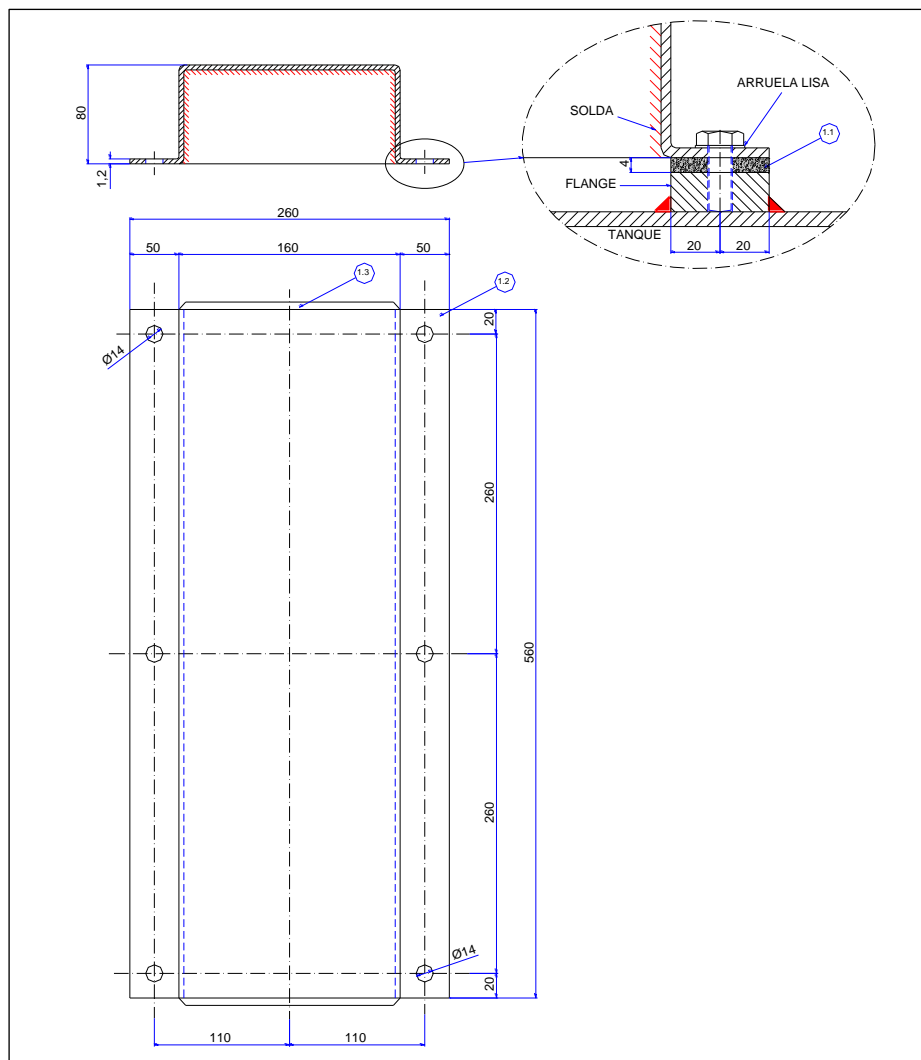


Figura A.6. Proteção para buchas de tensão primária

NOTAS:

- 1 - Material: Borracha em lençol de 4 mm (item 1.1) e chapa de aço 1,2 mm com mesmo acabamento da chapa do transformador (item 1.2 e 1.3).
- 2 - Dimensões: em milímetros.

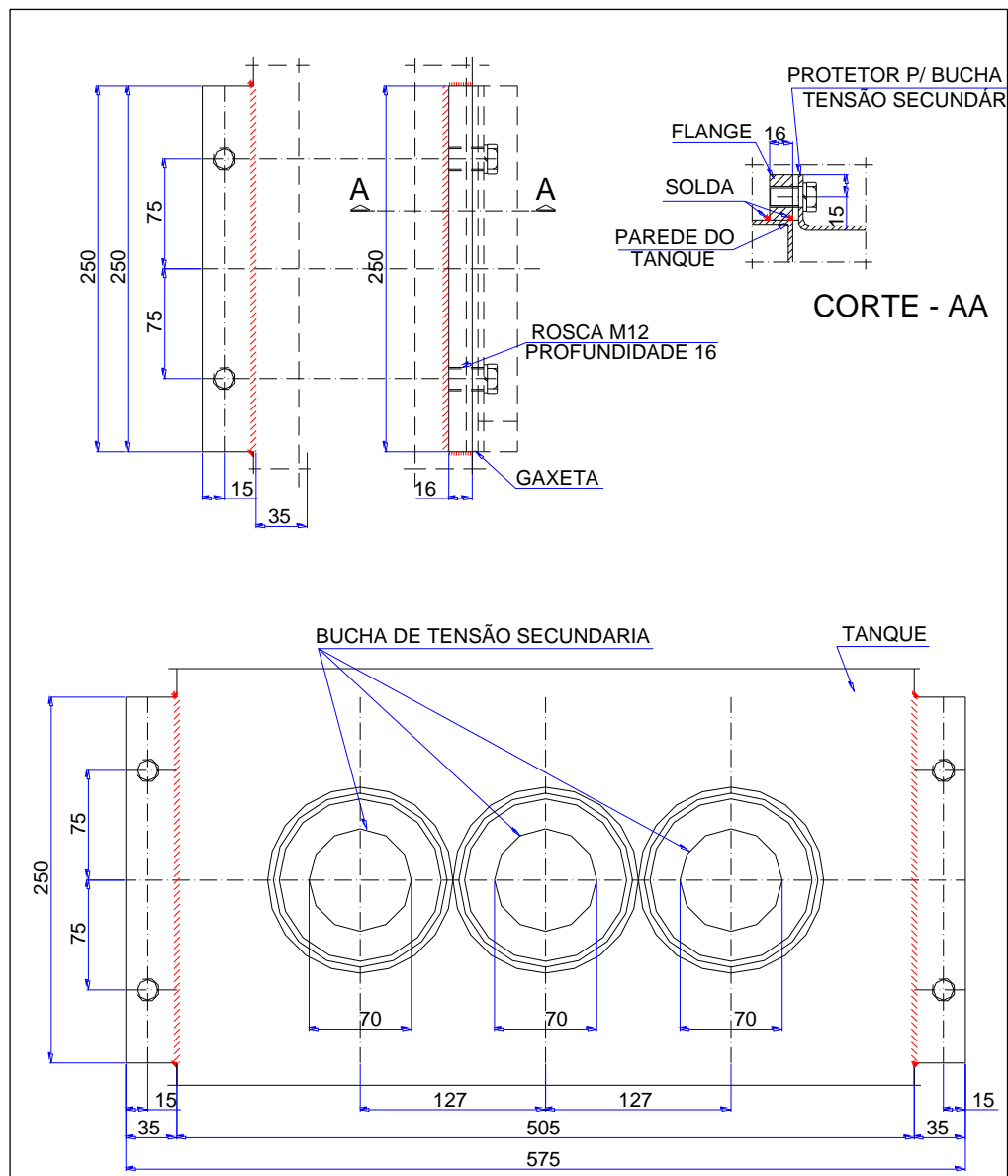


Figura A.7. Flange para fixação da proteção de buchas de tensão secundária

NOTAS:

- 1 - Material: aço carbono ABNT 1020, de acordo com NBR-NM 87.
- 2 - Dimensões: em milímetros.

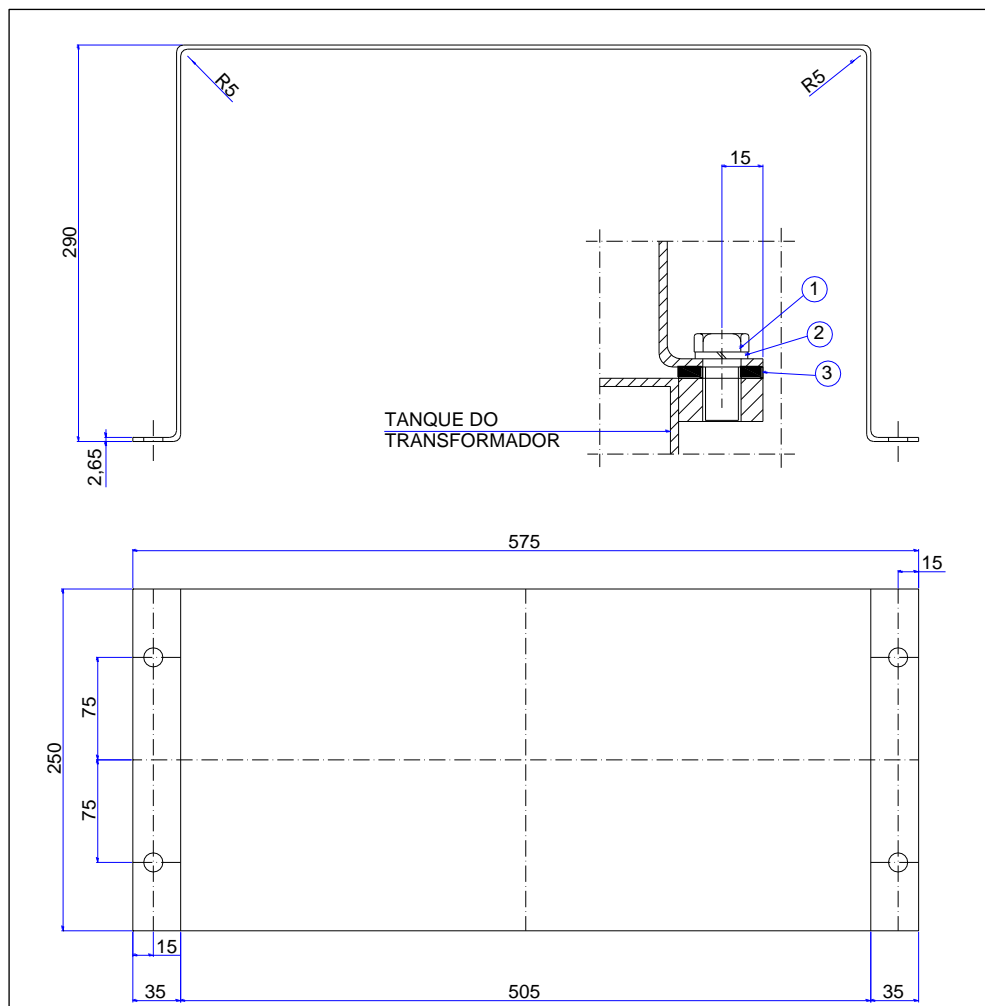


Figura A.8. Proteção para buchas de tensão secundária

Tabela A.4: Lista de materiais da Figura A.8

Item	Descrição	Quantidade	Dimensões	Material	Observação
1	Parafuso cabeça sextavada	04	M12x25	Aço galvanizado	DIN 558
2	Arruela de pressão	04	12x16,1x2,5	Aço galvanizado	DIN 7980

NOTAS:

1 - Material: Chapa de aço carbono, espessura 2,65 mm de acordo com a NBR-NM 87, pintada na mesma cor do transformador e borracha em lençol de 4 mm (item 3)

2 - Dimensões: em milímetros.

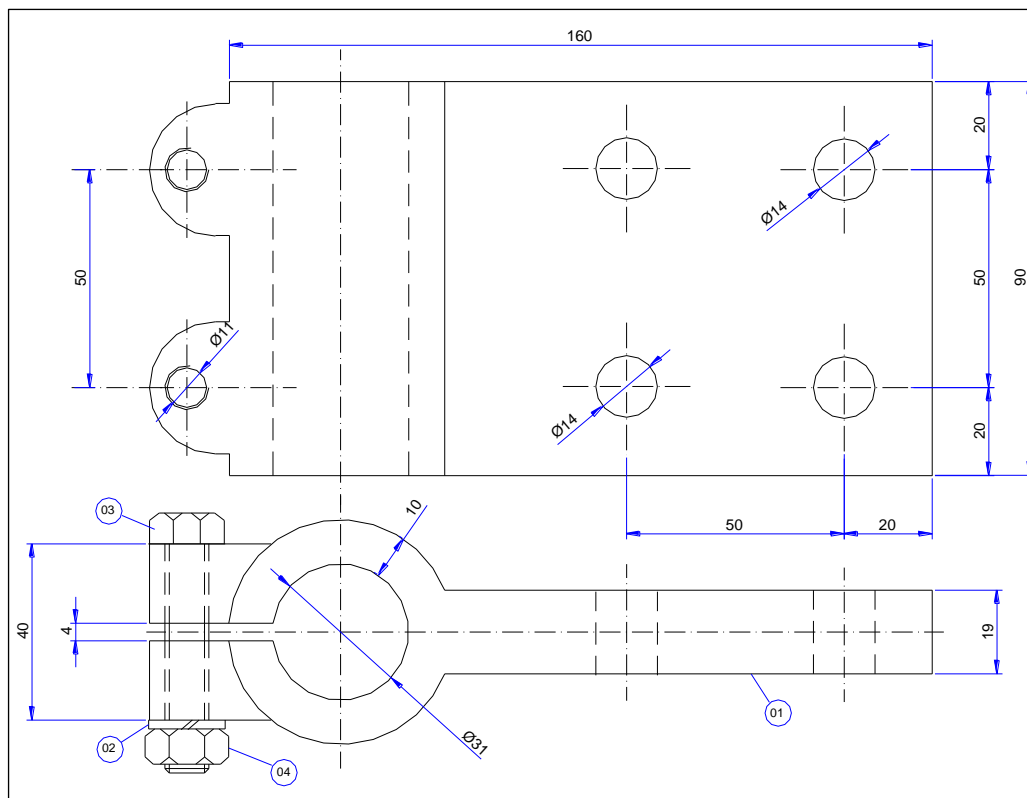


Figura A.9. Conector terminal secundário para transformador submersível de 300 kVA

Tabela A.5: Lista de materiais referente a Figura A.9.

Item	Descrição	Quantidade	Dimensões	Material	Observação
01	Bloco de contato	01	Ver desenho	Cobre meio duro	Estanhado
02	Arruela de pressão	02	B10	Aço oxidado	-
03	Parafuso	02	M10x50	Aço inox	Cabeça sextavada
04	Porca	02	M10	Aço inox	Sextavada

NOTAS:

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

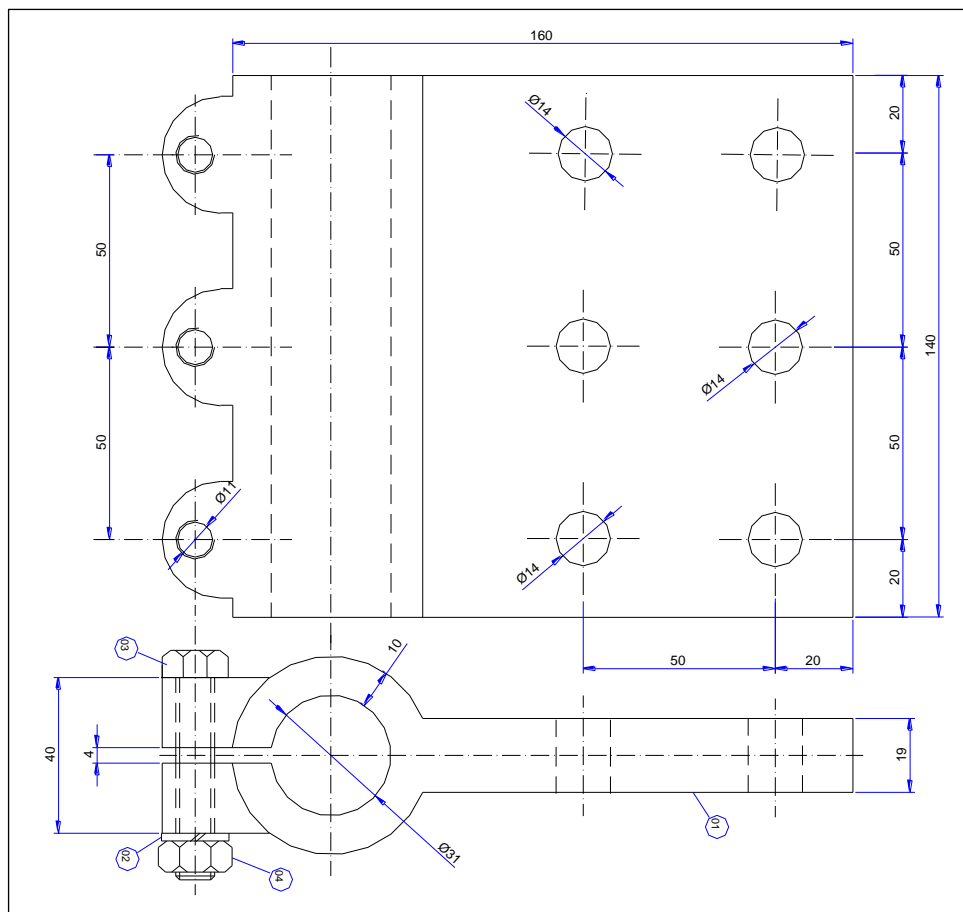


Figura A.10. Conector terminal secundário para transformador submersível de 500 kVA

Tabela A.6: Lista de materiais referente a Figura A.10.

Item	Descrição	Quantidade	Dimensões	Material	Observação
01	Bloco de contato	01	Ver desenho	Cobre meio duro	Estanhado
02	Arruela de pressão	03	B10	Aço oxidado	-
03	Parafuso	03	M10x50	Aço inox	Cabeça sextavada
04	Porca	03	M10	Aço inox	Sextavada

NOTAS:

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

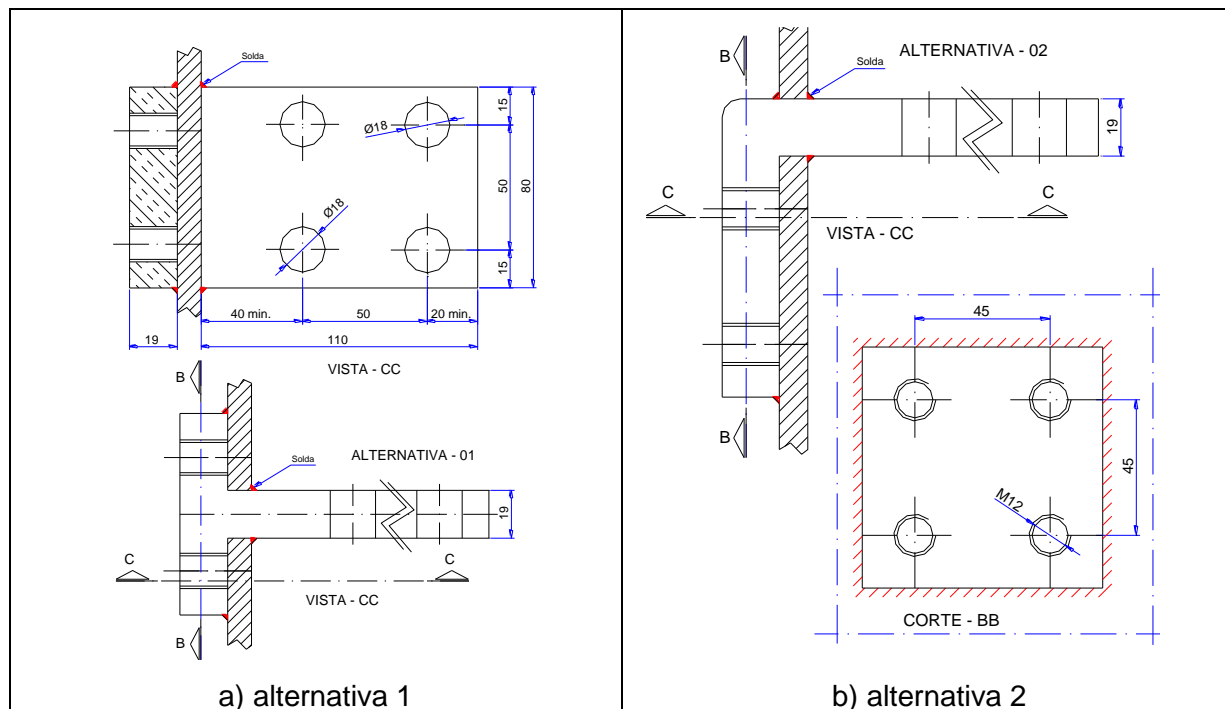


Figura A.11. Terminal de neutro para transformadores submersíveis de 300 kVA

NOTAS:

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

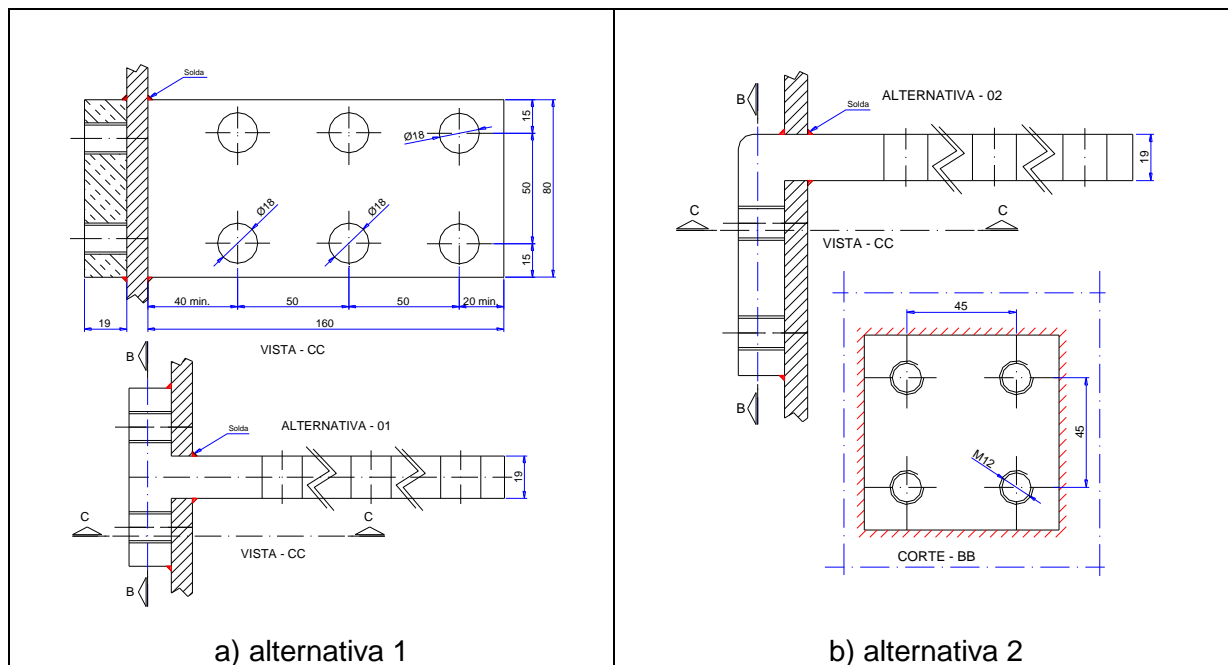


Figura A.12. Terminal de neutro para transformadores submersíveis de 500 kVA

NOTAS:

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

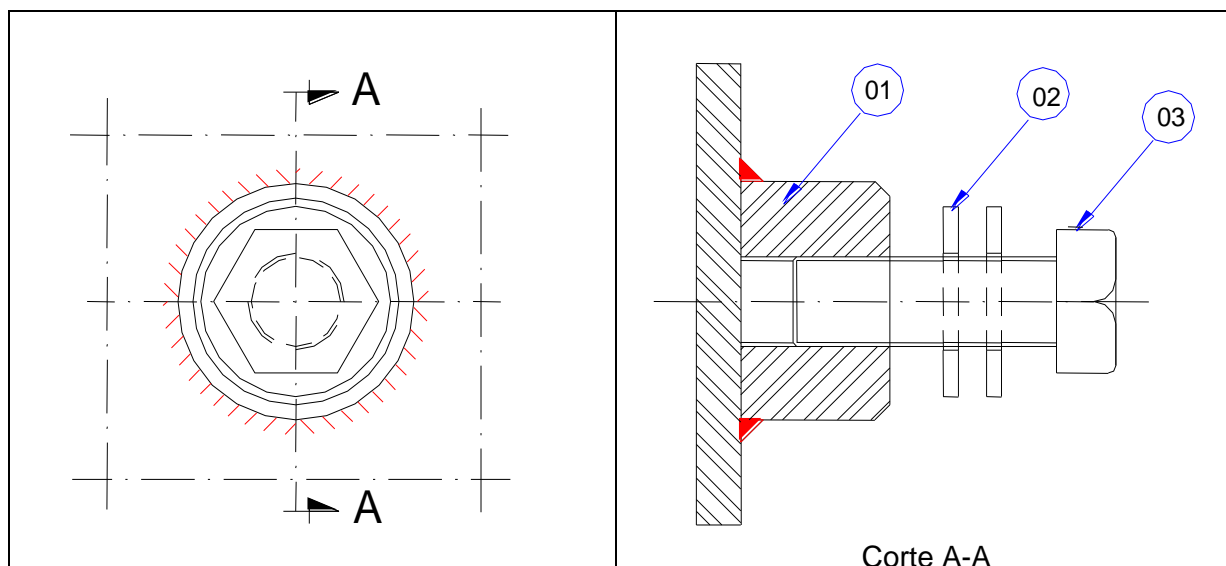


Figura A.13. Terminal de aterramento

Tabela A.7: Lista de materiais referente a Figura A.12.

Item	Descrição	Quantidade	Dimensões	Material	Observação
01	Bloco de contato	01	Ver desenho	Aço inox 304	NBR 5601
02	Arruela lisa	02	Ø 13	Latão	-
03	Parafuso	01	M12x35	Latão	Cabeça sextavada

NOTAS:

- 1 - Material: ver tabela.
 2 - Dimensões: em milímetros.

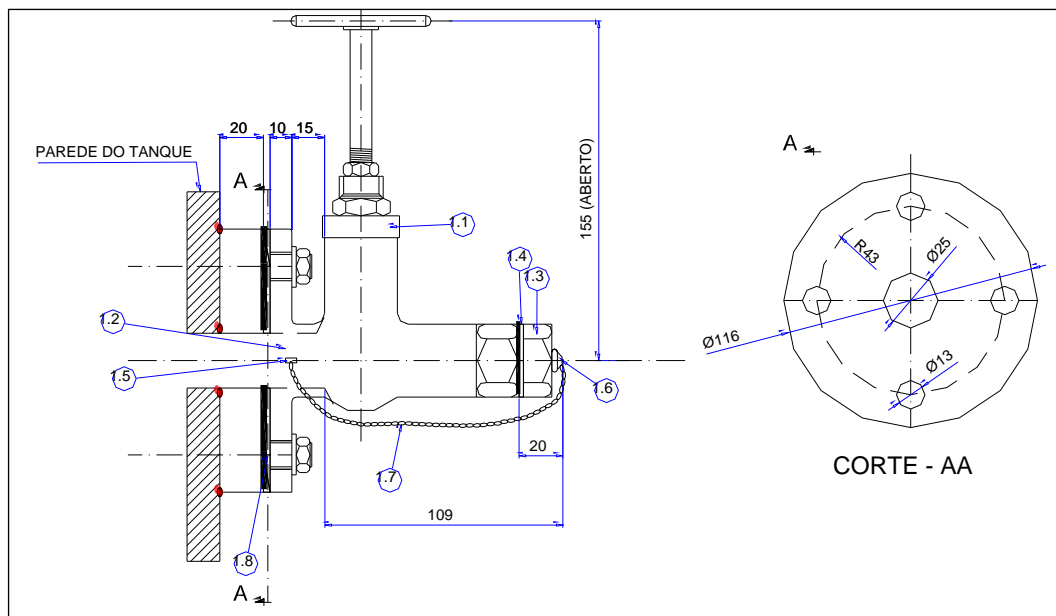


Figura A.14. Válvula globo para drenagem do óleo isolante

Tabela A.8: Lista de materiais referente a Figura A.14

Item	Descrição	Quant.	Dimensões	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	250 mm	Latão	-
1.8	Guarnição	01	-	Borracha sintética	-

NOTAS:

1- Material: ver tabela.

2- Dimensões: em milímetros.

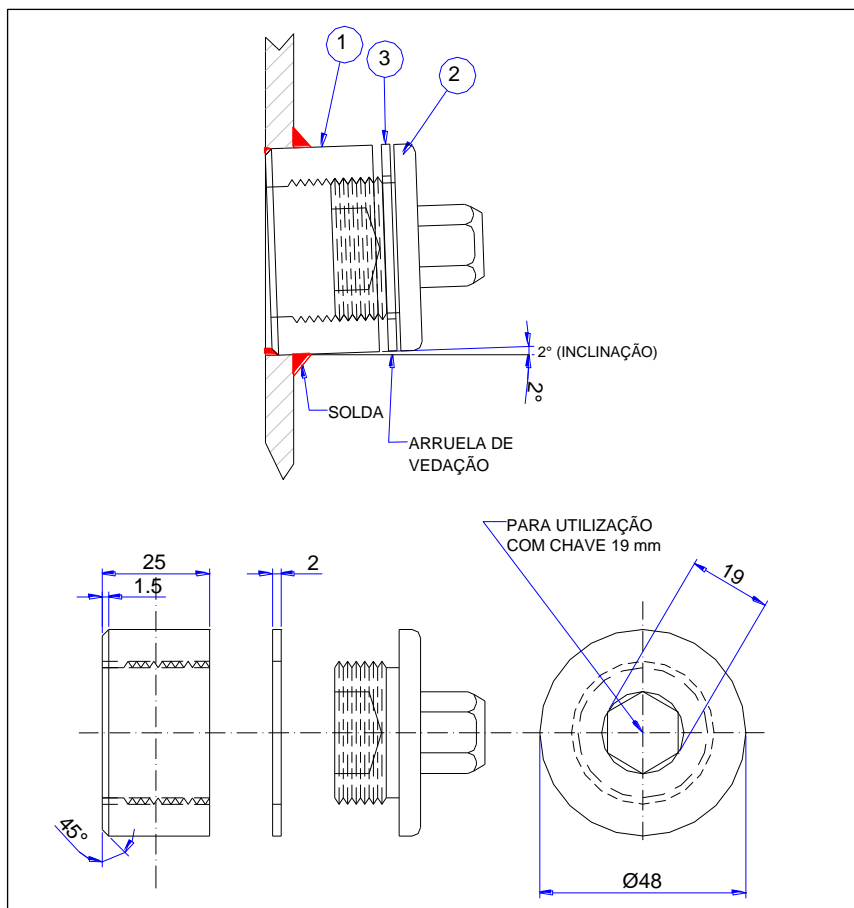


Figura A.15. Bujão para enchimento de óleo isolante

Tabela A.9: Lista de materiais referente a Figura A.15

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

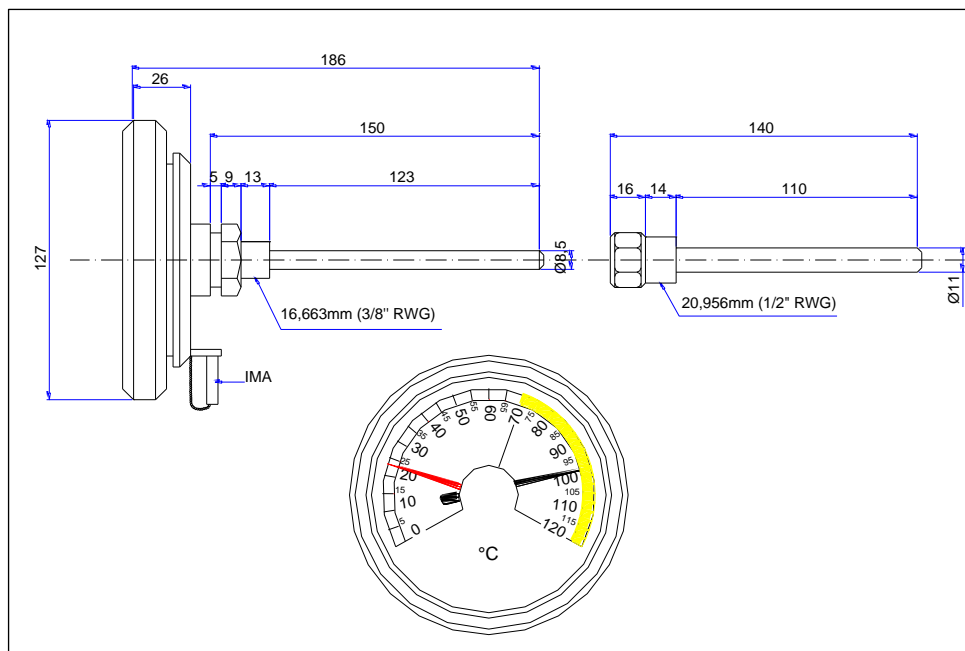


Figura A.16. Termômetro tipo mostrador para óleo isolante

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 °C a 120 °C em amarelo.

2 - Dimensões: em milímetros.

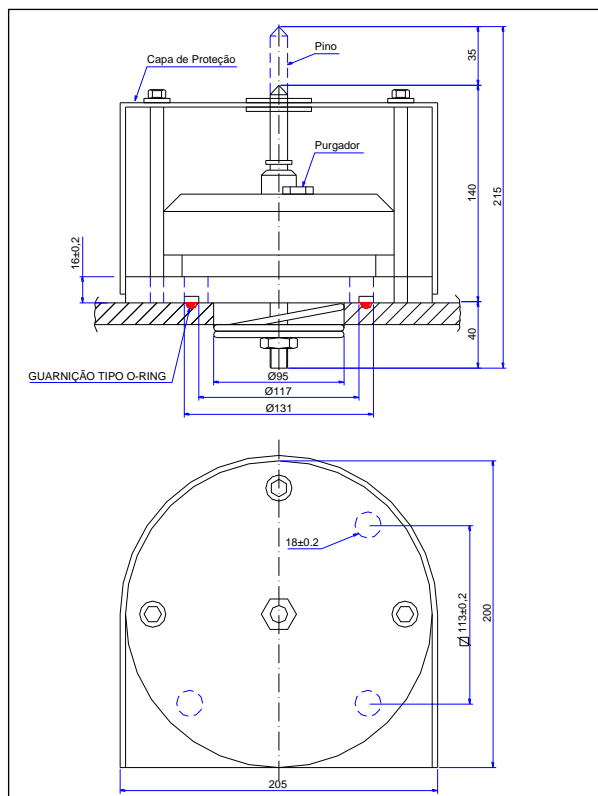


Figura A.17. Válvula de alívio de pressão

NOTAS:

1 - Temperatura de trabalho situada na faixa de -5°C a $+105^{\circ}\text{C}$.

2 - A pressão normal de operação da válvula deve ser $0,7\text{ MPa} \pm 10\%$ ao nível do mar.

3 - As guarnições devem ser fornecidas em borracha nitrílica.

4 - A válvulas de alívio de pressão deve ser provida de um pino situado no centro da capa de proteção, ficando exposto após a ação da válvula para comprovação. O pino deve ser recolocado na posição original, manualmente. OBS: nas válvulas providas de contato elétrico, o pino indicador aciona o contato que deve ser rearmado manualmente.

5 - As molas das válvulas de alívio de pressão devem ser fabricadas em aço inox.

6 - A capacidade dos contatos quando solicitados devem ser fornecidos em uma das capacidades nominais.

a) 220 Vca - 6 A.

b) 125 Vcc - 0,5 A.

7 - O corpo a capa e a caixa de terminais devem ser fabricados em alumínio ou aço inox, recebendo tratamento superficial: zincagem eletrolítica e pintura em epóxi na cor cinza Munsell N 6,5.

8 - Os elementos de fixação devem ser fabricados em aço inox ABNT 304 conforme a ABNT NBR 5601, devendo apresentar a composição química indicada abaixo:

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni
0,08	2,00	1,00	0,045	0,030	18,00 a 20,00	8,00 a 10,50

9 - Dimensões: em milímetros.

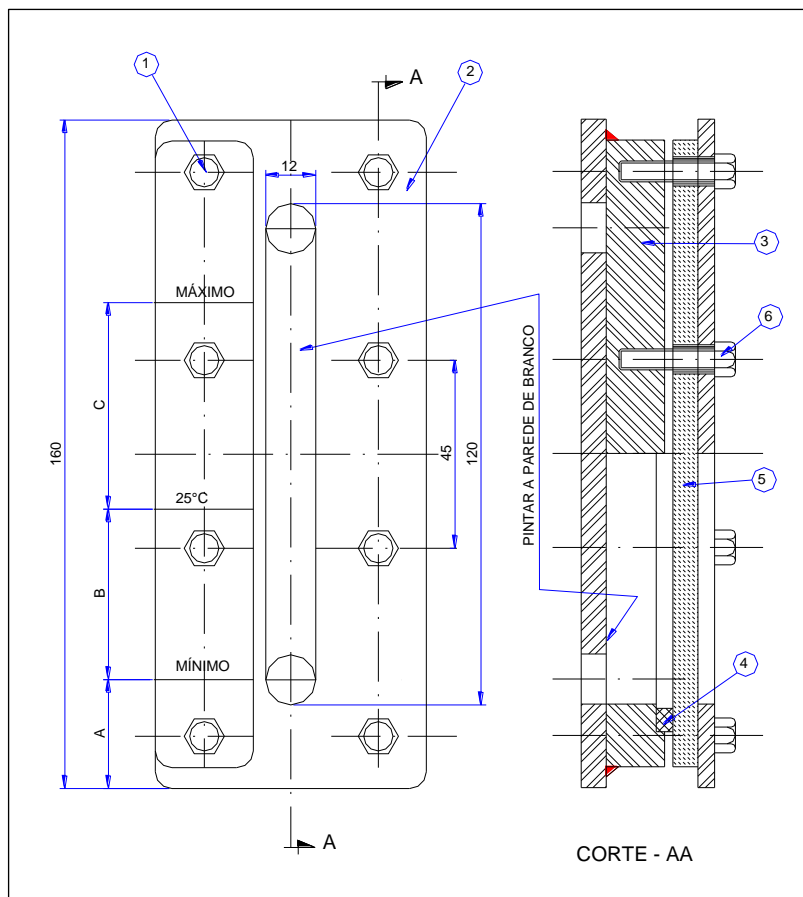


Figura A.18. Indicador de nível de óleo isolante

Tabela A.10: Lista de materiais referente a Figura A.18

Item	Descrição	Quant.	Dimensões	Material	Observação
1	Plaqueta	01	Ver desenho	Aço inoxidável	-
2	Flange	01	Ver desenho	Aço	-
3	Base	01	Ver desenho	Aço	-
4	Junta	01	Ver desenho	Borracha sintética acrílo-nitrila	-
5	Visor	01	Ver desenho	Vidro	-
6	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.

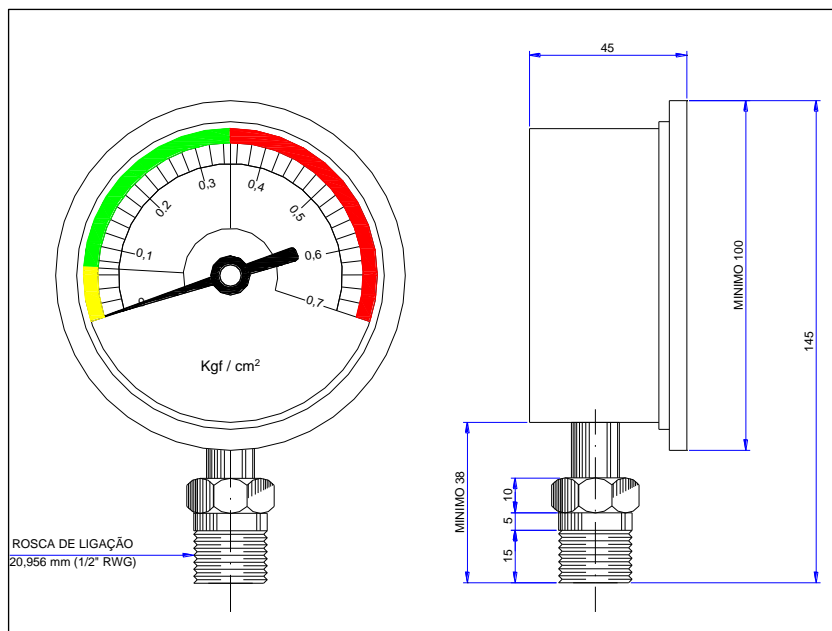


Figura A.19. Manômetro tipo mostrador para gás inerte

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.

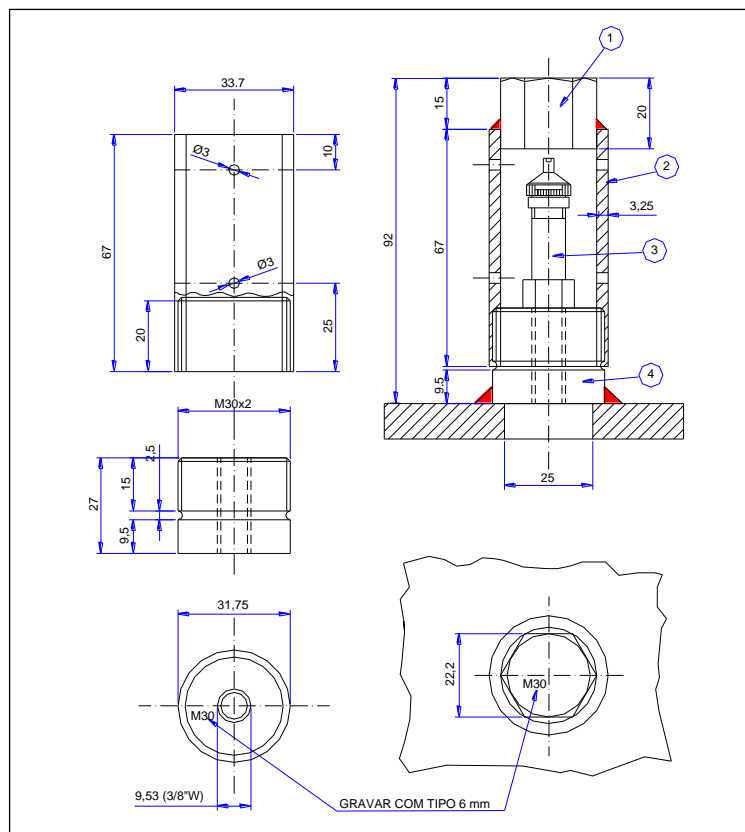


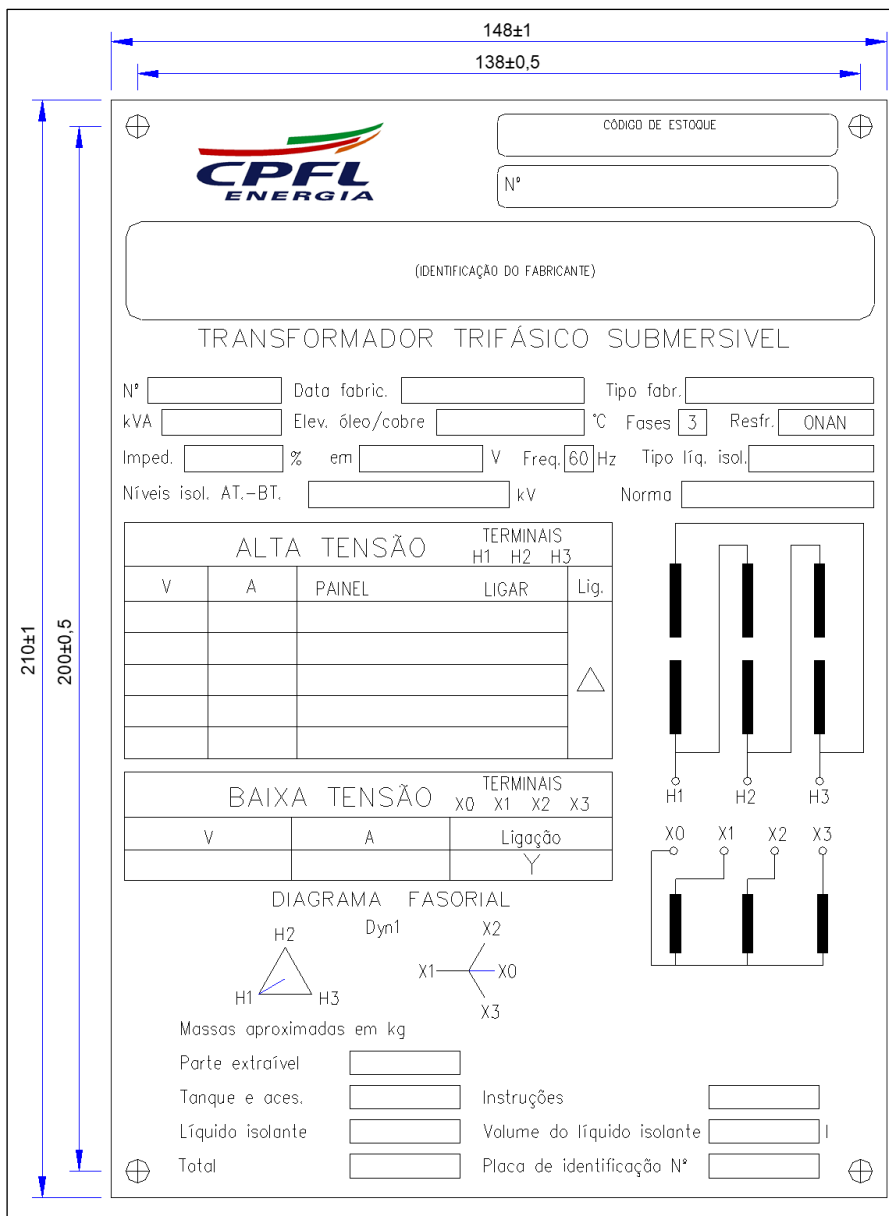
Figura A.20. Dispositivo para Enchimento de Gás Inerte

Tabela A.11: Lista de materiais referente a Figura A.20

Item	Descrição	Quant.	Dimensões	Material	Observação
1	Sextavado	01	Ver desenho	Aço zincado a quente	-
2	Tubo	01	Ver desenho	Aço zincado a quente	-
3	Base	01	Ver desenho	Aço 1020	-
4	Válvula	01	Ver desenho	Latão de 9,53 mm (3,8\" W)	-

NOTAS:

1 - Dimensões: em milímetros.



148±1
138±0,5

CPFL ENERGIA

CÓDIGO DE ESTOQUE

Nº

(IDENTIFICAÇÃO DO FABRICANTE)

TRANSFORMADOR TRIFÁSICO SUBMERSIVEL

Nº Data fabric. Tipo fabr.

kVA Elev. óleo/cobre °C Fases Resfr. ONAN

Imped. % em V Freq. 60 Hz Tipo lq. 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

Dyn1

H2 X2
H1 X1
H3 X0 X3

Massas aproximadas em kg

Parte extraível

Tanque e aces. Instruções

Líquido isolante Volume do líquido isolante l

Total Placa de identificação Nº

210±1
200±0,5

Figura A.21. Placa de identificação

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.

Anexo B – Tabelas de amostragem para realização de ensaios

Tabela B.1: Plano de amostragem para ensaios de recebimento

PLANO DE AMOSTRAGEM DUPLA NORMAL – NÍVEL II NQA 1,0 %			
Tamanho do lote	Tamanho da amostra	Ac	Re
2 a 8	2	0	1
9 a 15	2	0	2
	2	1	2
16 a 25	3	0	2
	3	1	2
26 a 50	5	0	2
	5	1	2
51 a 90	8	0	2
	8	1	2
91 a 150	13	0	2
	13	1	2
151 a 280	20	0	2
	20	1	2
281 a 500	32	0	2
	32	1	2
501 a 1200	50	0	3
	50	3	4
1201 a 3200	80	1	4
	80	4	5

NOTA:

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

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

Tabela B.2: Plano de amostragem para ensaios de óleo isolante e pintura do tanque

PLANO DE AMOSTRAGEM DUPLA NORMAL – NÍVEL II NQA 2,5 %			
Tamanho do lote	Tamanho da amostra	Ac	Re
Até 50	3	0	1
51 a 90	5	0	1
91 a 150	8	0	1
151 a 280	8	0	2
	8	1	2
281 a 500	13	0	2
	13	1	2
501 a 1200	20	0	3
	20	3	4
1201 a 3200	32	1	4
	32	4	5

NOTA:

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

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


 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Submersível (S)


Tabela B.3: Plano de amostragem para ensaio de tensão suportável nominal de impulso atmosférico

PLANO DE AMOSTRAGEM DUPLA NORMAL – NÍVEL S3 NQA 2,5 %			
Tamanho do lote	Tamanho da amostra	Ac	Re
1 a 15	1	0	1
16 a 50	2	0	1
51 a 150	3	0	1
151 a 500	5	0	1
501 a 3200	8	0	2
	8	1	2

NOTA:

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

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


 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Submersível (S)

Anexo C – Ensaio de descargas parciais

Os transformadores devem atender os requisitos de descargas parciais, abaixo especificados, e conforme a ABNT NBR 5356-1, sem que produzam descargas parciais disruptivas e sem que haja evidência de falha:

- O transformador deve ser energizado com os enrolamentos ligados nas respectivas derivações principais. A fonte de tensão para ensaio deve ser trifásica, sendo o neutro do transformador ligado à terra;
- A frequência da tensão pode ser aumentada em relação à nominal, de forma a evitar a saturação do circuito magnético do transformador e ela não interfira na duração do ensaio;
- Durante a aplicação da tensão de ensaio, deve ser medido o nível de descargas parciais. A tensão de ensaio é a tensão nominal primária da derivação de valor mais elevado (V_p) do transformador multiplicado por fator 1,5;
- Antes e depois do ensaio, a intensidade do ruído ambiente deve ser anotada, não devendo ser superior a 150 pC;
- O transformador deve ser submetido a energização com valores de tensão na sequência e com duração indicada a seguir:
 - Energizar com uma tensão não superior a 0,5 V_p ;
 - Elevar até 1,5 V_p e manter nesse nível durante 5 minutos. Neste intervalo de tempo, deve ser realizada e anotada uma leitura de intensidade de descargas parciais;
 - Elevar até $\sqrt{3} V_p$ e manter nesse nível durante 5 segundos, não sendo necessário fazer leituras;
 - Abaixar até 1,5 V_p e manter neste nível durante 30 minutos, devendo ser efetuadas leituras da intensidade de descargas parciais a cada 5 minutos, nas três fases;
 - Abaixar para um valor inferior a 0,5 V_p e desenergizar o transformador.
- A intensidade das descargas parciais à tensão de 1,5 V_p não deve exceder a 300 pC. Os valores das intensidades lidas no instrumento devem ser os maiores em regime contínuo indicados no medidor. Picos ocasionais de leituras, atribuíveis às interferências externas, não devem ser considerados.
- O transformador é considerado aprovado neste ensaio se:
 - Não ocorrerem descargas disruptivas;
 - A intensidade das descargas parciais à tensão de 1,5 V_p não exceder 300 pC bem como não apresentarem tendência acentuada de crescimento, durante o intervalo de tempo de 30 minutos à tensão de 1,5 V_p . Se a intensidade de descargas parciais exceder, temporariamente, o limite especificado e retornar a um valor não superior a ele, o ensaio deve continuar por mais 30 minutos, a partir do instante de retorno. O transformador é aprovado se, neste intervalo de tempo, satisfizer às condições acima.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
3822	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2021	43 de 44

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Distribuição Trifásico Submersível (S)

9. REGISTRO DE ALTERAÇÕES

9.1 Colaboradores

Empresa	Área	Nome
CPFL Paulista	REDN	Huederson Botura

9.2 Alterações

Versão Anterior	Data da Versão Anterior	Alterações em relação à Versão Anterior
1.1	16/06/2003	<p>Adequações no texto;</p> <p>Ajustada formatação do documento conforme norma interna vigente;</p> <p>Atualização da norma da bucha primária de "documento técnico nº 4042" para "norma de referência de transformadores subterrâneo submersíveis";</p> <p>Atualização das normas técnicas citadas no documento técnico;</p> <p>Atualização do ensaio de atuação da válvula de alívio de pressão para ser realizada conforme ABNT NBR 5356;</p> <p>Atualização do nome do item "Ensaio de tipo" para "Ensaio de tipo/especiais";</p> <p>Atualização do processo de pintura do tanque estar conforme o solicitado na norma de referência de transformadores subterrâneo submersíveis;</p> <p>Atualização dos valores de perdas, corrente de excitação e tensão de curto-circuito estarem conforme os valores solicitados na norma de referência de transformadores subterrâneo submersíveis;</p> <p>Ensaio de descarga parciais transferido do corpo do documento técnico para o Anexo C;</p> <p>Inserção das UnCs nos códigos dos equipamentos (Tabela 1);</p> <p>Obrigatoriedade de os documentos apresentados serem em formato digital;</p> <p>Relação dos ensaios de rotina serem conforme a norma de referência de transformadores subterrâneo submersíveis;</p> <p>Retirada do item "Materiais isolantes" por já estar contemplada na norma de referência;</p> <p>Tabelas de amostragem transferidas do corpo do documento técnico para o Anexo B.</p>

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
3822	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2021	44 de 44