Especificação Técnica no. 2194 (MAT-PMCB-EeA-22-2194-EDBR)

Versão no.01 data: 30/11/2023

Assunto: Transformadores Subterrâneos Submersíveis (PM-Br 112.05.1)

Áreas de aplicação
Perímetro: Brasil
Função Apoio: -
Função Serviço: -
Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

CONTEÚDO

1. OBJETIVOS DO DOCUMENTO E ÁREA DE APLICAÇÃO 4
2. GESTÃO DA VERSÃO DO DOCUMENTO 4
3. UNIDADES RESPONSÁVEIS PELO DOCUMENTO 4
4. REFERÊNCIAS 5
5. POSIÇÃO DO PROCESSO COM RELAÇÃO À ESTRUTURA ORGANIZACIONAL 7
6. SIGLAS E PALAVRAS-CHAVE 7
7. MATERIAL 9
7.1.1. Dimensões gerais e layout 9
7.2 Derivações e relação de tensões 13
7.3 Condições de Serviço 16
7.4 Características Gerais 17
7.4.1. Tipo de transformadores 17
7.4.2. Número de enrolamentos 17
7.4.3. Número de fases 17
7.4.4. Sistema de resfriamento 17
7.4.5. Potências Nominais 17
7.4.6. Frequência nominal 17
7.4.7. Derivações 17
7.4.8. Tipo de conexão dos enrolamentos 17
7.4.9. Instalação 18
7.4.10. Níveis de isolamento 18
7.4.11. Perdas, impedâncias de curto-circuito e corrente de excitação 18
7.4.12. Limites de elevação de temperatura 18
7.4.13. Capacidade de suportar curto-circuito 19
7.4.14. Nível de tensão de radiointerferência 19
7.4.15. Nível de ruído 19
7.4.16. Placas de características 19
7.5 Requisitos de construção 21
7.5.1. Núcleo 21
7.5.2. Enrolamentos 22
7.5.3. Tanque 23
7.5.4. Líquido e material isolantes 24
7.5.4.1. Óleo vegetal isolantes 24
7.5.4.2. Óleo mineral isolante 25
7.5.5. Buchas 25

7.5.6. Comutador de derivação desenergizado para regulação e comutação da média tensão 26
7.5.7. Base 26
7.5.8. Pintura 27
7.5.8.1. Pintura Interna 27
7.5.8.2. Pintura Externa 27
7.5.9. Acessórios 29
7.5.9.1. Indicador de nível de óleo isolante 30
7.5.9.2. Manovacuômetro tipo mostrador para gás inerte 30
7.5.9.3. Meios para suspensão da parte ativa e do transformador 30
7.5.9.4. Válvula de alívio de pressão 30
7.5.9.5. Terminal para aterramento 30
7.5.9.6. Proteção das buchas 31
7.5.9.7. Radiadores 31
7.5.9.8. Válvula globo para drenagem do óleo isolante 31
7.5.9.9. Bujão para enchimento do óleo isolante 31
7.5.9.10. Janela de inspeção 32
7.5.9.11. Terminal de neutro 32
7.5.9.12. Termômetro tipo mostrador para óleo isolante 34
7.5.9.13. Proteção catódica 35
7.5.9.14. Tampa 35
7.5.9.15. Indicador de Nível de Óleo Com Contato 35
7.6 Ensaios 36
7.6.1. Ensaios de rotina 36
7.6.2. Ensaios de Tipo 36
7.6.3. Ensaios de Recebimento 38
7.6.4. Ensaios Especiais 39
7.7 Amostragem 39
7.8 Transporte, Embalagem e Acondicionamento 40
7.9 Fornecimento 41
7.10 Garantia 41

8. ANEXOS 41
8.1 Características Técnicas Garantidas – CTG 41
8.2 Bucha secundária Classe 1,3 kV 1875 A (RD) 42
8.3 Bucha secundária Classe 1,3 kV 3500 A (RD) 43
8.4 Flange para fixação da bucha de cavidade de inserção (RD/RT) 44
8.5 Flange para fixação da proteção das buchas desconectáveis primárias (RD/RT) 45
8.6 Flange para fixação da proteção das buchas de tensão secundária (RD/RT) 46
8.7 Proteção para buchas de tensão primária desconectável (RD/RT) 47
8.8 Proteção para buchas de tensão secundária (RD) 48
8.9 Proteção para buchas de tensão secundária (RT) 50

8.10 Conector terminal secundário (RD/RT) 52
8.11 Dispositivo para enchimento de gás (RD/RT) 53
8.12 Bujão para enchimento de óleo e ligação do filtro prensa (RD/RT) 54
8.13 Termômetro 55
8.14 Indicador tipo visor de nível do óleo isolante (RD/RT) 57
8.15 Válvula globo para drenagem (RD/RT) 59
8.16 Placa de identificação (RD/RT) 60
8.17 Manovacuometro (RD/RT) 62
8.18 Janela de inspeção do transformador submersível tipo radial (RD) 64
8.19 Suporte para descanso do desconectável (RT/RD) 67
8.20 Bucha Secundária Classe 1,3 kV 1875 A (RT) 68
8.21 Bucha Secundária Classe 1,3 kV 3500 A (RT) 69
8.22 Conexão Flexível 1875 A (RT) 70
8.23 Conexão Flexível 3500 A (RT) 71

RESPONSÁVEL POR PM & CONSTRUTION BRAZIL
Fernando Andrade

1. OBJETIVOS DO DOCUMENTO E ÁREA DE APLICAÇÃO

Este documento define os requisitos técnicos para aquisição de Transformadores Subterrâneos Submersíveis.

Este documento se aplica a ENEL Grids Brasil.

A presente política aplica-se ao Grupo Enel no que diz respeito à sua atuação no Brasil, de acordo com as leis, regulamentos, acordos coletivos e normas de governança aplicáveis, incluindo a Lei Geral de Proteção de Dados, que em qualquer situação, prevalecem sobre as disposições contidas neste documento.

A Lei Geral de Proteção de Dados, Lei n° 13.709/2018 (LGPD) e GDPR (Regulamento U.E. 2016/679 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de abril de 2016), regulamentam o tratamento de dados pessoais. A LGPD define que tratamento é toda operação realizada com dados pessoais, como as que se referem a coleta, produção, recepção, classificação, utilização, acesso, reprodução, transmissão, distribuição, processamento, arquivamento, armazenamento, eliminação, avaliação ou controle da informação, modificação, comunicação, transferência, difusão ou extração, bem como que Dados Pessoais são todas as informações relacionadas a uma pessoa natural (pessoa física), que possa torna-la identificada ou identificável (tais como: nome, CPF, endereço, nome de familiares, perfil de consumo, geolocalização, número de Unidade Consumidora, etc., os quais de forma isolada, ou associada com dois ou mais, possam identificar direta, ou indiretamente, um titular de dados pessoais).

Os Tratamentos de Dados Pessoais realizados durante as atividades descritas neste documento, deverão estar devidamente mapeados no sistema de registro de tratamento de dados pessoais do Grupo Enel, conforme a Instrução Operacional n. 3341 - Gerenciamento de Registro de Tratamento de Dados Pessoais e deverão ocorrer em consonância com as regras de Proteção De Dados Pessoais, GDS e Segurança da Informação do Grupo Enel, estabelecidas nas respectivas Políticas e Procedimentos internos, listados no item 4 deste documento.

2. GESTÃO DA VERSÃO DO DOCUMENTO

Versão	Data	Descrição das mudanças
0	17/05/2023	Emissão da especificação técnica.
1	30/11/2023	Inclusão dos transformadores de São Paulo. Documentos cancelados: NTE-8.048 e NTE-8.455.

3. UNIDADES RESPONSÁVEIS PELO DOCUMENTO

Responsável pela elaboração do documento:

- Engineering Sup & Global St. Adoption

Responsável pela autorização do documento:

- Engineering Sup & Global St. Adoption

4. REFERÊNCIAS

- Procedimento Organizacional n.375 Gestão da Informação Documentada;
- Código Ético do Grupo Enel;
- Plano de Tolerância Zero à Corrupção;
- Enel Human Rights Policy;
- Enel Global Compliance Program (EGCP);
- Política do SGI;
- ISO 9001 - Sistema de Gestão da Qualidade;
- ISO 14001 - Sistema de Gestão Ambiental;
- ISO 45001 - Sistema de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional;
- ISO 50001- Sistema de Gestão de Energia;
- ISO 37001 - Sistema de Gestão Antisuborno;
- Policy n.344 - Application of the General Data Protection Regulation (EU Regulation2016/679) within the scope of the Enel Group;
- Procedimento Organizacional n.1626 – Aplicação da Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais no âmbito das Empresas do Grupo Enel;
- Policy n.243 - Segurança da Informação;
- Policy n.33 – Information Classification and Protection;
- Policy n.347 – Policy Personal Data Breach Management;
- Policy n.1042 – Gerenciamento de Incidentes de Segurança de Dados Pessoais;
- Instrução Operacional n.3341 – Gerenciamento de Registro de Tratamento de Dados Pessoais;
- Instrução Operacional n.3340 – Metodologia para Processo de Avaliação de Impacto na Proteção de Dados;
- Policy n.241 – Gestão de Crises e Incidentes Brasil;
- Policy n.25 – Management of Logical Access to IT Systems;
- Policy n.37 - Enel Mobile Applications;
- Procedimento Organizacional n.34 - Application Portfolio Management;
- Procedimento Organizacional n.35 - GDS Initiatives Planning and Activation;
- Procedimento Organizacional n.36 - Solutions Development & Release Management;
- Instrução Operacional n.944 - Cyber Security Risk Management Methodology;
- ABNT NBR 5161, Produtos laminados planos de aço para fins elétricos – Verificação das propriedades;
- ABNT NBR 16367-5, Acessórios para transformadores e reatores de sistemas de potência imersos em líquido isolante - Parte 5: Indicador de nível de óleo;
- ABNT NBR 5356-1, Transformadores de potência – Parte 1: Generalidades.
- ABNT NBR 5356-2, Transformadores de potência – Parte 2: Aquecimento;
- ABNT NBR 5356-3, Transformadores de potência – Parte 3: Níveis de isolamento, ensaios dielétricos e espaçamentos externos em ar;
- ABNT NBR 5356-4, Transformadores de potência – Parte 4: Guia para ensaio de impulso atmosférico e de manobra para transformadores e reatores;
- ABNT NBR 5356-5, Transformadores de potência – Parte 5: Capacidade de resistir a curto-circuitos;
- ABNT NBR 5356-7, Transformadores de potência – Parte 7: Guia de carregamento para transformadores imersos em líquido isolante;
- ABNT NBR 5458, Transformador de potência – Terminologia;

- ABNT NBR 5590, Tubos de aço-carbono com ou sem solda longitudinal, pretos ou galvanizados — Requisitos;
- ABNT NBR 5601, Aços inoxidáveis — Classificação por composição química;
- ABNT NBR 5906, Bobinas e chapas laminadas a quente de aço-carbono para estampagem – Especificação;
- ABNT NBR 5915-1, Chapas e bobinas de aço laminadas a frio – Parte 1: Requisitos.
- ABNT NBR 6323, Galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido - Especificação;
- ABNT NBR 6648, Bobinas e chapas grossas de aço-carbono para uso estrutural – Especificação;
- ABNT NBR 6649, Bobinas e chapas finas a frio de aço-carbono para uso estrutural – Especificação;
- ABNT NBR 6650, Bobinas e chapas finas a quente de aço-carbono para uso estrutural – Especificação;
- ABNT NBR 6658, Bobinas e chapas finas de aço-carbono para uso geral – Especificação;
- ABNT NBR 6666, Aços inoxidáveis planos - Propriedades mecânicas;
- ABNT NBR 7036, Recebimento, armazenagem, instalação e manutenção de transformadores de distribuição até a classe de tensão de 36,2 kV, imersos em líquido isolante;
- ABNT NBR 7070, Amostragem de gases e óleo mineral isolantes de equipamentos elétricos e análise dos gases livres e dissolvidos;
- ABNT NBR 7277, Transformadores e reatores - Determinação do nível de ruído;
- ABNT NBR 7399, Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo - Método de ensaio;
- ABNT NBR 10576, Óleo mineral isolante de equipamentos elétricos – Diretrizes para supervisão e manutenção;
- ABNT NBR 11003, Tintas – Determinação da aderência;
- ABNT NBR 11341, Derivados de petróleo - Determinação dos pontos de fulgor e de combustão em vaso aberto Cleveland;
- ABNT NBR 11888, Bobinas e chapas finas a frio e a quente de aço-carbono e de aço de alta resistência e baixa liga — Requisitos gerais;
- ABNT NBR 11889, Bobinas e chapas grossas de aço-carbono e de aço de baixa liga e alta resistência — Requisitos;
- ABNT NBR 12105, Tintas para construção civil — Determinação da consistência de tintas usando o viscosímetro Stormer digital;
- ABNT NBR 12134, Óleo mineral isolante - Determinação do teor de 2,6-di-terciário-butil paracresol;
- ABNT NBR 13882, Líquidos isolantes elétricos - Determinação do teor de bifenilas policloradas (PCB);
- ABNT NBR 15218, Critérios para qualificação e certificação de inspetores de pintura industrial;
- ABNT NBR 15422, Óleo vegetal isolante para equipamentos elétricos;
- ABNT NBR 16518, Óleo vegetal isolante para equipamentos elétricos – Diretrizes para supervisão e manutenção;
- ABNT NBR 16856, Buchas para transformadores imersos em líquido isolante — Tensão nominal de 1,2 kV e correntes de 160 A até 8 000 A — Especificação;
- ABNT NBR IEC 60085, Isolação elétrica – Avaliação e designação térmicas;
- ABNT NBR IEC 60529, Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (código IP);
- ABNT NBR ISO/IEC 17025, Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração;

- ASTM D4417, Standard Test Methods for Field Measurement of Surface Profile of Blast Cleaned Steel;
- ASTM E376, Standard Practice for Measuring Coating Thickness by Magnetic-Field or Eddy Current (Electromagnetic) Testing Methods;
- EN 50180, Bushings above 1 kV up to 52 kV and from 250 A to 3,15 kA for liquid filled transformers;
- IEC 60214-1, Tap-changers - Part 1: Performance requirements and test methods;
- IEC 60255-27, Measuring relays and protection equipment - Part 27: Product safety requirements;
- IEC/IEEE 60214-2, Tap-changers - Part 2: Application guidelines;
- Portaria Inmetro nº 382/ 2021, Requisitos de Avaliação da Conformidade para Transformadores de Distribuição em Líquido Isolante – Consolidado;
- ISO 8501, Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Visual assessment of surface cleanliness;
- ISO 12944, Paints and varnishes — Corrosion protection of steel structures by protective paint systems — Part 5: Protective paint systems.

Notas:

1) O fornecedor deve disponibilizar, para o inspetor da Enel, no local da inspeção, todas as Normas acima mencionadas, em suas últimas revisões.

2) Deverá ser usado o Sistema Internacional de Unidades (Sistema Métrico) para todo e qualquer fornecimento a ser realizado.

5. POSIÇÃO DO PROCESSO COM RELAÇÃO À ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

Value Chain: Gestão da Rede

Macro Process: Gestão de Materiais

Process: Padronização de Componentes de Rede

6. SIGLAS E PALAVRAS-CHAVE

Siglas e Palavras-Chave	Descrição
ABNT/NBR	Associação Brasileira de Normas Técnicas/Normas Brasileiras
Dado Pessoal	Dado Pessoal é qualquer informação relacionada a pessoa natural identificada ou identificável, tais como nome, número de identificação, dados de localização, um identificador online ou a um ou mais dos elementos característicos de sua identidade física, fisiológica, genética, mental, econômica, cultural ou social (veja também Categorias especiais de dados pessoais).
Dados Pessoais Sensíveis (incluindo biométricos e referentes à Saúde)	No contexto de proteção de dados, merece especial atenção a categoria de dado pessoal sobre origem racial ou étnica, convicção religiosa, opinião política, filiação a sindicato ou a organização de caráter religioso, filosófico ou político, dado referente à saúde ou à vida sexual, dado genético ou biométrico, quando vinculado a uma pessoa natural. Esses dados são definidos pela LGPD como Dados Pessoais Sensíveis.

Siglas e Palavras-Chave	Descrição
	• Dados genéticos: dados pessoais relativos às características genéticas, hereditárias ou adquiridas de uma pessoa física que fornecem informações unívocas sobre a fisiologia ou sobre a saúde de tal pessoa física, e que resultam designadamente da análise de uma amostra biológica da pessoa física em questão; • Dados biométricos: dados pessoais resultantes de um tratamento técnico específico relativo às características físicas, fisiológicas ou comportamentais de uma pessoa física que permitam ou confirmem a identificação única dessa pessoa, tais como foto, vídeo, imagens da face ou dados de impressão digital; • Dados relativos à saúde: dados pessoais relacionados com a saúde física ou mental de uma pessoa física, incluindo a prestação de serviços de saúde, que revelem informações sobre o seu estado de saúde.
General Data Protection Regulation or GDPR	Regulamento (UE) 2016/679 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de abril de 2016, relativo à proteção das pessoas naturais, no que diz respeito ao tratamento de dados pessoais e à livre circulação desses dados; e que revoga a Diretiva 95/46 / CE.
Lei Geral de Proteção de Dados ou LGPD	Lei Brasileira nº 13.709/18 promulgada em 14 de agosto de 2018, posteriormente alterada pela Lei 13.853/19, que dispõe sobre o tratamento de dados pessoais, inclusive nos meios digitais, por pessoa natural ou por pessoa jurídica de direito público ou privado, com o objetivo de proteger os direitos fundamentais de liberdade e de privacidade e o livre desenvolvimento da personalidade da pessoa natural.
Titular dos Dados Pessoais	Pessoa natural a quem se referem os dados pessoais que são objeto de tratamento. Ele / ela entendido como uma pessoa natural identificada ou identificável.
Tratamento	Toda operação realizada com dados pessoais, como as que se referem a coleta, produção, recepção, classificação, utilização, acesso, reprodução, transmissão, distribuição, processamento, arquivamento, armazenamento, eliminação, avaliação ou controle da informação, modificação, comunicação, transferência, difusão ou extração.
Sistema radial (RD) simples	É um sistema no qual o circuito não apresenta pontos de interligação entre si, portanto o restabelecimento do serviço quando a ocorrência de defeito está na dependência do reparo do circuito.
Sistema radial (RD) seletivo	É um sistema constituído de dois circuitos que alimentam um conjunto de cargas, cada uma com suprimento normal por um dos alimentadores e a reserva pelo outro.

7. MATERIAL

7.1.1. Dimensões gerais e layout

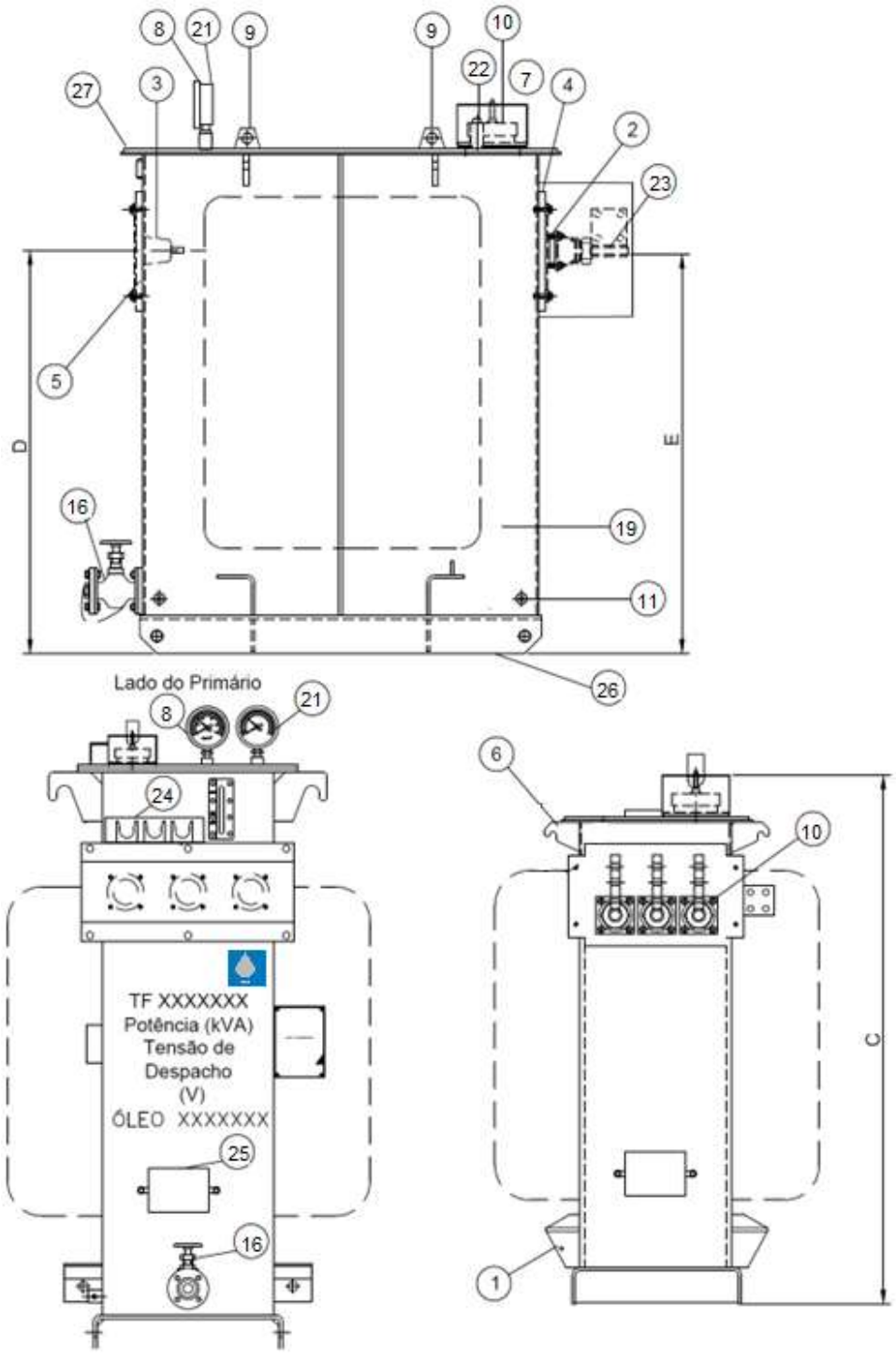


Figura 1 - Transformador Subterrâneo Submersível – Para Sistema Radial

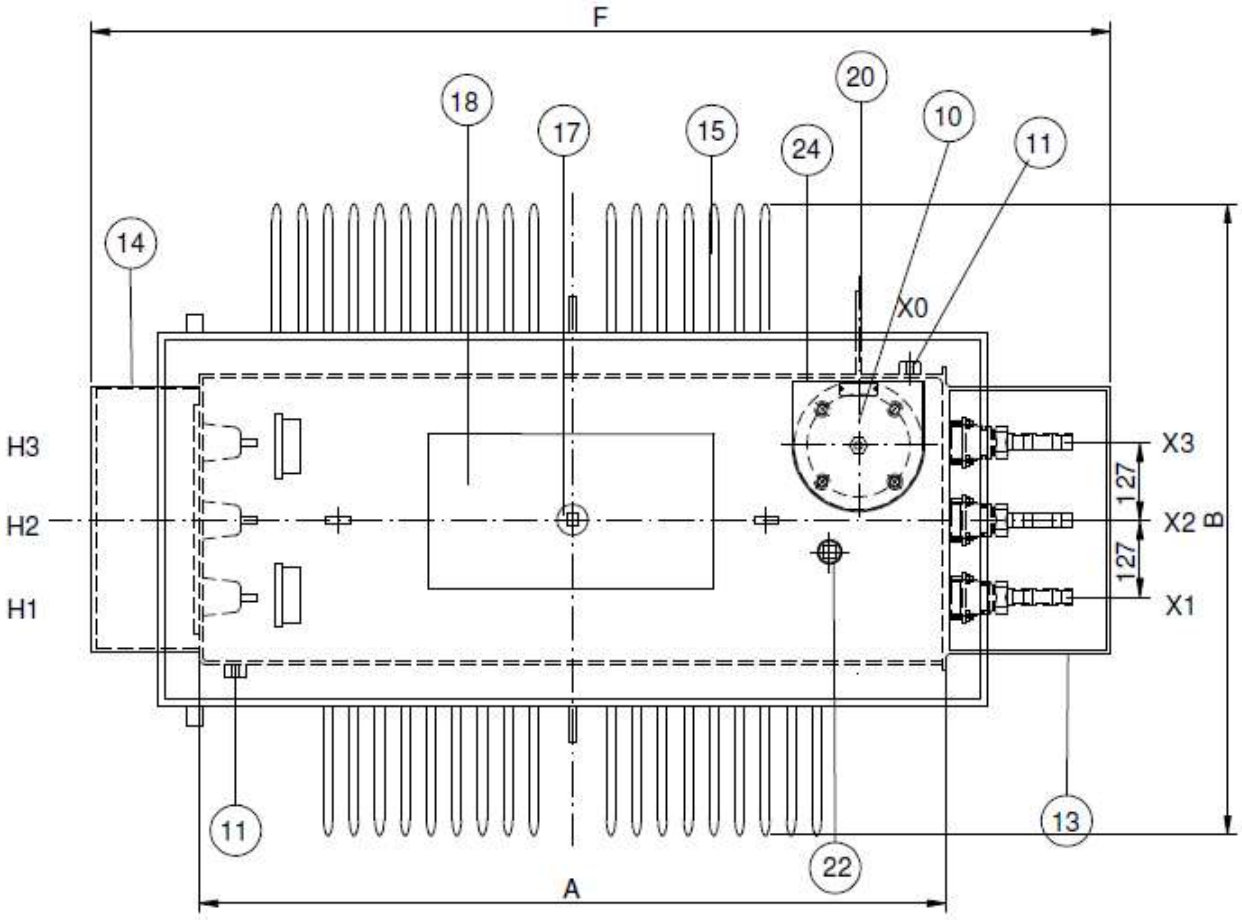


Figura 2 - Transformador Subterrâneo Submersível – Para Sistema Radial – Vista Superior

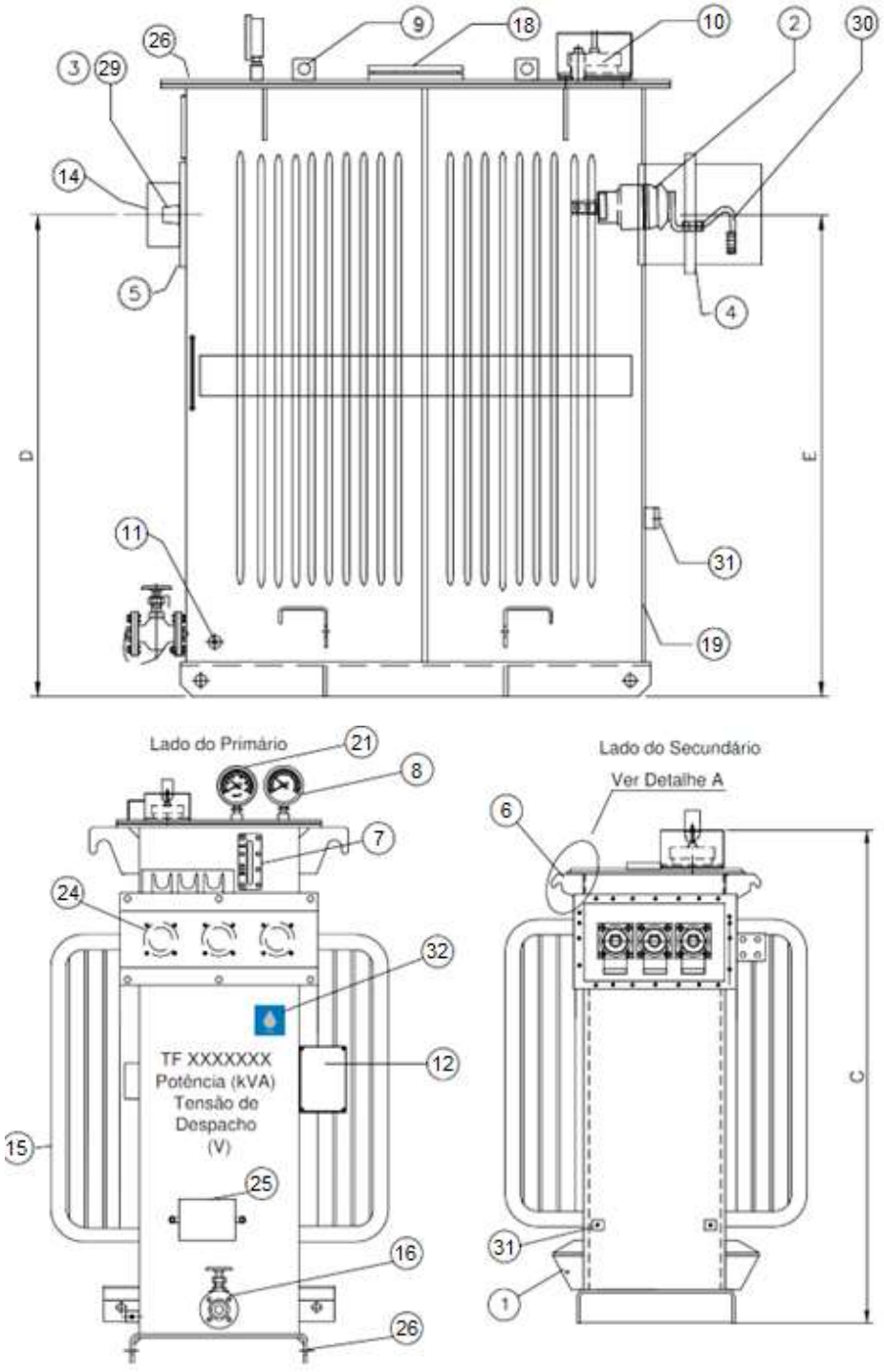


Figura 3 – Transformador Subterrâneo Submersível – Para Sistema Reticulado

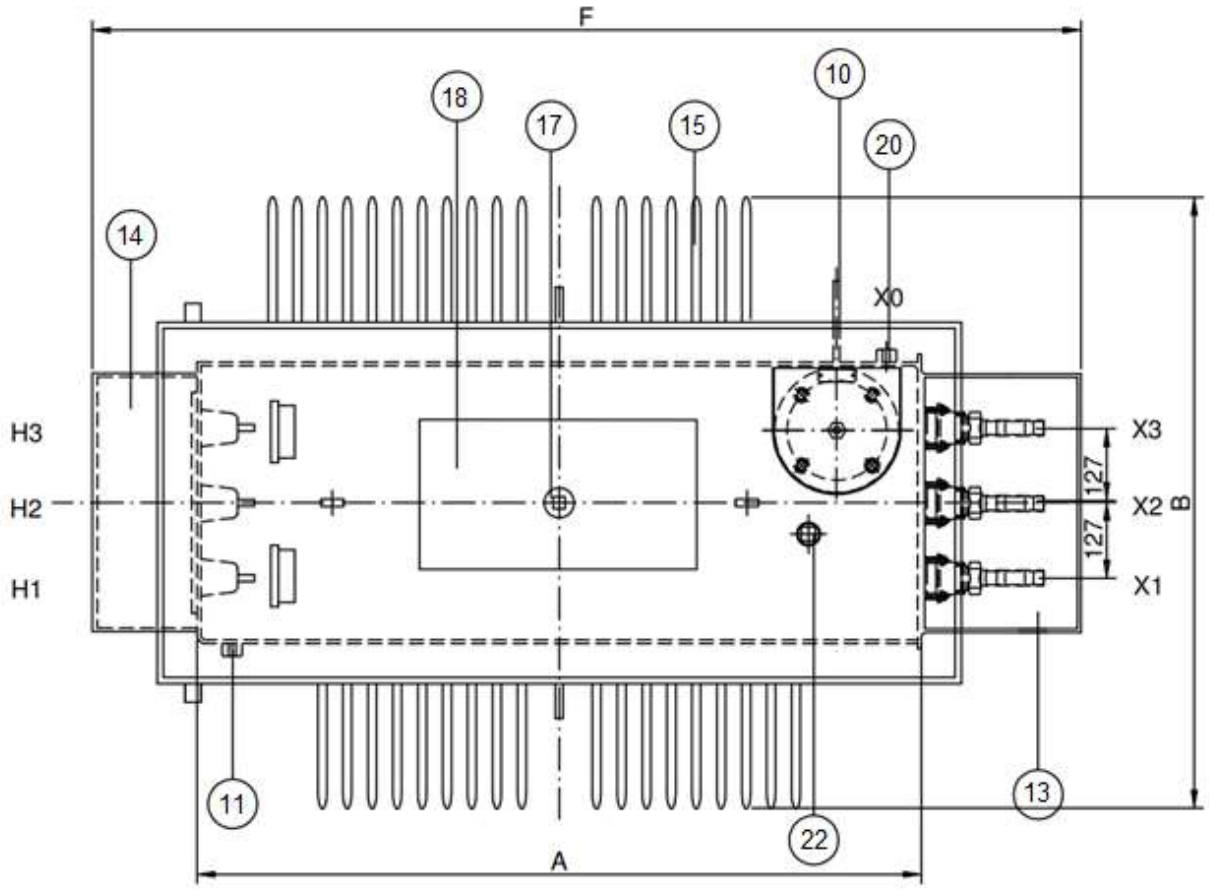


Figura 4 - Transformador Subterrâneo Submersível – Para Sistema Reticulado – Vista Superior

Tabela 1 - Dimensões máximas do transformador

Potência (kVA)	Dimensões Máximas do Transformador (mm)						Massa (kg)
	A	B	C	D	E	F	
500	1440	1070	1940	1200	1200	1610	2500
750	1730	1070	2070	1300	1300	1900	3200
1000	1730	1070	2070	1300	1300	1900	4000
2000	2100	1650	2340	1450	1550	2270	5800

Legenda:

A. Distâncias entre a flange primária e a flange secundária;
B. Largura considerando o radiador;
C. Altura do transformador;
D. Distância entre a base e a linha média da bucha primária;
E. Distância entre a base e a linha média da bucha secundária;
F. Distância entre as proteções das buchas primárias e secundárias.

7.2 Derivações e relação de tensões

Os transformadores devem ser fornecidos conforme os valores apresentados na planilha de Características Técnicas Garantidas.

Tabela 2 - Tensões padronizadas dos transformadores de óleo isolante vegetal de sistema radial com terminal de neutro soldado no tanque

Item	Potência nominal (kVA)	Tensão (Volts)		Óleo isolante	Sistema	Terminal de neutro	Códigos SP
		Primária	Secundária				
1	500	13.800 13.200 12.600 3.985 **3.785** 3.585	220/127	Vegetal	Radial	Soldado no tanque	302223
2	500	13.800 **13.200** 12.600	220/127	Vegetal	Radial	Soldado no tanque	302204
3	750	13.800 **13.200** 12.600	220/127	Vegetal	Radial	Soldado no tanque	302199
4	1000	13.800 **13.200** 12.600	220/127	Vegetal	Radial	Soldado no tanque	302242

Tabela 3 - Tensões padronizadas dos transformadores de óleo isolante vegetal de sistema reticulado com terminal de neutro soldado no tanque

Item	Potência Nominal (kVA)	Tensão (Volts)		Óleo isolante	Sistema	Terminal de neutro	Códigos SP
		Primária	Secundária				
5	500	23.100 22.100 **21.000** 19.900	216,5/125	Vegetal	Reticulado	Soldado no tanque	302243
6	750	23.100 22.100 **21.000** 19.900	216,5/125	Vegetal	Reticulado	Soldado no tanque	302244

Tabela 4 - Tensões padronizadas dos transformadores de óleo isolante vegetal de sistema radial com terminal de neutro isolado

Item	Potência nominal (kVA)	Tensão (Volts)		Óleo isolante	Sistema	Terminal de neutro	Códigos SP
		Primária	Secundária				
7	1000	13.800 **13.200** 12.600	380/220	Vegetal	Radial	Isolado	302416
8	1000	13.800 **13.200** 12.600	400/231	Vegetal	Radial	Isolado	302205
9	1000	36.000 **34.500** 33.000	400/231	Vegetal	Radial	Isolado	302240
10	2000	36.000 **34.500** 33.000	400/231	Vegetal	Radial	Isolado	302245
11	2000	36.000 34.500 33.000 31.500 23.100 **22.000** 21.000 19.900	13.800 **13.200** 12.600	Vegetal	Radial	Isolado	302424

Nota: Para tensões 380/220 V, quando da instalação do sensor de proteção de arco a terra, o neutro deve ser isolado por meio de bucha com a mesma capacidade da bucha de fase (a bucha não deve ultrapassar as dimensões máximas do transformador).

Tabela 5 - Tensões padronizadas dos transformadores de óleo isolante vegetal de sistema reticulado com terminal de neutro isolado

Item	Potência nominal (kVA)	Tensão (Volts)		Óleo isolante	Sistema	Terminal de neutro	Códigos SP
		Primária	Secundária				
12	1000	23.100 22.100 **21.000** 19.900	400/231	Vegetal	Reticulado	Isolado	302216
13	1000	23.100 22.000 **21.000** 19.900	380/220	Vegetal	Reticulado	Isolado	302417

Nota: Para tensões 380/220 V, quando da instalação do sensor de proteção de arco a terra, o neutro deve ser isolado por meio de bucha com a mesma capacidade da bucha de fase (a bucha não deve ultrapassar as dimensões máximas do transformador).

Tabela 6 - Tensões padronizadas dos transformadores de óleo isolante mineral de sistema radial com terminal de neutro soldado no tanque

Item	Potência nominal (kVA)	Tensão (Volts)		Óleo isolante	Sistema	Terminal de neutro	Códigos SP
		Primária	Secundária				
14	500	13.800 **13.200** 12.600	220/127	Mineral	Radial	Soldado no tanque	305204
15	750	13.800 **13.200** 12.600	220/127	Mineral	Radial	Soldado no tanque	305199
16	1000	13.800 **13.200** 12.600	220/127	Mineral	Radial	Soldado no tanque	305242

Tabela 7 - Tensões padronizadas dos transformadores de óleo isolante mineral de sistema reticulado com terminal de neutro soldado no tanque

Item	Potência nominal (kVA)	Tensão (Volts)		Óleo isolante	Sistema	Terminal de neutro	Códigos SP
		Primária	Secundária				
17	500	22.100 **21.000** 19.900	216,5/125	Mineral	Reticulado	Soldado no tanque	305243
18	750	22.100 **21.000** 19.900	216,5/125	Mineral	Reticulado	Soldado no tanque	305244
19	500	23.100 22.000 **21.000** 19.900	220/127	Mineral	Reticulado	Soldado no tanque	313033
20	750	23.100 22.000 **21.000** 19.900	220/127	Mineral	Reticulado	Soldado no tanque	313052
21	1000	23.100 22.000 **21.000** 19.900	220/127	Mineral	Reticulado	Soldado no tanque	313032

Tabela 8 - Tensões padronizadas dos transformadores de óleo isolante mineral de sistema radial com terminal de neutro isolado

Item	Potência nominal (kVA)	Tensão (Volts)		Óleo isolante	Sistema	Terminal de neutro	Códigos SP
		Primária	Secundária				
22	1000	13.800 **13.200** 12.600	380/220	Mineral	Radial	Isolado	305416
23	1000	36.000 **34.500** 33.000 31.500	380/220	Mineral	Radial	Isolado	305419
24	2000	36.000 **34.500** 33.000 31.500	380/220	Mineral	Radial	Isolado	305420

Nota: Para tensões 380/220 V, quando da instalação do sensor de proteção de arco a terra, o neutro deve ser isolado por meio de bucha com a mesma capacidade da bucha de fase (a bucha não deve ultrapassar as dimensões máximas do transformador).

Tabela 9 - Tensões padronizadas dos transformadores de óleo isolante mineral de sistema reticulado com terminal de neutro isolado

Item	Potência nominal (kVA)	Tensão (Volts)		Óleo isolante	Sistema	Terminal de neutro	Códigos SP
		Primária	Secundária				
25	2000	23.100 22.000 **21.000** 19.900	380/220	Mineral	Reticulado	Isolado	305415

Nota: Para tensões 380/220 V, quando da instalação do sensor de proteção de arco a terra, o neutro deve ser isolado por meio de bucha com a mesma capacidade da bucha de fase (a bucha não deve ultrapassar as dimensões máximas do transformador).

7.3 Condições de Serviço

Os transformadores padronizados por esta especificação técnica devem ser projetados e fabricados para operar em qualquer nível de contaminação, em clima tropical, atmosfera salina (costa marítima), devendo receber tratamento adequado para resistir às condições ambientais indicadas na
Tabela **10** e estar de acordo com os requisitos a seguir:

a) Tensão de alimentação aproximadamente senoidal e tensões de fase, que alimentam um transformador polifásico, aproximadamente iguais em módulo e defasagem;
b) Corrente de carga aproximadamente senoidal e fator harmônico não superior a 0,05pu, conforme ABNT NBR 5356;
c) Os transformadores devem ser projetados para funcionamento como abaixadores;
d) Instalação em câmaras transformadoras ou centros de transformação, abaixo do nível do solo, onde há possibilidade de submersão de qualquer natureza.

Tabela 10 - Condições Ambientais

Caraterísticas	Ceará	Rio	São Paulo
Altitude Máxima (m)	1.000		
Temperatura Mínima (°C)	+14º	0º	0º
Temperatura Máxima (°C)	+40º		
Temperatura Média (°C)	+30º		
Umidade Relativa Média (%)	> 80		
Velocidade básica do vento V_0 (m/S) (ABNT NBR 14744)	30	35	40
Nível de Contaminação (ABNT NBR 14643)	**C5 (Corrosividade muito alta)**		
Nível de Salinidade (mg/cm² dia)	> 0,3502	> 0,3502	-
Radiação Solar Máxima (wb/m²)	1.000		

7.4 Características Gerais

7.4.1. Tipo de transformadores

Este documento é aplicável a transformadores submersíveis, imersos em líquido, trifásicos.

Para maiores detalhes ver planilha de Características Técnicas Garantidas.

7.4.2. Número de enrolamentos

Dois.

Para maiores detalhes ver planilha de Características Técnicas Garantidas.

7.4.3. Número de fases

Três.

7.4.4. Sistema de resfriamento

Óleo vegetal ou mineral natural, ar natural.

7.4.5. Potências Nominais

As potências nominais, em kVA, padronizadas para os transformadores são: 500, 750, 1.000 e 2.000.

7.4.6. Frequência nominal

A frequência nominal do sistema elétrico da Enel Grids Brasil é 60 Hz.

7.4.7. Derivações

Para maiores detalhes ver planilha de Características Técnicas Garantidas.

7.4.8. Tipo de conexão dos enrolamentos

Os transformadores devem ser trifásicos, com o enrolamento primário em triângulo e secundários em estrela, sendo o deslocamento angular entre eles de 30° com fases de tensões secundárias atrasadas em relação às correspondentes de tensão primária, conforme o diagrama fasorial a seguir (Dyn1):

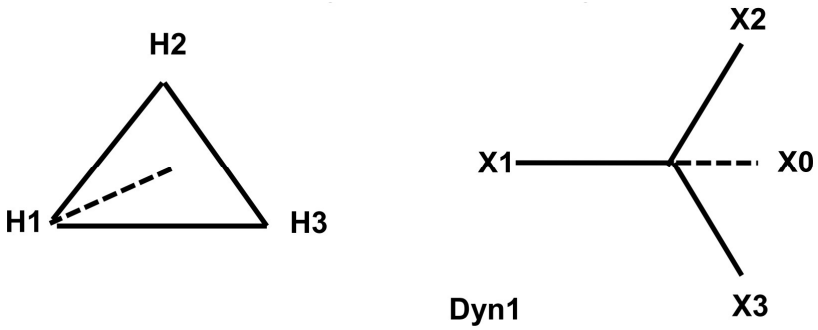


Figura 5 - Diagrama fasorial

7.4.9. Instalação

Transformador de construção adequada para ser instalado em câmaras, abaixo do nível do solo, próprio para submersão em água servida ou residual.

Os transformadores devem ser usados para fins de redução de tensão. Na rede, eles podem ocasionalmente estar sujeitos a frequentes energizações, sobretensões e curtos-circuitos.

7.4.10. Níveis de isolamento

Os níveis de isolamento dos transformadores estão indicados na Tabela 11 e na planilha de Características Técnicas Garantidas.

Tabela 11 - Níveis de isolamento

Tensão máxima do equipamento Um (kV_{ef})		**Tensões suportáveis nominais**	
Primário	**Secundário**	**À frequência industrial, durante 1 minuto.** (kV_{ef})	**De impulso atmosférico** (kV_{crista})
-	1,2	3	-
-	1,2	10	-
15	-	34	110
17,5	-	38	95
24,2	-	50	150
36,2	-	70	170

7.4.11. Perdas, impedâncias de curto-circuito e corrente de excitação

Para maiores detalhes ver planilha de Características Técnicas Garantidas.

7.4.12. Limites de elevação de temperatura

Os limites de elevação de temperatura devem ser:

Tabela 12 - Limites de elevação de temperatura

Características	Óleo vegetal	Óleo mineral
Enrolamentos (método de variação da resistência) (°C)	65	55
Ponto mais quente dos enrolamentos (°C)	80	65
Óleo isolante (medida próxima à superfície) (°C)	60	50
Temperatura de referência das perdas totais e impedância (°C)	85	85

7.4.13. Capacidade de suportar curto-circuito

O transformador deve resistir aos esforços térmico e dinâmico devido a curtos-circuitos, quando ensaiado de acordo com a ABNT NBR 5356-5, limitada a corrente simétrica ao máximo de 25 vezes a corrente nominal do transformador.

7.4.14. Nível de tensão de radiointerferência

Os níveis de tensão de radiointerferência devem estar de acordo com a Tabela 13.

Tabela 13 - Níveis de tensão de radiointerferencia

Tensão máxima do equipamento Um (kVef)	Tensão de radiointeferencia máxima especificada (µV)
15	250
24,2	650
36,2	650

7.4.15. Nível de ruído

O transformador deve atender aos níveis máximos de ruído conforme planilha de Características Técnicas Garantidas, quando ensaiado conforme a ABNT NBR 7277.

Nota: O fabricante deve realizar na presença do inspetor da Enel Grids Brasil o ensaio de ruído em uma peça do lote por potência e classe de tensão.

7.4.16. Placas de características

O transformador deve ser provido de placa de identificação, em alumínio anodizado ou aço inoxidável, deve ser resistente às condições atmosféricas, fixada em posição visível, caracteres com altura mínima de 2 mm, no idioma português, e indicando no mínimo as informações abaixo:

a) identificação do fabricante (Nome e local de fabricação);
b) número de série de fabricação;
c) mês e ano de fabricação;
d) potência em quilovolts-ampère (kVA);
e) impedância de curto-circuito, em porcentagem com temperatura de referência;
f) tipo do líquido isolante;
g) tensão e corrente nominais de média tensão;
h) tensão e corrente nominais de baixa tensão;

i) frequência nominal;
j) diagrama de ligação dos enrolamentos;
k) diagrama fasorial (Exemplo: Dyn1);
l) volume total do líquido isolante do transformador, expresso em litros (L);
m) massa do transformador, expressas em quilogramas (kg);
n) elevação de temperatura óleo/enrolamento;
o) material dos enrolamentos MT/BT;
p) símbolo do diagrama de ligação da média tensão (Exemplo: Δ);
q) símbolo do diagrama de ligação da baixa tensão (Exemplo: Y);
r) campo livre para inserção de código QR ou código de barras;
s) tensões suportáveis BT/MT (NBI/Frequência Industrial);
t) constar informação “Produto isento de PCB”;
u) tipo de refrigeração (ONAN ou KNAN).
v) norma de referência;
w) derivações;
x) nível de ruído;
y) perdas.

O número de série de fabricação deve ser indicado nos seguintes pontos:

a) placa de identificação;
b) gancho de suspensão, preferencialmente aquele à direita de um observador voltado para o lado da bucha de BT;
c) barras de fixação superiores do núcleo.

Nota: O número deve ser gravado antes da pintura final e preferencialmente antes da pintura anticorrosiva.

Para a Enel São Paulo deve ser enviada uma planilha contendo a identificação do transformador (número de série e número patrimonial da Enel São Paulo – Nº TXXX) e suas perdas e características.

Todos os transformadores devem possuir a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia - ENCE do Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE, conforme Portaria Inmetro nº 382/ 2021.

O fabricante deve fornecer certificação na placa de identificação com o seguinte texto em português: “NÃO CONTÉM PCB DETECTÁVEL NO MOMENTO DA FABRICAÇÃO”. O adesivo deve ser feito de material resistente a UV, com dimensões de 100 x 100 mm, conforme Figura 6.

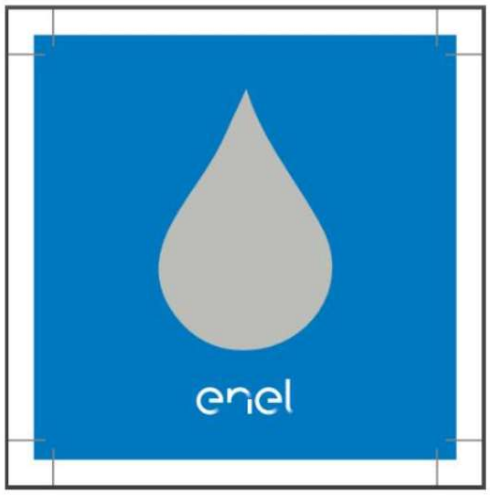


Figura 6 - Identificação de Equipamento livre de PCB

7.5 Requisitos de construção

7.5.1. 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 5161 e, se necessário, para garantir o isolamento entre si, receber isolamento adicional apropriado para núcleos imersos em óleo isolante.

Não se aceita o isolamento com papel entre lâminas ou entre pacotes de lâminas. O produto laminado deve satisfazer aos ensaios prescritos na ABNT NBR 5161.

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.

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.

As culatras de ferro que prensam o conjunto núcleo e bobinas devem ter reforço mecânico e propiciar numa eventualidade de esforços axiais, plena resistência, ou seja, sua base de prensagem deve ser maior que a espessura total dos enrolamentos.

7.5.2. Enrolamentos

Os enrolamentos de média tensão devem ser constituídos de fios de cobre isolados com verniz ou isolados com papel “kraft” neutro ou termo estabilizado.

Quando utilizados fios isolados com verniz o fio deve ser de dupla camada de isolamento e no mínimo de classe térmica 180°C (H), de acordo com a ABNT NBR IEC 60085.

Para fios isolados somente com papel “kraft” neutro ou termo estabilizado, o fabricante deve fornecer o certificado de aprovação 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.

Nota: Somente será permitida a utilização de resina que seja compatível com o papel e o óleo isolante, nos enrolamentos de baixa tensão (BT), constituído por chapas.

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 das mesmas.

Os materiais isolantes 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 7.4.12.

Deve ser usado papel termoestabilizado sem impregnação, de tal forma a permitir a impregnação do papel com óleo isolante do transformador.

Os enrolamentos de baixa tensão poderão ser constituídos de fios de cobre ou de chapas de cobre ou de alumínio e devem ser isolados somente com papel “kraft” neutro ou termo estabilizado e o fabricante deve 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.

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.

Nota: Não será permitida isolação entre parte ativa e tanque que impeça a perfeita circulação do óleo isolante.

7.5.3. Tanque

Todo o tanque, a tampa e os acessórios devem ser conectados ininterruptamente (contato galvânico).

O tanque deve ser de construção selada, de chapa de aço, com espessuras indicadas na Tabela 14, e não deve permitir estagnação de água na tampa.

Tabela 14 - Espessuras de chapas

Utilização	Espessura mínima (mm)
Tanque e paredes laterais	6,35
Tampa e fundo	9,52
Radiadores tipo tubo	1,90
Radiadores tipo aleta	2,28

Nota: As espessuras estão sujeitas às tolerâncias da ABNT NBR 6650.

A chapa do tanque deve estar de acordo com as normas ABNT NBR 6648, ABNT NBR 6649, ABNT NBR 6650 e ABNT NBR 11888, ou ABNT NBR 6648, ABNT NBR 6666 e ABNT NBR 11889 e ABNT NBR 5601, no que for aplicável.

As chapas dos radiadores devem estar de acordo com a ABNT NBR 5906 e ABNT NBR 5915-1 e/ou ABNT NBR 6658, e no caso de tubos devem ser conforme ABNT NBR 5590.

Os radiadores devem ser soldados ao tanque de modo a não dificultarem a ligação dos cabos primários, secundários e neutro.

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 (0,5 kgf/cm²), partindo de uma pressão inicial de 0,02 Mpa.

O tanque deve resistir à pressão interna de 0,07 MPa (0,7 kgf/cm²), sem deformação permanente, e a 0,09 MPa (0,9 kgf/cm²), sem ruptura ou deslocamento de componentes do transformador e sem afetar a segurança do mesmo.

Tabela 15 - Requisitos para tanque

Requisitos	Pressão	Duração	Método
Estanqueidade e resistência à pressão	0,07 MPa	1 hora	ABNT NBR 5356-1
Estanqueidade e resistência à pressão a quente	0,05 MPa	8 horas	ABNT NBR 5356-1
Resistencia a vácuo	268 Pa (2 mm Hg)	4 horas	ABNT NBR 5356-1

O nível de líquido isolante a 25 °C deve ser marcado internamente no tanque, em baixo ou em alto relevo e pintado com tinta indelével, contrastante com a pintura interna, visível através da abertura de inspeção quando existente e, deve estar no mínimo 50 mm acima da parte viva de maior cota em relação ao fundo do tanque.

Na passagem dos terminais da baixa tensão através do tanque, devem ser inseridas no mesmo, chapas de aço inoxidável, de modo a minimizar a indução magnética parasita nas chapas de aço carbono.

Uma etiqueta de advertência claramente visível deve ser colocada na tampa e próximo ao comutador desenergizado, indicando:

- “ADVERTÊNCIA NÃO OPERAR ENQUANTO O TRANSFORMADOR ESTIVER ENERGIZADO”.

7.5.4. Líquido e material isolantes

Os materiais isolantes dos transformadores devem ser da classe A (105 ºC), conforme ABNT NBR IEC 60085 e devem ser compatíveis com o óleo isolante, conforme a ABNT NBR 5356.

7.5.4.1. Óleo vegetal isolantes

O óleo isolante a ser utilizado nos transformadores deverá estar de acordo com a ABNT NBR 15422 e deverá ser tratado com equipamento termovácuo sendo colocado sob vácuo no transformador.

Após o preenchimento do equipamento com óleo vegetal, o fabricante deverá realizar análise físico-química de 10% do lote de inspeção devendo os resultados serem compatíveis aos limites especificados na norma ABNT NBR 16518. Também deverá ser realizada análise de PCB para 1 amostra a cada lote de óleo de acordo com a norma ABNT NBR 13882 devendo o resultado apresentar-se isento.
O líquido isolante deve ser isento de Bifenilas Policloradas (PCB), comprovado através de apresentação de laudo técnico obtido a partir de resultado de ensaio de determinação do teor de PCB, conforme método quantitativo prescrito na ABNT NBR 13882, devendo ser realizado em laboratório acreditado pelo Inmetro conforme ABNT NBR ISO/IEC 17025.

Nota 1: A Enel se reserva o direito de realizar a contraprova dos resultados apresentados a qualquer momento, ficando a critério do inspetor a escolha da(s) unidade(s) onde serão coletadas as amostras e o Fabricante deve enviar as amostras para a Enel, que realizará os ensaios.
Nota 2: O Fabricante do transformador deve informar todos os cuidados que se deve ter no manuseio, transporte, armazenamento, tratamento e preenchimento do óleo.

O óleo vegetal deve ter aparência clara e límpida, ser isento de materiais em suspensão ou sedimentação e ser isento de PCB (bifenilas policloradas). O mesmo deve ser certificado como facilmente biodegradável conforme OECD 301B e não tóxico conforme OECD 203.

O líquido isolante, após contato com o equipamento, deve possuir características conforme a ABNT NBR 16518.

Os materiais isolantes dos transformadores devem ser no mínimo de classe térmica 105 de acordo com a ABNT NBR IEC 60085.

A Enel não permite a mistura ou contaminação do óleo vegetal com qualquer outro tipo de óleo.

7.5.4.2. Óleo mineral isolante

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.

O óleo parafínico (óleo tipo B) e naftênico (óleo tipo B) devem estar de acordo com os parâmetros de recebimento conforme descrito na resolução da ANP n° 036 de 2008.

Após o preenchimento do equipamento com óleo mineral o fabricante deverá realizar análise físico-química de 10% do lote de inspeção devendo os resultados serem compatíveis aos limites especificados na norma NBR 10576.

NOTA: A Enel se reserva o direito de realizar a contra prova dos resultados apresentados a qualquer momento.

Em ambos os casos, o teor de PCB no óleo isolante deverá ser apresentado para cada lote de óleo utilizado e não deve ser detectável, quando for ensaiado conforme a NBR 13882.

7.5.5. Buchas

As buchas primárias devem ser de acordo com a Tabela 16.

Tabela 16 - Buchas Primárias

Tensão máxima do equipamento (kV)	Interface Tipo (U_m)	Corrente (A)	Norma
17,5	25 kV	200	ANSI/IEEE 386
17,5	A (24 kV)	250	EN 50180
36	B (36 kV)	400	

As buchas secundárias devem estar de acordo com a ABNT NBR 16856 e Tabela 17.

Tabela 17 - Buchas secundárias

Potência Nominal (KVA)	Corrente nominal a bucha (A)		Terminais	Sistema
	Secundário 220 / 127 V	Secundário 380 / 220 V		
500	2000	2000	NEMA 6	RD
750	4000	2000	NEMA 8	RD
1000	4000	4000	NEMA 8	RD
500	1875	1875	NEMA 6	RD
500	1875	1875	NEMA 4	RT
750	3500	3500	NEMA 6	RD
750	3500	3500	NEMA 4	RT
1000	1875	1875	NEMA 6	RD
1000	1875	1875	NEMA 4	RT
2000	3500	3500	NEMA 6	RD/RT
2000	3500	3500	NEMA 4	RT

7.5.6. Comutador de derivação desenergizado para regulação e comutação da média tensão

O comutador desenergizado deve estar em conformidade com a IEC 60214.

O comutador deve ser operado quando o transformador estiver desconectado da rede.

Os transformadores com painel de comutação ou comutador devem ser construídos de modo a permitir a troca de derivações ou ligações sem que seja necessário levantar os enrolamentos e sem a remoção do óleo vegetal. A troca da derivação deve ser realizada através de abertura de inspeção (handholes) para esse fim.

Os acionamentos dos botões do comutador devem ter as marcações girando para a posição decrescente movendo-se no sentido horário (por exemplo: +2, +1, 0, -1, -2, …). O comutador deve ser concebido de forma a evitar a possibilidade de ser colocado numa posição intermédia entre duas posições prescritas. Deve ser travado mecanicamente apenas em correspondência com as posições de operação. As posições prescritas são indicadas na planilha de características garantidas.

As marcações de posição devem ser gravadas de forma inapagável em uma placa de alumínio. Também devem ser posicionados de forma que a leitura das derivações conectadas seja possível do lado de baixa tensão do transformador em operação. Os acionamentos dos botões e as posições de marcação devem ser resistentes às condições atmosféricas e confeccionados em material impermeável.

O botão do comutador deve ser projetado para bloqueio em qualquer posição escolhida por um cadeado.

O eixo de comando do comutador deve ser feito de aço inoxidável ou material isolante adequado; no primeiro caso deve ser ligado à terra sob a tampa.

7.5.7. Base

O transformador deve possuir base de arrasto ou base para rodas e apoio para seu levantamento utilizando macacos.

A projeção do tanque sem radiadores e acessórios deve estar contida no contorno da base do transformador e de acordo com o desenho fornecido por ocasião da proposta.

7.5.8. Pintura

Após a fabricação do tanque as impurezas devem ser removidas por processo químico ou jateamento abrasivo ao metal quase branco, padrão visual conforme Sa 2 1/2 da ISO-8501-1.

Todas as superfícies de aço carbono, internas e externas, devem ser limpas por aplicação de jateamento abrasivo seco ou processo equivalente até o metal quase branco, conforme ISO 8501-1, padrão visual igual ou superior a Sa 2,5. Nos locais onde este tratamento não puder ser aplicado, a limpeza de superfície deve ser feita por decapagem química e fosfatização.

O abrasivo para o processo de jateamento deve se apresentar seco, livre de contaminações (produtos de oxidação, pó etc.) e com granulometria adequada para conferir à superfície o perfil de rugosidade desejado.

O perfil de rugosidade deve estar compreendido entre 1/4 e 1/3 da espessura total do esquema de pintura. O perfil deverá ser medido de acordo com a ASTM D4417 (Método B).

As superfícies preparadas devem receber a primeira demão de tinta de fundo no menor prazo de tempo possível, nunca superior a duas horas, a fim de se preservar o grau de limpeza e evitar contaminação das mesmas.

7.5.8.1. 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 Munsell N-9.5 que não afete e nem seja afetada pelo óleo vegetal, com espessura mínima de 40 µm.

Deve haver compatibilidade da tinta com o óleo vegetal, conforme a ABNT NBR 5356.

7.5.8.2. Pintura Externa

A pintura externa de transformadores e componentes metálicos de materiais ferrosos, deverá utilizar tintas e vernizes líquidos epóxi e/ou poliuretano conforme ISO 12944 (sistemas de pintura padronizados) ou pintura a pó.

Tabela 18 - Categoria da Pintura

Nível de poluição	Corrosão	Durabilidade	Categoria da pintura
Muito alta	C5	Média - Alta	C5M ou C4H

Todas as superfícies a serem pintadas deverão ser preparadas pelo Fabricante com tratamentos adequados de jateamento ou limpeza química (desengorduramento), específicos para o ciclo de pintura adotado. A eficácia do trabalho de preparação de superfície deve ser avaliada usando as normas da série ISO 8501.

A tinta deve estar livre de óxidos de chumbo ou cromatos. As fichas técnicas e de segurança da pintura devem ser fornecidas pelo Fabricante.

O ciclo do Sistema de Revestimento/Pintura deve ser:

- Totalmente definido em termos de produtos, tipologias e processos;
- Certificado com referência a testes realizados por laboratórios independentes, em conformidade com a norma ISO 12944, com indicação clara dos níveis de Corrosividade e Durabilidade.

Tabela 19 - Pintura

Camada	Tinta	Espessura seca mínima (µm)
Tinta de fundo	Resina epóxi, bi componente, curada com poliamida	70
Tinta intermediária e acabamento	Tinta do tipo epóxi betuminosa	400
Cor camada cobertura		Bege Munsell 10 YR 7/6 (Óleo vegetal)
		Preta (Óleo mineral)

7.5.9. Acessórios

Cada transformador deve ser fornecido com os acessórios conforme indicado na Tabela 20, Figura 1, Figura 2 e Figura 3:

Tabela 20 - Acessórios

Descrição	Uni.	Quant.	Figura	Item
Apoio para macaco	PÇ.	4	Figura 1	1
Bucha de tensão secundária classe 1,1 kV	PÇ.	3	Figura 1	2
Bucha primária	PÇ.	3	Figura 1	3
Flange para fixação de proteção das buchas secundárias	PÇ.	1	Figura 1	4
Flange para fixação da proteção das buchas primárias	PÇ.	1	Figura 1	5
Gancho para levantamento do transformador	PÇ.	4	Figura 1	6
Indicador tipo visor de nível do líquido isolante	PÇ.	1	Figura 1	7
Manovacuômetro	PÇ.	1	Figura 1	8
Olhal de levantamento da tampa	PÇ.	2	Figura 1	9
Válvula de alívio	PÇ.	1	Figura 1	10
Terminal de aterramento do tanque[1]	PÇ.	2	Figura 1	11
Placa de Identificação[2]	PÇ.	1	Ver item 7.4.16	12
Proteção para buchas secundárias[3]	PÇ.	1	Figura 2	13
Proteção para buchas primárias	PÇ.	1	Figura 2	14
Radiadores (ver nota 3)	PÇ.	-	-	15
Válvula globo flangeada para drenagem	PÇ.	1	Figura 1	16
Bujão de enchimento (niple)	PÇ.	1	Figura 2	17
Janela de inspeção	PÇ.	1	Figura 2	18
Tanque	PÇ.	1	Figura 1	19
Terminal / bucha de neutro	PÇ.	1	Figura 2	20
Termômetro	PÇ.	1	Figura 1	21
Dispositivo para enchimento de gás	PÇ.	1	Figura 1	22
Conector terminal da bucha secundária	PÇ.	3	Figura 1	23
Suporte para encaixe do PIB (plugue isolante blindado)	PÇ.	1	Figura 1	24
Proteção catódica	PÇ.	Variável	Figura 1	25
Base de arraste	PÇ.	1	Figura 1	26
Tampa	PÇ.	1	Figura 1	27
Indicador de Nível de Óleo Com Contato	PÇ.	1	-	28
Bucha de inserção simples - 200 A - 15 / 25 KV	PÇ.	3	Figura 3	29
Conexão flexível (ver tabela 2)	PÇ.	3	Figura 3	30
Suporte para fixação do protetor de rede	PÇ.	1	Figura 3	31
Adesivo isento de PCB	PÇ.	1	Figura 3	32

Nota 1: Os parafusos de aterramento deverão ser em número de 2 (dois), sendo que um deverá estar no canto inferior esquerdo e o segundo no canto inferior direito, ambos no lado oposto dos mostradores.

Nota 2: A placa de identificação deverá estar do lado dos mostradores.

Nota 3: A quantidade de radiadores será de acordo com o projeto do fabricante, desde que não ultrapassem os limites do comprimento do corpo do tanque e devem ser dispostos dos dois lados simétricos.

7.5.9.1. Indicador de nível de óleo isolante

O transformador deve ser provido de indicador de nível do óleo isolante (vegetal ou mineral), tipo submersível. O indicador deve ser colocado voltado e próximo às buchas primárias.

7.5.9.2. Manovacuômetro tipo mostrador para gás inerte

Os transformadores devem ser providos de um manovacuômetro tipo mostrador para gás inerte, submersível, com contato NA para monitoramento remoto da pressão (positiva e negativa), que possua a indicação de pressão máxima, com recurso externo para o retorno do ponteiro.

O mostrador deve ser colocado voltado próximo às buchas primárias.

7.5.9.3. Meios para suspensão da parte ativa e do transformador

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

Os olhais devem estar posicionados de tal forma que:

a) Os meios de suspensão não toquem na tampa, evitando danos à pintura;
b) 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 desmontagem parcial da mesma.

7.5.9.4. Válvula de alívio de pressão

O transformador deve ser provido de válvula de alívio de pressão submersível de ação dupla, com molas internas e com direcionamento lateral do óleo direcionado para o terminal X0 e dispositivo de indicação de atuação com sistema contra travamento (encapsulado). O Fabricante deve apresentar cópias do desenho da válvula de alívio de pressão.
No sistema de indicação de atuação da válvula alívio de pressão deve ser previsto invólucro que impossibilite que ações externas (poeira, esgoto, barro e etc.) provoquem o seu travamento.

7.5.9.5. Terminal para aterramento

Os transformadores devem ter na parte exterior do tanque, faces frontais, dois terminais de aterramento, sendo um no canto inferior esquerdo e outro no canto inferior direito.

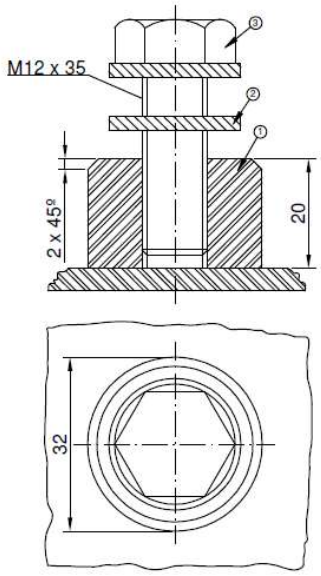


Figura 7 - Terminal para aterramento

Legenda:

1 - Bloco de aço inox 304 – ABNT NBR 5601 (a face deverá ser estanhada com 12 µm);

2 - Arruela lisa de latão Ø13;

3 - Parafuso de latão com cabeça sextavada M12 x 35.

7.5.9.6. Proteção das buchas

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

7.5.9.7. Radiadores

Os radiadores não devem ultrapassar os limites do comprimento do corpo do tanque e devem ser dispostos simetricamente dos dois lados.

7.5.9.8. Válvula globo para drenagem do óleo isolante

O transformador deve ser provido de válvula globo, para ligação ao filtro prensa utilizado para drenagem do óleo isolante. A válvula deve ser colocada na parte inferior do lado das buchas primárias.

7.5.9.9. Bujão para enchimento do óleo isolante

O transformador deve ser provido de bujão, para ligação ao filtro-prensa, utilizada para enchimento do óleo isolante.

7.5.9.10. Janela de inspeção

Quando houver abertura de inspeção, a sua localização e as dimensões devem ser tais que permitam a inspeção 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 ressaltos para evitar retenção de água junto às guarnições.

7.5.9.11. 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.

Para tensões secundárias de 380 V, os transformadores devem ser fornecidos com o condutor neutro isolado a fim de permitir a instalação do sensor de proteção de arco a terra. Para tanto deve ser utilizado, como terminal de neutro, uma bucha e terminal secundário.

O terminal de neutro quando soldado externamente ao tanque deve estar de acordo com os desenhos da Figura 8 e Figura 9. O material deve ser aço inoxidável ou cobre eletrolítico estanhado com 12 µm.

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

Áreas de aplicação
Perímetro: Brasil
Função Apoio: -
Função Serviço: -
Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

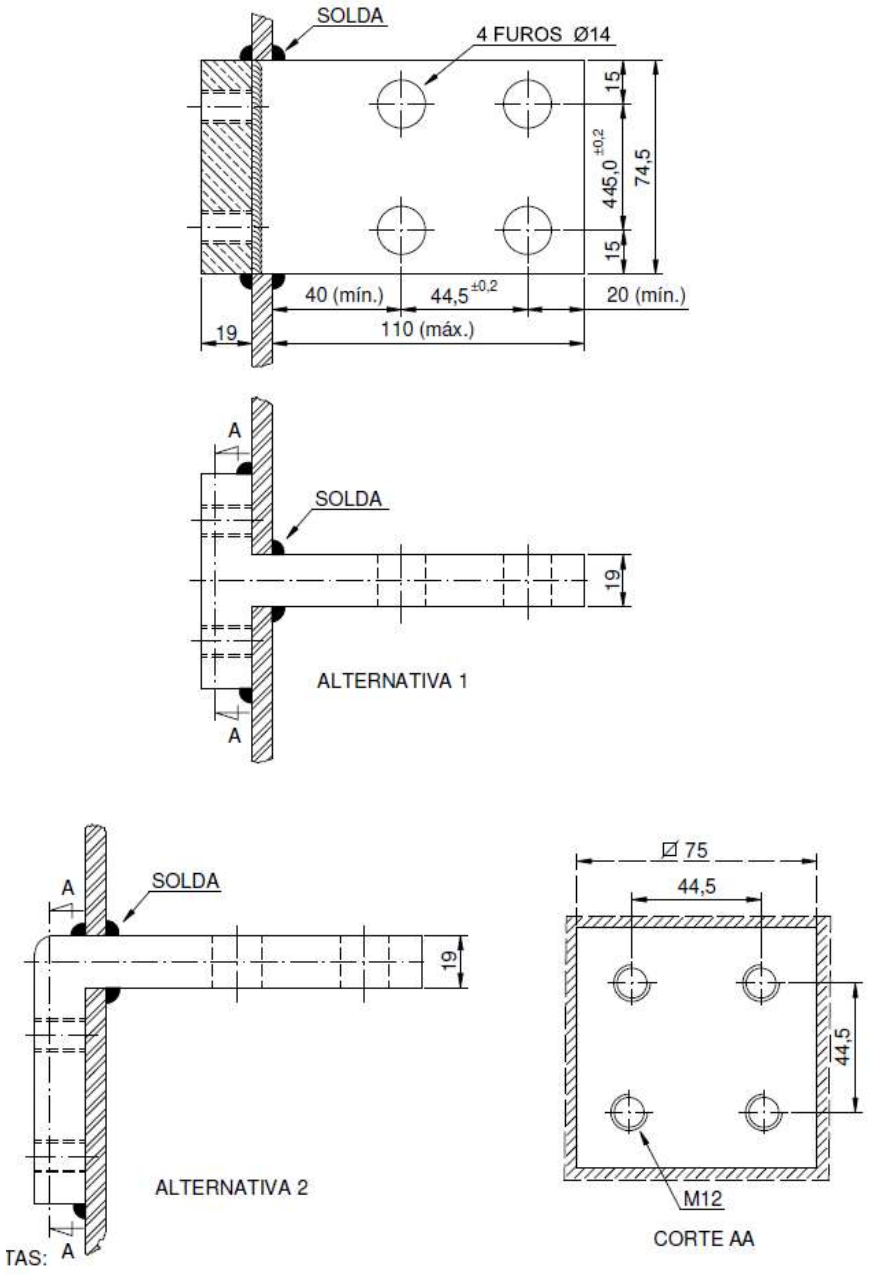


Figura 8 - Terminal neutro para transformadores até 500 kVA

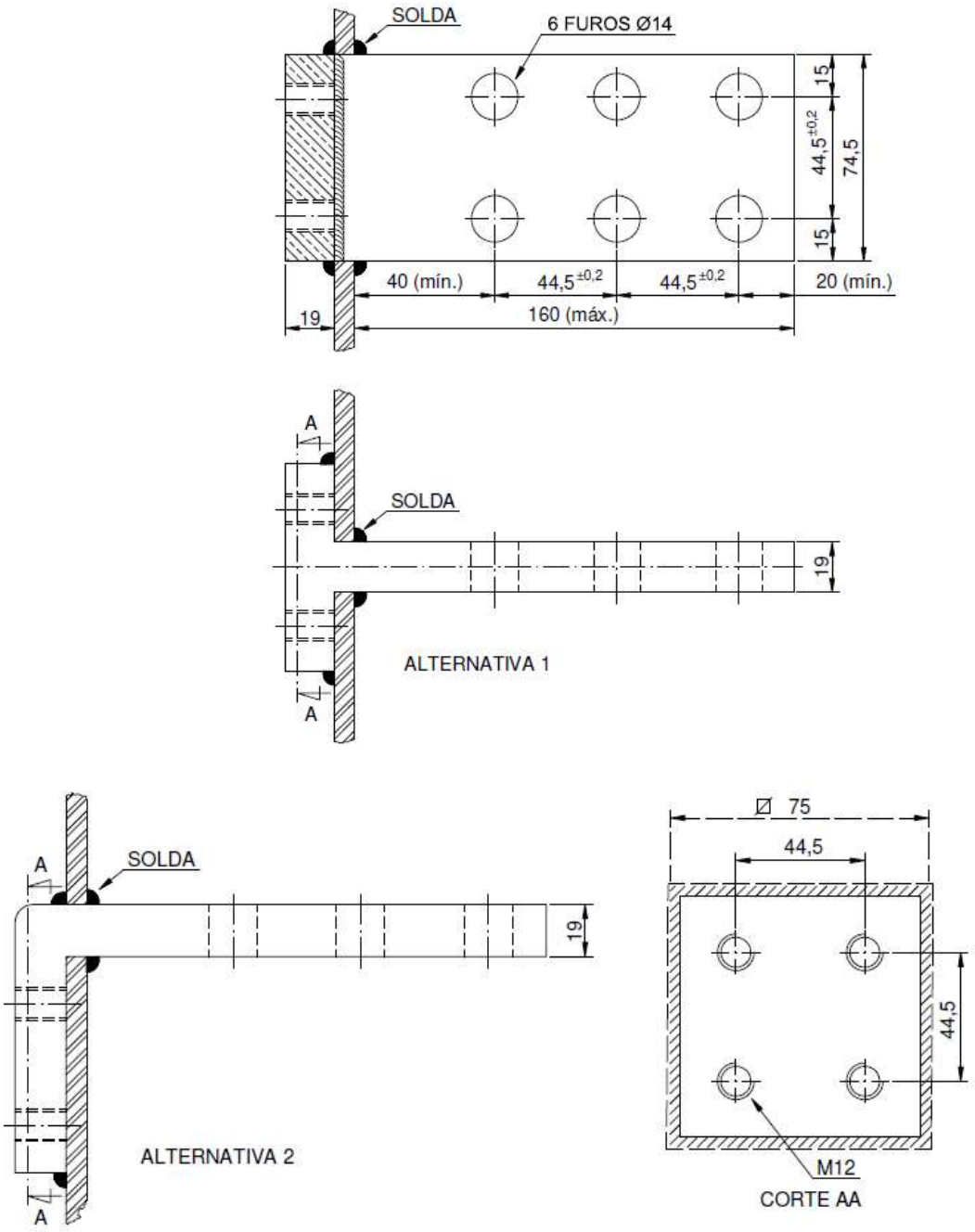


Figura 9 - Terminal neutro para transformadores a partir de 750 kVA

7.5.9.12. Termômetro tipo mostrador para óleo isolante

O transformador deve ser provido de um termômetro tipo submersível, graduado de 0 a 120 ºC, que possua a indicação de temperatura máxima com recurso externo para retorno, contatos tipo NA para monitoramento remoto de temperatura. O termômetro deve indicar a temperatura próxima à superfície do óleo isolante. O mostrador deve ser colocado na tampa do lado das buchas do primário.

7.5.9.13. Proteção catódica

Nas quatro faces do tanque do transformador devem ser soldados os anodos de sacrifício confeccionados com liga de alumínio.

7.5.9.14. Tampa

A tampa deve ser construída em chapa de aço com a espessura indicada na Tabela 14.

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 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 e que não afete e nem seja afetado pelo líquido isolante.

A tampa deve ser 10 mm menor do que a borda do tanque.

Na tampa do transformador devem estar localizados:

a) Dispositivo de suspensão da tampa;
b) Dispositivo para enchimento de óleo;
c) Válvula de alívio de pressão;
d) Manovacuômetro.

7.5.9.15. Indicador de Nível de Óleo Com Contato

a) Dispositivo de proteção cuja finalidade é indicar o nível de óleo no transformador, de modo que ele possa ser monitorado, visualmente, eletricamente e/ou eletronicamente;
b) Material do corpo: Alumínio injetado;
c) Visor: Vidro ou policarbonato;
d) As boias do mecanismo de flutuação do indicador do nível de óleo não podem ser ocas, conforme ABNT NBR 16367-5;
e) Guarnições: Borrachas nitrílicas, compatíveis com óleo isolante mineral e vegetal, conforme ABNT NBR 16367-5;
f) Elementos gerais de fixação: Aço Inox 316L ou Latão niquelado;
g) A montagem do indicador e conjunto de boias devem ser de maneira a garantir a correta leitura e operação solicitada caso o nível de óleo venha a abaixar, e com as seguintes características construtivas mínimas:
   - Grau de proteção IP-68, conforme ABNT NBR IEC 60529;
   - Estanqueidade a uma pressão de 2kgF/cm² em líquido isolante a 115ºC;
   - Deve suportar as pressões positivas e negativas do transformador;
   - Possuir contato ajustado para fechamento quando a boia atingir a posição correspondente ao nível mínimo;
   - Forma de atuação dos contatos (nível baixo) deve ser informada na proposta;
   - Acabamento em cinza claro notação Munsell N6.5 para óleo mineral e verde RAL 6037 para óleo vegetal;
   - Mostrador com fundo preto com letras e ponteiros em branco;

- Permitir ≥ 1.000 operações;
- Acoplamento magnético, conforme ABNT NBR 16367-5.

h) Informar na folha de dados garantidos o modelo e fabricante adotado;
i) O indicador deve ser colocado voltado e próximo às buchas primárias;
j) Alimentação máxima: 380 VCA / 10 VA
k) Identificação:
   - Nome ou marca comercial do fabricante;
   - Mês e ano da fabricação;
   - Número de série ou lote de fabricação.
l) Diagrama elétrico: Deve ser gravado de modo indelével à ação do tempo, devendo ser fixado, preferencialmente, na parte da tampa da caixa de terminais;
m) O indicador do nível de óleo deve ser fornecido/ instado no transformador como toda a documentação relativa à inspeção e ensaios prescritos no item 7.6.

7.6 Ensaios

Os ensaios relacionados nos itens 7.6.1 a 7.6.4 devem ser realizados de acordo com a ABNT NBR 5356 partes de 1 a 7 no que for aplicável, complementadas por este documento.

7.6.1. Ensaios de rotina

a) Medição de resistência dos enrolamentos conforme a ABNT NBR 5356-1;
b) Medição da relação de transformação, polaridade, verificação do deslocamento angular e sequência de fase, conforme a ABNT NBR 5356-1;
c) Medição da impedância de curto-circuito e perdas em carga, conforme a ABNT NBR 5356-1;
d) Medição das perdas em vazio e corrente de excitação, conforme a ABNT NBR 5356-1;
e) Ensaio dielétrico, tensão suportável a frequência industrial e tensão induzida de curta duração, conforme a ABNT NBR 5356-3;
f) Medição da resistência de isolamento, conforme a ABNT NBR 5356-1;
g) Ensaio de estanqueidade e resistência a pressão, conforme Tabela 15;
h) Ensaio de estanqueidade e resistência a pressão a quente, conforme Tabela 15;
i) Ensaio de resistência a vácuo, conforme Tabela 15;
j) Verificação de funcionamento dos acessórios, conforme a ABNT NBR 5356-1;
k) Verificação da pintura externa do transformador:
   a. determinação de espessura;
   b. ensaio de aderência.
l) Espessura, conforme ABNT NBR 7399 ou ASTM E376;
m) Óleo vegetal isolante, apenas para os transformadores com óleo vegetal (ver item 7.5.4).

7.6.2. Ensaios de Tipo

a) Verificação visual da parte ativa, completamente montada;
b) Verificação visual do tanque e acessórios;
c) Verificação das dimensões do tanque e acessórios;
d) Tensão suportável nominal à frequência industrial;
e) Tensão induzida;

f) Perdas em vazio e corrente de excitação;
g) Perdas em carga e impedância de curto-circuito;
h) Resistência dos enrolamentos;
i) Relação de tensões;
j) Deslocamento angular e sequência de fases;
k) Resistência do isolamento;
l) Curto-circuito, conforme ABNT NBR 5356-5, desconsiderando a impedância do sistema;
m) Fator de potência do isolamento e capacitância;
n) Tensão suportável nominal de impulso atmosférico, procedimento de ensaio conforme a ABNT NBR 5356-4;
o) Nível de tensão de radio interferência;
p) Nível de ruído;
q) Descargas parciais, após a realização dos ensaios dielétricos;
r) Elevação de temperatura, conforme a ABNT NBR 5356-2;
s) Verificação da atuação da válvula de alívio de pressão;
t) Estanqueidade e resistência à pressão a quente e a frio;
u) Análise cromatográfica dos gases dissolvidos no óleo mineral isolante;
v) Óleo vegetal isolante, conforme ABNT NBR 16518 e item 7.5.4, apenas para os transformadores com óleo vegetal:
   - rigidez dielétrica;
   - teor de água;
   - fator de dissipação ou fator de perdas dielétricas;
   - índice de neutralização;
   - viscosidade.
w) Pintura:
   - Névoa salina;
   - Umidade;
   - Impermeabilidade;
   - Resistência ao líquido isolante;
   - Resistência a atmosfera úmida saturada na presença de SO_2.
x) Galvanização:
   - aderência, conforme ABNT NBR 7398 ou ASTM B571;
   - espessura, conforme ABNT NBR 7399 ou ASTM E376;
   - uniformidade, conforme ABNT NBR 7400 ou ASTM A239.
y) Ensaios no Indicador de Nível de Óleo Com Contato:
   - Tensão aplicada de 2 kV por 1 minuto e entre polos abertos 1 kV/min., conforme IEC 60255-27;
   - Estanqueidade, conforme ABNT NBR 16367-5;
   - Grau de proteção, ABNT NBR IEC 60529;
   - Espessura e aderência da película seca do revestimento anticorrosivo, conforme ABNT NBR IEC 60529;
   - Ensaio de corrosão por exposição à névoa salina, conforme ABNT NBR 8094;
   - Ensaio Funcional, conforme ABNT NBR 16367-5.

Notas:

1) Os ensaios correspondentes às alíneas r), s), u) e v), acima, deverão ser realizados após a soldagem da tampa do transformador.
2) Para a alínea l), o ensaio de curto-circuito tem validade de cinco anos, após este período deve ser realizado um novo ensaio.
3) Para a aprovação de protótipo, os ensaios nas alíneas f) a i) devem ser realizados em todas as derivações.
4) 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 20 ºC, devem ser submetidos à avaliação da Enel.
5) 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 Tabela 21.
6) Não será admitida a realização do ensaio de perdas em carga e impedância de curto-circuito com valor reduzido de corrente.
7) As impedâncias de curto-circuito podem ter a variação de, no máximo, 7,5% entre as fases, para quaisquer transformadores.
8) O ensaio no óleo vegetal isolante deve ser realizado de acordo com os requisitos do item 7.5.4 deste documento. A determinação de teor de PCB deve ser realizada de acordo com a ABNT NBR 13882. O fabricante deverá também apresentar o certificado de biodegradabilidade conforme OECD 301B e toxicidade conforme OECD 203.
9) 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 o de 25 ºC.
10) Após o ensaio de curto-circuito, deve ser realizada nova inspeção visual da parte ativa e os ensaios especificados na ABNT NBR 5356-5.
11) O fabricante do transformador deve apresentar os relatórios de ensaios de biodegradabilidade e toxicidade do fornecedor de óleo vegetal no início de fornecimento a cada novo contrato.
12) 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.
13) As comparações entre as reatâncias ou indutâncias, antes ou depois do ensaio de curto-circuito devem ser feitas para cada fase do transformador, não se aceitando a comparação entre os valores médios das três fases.
14) As reatâncias ou indutâncias devem ser medidas pelo menos 3 vezes, com intervalos de 15 minutos, para verificar se a reprodutividade está conforme a ABNT NBR 5356.
15) A medição do valor da reatância pode ser efetuada por meio de ponte que permite uma melhor precisão da medida.

7.6.3. Ensaios de Recebimento

a) Verificação visual da parte ativa, completamente montada;
b) Verificação visual do tanque e acessórios;
c) Verificação das dimensões do tanque e acessórios;
d) Tensão suportável nominal à frequência industrial;

e) Tensão induzida;
f) Perdas em vazio e corrente de excitação;
g) Perdas em carga e impedância de curto-circuito;
h) Resistência dos enrolamentos;
i) Relação de tensões;
j) Deslocamento angular e sequência de fases;
k) Resistência do isolamento;
l) Fator de potência do isolamento e capacitância;
m) Tensão suportável nominal de impulso atmosférico;
n) Descargas parciais, após a realização dos ensaios dielétricos;
o) Verificação da atuação da válvula de alívio;
p) Estanqueidade e resistência à pressão a quente e a frio;
q) Análise cromatográfica dos gases dissolvidos no óleo mineral isolante, apenas para os transformadores com óleo mineral;
r) Óleo vegetal isolante, apenas para os transformadores com óleo vegetal;
s) Pintura e zincagem;
t) Atuação da válvula de alívio de pressão;
u) Ensaios no Indicador de Nível de Óleo Com Contato:
   - Inspeção geral, visual, posicionamento e acabamento;
   - Ensaio funcional - Verificação da operação do contato, movimentar o ponteiro até atingir a marcação de nível mínimo do mostrador e conforme ABNT NBR 16367-5;
   - Comprovação / Verificação de calibração após montagem no transformador (essa operação pode ser verificada através de medição da continuidade elétrica do circuito de contato, com um ohmímetro ou um dispositivo sinalizador).

Nota: Nas inspeções de recebimento devem ser realizados os ensaios físico-químicos no óleo vegetal de 10% de cada lote sendo que os resultados deverão atender ao especificado pela norma ABNT NBR 16518. Também deverá ser realizada a análise do Teor de PCB conforme a norma ABNT NBR 13882 e item 7.5.4 desse documento, devendo essa ser uma amostragem por lote de fabricação.

7.6.4. Ensaios Especiais

a) Medição da impedância de sequência zero em transformadores trifásicos conforme a ABNT NBR 5356-1;
b) Medição de harmônicas da corrente de excitação, conforme a ABNT NBR 5356-1;
c) Medição do nível de tensão de rádio interferência;
d) Ensaio para determinar o ponto de combustão para óleo vegetal, conforme a ABNT NBR 11341;
e) Ensaio de análise de gases dissolvidos conforme a ABNT NBR 7070.

Nota: Para a alínea c), não são especificados limites para estes valores. As grandezas medidas são referência para comparação com medições no campo.

7.7 Amostragem

Os ensaios de recebimento devem ser feitos em amostras formadas conforme Tabela 21, exceto que:
a) Ao ensaio de tensão suportável nominal de impulso atmosférico deve ser realizado em amostra selecionada de acordo com a Tabela 22;

b) Os ensaios de tensão suportável nominal à frequência industrial, tensão induzida, estanqueidade a quente, fator de potência do isolamento e descargas parciais devem ser efetuados em 100% do lote apresentado;
c) Os ensaios no óleo isolante após os ensaios finais e a verificação da parte ativa devem ser efetuados em 100% de cada lote;
d) Também deverá ser realizada pelo fabricante a análise do Teor de PCB conforme a norma ABNT NBR 13882, devendo ser uma amostragem por lote de fabricação.

Tabela 21 - Plano de Amostragem

Tamanho do lote (peças)	1ª Formação			2ª Formação		
	Amostras	Ac1	Re1	Amostras	Ac2	Re2
Até 4	100%	-	-	-	-	-
5 a 50	5	0	1	-	-	-
51 a 150	13	0	2	13	1	2
151 a 280	20	0	3	20	3	4
281 a 500	32	1	4	32	4	5
501 a 1200	50	2	5	50	6	7

Tabela 22 - Plano de Amostragem para Impulso Atmosférico

Tamanho do lote (peças)	1ª Formação			2ª Formação		
	Amostras	Ac1	Re1	Amostras	Ac2	Re2
Até 10	1	0	1	-	-	-
11 a 50	2	0	1	-	-	-
51 a 150	3	0	1	-	-	-
151 a 500	5	0	1	-	-	-
501 a 1200	8	0	2	8	1	2

Notas:
1) Ac1 = número máximo de transformadores reprovados que permite a aceitação do lote;
2) Re1= número mínimo de transformadores reprovados que obriga a rejeição do lote;
3) Ac2 = número máximo de transformadores reprovados, encontrados nas duas amostras acumuladas, que obriga a rejeição do lote;
4) Re2 = número mínimo de transformadores reprovados, encontrados nas duas amostras acumuladas, que obriga a rejeição do lote;
5) Se o número de transformadores reprovados na primeira amostra for maior que Ac1 e menor que Re1 deve-se formar uma segunda amostra;
6) Qualquer transformador reprovado que faça parte do lote aceito deve ser excluído do mesmo;
7) Entende-se por transformador reprovado aquele que não satisfez o resultado de qualquer um dos ensaios.

7.8 Transporte, Embalagem e Acondicionamento

a) Prever embalagem que contribua com economia circular e meio ambiente, ou seja:
   - Uso de embalagem reutilizável;
   - Embalagem feita com matéria-prima reciclada.
b) O transformador deve ser transportado com óleo a nível normal de operação e com os acessórios protegidos adequadamente contra agentes externos;

c) O transformador deve ser preenchido a temperatura ambiente, e para embarque com nitrogênio ou ar seco, a uma pressão positiva de 0,02 MPa (0,2 kgf/cm²);
d) A transportadora utilizada para entregar os equipamentos na CONTRATANTE deverá ter contrato ativo com empresa especializada em atendimento a emergência químicas durante o transporte rodoviário;
e) O acondicionamento deve ser adequado ao transporte previsto, às condições de armazenagem e ao manuseio, de comum acordo entre o fabricante e usuário.

7.9 Fornecimento

Para fornecimento à Enel Grids Brasi deve-se ter protótipo previamente homologado.

7.10 Garantia

O fabricante deve garantir a eficiência de operação do transformador por um período de 24 meses, a partir da data de emissão da nota fiscal ou do estipulado para licitação ou do citado no contrato de compra. Qualquer defeito que se apresentar durante esse período, por responsabilidade do fabricante, deve ser reparado às suas custas e sem qualquer ônus para esta Empresa. A data do defeito deve ser confirmada por um documento interno da Enel. No caso de qualquer defeito em uma parte vital que possa afetar a segurança operacional do transformador, um novo período de garantia deve entrar em vigor a partir da reenergização do transformador, período este que deve ser de 24 (vinte e quatro) meses.

As partes metálicas externas, tais como tanque, tampas e radiadores devem ser garantidos contra a corrosão, por um período de 5 (cinco) anos a contar da data da nota fiscal.

Caso o transformador vir apresentar defeito oculto ou erro de projeto a garantia acima não se aplica e o fabricante deve realizar a adequação do equipamento sem nenhum custo para a Enel.

O fabricante deverá informar a expectativa de vida útil do transformador, considerando condições normais de operação.

8. ANEXOS

8.1 Características Técnicas Garantidas – CTG

8.2 Bucha secundária Classe 1,3 kV 1875 A (RD)

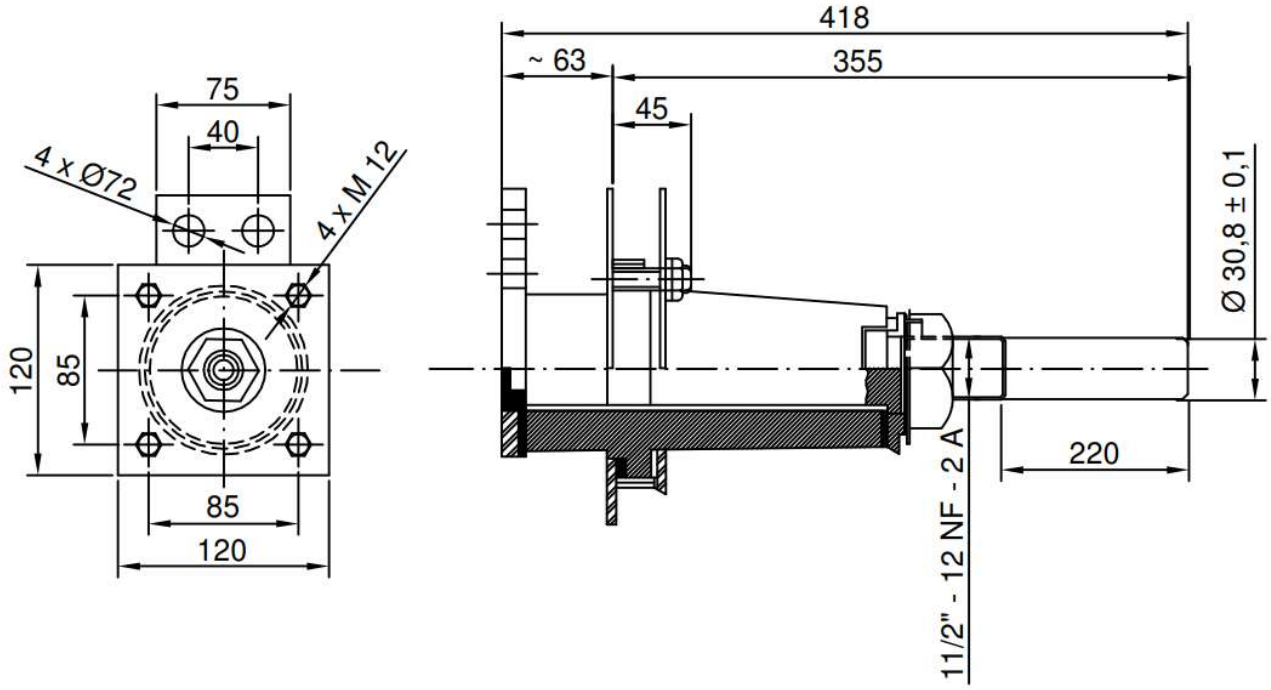


Figura 10 - Bucha secundária Classe 1,3 kV 1875 A (RD)

NOTAS:

1) Utilização: em transformadores submersível, tipo radial;
2) As porcas devem ser dobradas na fabrica. Uma orelha dobrada na direção do transformador e as demais em sentido contrário;
3) Tolerâncias: medidas sem tolerância indicadas, usar DIN- 7168 (grossa);
4) O material da flange de fixação das buchas deverão ser de aço galvanizado bicromatizado ou aço inoxidável;
5) Dimensões: em milímetros.

8.3 Bucha secundária Classe 1,3 kV 3500 A (RD)

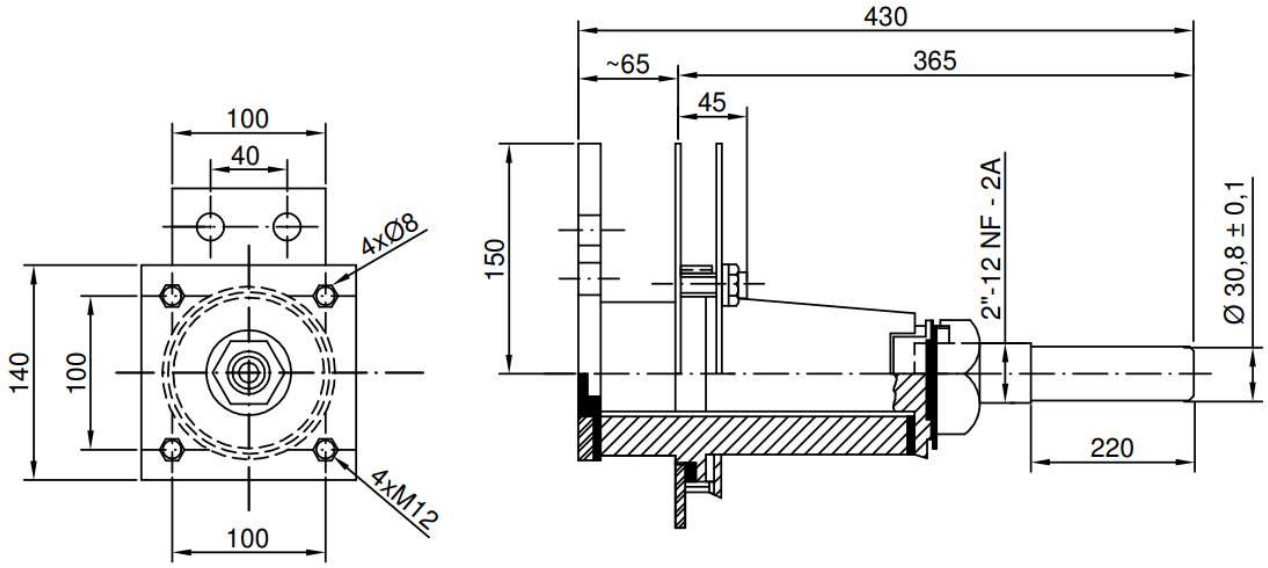


Figura 11 - Bucha secundária Classe 1,3 kV 3500 A (RD)

NOTAS:

1) Utilização: em transformadores submersível, tipo radial e bucha de neutro do sistema reticulado com tensão secundária acima de 300 V;
2) As porcas devem ser dobradas na fabrica. Uma orelha dobrada na direção do transformador e as demais em sentido contrário;
3) Tolerâncias: medidas sem tolerância indicadas, usar DIN- 7168 (grossa);
4) O material da flange de fixação das buchas deverão ser de aço galvanizado bicromatizado ou aço inoxidável;
5) Dimensões: em milímetros.

8.4 Flange para fixação da bucha de cavidade de inserção (RD/RT)

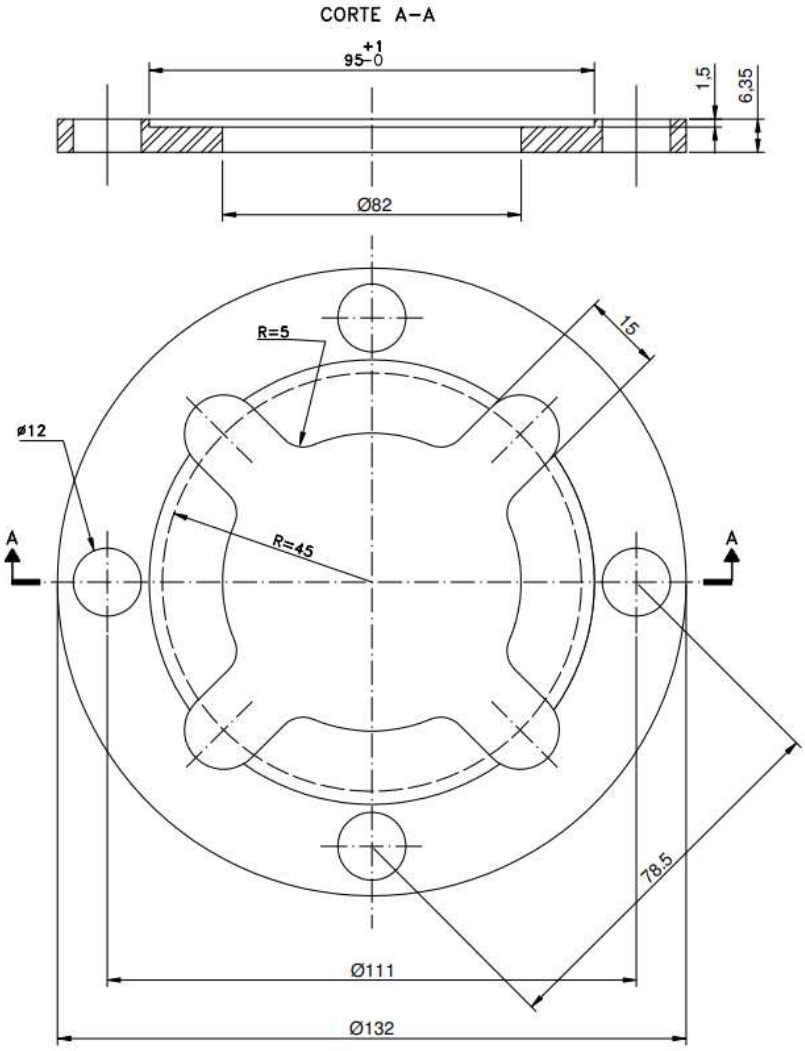


Figura 12 - Flange para fixação da bucha de cavidade de inserção (RD/RT)

NOTAS:

1) Material / Acabamento: em aço galvanizado bicromatizado / aço inoxidável;
2) Utilização: em transformadores submersíveis, tipo radial e reticulado;
3) Tolerâncias: não indicada conforme DIN - 7168 (médio);
4) Dimensões: em milímetros.

8.5 Flange para fixação da proteção das buchas desconectáveis primárias (RD/RT)

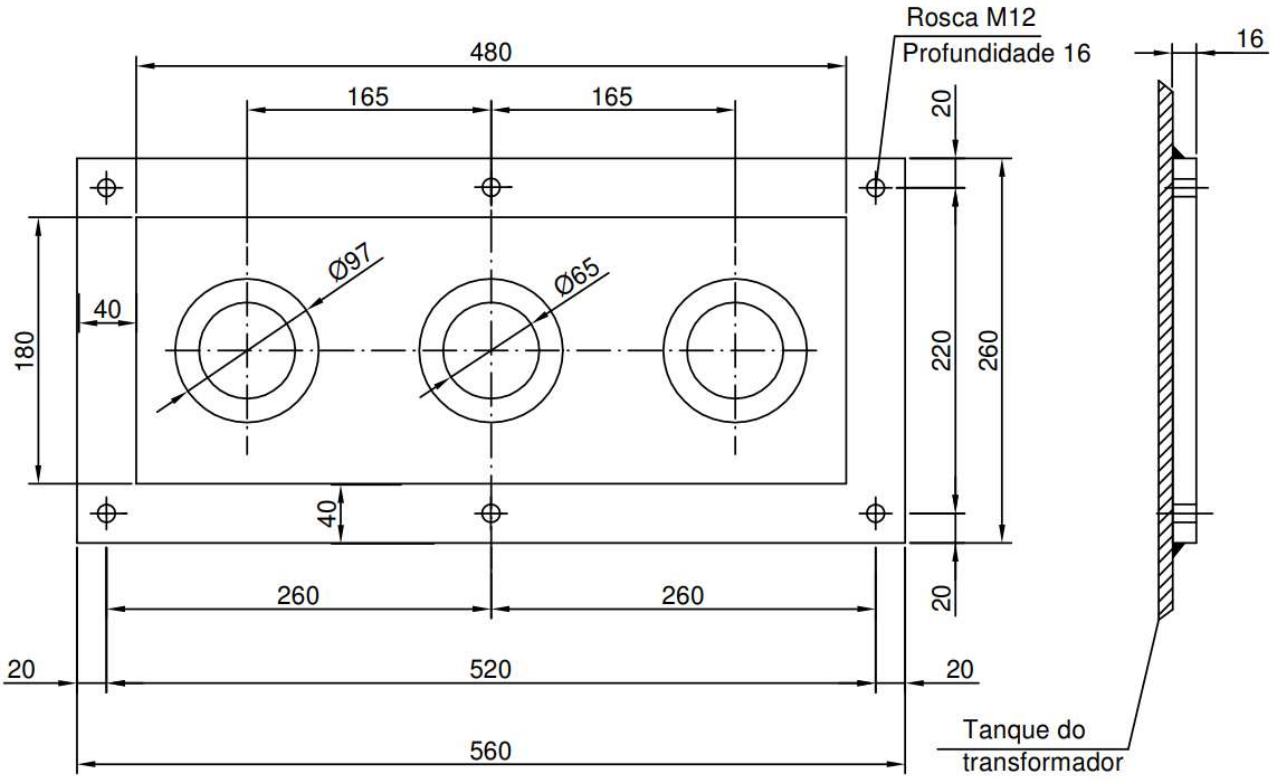


Figura 13 - Flange para fixação da proteção das buchas desconectáveis primárias (RD/RT)

NOTAS:

1) Material / Acabamento: chapa de aço com mesmo acabamento da chapa do transformador;
2) A flange onde as buchas primárias serão fixadas deverão possuir um rebaixo de 2 mm para acomodar a gaxeta;
3) Utilização: em transformadores submersíveis, tipo radial e reticulado;
4) Dimensões: em milímetros;
5) Tolerâncias não indicadas considerar ± 2%

8.6 Flange para fixação da proteção das buchas de tensão secundária (RD/RT)

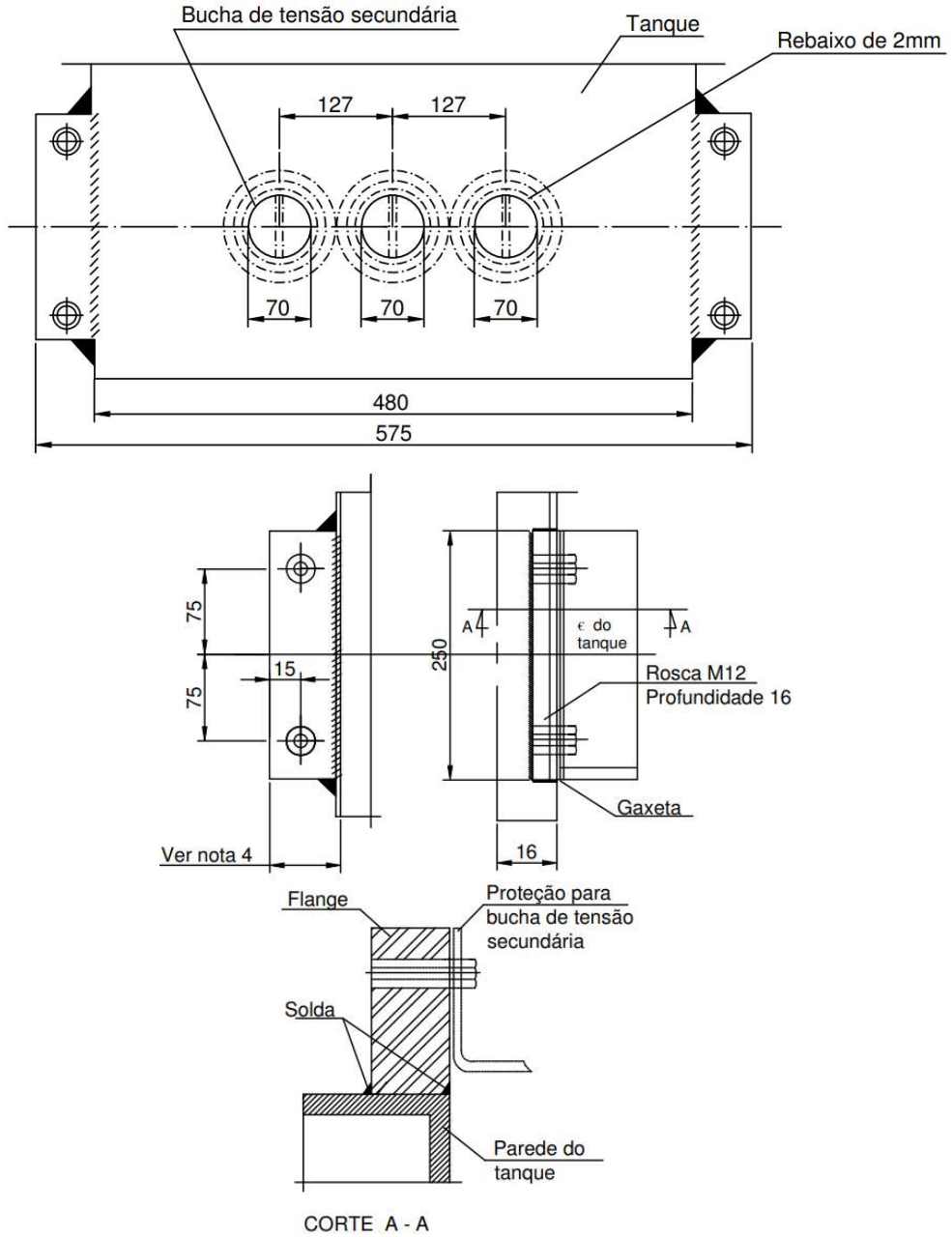


Figura 14 - Flange para fixação da proteção das buchas de tensão secundária (RD/RT)

NOTAS:
1) Material / Acabamento: em aço galvanizado;
2) A flange secundária do transformador deverá ser dimensionada de acordo com as buchas (MP-72-01);
3) No tanque onde será inserido as buchas secundárias deverá possuir rebaixo de 2 mm para acomodar a gaxeta;
4) Esta cota deverá ser dimensionada de acordo com as dimensões da proteção das buchas (MP-72-14)
5) Dimensões: em milímetros;
6) Tolerâncias não indicadas considerar ± 2%.

8.7 Proteção para buchas de tensão primária desconectável (RD/RT)

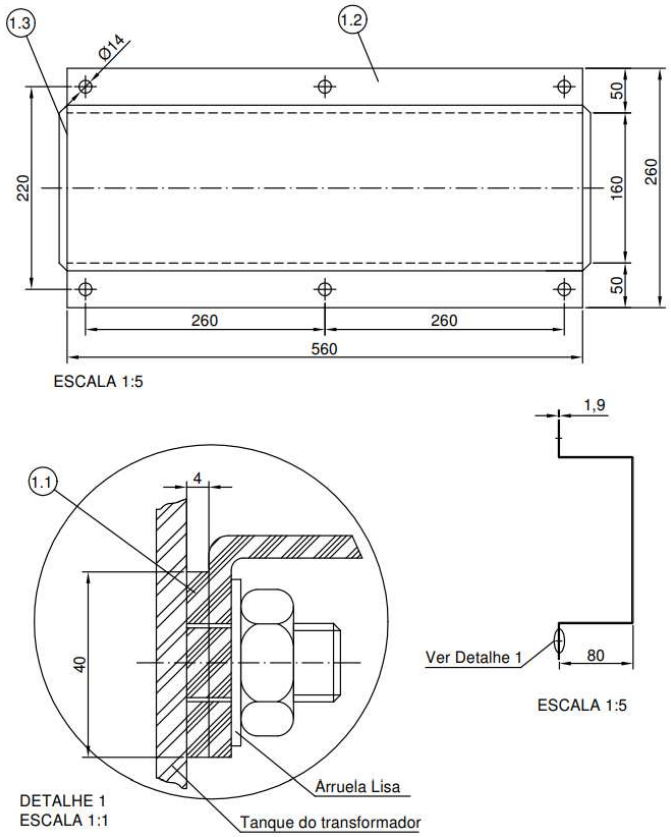


Figura 15 - Proteção para buchas de tensão primária desconectável (RD/RT)

NOTAS:

1) Material:
   1.1) Borracha em lençol;
   1.2) Chapa de aço 1,9 mm (corpo);
   1.3) Chapa de aço 1,9 mm (laterais);
2) Acabamento: mesmo acabamento da chapa do transformador;
3) Utilização: em transformador submersível, tipo radial e reticulado;
4) Dimensões: em milímetros;
5) Tolerâncias não indicadas considerar ± 2%.

8.8 Proteção para buchas de tensão secundária (RD)

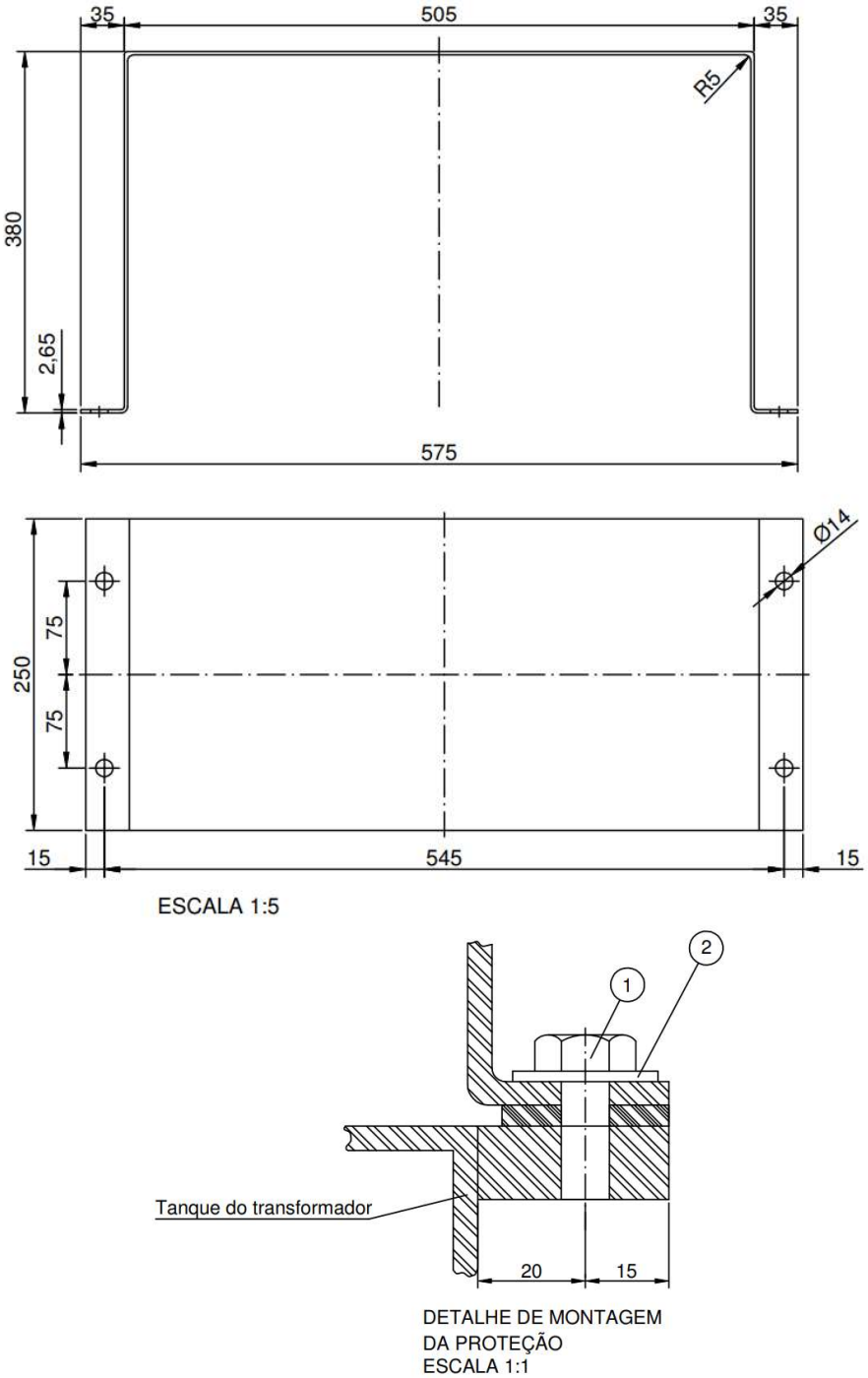


Figura 16 - Proteção para buchas de tensão secundária (RD)

NOTAS:

1) Material / Acabamento: chapa de aço 2,65 mm, mesmo acabamento da chapa do tanque do transformador;
2) Guarnição de borracha sintética acrílica nitrílica de espessura mínima 6,33 mm, largura mínima de 300 mm e comprimento mínimo de 600 mm. A guarnição deve ser fornecida em peça única sem emendas;
3) Utilização: em transformador submersível, tipo reticulado;
4) Dimensões: em milímetros;
5) Tolerâncias não indicadas considerar ± 2%.

Tabela 23 - Lista de Materiais

Pos.	Qua.	Denominação	Dimensões	Material	Observações
1	04	Parafuso cabeça sextavada	M12 x 25	Aço galvanizado	DIN 558
2	04	Arruela de pressão	12 x 16,1 x 2,5	Aço galvanizado	DIN 7980

8.9 Proteção para buchas de tensão secundária (RT)

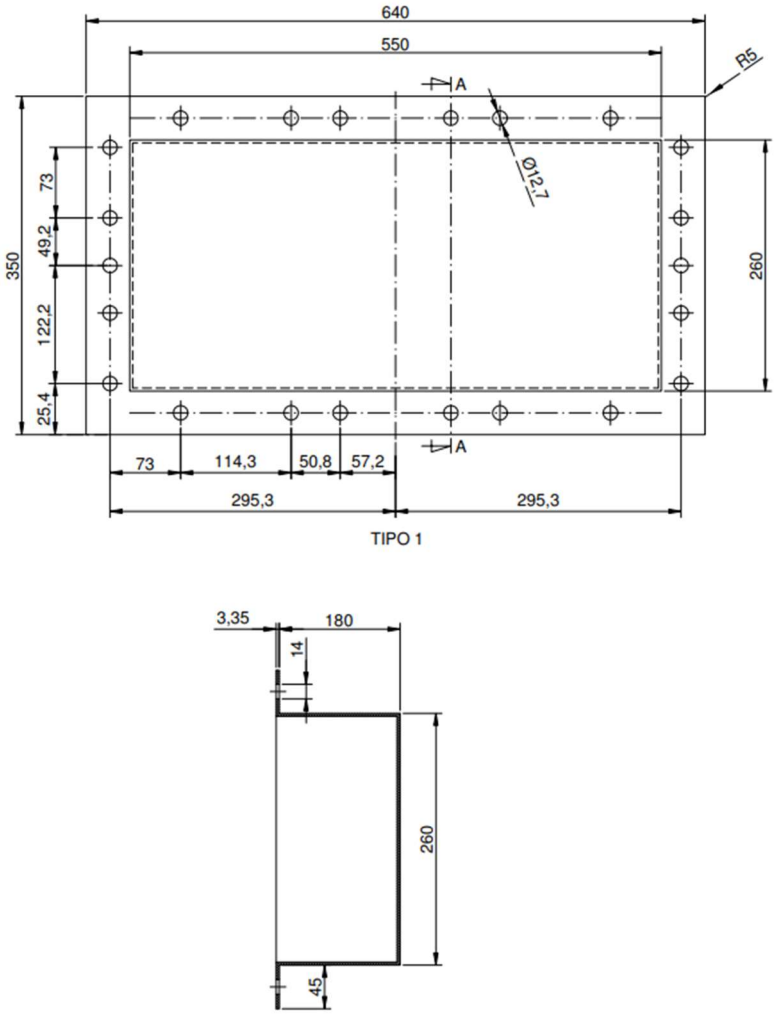


Figura 17 - Proteção para buchas de tensão secundária (RT) – Tipo 1

Áreas de aplicação
Perímetro: Brasil
Função Apoio: -
Função Serviço: -
Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

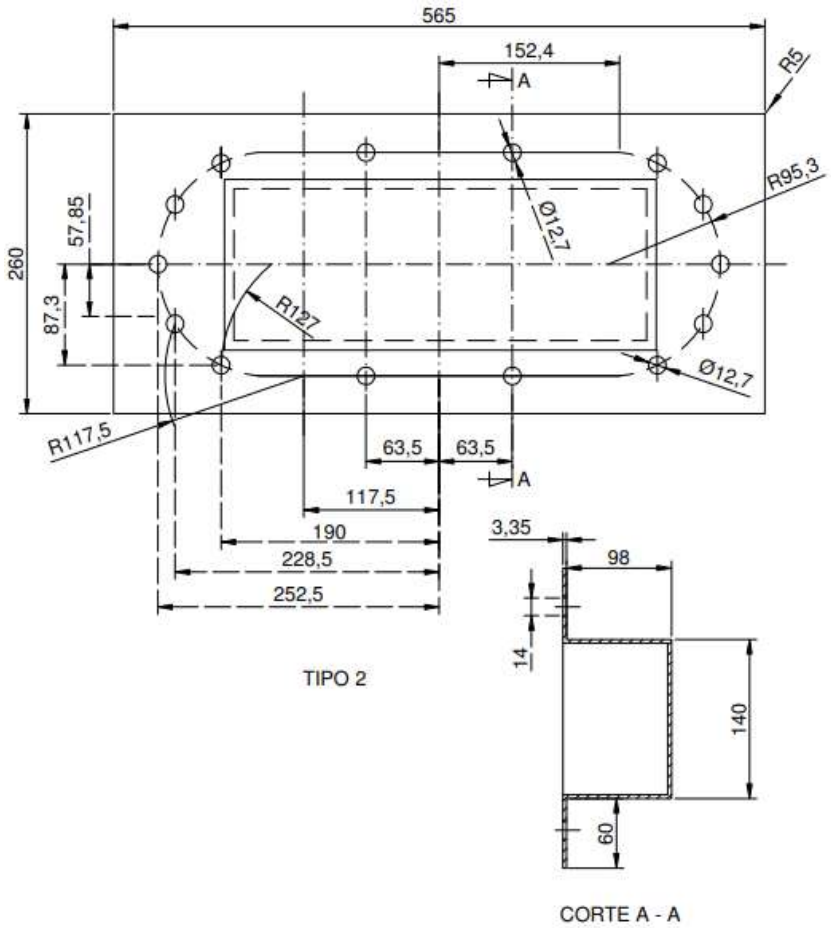


Figura 18 - Proteção para buchas de tensão secundária (RT) – Tipo 2

NOTAS:

1) Material / Acabamento: chapa de aço 3,35 mm, mesmo acabamento da chapa do tanque do transformador;
2) Guarnição de borracha sintética acrílica nitrílica de espessura mínima 6,35 mm, largura comprimento deverão ser conforme as dimensões do tipo da guarnição (tipo 1 ou tipo 2). A guarnição deve ser fornecida em peça única sem emendas;
3) Utilização: em transformador submersível, tipo reticulado:

- Tipo 2 (750 kVA e 2000 kVA);
- Tipo 1 (500 kVA e 1000 kVA);

4) O prisioneiro deverá ser fornecido conforme desenho MP-55-25 e na quantidade dos furos da guarnição (tipo 1 ou tipo 2);
5) Dimensões: em milímetros.

8.10 Conector terminal secundário (RD/RT)

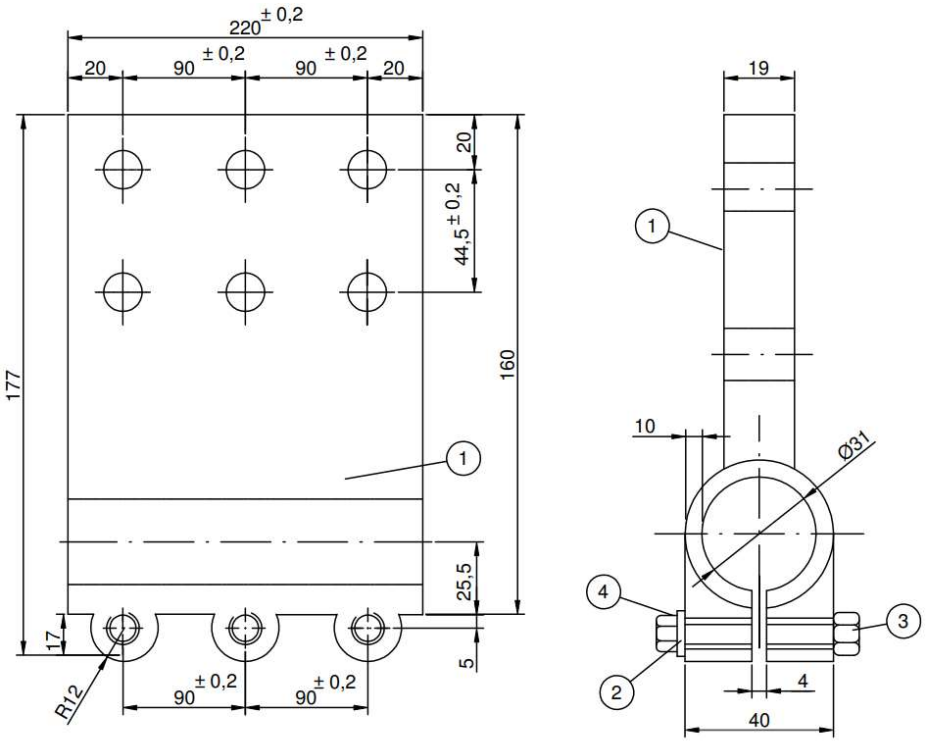


Figura 19 - Conector terminal secundário (RD/RT)

Lista de material					
Lista	**Descrição**	**Qtd.**	**Dimensões**	**Material**	**Observação**
1	Bloco de contato	01	-	Cobre meio duro	Estanhado
2	Arruela de pressão	03	B 10	Aço oxidado	-
3	Parafuso	03	M10 x 55	Aço inox	Cabeça sextavada
4	Porca	03	M10	Aço inox	Sextavada

NOTAS:
1) Acabamento: Estanho com espessura 12 µm, após montagem;
2) Utilização: Em transformador submersível tipo radial e na bucha de neutro para transformadores com tensão secundaria acima de 300 V (radial ou reticulado);
3) Tolerância: Medidas sem tolerâncias indicadas, utilizar DIN-7168, grossa.
4) Dimensões: em milímetros.
5) Tolerâncias não indicadas considerar ± 2%.

8.11 Dispositivo para enchimento de gás (RD/RT)

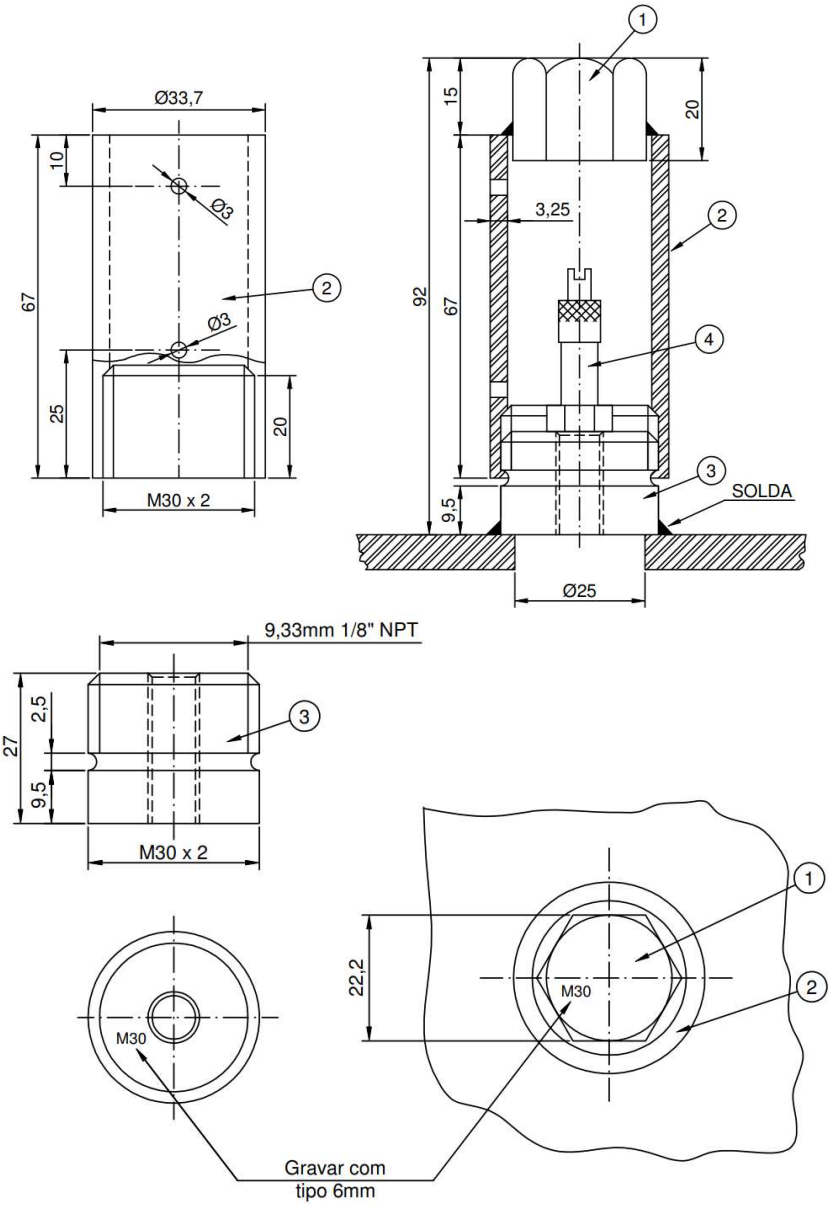


Figura 20 - Dispositivo para enchimento de gás (RD/RT)

Item	Descrição
1	Sextavado de aço zincado à quente
2	Tubo de aço zincado à quente
3	Base de aço 1020
4	Válvula de latão 9,175 1/8” RWG

NOTAS:
1) Material / Acabamento: conforme relação de materiais acima;
2) Utilização: Em transformadores submersíveis radiais e reticulados.
3) Dimensões: Em milímetros;
4) Tolerâncias não indicadas considerar ± 2%.

8.12 Bujão para enchimento de óleo e ligação do filtro prensa (RD/RT)

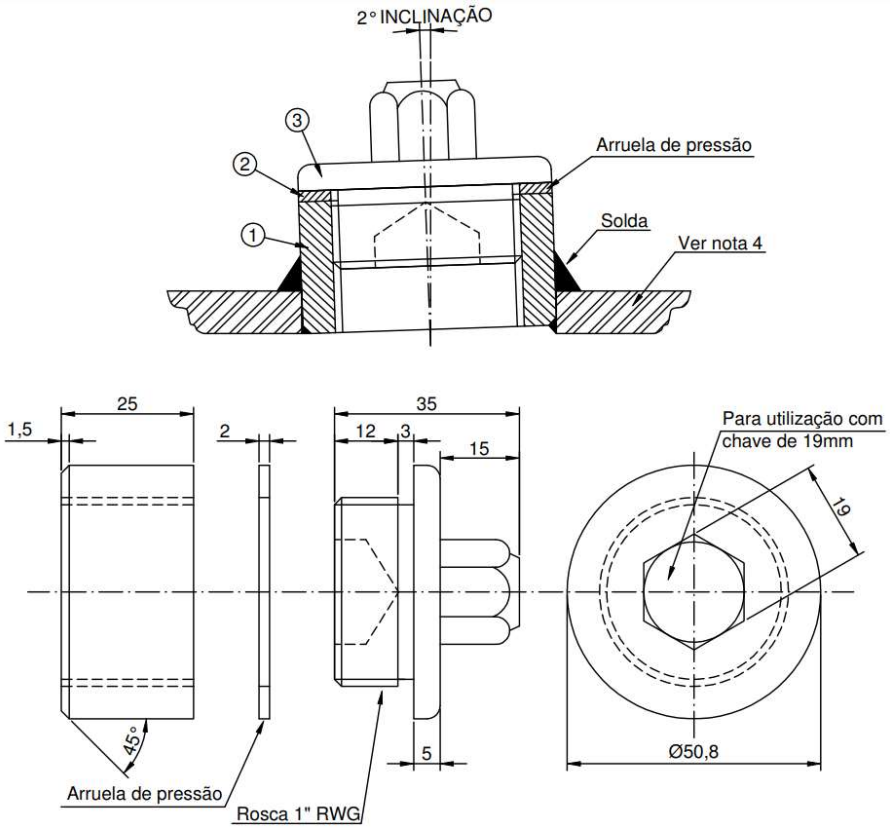


Figura 21 - Bujão para enchimento de óleo e ligação do filtro prensa (RD/RT)

Item	Descrição
1	Tubo sem costura de aço, rosca interna 1” RWG
2	Junta de borracha sintética acrílica-nitrila
3	Bujão de aço zincado à quente, rosca externa 1” RWG

NOTAS:

1) Material / Acabamento: conforme relação de materiais acima.
2) Utilização: entrada de óleo em transformador submersível, tipos radiais e reticulados;
3) Dimensões: em milímetros;
4) Observações:
   i. No sistema reticulado, deverá estar localizado na tampa do transformador;
   ii. No sistema radial, deverá estar localizado na janela de inspeção (sobre-tampa) do transformador, quando prevista, ou na tampa do mesmo.

8.13 Termômetro

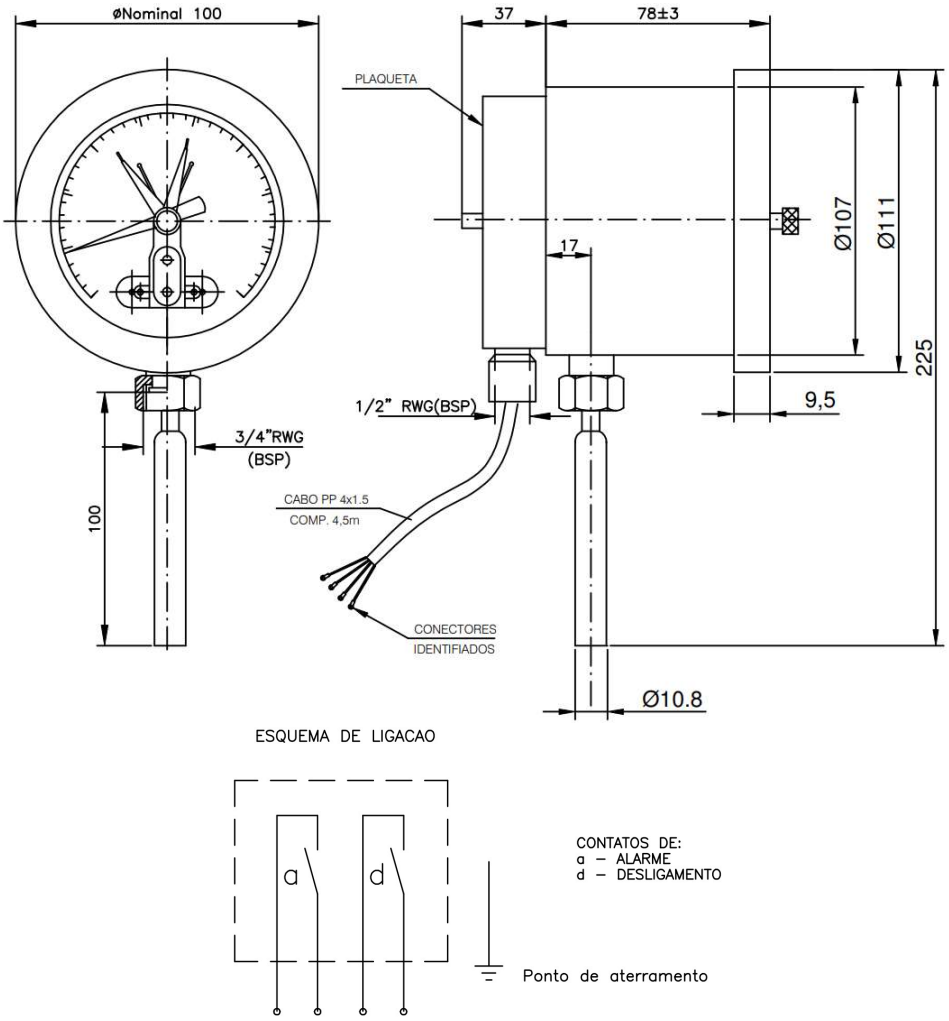


Figura 22 - Termômetro

NOTAS:

1) Utilização: em transformador submersível, tipos radial e reticulado;
2) Material / Confecção: o termômetro deverá ser de material próprio para trabalhar sob imersão, sem apresentar oxidação do material, sendo que o mesmo deverá possuir grau de proteção IP68 (NBR-6146);
3) Observações:
    a. 3.1) No transformador de 2000 kVA, o termômetro deve ser instalado a 45º em relação à parede do transformador e a flange primária;
    b. 3.2) A escala pode ser desenhada de acordo com o projeto do fabricante obedecendo as seguintes características:
        i. - Ponteiro indicador, em preto;
        ii. - Ponteiro de arrasto, em vermelho;
        iii. - Mostrador, fundo em branco;
        iv. - Faixa de 70º a 120º em amarelo, em arcos de 270° (intervalos de 5°C máx).
4) Visor: Vidro com chave de ajuste para contatos e ponteiro de arraste;

5) Exatidão: Classe B – ABNT (±2% do total da escala);
6) Capacidade dos contatos: 380 VCA / 10 VA;
7) Tensão aplicada: 1500 VCA/ 1 minuto;
8) Número de operações: 1.000 ciclos;
9) Contato elétrico: Simples com contatos de prata;
10) Caixa para conexão dos cabos de comando com rosca de saída ½" RWG;
11) Fornecer com plaqueta com o esquema elétrico;
12) Fornecer o termômetro com 4,5 metros de cabo multipolar PP de 4x1,5 mm² - 90°C – 0,6/1kV, tamponado a prova de submerssibilidade;
13) Dimensões: em milímetros;
14) Tolerâncias não indicadas considerar ± 2%.

8.14 Indicador tipo visor de nível do óleo isolante (RD/RT)

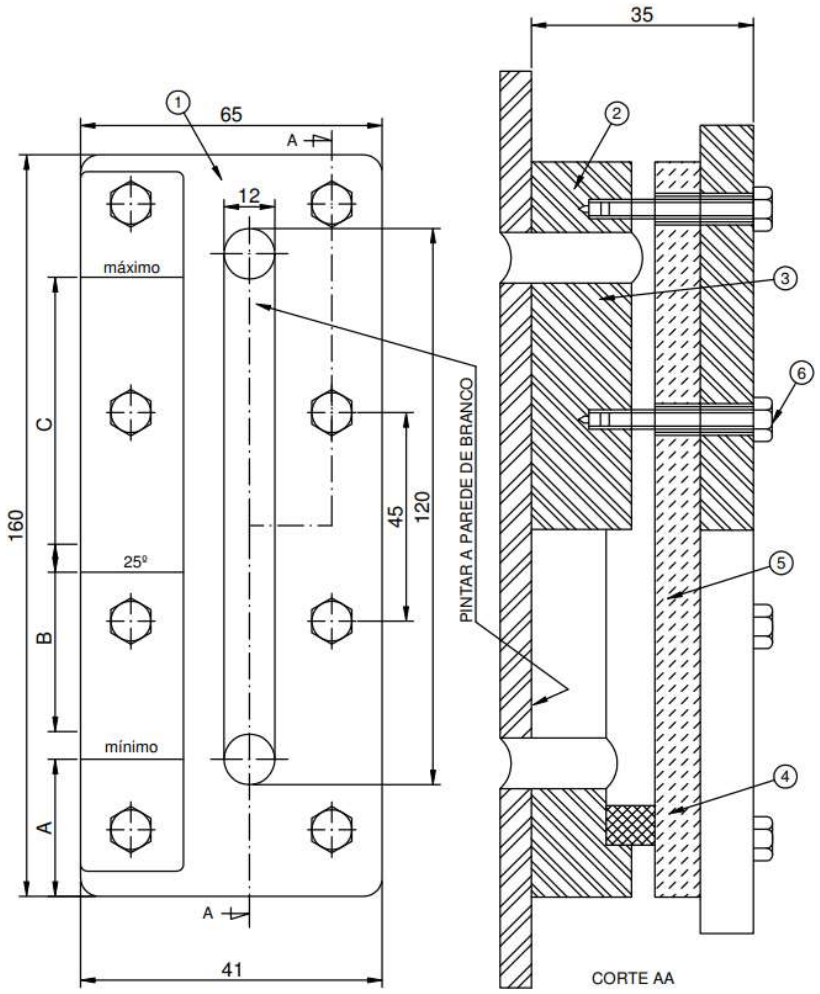


Figura 23 - Indicador tipo visor de nível do óleo isolante (RD/RT)

Item	Descrição
1	Plaqueta de aço inoxidável
2	Flange de aço
3	Base de aço
4	Junta de borracha sintética acrilo-nitrila
5	Visor de vidro
6	Parafuso M8 de aço zincado à quente

NOTAS:

1) Material / Confecção: conforme relação de materiais (folha 1/2);
2) Utilização: em transformador submersível, tipos radiais e reticulados;
3) Observações:
    a. As cotas A, B e C devem ser indicadas pelos fabricantes nos desenhos encaminhados para aprovação;

b. Na escala indicativa o fabricante deve gravar na parte posterior sua sigla e número de série do transformador;

4) Dimensões: em milímetros.

8.15 Válvula globo para drenagem (RD/RT)

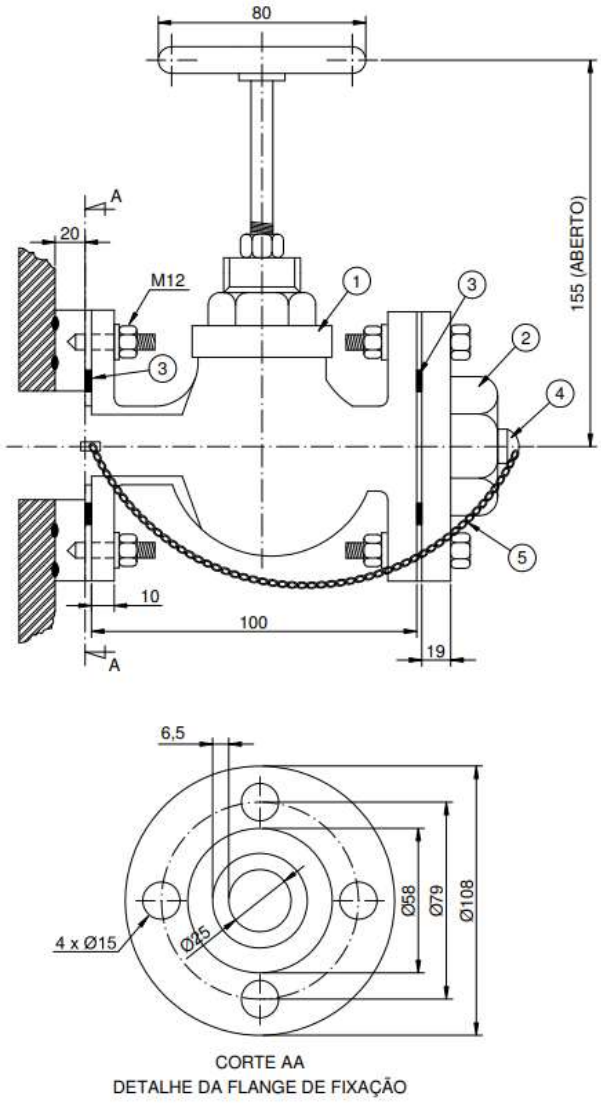


Figura 24 - Válvula globo para drenagem (RD/RT)

Item	Descrição
1	Válvula globo de bronze 33,25 mm (1" RWG)
2	Bujão de aço zincado à fogo 33,25 mm (1" RWG)
3	Junta de borracha sintética acrilo-nitrila, tipo o-ring
4	Rebite auto atarrachante de aço
5	Corrente de latão

NOTAS:

1) Material / Acabamento: conforme relação de materiais;
2) Utilização: em transformadores submersíveis, tipos radiais e reticulados;
3) Dimensões: em milímetros.

8.16 Placa de identificação (RD/RT)

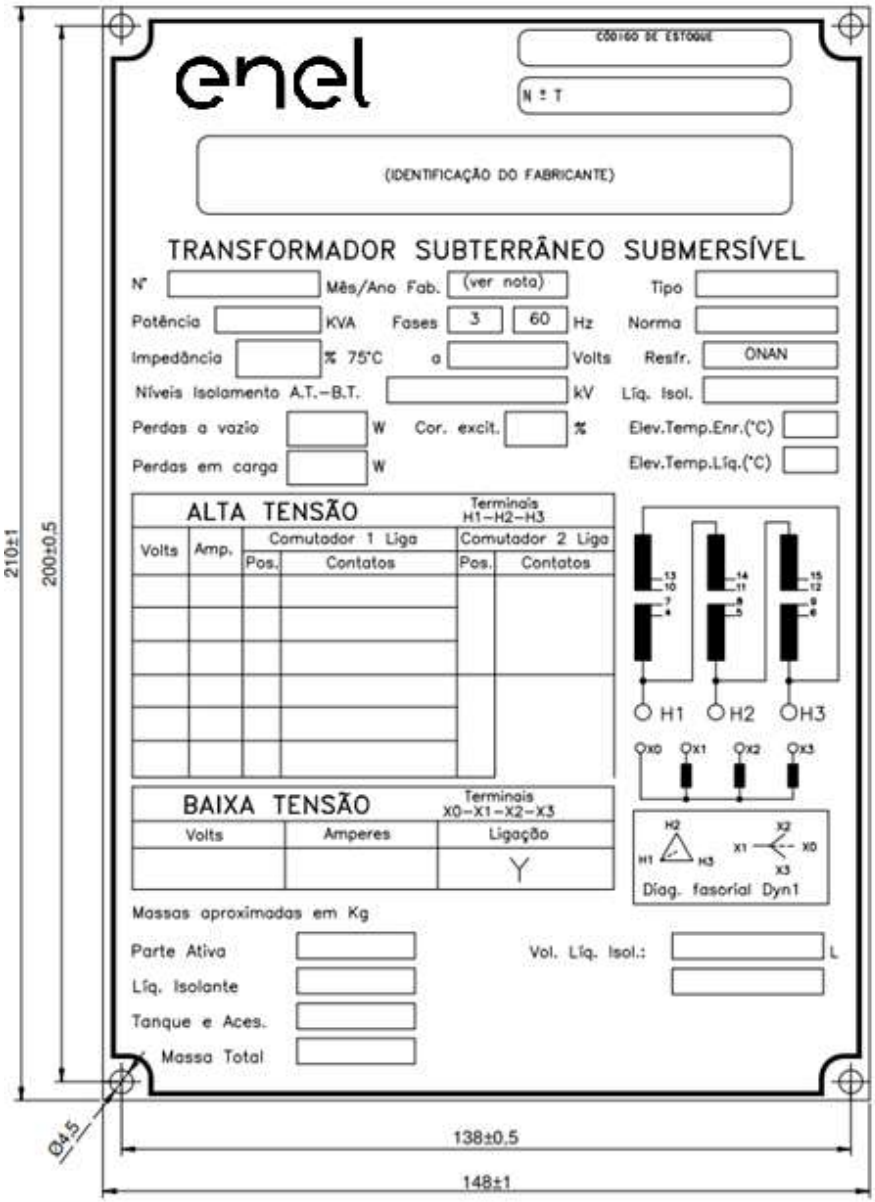


Figura 25 - Placa de identificação (RD/RT)

NOTAS:

1) Material / Acabamento: aço inoxidável, espessura mínima 0,8 mm;
2) Utilização: em transformador submersível, tipo radial ou reticulado;
3) Observações:
   i. Gravação em baixo relevo na cor preta e o fundo na cor do material;
   ii. A não observação das tolerâncias, irregularidades da gravação, superfície metálica porosa e falta de aderência da tinta são condições de rejeição;
   iii. A gravação nos espaços será feita na fábrica, após os ensaios;

iv. A placa de identificação deve ser fixada ao suporte através de rebites de alumínio a uma distância mínima de 20 mm entre a placa e o tanque;
v. O mês e ano a ser gravado na placa deve estar de acordo com a data da solicitação.

4) Deve ser previsto na placa de identificação, caso for solicitado derivações primárias (TAP's), reduzindo ou acrescentando número de linhas.
5) Dimensões: em milímetros.

8.17 Manovacuometro (RD/RT)

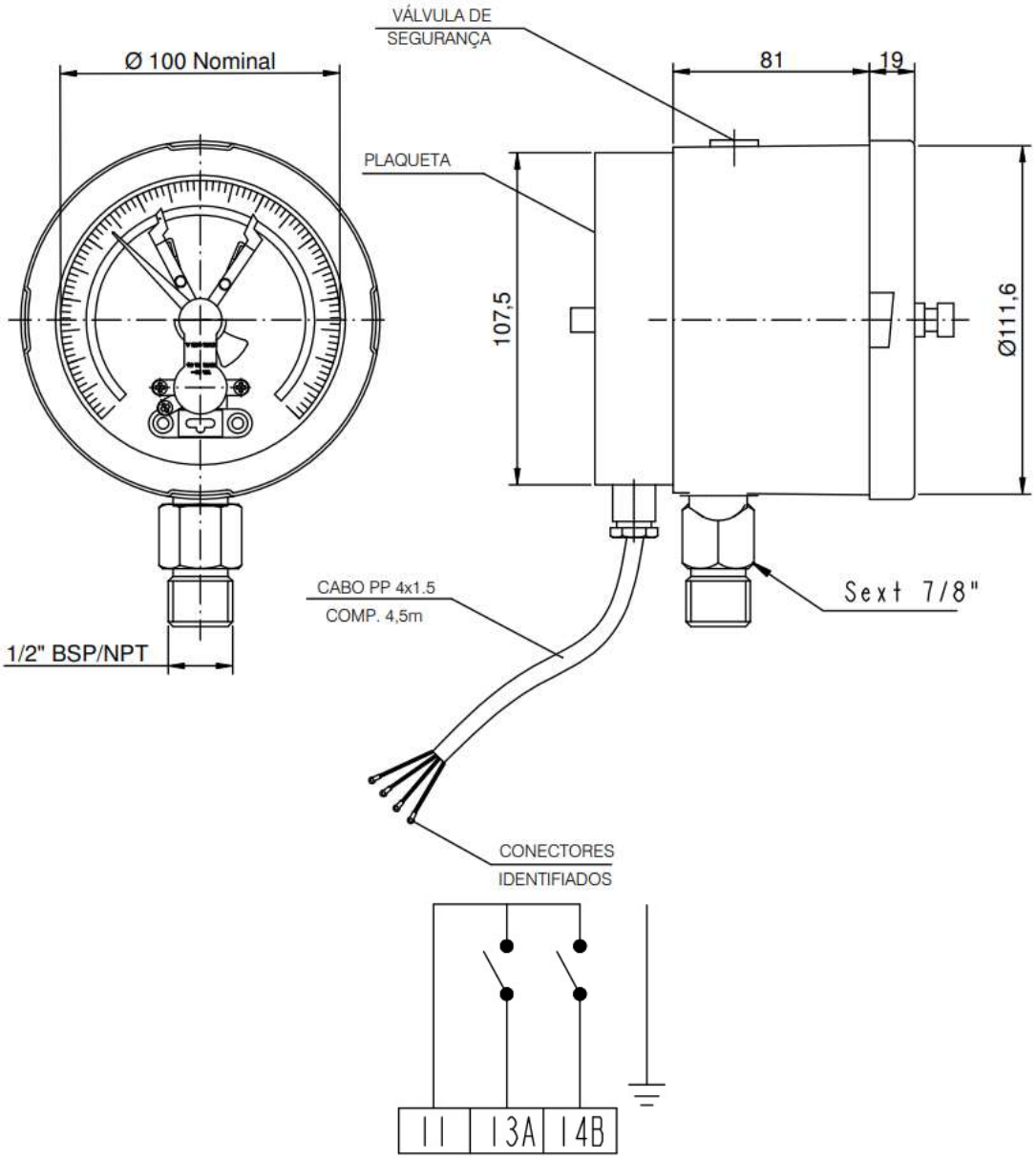


Figura 26 - Manovacuometro (RD/RT)

NOTAS:

1) Utilização: Em transformador submersível, tipo radial, reticulado e chave primária;

2) Material / Confecção: O manovacuômetro deverá ser fornecido em material apropriado para trabalhar sob imersão, sendo que o mesmo deverá possuir grau de proteção IP68 conforme norma NBR-6146;
3) Observações:
    a. 3.1) A escala pode ser desenhada de acordo com o projeto do fabricante obedecendo as seguintes características:
        i. 3.1.1) ponteiro indicador em preto;
        ii. 3.1.2) ponteiro de arrasto em vermelho;
        iii. 3.1.3) mostrador em branco;
        iv. 3.1.4) Escala e números em preto;
        v. 3.1.5) faixa de 0 a 0,07 kgf/cm² em amarelo;
        vi. 3.1.6) faixa de 0,07 a 0,35 kgf/cm² em verde;
        vii. 3.1.7) faixa de 0,35 a 1,00 kgf/cm² em vermelho.
4) Visor: Vidro com chave de ajuste para contatos e ponteiro de arraste;
5) Exatidão: Classe B – ABNT (±2% do total da escala);
6) Capacidade dos contatos: 380 VCA / 10 VA;
7) Tensão aplicada: 1500 VCA/ 1 minuto;
8) Número de operações: 1.000 ciclos;
9) Contato elétrico: Simples com contatos de prata;
10) Caixa para conexão dos cabos de comando com rosca de saída ½” RWG;
11) Fornecer com plaqueta com o esquema elétrico;
12) Fornecer o termômetro com 4,5 metros de cabo multipolar PP de 4x1,5 mm² - 90°C – 0,6/1kV, tamponado a prova de submerssibilidade;
13) Escala de Leitura: Simples em arco de 270°, de -1 .....+1 kgf/cm²;
14) Dimensões: em milímetros;
15) Tolerâncias não indicadas considerar ± 2%;

8.18 Janela de inspeção do transformador submersível tipo radial (RD)

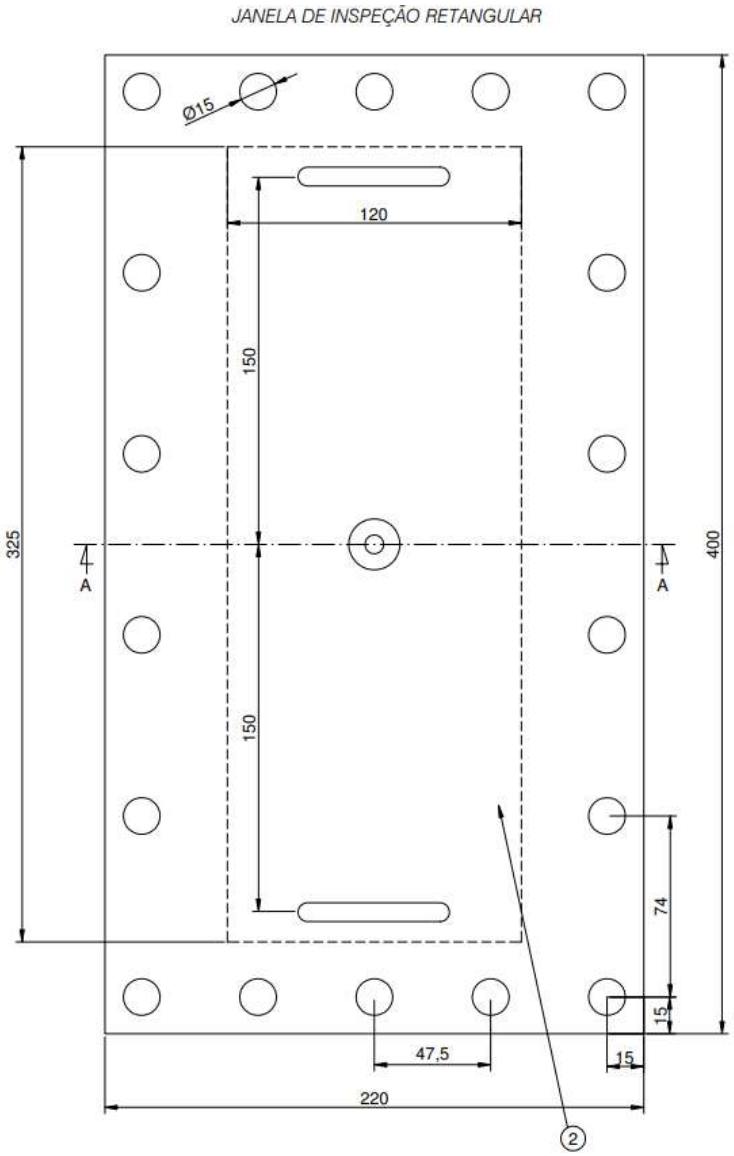
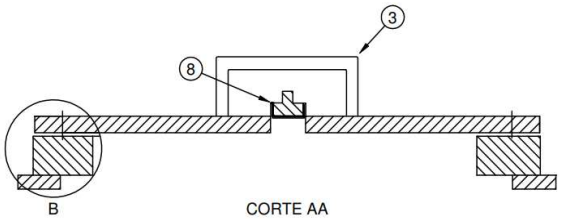
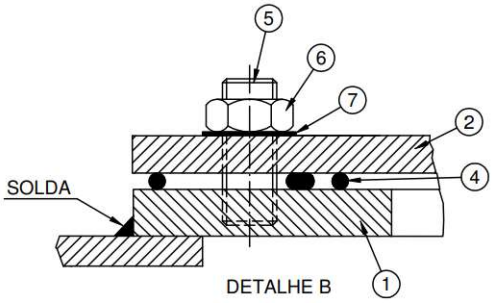


Figura 27 - Janela de inspeção retangular do transformador submersível tipo radial (RD)



Áreas de aplicação
Perímetro: Brasil
Função Apoio: -
Função Serviço: -
Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes



Item	Descrição
1	Flange
2	Tampa
3	Alça
4	Gaxeta
5	Prisioneiro
6	Porca sextavada
7	Arruela lisa
8	Bujão de enchimento

NOTA: Todos os transformadores que possuírem derivações primárias (TAP's) devem possuir janela de inspeção.

JANELA DE INSPEÇÃO CIRCULAR

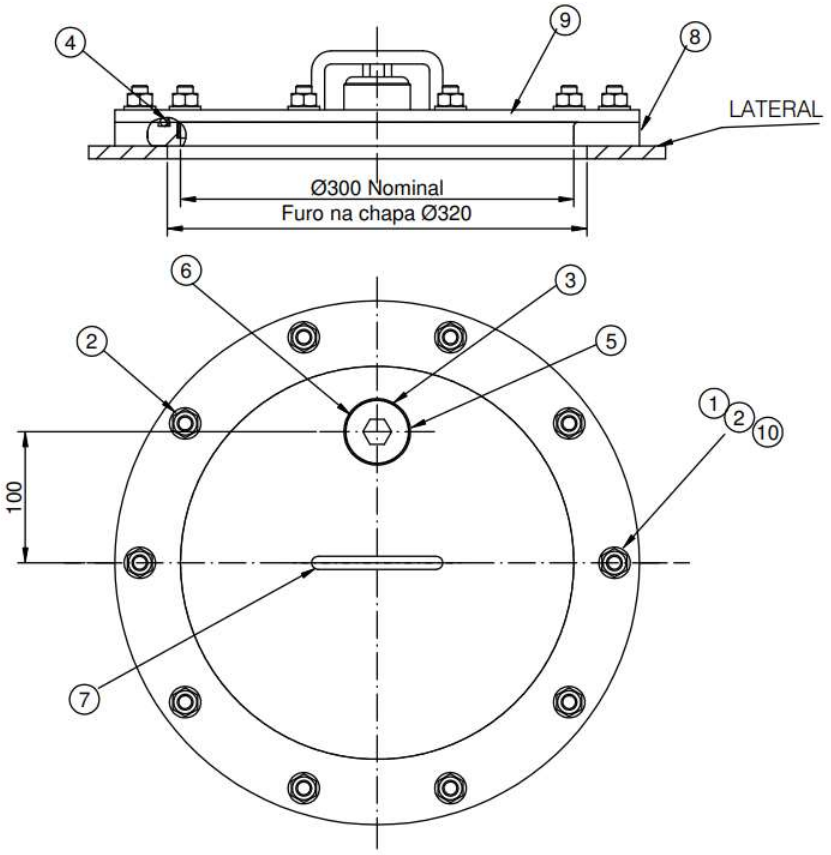


Figura 28 - Janela de inspeção circular do transformador submersível tipo radial (RD)

Item	Qtd.	Unid.	Descrição	Material
1	10	PC	Porca sextavada – M12	Aço SAE 1020
2	10	PC	Arruela lisa – ZQ – M12	Aço SAE 1020
3	1	PC	Junta de borracha	
4	1	PC	Anel de vedação o-ring	
5	1	PC	Luva	
6	1	PC	Bujão 1”	Aço SAE 1020
7	1	PC	Alça	
8	1	PC	Flange tampa inspeção circular	Aço SAE 1020
9	1	PC	Tampa de inspeção	Aço SAE 1020
10	10	PC	Prisioneiro Aço ZQ – M12x40 – RT-ZQ	Aço SAE 1020

8.19 Suporte para descanso do desconectável (RT/RD)

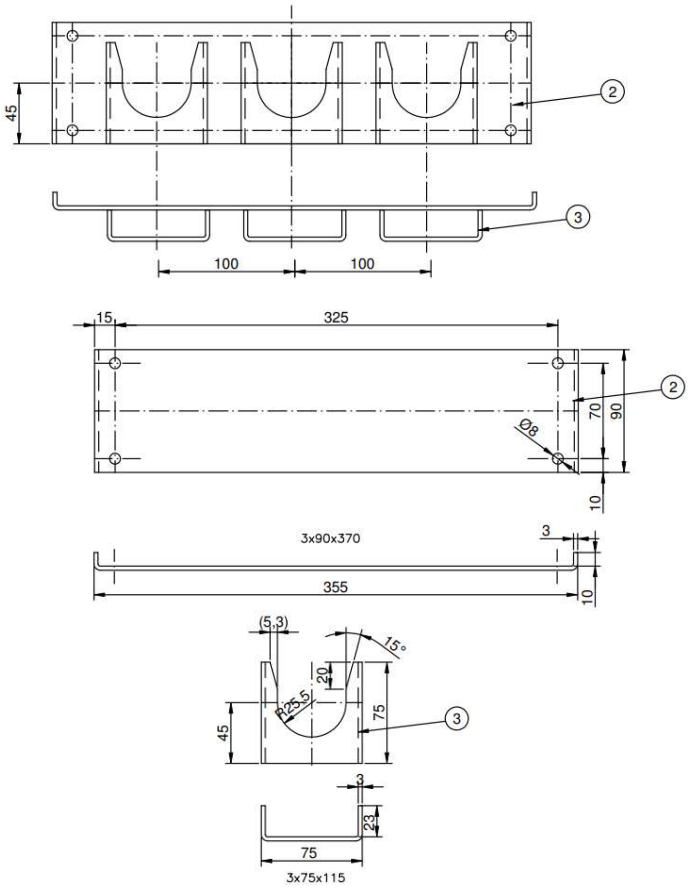


Figura 29 - Suporte para descanso do desconectável (RT/RD)

Lista de material					
Posição	**Descrição**	**Qtd.**	**Unidade**	**Dimensões**	**Material**
1	Suporte para descanço do PBI	01	PÇ	-	-
2	Base para suporte	01	PÇ	3X90X370	Aço SAE 1020
3	Suporte	03	PÇ	3X75X115	Aço SAE 1020

NOTAS:

1) Material: aço inox;
2) Acabamento: conforme tratamento realizado no transformador;
3) Utilização: descanso do plugue isolante blindado - PIB;
4) Dimensões: em milímetros.

8.20 Bucha Secundária Classe 1,3 kV 1875 A (RT)

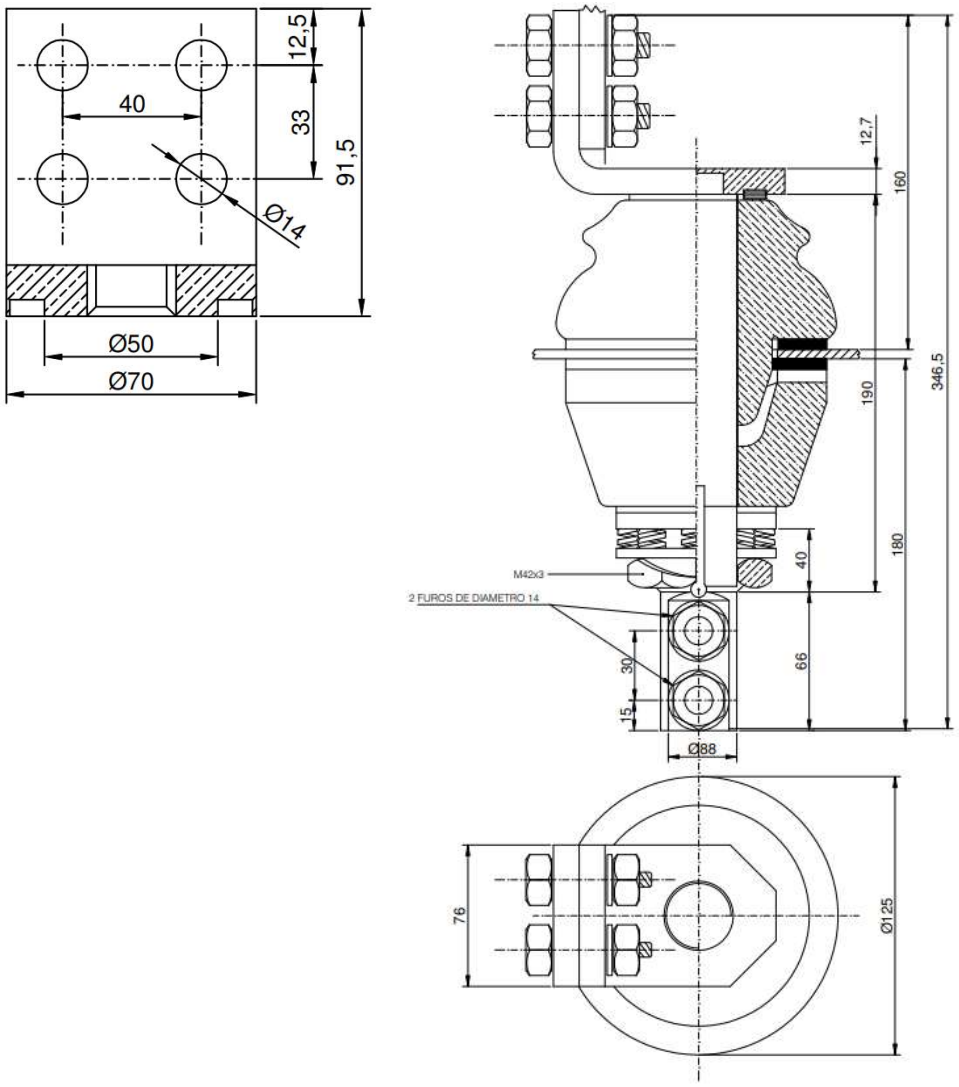


Figura 30 - Bucha Secundária Classe 1,3 kV 1875 A (RT)

NOTA:

1) Utilização: Em Transformadores Submersíveis De Reticulado De 500kva E 1000kva.
2) Dimensões: Em Milímetros.
3) Tolerâncias: Medidas Sem Tolerância Indicadas, Usar Din-7168 (Grossa).

8.21 Bucha Secundária Classe 1,3 kV 3500 A (RT)

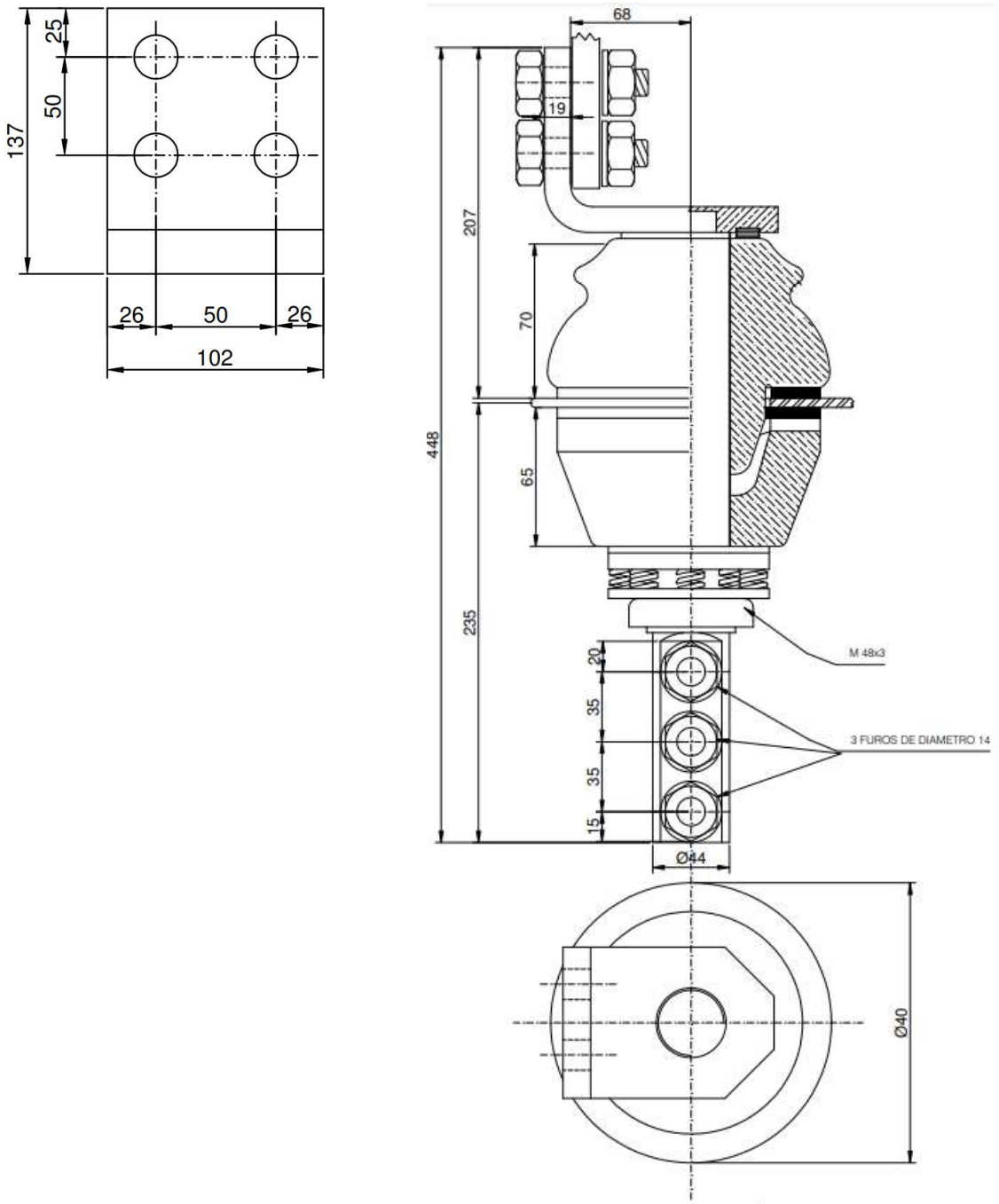
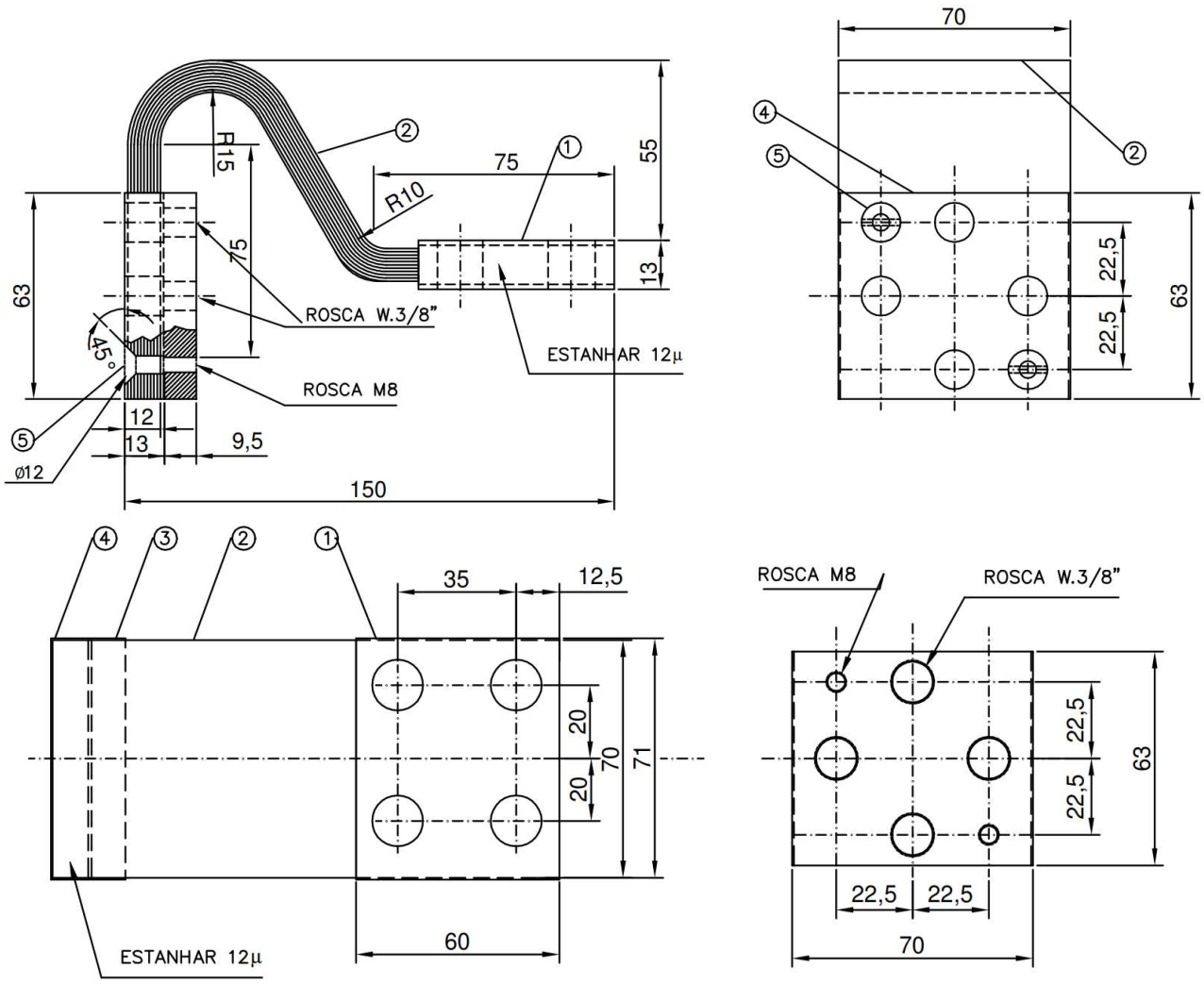


Figura 31 - Bucha Secundária Classe 1,3 kV 3500 A (RT)

NOTA:

1) UTILIZAÇÃO: EM TRANSFORMADORES SUBMERSÍVEIS DE RETICULADO DE 750kVA, 500kVA e 2000kVA.
2) DIMENSÕES: EM MILÍMETROS.
3) TOLERÂNCIAS: MEDIDAS SEM TOLERÂNCIA INDICADAS, USAR DIN-7168 (GROSSA).

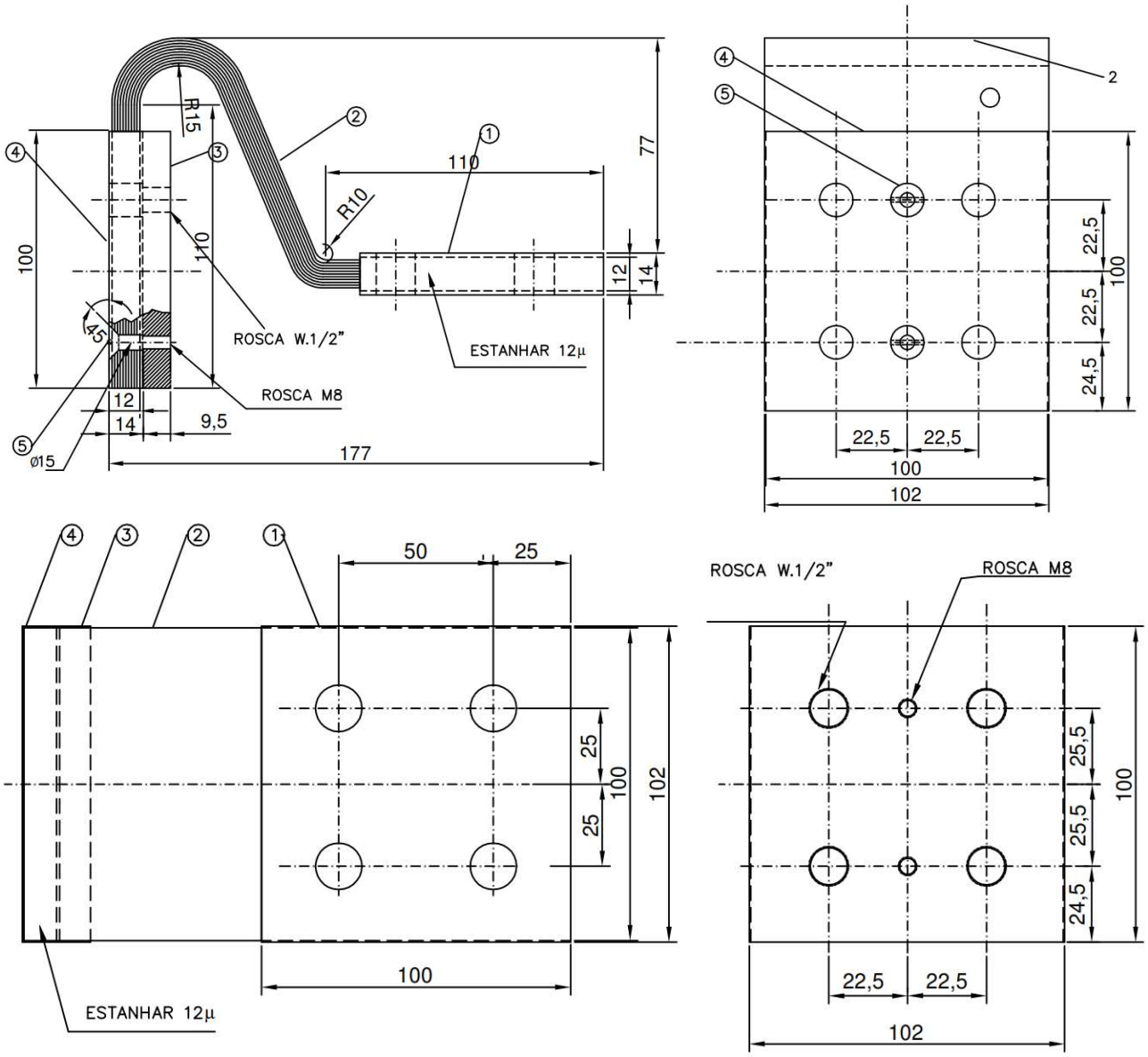
8.22 Conexão Flexível 1875 A (RT)



NOTA:
1- Utilização: Em Transformadores Submersíveis De Reticulado De 500kva E 1000kva.
2- Dimensões: Em Milímetros.
3- Tolerâncias: Medidas Sem Tolerância Indicadas, utilizar Din-7168 (Grossa).

Lista de material					
Item	**Descrição**	**Quantidade**	**Dimensão**	**Material**	**Observação**
1	Capa		0,5x60x168	Cobre	Soldado com estanho
2	Conexão	40	0,3x70x268	Cobre	Flexível
3	Chapa	1	3/8"x63x70	Aço galvanizado	Furos de Ø1/4" e Ø3/8"
4	Capa	1	0,5x63x168	Cobre	Soldado com estanho
5	Parafuso	2	M8x25	Aço doce	Cabeça chata com fenda

8.23 Conexão Flexível 3500 A (RT)



NOTA:
1- Utilização: Em Transformadores Submersíveis De Reticulados De 750KVA E 2000KVA.
2- Dimensões: Em Milímetros.
3- Tolerâncias: Medidas Sem Tolerâncias Indicadas, utilizar Din-7168 (Grossa).

Lista de Material					
Item	**Descrição**	**Qtd.**	**Dimensão**	**Material**	**Observação**
1	Capa	1	1x100x232	Cobre	Soldado com estanho
2	Conexão	40	0,3x100x390	Cobre	Flexível
3	Chapa	1	3/8"x100x102	Aço galvanizado	Furos de Ø1/2" e Ø1/4"
4	Capa	1	1x100x232	Cobre	Soldado com estanho
5	Parafuso	2	M8x25	Aço doce	Cabeça chata com fenda