



| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

Sumário

| | | |
|--------|--|----|
| 1. | OBJETIVO | 2 |
| 2. | ÂMBITO DE APLICAÇÃO | 2 |
| 3. | DEFINIÇÕES | 2 |
| 4. | DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA | 2 |
| 5. | RESPONSABILIDADES | 2 |
| 6. | REGRAS BÁSICAS | 3 |
| 6.1 | Considerações gerais | 3 |
| 6.2 | Ligação dos Transformadores à Rede Primária | 5 |
| 6.3 | Ligação dos Transformadores à Rede Secundária | 5 |
| 6.3.1 | Conexão na bucha secundária | 5 |
| 6.3.2 | Interligação entre a bucha secundária e a rede secundária | 6 |
| 6.3.3 | Conexão com a rede secundária | 8 |
| 6.4 | Elos Fusíveis | 9 |
| 6.5 | Fixações da Estrutura das Chaves Fusíveis e do Transformador | 11 |
| 6.6 | Aterramento de Estrutura de Transformador | 12 |
| 6.7 | Distâncias para fixação das estruturas e dos transformadores | 12 |
| 6.8 | Detalhe da ligação do fio de cobre do aterramento dos para-raios | 14 |
| 6.9 | Estruturas Trifásicas | 15 |
| 6.9.1 | ETRSsp - Transformador com suporte afastador horizontal | 15 |
| 6.9.2 | ETRNsp – Transformador Normal sem Para-raios | 20 |
| 6.9.3 | ETRN3flsp – Transformador sem para-raios com estrutura primária - N3 | 28 |
| 6.9.4 | ETRMsp – Transformador Meio-beco sem Para-raios | 31 |
| 6.9.5 | CETRbsp – Transformador Beco sem Para-raios | 39 |
| 6.9.6 | ETRBsp – Transformador sem para-raios com estrutura primária Beco | 45 |
| 6.9.7 | ETRB3flsp - Transformador sem para-raios com estrutura B3 | 51 |
| 6.9.8 | CETRAF -. Transformador com Estrutura Afastadora em Fim de Linha | 54 |
| 6.10 | Estrutura para Transformador Monofásico | 58 |
| 6.10.1 | UCETR – Transformador Monofásico Rede Compacta | 58 |
| 6.10.2 | ETRU–Transformador Monofásico Rede Nua | 63 |
| 6.11 | Montagem sem Rede Secundária para Transformador (Rural) | 67 |
| 7. | CONTROLE DE REGISTROS | 69 |
| 8. | ANEXOS | 69 |
| | Anexo 1 – Dimensionamento de postes para transformadores | 69 |
| 9. | REGISTRO DE ALTERAÇÕES | 78 |

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|--------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 1 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|--------------------|

| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

1. OBJETIVO

Padronizar as estruturas de montagem de transformadores de distribuição com para-raios no tanque em redes primárias nua (convencional) e compacta de distribuição, classes de tensão 15 kV e 25 kV, das distribuidoras de energia do Grupo CPFL Energia.

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

2.1 Empresa

Distribuidoras do Grupo CPFL Energia.

2.2 Área

Engenharia, Operações de Campo, Obras e Manutenção e Gestão de Ativos.

3. DEFINIÇÕES

Não se aplica.

4. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Documento Técnico CPFL 926 - Chave Fusível Classes 15 e 24,2 kV – 300 A

Documento Técnico CPFL 3842 - Numeração de postos da rede de distribuição

Documento Técnico CPFL 16628 - Proteção de transformadores de distribuição

Documento Técnico CPFL 2912 - Proteção de redes aéreas de distribuição – Sobrecorrente

Documento Técnico CPFL 17464 - Aterramento de Redes de Distribuição com Poste Auto Aterrado

Documento Técnico CPFL 185 - Aterramentos da Distribuição

Documento Técnico CPFL 918 - Cabo Isolado em EPR e XLPE para 0,6/1 kV

Documento Técnico CPFL 3589 - Rede Secundária com cabos multiplexados – Conexões

Documento Técnico CPFL 3590 - Rede Secundária com cabos nus – Conexões

Documento Técnico CPFL 3602 - Rede Secundária com Cabos Nus

Documento Técnico CPFL 4253 - Cobertura de terminais de equipamentos.

Documento Técnico CPFL 10640 - Rede Primária Condutores Nus 15 kV e 25 kV - Estruturas Básicas – Montagem


Documento Técnico CPFL 11847 - Rede Primária Compacta 15kV e 25kV - Estruturas Básicas – Montagem

Nota: Considerar a última revisão dos documentos e normas acima citados.

5. RESPONSABILIDADES

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

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|--------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 2 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|--------------------|

| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

6. REGRAS BÁSICAS

6.1 Considerações gerais

A estrutura de transformador poderá ser voltada para calçada ou na lateral, desde que atenda os afastamentos mínimos. A relação de materiais e as UnCs para ambas as situações são as mesmas

Para montagem das estruturas básicas, consultar Padrão Técnico CPFL 10640 e 11847.

Em postes com estruturas primárias com ponto mecânico (ex.: N4, M4 e B4) ou estruturas primárias com dois níveis (ex.: N3N3, M3M3 e B3B3), é preferível que não sejam instalados equipamentos.

Os transformadores em redes compactas deverão ser instalados apenas em postes com estruturas que possuam os condutores alinhados (estruturas CE1H, CE1HA, CE1HP, CE3).

Portanto nas estruturas de redes de distribuição convencional (nua) e compacta acima, as estruturas de montagem de transformador contidas neste documento podem ser utilizadas desde que atendam as distâncias de segurança (p.e. afastamentos mínimos).

É preferível, também, que não sejam instalados equipamentos em esquinas. Deve-se evitar a instalação de redes secundárias, providas de transformadores distintos, em um mesmo poste

Deve-se evitar a instalação de redes secundárias, providas de transformadores distintos, em um mesmo poste.

Em postes de concreto ou fibra de vidro circular, com resistência nominal igual ou maior que 400 daN, em redes tangentes, ou seja, esforço resultante de cabos da rede primária, secundária e ocupantes seja próximo de zero, podem ser instalados transformadores de potência de até 300 kVA realizando o reforço da base através de base concretada.

Em postes duplo T, com resistência nominal igual ou maior que 300 daN, podem ser instalados transformadores até 150 kVA na face de maior resistência, sem reforço de base, podendo ser utilizados parafusos para fixação.

Quando a resultante dos esforços das redes no sentido contrário ao do momento do transformador, defasado de 90° ou mais, para ambos os lados, pode ser utilizado como limite máximo de tração a resistência nominal do poste.

Quando existirem esforços das redes que contribuam para o sentido do momento resultante do transformador no poste menor que 90° para qualquer um dos lados, seguir os limites definidos nas tabelas dos itens 6.6.1 e 6.6.2 do Anexo 1.

Para melhor entendimento dos últimos 2 parágrafos, pode-se consultar o desenho do Anexo 1.


Em projetos com novas extensões de redes devem ser projetados postes adequados às estruturas propostas, evitando-se o uso do prolongador.

As chaves fusíveis devem ser instaladas formando um ângulo de 60° com a cruzeta.

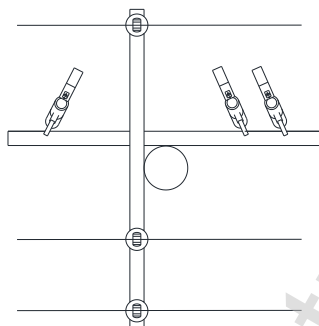
Nota: Nos transformadores de classe tensão de 15 kV e 25 kV, deve-se sempre instalar chaves fusíveis conforme documento de especificação técnica da CPFL nº 926.

As chaves fusíveis devem ser instaladas formando um ângulo de 90 graus no suporte L (documento técnico CPFL 2857).

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|--------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 3 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|--------------------|

| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

Na estrutura com cruzeta de fibra de vidro (90x90x200) as chaves fusíveis deverão ser instaladas formando um ângulo de 60°. As duas chaves fusíveis que ficam situadas no mesmo lado em relação ao poste em estruturas do tipo normal devem ficar no lado oposto ao da cruzeta da linha, conforme o desenho abaixo:



Em todas as estruturas de transformadores deverão ser instalados para-raios no tanque do transformador. O tanque do transformador deve ser sempre ligado ao terra. Para aterramento, consultar os documentos técnicos CPFL 185 e 17464.

Antes da instalação/substituição do transformador, deverá ser conferido o tap ligado com o tap definido pelo projeto. (Verificar medição no local)

Todas as estruturas com transformadores deverão ser identificadas em campo através de placas com um número operativo, conforme procedimento do documento Orientação Técnica CPFL 3842- Numeração de postos da rede de distribuição.

Deve ser instalada, em todos os transformadores, a proteção dos terminais das buchas conforme Padrão Técnico CPFL 4253 – Cobertura de terminais de equipamentos.

Na presente padronização, em cada item, está colocado o mnemônico antes da descrição da respectiva estrutura. O mnemônico é utilizado nas legendas de projeto e na base cadastral elétrica da CPFL.

No cadastro das UnCs do SAP de estruturas com as chaves fusíveis foi colocado nível 4 para rede primária compacta.

São identificados, para cada padrão, as respectivas UnC (Unidades Compatíveis) utilizadas para o sistema de orçamento SAP – Grupo CPFL Energia.

Nas listas de materiais são indicadas as quantidades para poste de concreto circular.

Nos desenhos estão indicadas as estruturas secundárias apenas para detalhe de montagem. Para verificar os padrões de estruturas de rede secundária, consultar o documento Padrão Técnico CPFL 3602 - Rede secundária com cabos nus - Montagem.


Para a identificação da Classe de Tensão, deve ser acrescentado no final de cada mnemônico:

- a) -1 (para 15 kV);
- b) -2 (para 25 kV).

Para a identificação do material da cruzeta, é inserido no mnemônico um detalhe correspondente:

- a) Para madeira: não há detalhamento;
- b) Para ferro: inserido a letra "f";

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|--------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 4 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|--------------------|

| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

- c) Para concreto especial ("Concrelev"): inseridas as letras "cl";
- d) Para polimérica: inserida a letra "p";
- e) Para fibra de vidro: inseridas as letras "fv".

Para a identificação do tipo de isolador, é inserido no mnemônico após o número que indica a classe de tensão um detalhe correspondente:

- a) Para isolador de pino de porcelana: não há detalhamento;
- b) Para isolador pino polimérico: inserida a letra "P";
- c) Para isolador pilar: inserido a letra "p".

Para a construção de redes bifásicas, segue-se este mesmo padrão com a eliminação da fase do meio, utilizando-se as duas fases laterais.

6.2 Ligação dos Transformadores à Rede Primária

UnCs das conexões da estrutura do posto transformador com a rede primária compacta:

| Arranjo | UnC |
|---------|-------|
| 3E70 | 12863 |
| 3E150 | 66241 |
| 3E185 | 12866 |

UnCs das conexões da estrutura do posto transformador com a rede primária nua:

| TR Mono FF | TR Mono FT | TR Trifásico | Condutor |
|------------|------------|--------------|---------------|
| 12837 | 12838 | 12836 | A/S 02 AWG |
| 12834 | 12835 | 12833 | A/S 04 AWG |
| 12840 | 12841 | 12839 | A/S 1/0 AWG |
| 12843 | 12844 | 12842 | A/S 2/0 AWG |
| 12846 | 12847 | 12845 | A/S 3/0 AWG |
| 12852 | 12853 | 12851 | A/S 336,4 MCM |
| 12649 | 12650 | 12648 | A/S 4/0 AWG |
| 12855 | 12856 | 12854 | A/S 477 MCM |
| 12861 | 12862 | 12860 | Cu 02 AWG |
| 12858 | 12859 | 12857 | Fio Cu 06 AWG |

6.3 Ligação dos Transformadores à Rede Secundária


6.3.1 Conexão na bucha secundária

A conexão no borne secundária do transformador é realizada com os conectores abaixo sendo o terminal spade ou grampo.

Para transformadores com terminais grampo, deve-se instalar primeiro o terminal tipo bandeira conforme tabela abaixo e posteriormente os conectores terminais.

| Adaptador bandeira | | | |
|--------------------|----------------|--------|------|
| Conjunto | Potência Trafo | Tensão | UnC |
| Ø 10 mm | < 45 kVA | 220 V | 6769 |
| | < 75 kVA | 380 V | |
| Ø 20,5 mm | ≥ 75 kVA | 220 V | 6436 |
| | ≥ 112,5 kVA | 380 V | |

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|--------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 5 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|--------------------|

| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

O adaptador com diâmetro de 10 mm é utilizado para transformadores de até 45 kVA, para tensões secundárias de 220 V, e para transformadores até 75 kVA, para tensão secundária de 380 V. O adaptador de diâmetro 20,5 mm é utilizado para transformadores com potência igual ou superior a 75 kVA, para tensão secundária de 220 V, e igual ou superior a 112,5 kVA, para tensão secundária de 380 V.

| Conector terminal (doc. 11365) | | | Parafuso sextavado (doc. 3798) | |
|--------------------------------|---|----------------|--------------------------------|----------------|
| Tipo | Condutores | Código | Tipo | Código |
| 3 | 35 mm ² CA/CAL - 50 mm ² CA | 50-000-015-731 | M10 x 60mm | 50-000-015-745 |
| 4 | 50 mm ² CAL, 70 mm ² CA/CAL | 50-000-015-732 | M12 x 45mm e | 50-000-015-194 |
| 5 | 120 mm ² CA | 50-000-015-733 | M12 x 60mm | 50-000-015-730 |

| Conector Terminal | |
|---------------------|------|
| 35 mm ² | 3075 |
| 50 mm ² | 3076 |
| 70 mm ² | 3077 |
| 120 mm ² | 3078 |

O terminal de corpo duplo deve ser utilizado quando há necessidade de conexão de mais condutores do que o terminal do transformador suporta.


| Conector terminal corpo duplo (doc. 14923) | | | Parafuso sextavado (doc. 3798) | | UnC |
|--|---|----------------|--------------------------------|---------------------|-------|
| Tipo | Condutores | Código | Tipo | Código | |
| 4 | 1/0 AWG e 50 mm ² CAL (neutro), 70 mm ² CA*, CU e CAL | 50-000-031-511 | M12 x 45mm e M12 x 60mm | 50-000-015-194 | 91511 |
| 5 | 4/0 AWG CA e 120 mm ² CA* | 50-000-031-524 | | e 50-000-015-730 | 91524 |
| 7 | 336,4 MCM, 240 mm ² CA* e 185 mm ² Cu e CA* | 50-000-031-526 | | | 91526 |

6.3.2 Interligação entre a bucha secundária e a rede secundária

Nas redes novas multiplexadas, as conexões são realizadas diretamente nos terminais do transformador, conforme tabela abaixo.

| Transformador Trifásico (kVA) | | Cabo Al multiplexado (mm ²) |
|-------------------------------|----------------------------|---|
| Tensão Secundária 127/220V | Tensão Secundária 220/380V | |
| 15 / 30 | 15 / 30 / 45 | 35 |
| 45 | 75 | 50 |
| 75 | 112,5 | 120 |

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|--------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 6 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|--------------------|

| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

A ligação dos terminais secundários do transformador à rede secundária existente pode ser realizada com cabos de cobre, conforme documento nº 918 – Cabo Isolado em EPR e XLPE para 0,6 1 kV ou com cabos multiplexado de alumínio, conforme documento nº 921 – Cabo Multiplexado 0,6-1 kV:

6.3.2.1 Ligação com cabos de cobre

A corrente calculada para dimensionamento dos cabos de ligação considerou uma sobrecarga de 33% na potência dos transformadores.

| Transformador Trifásico (kVA) | | Cabo (mm ²) | UnC |
|-------------------------------|----------------------------|-------------------------|---------|
| Tensão Secundária 127/220V | Tensão Secundária 220/380V | | |
| 15 / 30 / 45 | 15 / 30 / 45 / 75 | 35 | 3414 |
| 75 | 112,5 / 150 | 120 | 720 |
| 112,5 | 225 | 185 | 718 |
| 150 | 300 | 2 x 120 | 2 x 720 |
| 225 / 300 | - | 2 x 185 | 2 x 718 |

Os cabos para a ligação dos terminais secundários do transformador à rede secundária nua devem ser instalados formando um colo que possibilite a colocação com folga dos aparelhos de medição, bem como a instalação de transformadores maiores sem a substituição ou prolongamento.

Comprimento de cabos isolados para ligações secundárias:


| Condutor | Comprimento (mm) | |
|----------|------------------|------|
| | Rede trifásica | MRT |
| Neutro | 900 | 1500 |
| Fase V | 1500 | 2500 |
| Fase A | 1700 | |
| Fase B | 1900 | |

6.3.2.2 Ligação com cabos multiplexados de alumínio

Cabos de ligação em função da potência do transformador

| Potência do Transformador [kVA] | | Arranjo de cabo de Alumínio [mínimo] | UnC (m) |
|---------------------------------|--------------|--------------------------------------|---------|
| Tensão | | | |
| 127/220 V | 220/380 V | | |
| 15 / 30 | 15 / 30 / 45 | 3P35 | 20024 |
| 45 | 75 | 3P70 | 20025 |
| - | 112,5 | 3P120 | 20026 |
| 75 | 150 | 2 x 3P70 | 20025 |
| 112,5 | 225 | 2 x 3P120 | 20026 |
| 150 | 300 | 3 x 3P120 | 20026 |
| 225 | - | 4 x 3P120 | 20026 |

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|--------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 7 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|--------------------|

| | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação | | | | |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES | | | | |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem | | | | |

6.3.3 Conexão com a rede secundária

A tabela abaixo mostra os conectores a serem utilizados nas conexões com cabos de cobre nas redes secundárias multiplexadas

| Rede multiplexada | | Cabo de cobre | Conector | |
|-------------------|---|---------------------|------------|-----------------|
| | | | Tipo | Código Material |
| Fase | 50 mm ² - 70 mm ² - 120 mm ² | 35 mm ² | Perfuração | 50-000-010-547 |
| | | 120 mm ² | | |
| | | 185 mm ² | | 50-000-010-553 |
| Neutro | 50 mm ² - 70 mm ² | 35 mm ² | CN11 | 50-000-015-076 |
| | | 120 mm ² | CN10 | 50-000-015-075 |
| | | 185 mm ² | CN4 | 50-000-015-070 |

A tabela abaixo mostra os conectores a serem utilizados nas conexões com cabos multiplexados de alumínio nas redes secundárias multiplexadas

| Rede multiplexada | | Cabo multiplexado | Conector | | UnC |
|-------------------|---|---|------------|-----------------|------|
| | | | Tipo | Código Material | |
| Fase | 50 mm ² - 70 mm ² - 120 mm ² | 50 mm ² - 70 mm ² - 120 mm ² | Perfuração | 50-000-010-547 | 4360 |
| Neutro | 50 mm ² | 50 mm ² | CN10 | 50-000-015-075 | 6494 |
| | 70 mm ² | 70 mm ² | CN6 | 50-000-015-071 | 7957 |


A tabela abaixo mostra os conectores a serem utilizados nas conexões com cabos de cobre nas redes secundárias nuas

| Cabo de cobre | Rede de Alumínio | Conetor Tipo Cunha Alumínio | | UnC |
|---------------------|------------------|-----------------------------|-----------------|------|
| | | Tipo | Código Material | |
| 35 mm ² | 2 | CN13 | 50-000-015-078 | 6495 |
| | 1/0 | CN10 | 50-000-015-075 | 6494 |
| | 2/0 | | | |
| | 3/0 | | | |
| 120 mm ² | 1/0 | CN4 | 50-000-015-070 | 7989 |
| | 2/0 | | | |
| | 3/0 | CN3 | 50-000-015-068 | 7953 |
| | 4/0 | | | |
| 185 mm ² | 2/0 | CN4 | 50-000-015-070 | 7989 |
| | 3/0 | CN3 | 50-000-015-068 | 7953 |
| | 4/0 | | | |
| | 336,4 | CN2 | 50-000-015-067 | 7950 |

Ligação MRT

| Cabo de cobre (4 m) | Rede de Alumínio | Descrição | | | UnC |
|---------------------|------------------|-----------|------|----------------|-------|
| | | Tipo | Qtde | Código | |
| 35 mm ² | 4 AWG CAA | CN12 | 2 | 50-000-015-077 | 43404 |
| | 2 AWG CA/CAA | CN13 | 2 | 50-000-015-078 | 43402 |
| | 1/0 AWG CA/CAA | CN10 | 2 | 50-000-015-075 | 43410 |

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|--------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 8 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|--------------------|

| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

Conexões do cabo de saída do neutro do transformador MRT com o estribo:

| Cabo Transformador | Conexão | UnC |
|---------------------|---------|------|
| 35 mm ² | CN12 | 6513 |
| 120 mm ² | CN10 | 6494 |
| 185 mm ² | CN5 | 6509 |

A tabela abaixo mostra os conectores a serem utilizados nas conexões com cabos multiplexados de alumínio nas redes secundárias nuas

| Cabo de cobre | Rede de Alumínio | Conetor Tipo Cunha Alumínio | | UnC |
|---------------------|------------------|-----------------------------|-----------------|------|
| | | Tipo | Código Material | |
| 35 mm ² | 50 | CN13 | 50-000-015-078 | 6495 |
| | 70 | CN10 | 50-000-015-075 | 6494 |
| 120 mm ² | 70 | CN6 | 50-000-015-071 | 7957 |
| | 120 | | | |
| 185 mm ² | 120 | CN3 | 50-000-015-068 | 7953 |

6.4 Elos Fusíveis

Transformadores trifásicos:

| Classe de tensão: 6,6 kV | | | | | | | | | |
|--------------------------|-------|----|-------|----|-------|------|-------|----|-------|
| Potência (kVA) | 5 | 10 | 15 | 20 | 30 | 37,5 | 45 | 50 | 75 |
| Elo Fusível | 1H | | 2H | | 5H | | 6K | | 8K |
| UnC (3 unid.) | 50109 | | 50110 | | 50112 | | 50113 | | 50114 |


| Classe de tensão: 11,4, 11,9 e 13,8 kV | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Potência | 15 | 30 | 45 | 75 | 112,5 | 150 | 225 | 300 |
| Elo Fusível | 1H | 2H | 3H | 5H | 6K | 8K | 12K | 15K |
| UnC (3 unid.) | 50109 | 50110 | 50111 | 50112 | 50113 | 50114 | 50116 | 50117 |

| Classe de Tensão: 23,1 kV | | | | | | | | |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Potência | 15 | 30 | 45 | 75 | 112,5 | 150 | 225 | 300 |
| Elo Fusível | 1H | 1H | 2H | 3H | 5H | 5H | 6K | 8K |
| UnC (3 unid.) | 50109 | 50109 | 50110 | 50111 | 50112 | 50112 | 50113 | 50114 |

| Transformadores Trifásicos Rurais | | | |
|-----------------------------------|-------|----|-------|
| Classes de Tensão: 11,9 e 13,8 kV | | | |
| Potência (kVA) | 15 | 30 | 45 |
| Elo fusível | 3H | | 5H |
| UnC (3 unid.) | 50111 | | 50112 |

Nota: Para atendimento de até dois clientes de baixa tensão.

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|--------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 9 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|--------------------|

| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

Transformadores Monofásicos Fase-Fase:

| Classe de Tensão: 6,6 kV | | | | | | | |
|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| Potência (kVA) | 5 | 10 | 15 | 25 | 30 | 45 | 50 |
| Elo Fusível | 1H | 2H | 3H | 5H | 6K | 8K | |
| UnC (1 unid.) | 109 | 110 | 111 | 112 | 113 | 114 | |

| Classe de Tensão: 11,9 e 13,8 kV | | | | | | | |
|----------------------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Potência (kVA) | 5 | 7,5 | 10 | 15 | 25 | 50 | 100 |
| Elo Fusível | | 1H | 2H | 3H | 6K | 10K | |
| UnC (1 unid.) | | 109 | 110 | 111 | 113 | 115 | |

| Classe de Tensão: 23,1 kV | | | | | | | |
|---------------------------|---|-----|-----|----|----|-----|-----|
| Potência (kVA) | 5 | 7,5 | 10 | 15 | 25 | 50 | 100 |
| Elo Fusível | | | 1H | | | 3H | 6K |
| UnC (1 unid.) | | | 109 | | | 111 | 113 |

Transformadores Monofásicos Fase-Terra:


| Classe de Tensão: 6,6 kV | | |
|--------------------------|-----|-----|
| Potência (kVA) | 5 | 15 |
| Elo Fusível | 2H | 5H |
| UnC (1 unid.) | 110 | 112 |

| Classe de Tensão: 11,9 e 13,8 kV | | | | | | | |
|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Potência (kVA) | 5 | 7,5 | 10 | 15 | 25 | 50 | 100 |
| Elo Fusível | 1H | 2H | 3H | 5H | 8K | 15K | |
| UnC (1 unid.) | 109 | 110 | 111 | 112 | 114 | 117 | |

| Classe de Tensão: 23,1 kV | | | | | | | |
|---------------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Potência (kVA) | 5 | 7,5 | 10 | 15 | 25 | 50 | 100 |
| Elo Fusível | | 1H | 2H | 3H | 5H | 8K | |
| UnC (1 unid.) | | 109 | 110 | 111 | 112 | 114 | |

Nota: O dimensionamento dos elos fusíveis das chaves que protegem o transformador deve ser conforme documento Norma Técnica 2912 - Proteção de Redes Aéreas de Distribuição – Sobrecorrente e Orientação Técnica CPFL 16628 - Proteção de transformadores de distribuição.

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 10 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|

| | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação | | | | |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES | | | | |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem | | | | |

6.5 Fixações da Estrutura das Chaves Fusíveis e do Transformador

a) Rede Compacta ou Convencional (nua)


| Estrutura ETRS | | | | | | |
|------------------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Poste (m) | | 12 | | | 13 | |
| Carga nominal do poste (daN) | | 400 | 600 | 1000 | 600 | 1000 |
| UnC (Unidade Compatível) | | 83855 | 83866 | 83857 | 83866 | 83857 |
| Material Variável | Cinta (mm) | 200 | 210 | 270 | 210 | 270 |
| | | 210 | 230 | 270 | 230 | 270 |
| | Suporte para equipamento (mm) | 240 | 255 | 285 | 255 | 285 |
| | | 255 | 255 | 285 | 255 | 285 |

| Estrutura ETRN – Poste 11 metros | | | | |
|----------------------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|
| Poste (m) | | 11 | | |
| Carga nominal do poste (daN) | | 400 | 600 | 1000 |
| UnC (Unidade Compatível) | | 83630 | 83631 | 83632 |
| Material Variável | Cinta (mm) | 190 | 210 | 250 |
| | | 200 | 230 | 270 |
| | Suporte para equipamento (mm) | 225 | 240 | 285 |
| | | 225 | 255 | 285 |

| Estrutura ETRN | | | | | | |
|------------------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Poste (m) | | 12 | | | 13 | |
| Carga nominal do poste (daN) | | 400 | 600 | 1000 | 600 | 1000 |
| UnC (Unidade Compatível) | | 83713 | 83647 | 83638 | 83647 | 83638 |
| Material Variável | Cinta (mm) | 200 | 230 | 270 | 230 | 270 |
| | | 210 | 230 | 270 | 230 | 270 |
| | Suporte para equipamento (mm) | 225 | 255 | 285 | 255 | 285 |
| | | 240 | 255 | 285 | 255 | 285 |

| Estruturas ETRM – CETRB | | | | | | |
|------------------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Poste (m) | | 12 | | | 13 | |
| Carga nominal do poste (daN) | | 400 | 600 | 1000 | 600 | 1000 |
| UnC (Unidade Compatível) | | 83753 | 83647 | 83640 | 83647 | 83640 |
| Material Variável | Cinta (mm) | 210 | 230 | 270 | 230 | 270 |
| | | 230 | 240 | 280 | 240 | 280 |
| | Suporte para equipamento (mm) | 225 | 255 | 285 | 255 | 285 |
| | | 240 | 255 | 285 | 255 | 285 |

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 11 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|

| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

| Estrutura CETRAF | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Carga Nominal Poste (daN) | | 400 | 600 | 1000 | 1200 |
| Unidade Compatível (UnC) | | 26210 | 26211 | 26212 | 26213 |
| Material Variável | Cinta de Aço (mm) | 190 | 200 | 250 | 270 |
| | Parafuso Espaçador (mm) | 350 | 350 | 400 | 400 |
| | Suporte Equipamento (mm) | 240 | 255 | 285 | 285 |
| | | 255 | 255 | 285 | 285 |

| Estruturas ETRU - UCETR | | | | |
|------------------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|
| Carga nominal do poste (daN) | | 400 | 600 | 1000 |
| UnC (Unidade Compatível) | | 96574 | 59951 | 59952 |
| Material Variável | Cinta (mm) | 190 | 210 | 250 |
| | | 190 | 210 | 250 |
| | Suporte para equipamento (mm) | 225 | 255 | 285 |
| | | 240 | 255 | 285 |

b) Rede Convencional (nua)

| Estruturas ETRB, ETRB3, ETRB11 | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Poste (m) | | 11 | | | 12 | | | 13 | |
| Carga nominal do poste (daN) | | 400 | 600 | 1000 | 400 | 600 | 1000 | 600 | 1000 |
| UnC | | 83616 | 83617 | 83618 | 83641 | 83620 | 83639 | 83620 | 83639 |
| Material Variável | Cinta (mm) | 190 | 210 | 250 | 200 | 230 | 270 | 230 | 270 |
| | Suporte para equipamento (mm) | 225 | 240 | 285 | 225 | 255 | 285 | 255 | 285 |
| | | 225 | 255 | 285 | 240 | 270 | 285 | 270 | 285 |
| | | | | | | | | | |

6.6 Aterramento de Estrutura de Transformador

O aterramento deverá seguir os as normas técnicas CPFL 185 e 17464, de acordo com o poste a ser utilizado.

6.7 Distâncias para fixação das estruturas e dos transformadores

Distancias de referências para postes de concreto circular a partir do topo:

| ETRS (Rede Convencional – Nua) | | | | | |
|--------------------------------|-------------------|-------------|-------|---------------|----------|
| Postes (m) | Engastamento (mm) | Cintas (mm) | | Suportes (mm) | |
| | | Suporte | | Superior | Inferior |
| 12 | 1.800 | 1.100 | 1.200 | 3.100 | 3.500 |
| 13 | 1.900 | 1.500 | 1.900 | 3.100 | 3.500 |

| ETRS (Rede Compacta) | | | | | |
|----------------------|-------------------|-------------|------|---------------|----------|
| Postes (m) | Engastamento (mm) | Cintas (mm) | | Suportes (mm) | |
| | | Suporte | | Superior | Inferior |
| 12 | 1.800 | 900 | 1100 | 3.100 | 3.500 |
| 13 | 1.900 | 900 | 1100 | 3.100 | 3.500 |

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 12 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|

| ETRN – CE1H | | | | | |
|-------------|-------------------|-------------|--------------|---------------|----------|
| Postes (m) | Engastamento (mm) | Cintas (mm) | | Suportes (mm) | |
| | | Cruzeta | Mão francesa | Superior | Inferior |
| 12 | 1.800 | 1.500 | 1.900 | 3.100 | 3.500 |
| 13 | 1.900 | 1.500 | 1.900 | 3.100 | 3.500 |

| ETRN – CE1HP – Poste 11m | | | | | |
|--------------------------|-------------------|-------------|--------------|---------------|----------|
| Postes (m) | Engastamento (mm) | Cintas (mm) | | Suportes (mm) | |
| | | Cruzeta | Mão francesa | Superior | Inferior |
| 11 | 1.700 | 800 | 1.200 | 2.200 | 2.600 |


| ETRM – CE3 | | | | | |
|------------|-------------------|-------------|--------------|---------------|----------|
| Postes (m) | Engastamento (mm) | Cintas (mm) | | Suportes (mm) | |
| | | Cruzeta | Mão francesa | Superior | Inferior |
| 12 | 1.800 | 1.600 | 2.100 | 3.100 | 3.500 |
| 13 | 1.900 | 1.600 | 2.100 | 3.100 | 3.500 |

| ETRM – CE1H | | | | | |
|-------------|-------------------|-------------|--------------|---------------|----------|
| Postes (m) | Engastamento (mm) | Cintas (mm) | | Suportes (mm) | |
| | | Cruzeta | Mão francesa | Superior | Inferior |
| 12 | 1.800 | 1.550 | 2.050 | 3.100 | 3.500 |
| 13 | 1.900 | 1.550 | 2.050 | 3.100 | 3.500 |

| CETRB – CE3 | | | | | |
|-------------|-------------------|-------------|--------------|---------------|----------|
| Postes (m) | Engastamento (mm) | Cintas (mm) | | Suportes (mm) | |
| | | Cruzeta | Mão francesa | Superior | Inferior |
| 12 | 1.800 | 1.600 | 2400 | 3.100 | 3.500 |
| 13 | 1.900 | 1.600 | 2400 | 3.100 | 3.500 |

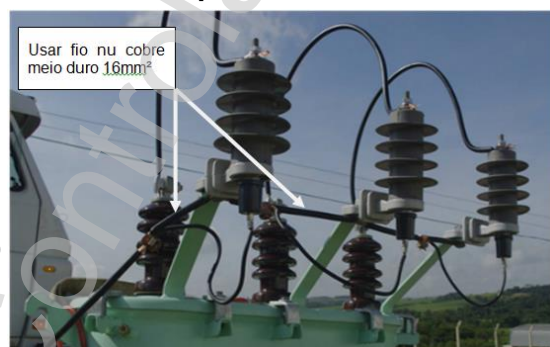
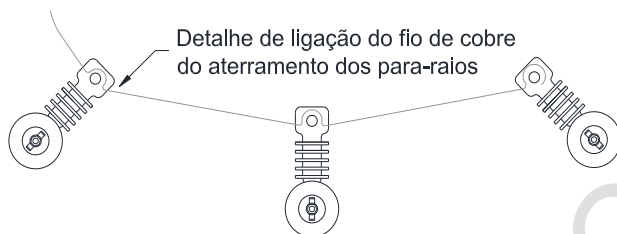
| CETRB – CE1H | | | | | |
|--------------|-------------------|-------------|--------------|---------------|----------|
| Postes (m) | Engastamento (mm) | Cintas (mm) | | Suportes (mm) | |
| | | Cruzeta | Mão francesa | Superior | Inferior |
| 12 | 1.800 | 1.550 | 2350 | 3.100 | 3.500 |
| 13 | 1.900 | 1.550 | 2350 | 3.100 | 3.500 |

| CETRB – CE2 | | | | | |
|-------------|-------------------|-------------|--------------|---------------|----------|
| Postes (m) | Engastamento (mm) | Cintas (mm) | | Suportes (mm) | |
| | | Cruzeta | Mão francesa | Superior | Inferior |
| 12 | 1.800 | 1.700 | 2500 | 3.100 | 3.500 |
| 13 | 1.900 | 1.700 | 2500 | 3.100 | 3.500 |

| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

| ETRB - Postes concreto circulares | | | | |
|-----------------------------------|-------------------|-------------|---------------|----------|
| Postes (m) | Engastamento (mm) | Cintas (mm) | Suportes (mm) | |
| | | Cruzeta | Superior | Inferior |
| 11 | 1.700 | 867 | 2.267 | 2.667 |
| 12 | 1.800 | 1.200 | 3.100 | 3.500 |
| 13 | 1.900 | 1.200 | 3.100 | 3.500 |

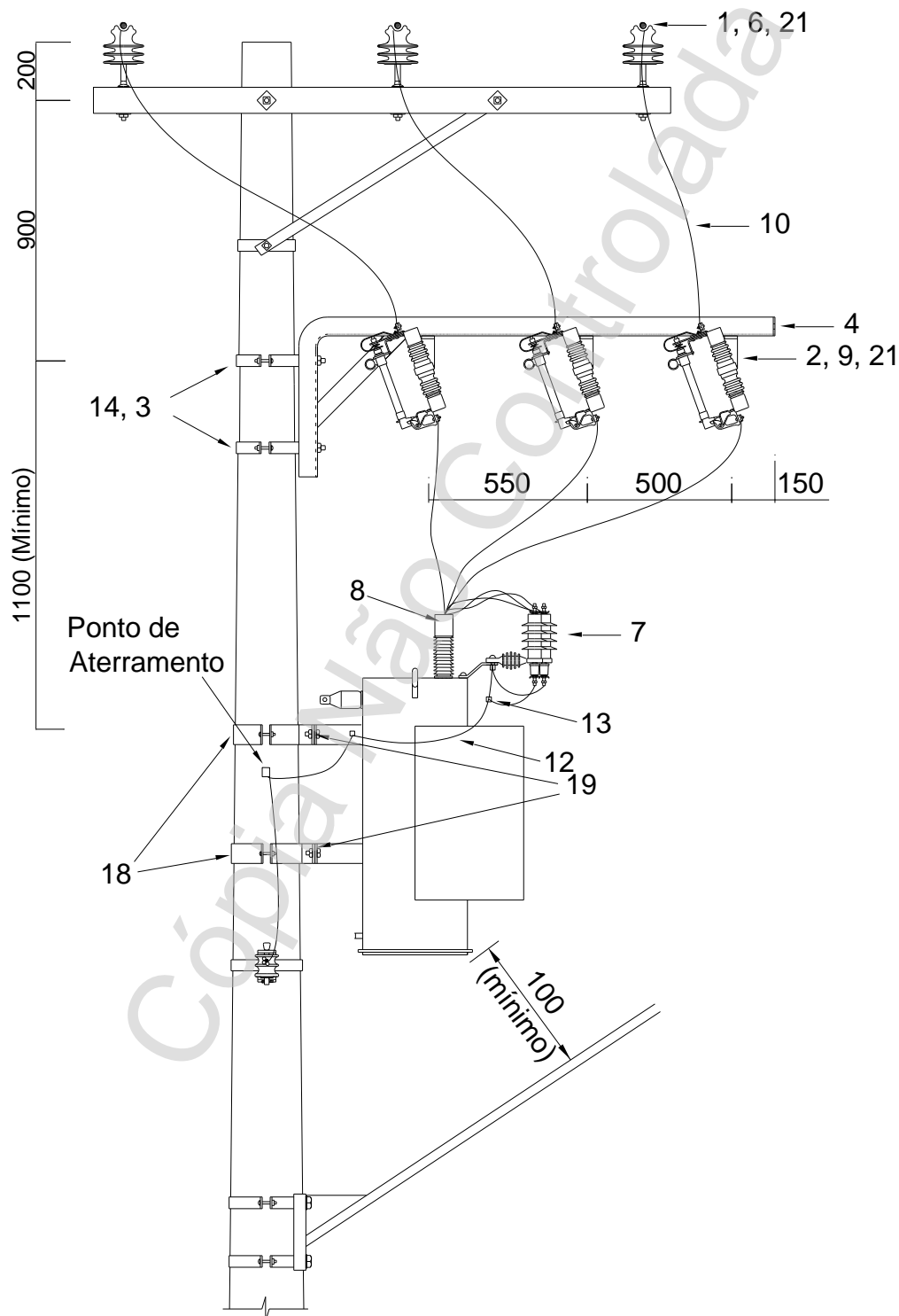
6.8 Detalhe da ligação do fio de cobre do aterramento dos para-raios

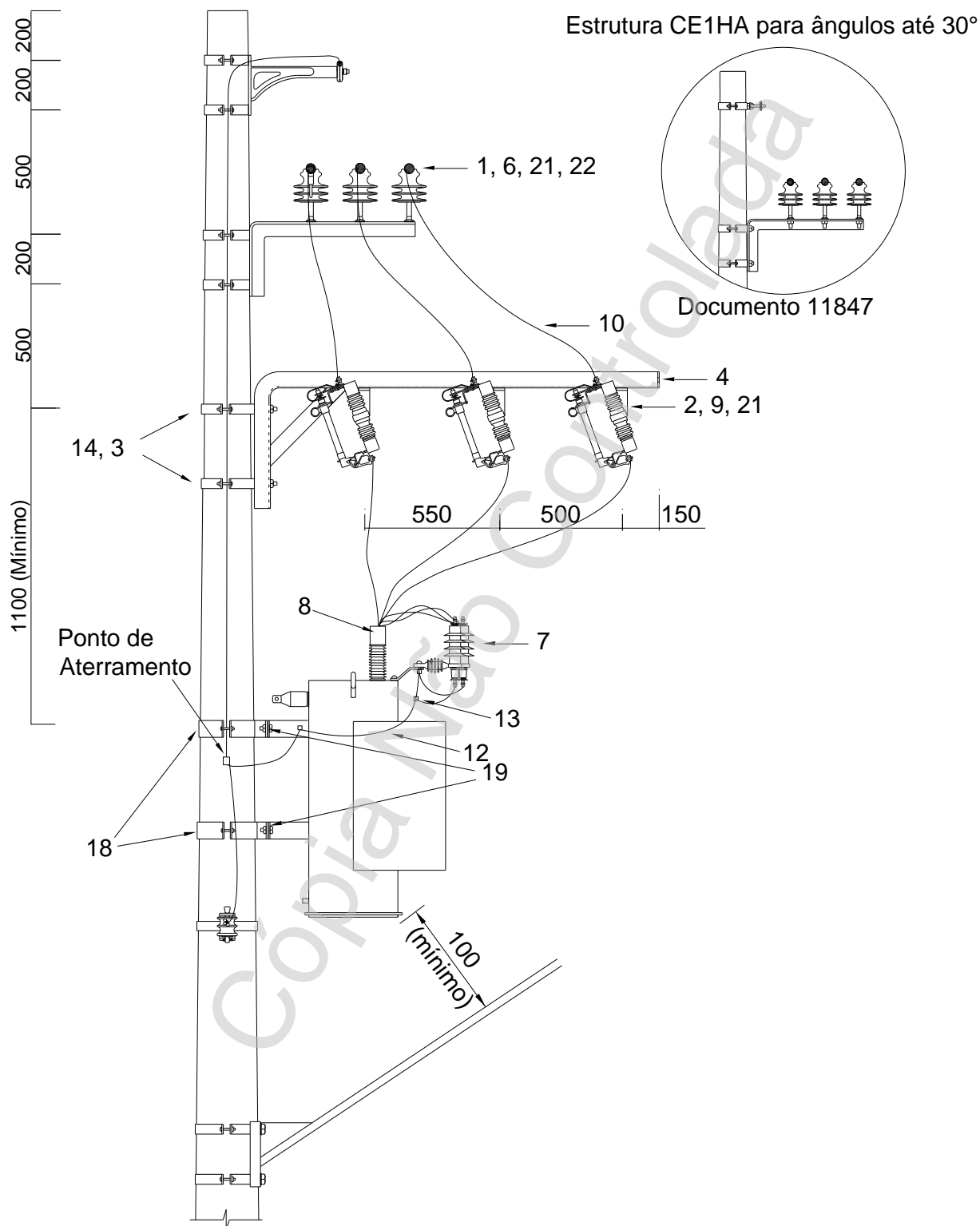


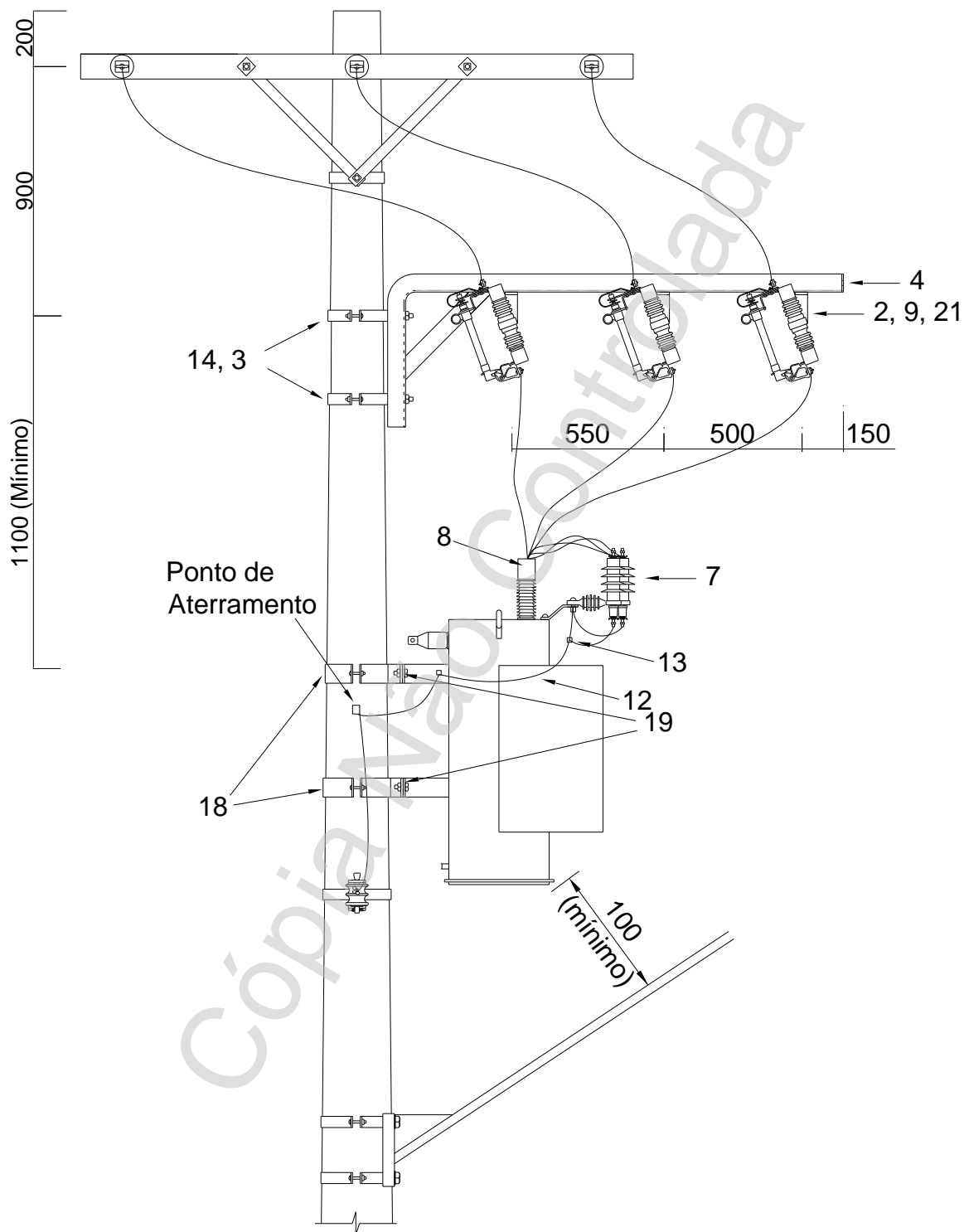
| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 14 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|

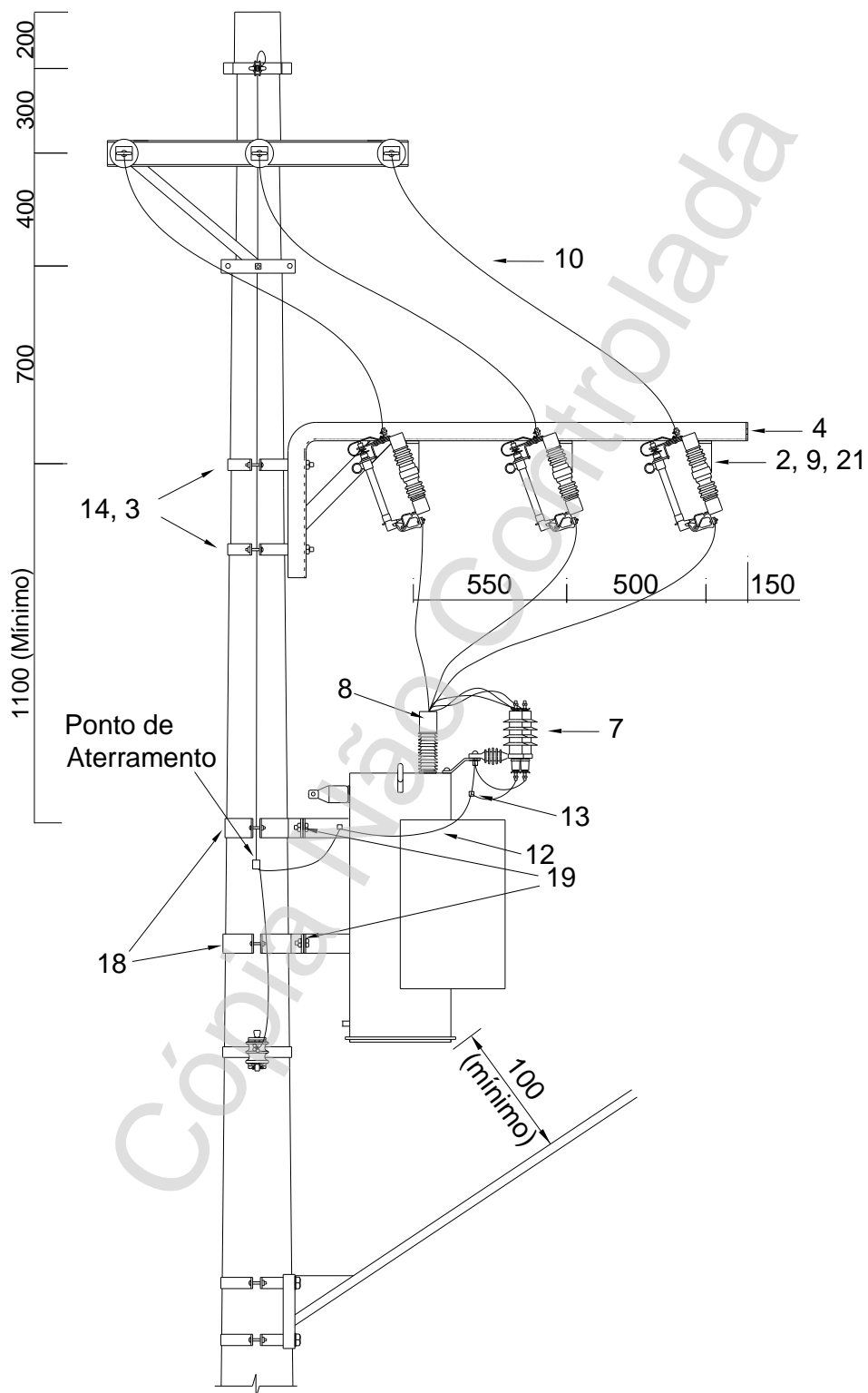
6.9 Estruturas Trifásicas


6.9.1 ETRSsp - Transformador com suporte afastador horizontal









| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

Esta montagem de estrutura pode ser utilizada na rede compacta e convencional – Estruturas básicas – Montagem, conforme item 6.1 deste documento. O suporte poderá ser rotacionado conforme necessidade. A Estrutura do transformador poderá ser voltada para calçada ou na lateral.

| Estrutura ETRSp | | | |
|---|------------|--|------|
| Item | Qtd. 3F | Descrição | GED |
| 1 | 3 | Conector garra de linha viva | 941 |
| 2 | 3 | Suporte Z | 2857 |
| 3 | 2 | Parafuso de cabeça quadrada 16x150 mm | 1315 |
| 4 | 1 | Suporte Afastador Horizontal | 4240 |
| 6 | 3 | Estrubo de Ligação | 2837 |
| 7 | 3 | Para-raios com Invólucro polimérico 15 kV | 3224 |
| | | Para-raios com Invólucro polimérico 25 kV | |
| 8 | 3 | Cobertura de terminais de equipamentos | 4253 |
| 9 | 3 | Chave fusível 15kV | 926 |
| | | Chave fusível 25kV | |
| 10 | 9 | Cabo de cobre coberto 16 mm ² | 920 |
| 12 | 0,3 | Fio nu cobre meio duro 16 mm ² (kg) | 933 |
| 13 | 3 | Conector parafuso fendido fio 10-6 x fio 10-6 | 943 |
| Suporte Afastador Horizontal: ETRSp-1 (21981) ETRSp-2 (21982) | | | |

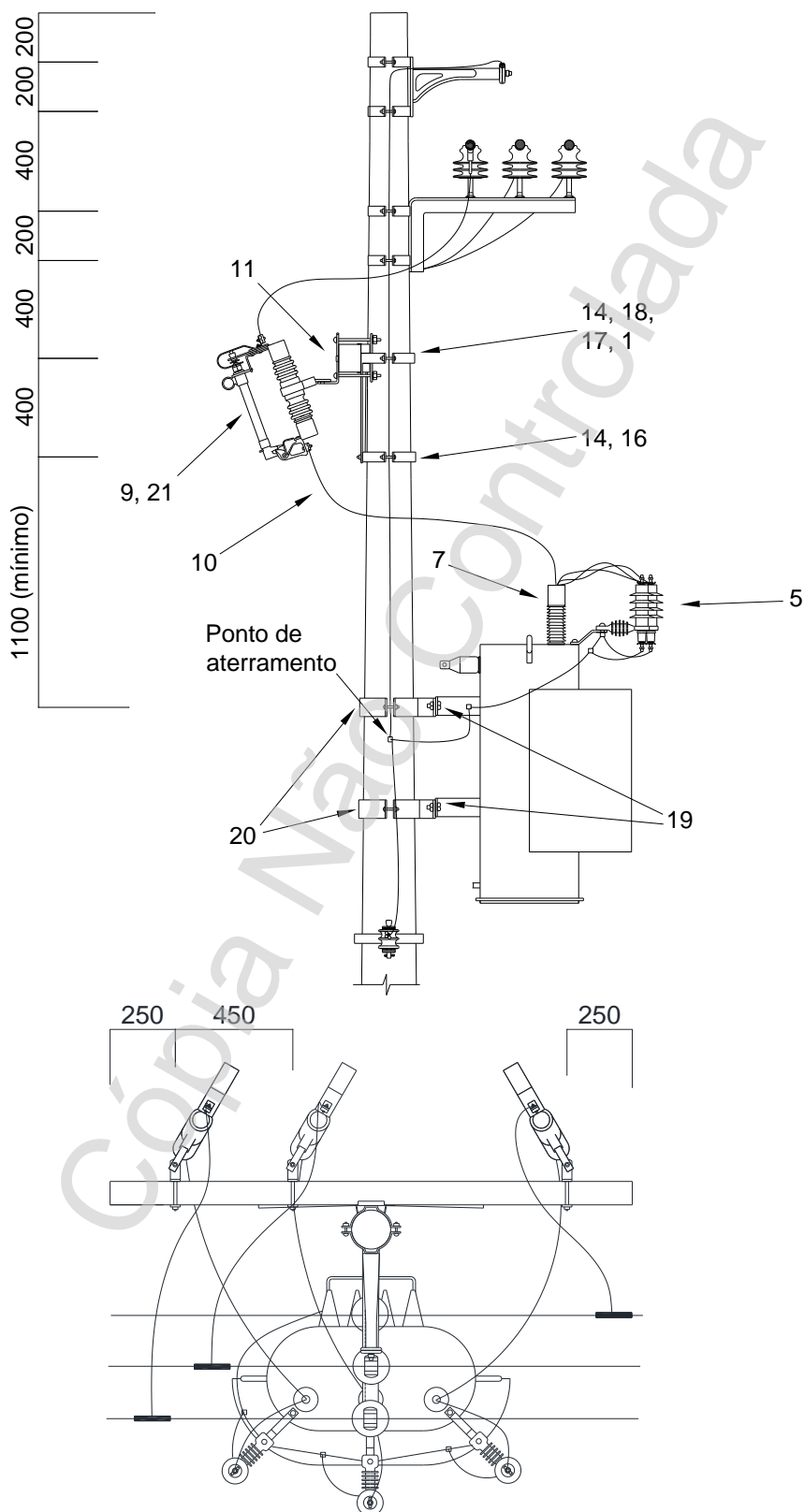
| Fixação da Estrutura no Poste (vide item 0) | | | |
|---|---|---------------------------------------|------|
| 14 | 2 | Cinta para poste de seção circular | 931 |
| 18 | 2 | Suporte para equipamento | 1371 |
| 19 | 2 | Parafuso de cabeça abaulada 16 x 70mm | 1312 |

| Ligação a Rede (Vide item 6.2) | | | |
|--------------------------------|---|---|------|
| 21 | 3 | Conector cunha Al | 2830 |
| 22 | 3 | Cobertura para conector cunha alumínio* | 5173 |

* Utilizado em redes compactas

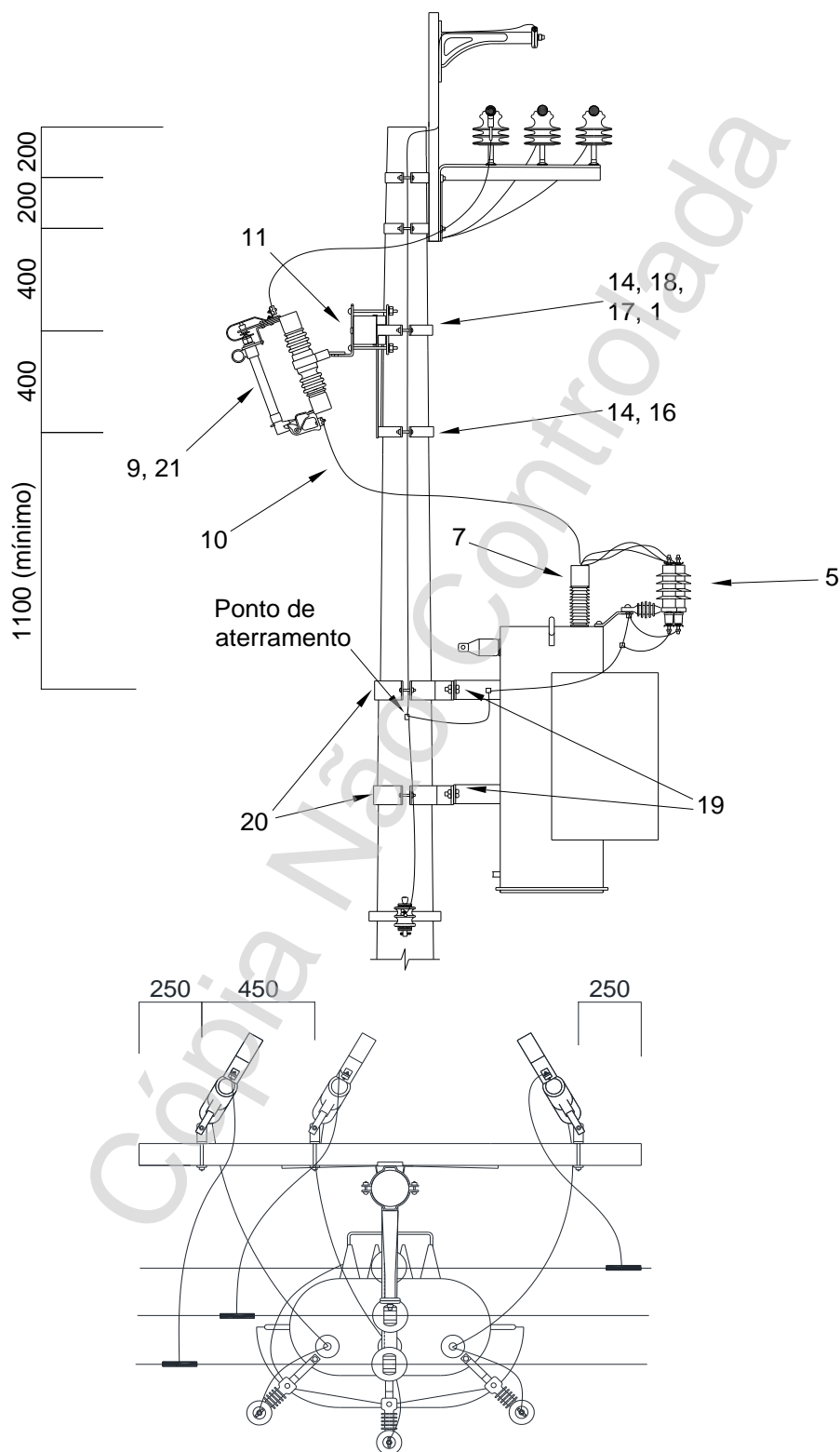
| Elo Fusível (Vide item 6.4) | | | |
|-----------------------------|---|-------------|-----|
| 21 | 3 | Elo Fusível | 954 |


| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 19 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|



Technical drawing of a high-voltage switchgear assembly, showing a side view of the internal components and external connections. The drawing includes the following numbered callouts:

- 1: Main vertical support structure.
- 2: Horizontal support structure.
- 3: Diagonal support structure.
- 4: Horizontal support structure.
- 7: External connection terminal.
- 10: External connection terminal.
- 12: External connection terminal.
- 16, 20, 22, 17, 1: Internal components and connections.
- 22, 8: External connection terminal.



| | | | |
|---|--|--|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação | | |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES | | |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem | | |

Para a montagem da estrutura CE1H, CE1HP e CE1HA, consultar o documento Padrão Técnico CPFL 11847 - Rede Primária Compacta 15kV e 25kV – Estruturas Básicas – Montagem.

Nota: Para estruturas CE1HP, não utilizar estrutura de chaves em configuração Beco.


| Estrutura ETRNsp | | | | |
|---|------|-----|--|-------|
| Item | Qtd. | | Descrição | GED |
| | 3F | 2F | | |
| 1 | 2 | 2 | Arruela quadrada 18 x 50 x 5 mm | 1210 |
| 2 | 2 | 2 | Mão francesa plana 5 x 32 x 619 mm | 2928 |
| 3 | 2 | 2 | Parafuso de cabeça quadrada 16x150 mm | 1315 |
| 4 | 1 | 1 | Cruzeta de polimérica 90x90x2000 mm | 10503 |
| 5 | 3 | 2 | Para-raios com Invólucro polimérico 15 kV | 3224 |
| | | | Para-raios com Invólucro polimérico 25 kV | |
| 6 | 3 | 2 | Estribo | 2837 |
| 7 | 3 | 2 | Cobertura de terminais de equipamentos | 4253 |
| 8 | 3 | 2 | Conector garra de linha viva | 941 |
| 9 | 3 | 2 | Chave fusível 15kV | 926 |
| | | | Chave fusível 25kV | |
| 10 | 12,8 | 8,6 | Cabo de cobre coberto 16 mm ² | 920 |
| 11 | 3 | 2 | Suporte "L" | 1370 |
| 12 | 0,3 | 0,3 | Fio nu cobre meio duro 16 mm ² (kg) | 933 |
| 13 | 3 | 2 | Conector parafuso fendido fio 10-6 x fio 10-6 | 943 |
| Cruzeta de fibra de vidro: ETRNspfv-1 (89657) / ETRNspfv-2 (89658) | | | | |
| Bifásica cruzeta de fibra de vidro: ETRNspbvf-1 (89264) / ETRNspbvf-2 (89265) | | | | |

| Fixação da Estrutura no Poste (vide item 0) | | | | |
|---|---|--|---|------|
| 1 | 1 | | Arruela quadrada 18 x 50 x 5 mm | 1210 |
| 14 | 2 | | Cinta para poste de seção circular | 931 |
| 16 | 1 | | Parafuso de cabeça abaulada 16 x 45 mm | 1312 |
| 17 | 1 | | Parafuso de cabeça abaulada 16 x 150 mm | 1312 |
| 18 | 1 | | Sela para cruzeta | 1366 |
| 19 | 4 | | Parafuso cabeça quadrada 16 x 50 mm | 1315 |
| 20 | 2 | | Suporte para equipamento | 1371 |

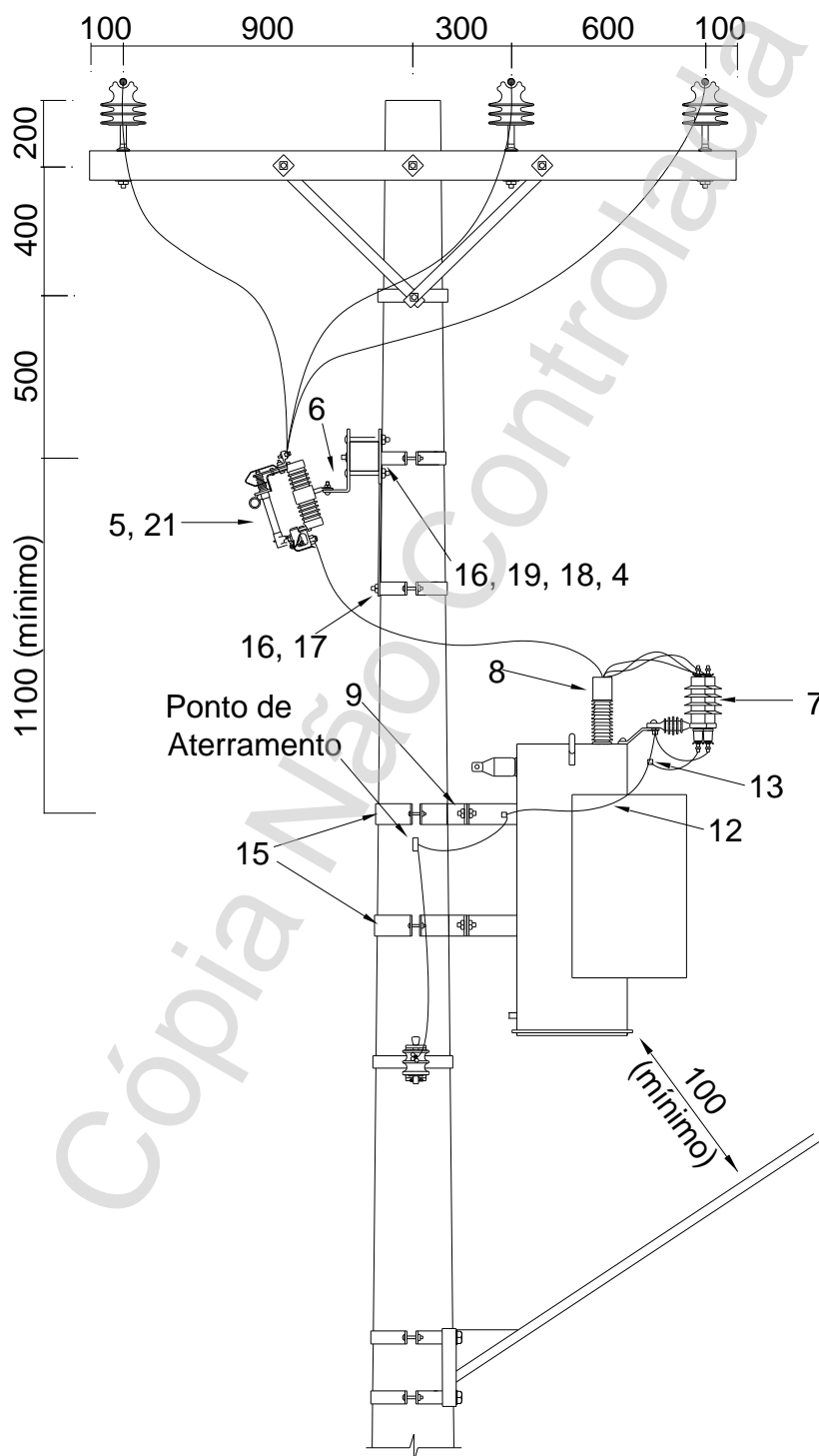
| Ligação a Rede (Vide item 6.2) | | | | |
|--------------------------------|---|---|--|------|
| 21 | 3 | 2 | Conector cunha Al | 2830 |
| 22 | 3 | 2 | Cobertura para conector cunha alumínio | 5173 |

| Elo Fusível (Vide item 6.4) | | | | |
|-----------------------------|---|---|-------------|-----|
| 21 | 3 | 2 | Elo Fusível | 954 |

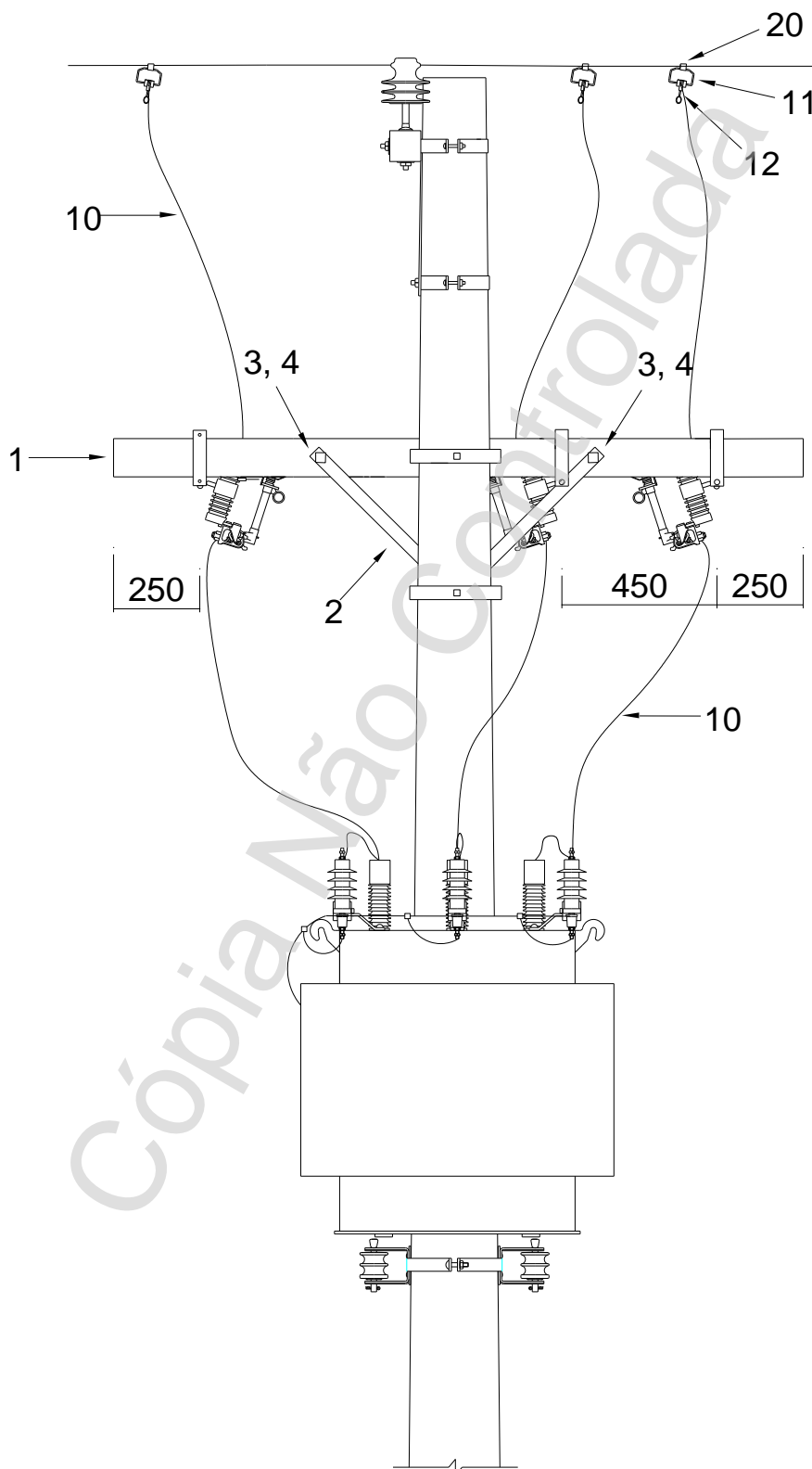
| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 24 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|

| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

B) Rede Nua (Convencional)




| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 25 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|



A Estrutura de Transformador poderá ser voltada para calçada ou na lateral.

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 26 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|

| | | | |
|---|--|--|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação | | |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES | | |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem | | |


| Estrutura ETRNsp | | | | |
|---|------|-----|--|-------|
| Item | Qtd. | | Descrição | GED |
| | 3F | 2F | | |
| 1 | 1 | 1 | Cruzeta Polimérica | 10503 |
| 2 | 2 | 2 | Mão Francesa Plana c/ furo oblongo 5x32x619mm | 2928 |
| 3 | 2 | 2 | Parafuso de Cabeça Quadrada - M16x150mm | 1315 |
| 4 | 2 | 2 | Arruela Quadrada 50x3mm furo 18mm | 1210 |
| 5 | 3 | 2 | Chave Fusível 15kV - 300A | 926 |
| | | | Chave Fusível 25kV - 300A | |
| 6 | 3 | 2 | Suporte L | 1370 |
| 7 | 3 | 2 | Para-raios com Invólucro Polimérico 15kV | 3224 |
| | | | Para-raios com Invólucro Polimérico 25kV | |
| 8 | 3 | 2 | Cobertura de Terminais de Equipamentos | 4253 |
| 10 | 12,8 | 8,6 | Cabo Coberto de 16 mm ² (m) | 920 |
| 11 | 3 | 2 | Estribo | 2837 |
| 12 | 3 | 2 | Conector Garra de Linha Viva | 941 |
| 13 | 0,3 | 0,3 | Fio nu cobre meio duro 16 mm ² (kg) | 933 |
| 14 | 3 | 2 | Conector parafuso fendido fio 10-6 x fio 10-6 | 943 |
| Cruzeta de fibra de vidro: ETRNspfv-1 (89657) / ETRNspfv-2 (89658) | | | | |
| Bifásica cruzeta de fibra de vidro: ETRNspbvf-1 (89264) / ETRNspbvf-2 (89265) | | | | |

| Fixação (Vide item 0) | | | | |
|-----------------------|---|--|--|------|
| 15 | 2 | | Suporte de Equipamento | 1371 |
| 4 | 1 | | Arruela Quadrada 50x3 mm furo 18 mm | 1210 |
| 9 | 4 | | Parafuso Cabeça Quadrada M16x50 mm | 1315 |
| 16 | 2 | | Cinta para Poste de Seção Circular | 931 |
| 17 | 1 | | Parafuso de Cabeça Abaulada M16x45 mm | 1312 |
| 18 | 1 | | Parafuso de Cabeça Abaulada M16x150 mm | 1312 |
| 19 | 1 | | Sela para Cruzeta | 1366 |

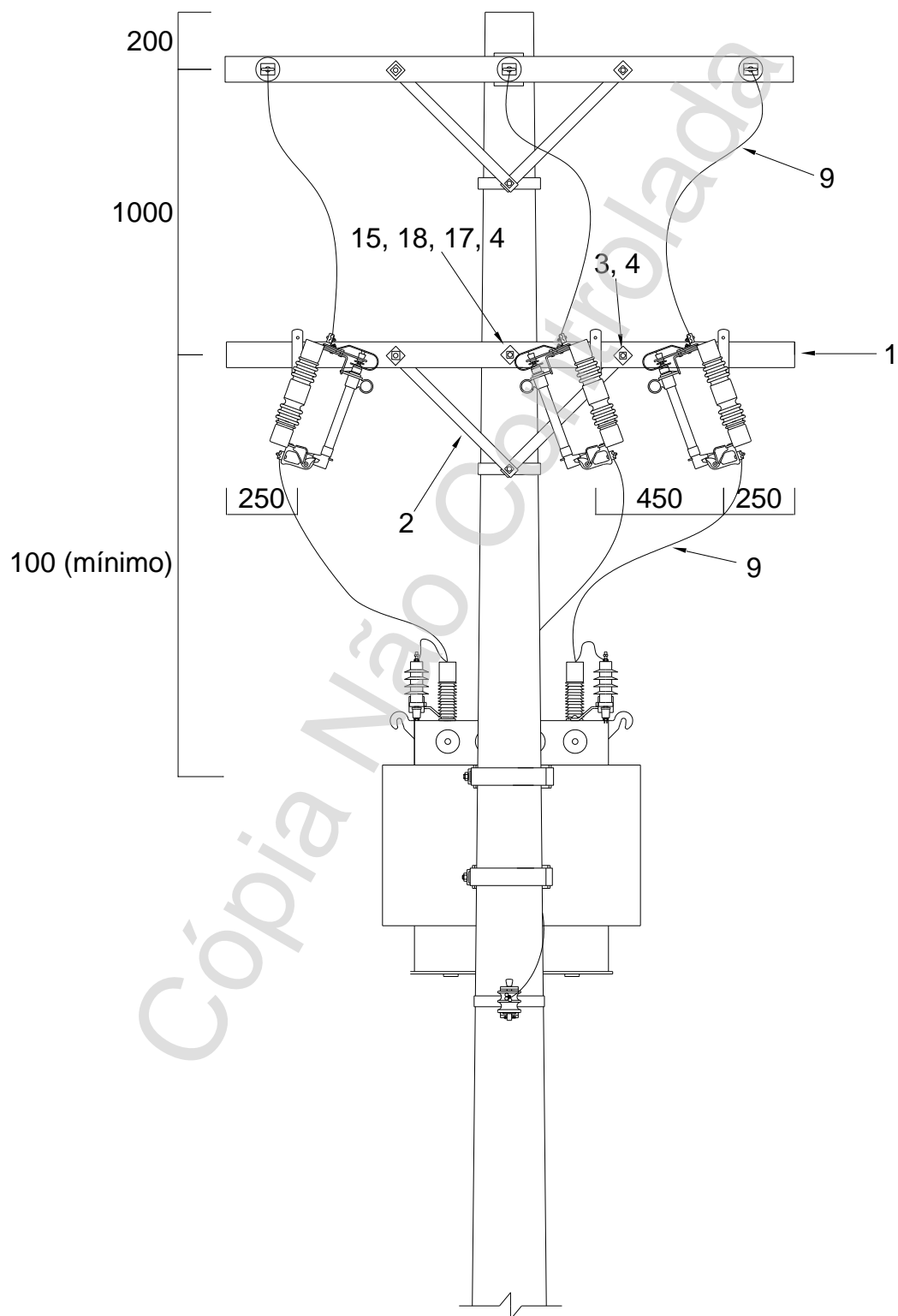
| Conexão (Vide item 6.2) | | | | |
|-------------------------|---|--|---------------------------------|------|
| 20 | 3 | | Conector Tipo Cunha de Alumínio | 2830 |

| Elo Fusível (Vide item 6.4) | | | | |
|-----------------------------|---|--|-------------|-----|
| 21 | 3 | | Elo Fusível | 954 |

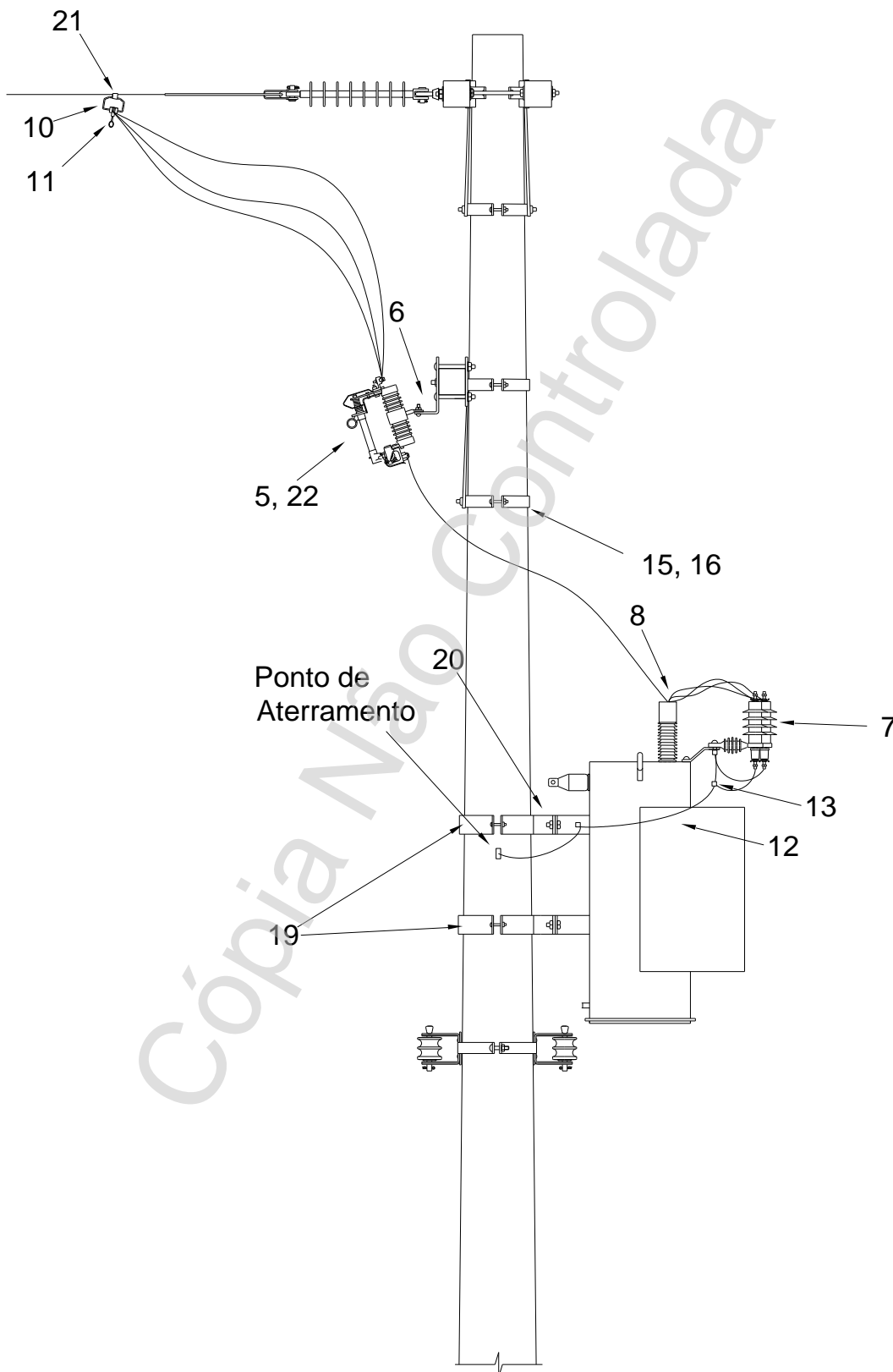
| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 27 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|


| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

6.9.3 ETRN3flsp – Transformador sem para-raios com estrutura primária - N3



| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 28 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|



| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

Distâncias de fixação da estrutura e equipamento transformador – ver item 6.7

A Estrutura de Transformador poderá ser voltada para calçada ou para lateral.


| Estrutura ETRN3flsp | | | |
|---|------|---|-------|
| Item | Qtd. | Descrição | GED |
| 1 | 1 | Cruzeta Polimérica | 10503 |
| 2 | 2 | Mão Francesa Plana c/ Furo Oblongo 5x32x619mm | 2928 |
| 3 | 2 | Parafuso de Cabeça Quadrada - M16x150mm | 1315 |
| 4 | 2 | Arruela Quadrada 50x3mm furo 18mm | 1210 |
| 5 | 3 | Chave Fusível 15kV - 300A | 926 |
| | | Chave Fusível 25kV - 300A | |
| 6 | 3 | Suporte L | 1370 |
| 7 | 3 | Para-raios com Invólucro Polimérico 15kV | 3224 |
| | | Para-raios com Invólucro Polimérico 25kV | |
| 8 | 3 | Cobertura de Terminais de Equipamentos | 4253 |
| 9 | 12,8 | Cabo Coberto de 16 mm ² (m) | 920 |
| 10 | 3 | Estribo | 1837 |
| 11 | 3 | Conector Garra de Linha Viva | 941 |
| 13 | 0,3 | Fio nu cobre meio duro 16mm ² (kg) | 933 |
| 14 | 3 | Conector parafuso fendido fio 10-6 x fio 10-6 | 943 |
| Cruzeta de fibra de vidro: ETRN3M3spfv-1 (89051) / ETRN3M3spfv-2 (89052) | | | |
| Bifásica cruzeta de fibra de vidro: ETRN3Bspfv-1 (89061) / ETRN3Bspfv-2 (89062) | | | |

| Fixação (Vide item 0) | | | |
|-----------------------|---|---------------------------------------|------|
| 4 | 1 | Arruela Quadrada 50x3mm furo 18mm | 1210 |
| 15 | 2 | Cinta para Poste de Seção Circular | 931 |
| 16 | 1 | Parafuso de Cabeça Abaulada M16x45mm | 1312 |
| 17 | 1 | Parafuso de Cabeça Abaulada M16x150mm | 1312 |
| 18 | 1 | Sela para Cruzeta | 1366 |
| 19 | 2 | Suporte de Equipamento | 1371 |
| 20 | 4 | Parafuso de Cabeça Quadrada M16x50mm | 1315 |

| Ligação a Rede (Vide item 6.2) | | | |
|--------------------------------|---|------------------------------|------|
| 21 | 3 | Conector Tipo Cunha Alumínio | 2830 |

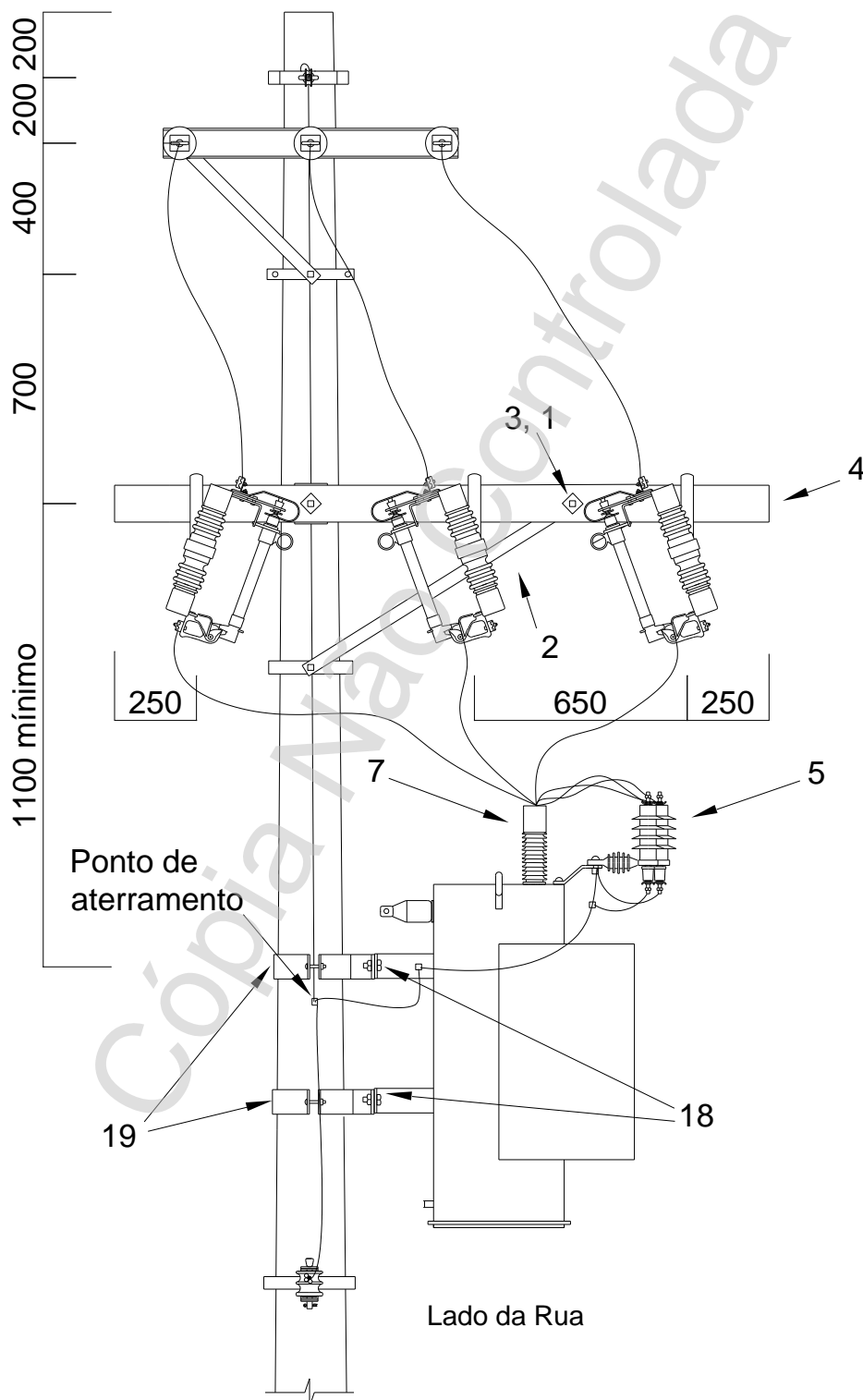
| Elo Fusível (Vide item 6.4) | | | |
|-----------------------------|---|-------------|-----|
| 22 | 3 | Elo Fusível | 954 |

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 30 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|

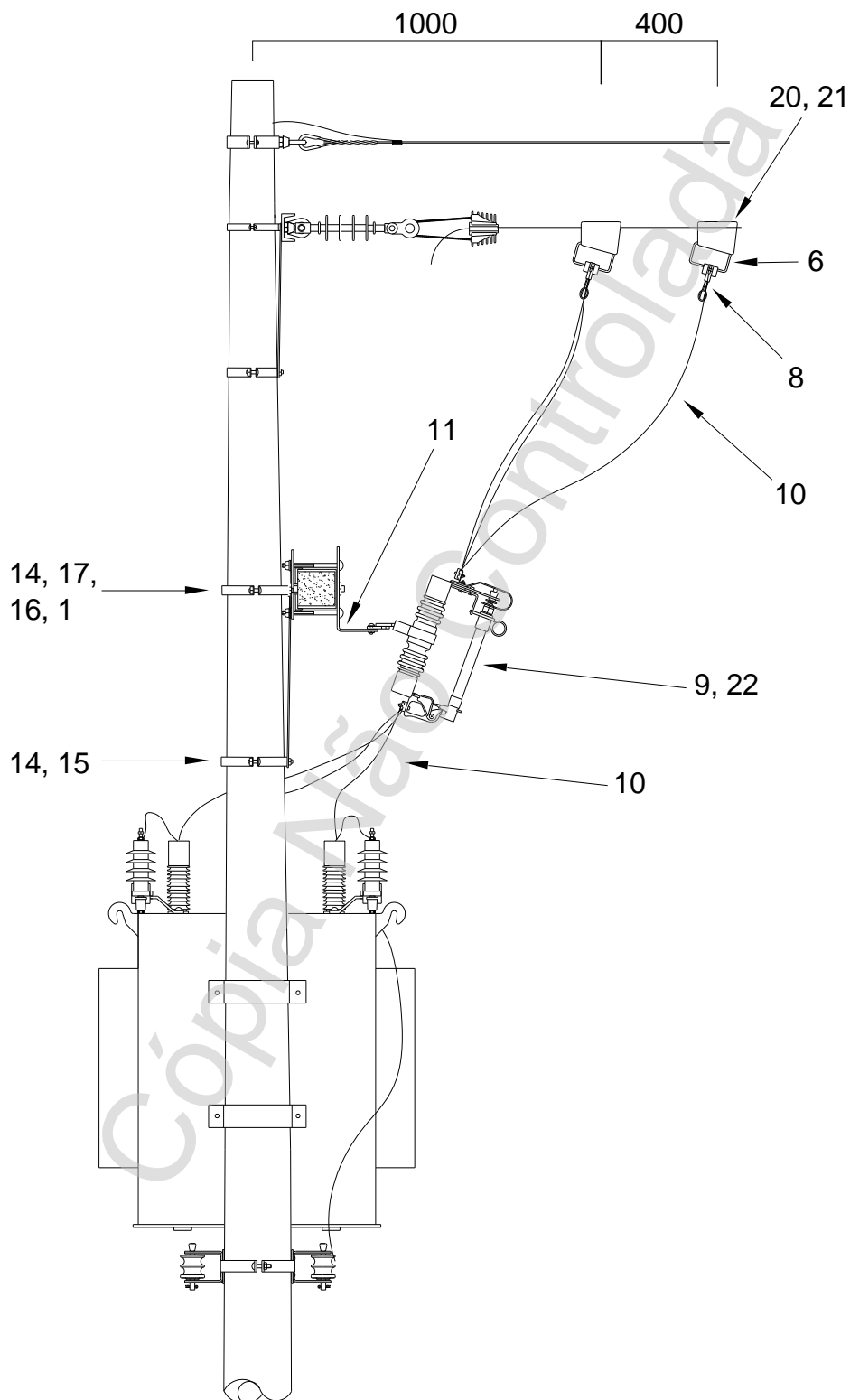
| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

6.9.4 ETRMsp – Transformador Meio-beco sem Para-raios

A) Rede Compacta

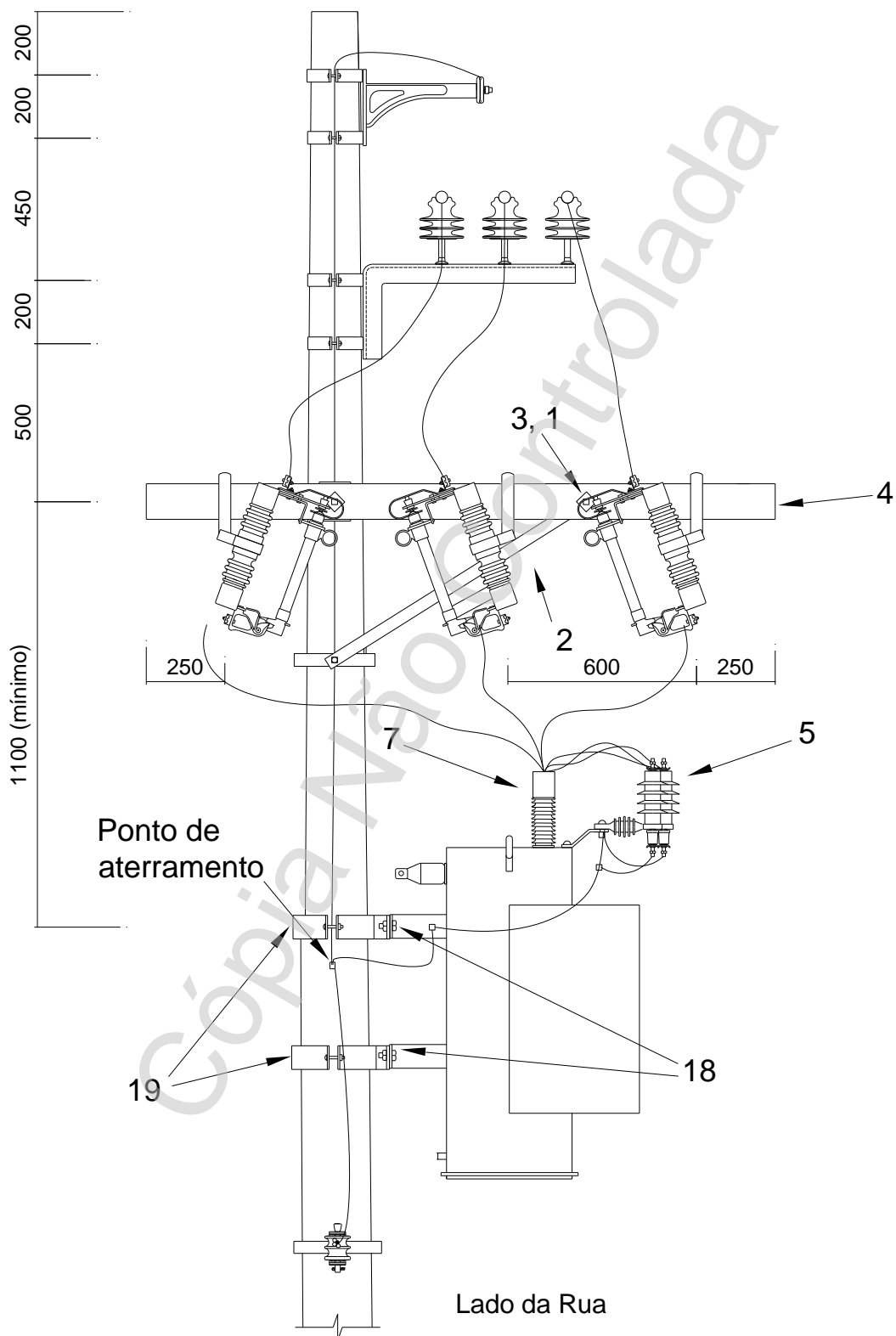


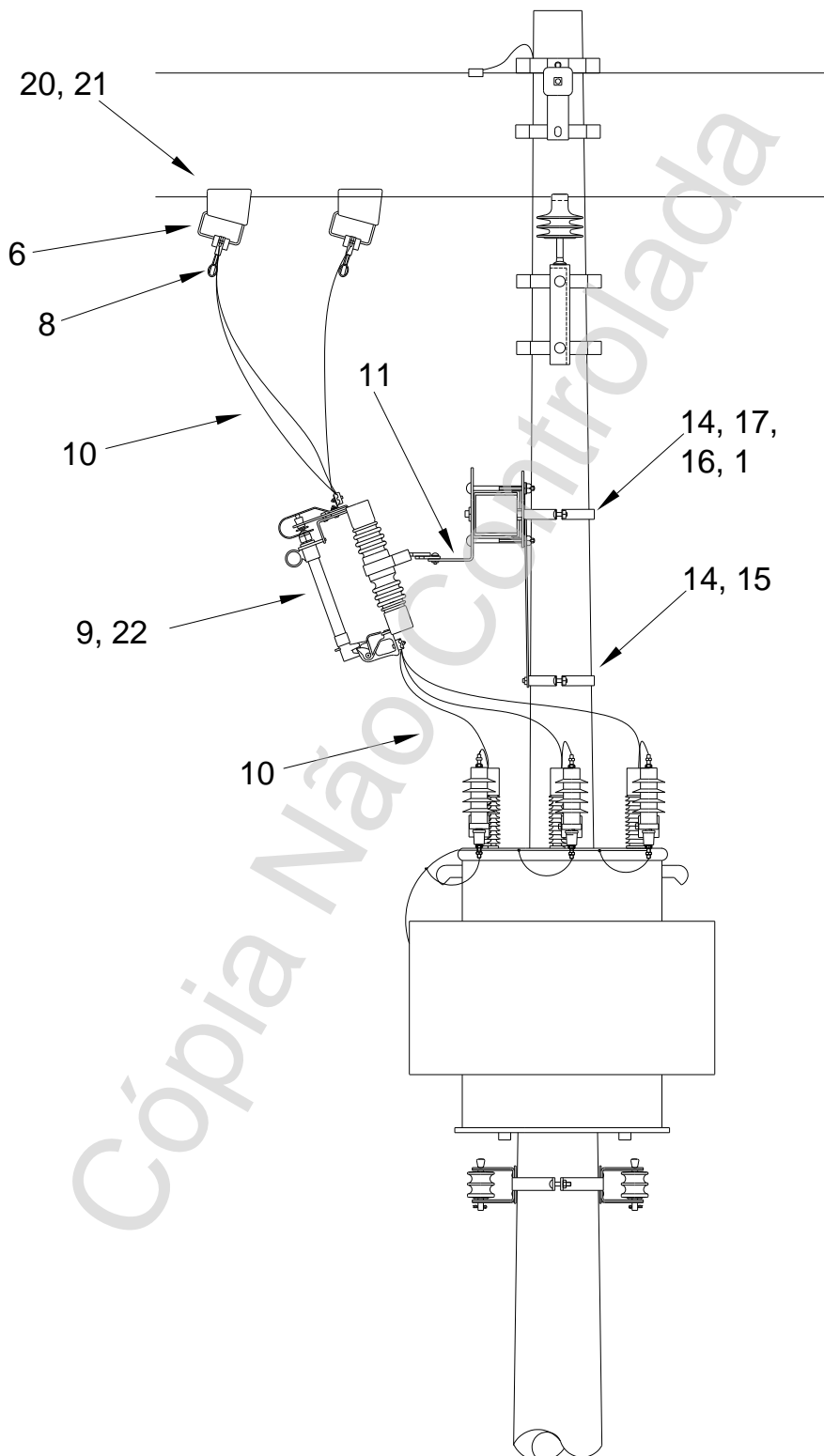
| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 31 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|



Nota: O transformador pode ser rotacionado 90°.


| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 32 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|





Nota: O transformador pode ser rotacionado 90°.

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 34 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|

| | | | | |
|---|--|--|--|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação | | | |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES | | | |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem | | | |


| Estrutura ETRMsp | | | | |
|---|------------|-----|--|-------|
| Item | Quantidade | | Descrição | GED |
| | 3F | 2F | | |
| 1 | 1 | 1 | Arruela quadrada 18 x 50 x 5mm | 1210 |
| 2 | 1 | 1 | Mão francesa perfilada - 993 | 1301 |
| 3 | 1 | 1 | Parafuso de cabeça quadrada 16x150mm | 1315 |
| 4 | 1 | 1 | Cruzeta de polimérica 90x90x2000mm | 10503 |
| 5 | 3 | 2 | Para-raios com Invólucro polimérico 15kV | 3224 |
| | | | Para-raios com Invólucro polimérico 25kV | |
| 6 | 3 | 2 | Estrubo | 2837 |
| 7 | 3 | 2 | Cobertura de terminais de equipamentos | 4253 |
| 8 | 3 | 2 | Conector garra de linha viva | 941 |
| 9 | 3 | 2 | Chave fusível 15kV | 926 |
| | | | Chave fusível 25kV | |
| 10 | 12,8 | 8,6 | Cabo de cobre coberto 16 mm ² | 920 |
| 11 | 3 | 2 | Suporte "L" | 1370 |
| 12 | 0,3 | 0,3 | Fio nu cobre meio duro 16 mm ² (kg) | 933 |
| 13 | 3 | 2 | Conector parafuso fendido fio 10-6 x fio 10-6 | 943 |
| Cruzeta de fibra de vidro: ETRMspfv-1 (89285) / ETRMspfv-2 (89286) | | | | |
| Bifásica Cruzeta de fibra de vidro: ETRMspbvf-1 (89385) / ETRMspbvf-2 (89386) | | | | |

| Fixação (vide item 0) | | | | |
|-----------------------|---|---|--|------|
| 1 | 1 | 1 | Arruela quadrada 18 x 50 x 5mm | 1210 |
| 14 | 2 | 2 | Cinta para poste de seção circular | 931 |
| 15 | 1 | 1 | Parafuso de cabeça abaulada 16 x 45mm | 1312 |
| 16 | 1 | 1 | Parafuso de cabeça abaulada 16 x 150mm | 1312 |
| 17 | 1 | 1 | Sela para cruzeta | 1366 |
| 18 | 4 | 4 | Parafuso cabeça quadrada 16 x 50mm | 1315 |
| 19 | 2 | 2 | Suporte para equipamento poste de concreto | 1371 |

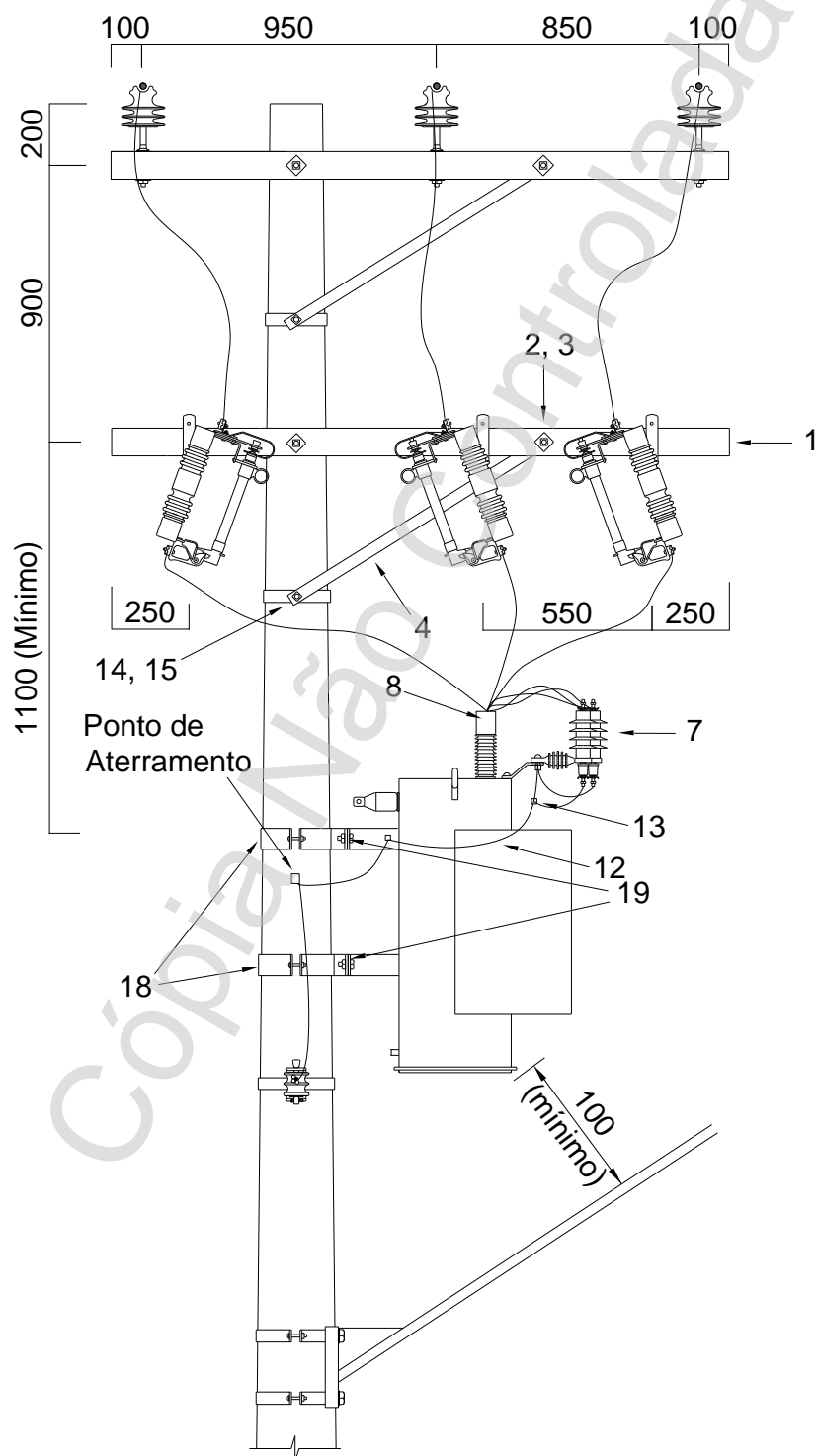
| Ligação a Rede (Vide item 6.2) | | | | |
|--------------------------------|---|---|--|------|
| 20 | 3 | 2 | Conector cunha Al | 2830 |
| 21 | 3 | 2 | Cobertura para conector cunha alumínio | 5173 |

| Elo Fusível (Vide item 6.4) | | | | |
|-----------------------------|---|---|-------------|-----|
| 22 | 3 | 2 | Elo Fusível | 954 |

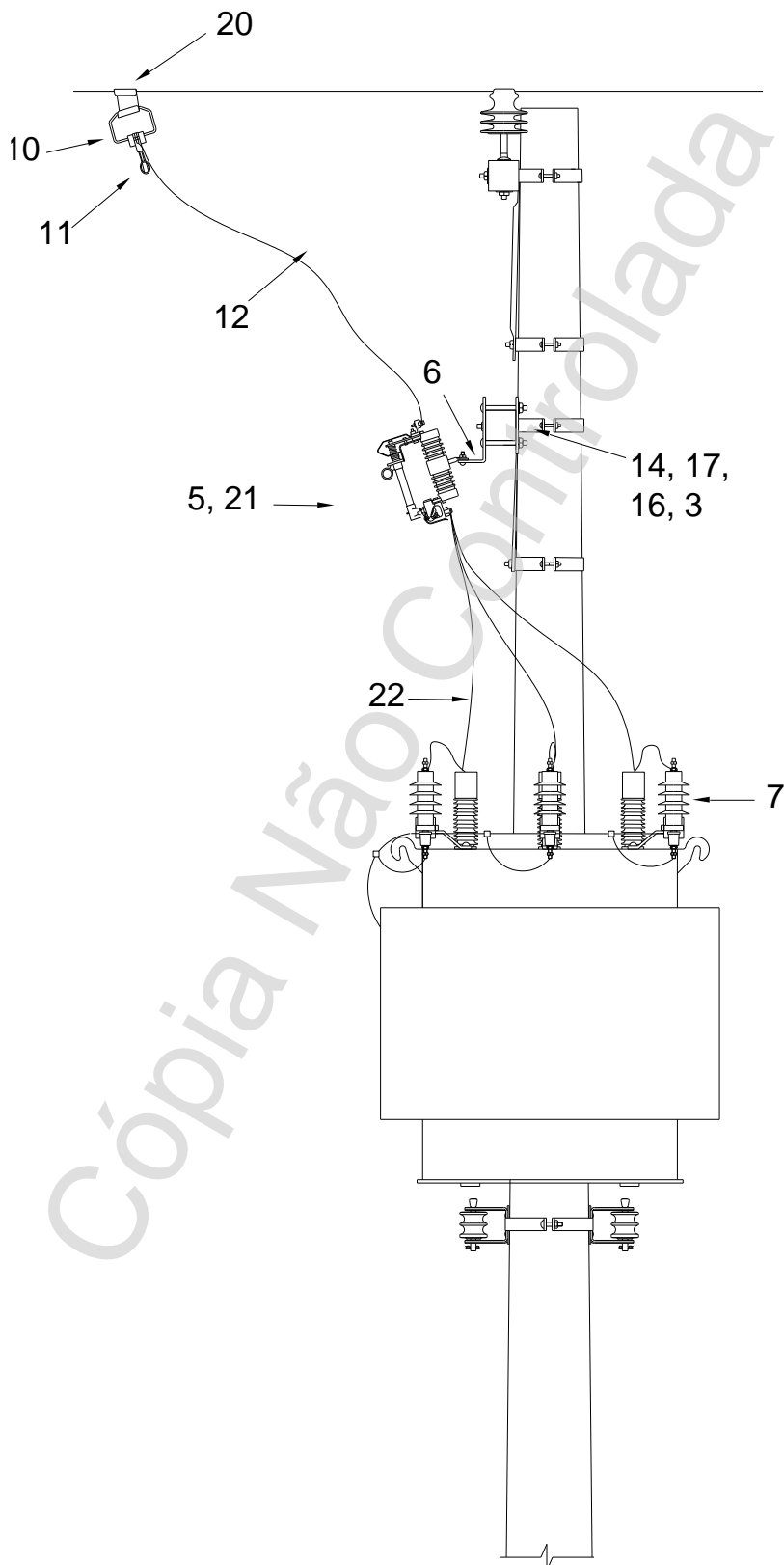
| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 35 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|


| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

- c) Rede nua (convencional) transformador sem para-raios com estrutura primária M1, M2 e M3 e estrutura de chaves meio-beco



| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 36 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|



| | | | |
|---|--|--|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação | | |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES | | |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem | | |

Distâncias de fixação da estrutura e equipamento transformador - ver item 6.7. A Estrutura de Transformador poderá ser voltada para calçada ou para lateral.

| Estrutura ETRMsp | | | | |
|--|------|-----|--|-------|
| Item | Qtd. | | Descrição | GED |
| | 3F | 2F | | |
| 1 | 1 | 1 | Cruzeta Polimérica | 10503 |
| 2 | 1 | 1 | Parafuso de Cabeça Quadrada - M16x150mm | 1315 |
| 3 | 1 | 1 | Arruela Quadrada 50x3mm furo 18mm | 1210 |
| 4 | 1 | 1 | Mão Francesa Perfilada 993mm | 1301 |
| 5 | 3 | 2 | Chave Fusível 15kV - 300A | 926 |
| | | | Chave Fusível 25kV - 300A | |
| 6 | 3 | 2 | Suporte L | 1370 |
| 7 | 3 | 2 | Para-raios com Invólucro Polimérico 15kV | 3224 |
| | | | Para-raios com Invólucro Polimérico 25kV | |
| 8 | 3 | 2 | Cobertura de Terminais de Equipamento | 4253 |
| 9 | 12,8 | 8,8 | Cabo Coberto de 16mm ² (m) | 920 |
| 10 | 3 | 2 | Estribo | 2837 |
| 11 | 3 | 2 | Conector Garra de Linha Viva | 941 |
| 12 | 0,3 | 0,3 | Fio nu cobre meio duro 16 mm ² (kg) | 933 |
| 13 | 3 | 2 | Conector parafuso fendido fio 10-6 x fio 10-6 | 943 |
| Cruzeta de fibra de vidro: ETRMspfv-1 (89285) / ETRMspfv-2 (89286) | | | | |
| Bifásico: ETRMspbfv-1 (89385) / ETRMspbfv-2 (89386) | | | | |

| Fixação (Vide item 0) | | | | |
|-----------------------|---|--|---------------------------------------|------|
| 3 | 1 | | Arruela Quadrada 50x3mm furo 18mm | 1210 |
| 14 | 2 | | Cinta para Poste de Seção Circular | 931 |
| 15 | 1 | | Parafuso de Cabeça Abaulada M16x45mm | 1312 |
| 16 | 1 | | Parafuso de Cabeça Abaulada M16x150mm | 1312 |
| 17 | 1 | | Sela para Cruzeta | 1366 |
| 18 | 2 | | Suporte de Equipamento | 1371 |
| 19 | 4 | | Parafuso de Cabeça Quadrada M16x50mm | 1315 |

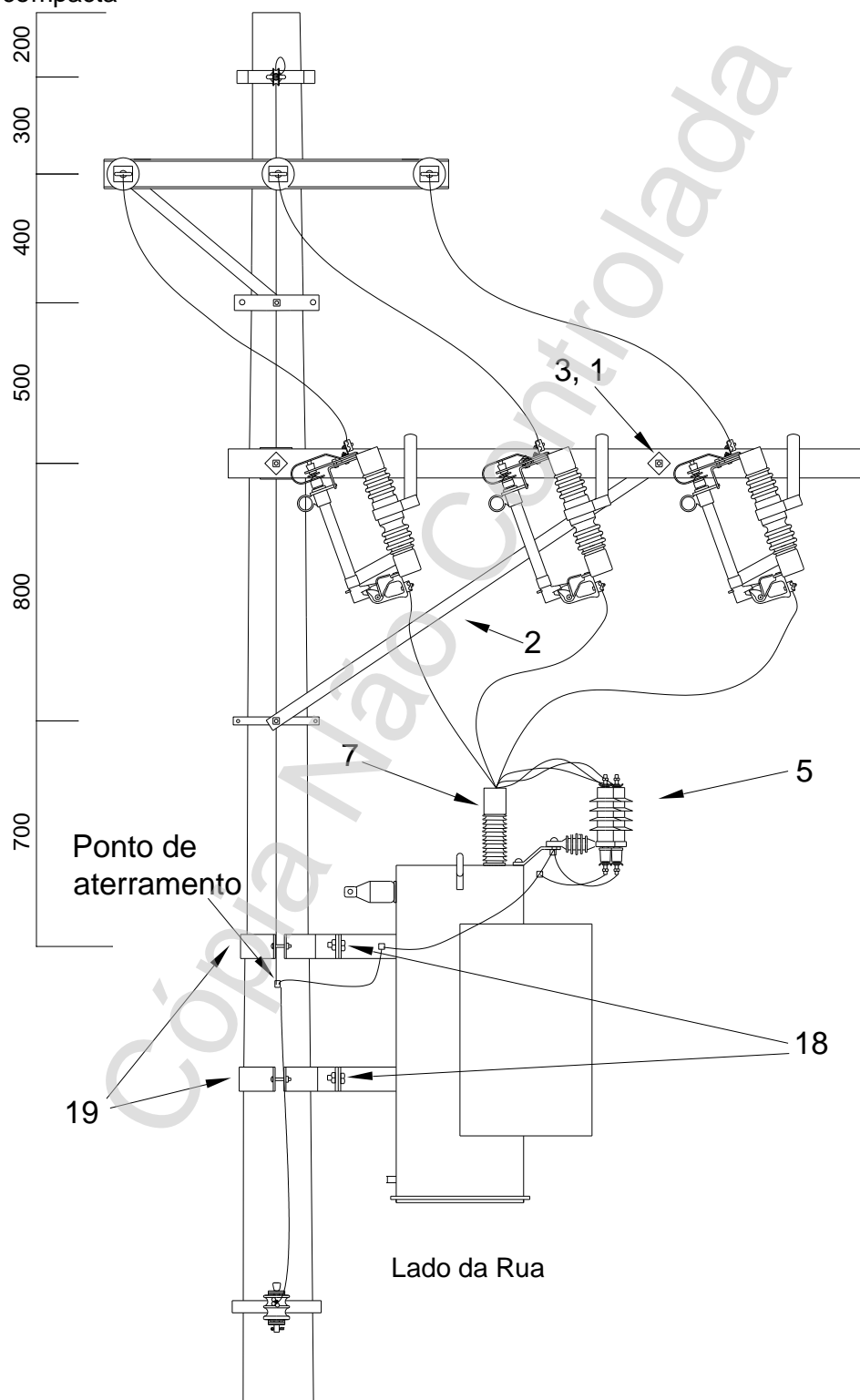
| Ligação a Rede (Vide item 6.2) | | | | |
|--------------------------------|---|---|---------------------------------|------|
| 20 | 3 | 2 | Conector Tipo Cunha de Alumínio | 2830 |

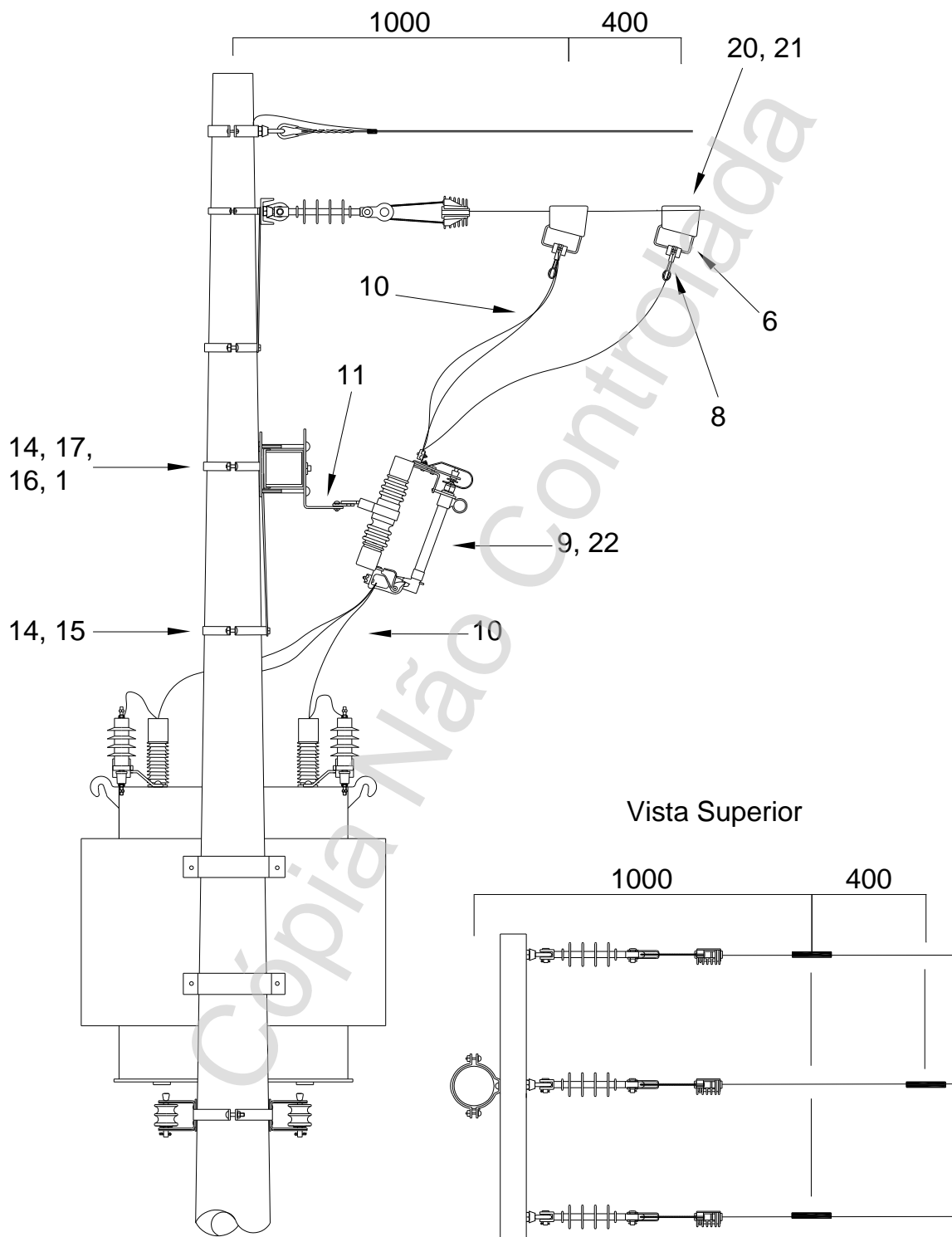
| Elo Fusível (Vide item 6.4) | | | | |
|-----------------------------|---|---|-------------|-----|
| 21 | 3 | 2 | Elo Fusível | 954 |

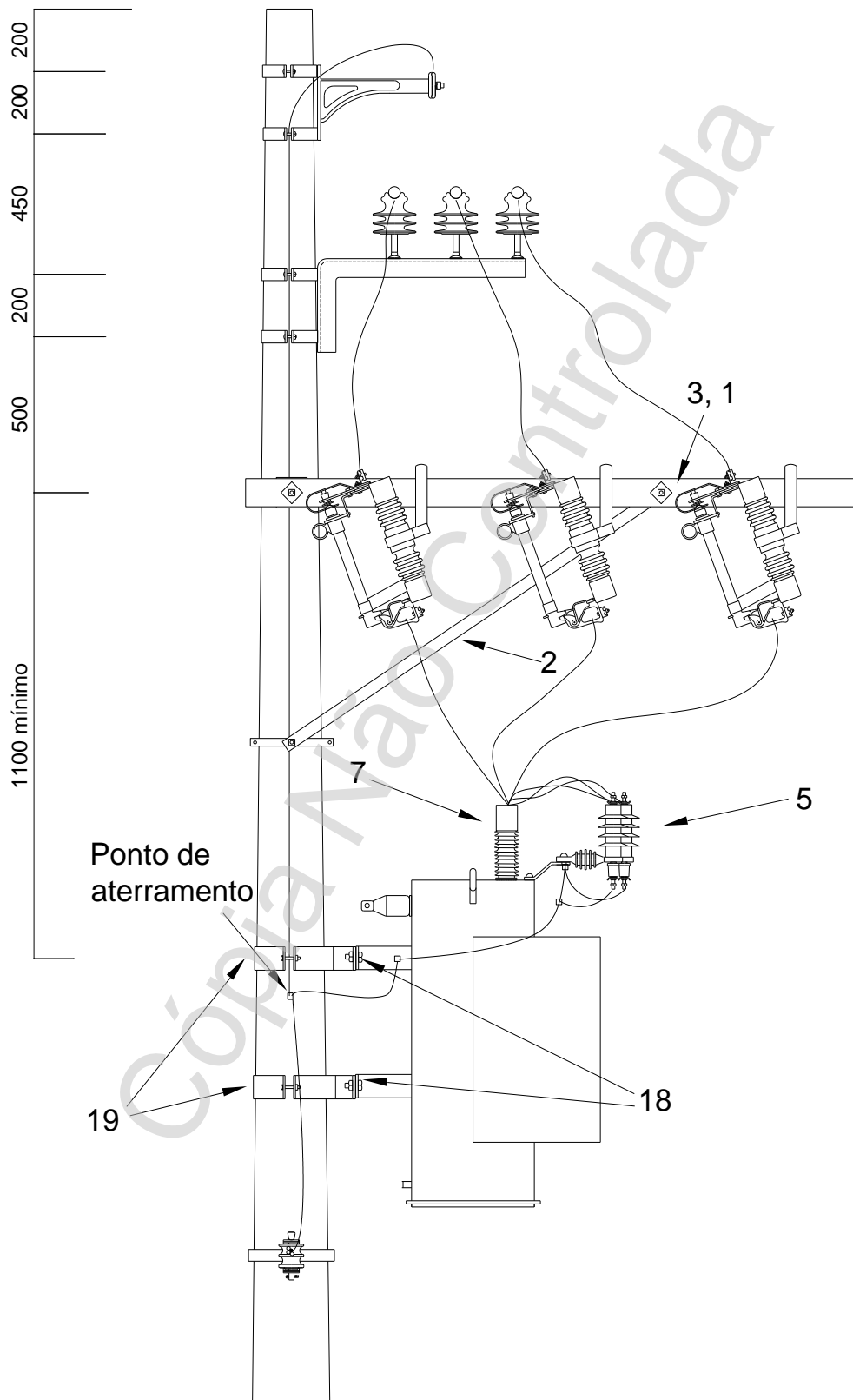
| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 38 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|

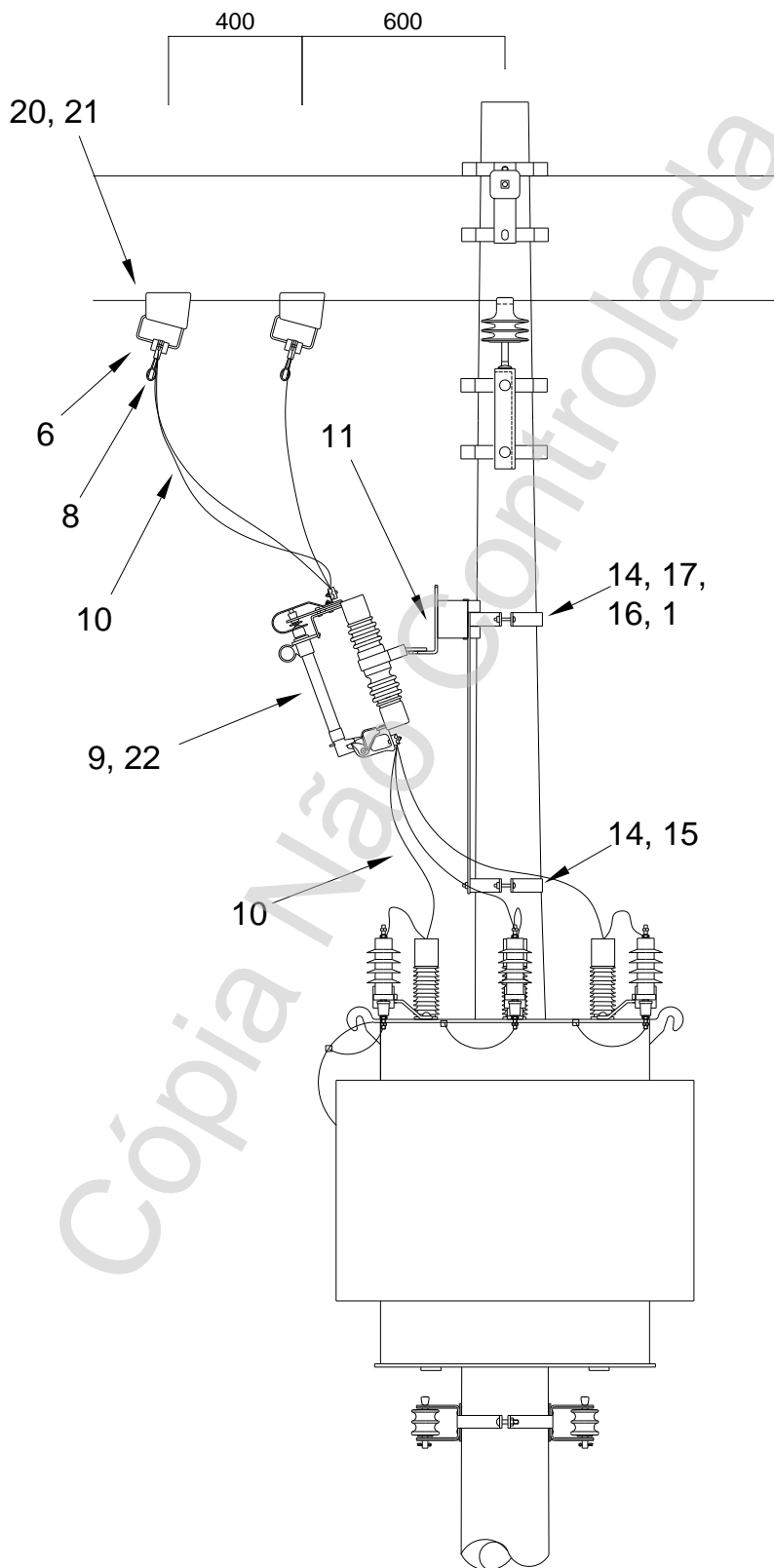
6.9.5 CETRBsp – Transformador Beco sem Para-raios

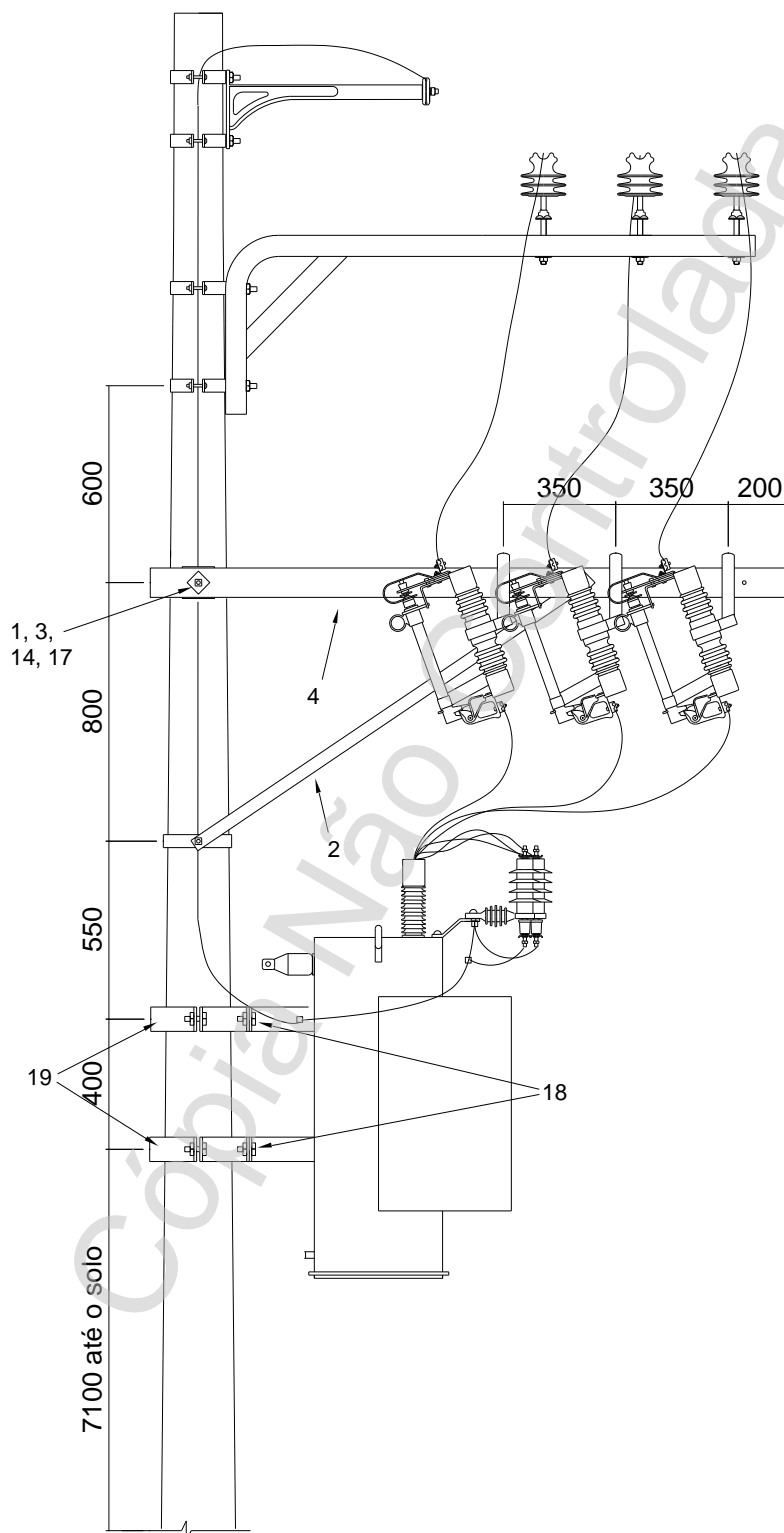
Para rede compacta












| | | | | |
|---|--|--|--|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação | | | |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES | | | |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem | | | |


| Estrutura CETRBsp | | | | |
|--|------|-----|--|-------|
| Item | Qtd. | | Descrição | GED |
| | 3F | 2F | | |
| 1 | 1 | 1 | Arruela quadrada 18 x 50 x 5 mm | 1210 |
| 2 | 1 | 1 | Mão francesa perfilada – 1534 mm | 1301 |
| 3 | 1 | 1 | Parafuso de cabeça quadrada 16x150 mm | 1315 |
| 4 | 1 | 1 | Cruzeta de polimérica 90x90x2000 mm | 10503 |
| 5 | 3 | 2 | Para-raios com Invólucro polimérico 15 kV | 3224 |
| | | | Para-raios com Invólucro polimérico 25 kV | |
| 6 | 3 | 2 | Estribo | 2837 |
| 7 | 3 | 2 | Cobertura de terminais de equipamentos | 4253 |
| 8 | 3 | 2 | Conector garra de linha viva | 941 |
| 9 | 3 | 2 | Chave fusível 15 kV | 926 |
| | | | Chave fusível 25 kV | |
| 10 | 12,8 | 8,8 | Cabo de cobre coberto 16 mm ² | 920 |
| 11 | 3 | 2 | Suporte "L" | 1370 |
| 12 | 0,3 | 0,3 | Fio nu cobre meio duro 16 mm ² (kg) | 933 |
| 13 | 3 | 3 | Conector parafuso fendido fio 10-6 x fio 10-6 | 943 |
| Cruzeta de fibra de vidro: CETRBspfv-1 (89361) / CETRBspfv-2 (89362) | | | | |
| Bifásica cruzeta fibra de vidro: CETRBBspfv-1 (89371) / CETRBBspfv-2 (89372) | | | | |

| Fixação (Vide item 0) | | | | |
|-----------------------|---|--|--|------|
| 1 | 1 | | Arruela quadrada 18 x 50 x 5 mm | 1210 |
| 14 | 2 | | Cinta para poste de seção circular | 931 |
| 15 | 1 | | Parafuso de cabeça abaulada 16 x 45mm | 1312 |
| 16 | 1 | | Parafuso de cabeça abaulada 16 x 150mm | 1312 |
| 17 | 1 | | Sela para cruzeta | 1366 |
| 18 | 4 | | Parafuso cabeça quadrada 16 x 50mm | 1315 |
| 19 | 2 | | Suporte para equipamento poste de concreto | 1371 |

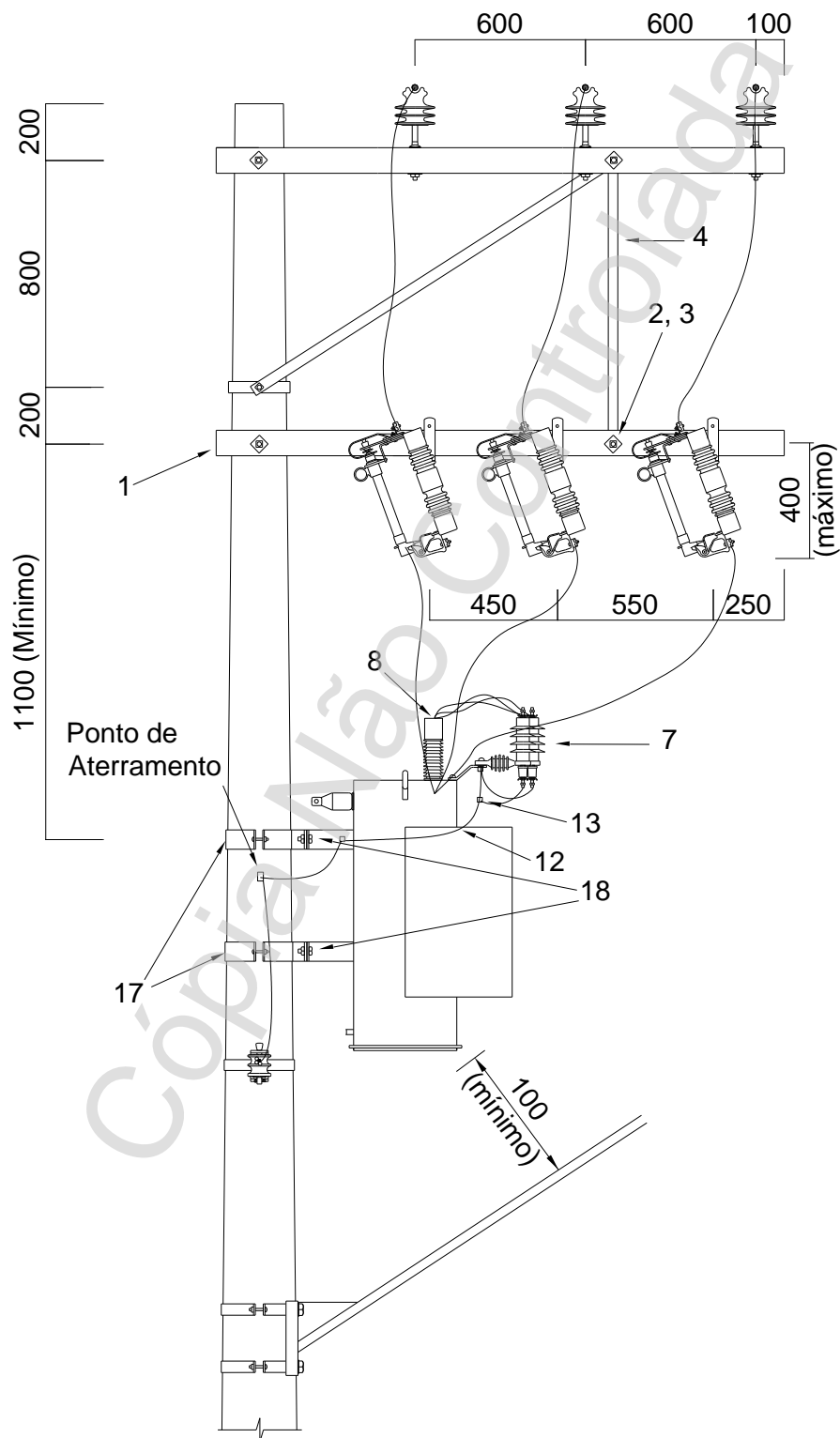
| Ligação a Rede (Vide item 6.2) | | | | |
|--------------------------------|---|---|--|------|
| 20 | 3 | 2 | Conector cunha Al | 2830 |
| 21 | 3 | 2 | Cobertura para conector cunha alumínio | 5173 |

| Elo Fusível (Vide item 6.4) | | | | |
|-----------------------------|---|---|-------------|-----|
| 22 | 3 | 2 | Elo Fusível | 954 |

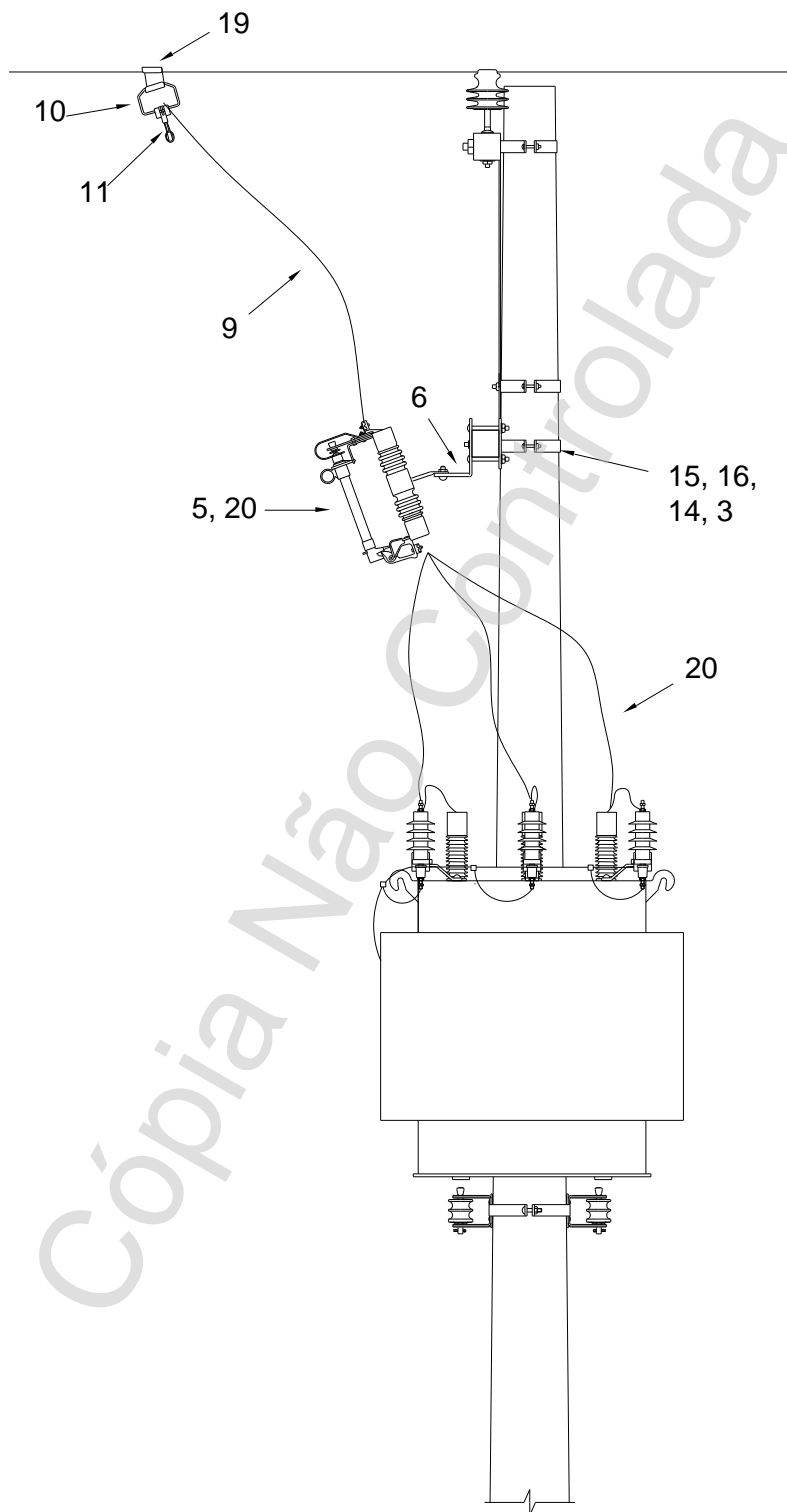
| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 44 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|

| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

6.9.6 ETRBsp – Transformador sem para-raios com estrutura primária Beco




| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 45 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|



Distâncias de fixação da estrutura e equipamento transformador - ver item 6.7
A Estrutura de Transformador poderá ser voltada para calçada ou na lateral.

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 46 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|

| | | | |
|---|--|--|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação | | |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES | | |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem | | |


| Estrutura ETRBsp | | | | |
|--|------|-----|---|-------|
| Item | Qtd. | | Descrição | GED |
| | 3F | 2F | | |
| 1 | 1 | 1 | Cruzeta Polimérica | 10503 |
| 2 | 1 | 1 | Parafuso de Cabeça Quadrada - M16x150mm | 1315 |
| 3 | 1 | 1 | Arruela Quadrada 50x3mm furo 18mm | 1210 |
| 4 | 1 | 1 | Mão Francesa Plana c/ Furo Oblongo 1053mm | 2928 |
| 5 | 3 | 2 | Chave Fusível 15kV - 300A | 926 |
| | | | Chave Fusível 25kV - 300A | |
| 6 | 3 | 2 | Suporte L | 1370 |
| 7 | 3 | 2 | Para-raios com Invólucro Polimérico 15kV | 3224 |
| | | | Para-raios com Invólucro Polimérico 25kV | |
| 8 | 3 | 2 | Cobertura de Terminais de Equipamentos | 4253 |
| 9 | 12,8 | 8,8 | Cabo Coberto de 16mm ² (m) | 920 |
| 10 | 3 | 2 | Estribo | 2837 |
| 11 | 3 | 2 | Conector Garra de Linha Viva | 941 |
| 12 | 0,3 | 0,3 | Fio nu cobre meio duro 16mm ² (kg) | 933 |
| 13 | 3 | 2 | Conector parafuso fendido fio 10-6 x fio 10-6 | 943 |
| Cruzeta de fibra de vidro: ETRBspfv-1 (89292) / ETRBspfv-2 (89293) | | | | |
| Bifásico: ETRBspbfv-1 (89392) / ETRBspbfv-2 (89393) | | | | |

| Fixação (Vide item 0) | | | | |
|-----------------------|---|--|---|------|
| 3 | 1 | | Arruela Quadrada 50x3mm furo 18mm | 1210 |
| 14 | 1 | | Parafuso de Cabeça Abaulada - M16x150mm | 1312 |
| 15 | 1 | | Cinta para Poste Circular | 931 |
| 16 | 1 | | Sela para Cruzeta | 1366 |
| 17 | 2 | | Suporte de Equipamento | 1371 |
| 18 | 4 | | Parafuso de Cabeça Quadrada - M16x50mm | 1315 |

| Ligação a Rede (Vide item 6.2) | | | | |
|--------------------------------|---|---|---------------------------------|------|
| 19 | 3 | 2 | Conector Tipo Cunha de Alumínio | 2830 |

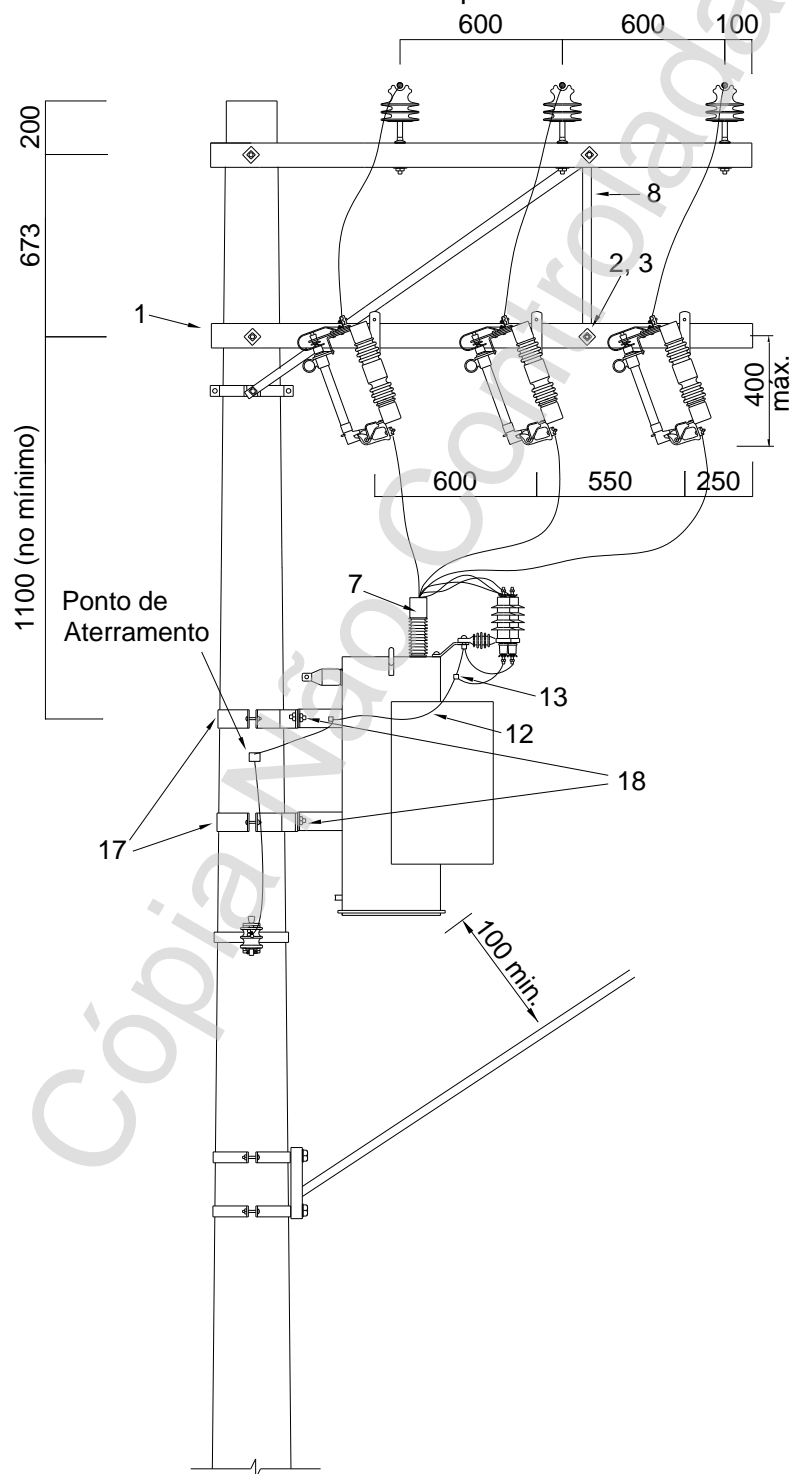
| Elo Fusível (Vide item 6.4) | | | | |
|-----------------------------|---|---|-------------|-----|
| 20 | 3 | 2 | Elo Fusível | 954 |

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 47 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|

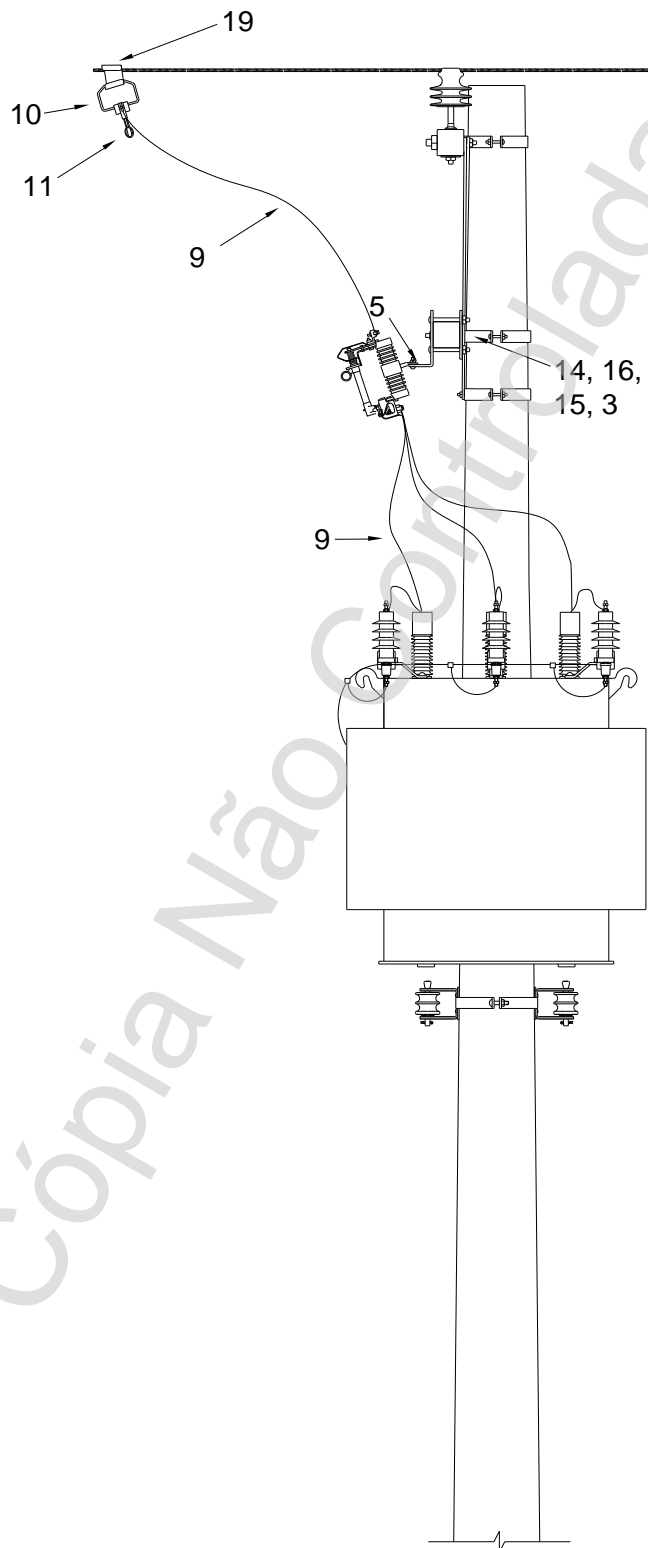
| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

6.9.6.1 ETRBsp11m.- Transformador sem para-raios com estrutura B1 - Poste de 11 metros

Nota: Esta estrutura deve ser utilizada somente em poste existente ou em manutenção.




| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 48 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|



Distâncias de fixação da estrutura e equipamento transformador - ver item 6.7.
A Estrutura de Transformador poderá ser voltada para calçada ou na Lateral.

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 49 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|

| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |


| Estrutura ETRBsp11m | | | |
|--|------|--|-------|
| Item | Qtd. | Descrição | GED |
| 1 | 1 | Cruzeta Polimérica | 10503 |
| 2 | 1 | Parafuso de Cabeça Quadrada - M16x150mm | 1315 |
| 3 | 1 | Arruela Quadrada 50x3mm furo 18mm | 1210 |
| 4 | 3 | Chave Fusível 15kV - 300A | 926 |
| | | Chave Fusível 25kV - 300A | |
| 5 | 3 | Suporte L | 1370 |
| 6 | 3 | Para-raios com Invólucro Polimérico 15kV | 3224 |
| | | Para-raios com Invólucro Polimérico 25kV | |
| 7 | 3 | Cobertura de Terminais de Equipamentos | 4253 |
| 8 | 1 | Mão Franc. Plana com Furo Oblongo de 726mm | 2928 |
| 9 | 12,8 | Cabo Coberto de 16 mm ² (m) | 920 |
| 10 | 3 | Estribo | 2837 |
| 11 | 3 | Conector Garra de Linha Viva | 941 |
| 12 | 0,3 | Fio nu cobre meio duro 16 mm ² (kg) | 933 |
| 13 | 3 | Conector parafuso fendido fio 10-6 x fio 10-6 | 943 |
| Cruzeta de concreto leve: ETRBspcl11m-1 (89203) / ETRBspcl11m-2 (89204) | | | |
| Cruzeta de fibra de vidro: ETRBsp11mfv-1 (89305) / ETRBsp11mfv-2 (89306) | | | |

| Fixação (Vide item 0) | | | |
|-----------------------|---|---|------|
| 3 | 1 | Arruela Quadrada 50x3mm furo 18mm | 1210 |
| 14 | 1 | Cinta para Poste Circular | 931 |
| 15 | 1 | Parafuso de Cabeça Abaulada - M16x150mm | 1312 |
| 16 | 1 | Sela para Cruzeta | 1366 |
| 17 | 2 | Suporte de Equipamento | 1371 |
| 18 | 4 | Parafuso de Cabeça Quadrada - M16x50mm | 1315 |

| Ligação a Rede (Vide item 6.2) | | | |
|--------------------------------|---|---------------------------------|------|
| 19 | 3 | Conector Tipo Cunha de Alumínio | 2830 |

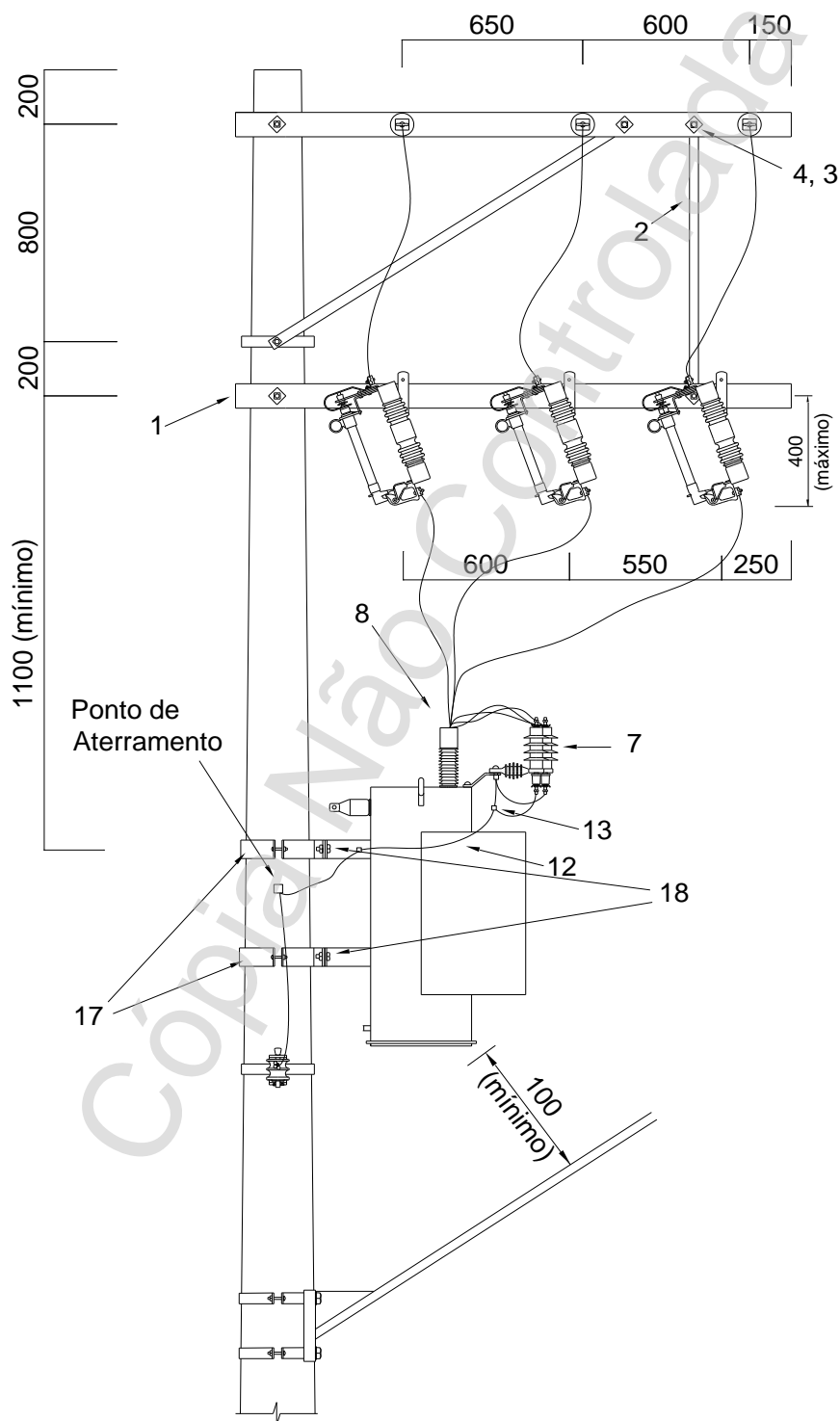
| Elo Fusível (Vide item 6.4) | | | |
|-----------------------------|---|-------------|-----|
| 20 | 3 | Elo Fusível | 954 |

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 50 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|

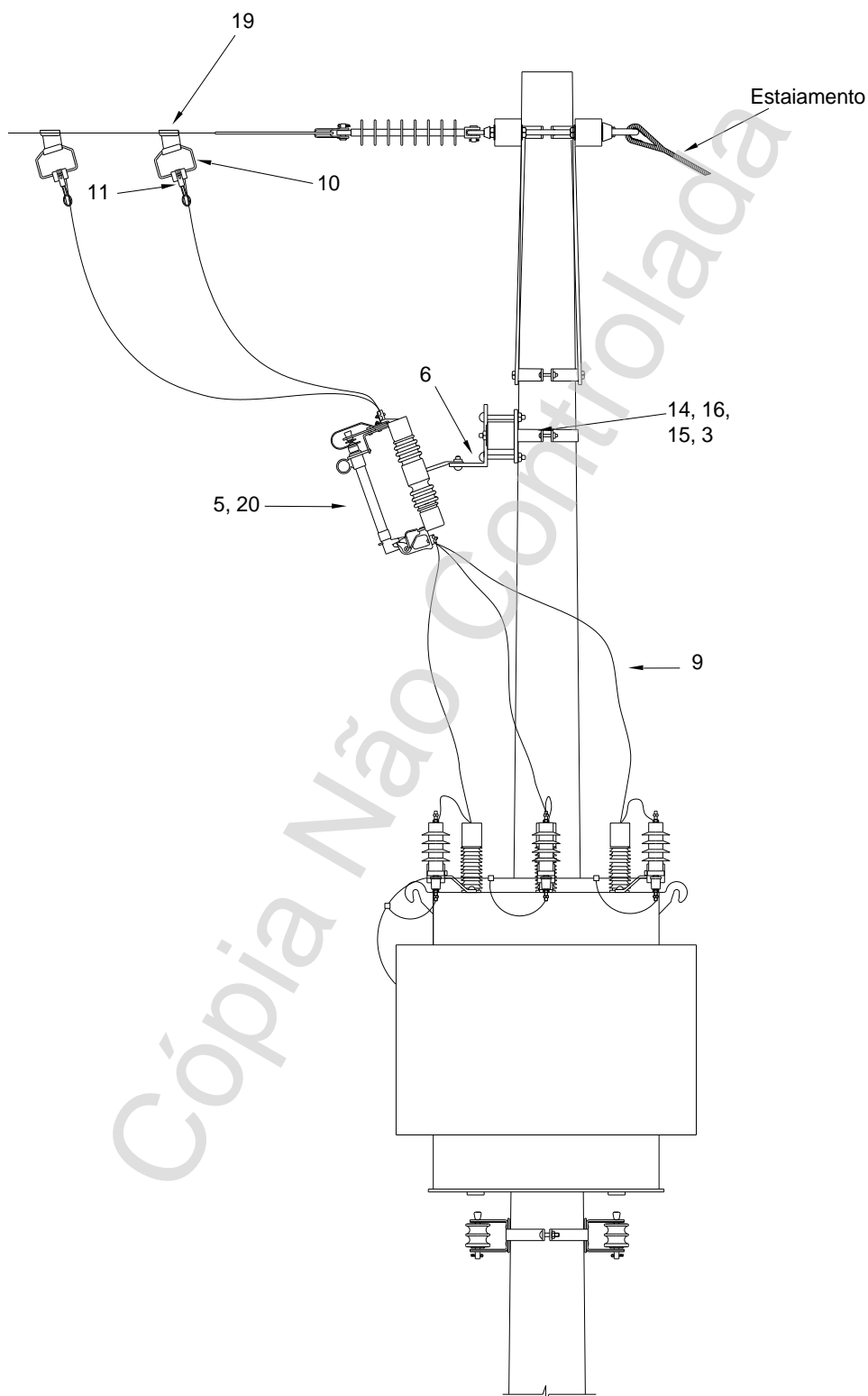
| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

6.9.7 ETRB3flsp - Transformador sem para-raios com estrutura B3

Rede Nua (convencional)




| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 51 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|



Distâncias de fixação da estrutura e equipamento transformador - ver item 6.7.
A Estrutura de Transformador poderá ser voltada para Calçada ou na Lateral.

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 52 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|

| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

| ETRB3flsp | | | |
|--|------|--|-------|
| Item | Qtd. | Descrição | GED |
| 1 | 1 | Cruzeta Polimérica | 10503 |
| 2 | 1 | Mão Francesa Plana c/ Furo Oblongo 1053mm | 2928 |
| 3 | 2 | Arruela Quadrada 50x3mm furo 18mm | 1210 |
| 4 | 2 | Parafuso de Cabeça Quadrada - M16x150mm | 1315 |
| 5 | 3 | Chave Fusível 15kV - 300A | 926 |
| | | Chave Fusível 25kV - 300A | |
| 6 | 3 | Suporte L | 1370 |
| 7 | 3 | Para-raios com Invólucro Polimérico 15kV | 3224 |
| | | Para-raios com Invólucro Polimérico 25kV | |
| 8 | 3 | Cobertura de Terminais de Equipamentos | 4253 |
| 9 | 12,8 | Cabo Coberto de 16 mm ² (m) | 920 |
| 10 | 3 | Estribo | 2837 |
| 11 | 3 | Conector Garra de Linha Viva | 941 |
| 12 | 0,3 | Fio nu cobre meio duro 16 mm ² (kg) | 933 |
| 13 | 3 | Conector parafuso fendido fio 10-6 x fio 10-6 | 943 |
| Cruzeta de fibra de vidro: ETRB3flspfv-1 (89354) / ETRB3flspfv-2 (89355) | | | |

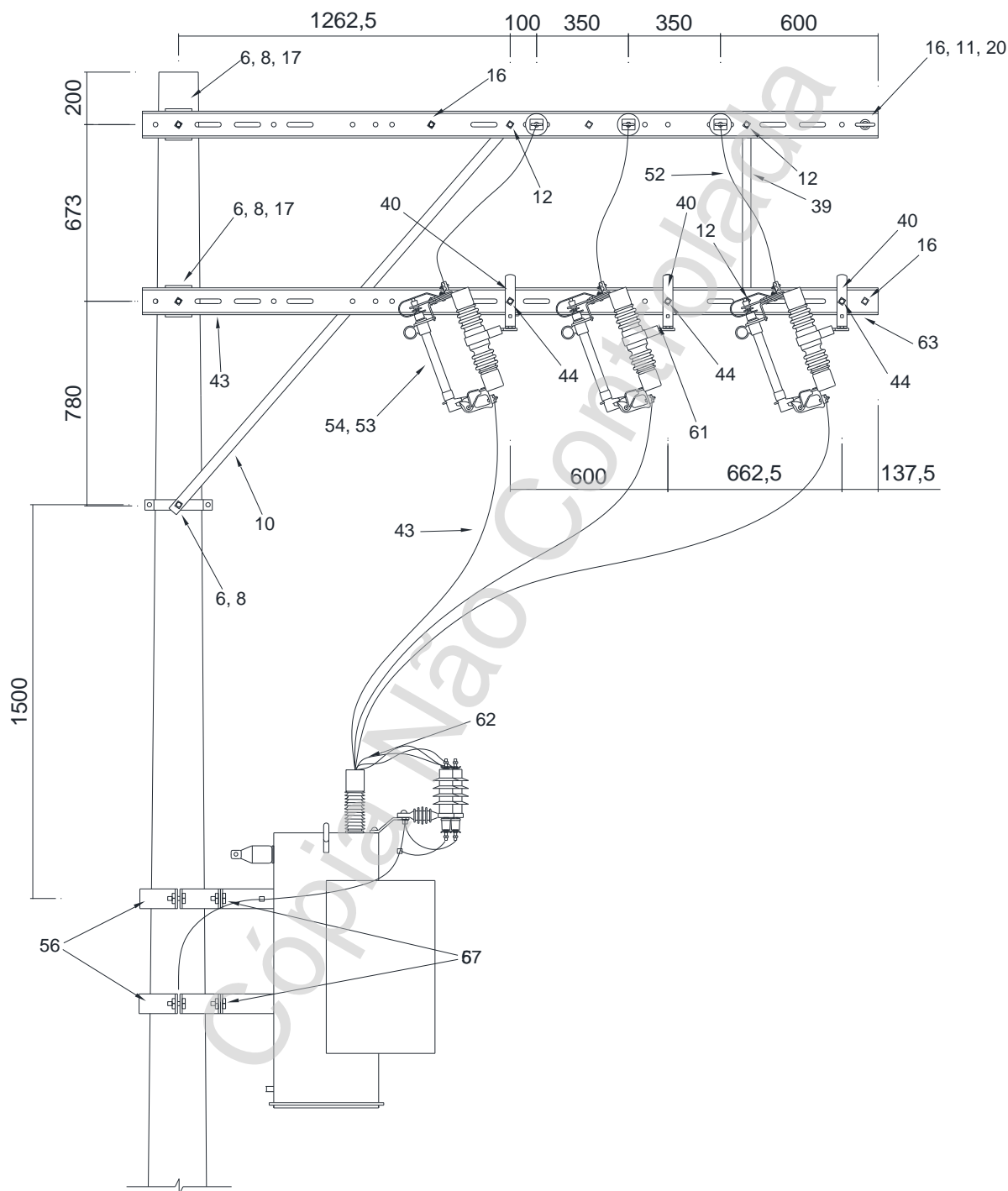
| Fixação (Vide item 0) | | | |
|-----------------------|---|---------------------------------------|------|
| 3 | 1 | Arruela Quadrada 50x3mm furo 18mm | 1210 |
| 14 | 1 | Cinta para Poste de Seção Circular | 931 |
| 15 | 1 | Parafuso de Cabeça Abaulada M16x150mm | 1312 |
| 16 | 1 | Sela para Cruzeta | 1366 |
| 17 | 2 | Suporte de Equipamento | 1371 |
| 18 | 4 | Parafuso de Cabeça Quadrada M16x50mm | 1315 |

| Ligação a Rede (Vide item 6.2) | | | |
|--------------------------------|---|------------------------------|------|
| 19 | 3 | Conector Tipo Cunha Alumínio | 2830 |

| Elo Fusível (Vide item 6.4) | | | |
|-----------------------------|---|-------------|-----|
| 20 | 3 | Elo Fusível | 954 |

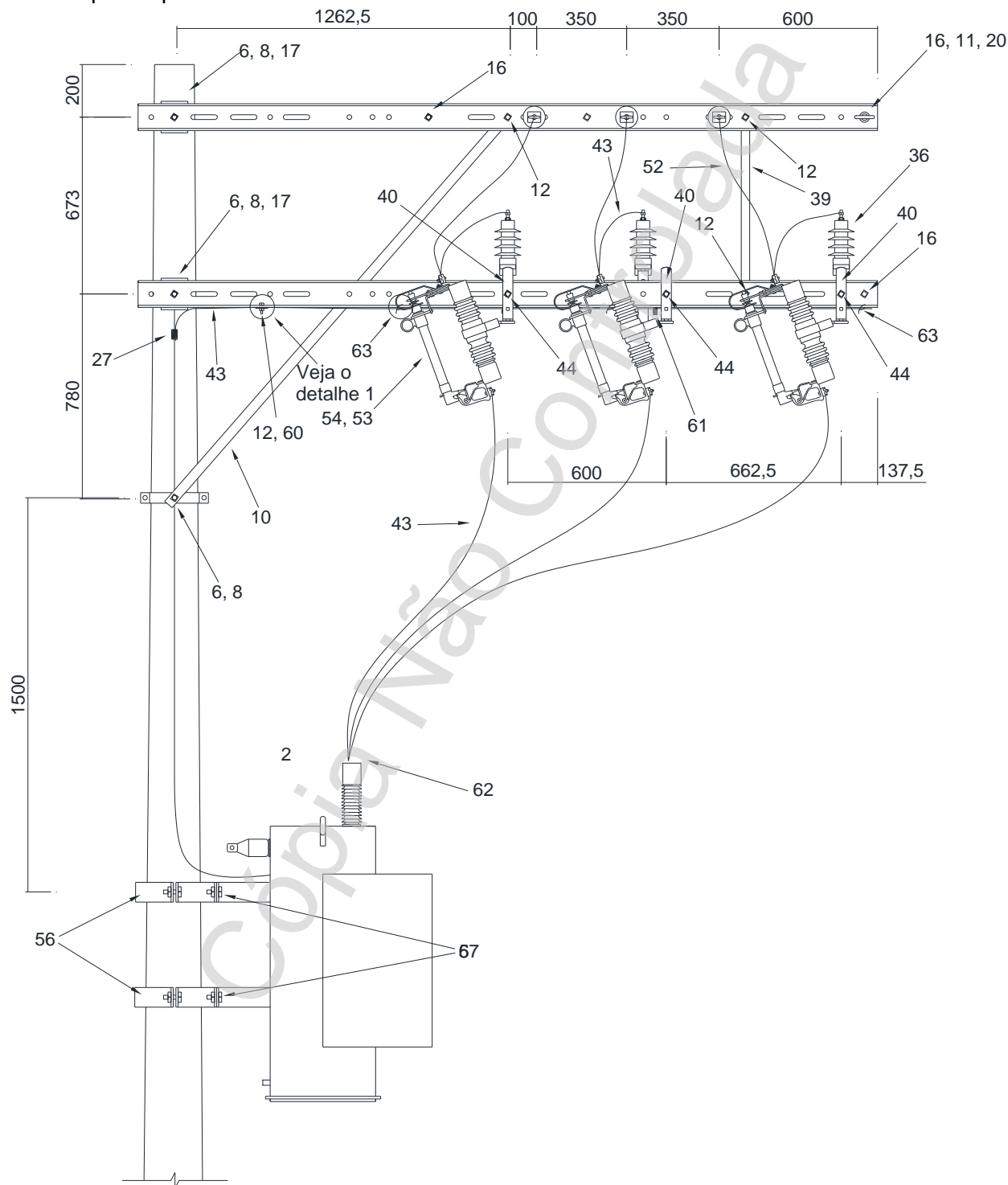
| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 53 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|

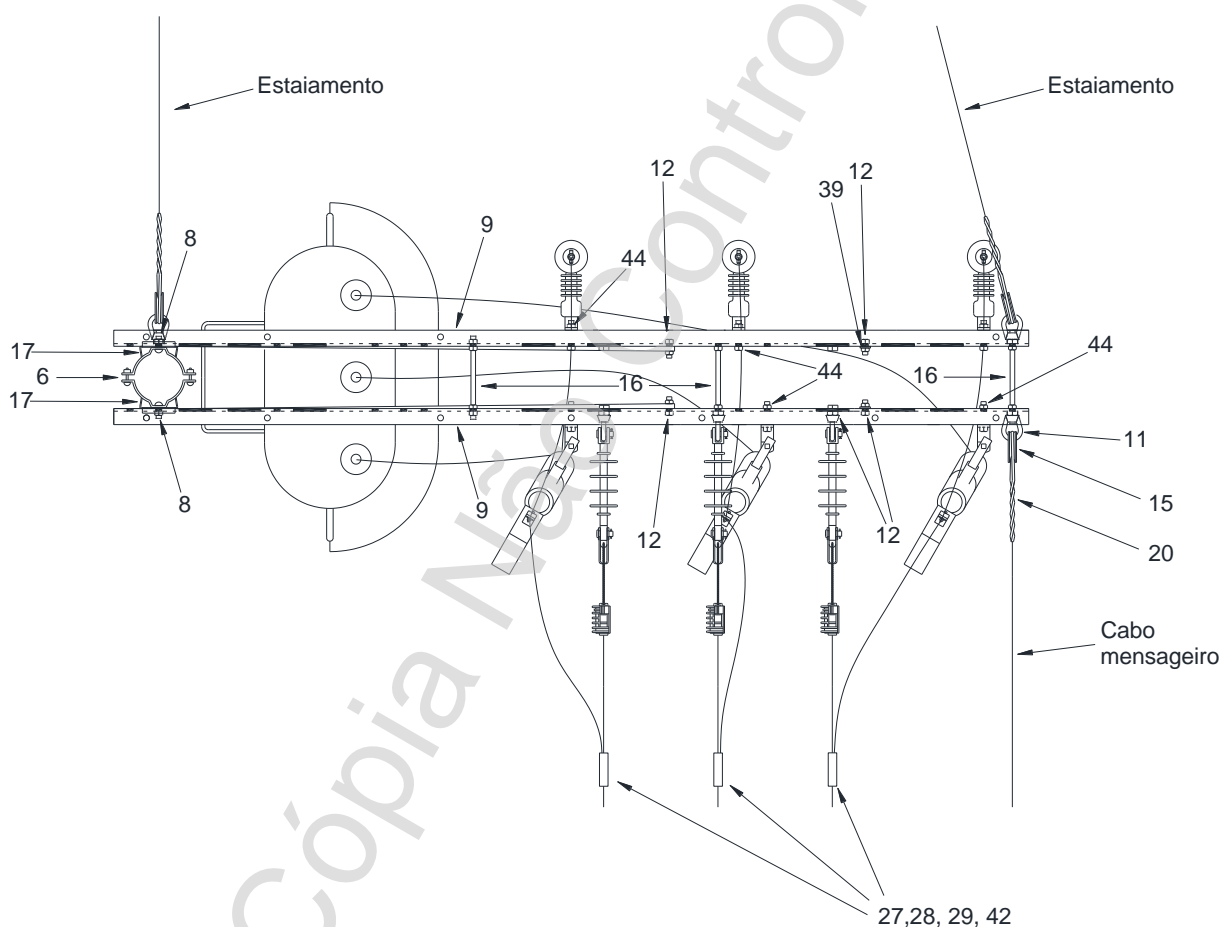
6.9.8 CETRAF -. Transformador com Estrutura Afastadora em Fim de Linha



Estrutura de transformador fora de padrão – Para-raios instalados na cruzeta:


Utilizar apenas para estruturas de transformador existentes.





Nota: Para a Estrutura Primária CE3AF, consultar documento técnico nº11847.

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 56 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|

| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

| CETRAF-1 (UnC 56268) ou CETRAF-2 (UnC 56269) | | | |
|--|------|---|------|
| Item | Qtd. | Descrição | GED |
| 9 | 2 | Cruzeta de aço de 2,80 m | 4251 |
| 12 | 5 | Parafuso de cabeça quadrada M16x40 mm | 1315 |
| 44 | 6 | Parafuso de cabeça quadrada M16x75 mm | 1315 |
| 36 | 3 | Para-raios com invólucro polimérico de 15 kV | 3224 |
| | | Para-raios com invólucro polimérico de 25 kV | |
| 39 | 2 | Mão francesa plana de 726mm | 2928 |
| 40 | 6 | Suporte L para chaves e para-raios | 1370 |
| 54 | 3 | Chave Fusível c/ Porta-fusível 100 A - 15 kV | 926 |
| | | Chave Fusível c/ Porta-fusível 100 A - 25 kV | |
| 52 | 12,8 | Cabo de Cobre coberto 16 mm ² (m) | 920 |
| 28 | 3 | Estribo | 2837 |
| 42 | 3 | Conector garra linha viva | 941 |
| 62 | 3 | Cobertura de Terminais de Equipamentos | 4253 |
| 43 | 0,50 | Fio de Cobre nu 16 mm ² (kg) | 933 |
| 61 | 3 | Conector parafuso fendido fio 10-6 x fio 10-6 * | 943 |
| 60 | 1 | Arruela quadrada 18 x 50 x 3 mm * | 1210 |
| 27 | 1 | Conector cunha alumínio CN12 | 2830 |
| 63 | 5 | Abraçadeira de nylon | 3149 |


| Elo Fusível (Vide item 6.4) | | | |
|-----------------------------|---|-------------|-----|
| 53 | 3 | Elo fusível | 954 |

| Fixação (conforme item 0) | | | |
|---------------------------|---|---------------------------------------|------|
| 6 | 1 | Cinta para poste de seção circular | 931 |
| 8 | 2 | Parafuso de cabeça abaulada M16x45 mm | 1312 |
| 16 | 3 | Parafuso espaçador | 1319 |
| 17 | 2 | Sela para cruzeta 116x110mm | 1366 |
| 56 | 2 | Suporte de equipamento | 1371 |
| 57 | 4 | Parafuso de cabeça quadrada M16x50 mm | 1315 |

| Ligação das chaves: 3E70 – UnC 12863 / 3E185 – UnC 12866 3E150 – UnC 6237 | | | |
|--|---|--|------|
| 27 | 3 | Conector cunha alumínio | 2830 |
| 29 | 3 | Cobertura para conector cunha alumínio | 5173 |

Nota: O barramento de fio de cobre do aterramento dos para-raios deverá ser fixado sob a cruzeta através de abraçadeiras de nylon (Padrão de Instalação CPFL 3149).

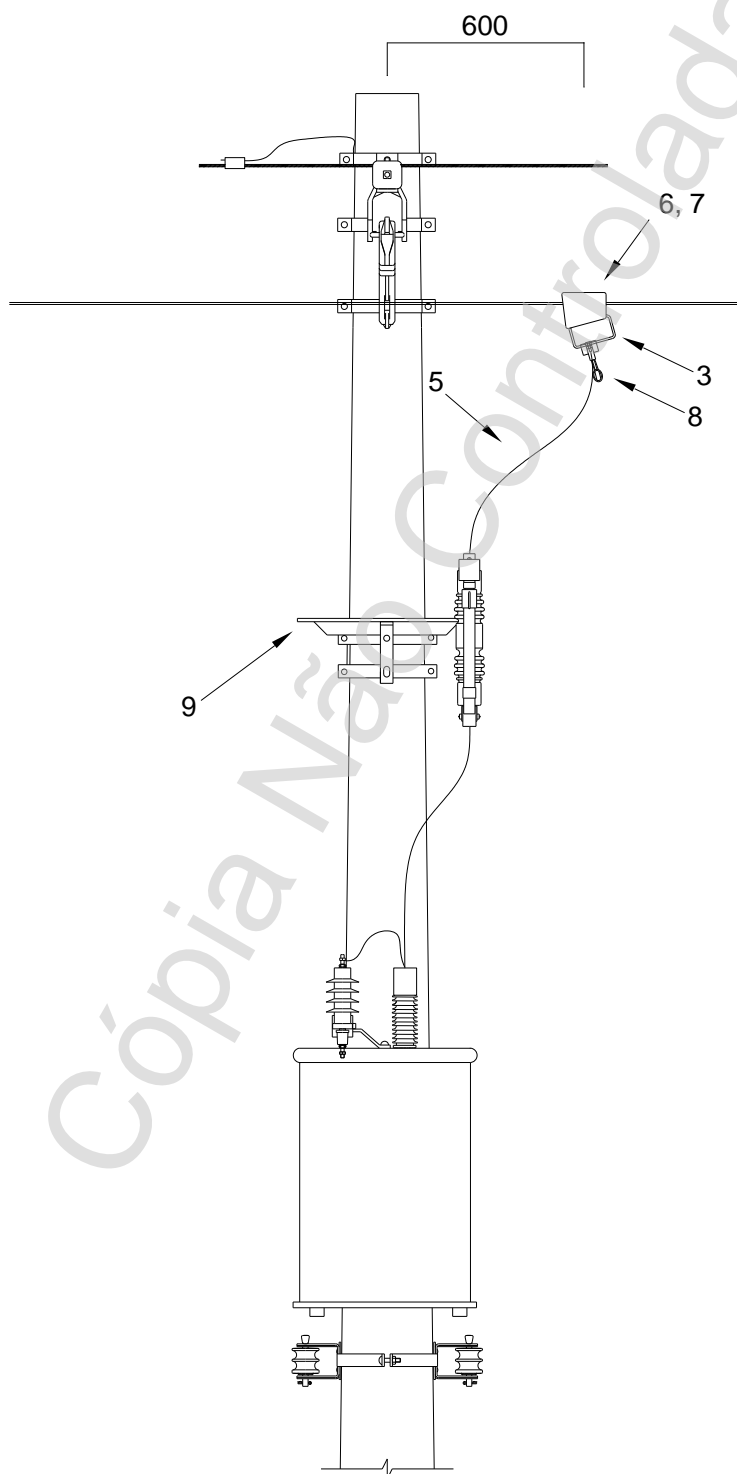
| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 57 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|

| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

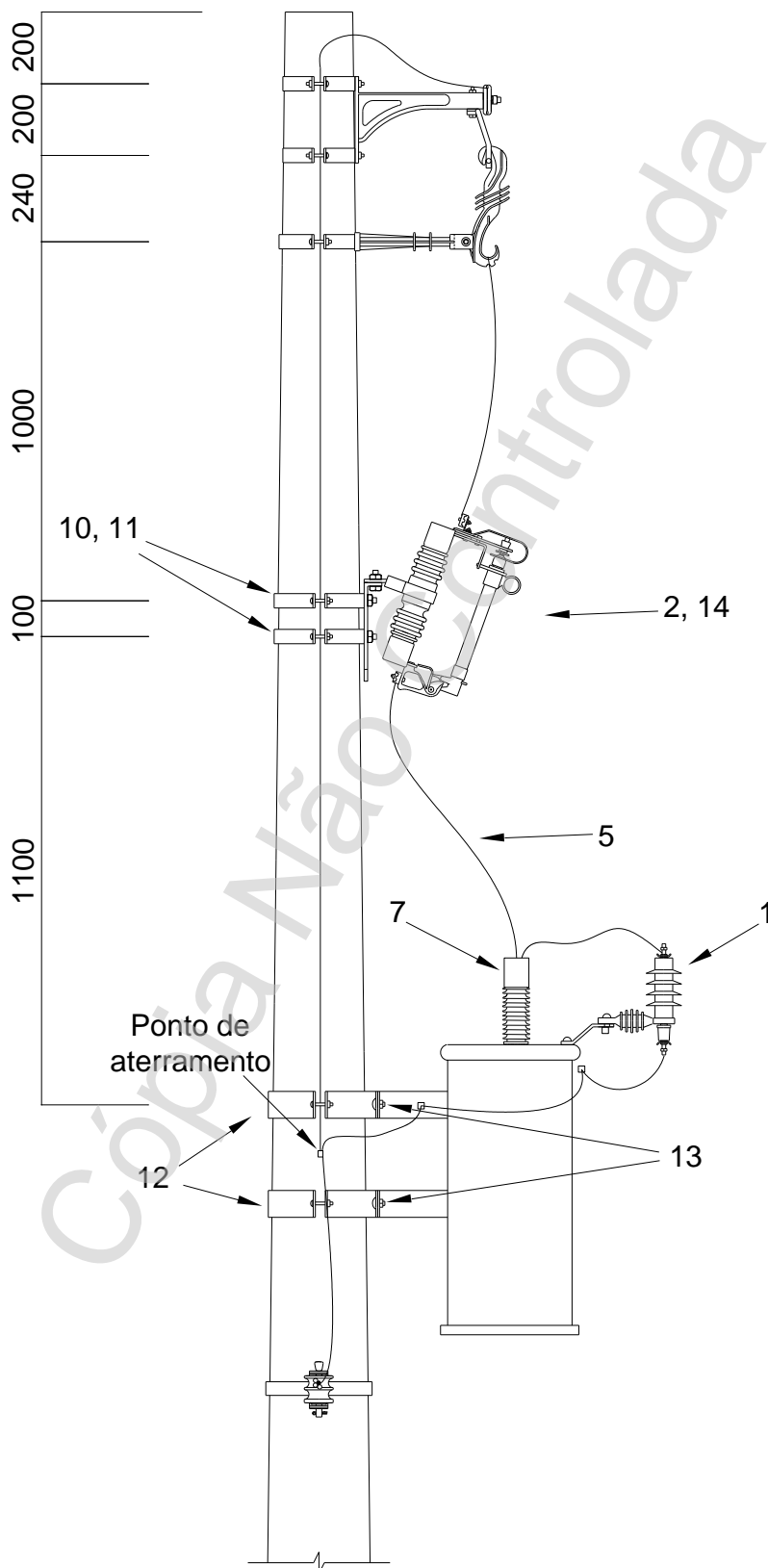
6.10 Estrutura para Transformador Monofásico

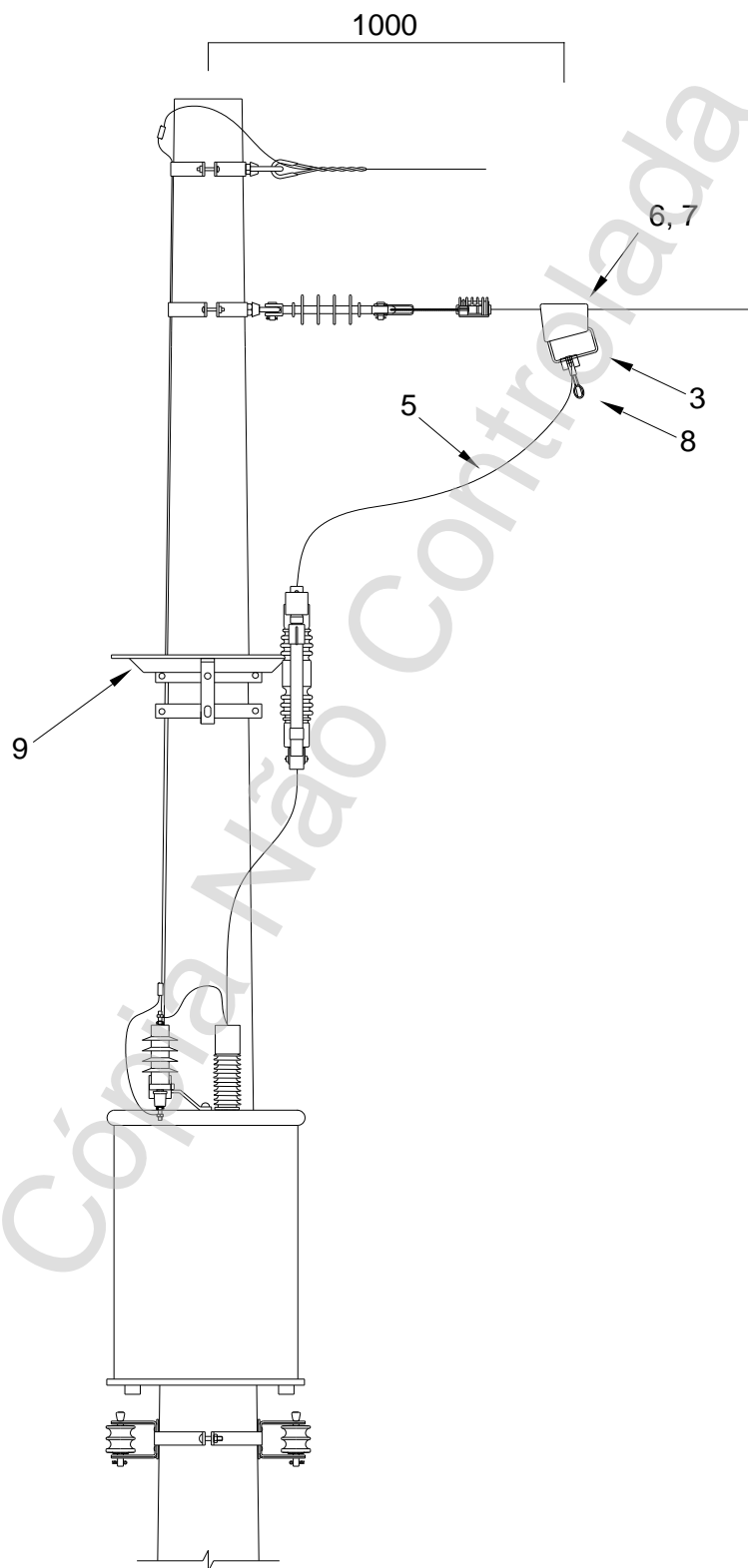
6.10.1 UCETR – Transformador Monofásico Rede Compacta

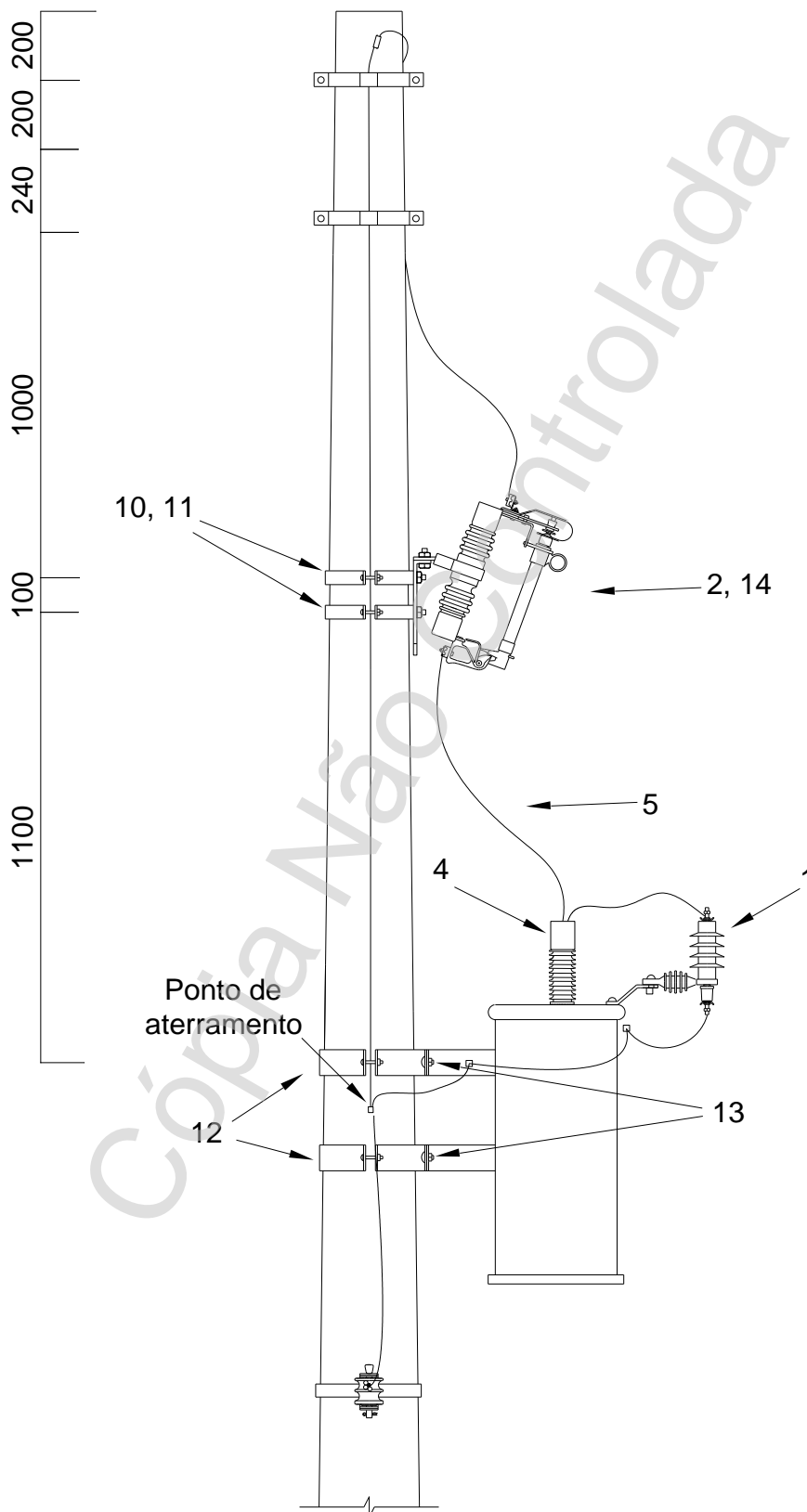
UCE1A – Tangente ou UCE3 – Fim de Linha




| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 58 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|







| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

| Estrutura UCETR | | | |
|---|------|--|------|
| Item | Qtd. | Descrição | GED |
| 1 | 1 | Para-raios com invólucro polimérico - 15 kV | 3224 |
| | | Para-raios com invólucro polimérico - 25 kV | |
| 2 | 1 | Chave Fusível c/ Porta-fusível 100 A de 15 kV | 926 |
| | | Chave Fusível c/ Porta-fusível 100 A de 25 kV | |
| 3 | 1 | Estribo | 2837 |
| 4 | 1 | Cobertura de terminais de equipamentos | 4253 |
| 5 | 4 | Cabo de cobre coberto 16 mm ² (m) | 920 |
| 6 | 1 | Conector cunha alumínio CN12 | 2830 |
| 7 | 1 | Cobertura para conector cunha alumínio | 5173 |
| 8 | 1 | Conector garra linha viva | 941 |
| 9 | 1 | Suporte T para Fixação de Ch. Fusível e Para raios | 6159 |
| Transformador em Estrutura Compacta Monofásica: UCETR-1 (10120) / UCETR-2 (10121) | | | |

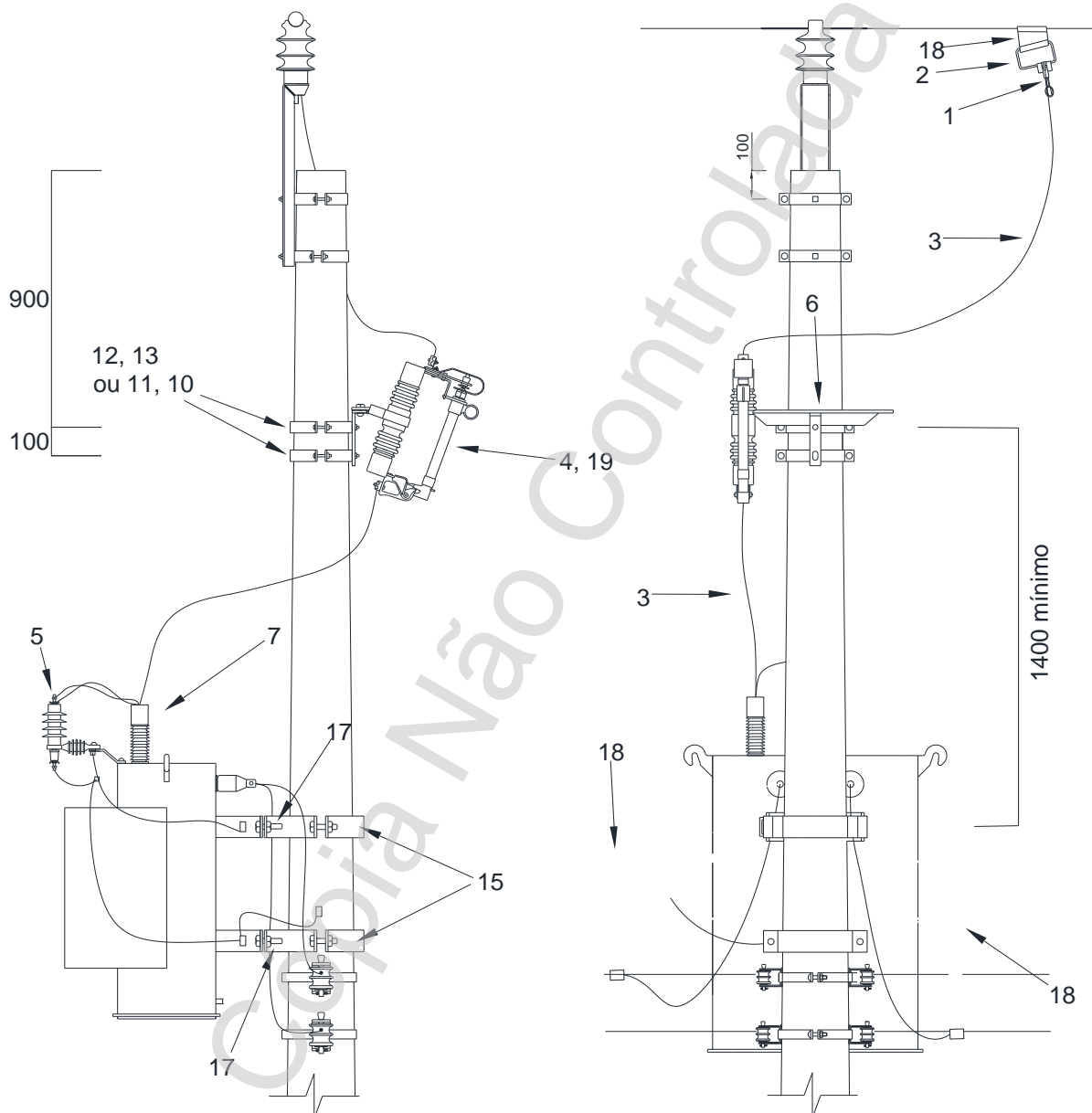
| Fixação da estrutura no poste (vide item 0) | | | |
|---|---|---|------|
| 10 | 2 | Cinta para poste de seção circular | 931 |
| 11 | 2 | Parafuso de Cabeça Abaulada M16 x 45 mm | 1312 |
| 12 | 2 | Suporte para equipamento poste de concreto circular | 1371 |
| 13 | 4 | Parafuso de cabeça quadrada M16x50mm | 1325 |


| Elo Fusível (Vide Norma Técnica CPFL 2912) | | | |
|--|---|-------------|-----|
| 14 | 1 | Elo Fusível | 954 |

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 62 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|

6.10.2 ETRU–Transformador Monofásico Rede Nua

a) Para rede tangente U1



| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

| Estrutura ETRU1 | | | |
|--|------------|--|------|
| Item | Quantidade | Descrição | GED |
| 1 | 1 | Conector garra de linha viva | 941 |
| 2 | 1 | Estribo | 2837 |
| 3 | 4 | Cabo de cobre coberto 16 mm ² (m) | 920 |
| 4 | 1 | Chave fusível 15 kV - 300 A | 926 |
| | | Chave fusível 25 kV - 300 A | |
| 5 | 1 | Para-raios com Invólucro Polimérico 15 kV | 3224 |
| | | Para-raios com Invólucro Polimérico 25 kV | |
| 6 | 1 | Suporte T para Fixação de Ch. fusível e para-raios | 6159 |
| 7 | 1 | Cobertura de Terminais de Equipamentos | 4253 |
| Transformador em Estrutura Nua Monofásica: ETRU1-1 (10120) / ETRU1-2 (10121) | | | |

| Fixação (Vide item 0) | | | |
|-----------------------|---|--|------|
| 12 | 4 | Cinta para poste seção circular | 931 |
| 13 | 2 | Parafuso cabeça abaulada M16X45mm | 1312 |
| 15 | 1 | Suporte p/ Equipamento p/ Poste circular | 1371 |
| 16 | 2 | Parafuso cabeça abaulada de M16 x 70 mm | 1312 |
| 17 | 4 | Parafuso Máquina M16 x 50 mm | 1315 |

| Conexão (Vide item 6.2) | | | |
|-------------------------|---|------------------------------|------|
| 18 | 3 | Conector tipo cunha alumínio | 2830 |

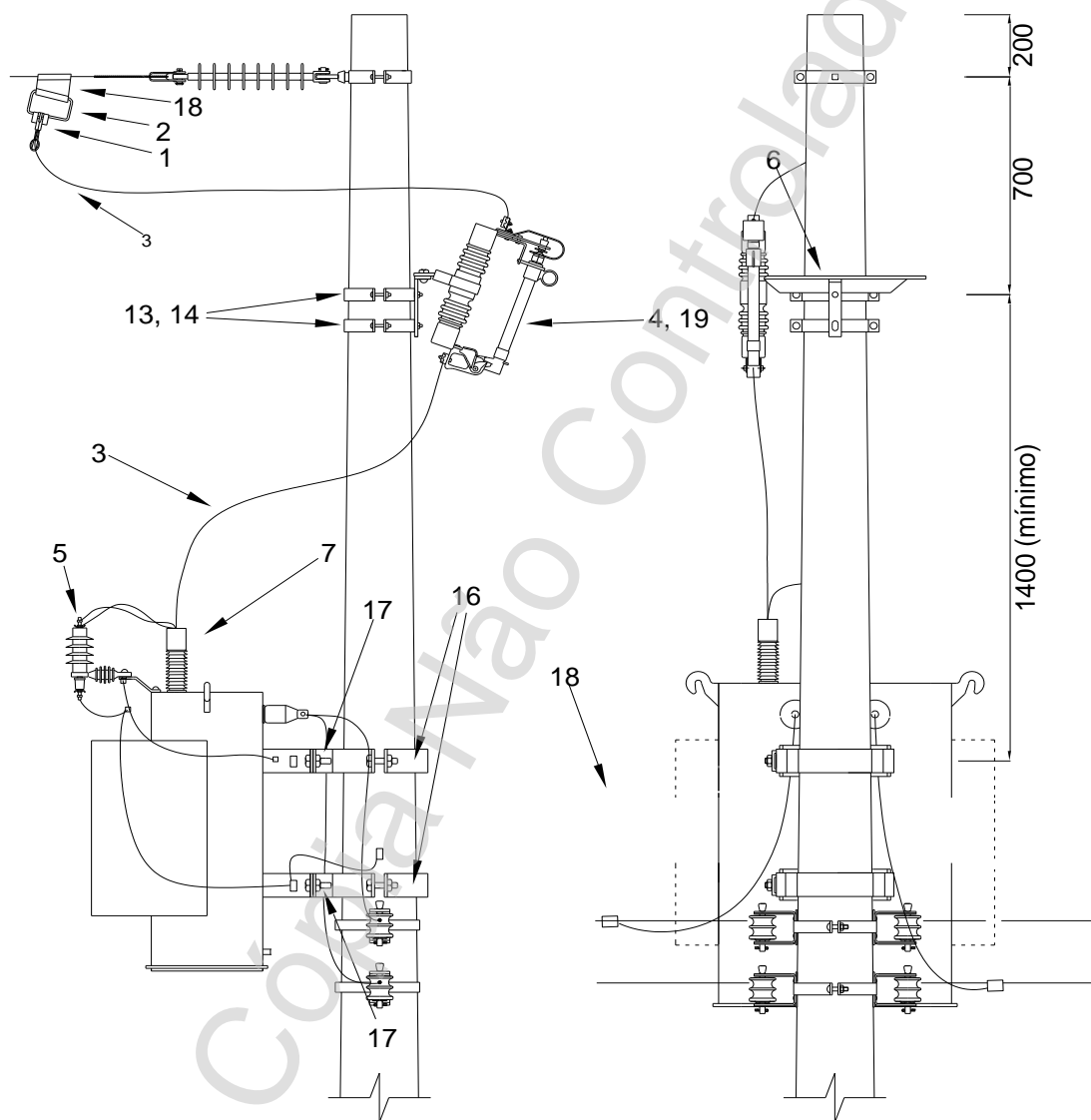
| Elo Fusível (Vide item 6.4) | | | |
|-----------------------------|---|-------------|-----|
| 19 | 1 | Elo fusível | 954 |


| Amarração (vide tabela abaixo) | | | |
|--------------------------------|---|--------------------------|------|
| 20 | 1 | Laço pré-formado de topo | 3206 |

| Cabo | Alça pré-formada (S/MO) |
|----------|-------------------------|
| 1S04 | 7784 |
| 1S02 | 80605 |
| 1S1/0 | 7762 |
| CAZ_4.87 | 10586 |
| CAZ_3.09 | 10587 |

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 64 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|

b) Para rede fim de linha -U3.



| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

| Estrutura ETRU3 | | | |
|--|------|--|------|
| Item | Qtd. | Descrição | GED |
| 1 | 1 | Conector garra de linha viva | 941 |
| 2 | 1 | Estrubo | 2837 |
| 3 | 4 | Cabo de cobre coberto 16 mm ² (m) | 920 |
| 4 | 1 | Chave fusível 15 kV - 300 A | 926 |
| | | Chave fusível 25 kV - 300 A | |
| 5 | 1 | Para-raios com Invólucro Polimérico 15 kV | 3224 |
| | | Para-raios com Invólucro Polimérico 25 kV | |
| 6 | 1 | Suporte T para Fixação de Ch. fusível e para-raios | 6159 |
| 7 | 1 | Cobertura de Terminais de Equipamentos | 4253 |
| Transformador em Estrutura Nua Monofásica: ETRU3-1 (10120) / ETRU3-2 (10121) | | | |

| Fixação (Vide item 0) | | | |
|-----------------------|---|--|------|
| 13 | 3 | Cinta para poste seção circular | 931 |
| 14 | 3 | Parafuso cabeça abaulada M16X45mm | 1312 |
| 16 | 1 | Suporte p/ Equipamento p/ Poste circular | 1371 |
| 17 | 4 | Parafuso Máquina M16 x 50 mm | 1315 |


| Conexão (Vide item 6.2) | | | |
|-------------------------|---|------------------------------|------|
| 18 | 3 | Conector tipo cunha alumínio | 2830 |

| Elo Fusível (Vide item 6.4) | | | |
|-----------------------------|---|-------------|-----|
| 19 | 1 | Elo fusível | 954 |

| Encabeçamento (vide tabela abaixo) | | | |
|------------------------------------|---|----------------------------------|------|
| 20 | 1 | Alça pré-formada de distribuição | 3200 |

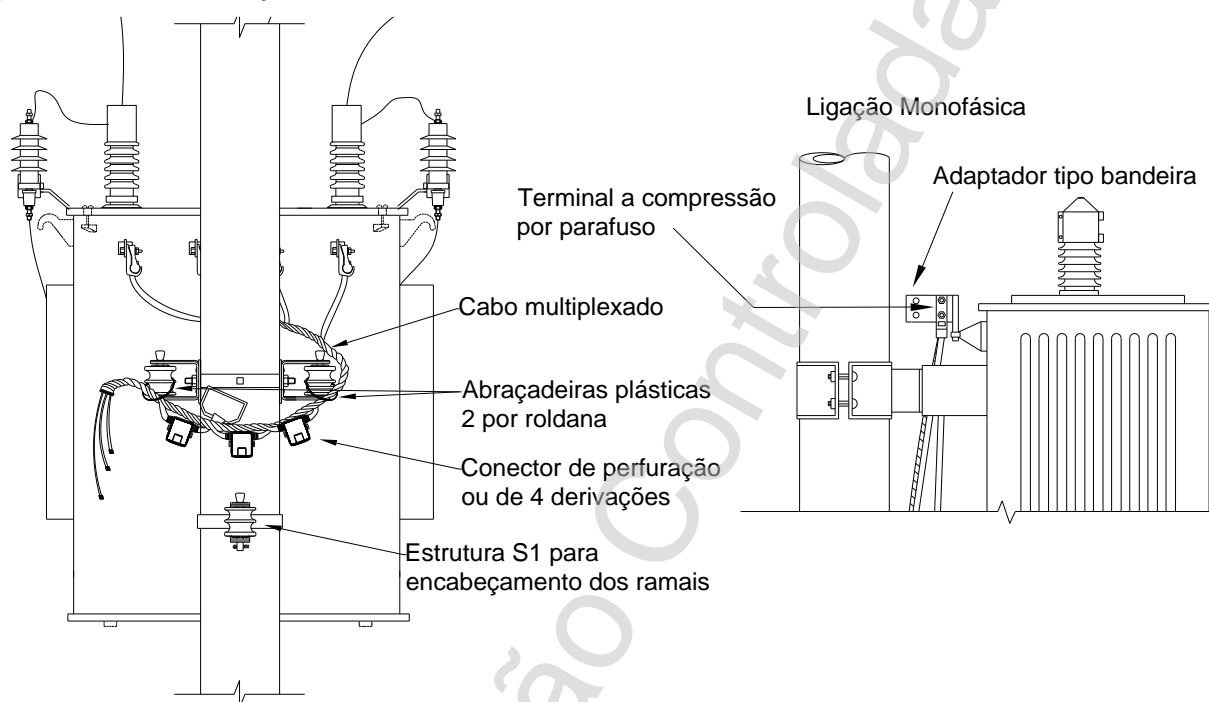
| Cabo | Alça pré-formada (S/MO) |
|----------|-------------------------|
| 1S04 | 7784 |
| 1S02 | 80605 |
| 1S1/0 | 7762 |
| CAZ_4.87 | 10586 |
| CAZ_3.09 | 10587 |

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 66 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|

| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

6.11 Montagem sem Rede Secundária para Transformador (Rural)

Para redes trifásicas e bifásicas poderá ser utilizado cabo multiplexado para conexão aos terminais secundários do transformador, conectando os clientes a partir de conectores perfurantes 4 derivações, conforme estrutura abaixo:

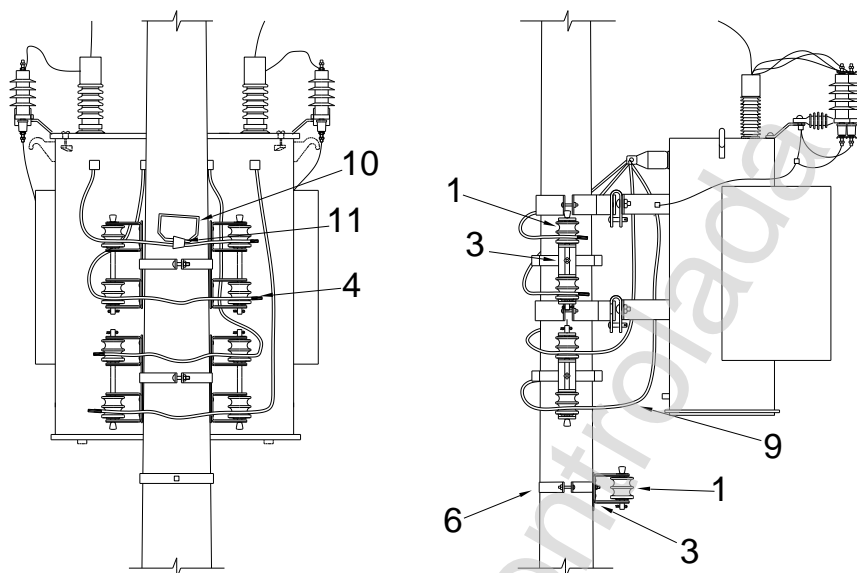


| Ligação secundário transformador – Cabo multiplexado 35 mm² – UnC 5665 50 mm² – UnC 6666 70 mm² – UnC 6667 120 mm² – UnC 6668 Monofásica – UnC 5670 | | | | |
|--|------|----|---|-------|
| Item | Qtd. | | Descrição | GED |
| | 3F | 1F | | |
| 1 | 2 | 2 | Cabo multiplexado | 921 |
| 2 | 5 | 5 | Abraçadeira plástica | 3149 |
| 3 | 3 | 1 | Conector perfuração 4 derivações | 13529 |
| 4 | 1 | 1 | Conector cunha | 2830 |
| 5 | 1 | 1 | Estribo de ligação | 2837 |
| 6 | 4 | 2 | Conector terminal a compressão por parafuso | 11365 |
| 7 | 4 | 2 | Parafuso cabeça sextavada M16x45 | 3798 |
| 8 | 4 | 2 | Parafuso cabeça sextavada M16x60 | |

Deverão ser orçadas duas estruturas de rede secundária para fixação do ramal de derivação do transformador e também ser orçada a quantidade de conjuntos de derivação necessária para atendimento aos clientes do local. Deverá, também, ser orçada estrutura S1 para encabeçamento de ramais de clientes.

Para redes monofásicas, será utilizado o cabo quadruplex de 35 mm² para conexão direto ao secundário do transformador, permanecendo os cabos restantes para futuras modificações. Deverá ser orçado adaptador tipo bandeira para estes casos, conforme item 6.3.3.

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 67 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|



Alternativamente pode ser utilizada a opção de cabos de cobre acima, devendo ser atendidas as distâncias de fixação da estrutura e equipamento transformador - ver item 6.7. A Estrutura de Transformador poderá ser voltada para Propriedade ou na Lateral.

| Estrutura Secundária S2L – 4 x Secundária S2L (61230) | | | |
|---|------|--|-------|
| Item | Qtd. | Descrição | GED |
| 1 | 8 | Isolador roldana porcelana dois leitos | 11413 |
| 3 | 4 | Armação secundária de 2 estribos c/ haste 325 mm | 907 |

| Estrutura Secundária S1L | | | |
|--------------------------|---|---|-------|
| 1 | 1 | Isolador roldana porcelana dois leitos | 11413 |
| 2 | 1 | Armação secundária de 1 estribo c/ haste 125 mm | 908 |

| Fixação da Estrutura S2L no Poste (Vide Padrão Técnico CPFL 3602) | | | |
|---|---|--------------|-----|
| 6 | 2 | Cinta de aço | 931 |

| Fixação da Estrutura S1L no Poste (Vide Padrão Técnico CPFL 3602) | | | |
|---|---|--------------|-----|
| 6 | 1 | Cinta de aço | 931 |


| Cabos de saída do transformador (Vide item 6.2) | | | |
|---|---|-----------------------------------|-----|
| 9 | 6 | Cabo de cobre isolado para 1,0 kV | 918 |

| Estribo conexão neutro transformador ramal de serviço – UnC 6484 | | | |
|--|---|--------------------|------|
| 10 | 1 | Estribo de Ligação | 2837 |

| Conexão do cabo de saída do transformador (neutro) com o estribo (vide item 6.3) | | | |
|--|---|---------------------|-----|
| 11 | 1 | Conector tipo cunha | 946 |

| Conexões dos cabos de saída do transformador com o ramal de serviço | | | |
|---|------|---------------------|-----|
| 4 | Nec. | Fita isolante preta | 959 |

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 68 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|

| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

7. CONTROLE DE REGISTROS

Não se aplica.

8. ANEXOS

Anexo 1 – Dimensionamento de postes para transformadores

1. Objetivo

Definir a metodologia e dimensionar postes para instalação de transformadores considerando os momentos fletores das forças atuantes e o peso do poste, acessórios e cabos.

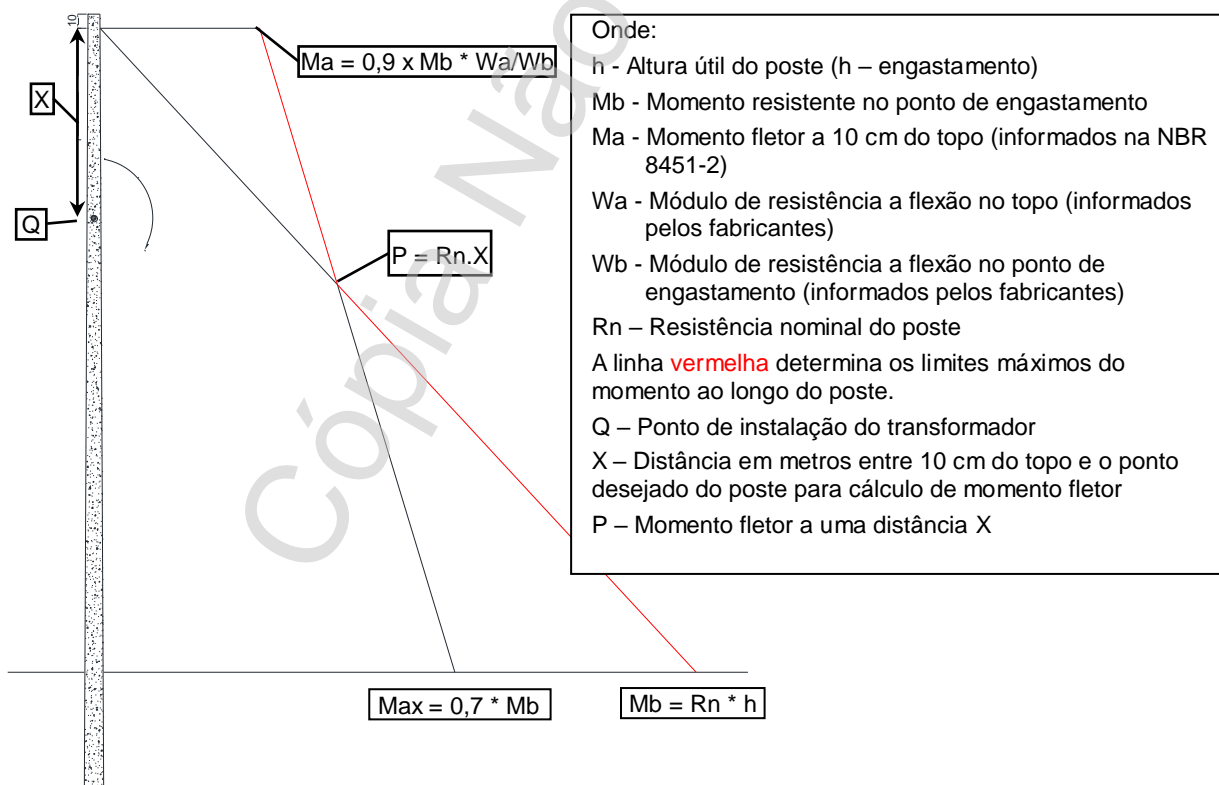
2. Metodologia

A metodologia a ser utilizada irá verificar os momentos fletores dos transformadores no ponto de instalação no poste e verificar se o poste suporta o momento calculado.


Será então calculado o esforço máximo suportado por cada tipo de poste aplicado a 20 cm do topo quando um transformador estiver instalado, sendo o esforço no mesmo sentido do momento fletor do transformador.

2.1 Diagrama de momentos fletores máximos no poste

A ABNT NBR 8451 determina o diagrama de momento fletor dos postes, conforme abaixo.



| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 69 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|

| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

2.2 Momentos fletores dos pontos principais do diagrama

Postes circulares de concreto:

| Poste | Rn (daN) | Ma (daN.m) | X (m) | P (daN.m) | Mb (daN.m) |
|-------|----------|------------|-------|-----------|------------|
| 11/4 | 400 | 600 | 3,3 | 1.320 | 3.720 |
| 11/6 | 600 | 900 | 3,3 | 1.980 | 5.580 |
| 11/10 | 1000 | 900 | 2,3 | 2.300 | 9.300 |
| 12/4 | 400 | 600 | 3,4 | 1.360 | 4.080 |
| 12/6 | 600 | 900 | 3,4 | 2.040 | 6.120 |
| 12/10 | 1000 | 900 | 2,35 | 2.350 | 10.200 |
| 13/6 | 600 | 900 | 3,5 | 2.100 | 6.660 |

Postes duplo T:

| Poste | Rn (daN) | Ma (daN.m) | X (m) | P (daN.m) | Mb (daN.m) |
|-------|----------|------------|-------|-----------|------------|
| 11/3 | 300 | 400 | 3,1 | 923 | 3.300 |
| 11/4 | 400 | 400 | 2,5 | 1.000 | 3.720 |
| 11/6 | 600 | 600 | 2,5 | 1.500 | 5.580 |
| 11/10 | 1000 | 900 | 2,35 | 2.350 | 9.300 |
| 12/4 | 400 | 400 | 2,6 | 1.040 | 4.080 |
| 12/6 | 600 | 600 | 2,6 | 1.560 | 6.120 |
| 12/10 | 1000 | 900 | 2,4 | 2.400 | 10.200 |
| 13/4 | 400 | 400 | 2,7 | 1.080 | 4.440 |
| 13/6 | 600 | 600 | 2,7 | 1.620 | 6.660 |

2.3 Distância entre a instalação do transformador até o topo do poste

| Poste | Distância do topo até o ponto Q (m) | X (m) |
|-------|-------------------------------------|-------|
| 11/3 | 2,0 | 1,9 |
| 11/4 | 2,0 | 1,9 |
| 11/6 | 2,0 | 1,9 |
| 11/10 | 2,0 | 1,9 |
| 12/4 | 2,4 | 2,3 |
| 12/6 | 2,4 | 2,3 |
| 12/10 | 2,4 | 2,3 |
| 13/4 | 3,0 | 2,9 |
| 13/6 | 3,0 | 2,9 |


2.4 Cálculo de momentos do transformador e limite máximo

2.4.1 Momento fletor do transformador no ponto de instalação no poste

| Potência (kVA) | Peso médio (kg) | Distância de momento (m)* | Momento (daN.m) |
|----------------|-----------------|---------------------------|-----------------|
| 45 | 465 | 0,41 | 191 |
| 75 | 571 | 0,51 | 291 |
| 112,5 | 820 | 0,51 | 418 |
| 150 | 905 | 0,51 | 462 |
| 225 | 1270 | 0,61 | 775 |
| 300 | 1470 | 0,61 | 897 |

*considerada a largura do transformador informada na NBR 5440.

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 70 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|

| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

2.4.2 Momento suportado pelo poste no ponto de instalação do transformador

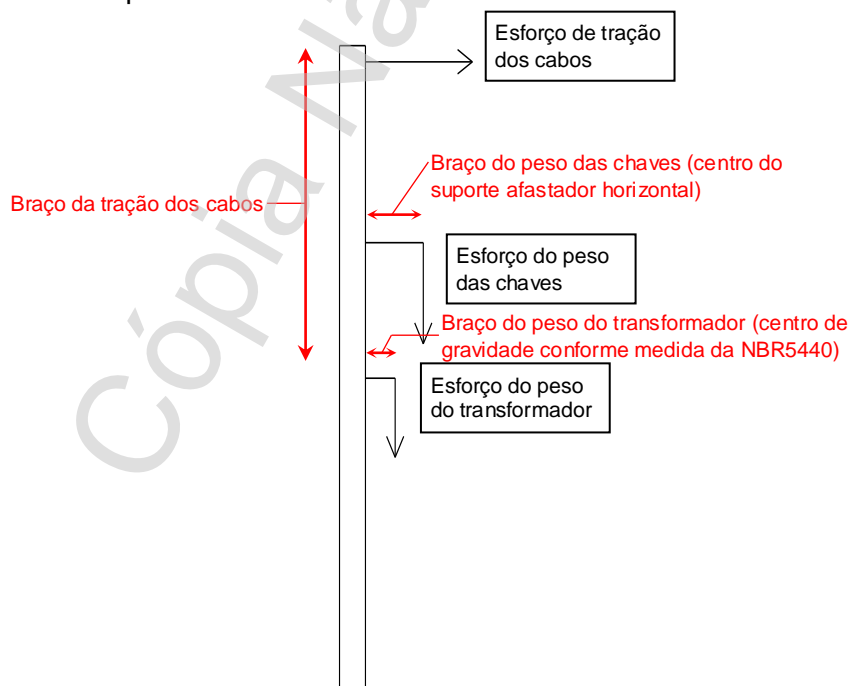
| Poste circular | Momento máximo (daN.m) | Poste duplo T | Momento máximo (daN.m) |
|----------------|------------------------|---------------|------------------------|
| 11/4 | 1.036 | 11/3 | 738 |
| 11/6 | 1.553 | 11/4 | 879 |
| 11/10 | 2.120 | 11/6 | 1.319 |
| 12/4 | 1.047 | 11/10 | 2.120 |
| 12/6 | 1.704 | 12/4 | 984 |
| 12/10 | 1.383 | 12/6 | 1.475 |
| 13/6 | 1.926 | 12/10 | 2.383 |
| | | 13/4 | 1.139 |
| | | 13/6 | 1.708 |

Para todos os postes, circular ou duplo T, o valor do momento suportado pelo poste no ponto de instalação do transformador é sempre maior que o momento provocado pelo transformador, independente da potência, de 45 kVA até 300 kVA.

2.5 Cálculo do momento fletor no ponto de instalação do transformador somado à resistência mecânica do poste


Para somarmos os momentos fletores do transformador e da tração dos condutores devemos calcular o momento fletor da tração dos cabos aplicados a 20 centímetros do topo no ponto de instalação do transformador.

As tabelas a seguir mostram os valores calculados para cada potência de transformador indicando em vermelho quando o valor do esforço máximo a 20 cm do topo for menor que a resistência nominal do poste.



Localização dos braços e das forças para cálculo dos momentos

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 71 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|

| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

2.5.1 Poste circular de concreto ou fibra de vidro

2.5.1.1 Transformador de 45 kVA

| Poste | Esforço máximo a 20 cm do topo (daN) | Distância do topo (m) | Momento Tf (daN.m) | Momento chaves fusíveis (daN.m) | Momento Rn poste (daN.m) | Momento total (daN.m) | Momento máximo poste (daN.m) | Diferença (daN.m) |
|-------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------|
| 11/4 | 400 | 2 | 191 | 38 | 720 | 949 | 1.036 | 87 |
| 11/6 | 600 | 2 | 191 | 38 | 1.080 | 1.309 | 1.553 | 244 |
| 11/10 | 1000 | 2 | 191 | 38 | 1.800 | 2.029 | 2.120 | 91 |
| 12/4 | 400 | 2,4 | 191 | 38 | 880 | 1.109 | 1.136 | 27 |
| 12/6 | 600 | 2,4 | 191 | 38 | 1.320 | 1.549 | 1.704 | 155 |
| 12/10 | 980 | 2,4 | 191 | 38 | 2.156 | 2.385 | 2.400 | 15 |
| 13/6 | 600 | 3 | 191 | 38 | 1.680 | 1.909 | 1.926 | 17 |

2.5.1.2 Transformador de 75 kVA

| Poste | Esforço máximo a 20 cm do topo (daN) | Distância do topo (m) | Momento Tf (daN.m) | Momento chaves fusíveis (daN.m) | Momento Rn poste (daN.m) | Momento total (daN.m) | Momento máximo poste (daN.m) | Diferença (daN.m) |
|-------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------|
| 11/4 | 390 | 2 | 291 | 38 | 702 | 1.032 | 1.036 | 4 |
| 11/6 | 600 | 2 | 291 | 38 | 1.080 | 1.410 | 1.553 | 143 |
| 11/10 | 990 | 2 | 291 | 38 | 1.782 | 2.112 | 2.120 | 8 |
| 12/4 | 360 | 2,4 | 291 | 38 | 792 | 1.122 | 1.136 | 14 |
| 12/6 | 600 | 2,4 | 291 | 38 | 1.320 | 1.650 | 1.704 | 54 |
| 12/10 | 940 | 2,4 | 291 | 38 | 2.068 | 2.398 | 2.400 | 2 |
| 13/6 | 570 | 3 | 291 | 38 | 1.596 | 1.926 | 1.926 | 0 |


2.5.1.3 Transformador de 112,5 kVA

| Poste | Esforço máximo a 20 cm do topo (daN) | Distância do topo (m) | Momento Tf (daN.m) | Momento chaves fusíveis (daN.m) | Momento Rn poste (daN.m) | Momento total (daN.m) | Momento máximo poste (daN.m) | Diferença (daN.m) |
|-------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------|
| 11/4 | 320 | 2 | 418 | 38 | 576 | 1.033 | 1.036 | 3 |
| 11/6 | 600 | 2 | 418 | 38 | 1.080 | 1.537 | 1.553 | 16 |
| 11/10 | 920 | 2 | 418 | 38 | 1.656 | 2.113 | 2.120 | 7 |
| 12/4 | 300 | 2,4 | 418 | 38 | 660 | 1.117 | 1.136 | 19 |
| 12/6 | 560 | 2,4 | 418 | 38 | 1.232 | 1.689 | 1.704 | 15 |
| 12/10 | 880 | 2,4 | 418 | 38 | 1.936 | 2.393 | 2.400 | 7 |
| 13/6 | 520 | 3 | 418 | 38 | 1.456 | 1.913 | 1.926 | 13 |

2.5.1.4 Transformador de 150 kVA

| Poste | Esforço máximo a 20 cm do topo (daN) | Distância do topo (m) | Momento Tf (daN.m) | Momento chaves fusíveis (daN.m) | Momento Rn poste (daN.m) | Momento total (daN.m) | Momento máximo poste (daN.m) | Diferença (daN.m) |
|-------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------|
| 11/4 | 290 | 2 | 462 | 38 | 522 | 1.022 | 1.036 | 14 |
| 11/6 | 580 | 2 | 462 | 38 | 1.044 | 1.544 | 1.553 | 9 |
| 11/10 | 900 | 2 | 462 | 38 | 1.620 | 2.120 | 2.120 | 0 |
| 12/4 | 280 | 2,4 | 462 | 38 | 616 | 1.116 | 1.136 | 20 |
| 12/6 | 540 | 2,4 | 462 | 38 | 1.188 | 1.688 | 1.704 | 16 |
| 12/10 | 860 | 2,4 | 462 | 38 | 1.892 | 2.392 | 2.400 | 8 |
| 13/6 | 500 | 3 | 462 | 38 | 1.400 | 1.900 | 1.926 | 26 |

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 72 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|

| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

2.5.1.5 Transformador de 225 kVA

| Poste | Esforço máximo a 20 cm do topo (daN) | Distância do topo (m) | Momento Tf (daN.m) | Momento chaves fusíveis (daN.m) | Momento Rn poste (daN.m) | Momento total (daN.m) | Momento máximo poste (daN.m) | Diferença (daN.m) |
|-------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------|
| 11/4 | 120 | 2 | 775 | 38 | 216 | 1.029 | 1.036 | 7 |
| 11/6 | 410 | 2 | 775 | 38 | 738 | 1.551 | 1.553 | 2 |
| 11/10 | 720 | 2 | 775 | 38 | 1.296 | 2.109 | 2.120 | 11 |
| 12/4 | 140 | 2,4 | 775 | 38 | 308 | 1.121 | 1.136 | 15 |
| 12/6 | 400 | 2,4 | 775 | 38 | 880 | 1.693 | 1.704 | 11 |
| 12/10 | 720 | 2,4 | 775 | 38 | 1.584 | 2.397 | 2.400 | 3 |
| 13/6 | 390 | 3 | 775 | 38 | 1.092 | 1.905 | 1.926 | 21 |

2.5.1.6 Transformador de 300 kVA

| Poste | Esforço máximo a 20 cm do topo (daN) | Distância do topo (m) | Momento Tf (daN.m) | Momento chaves fusíveis (daN.m) | Momento Rn poste (daN.m) | Momento total (daN.m) | Momento máximo poste (daN.m) | Diferença (daN.m) |
|-------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------|
| 11/4 | 50 | 2 | 897 | 38 | 90 | 1.025 | 1.036 | 11 |
| 11/6 | 340 | 2 | 897 | 38 | 612 | 1.547 | 1.553 | 6 |
| 11/10 | 650 | 2 | 897 | 38 | 1.170 | 2.105 | 2.120 | 15 |
| 12/4 | 90 | 2,4 | 897 | 38 | 198 | 1.133 | 1.136 | 3 |
| 12/6 | 340 | 2,4 | 897 | 38 | 748 | 1.683 | 1.704 | 21 |
| 12/10 | 660 | 2,4 | 897 | 38 | 1.452 | 2.387 | 2.400 | 13 |
| 13/6 | 350 | 3 | 897 | 38 | 980 | 1.915 | 1.926 | 11 |

2.5.2 Poste duplo T


2.5.2.1 Transformador de 45 kVA

| Poste | Esforço máximo a 20 cm do topo (daN) | Distância do topo (m) | Momento Tf (daN.m) | Momento chaves fusíveis (daN.m) | Momento Rn poste (daN.m) | Momento total (daN.m) | Momento máximo poste (daN.m) | Diferença (daN.m) |
|-------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------|
| 11/3 | 300 | 2 | 191 | 38 | 540 | 769 | 878 | 109 |
| 11/4 | 360 | 2 | 191 | 38 | 648 | 877 | 879 | 2 |
| 11/6 | 600 | 2 | 191 | 38 | 1.080 | 1.309 | 1.319 | 10 |
| 11/10 | 1000 | 2 | 191 | 38 | 1.800 | 2.029 | 2.120 | 91 |
| 12/4 | 340 | 2,4 | 191 | 38 | 748 | 977 | 984 | 7 |
| 12/6 | 560 | 2,4 | 191 | 38 | 1.232 | 1.461 | 1.475 | 14 |
| 12/10 | 970 | 2,4 | 191 | 38 | 2.134 | 2.363 | 2.383 | 20 |
| 13/4 | 340 | 3 | 191 | 38 | 952 | 1.181 | 1.200 | 19 |
| 13/6 | 560 | 3 | 191 | 38 | 1.568 | 1.797 | 1.800 | 3 |

2.5.2.2 Transformador de 75 kVA

| Poste | Esforço máximo a 20 cm do topo (daN) | Distância do topo (m) | Momento Tf (daN.m) | Momento chaves fusíveis (daN.m) | Momento Rn poste (daN.m) | Momento total (daN.m) | Momento máximo poste (daN.m) | Diferença (daN.m) |
|-------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------|
| 11/3 | 300 | 2 | 291 | 38 | 540 | 870 | 878 | 8 |
| 11/4 | 300 | 2 | 291 | 38 | 540 | 870 | 879 | 9 |
| 11/6 | 540 | 2 | 291 | 38 | 972 | 1.302 | 1.319 | 17 |
| 11/10 | 990 | 2 | 291 | 38 | 1.782 | 2.112 | 2.120 | 8 |
| 12/4 | 290 | 2,4 | 291 | 38 | 638 | 968 | 984 | 16 |
| 12/6 | 520 | 2,4 | 291 | 38 | 1.144 | 1.474 | 1.475 | 1 |
| 12/10 | 930 | 2,4 | 291 | 38 | 2.046 | 2.376 | 2.383 | 7 |
| 13/4 | 310 | 3 | 291 | 38 | 868 | 1.198 | 1.200 | 2 |
| 13/6 | 520 | 3 | 291 | 38 | 1.456 | 1.786 | 1.800 | 14 |

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 73 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|

| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

2.5.2.3 Transformador de 112,5 kVA

| Poste | Esforço máximo a 20 cm do topo (daN) | Distância do topo (m) | Momento Tf (daN.m) | Momento chaves fusíveis (daN.m) | Momento Rn poste (daN.m) | Momento total (daN.m) | Momento máximo poste (daN.m) | Diferença (daN.m) |
|-------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------|
| 11/3 | 230 | 2 | 418 | 38 | 414 | 871 | 878 | 7 |
| 11/4 | 230 | 2 | 418 | 38 | 414 | 871 | 879 | 8 |
| 11/6 | 470 | 2 | 418 | 38 | 846 | 1.303 | 1.319 | 16 |
| 11/10 | 920 | 2 | 418 | 38 | 1.656 | 2.113 | 2.120 | 7 |
| 12/4 | 230 | 2,4 | 418 | 38 | 506 | 963 | 984 | 21 |
| 12/6 | 460 | 2,4 | 418 | 38 | 1.012 | 1.469 | 1.475 | 6 |
| 12/10 | 870 | 2,4 | 418 | 38 | 1.914 | 2.371 | 2.383 | 12 |
| 13/4 | 260 | 3 | 418 | 38 | 728 | 1.185 | 1.200 | 15 |
| 13/6 | 470 | 3 | 418 | 38 | 1.316 | 1.773 | 1.800 | 27 |

2.5.2.4 Transformador de 150 kVA

| Poste | Esforço máximo a 20 cm do topo (daN) | Distância do topo (m) | Momento Tf (daN.m) | Momento chaves fusíveis (daN.m) | Momento Rn poste (daN.m) | Momento total (daN.m) | Momento máximo poste (daN.m) | Diferença (daN.m) |
|-------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------|
| 11/3 | 210 | 2 | 462 | 38 | 378 | 878 | 878 | 0 |
| 11/4 | 210 | 2 | 462 | 38 | 378 | 878 | 879 | 1 |
| 11/6 | 450 | 2 | 462 | 38 | 810 | 1.310 | 1.319 | 9 |
| 11/10 | 900 | 2 | 462 | 38 | 1.620 | 2.120 | 2.120 | 0 |
| 12/4 | 220 | 2,4 | 462 | 38 | 484 | 984 | 984 | 0 |
| 12/6 | 440 | 2,4 | 462 | 38 | 968 | 1.468 | 1.475 | 7 |
| 12/10 | 850 | 2,4 | 462 | 38 | 1.870 | 2.370 | 2.383 | 13 |
| 13/4 | 250 | 3 | 462 | 38 | 700 | 1.200 | 1.200 | 0 |
| 13/6 | 460 | 3 | 462 | 38 | 1.288 | 1.788 | 1.800 | 12 |

2.6 Cálculo de suportabilidade do solo devido à pressão do peso do poste + acessórios + equipamentos + cabos

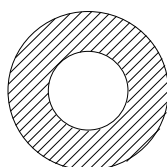
De acordo com a norma técnica nº 12752-Engastamento de postes, a pressão máxima suportada pelo solo é de 2,5 kg/cm². Portanto calculamos a área do poste em contato com o solo para engastamento simples e com base concretada. A célula em vermelho indica que o solo não suporta o peso total.

Os cabos considerados nos cálculos foram os que compõem a rede compacta com cabo 185 mm² 15 kV.


2.6.1 Poste circular de concreto ou fibra de vidro

A área da base do poste circular que fica em contato com o solo foi calculada considerando o diâmetro da base subtraindo a área oca da base, conforme a área hachurada do desenho abaixo.

Foram considerados os pesos dos acessórios (cruzetas, isoladores, chaves etc.), dos cabos e um vão de 50 metros de rede compacta 185 mm² (pior caso) e do transformador.



| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 74 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|

| | | |
|---|--|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação | |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES | |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem | |

2.6.1.1 Transformador de 45 kVA

| Poste | Peso poste (kg) | Acessór. (kg) | Cabos (kg) | Trafo (kg) | Peso total (kg) | Área poste (cm²) | Carga máxima solo (kg) | Poste c/ engast. (cm²) | Carga máxima solo (kg) |
|-------|-----------------|---------------|------------|------------|-----------------|------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 11/4 | 1.030 | 300 | 127 | 465 | 1.922 | 880 | 2.201 | 7.540 | 18.850 |
| 11/6 | 1.260 | 300 | 127 | 465 | 2.152 | 1.006 | 2.515 | 7.540 | 18.850 |
| 11/10 | 1.600 | 300 | 127 | 465 | 2.492 | 1.276 | 3.191 | 7.540 | 18.850 |
| 12/4 | 1.130 | 300 | 127 | 465 | 2.022 | 1.006 | 2.515 | 7.540 | 18.850 |
| 12/6 | 1.440 | 300 | 127 | 465 | 2.332 | 1.138 | 2.845 | 7.540 | 18.850 |
| 12/10 | 1.770 | 300 | 127 | 465 | 2.662 | 1.421 | 3.552 | 17.357 | 43.393 |
| 13/6 | 1.680 | 300 | 127 | 465 | 2.572 | 1.276 | 3.191 | 7.540 | 18.850 |

2.6.1.2 Transformador de 75 kVA

| Poste | Peso poste (kg) | Acessór. (kg) | Cabos (kg) | Trafo (kg) | Peso total (kg) | Área poste (cm²) | Carga máxima solo (kg) | Poste c/ engast. (cm²) | Carga máxima solo (kg) |
|-------|-----------------|---------------|------------|------------|-----------------|------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 11/4 | 1.030 | 300 | 127 | 571 | 2.028 | 880 | 2.201 | 7.540 | 18.850 |
| 11/6 | 1.260 | 300 | 127 | 571 | 2.258 | 1.006 | 2.515 | 7.540 | 18.850 |
| 11/10 | 1.600 | 300 | 127 | 571 | 2.598 | 1.276 | 3.191 | 7.540 | 18.850 |
| 12/4 | 1.130 | 300 | 127 | 571 | 2.128 | 1.006 | 2.515 | 7.540 | 18.850 |
| 12/6 | 1.440 | 300 | 127 | 571 | 2.438 | 1.138 | 2.845 | 7.540 | 18.850 |
| 12/10 | 1.770 | 300 | 127 | 571 | 2.768 | 1.421 | 3.552 | 17.357 | 43.393 |
| 13/6 | 1.680 | 300 | 127 | 571 | 2.678 | 1.276 | 3.191 | 7.540 | 18.850 |

2.6.1.3 Transformador de 112,5 kVA

| Poste | Peso poste (kg) | Acessór. (kg) | Cabos (kg) | Trafo (kg) | Peso total (kg) | Área poste (cm²) | Carga máxima solo (kg) | Poste c/ engast. (cm²) | Carga máxima solo (kg) |
|-------|-----------------|---------------|------------|------------|-----------------|------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 11/4 | 1.030 | 300 | 127 | 820 | 2.277 | 880 | 2.201 | 7.540 | 18.850 |
| 11/6 | 1.260 | 300 | 127 | 820 | 2.507 | 1.006 | 2.515 | 7.540 | 18.850 |
| 11/10 | 1.600 | 300 | 127 | 820 | 2.847 | 1.276 | 3.191 | 7.540 | 18.850 |
| 12/4 | 1.130 | 300 | 127 | 820 | 2.377 | 1.006 | 2.515 | 7.540 | 18.850 |
| 12/6 | 1.440 | 300 | 127 | 820 | 2.687 | 1.138 | 2.845 | 7.540 | 18.850 |
| 12/10 | 1.770 | 300 | 127 | 820 | 3.017 | 1.421 | 3.552 | 17.357 | 43.393 |
| 13/6 | 1.680 | 300 | 127 | 820 | 2.927 | 1.276 | 3.191 | 7.540 | 18.850 |


2.6.1.4 Transformador de 150 kVA

| Poste | Peso poste (kg) | Acessór. (kg) | Cabos (kg) | Trafo (kg) | Peso total (kg) | Área poste (cm²) | Carga máxima solo (kg) | Poste c/ engast. (cm²) | Carga máxima solo (kg) |
|-------|-----------------|---------------|------------|------------|-----------------|------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 11/4 | 1.030 | 300 | 127 | 905 | 2.362 | 880 | 2.201 | 7.540 | 18.850 |
| 11/6 | 1.260 | 300 | 127 | 905 | 2.592 | 1.006 | 2.515 | 7.540 | 18.850 |
| 11/10 | 1.600 | 300 | 127 | 905 | 2.932 | 1.276 | 3.191 | 7.540 | 18.850 |
| 12/4 | 1.130 | 300 | 127 | 905 | 2.462 | 1.006 | 2.515 | 7.540 | 18.850 |
| 12/6 | 1.440 | 300 | 127 | 905 | 2.772 | 1.138 | 2.845 | 7.540 | 18.850 |
| 12/10 | 1.770 | 300 | 127 | 905 | 3.102 | 1.421 | 3.552 | 17.357 | 43.393 |
| 13/6 | 1.680 | 300 | 127 | 905 | 3.012 | 1.276 | 3.191 | 7.540 | 18.850 |

2.6.1.5 Transformador de 225 kVA

| Poste | Peso poste (kg) | Acessór. (kg) | Cabos (kg) | Trafo (kg) | Peso total (kg) | Área poste (cm²) | Carga máxima solo (kg) | Poste c/ engast. (cm²) | Carga máxima solo (kg) |
|-------|-----------------|---------------|------------|------------|-----------------|------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 11/4 | 1.030 | 300 | 127 | 1.270 | 2.727 | 880 | 2.201 | 7.540 | 18.850 |
| 11/6 | 1.260 | 300 | 127 | 1.270 | 2.957 | 1.006 | 2.515 | 7.540 | 18.850 |
| 11/10 | 1.600 | 300 | 127 | 1.270 | 3.297 | 1.276 | 3.191 | 7.540 | 18.850 |
| 12/4 | 1.130 | 300 | 127 | 1.270 | 2.827 | 1.006 | 2.515 | 7.540 | 18.850 |
| 12/6 | 1.440 | 300 | 127 | 1.270 | 3.137 | 1.138 | 2.845 | 7.540 | 18.850 |
| 12/10 | 1.770 | 300 | 127 | 1.270 | 3.467 | 1.421 | 3.552 | 17.357 | 43.393 |
| 13/6 | 1.680 | 300 | 127 | 1.270 | 3.377 | 1.276 | 3.191 | 7.540 | 18.850 |

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 75 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|

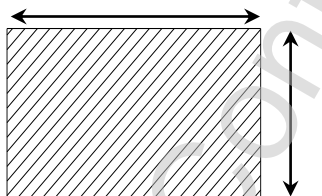
| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

2.6.1.6 Transformador de 300 kVA

| Poste | Peso poste (kg) | Acessór. (kg) | Cabos (kg) | Trafo (kg) | Peso total (kg) | Área poste (cm²) | Carga máxima solo (kg) | Poste c/ engast (cm²) | Carga máxima solo (kg) |
|-------|-----------------|---------------|------------|------------|-----------------|------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| 11/4 | 1.030 | 300 | 127 | 1.470 | 2.927 | 880 | 2.201 | 7.540 | 18.850 |
| 11/6 | 1.260 | 300 | 127 | 1.470 | 3.157 | 1.006 | 2.515 | 7.540 | 18.850 |
| 11/10 | 1.600 | 300 | 127 | 1.470 | 3.497 | 1.276 | 3.191 | 7.540 | 18.850 |
| 12/4 | 1.130 | 300 | 127 | 1.470 | 3.027 | 1.006 | 2.515 | 7.540 | 18.850 |
| 12/6 | 1.440 | 300 | 127 | 1.470 | 3.337 | 1.138 | 2.845 | 7.540 | 18.850 |
| 12/10 | 1.770 | 300 | 127 | 1.470 | 3.667 | 1.421 | 3.552 | 17.357 | 43.393 |
| 13/6 | 1.680 | 300 | 127 | 1.470 | 3.577 | 1.276 | 3.191 | 7.540 | 18.850 |

2.6.2 Poste duplo T

A área da base do poste duplo T que fica em contato com o solo foi calculada considerando as dimensões de largura e comprimento do poste, conforme desenho abaixo:



2.6.2.1 Transformador de 300 kVA

| Poste | Peso poste (kg) | Acessór. (kg) | Cabos (kg) | Trafo (kg) | Peso total (kg) | Área Poste (cm²) | A (cm) | B (cm) | Carga máxima solo (kg) |
|-------|-----------------|---------------|------------|------------|-----------------|------------------|--------|--------|------------------------|
| 11/3 | 1.050 | 300 | 127 | 1.470 | 2.947 | 1.478 | 44,8 | 33,0 | 3.696 |
| 11/4 | 1.050 | 300 | 127 | 1.470 | 2.947 | 1.478 | 44,8 | 33,0 | 3.696 |
| 11/6 | 1.050 | 300 | 127 | 1.470 | 2.947 | 1.478 | 44,8 | 33,0 | 3.696 |
| 11/10 | 1.450 | 300 | 127 | 1.470 | 3.347 | 1.764 | 49,0 | 36,0 | 4.410 |
| 12/4 | 1.210 | 300 | 127 | 1.470 | 3.107 | 1.666 | 47,6 | 35,0 | 4.165 |
| 12/6 | 1.210 | 300 | 127 | 1.470 | 3.107 | 1.666 | 47,6 | 35,0 | 4.165 |
| 12/10 | 1.900 | 300 | 127 | 1.470 | 3.797 | 1.968 | 51,8 | 38,0 | 4.921 |
| 13/4 | 1.400 | 300 | 127 | 1.470 | 3.297 | 1.865 | 50,4 | 37,0 | 4.662 |
| 13/6 | 1.400 | 300 | 127 | 1.470 | 3.297 | 1.865 | 50,4 | 37,0 | 4.662 |

Com isso podemos afirmar que todos os postes duplo T não necessitam de base concretada quando o esforço for somente do transformador.

3. Considerações e critério geral para dimensionamento de postes para instalação de transformadores e esforço da rede


Considerando os itens 2.4.1 e 2.4.2, certifica-se que o transformador de 150 kVA apresenta um momento resultante de 462 daN. Este momento está abaixo do menor valor máximo suportado pelos postes que é de 738 daN do poste duplo T de 11 metros de 300 daN. Para os postes circulares, o momento dos transformadores até 300 kVA é sempre menor que o suportado pelos postes.

Considerando o item 2.6.1, é possível verificar que a instalação de transformadores de potência a partir de 112,5 kVA exige a concretagem da base para algum dos postes circulares.

Considerando o item 2.6.2, verifica-se que para qualquer potência de transformador não é necessária a concretagem de base para os postes duplo T.

Portanto, definindo um critério único e mais simplificado, obtêm-se que:

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 76 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|

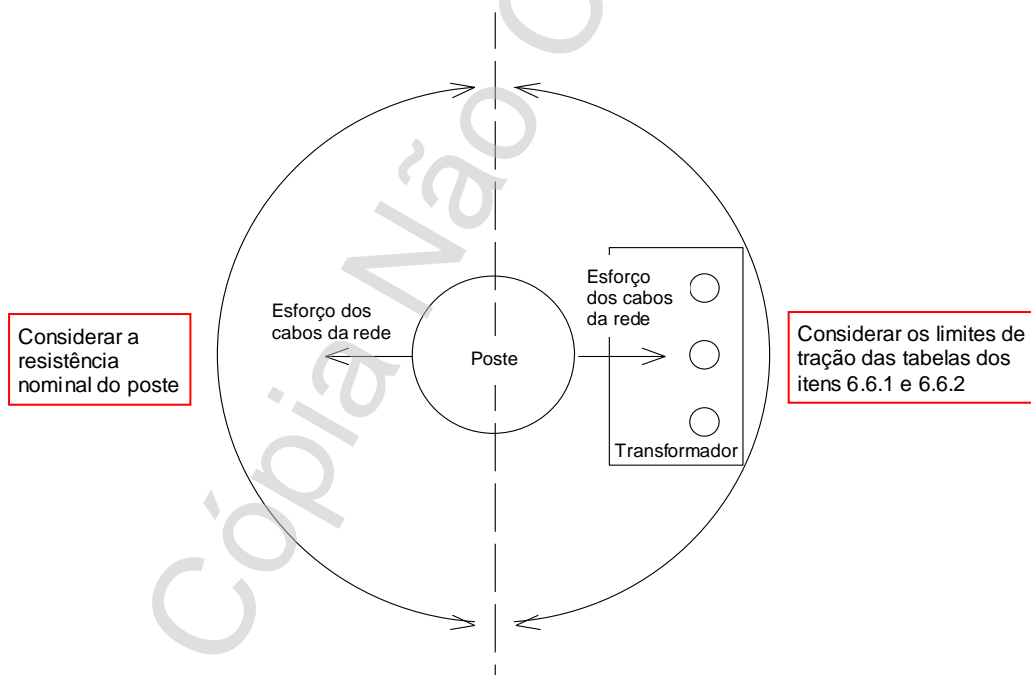
| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

- **Em postes de concreto ou fibra de vidro circular, com resistência nominal igual ou maior que 400 daN, em redes tangentes, ou seja, esforço resultante de cabos da rede primária, secundária e ocupantes seja próximo de zero, podem ser instalados transformadores de potência de até 300 kVA, realizando o reforço da base através de base concretada. Em postes duplo T, com resistência nominal igual ou maior que 300 daN, podem ser instalados transformadores até 150 kVA, sem reforço de base, podendo ser utilizados parafusos para fixação.**


Considerando os itens 2.5.1 e 2.5.2, onde temos algumas restrições do máximo esforço disponível para tração dos postes quando existe um transformador instalado, são definidos os critérios abaixo:

- **Quando existirem esforços das redes que contribuam para o sentido do momento resultante do transformador no poste, menor que 90° para qualquer um dos lados, seguir os limites definidos nas tabelas dos itens 2.5.1 e 2.5.2.**
- **Quando a resultante dos esforços for em outro sentido defasado de 90° ou mais, para ambos os lados, do sentido do momento do transformador, pode ser utilizado como limite máximo de tração a resistência nominal do poste.**

A figura abaixo mostra estes critérios em forma ilustrativa:



| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 77 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|

| | |
|---|--|
|  | Tipo de Documento: Padrão de Instalação |
| | Área: REDN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES |
| | Título do Documento: Rede Primária Nua e Compacta 15kV e 25kV - Transformador com Suporte para Para-raios - Montagem |

9. REGISTRO DE ALTERAÇÕES

9.1 Colaboradores

| Empresa | Área | Nome |
|------------------|------|-----------------------------------|
| CPFL Paulista | REDN | Marcelo de Moraes |
| CPFL Paulista | REDN | Felipe Moretti de Souza |
| CPFL Piratininga | REDN | Celso Rogério Tomachuk dos Santos |
| CPFL Santa Cruz | REDN | Márcio de Castro Mariano Silva |

9.2 Alterações

| Versão Anterior | Data da Versão Anterior | Alterações em relação à Versão Anterior |
|-----------------|-------------------------|---|
| --- | --- | Publicação do documento. |
| 1.0 | 24/08/2022 | Atualização das UnCs de fixação da Estrutura ETRN. Inclusão de exemplo de montagem em fim de linha da estrutura ETRS. Atualizado o item para locais sem redes secundárias. |
| 1.2 | 13/12/2022 | Inserido o desenho de estrutura de transformador CETRB com CEAF em primeiro nível. Atualizadas as UnCs de fixação da estrutura ETRS. |
| 1.3 | 13/02/2023 | Inserida tabela de ligação de cabos multiplexados para saída secundária de transformadores de acordo com classe de tensão e potência de transformador. |
| 1.4 | 04/05/2023 | Alteração do critério de utilização de postes em função da potência dos transformadores. Inclusão do anexo com a metodologia dos cálculos. Revisado o item de Ligação de transformador na rede secundária. |
| 1.5 | 03/11/2023 | Atualizadas as UnCs das estruturas com transformador monofásicas. Atualizadas as UnCs para fixação das estruturas ETRN, ETRM e ETRS. |

Nota: O conhecimento das alterações apresentadas neste item não isenta da leitura integral deste documento.

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|
| N.Documento: 19287 | Categoria: Operacional | Versão: 7.0 | Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues | Data Publicação: 12/12/2023 | Página: 78 de 78 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|