

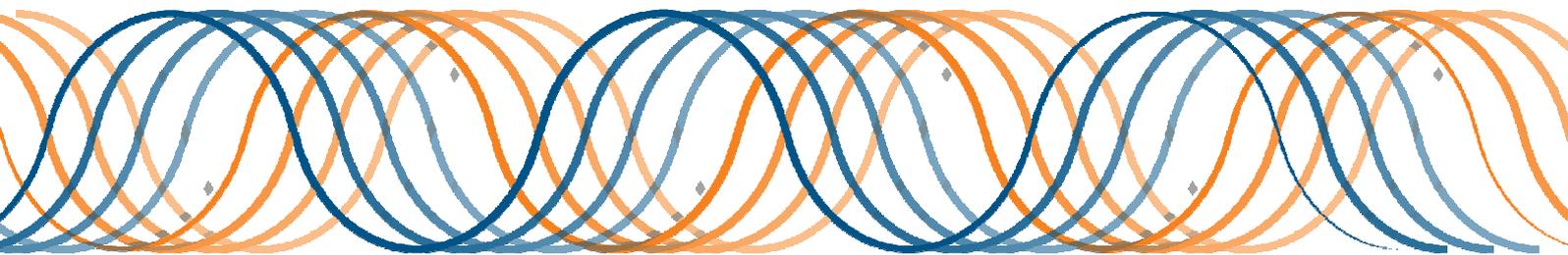


NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO

NTD - 1.05

**CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE
CONSTRUÇÃO DE ESTAÇÕES
TRANSFORMADORAS**

2ª EDIÇÃO



JULHO - 2014

**DIRETORIA DE ENGENHARIA
SUPERINTENDÊNCIA DE PLANEJAMENTO E PROJETOS
GERÊNCIA DE NORMATIZAÇÃO E TECNOLOGIA**

FICHA TÉCNICA

Coordenação: Ricardo Bernardo da Silva

Participantes:, Celso Nogueira da Mota, Ricardo Bernardo da Silva.

2ª Edição: Critérios de projeto e padrões de distribuição subterrânea.

Colaboradores: Dione José de Souza, Edimar de Oliveira.

GRNT - Gerência de Normatização e Tecnologia

FAX: 3465-9291

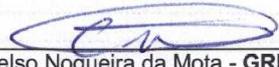
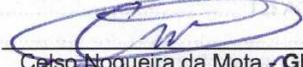
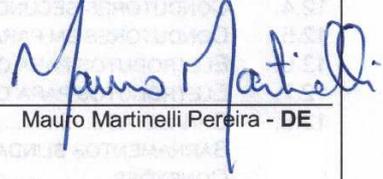
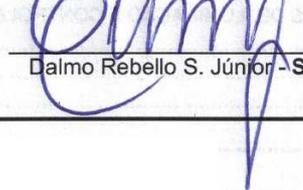
Fone: 3465-9290

NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO

NTD – 1.05

JUL/2014

CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONSTRUÇÃO DE
ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS

Preparado	Aprovado	Homologado
 Celso Nogueira da Mota - GRNT	 Celso Nogueira da Mota - GRNT	 Mauro Martinelli Pereira - DE
 Ricardo Bernardo da Silva - GRPS	 Dalmo Rebello S. Júnior - SPP	

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	5
2. OBJETIVO	5
3. CAMPO DE APLICAÇÃO	5
4. NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES.....	6
5. TERMINOLOGIAS E DEFINIÇÕES.....	8
6. INFORMAÇÕES PRELIMINARES.....	15
6.1. REGULAMENTAÇÃO.....	15
6.2. COMPETÊNCIA DAS PESSOAS	16
6.3. FLEXIBILIDADE DO PROJETO	17
6.4. PROJETO ELABORADO POR TERCEIROS.....	17
6.5. LEVANTAMENTO EM CAMPO	17
6.6. TENSÕES PADRONIZADAS.....	18
6.7. LIMITES DE FORNECIMENTO.....	18
6.8. INDEPENDÊNCIA DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA	19
6.9. ESPAÇAMENTOS MÍNIMOS DE SEGURANÇA	19
6.10. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	20
7. SIMBOLOGIA PADRONIZADA	20
8. DETERMINAÇÃO DA POTÊNCIA INSTALADA.....	20
9. ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS PADRONIZADAS.....	21
9.1. CONDIÇÕES GERAIS.....	21
9.2. POTÊNCIA DOS TRANSFORMADORES.....	22
9.3. CORRENTES EFICAZES.....	22
10. LOCALIZAÇÃO DA ET.....	23
10.1. CONDIÇÕES GERAIS.....	23
10.2. REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LOCAÇÃO E DETERMINAÇÃO DO TIPO DA ET:	24
11. SISTEMA DE ATERRAMENTO	26
11.1. ESQUEMA DE ATERRAMENTO.....	26
11.2. MALHA DE ATERRAMENTO	26
11.3. RESISTÊNCIA DE ATERRAMENTO	27
11.4. CONDUTORES DE PROTEÇÃO E DE EQUIPOTENCIALIDADE.....	28
11.5. CONEXÕES.....	29
11.6. ATERRAMENTO TEMPORÁRIO	30
12. LINHAS ELÉTRICAS	31
12.1. CONDUTORES PRIMÁRIOS DA RDS	31
12.2. CONDUTORES PRIMÁRIOS DA ET	31
12.3. CONDUTORES SECUNDÁRIOS DA RDS.....	32
12.4. CONDUTORES SECUNDÁRIOS DA ET	33
12.5. CONDUTORES EM PARALELO	34
12.6. ELETRODUTOS PARA OS CABOS DE POTÊNCIA.....	34
12.7. ELETRODUTOS PARA OS CABOS DE ILUMINAÇÃO E CONTROLE.....	36
12.8. CANALETAS	36
12.9. BARRAMENTOS BLINDADOS	37
12.10. CONEXÕES.....	40
13. VENTILAÇÃO.....	40
13.1. VENTILAÇÃO NATURAL	41
13.2. VENTILAÇÃO FORÇADA	42
14. ILUMINAÇÃO E TOMADA.....	43

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 3/134
---	--	--

14.1.	ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL.....	43
14.2.	PONTOS DE TOMADA.....	44
15.	PROTEÇÃO CONTRA SOBRECORRENTES NA AT.....	44
15.1.	ARRANJO RADIAL SIMPLES.....	44
15.2.	ARRANJO RADIAL DRS.....	45
15.3.	ARRANJO PRIMÁRIO SELETIVO.....	45
15.4.	ARRANJO PRIMÁRIO EM ANEL ABERTO.....	45
15.5.	ARRANJO RETICULADO DEDICADO.....	46
15.6.	SELETIVIDADE.....	46
16.	PROTEÇÃO CONTRA SOBRECORRENTES NA BT.....	46
16.1.	PROTEÇÃO GERAL NA BT.....	46
16.2.	PROTEÇÃO NA SAÍDA DO CBT.....	47
16.3.	SELETIVIDADE.....	47
17.	PROTEÇÃO CONTRA SOBRETENSÕES.....	48
18.	PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO.....	48
19.	CHAVES DE TRANSFERÊNCIA AUTOMÁTICA.....	49
20.	CRITÉRIOS PARA UTILIZAÇÃO DE CHAVES PRIMÁRIAS.....	52
20.1.	ARRANJO RADIAL SIMPLES.....	52
20.2.	ARRANJO RADIAL DRS.....	52
20.3.	ARRANJO PRIMÁRIO SELETIVO.....	52
20.4.	ARRANJO PRIMÁRIO EM ANEL ABERTO.....	53
20.5.	ARRANJO RETICULADO DEDICADO.....	53
21.	CRITÉRIOS PARA UTILIZAÇÃO DE TRANSFORMADORES.....	53
21.1.	CONDIÇÕES GERAIS.....	53
21.2.	TRANSFORMADORES EM PARALELO.....	54
21.3.	MONITORAMENTO DA TEMPERATURA DO TRANSFORMADOR.....	54
21.4.	RECIPIENTE DE COLETA DE ÓLEO.....	55
21.5.	CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS.....	56
22.	CRITÉRIOS PARA UTILIZAÇÃO DO CBT.....	56
23.	IDENTIFICAÇÃO DOS COMPONENTES.....	58
23.1.	IDENTIFICAÇÃO DOS CONDUTORES.....	58
23.2.	IDENTIFICAÇÃO DOS CIRCUITOS.....	58
23.3.	IDENTIFICAÇÃO DAS POSIÇÕES OPERACIONAIS.....	59
23.4.	IDENTIFICAÇÃO DA ET.....	61
24.	EDIFICAÇÕES E OBRAS CIVIS.....	612
24.1.	CONDIÇÕES GERAIS.....	612
24.2.	LAJE DE PISO.....	62
24.3.	PAREDES.....	62
24.4.	LAJE DE COBERTURA.....	62
24.5.	REVESTIMENTO.....	62
24.6.	PINTURA.....	63
25.	CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DA ET EM PEDESTAL.....	63
25.1.	CONDIÇÕES GERAIS.....	63
25.2.	CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS.....	64
25.3.	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS.....	64
26.	CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DA ET ABRIGADA.....	65
26.1.	CONDIÇÕES GERAIS.....	65
26.2.	CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS.....	65
26.3.	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS.....	67

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 4/134
---	--	--

27. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DA ET PRÉ-FABRICADA.....	68
27.1. CONDIÇÕES GERAIS.....	68
27.2. CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS.....	69
27.3. CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS	69
28. U.C. COM MAIS DE UMA ENTRADA DE ENERGIA	70
28.1. CONDIÇÕES GERAIS.....	70
28.2. FORNECIMENTO EM TENSÃO SECUNDÁRIA	70
28.3. FORNECIMENTO EM TENSÃO PRIMÁRIA	71
29. U.C. COM MAIS DE UMA ENTRADA DE ENERGIA	72
29.1. CONDIÇÕES GERAIS.....	72
29.2. FORNECIMENTO EM TENSÃO SECUNDÁRIA	72
29.3. FORNECIMENTO EM TENSÃO PRIMÁRIA	72
30. TELECOMANDO E AUTOMATISMO	73
31. DOCUMENTAÇÃO DA INSTALAÇÃO	73
31.1. CONDIÇÕES GERAIS.....	73
31.2. ESQUEMA UNIFILAR.....	74
31.3. PLANTAS.....	74
31.4. MEMORIAL DESCRITIVO.....	74
32. VERIFICAÇÃO FINAL DAS INSTALAÇÕES	75
DESENHOS	76
ANEXO A - DETALHES DA MALHA DE ATERRAMENTO.....	117
ANEXO B - CRITÉRIOS PARA SELETIVIDADE.....	118
ANEXO C - MODELO DE MEMORIAL DESCRITIVO.....	123

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONSTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 5/134
---	---	--

1. INTRODUÇÃO

As informações contidas nesta norma foram elaboradas observando a experiência adquirida pelo corpo técnico da CEB-D e os avanços tecnológicos já testados e aprovados, bem como as normas da ABNT, as recomendações dos relatórios da ABRADDEE, as resoluções da ANEEL e em especial a Norma Regulamentadora nº 10 expedida pelo Ministério do Trabalho e Emprego.

Esta norma se destina às condições usuais de fornecimento. Para situações especiais não previstas neste documento, devem ser consultados os órgãos normativos e de engenharia da CEB-D, para a indicação de soluções específicas.

A CEB-D se reserva o direito de alterar esta norma a qualquer tempo. Assim sendo, antes de iniciar um novo projeto, o interessado deve consultar antecipadamente a CEB-D para verificar eventuais modificações.

2. OBJETIVO

Esta norma tem por objetivo estabelecer os critérios básicos e os padrões de montagem que devem ser utilizados na elaboração de projetos e na construção de estações transformadoras que compõem a rede de distribuição subterrânea na área de concessão da CEB-D, na classe de tensão 15 kV.

Objetiva ainda, assegurar as necessárias condições técnicas das instalações, a adequada qualidade no fornecimento de energia, a flexibilidade para ampliações futuras, a economicidade e os níveis de segurança compatíveis com as atividades de construção, operação e manutenção.

3. CAMPO DE APLICAÇÃO

Esta norma aplica-se ao projeto e à construção, pela CEB-D ou terceiros, de estações transformadoras com tensão primária nominal de 13,8 kV e secundária de 220/380 V, integrantes da rede de distribuição subterrânea.

O projeto e a construção de novas estações transformadoras, bem como as ampliações e reformas das existentes, devem estar em consonância com os preceitos estabelecidos nesta norma.

As estações transformadoras aqui tratadas podem situar-se em centros urbanos, loteamentos edificados ou não, conjuntos habitacionais, ou em outros locais que necessitem de fornecimento via rede de distribuição subterrânea, para o atendimento a qualquer classe de unidade consumidora, estabelecida em edificação individual ou coletiva.

As estações transformadoras aqui tratadas compõem a rede de distribuição subterrânea com os arranjos padronizados constantes da Tabela 1.

Tabela 1 - Arranjos Padronizados

TIPO DE REDE	TENSÃO NOMINAL	TIPO DE ARRANJO
Primária	13.800 V	Radial simples
		Radial DRS
		Primário seletivo
		Primário em anel aberto
		Reticulado dedicado
Secundária	220/380 V	Radial simples

NOTA:

Esta norma não se aplica às estações transformadoras de propriedade do consumidor, pois essas são regulamentadas pela NTD 6.05.

4. NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Na aplicação desta norma é necessário consultar:

DECRETO 29.397 de 13/08/2008	Regulamenta a implantação de infra-estrutura de energia elétrica do tipo subestação de distribuição no Distrito Federal;
ETB 001/98	Transformador a seco - Especificação Técnica Básica 01/98 - Revisão 2;
IEC 62271	High-voltage switchgear and controlgear - Part 202: High-voltage/low voltage prefabricated substation;
ITD 02/02	Terminologia para unificação operacional dos sistemas SAO, Maximo e Geoceb – Versão 2004;
ABNT NBR 5356-1	Transformadores de potência - Parte 1: Generalidades;
ABNT NBR 5356-2	Transformadores de potência - Parte 2: Aquecimento;
ABNT NBR 5356-3	Transformadores de potência - Parte 3: Níveis de isolamento, ensaios dielétricos e espaçamentos externos em ar;
ABNT NBR 5356-4	Transformadores de potência - Parte 4: Guia para ensaio de impulso atmosférico e de manobra para transformadores e reatores;
ABNT NBR 5356-5	Transformadores de potência - Parte 5: Capacidade de resistir a curtos-circuitos;
ABNT NBR 5410	Instalações elétricas de baixa tensão;
ABNT NBR 5460	Sistemas elétricos de potência – Terminologia;
ABNT NBR 5598	Eletroduto de aço-carbono e acessórios, com revestimento protetor e rosca BSP – Requisitos;
ABNT NBR 5732	Cimento Portland comum – Especificação;
ABNT NBR 6118	Projeto de estruturas de concreto – Procedimento;
ABNT NBR 6251	Cabos de potência com isolação extrudada para tensões de 1 a 35 kV - Requisitos construtivos;
ABNT NBR 6323	Aço ou ferro fundido – Revestimento de zinco por imersão a quente – Especificação;
ABNT NBR 7036	Recebimento, instalação e manutenção de transformadores de potência para distribuição, imersos em líquidos isolantes;
ABNT NBR 7211	Agregados para concreto – Especificação;
ABNT NBR 7287	Cabos de potência com isolação sólida extrudada de polietileno reticulado (XLPE) para tensões de 1 até 35 kV,

ABNT NBR 7310	com cobertura – Especificação; Transporte, armazenamento e utilização de bobinas de condutores elétricos;
ABNT NBR 7480	Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado – Especificação;
ABNT NBR 9061	Segurança de escavação a céu aberto;
ABNT NBR 9369	Transformadores subterrâneos características elétricas e mecânicas – Padronização;
ABNT NBR 9511	Cabos elétricos – Raios mínimos de curvatura para instalação e diâmetros mínimos de núcleos de carretéis para acondicionamento;
ABNT NBR 10160	Tampões e grelhas de ferro fundido dúctil – Requisitos e métodos de ensaios;
ABNT NBR 10295	Transformadores de potência secos;
ABNT NBR 11835	Acessórios isolados desconectáveis para cabos de potência para tensões de 15 e 35 KV;
ABNT NBR 13231	Proteção contra incêndio em subestações elétricas de geração, transmissão e distribuição;
ABNT NBR 13297	Recebimento, instalação e manutenção de transformadores de potência secos;
ABNT NBR 14039	Instalações elétricas de média tensão de 1 a 36,2 kV;
ABNT NBR 15465	Sistemas de eletrodutos plásticos para instalações elétricas de baixa tensão - Requisitos de desempenho;
ABNT NBR IEC 60439-1	Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão - Parte 1: Conjuntos com ensaio de tipo totalmente testados (TTA) e conjuntos com ensaio de tipo parcialmente testados (PTTA);
ABNT NBR IEC 60439-2	Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão - Parte 2: Requisitos particulares para linhas elétricas pré-fabricadas (sistemas de barramentos blindados);
ABNT NBR IEC 60947-1	Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão - Parte 1: Regras gerais;
ABNT NBR IEC 60947-2	Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão - Parte 2: Disjuntores;
ABNT NBR IEC 62271-200	Conjunto de manobra e controle de alta tensão - Parte 200;
NBR ISO/CIE 8995 - 1	Iluminação de ambientes de trabalho - Parte 1: Interior
NBR NM 280	Condutores de cabos isolados (IEC 60228, MOD)
NR 10	Segurança em instalações e serviços em eletricidade;
NR 23	Proteção contra incêndios;
NTD 1.04	Crítérios de projeto e padrões de construção de rede de distribuição subterrânea
NTD 1.06	Crítérios para projeto de redes primárias protegidas e secundárias isoladas;
NTD 3.02	Especificações de transformadores para o sistema subterrâneo;
NTD 3.32	Protetor de rede subterrânea secundária;
NTD 3.33	Chave seccionadora tripolar a SF6 – Especificação;
NTD 3.34	Chave seccionadora tripolar a SF6 com transferência

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 8/134
---	--	--

NTD 3.35 NTD 3.37 NTD 3.46 NTD 3.47 NTD 6.01 NTD 6.01 NTD 6.05 Res. 414/2010 ANEEL	automática, telecomando e telesupervisão – Especificação; Transformador de distribuição em pedestal – Especificação; Conjunto de barramento de distribuição em baixa tensão – CBT; Chave seccionadora tripolar a SF6 para rede subterrânea, instalação ao tempo em estação transformadora – Especificação; Dutos corrugados de polietileno - Padronização e Especificação; Fornecimento em tensão secundária de distribuição – Unidades consumidoras Individuais – Edição 1997; Fornecimento em tensão secundária de distribuição – Unidades consumidoras Individuais – Edição 2005; Fornecimento de energia elétrica em tensão primária de distribuição; Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica.
--	---

5. TERMINOLOGIAS E DEFINIÇÕES

5.1. Alta Tensão – AT

Tensão nominal em corrente alternada superior a 1000 V, presente no lado de tensão primária da estação transformadora.

5.2. Arranjo Primário em Anel Aberto

Sistema de distribuição subterrâneo, constituído por dois alimentadores interligados por chave normalmente aberta, onde todas as cargas possuem chaves de transferência que permitem optar pela fonte de suprimento.

5.3. Arranjo Primário Seletivo

Sistema de distribuição subterrâneo, constituído por, pelo menos, dois alimentadores, preferencialmente de subestações distintas, ou de barras distintas de uma mesma subestação, onde todas as cargas possuem chaves de transferência que permitem optar pela fonte de suprimento.

5.3.1. Arranjo primário seletivo dedicado

Arranjo primário seletivo que atende cargas concentradas elevadas, como Shopping Centers, grandes prédios comerciais, etc.

5.3.2. Arranjo primário seletivo generalizado

Arranjo primário seletivo que atende cargas esparsas.

5.4. Arranjo Radial DRS

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 9/134
---	--	--

Sistema de distribuição residencial subterrâneo do tipo radial, onde o ramal primário é derivado de uma rede aérea e as estações transformadoras são exclusivamente em Pedestal.

5.5. Arranjo Radial Simples

Sistema de distribuição subterrâneo em tensão primária ou secundária no qual, em condições normais de operação, só pode haver fluxo de energia no único sentido fonte-carga.

5.6. Arranjo Reticulado Dedicado (spot network)

Sistema de distribuição subterrâneo no qual um protetor de reticulado possibilita que um grupo de transformadores em paralelo, alimentados por um número definido de alimentadores primários, supre um barramento secundário de onde derivam circuitos radiais.

5.7. Aterramento Elétrico Temporário

Ligação elétrica efetiva e intencional à terra, destinada a garantir a equipotencialidade e mantida continuamente durante a intervenção na instalação elétrica.

5.8. Baixa Tensão – BT

Tensão nominal em corrente alternada igual ou inferior a 1000 V, presente no lado de tensão secundária da estação transformadora.

5.9. Barramento Blindado (busway)

Linha elétrica pré-fabricada com barramentos de cobre ou alumínio apoiados sobre isoladores apropriados no interior de condutos fechados ou ventilados, utilizada para a condução de energia em baixa tensão.

5.10. Buzinote

Tudo plástico destinado a conduzir o excedente de água eventualmente acumulado na laje de cobertura da estação transformadora.

5.11. Cabo

Conjunto de fios encordoados, isolados ou não entre si, podendo o conjunto ser isolado ou não.

5.12. Carga Instalada

Soma das potências nominais dos equipamentos elétricos instalados na unidade consumidora, em condições de entrar em funcionamento, expressa em quilowatts (kW).

5.13. Canaleta

Elemento de linha elétrica instalado ou construído no solo ou no piso, aberto ou fechado, com dimensões insuficientes para a entrada de pessoas, mas que permite o acesso aos condutores nele instalados, em toda a sua extensão, durante e após a instalação.

5.14. Chave Seccionadora

Chave tripolar de média tensão para operação em carga, de acionamento manual no local ou remotamente, com três posições (aberta, fechada e aterrada).

5.15. Chave de Transferência Automática

Chave tripolar de média tensão para operação em carga, de acionamento manual e automático, com três posições (aberta, fechada e aterrada), dotada de recurso para efetuar a transferência automática entre as fontes principal e alternativa, e equipada com interruptor de falta nas vias de saída.

5.16. Chave de Transferência Manual

Chave seccionadora utilizada na transferência não-automática de carga entre alimentadores, podendo ser equipada ou não com interruptor de falta na via de saída.

5.17. Condulete

Caixa de derivação para linhas aparentes, dotada de tampa própria.

5.18. Condutor

Produto metálico, de seção transversal invariável e de comprimento muito maior do que a maior dimensão transversal, utilizado para transportar energia elétrica ou transmitir sinais elétricos.

5.19. Condutor de Aterramento

Designação genérica para o condutor de proteção ou de equipotencialidade.

5.20. Condutor de Equipotencialidade

Condutor de proteção que assegura uma ligação elétrica que coloca massas condutoras praticamente no mesmo potencial.

5.21. Condutor de Proteção

Condutor que interliga eletricamente massas (como carcaças de equipamentos) à malha de aterramento.

5.22. Conjunto de Barramento de Distribuição em Baixa Tensão – CBT

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 11/134
---	--	---

Quadro de distribuição de baixa tensão completamente montado, com suas interligações, acessórios e estrutura de suporte, com funções elétricas combinadas, sendo a principal delas a proteção e distribuição dos circuitos secundários oriundos dos transformadores das estações transformadoras.

5.23. Contingência

Perda de equipamentos ou instalações, que provoca ou não violação dos limites operativos ou corte de carga.

5.24. Demanda

Média das potências elétricas ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado, expressa em quilowatts (kW) e quilovolt-ampère-reactivo (kVAr), respectivamente.

5.25. Desconectáveis

Acessórios isolados para cabo de potência que permitem sua fácil conexão e desconexão a um equipamento, a uma derivação ou a outro cabo.

5.25.1. Adaptador de cabo - AC

Acessório destinado a estabelecer a ligação entre o cabo de energia e o TBB.

5.25.2. Bucha de ligação de equipamento - BLE

Acessório destinado a estabelecer uma interface entre um acessório desconectável e um equipamento.

5.25.3. Barramento quadruplex - BQX

Acessório destinado a conectar ou desconectar sem tensão, quatro cabos elétricos com o uso de TDC ou TDR, para promover uma derivação de até 200 A.

5.25.4. Barramento triplex - BTX

Acessório destinado a conectar ou desconectar, sem tensão, três cabos elétricos com o uso de TDC ou TDR, para promover uma derivação de até 200 A.

5.25.5. Conector do terminal básico - CTB

Acessório destinado a estabelecer a conexão elétrica do cabo de energia com o TBB.

5.25.6. Dispositivo de aterramento - DAT

Acessório destinado a aterrar eletricamente a blindagem de um cabo de potência terminado com um acessório isolado desconectável.

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 12/134
---	--	---

5.25.7.Módulo isolante blindado - MIB

Acessório destinado a servir de extensão para o TDC ou TDR e permitir a execução de emendas retas desconectáveis.

5.25.8.Plugue de aterramento - PAT

Acessório destinado a aterrar eletricamente um cabo terminado com acessório TDC ou TDR.

5.25.9.Plugue básico isolante - PBI

Acessório destinado a blindar eletricamente e manter a estanqueidade dos terminais TBB, quando estes estiverem desconectados em alguma de suas extremidades.

5.25.10. Plugue de conexão - PC

Acessório destinado a estabelecer a conexão entre dois TBB.

5.25.11.Plugue isolante blindado - PIB

Acessório destinado a blindar eletricamente e manter a estanqueidade dos terminais TDC e TDR, quando estes estiverem desconectados da rede.

5.25.12.Plugue de redução - PR

Acessório utilizado para estabelecer a interligação da linha de 600 A com a linha de 200 A.

5.25.13.Plugue de conexão dupla de equipamento - PT2

Acessório destinado a estabelecer duas derivações a partir da bucha de ligação de equipamento – BLE.

5.25.14.Receptáculo Isolante Blindado - RIB

Acessório destinado a manter isolados e blindados pontos de conexão de acessórios como o BTX e o BLE, quando não utilizados.

5.25.15.Terminal Básico Blindado - TBB

Acessório destinado a estabelecer uma ou mais derivações de até 600 A.

5.25.16.Terminal Desconectável Cotovelo - TDC

Acessório utilizado em derivações com BQX, BTX ou TBB e em conexões a equipamentos, onde o eixo do cabo é perpendicular ao eixo da bucha de ligação do equipamento.

	<p align="center">NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO</p> <p align="center">CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONSTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS</p>	<p align="center">NTD - 1.05</p> <p align="center">Página 13/134</p>
---	--	---

5.25.17. Terminal Desconectável Reto – TDR

Acessório utilizado em derivações com BQX, BTX ou TBB e em conexões a equipamentos, onde o eixo do cabo é axial ao eixo da bucha de ligação do equipamento.

5.26. Entrada de Energia

Conjunto de equipamentos, condutores e acessórios instalados a partir do ponto de entrega até a medição de faturamento do consumidor.

5.27. Edifício de Uso Coletivo

Condomínio vertical e/ou horizontal onde pessoas físicas ou jurídicas utilizam energia elétrica de forma independente, caracterizando assim cada fração em uma U.C. (unidade consumidora) individual.

5.28. Estação Transformadora - ET

Subestação destinada à transformação da tensão primária de distribuição classe 15 kV em tensão secundária de utilização, acrescida de uma ou mais funções de manobra, controle, proteção e distribuição de energia elétrica.

5.29. ET Abrigada

Estação transformadora na qual a totalidade dos seus componentes está ao abrigo das intempéries.

5.30. ET em Pedestal

Estação transformadora montada ao tempo sobre uma base de concreto, provida de invólucro metálico com adequado grau de proteção contra contato de pessoas a partes vivas e contra a penetração de sólidos ou água no seu interior.

5.31. ET Parcialmente Abrigada

Estação transformadora onde os componentes de alta tensão são instalados ao tempo e os componentes de baixa tensão são abrigados.

5.32. Interruptor de Falta

Acessório que confere à chave de transferência automática ou manual, a capacidade de proteção contra sobrecorrentes.

5.33. Linha Elétrica

Conjunto constituído por um ou mais condutores, com os elementos de sua fixação e suporte e, se for o caso, de proteção mecânica, destinado a transportar energia elétrica.

5.34. Malha de Aterramento

Eletrodo de aterramento constituído por um conjunto de cabos nus interligados, de modo a formar uma malha quadriculada, enterrada no solo.

5.35. Manípulo

Punho ou alavanca de acionamento manual.

5.36. Massa

Parte condutora exposta que pode ser tocada e que normalmente não é viva, mas pode tornar-se viva em condições de falta.

5.37. Pára-Raios Desconectável

Pára-raios de classe de tensão 15 kV que permite o acoplamento direto a acessórios desconectáveis.

5.38. Poste de Transição

Poste da rede aérea a partir do qual são derivados os circuitos subterrâneos.

5.39. Potência Instalada

Soma das potências nominais dos transformadores instalados na estação transformadora e em condições de entrar em funcionamento, expressa em quilovolt-ampère (kVA).

5.40. Rede de Distribuição Subterrânea - RDS

Conjunto de linhas elétricas com respectivos bancos de dutos, equipamentos e materiais associados, instalados sob a superfície do solo e destinados à distribuição de energia elétrica.

5.41. Protetor de Reticulado

Equipamento destinado à proteção de alimentadores primários e transformadores de distribuição, pela interrupção da inversão do fluxo de potência. É instalado no lado do secundário do transformador em arranjos reticulados. Dispõe de fusíveis limitadores de corrente e de relés de sobrecorrente para proteção da carga a jusante.

Este equipamento é especificado na NTD 3.32.

5.42. Seccionador Fusível Sob Carga

Chave de proteção e manobra tripolar para baixa tensão, caracterizada pela combinação de um seccionador para operação em carga, com dispositivos fusíveis, que se localizam na posição dos contatos móveis do seccionador.

5.43. Sistema de Aterramento

Conjunto de todos os cabos e peças condutoras com as quais é constituída uma ligação intencional com à terra.

5.44. Subestação de Distribuição

Subestação abaixadora que alimenta um sistema de distribuição de 13800 V.

5.45. Transformador em Líquido Isolante

Transformador cuja parte ativa é imersa em líquido isolante.

5.46. Transformador Seco

Transformador cuja parte ativa não é imersa em líquido isolante.

5.47. Unidade Consumidora – U.C.

Conjunto de instalações e equipamentos elétricos caracterizado pelo recebimento de energia elétrica em um só ponto de entrega, com medição individualizada e correspondente a um único consumidor.

NOTA:

Os termos “cabo” e “condutor” são utilizados como sinônimos nesta norma, exceto onde a distinção entre eles seja necessária.

6. INFORMAÇÕES PRELIMINARES

6.1. Regulamentação

Toda edificação, de uso coletivo ou individual, deve ser atendida, em princípio, através de uma única entrada de energia e em um só ponto de entrega, pré-definido em projeto, a partir da rede de distribuição subterrânea.

Admite-se o atendimento por meio de mais de uma entrada de energia, desde que sejam observados os critérios estabelecidos no item 28 desta norma.

O padrão de entrada, bem como os correspondentes ramais de ligação e entrada da unidade consumidora, deve atender os requisitos estipulados nas normas técnicas indicadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Normas Técnicas Aplicáveis ao Padrão de Entrada

NÚMERO	TÍTULO	APLICAÇÃO
NTD 6.07 Edição 2011	Fornecimento em tensão secundária a múltiplas unidades consumidoras	Edificações com mais de 6 medições agrupadas e carga instalada individual limitada a 75 kW
NTD 6.01 Edição 2005	Fornecimento em tensão secundária de distribuição – unidades consumidoras individuais	Edificações de uma única unidade consumidora ou com até 6 medições agrupadas e carga instalada individual limitada a 75 kW

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 16/134
---	--	---

NTD 6.05	Fornecimento de energia elétrica em tensão primária de distribuição	Edificações de uma única unidade consumidora ou de uso coletivo com carga instalada individual acima de 75 kW e demanda até 2.500kW
----------	---	---

Todas as redes projetadas e construídas após o ponto de entrega da unidade consumidora, sejam elas aéreas ou subterrâneas, em tensão primária ou secundária, devem obedecer às normas da ABNT e da CEB-D, onde aplicáveis.

6.2. Competência das Pessoas

6.2.1. Responsabilidade técnica

A responsabilidade pela elaboração dos projetos da rede de distribuição subterrânea, executados por terceiros, cabe ao profissional legalmente habilitado com formação em engenharia elétrica.

Admite-se que a responsabilidade seja assumida por técnico legalmente habilitado em eletrotécnica, desde que limitada a projetos de rede secundária com demanda de até 800 kVA.

Da mesma forma, a execução das instalações elétricas e civis por terceiros deve ser conduzida somente por empresa legalmente habilitada, e credenciada junto a CEB-D.

Toda responsabilidade deve ser formalizada através da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) registrada e quitada junto ao Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CREA - D.F.) e entregue uma cópia da mesma juntamente com o comprovante de pagamento à área de análise de projetos da CEB-D.

NOTA:

Os projetos elaborados pela CEB-D já possuem essa responsabilidade assegurada pela ART corporativa e pela ART de cargo e função.

6.2.2. Acesso às instalações

Em atendimento ao disposto na NR 10, o trabalho em instalações elétricas somente deve ser executado por profissionais autorizados.

São considerados autorizados os trabalhadores qualificados, habilitados ou capacitados, com anuência formal da empresa.

A classificação dos trabalhadores é assim definida:

a) profissional qualificado

Aquele que comprovar conclusão de curso específico na área elétrica reconhecido pelo Sistema Oficial de Ensino;

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 17/134
---	--	---

b) profissional habilitado

Aquele previamente qualificado e com registro no competente conselho de classe;

c) profissional capacitado

Aquele devidamente treinado e que trabalhe sob responsabilidade de profissional habilitado e autorizado.

Os trabalhadores que exercem atividades não relacionadas à RDS, devem ser instruídos formalmente com conhecimentos que permitam identificar e avaliar seus possíveis riscos e adotar as precauções cabíveis.

NOTA:

O acesso à RDS (Rede de Distribuição Subterrânea) CEB-D é exclusivo à profissionais capacitados.

6.3. Flexibilidade do Projeto

Modificações ou alterações em qualquer parte do sistema subterrâneo implicam em custos elevados e em transtornos aos consumidores, motivo pelo qual se torna importante a adoção dos preceitos estabelecidos nesta norma.

A configuração da ET depende do tipo de arranjo da rede de distribuição subterrânea - RDS e deve ser escolhida dentre aquelas padronizadas nesta norma. No entanto, admite-se o projeto e a construção de ET pioneira com arranjo mais simples em região onde o planejamento prevê o atendimento com arranjo mais complexo. Nesse caso, porém, necessário se faz a previsão de espaço físico adicional para os eventuais equipamentos a serem utilizados pelo arranjo definitivo futuro.

O projeto adequado da ET, além de outras vantagens, proporciona:

- a)** máxima vida útil da instalação, evitando que a ET tenha um envelhecimento prematuro, respondendo ao crescimento da carga para a qual foi dimensionada; e
- b)** obtenção de um maior benefício pelo menor custo operacional, incluindo perdas de energia, custos dos condutores, transformadores e materiais diversos.

6.4. Projeto Elaborado por Terceiros

O projeto elaborado por terceiros é condicionado a uma consulta prévia à CEB-D por parte do responsável pela sua consecução, ocasião em que serão informadas as diretrizes gerais a serem adotadas, as quais incluem, dentre outras: o tipo de arranjo da rede primária de distribuição, o tipo de ET, e os materiais e equipamentos a serem aplicados.

6.5. Levantamento em Campo

É necessário que o projetista, anteriormente à elaboração do projeto, faça o levantamento em campo para:

- a) confrontar dados do projeto com o real encontrado no campo, como existências de outros serviços e/ou interferências que podem influenciar no projeto;
- b) verificar se há possibilidade de expansão imobiliária na região;
- c) verificar, visualmente, as condições do solo para evitar instalações em áreas inadequadas, tais como locais alagadiços ou sujeitos a inundações;
- d) verificar a localização viável para a instalação da E.T., considerando espaços disponíveis, estética, etc.;
- e) verificar a existência ou previsão de guias e sarjetas, ou se o alinhamento do arruamento está definido pelas Administrações Regionais; e
- f) verificar a melhor localização do poste de transição, quando este for necessário.

Deve-se atentar que a ocupação da área pela ET não poderá:

- a) prejudicar a visibilidade dos motoristas que circulem em via pública;
- b) interferir na visibilidade da sinalização de trânsito;
- c) obstruir a circulação de veículos, pedestres ou ciclistas, observada a legislação referente à acessibilidade; e
- d) inviabilizar o funcionamento das demais redes de infra-estrutura urbana.

6.6. Tensões Padronizadas

As tensões nominais primárias e secundárias padronizadas para a ET constam na Tabela 3.

Tabela 3 – Tensões Padronizadas

TIPO DE REDE	CLASSE DE TENSÃO	TENSÃO NOMINAL
Primária	15 kV	13800 V
Secundária	1 kV	220/380 V

NOTA:

A tensão suportável mínima de impulso atmosférico é de 95 kV no lado de tensão primária da ET, e de 6 kV no lado de tensão secundária.

Considerando que o sistema elétrico da CEB-D possui transformadores com tensão secundária de 231/400 V, estes jamais poderão ser ligados em paralelo com transformadores de 220/380 V.

No caso de haver transformador com tensão nominal de 220/380 V em ET a ser ampliada, o projeto deve contemplar a sua substituição por transformador com tensão nominal padronizada de 231/400 V.

6.7. Limites de Fornecimento

O fornecimento será feito, a princípio, em tensão secundária de distribuição para unidades consumidoras com carga instalada igual ou inferior a 75 kW, e em tensão primária de 13800 V quando for excedido esse limite.

Excetuam-se as unidades consumidoras situadas em área atendida ou com previsão de vir a ser atendida por arranjo reticulado dedicado onde, por necessidade técnica-operacional, apenas o fornecimento em tensão secundária é admitido.

Em região atendida pelos demais tipos de arranjos, o atendimento a U.C. com carga instalada superior a 75 kW, pode ser efetuado em tensão primária de distribuição, desde que haja concordância das demais áreas da CEB-D envolvidas no atendimento.

6.8. Independência da Instalação Elétrica

A ET deve ser projetada e construída de modo a excluir qualquer influência danosa entre a instalação elétrica e as instalações não elétricas. É vedada, portanto, a presença de qualquer tipo de tubulação no interior da ET, a exemplo de líquidos, gases, rede telefônica, etc.

Todos os compartimentos da ET devem ser destinados exclusivamente à instalação de equipamentos de transformação, proteção e distribuição de energia elétrica.

As instalações da ET também não podem ser compartilhadas com quaisquer outros serviços de terceiros.

6.9. Espaçamentos Mínimos de Segurança

O setor de tensão primária da ET é protegido por isolamento das partes vivas, representando assim uma segurança intrínseca contra contatos diretos, dispensando, dessa forma, a necessidade de observância de qualquer espaçamento mínimo de segurança.

O mesmo ocorre com o setor de tensão secundária, que é protegido por isolamento das partes vivas ou por uso de obstáculos.

Para a operação segura dos equipamentos de proteção e manobra, deve haver um espaço livre de circulação defronte aos manípulos desses dispositivos. As distâncias mínimas a serem obedecidas constam na Tabela 4.

Tabela 4 – Distâncias Operativas

DISTÂNCIAS MÍNIMAS ENTRE MANÍPULOS E OUTROS OBSTÁCULOS, OU ENTRE MANÍPULOS (mm)			
Tensão	Tipo de Instalação	Distância Mínima	Fonte de Referência
Primária	Externa	700	ABNT NBR 14039
	Interna	700	
Secundária	Interna	700	ABNT NBR 5410

Em situações excepcionais onde partes vivas possam ter que ficar expostas, a Tabela 5 indica as distâncias mínimas que devem ser respeitadas para tensões nominais de 13800 V.

Tabela 5 – Distâncias Mínimas para Partes Vivas em Tensão Primária

TIPO DE INSTALAÇÃO	AFASTAMENTOS MÍNIMOS (mm)	
	FASE – FASE	FASE – TERRA
Abrigada	200	160
Desabrigada	300	200

NOTA:

Os afastamentos devem ser tomados entre extremidades mais próximas e não de centro a centro.

Para tensão secundária, o espaçamento mínimo é de 60 mm entre fases ou entre fase e terra, independente do tipo de instalação.

6.10. Materiais e Equipamentos

Todos os materiais e equipamentos previstos nos projetos e aplicados na construção devem atender as especificações da CEB-D ou, na falta destas, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, em especial, os projetos de empreendimentos particulares.

7. SIMBOLOGIA PADRONIZADA

Na elaboração dos projetos devem ser obedecidos os símbolos e convenções constantes dos Desenhos 1 e 2.

Havendo necessidade de utilização de outros símbolos e convenções não previstos nesta norma, é exigida a sua indicação nas respectivas plantas.

8. DETERMINAÇÃO DA POTÊNCIA INSTALADA

A potência instalada da ET deve ser definida considerando cargas previstas para um horizonte de 10 anos.

A potência máxima instalada da ET deve ser determinada pela demanda das diversas unidades consumidoras a serem supridas no horizonte de projeto, calculada em conformidade com a NTD 1.04. De posse dessa demanda, seleciona-se a potência máxima da ET padronizada imediatamente superior à demanda calculada.

Para o horizonte de projeto, o carregamento dos transformadores não poderá exceder a 100% de suas potências nominais.

NOTA:

No arranjo Reticulado Dedicado, os transformadores devem ser dimensionados para a situação de primeira contingência, devendo os transformadores remanescentes assumir temporariamente toda a carga da ET.

9. ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS PADRONIZADAS

9.1. Condições Gerais

Estão previstos os seguintes tipos de ET para utilização na rede de distribuição subterrânea:

- a) ET em Pedestal;
- b) ET Abrigada;
- c) ET Parcialmente Abrigada; e
- d) ET Pré-Fabricada.

Os esquemas unifilares simplificados de cada uma dessas instalações constam nos Desenhos 3 a 12.

Os padrões construtivos de cada tipo de ET estão detalhados nos Desenhos 13 a 27.

O tipo de ET a ser utilizado está associado à configuração do arranjo da rede de distribuição subterrânea, conforme mostra a Tabela 6.

Tabela 6 – Definição do Tipo de ET para Cada Tipo de Arranjo

TIPO DE ARRANJO	TIPO DE ET
Radial simples	Todos os tipos
Radial DRS	Em Pedestal
Primário seletivo	Todos os tipos
Primário em anel aberto	Todos os tipos
Reticulado dedicado	Abrigada e Parcialmente Abrigada

Os critérios para a determinação da configuração do arranjo da RDS a ser adotado, constam na NTD 1.04.

A decisão pelo tipo específico da ET a ser utilizado em cada arranjo dependerá dos demais critérios estipulados nesta norma.

As são não-submersíveis e a sua posição em relação ao nível do solo é dada na Tabela 7.

Tabela 7 – Posição da ET em Relação ao Nível do Solo

TIPO DE ET	POSIÇÃO DA ET EM RELAÇÃO AO SOLO
Pedestal	na superfície do solo
Abrigada	na superfície do solo ou subterrânea
Parcialmente Abrigada	na superfície do solo
Pré-Fabricada	na superfície do solo

NOTA:

As devem ter características construtivas definitivas, ser de materiais incombustíveis e de estabilidade adequada, oferecendo condições de bem-estar e segurança aos operadores.

9.2. Potência dos Transformadores

As potências padronizadas dos transformadores utilizados, bem como a capacidade instalada máxima para cada tipo de ET, constam na Tabela 8.

Tabela 8 – Potências Padronizadas na ET

TIPO DE ET	POTÊNCIA NOMINAL DO TRANSFORMADOR (kVA)	Nº MÁXIMO DE TRANSFORMADORES	POTÊNCIA MÁXIMA INSTALADA NA ET (kVA)
Em Pedestal	75, 150, 300, 500 e 1000	1	1000
Abrigada	500 e 1000	3	3000
Parcialmente Abrigada	500 e 1000	3	3000
Pré-Fabricada	500 e 1000	1	1000

NOTAS:

- 1) Os transformadores devem ser ligados em paralelo, quando em número de dois ou três.
- 2) A potência instalada da ET Abrigada poderá ser superior à máxima indicada na tabela anterior, desde que cada conjunto de até três transformadores seja tratado como uma ET, para os efeitos de aplicação desta norma.
- 3) Os transformadores utilizados nas ET são todos trifásicos.

9.3. Correntes Eficazes

As correntes eficazes nominais e de curto-circuito máximas presumíveis na baixa tensão são função da potência dos transformadores e constam na Tabela 9.

Tabela 9 – Correntes Eficazes para Transformadores Individuais

POTÊNCIA DO TRANSFORMADOR	CORRENTE NOMINAL DA ET	CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO PRESUMIDA
(kVA)	(A)	(kA)
75	114	3,3
150	228	6,5
300	456	6,7
500	760	13,8
1000	1520	27,6

NOTAS:

- 1) Por apresentarem impedâncias percentuais distintas, as correntes de curto-circuito no secundário dos transformadores a seco diferem dos transformadores em líquido isolante. A tabela retrata, contudo, a pior situação.

2) As correntes de curto-circuito presumidas referem-se a valores calculados no secundário do transformador. Nesse cálculo foi considerada apenas a impedância dos transformadores.

Nas ET com transformadores em paralelo, as correntes máximas presumíveis de curto-circuito ocorrem num dos extremos do barramento do CBT e são dadas na Tabela 10, juntamente com as correntes eficazes nominais.

Tabela 10 – Correntes Eficazes para Transformadores em Paralelo

QUANTIDADE x POTÊNCIA DO TRANSFORMADOR	CORRENTE NOMINAL DA ET	CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO PRESUMIDA
(N° x kVA)	(A)	(kA)
2 x 500	1520	27,6
3 x 500	2280	41,4
2 x 1000	3040	55,2
3 x 1000	4560	82,8

NOTA:

Nesse cálculo foi considerada apenas a impedância dos transformadores.

10. LOCALIZAÇÃO DA ET

10.1. Condições Gerais

A localização da ET deve ser a mais discreta possível, visando minimizar impactos visuais, ambientais, vandalismos e acidentes com veículos.

A ET deve situar-se o mais próximo possível do centro de carga da região a ser atendida, de forma a minimizar o percurso da rede secundária e, conseqüentemente, as perdas técnicas.

Na escolha do local da instalação, devem ser considerados os seguintes requisitos:

- a) facilidade de acesso;
- b) facilidade de instalação e remoção dos equipamentos;
- c) facilidade de chegada das redes primárias e saída das redes secundárias;
- d) facilidade de drenagem;
- e) situar-se fora de áreas sujeitas à inundação;
- f) possibilidade de execução de fundações rasas;
- g) baixa resistência de aterramento (evitar solos rochosos);
- h) remoção de quantidade mínima de árvores; e
- i) causar o menor impacto possível sobre o meio ambiente.

As devem ser instaladas em áreas que permitam que a manutenção e a operação sejam feitas de forma segura e adequada e, para tanto, devem possibilitar a aproximação de veículos pesados equipados com guindauto.

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO	NTD - 1.05
	CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	Página 24/134

Quando instalada em área privada, a ET deve ser construída no limite da propriedade com a via pública, admitindo-se um recuo de até 2 m e com acesso independente. Por necessidade técnica ou por exigência dos poderes públicos, admite-se recuos superiores.

Quando instalada em área pública, a CEB-D deve solicitar a destinação da área da ET ao órgão responsável pelo uso do solo no Distrito Federal.

A ET pode ser localizada em rótula ou rotatória. Nesse caso, contudo, a ET deve ser, obrigatoriamente, do tipo Abrigada subterrânea.

Quando localizada em praça, a ET deve ser do tipo Abrigada subterrânea. Admite-se outros tipos de ET em praça, desde que haja anuência da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente do Distrito Federal.

NOTA:

Deve ser evitada a instalação em locais onde o ruído próprio da operação possa incomodar a vizinhança.

10.2. Requisitos Específicos para Locação e Determinação do Tipo da ET:

10.2.1. Atendimento a U.C. esparsas

Para o atendimento a empreendimentos que necessitam de uma rede secundária para alimentação de diversas U.C. esparsas, tais como as situadas em quadras ou loteamentos residenciais horizontais, e em empreendimentos com instalações comerciais ou industriais com fornecimento em tensão secundária, a ET deve ser localizada em área pública, preferencialmente em bordas de praças, cabeças de quadras, áreas verdes ou outros locais onde há espaço livre para circulação de pessoas.

O tipo preferencial de ET a ser utilizado depende da configuração do arranjo da rede de distribuição subterrânea e da potência instalada, considerando a previsão de crescimento futuro, conforme mostra a Tabela 11.

Tabela 11 - Tipo da ET em Função do Arranjo e da Potência Instalada

TIPO DE ARRANJO	POTÊNCIA DA ET (kVA)	TIPO DA ET
Radial simples	Até 1000	Pedestal ou Pré-Fabricada
	> 1000 e ≤ 3000	Parcialmente Abrigada
Primário em anel aberto	Até 1000	Pedestal ou Pré-Fabricada
	> 1000 e ≤ 3000	Parcialmente Abrigada
Radial DRS	Até 1000	Pedestal
Reticulado dedicado	até 3000	Parcialmente Abrigada ou abrigada
Primário seletivo	Até 1000	Pedestal ou Pré-Fabricada ou abrigada
	> 1000 e ≤ 3000	Parcialmente Abrigada ou abrigada

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 25/134
---	--	---

10.2.2. Atendimento a U.C. individual

O atendimento a este tipo de empreendimento depende da demanda projetada da unidade consumidora.

a) demanda igual ou inferior a 75 kW;

A ET deve ser localizada em área pública, podendo ser do tipo em Pedestal, Parcialmente Abrigada ou Pré-Fabricada.

NOTAS:

- 1) As ET em Pedestal e Pré-Fabricada não devem ser instaladas em locais atendidos com arranjos dos tipos Reticulado Dedicado;
- 2) Deve-se optar pela ET Parcialmente Abrigada, quando for necessário o atendimento a mais de uma U.C. com demanda total superior a 1000 kVA ou quando houver possibilidade de vandalismos na região.

b) demanda superior a 75 kW

Em região atendida por Arranjo Reticulado Dedicado o atendimento deve ser em tensão secundária de distribuição e a ET do tipo Abrigada ou Parcialmente Abrigada. Devido às vantagens técnicas e econômicas que representa, deve ser dada preferência à ET do tipo Abrigada.

Em região atendida pelos demais tipos de arranjos, o atendimento pode ser efetuado em tensão primária de distribuição. Neste caso, deve haver concordância das demais áreas da CEB-D envolvidas no atendimento.

10.2.3. Atendimento a edifício de uso coletivo

Para o atendimento a este tipo de empreendimento, a ET pode ou não ser localizada em área privada.

Devido a análises técnicas e econômicas, a CEB-D determina os seguintes critérios para a definição de alocação da ET, conforme descrito abaixo:

- Demanda até 300 kVA: A edificação será atendida por ET em área pública.
- Demanda superior a 300 kVA: Fica a critério da CEB-D a solicitação de reserva de área interna, conforme densidade de carga atual na região ou perspectiva futura.

NOTA:

A ET deve suprir exclusivamente o empreendimento quando instalada em seu interior.

São possíveis três alternativas de instalação de ET's:

a) ET localizada em área privada e integrante da edificação:

Deve ser projetada e construída ET tipo Abrigada.

NOTA:

Considera-se como parte integrante, o recinto não isolado ou desprovido de paredes de alvenaria e portas corta-fogo.

b) ET localizada em área privada e não integrante da edificação:

Admite-se o projeto e construção de ET Parcialmente Abrigada, em Pedestal ou Pré-Fabricada.

Para potência instalada até 1000 kVA, a ET tipo em Pedestal representa a alternativa técnica e econômica mais vantajosa.

NOTA:

Os transformadores em pedestal podem ser instalados ao ar livre e sobre lajes superiores de subsolo, como o caso de prédio com subsolo ocupando espaço próximo à linha divisória do terreno com a via pública.

Em edificações agrupadas, que possuem área compartilhada, pode ser conveniente a alimentação de dois ou mais edifícios por uma mesma ET, localizada em área interna.

c) ET localizada em área pública:

Admite-se o projeto e construção de ET Parcialmente Abrigada, em Pedestal ou Pré-Fabricada.

NOTA:

Sempre que o atendimento se fizer a mais de uma edificação, excetuando a possibilidade indicada na alínea “b” anterior, a ET deve ser localizada na área pública.

11. SISTEMA DE ATERRAMENTO

11.1. Esquema de Aterramento

O esquema de aterramento utilizado no lado de tensão primária é o TNR conforme previsto na ABNT NBR 14039. Nesse esquema, o ponto neutro da alimentação na subestação de distribuição se encontra diretamente aterrado, e a partir dele origina o condutor de proteção com função combinada de neutro (PEN), que percorre todo o traçado da rede primária, até a ET.

No lado secundário, o esquema de aterramento utilizado é o TN-C, conforme previsto na ABNT NBR 5410. Nesse esquema, o ponto neutro da alimentação da ET se encontra diretamente aterrado, e a partir dele origina o condutor neutro, com função combinada de condutor de proteção (PEN).

Os condutores PEN do lado primário e secundário são conectados à malha de aterramento da ET, estando, portanto, ligados eletricamente.

11.2. Malha de Aterramento

A malha de aterramento deve circundar todo o perímetro da ET e ser constituída por cabo de cobre nu, meio duro, enterrado a uma profundidade de 0,5 m a partir do nível da terraplenagem. A seção desse cabo está indicada na Tabela 12.

Tabela 12 – Seção dos Cabos da Malha de Aterramento

POTÊNCIA INSTALADA NA ET (kVA)	SEÇÃO MÍNIMA DO CONDUTOR (mm ²)
Até 225	50

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO	NTD - 1.05
	CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	Página 27/134

300	70
Acima de 500	120

Nas malhas de aterramento, devem ser utilizadas hastes de aço cobreado de 16 mm de diâmetro e 2,40 m de comprimento, de alta camada de cobre 254 (microns).

A menor distância entre as hastes é o seu comprimento.

A quantidade mínima de hastes de aterramento a serem aplicadas na malha consta na Tabela 13.

Tabela 13 – Quantidade de Hastes na Malha de Aterramento

POTÊNCIA INSTALADA NA ET (kVA)	QUANTIDADE DE HASTES
Até 150	04
300; 500	08
≥ 1000	12

O Anexo A ilustra a construção da malha de aterramento.

NOTA:

A dimensão da ET em Pedestal é delimitada pela dimensão da malha de aterramento.

Nas localizadas em lajes superiores, além da malha de aterramento embutida no solo e dimensionada conforme preceitos anteriores, deve ser construída uma malha auxiliar apenas com eletrodos horizontais (representados pelos cabos de cobre nu) embutidos na laje.

A malha auxiliar deve atender os seguintes critérios:

- a) a dimensão da malha auxiliar deve coincidir com a dimensão da ET;
- b) a seção do condutor deve ser a mesma utilizada na malha embutida no solo;
- c) A dimensão do lado do menor quadrado da malha (mesh da malha) é de no máximo 2000 mm;
- d) a armadura do concreto da laje deve ser conectada à malha auxiliar em pelo menos dois pontos distintos;
- e) os condutores de ligação da malha auxiliar à malha de aterramento devem possuir a mesma seção do maior condutor de proteção ou de equipotencialidade utilizado na ET e descer até à malha de aterramento por, pelo menos, dois pontos distintos e, preferencialmente, em locais opostos;
- f) os condutores de ligação devem ser protegidos mecanicamente da seguinte forma:
 - Colocação embutida na parede; ou
 - Colocação em eletroduto aparente de PVC (cloreto de polivinila) do tipo soldável ou roscável, classe B (pesado), tamanho 32 mm.

11.3. Resistência de Aterramento

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 28/134
---	--	---

A ABNT NBR 14039, em seu item 6.4, cita textualmente: “O arranjo e as dimensões do sistema de aterramento são mais importantes que o próprio valor da resistência de aterramento. Entretanto, recomenda-se uma resistência da ordem de grandeza de 10 ohms, como forma de reduzir os gradientes de potencial no solo”.

NOTAS:

- 1) O valor de 10 ohms se refere à resistência exclusiva da malha de aterramento, ou seja, com os condutores PEN desligados.
- 2) As malhas padronizadas nesta norma visam atender os requisitos da ABNT NBR 14039.

Havendo necessidade de melhorar a resistência da malha de aterramento, os seguintes métodos podem ser empregados:

a) aumento da quantidade de hastes

A quantidade de hastes de aterramento a serem acrescentadas à malha original é limitada pela disponibilidade de espaço físico que circunda a ET e que seja acessível à cravação das hastes.

A interligação das hastes adicionais à malha de aterramento deve ser efetuada com condutor de cobre de mesma seção utilizada na malha original.

b) utilização de hastes profundas

Este método faz uso de hastes emendáveis que possuem rosca e luva de emenda.

As hastes são uma a uma cravadas no solo por um bate-estacas. Dependendo das condições do terreno, é possível atingir até 18 m de profundidade.

c) tratamento químico do solo

O tratamento químico do solo pode ser efetuada com bentonita ou gel. Em ambos os casos, a aplicação deve seguir os procedimentos recomendados pelo fabricante.

d) método misto

Uma combinação dos métodos anteriores pode ser adotada para se obter a melhoria da resistência de aterramento pretendida.

NOTAS:

- 1) Embora o aumento do diâmetro da haste possa conduzir a uma redução da resistência de aterramento, esse método não deve ser empregado por ser considerado desvantajoso economicamente.
- 2) Não devem ser utilizados sal (cloreto de sódio) e carvão na malha de aterramento.

A necessidade pela melhoria da resistência da malha de aterramento e o método empregado para alcançá-la devem ser registrados na planta “como construído” da malha de aterramento.

11.4. Condutores de Proteção e de Equipotencialidade

As seções dos condutores de proteção dependem dos componentes da ET que estão sendo aterrados, bem como da seção dos condutores fase, conforme indica a Tabela 14.

Tabela 14 – Seção dos Condutores de Proteção

COMPONENTE DA ET	MAIOR SEÇÃO DO CONDUTOR FASE (mm ²)	SEÇÃO DO CONDUTOR DE PROTEÇÃO (mm ²)
Chave primária	35	35
Transformador	de 95 a 185	95
Blindagem de condutores	240	120
Blindagem de desconectáveis	Até 35	35
Protetor de reticulado	de 95 a 185	95
Invólucro do CBT	500	120
Barra de neutro do CBT	-	Conforme indicação do fabricante
Invólucro do barramento blindado	-	-

NOTAS:

- 1) A seção do condutor fase do transformador refere-se ao condutor do lado de baixa tensão.
- 2) O condutor de proteção deve ser ligado à carcaça dos equipamentos em um único ponto.
- 3) O condutor de proteção deve ser o mais curto e retilíneo possível.
- 4) Havendo mais de um CBT na ET, cada um deve ser individualmente aterrado.

Para as demais partes condutivas normalmente sem tensão, tais como grades, janelas, ferragens, etc., devem ser utilizados condutores de equipotencialidade de seção 16 mm². Para as partes removíveis ou móveis, como portas de acesso à ET e portas do CBT, deve-se utilizar cordoalha de cobre de seção equivalente a 16 mm².

Nos casos de ET abrigada e parcialmente abrigada, a ferragem das fundações deve ser conectada à malha de aterramento.

As ET em Pedestal e Pré-Fabricadas são fornecidas com ponto acessível para sua interligação à malha de aterramento.

11.5. Conexões

Os condutores de proteção, de equipotencialização e da malha de aterramento devem ser contínuos, isto é, não devem ter em série nenhuma parte metálica da instalação, ou apresentarem qualquer emenda.

A ligação dos condutores de proteção e de equipotencialidade à malha de aterramento deve ser feita com conectores de aterramento de parafuso fendido, sendo que a ligação desses condutores às massas dos equipamentos deve ser efetuada utilizando os próprios conectores de aterramento desses equipamentos.

NOTA:

Caso o equipamento não seja provido de conector próprio para aterramento, utilizar conector do tipo cabo-barra para essa finalidade.

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONSTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 30/134
---	---	---

O ponto de ligação das partes metálicas não energizadas ao sistema de aterramento deve estar isento de corrosão, graxa ou tinta protetora. Sua conexão ao condutor de equipotencialidade deve ser efetuada com conector a compressão do tipo cabo-barras.

A conexão da ferragem das fundações à malha de aterramento deve ser efetuada com conector tipo parafuso fendido com espaçador e, posteriormente, protegido com massa calafetadora.

NOTA:

Este procedimento visa preservar a integridade da conexão bimetálica.

A ligação dos condutores às hastes de aterramento deve ser feita com conector de aterramento de parafuso fendido ou conector de compressão, protegidos com massa calafetadora.

As conexões na malha de aterramento não são providas de caixas de inspeção.

NOTA:

Devido ao fato de não serem acessíveis após a construção da ET, as conexões executadas na malha de aterramento devem ser previamente inspecionadas e aprovadas pela fiscalização da CEB-D.

A partir de Janeiro de 2014 todos os conectores utilizados devem ser de compressão, através de alicate de compressão de 12 ton

11.6. Aterramento Temporário

As padronizadas prevêem condições para a adoção de aterramento temporário.

Nas Abridadas, Parcialmente Abridadas e Pré-Fabricadas, são previstos pontos para o aterramento temporário nos seguintes locais:

Na chave seccionadora ou de transferência, selecionando a posição de aterramento por meio da alavanca de operação; e

No barramento de cobre do CBT, com o uso de conjunto de aterramento rápido temporário para cubículos de baixa tensão.

NOTA:

Quando a saída da ET for efetuada por barramento blindado, o aterramento rápido temporário para cubículos deve ser conectado nos condutores desse barramento.

Na ET em Pedestal, são previstos pontos para o aterramento temporário nos seguintes locais:

No barramento de cobre do CBT, com o uso de conjunto de aterramento rápido temporário para cubículos de baixa tensão;

Na chave de transferência, selecionando a posição de aterramento por meio da alavanca de operação, quando esta chave for prevista; e

No compartimento de AT do transformador tipo pedestal, fazendo uso do plugue de aterramento – PAT.

O PAT é utilizado apenas para o aterramento temporário, não constituindo, portanto, em equipamento permanente da ET

Quando a ET não fizer uso do CBT, os terminais da proteção geral na BT constituem pontos para a instalação do aterramento rápido temporário para cubículos.

O poste de transição, quando existente, também constitui em ponto para execução do aterramento temporário do circuito primário.

12. LINHAS ELÉTRICAS

12.1. Condutores Primários da RDS

Os condutores dos circuitos primários da rede de distribuição subterrânea que entram ou saem da ET são formados por 3 fases agrupadas na configuração em trifólio.

Os cabos são unipolares, constituídos por condutores blindados de cobre têmpera mole, encordoamento classe 2, com isolação de XLPE (polietileno reticulado) ou EPR (etileno-propileno), ambos com cobertura de PVC (cloreto de polivinila), temperatura para serviço contínuo de 90 °C e tensão de isolamento de 8,7/15 kV.

As seções padronizadas dos condutores constam na Tabela 15, que indica ainda a capacidade de condução de corrente.

Tabela 15 – Condutores Primários Padronizados na RDS

Seção (mm ²)	Capacidade de Condução de Corrente (A)
	Condutor de Cobre
35	108
95	184
120	-
185	263
240	303

NOTA:

A capacidade de condução de corrente está determinada pela maneira de instalar dos cabos da rede primária que entra ou sai da ET, sendo esta em banco de dutos subterrâneos.

12.2. Condutores Primários da ET

No interior da ET são previstas as seguintes maneiras de instalar para os condutores primários:

Instalação em eletroduto; e

Instalação em canaleta.

NOTAS:

- 1) A instalação em eletroduto se aplica à ET Parcialmente Abrigada e em Pedestal.
- 2) A instalação em canaleta se aplica à ET Abrigada e Pré-Fabricada

A interligação da chave primária ao transformador é executada com os mesmos tipos de cabos padronizados na RDS, porém com condutores de cobre na seção de 35 mm², cuja capacidade de condução de corrente é mostrada na Tabela 16.

**Tabela 16 – Conductor Primário Padronizado
na Interligação de Equipamentos**

SEÇÃO (mm ²)	CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE (A)	
	INSTALAÇÃO EM ELETRODUTO	INSTALAÇÃO EM CANALETA
35	108	164

NOTA:

O raio mínimo de curvatura do cabo é de 12 vezes o seu diâmetro externo nominal.

12.3. Condutores Secundários da RDS

Os condutores dos circuitos secundários da rede de distribuição subterrânea que saem do CBT são formados por 3 fases e neutro, agrupados na configuração em trifólio.

Os cabos, tanto das fases quanto do neutro, são unipolares, constituídos por condutores de cobre, têmpera mole, encordoamento classe 2, com isolamento em XLPE ou EPR, ambos com isolamento para 0,6/1 kV, cobertura de PVC e temperatura para serviço contínuo de 90°C.

As seções padronizadas dos condutores constam na Tabela 17, que indica ainda as respectivas capacidades de condução de corrente.

Tabela 17 – Condutores Secundários Padronizados na RDS

SEÇÃO (mm ²)	CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE (A)	
	Cabos em eletroduto enterrado	Cabos em canaleta fechada ou ventilada
6	46	48
10	61	66
25	101	117
35	122	144
50	144	175
70	178	222
95	211	269
120	240	312

150	271	358
185	304	408

NOTAS:

- 1) A capacidade de condução de corrente está determinada pela maneira de instalar dos cabos da rede secundária que sai do CBT, podendo ser em banco de dutos subterrâneos ou em canaleta.
- 2) O disjuntor de proteção de baixa tensão deverá ter seus ajustes limitados à capacidade de condução do cabo de interligação do transformador ao CBT (conforme tabela 18).

12.4. Condutores Secundários da ET

No interior da ET são previstas as seguintes maneiras de instalar para os condutores secundários:

Instalação em canaleta ventilada ou fechada; e
Instalação em eletroduto enterrado.

NOTAS:

- 1) A instalação em canaleta se aplica à área abrigada das ET.
- 2) A instalação em eletroduto se aplica à ET Parcialmente Abrigada e em Pedestal.

Admite-se a instalação de barramento blindado, desde que sejam observados os critérios estabelecidos no subitem 12.9 desta norma.

Os cabos utilizados no interior da ET são dos mesmos tipos padronizados na RDS, cujas capacidades de condução de corrente constam na Tabela 17.

A seção dos condutores utilizados na ligação dos transformadores consta na Tabela 18.

Tabela 18 – Seção dos Condutores na Saída dos Transformadores

POTÊNCIA DO TRANSFORMADOR (kVA)	SEÇÃO (mm ²)		
	Cabos em canaleta fechada ou ventilada	Cabos em eletroduto enterrado	Condutor Neutro
75	35	35	35
150	95	120	95
225	150	240	150
300	240	300	185
500	500	500	400
1000	2 x 500	2 x 500	2 x 400

NOTAS:

- 1) Todos os condutores devem ser de cobre isolado 0,6/1,0 kV, conforme especificação CEB-D.

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 34/134
---	--	---

- 2) Admite-se até **Janeiro de 2014**, que os condutores de instalação dos transformadores de 500 e 1000 kVA sejam de 400 mm².
- 3) O raio mínimo de curvatura do cabo é de 5 vezes o seu diâmetro externo nominal.

12.5. Condutores em Paralelo

No circuito secundário até a seção nominal de 185 mm², utiliza-se normalmente um condutor para cada fase e neutro.

Para circuitos que exijam seções superiores, pode-se recorrer a dois ou mais condutores por fase e para o neutro, ligados em paralelo.

Para garantir o máximo possível igual divisão de corrente entre os condutores ligados em paralelo numa mesma fase e no neutro, é necessário que esses condutores atendam aos seguintes critérios, simultaneamente:

- a) tenham o mesmo comprimento;
- b) sejam de mesmo material condutor;
- c) tenham a mesma seção nominal;
- d) tenham o mesmo tipo de isolamento; e
- e) tenham terminações iguais.

Os condutores devem ser reunidos em tantos grupos quantos forem os cabos em paralelo, com cada grupo contendo um cabo de cada fase mais o neutro.

São três as possíveis disposições dos condutores para garantir tanto o equilíbrio de corrente, quanto de tensão na carga:

a) condutores justapostos em trifólio na canaleta

Trata-se da solução técnica mais satisfatória.

Os cabos-fase de um mesmo grupo são dispostos em forma trapezoidal.

Mantém-se entre dois grupos consecutivos uma distância equivalente ao dobro do diâmetro externo do cabo.

O Desenho 28 ilustra esta disposição.

b) condutores justapostos na horizontal em canaleta.

L1 L2 L3+N L3 L2 L1+N L1 L2 L3+N L3 L2 L1+N . . .

Os cabos de um mesmo grupo são dispostos lado a lado num mesmo plano.

Mantêm-se entre dois grupos consecutivos uma distância equivalente a um diâmetro externo do cabo.

O Desenho 28 ilustra esta disposição.

c) condutores justapostos no eletroduto

Os cabos de um mesmo grupo de 3 fases mais o neutro são instalados em eletrodutos distintos.

NOTA:

A adoção desses procedimentos propicia uma divisão semelhante da corrente entre os condutores, com diferença não superior a 10%, importante para garantir a operação adequada da proteção.

12.6. Eletrodutos para os Cabos de Potência

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONSTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 35/134
---	---	---

Na ET Parcialmente Abrigada, os eletrodutos utilizados nos circuitos de potência são de PVC rígido, tipo soldável, com classe de resistência mecânica pesada (cor preta), diâmetro nominal 100.

Na ET em Pedestal, o eletroduto de interligação do transformador ao CBT é de PEAD (polietileno de alta densidade) ou PVC classe A, com diâmetro nominal mínimo 100.

As ET Abrigada e Pré-Fabricada não fazem uso de eletrodutos para os cabos de potência.

NOTAS:

- 1) Quando forem utilizados condutores em paralelo, cada grupo de 3 fases mais o neutro deve ser instalado em eletroduto distinto.
- 2) Os eletrodutos utilizados na rede de distribuição subterrânea são tratados na NTD 1.04.

Entre as extremidades de cada trecho da linha de eletrodutos, podem ser previstas no máximo três curvas de 90° ou seu equivalente até no máximo 270°. Em nenhuma hipótese devem ser previstas curvas com deflexão superior a 90°.

As curvas dos eletrodutos de PVC devem ser pré-fabricadas de raio longo, não sendo permitido efetuar curva diretamente no eletroduto, pois esta prática pode reduzir o seu diâmetro interno.

Durante a concretagem do piso da ET, as bocas dos eletrodutos devem ser mantidas fechadas com peças apropriadas, para impedir a entrada de argamassas, nata de concreto e outros em seu interior.

Os dutos somente devem ser cortados perpendicularmente ao seu eixo e retiradas todas as rebarbas susceptíveis de danificar a isolação dos cabos;

As emendas nos eletrodutos devem ser efetuadas com auxílio de luvas próprias, estanques em relação aos materiais de construção.

Os cabos somente devem ser instalados depois de estar completamente terminada a rede de eletrodutos e concluídos todos os serviços de construção que os possam danificar. O puxamento só deve ser iniciado após a tubulação estar perfeitamente limpa.

Para facilitar a instalação dos cabos, podem ser utilizados:

- a) guias de puxamento que, entretanto, só devem ser introduzidos no momento do puxamento dos cabos e não durante a execução das tubulações.
- b) talco industrial, parafina ou outros lubrificantes que não prejudiquem a integridade do isolamento.

Os eletrodutos devem ser providos de acessórios nas extremidades, próprios para evitar danos nas coberturas dos cabos.

12.7. Eletrodutos para os Cabos de Iluminação e Controle

As prescrições deste item se aplicam às ET Abrigada e Parcialmente Abrigada.

12.7.1. Eletroduto plástico rígido

A distância máxima entre os elementos de fixação dos eletrodutos rígidos é de 900 mm.

12.7.2. Eletroduto plástico flexível

Os condutores ou fibras ópticas destinados ao sistema de telecomando e automatismo, também devem ser instalados neste tipo de eletroduto.

12.8. Canaletas

As prescrições deste item se aplicam às ET Abrigada e Parcialmente Abrigada.

As canaletas são do tipo ventilada ou fechada, embutidas no piso.

As canaletas ventiladas possuem tampa confeccionada com grade de ferro e as fechadas possuem tampa de concreto, sendo próprias para instalação abrigada e desabrigada, respectivamente.

As canaletas podem ser pré-moldadas ou construídas em alvenaria na própria obra. Neste último caso, pode aproveitar as dimensões padronizadas do tijolo para construí-las, desde que isso resulte numa canaleta com seção superior ao mínimo estipulado.

As canaletas não podem conter curvas com cantos vivos que possam vir a danificar os condutores

Os cabos instalados nas canaletas devem ser dispostos em uma só camada e devem ocupar, no máximo, 80% da área útil da canaleta.

As canaletas estão padronizadas nos dois tamanhos distintos mostrados na Tabela 19.

Tabela 19 - Dimensões Principais das Canaletas

	LARGURA (mm)	PROFUNDIDADE (mm)
AT	300	250
BTX	400	250

NOTA:

As dimensões indicadas na tabela são consideradas úteis.

As Tabela 20 e 21 fornecem a quantidade de condutores que podem ser dispostos nas canaletas, para diversas situações práticas.

Tabela 20 – Quantidade Máxima de Condutores Primários

SEÇÃO (mm ²)	CANALETA 300 x 250 (mm)
35	9
95	9
120	9
185	6
240	6

NOTA:

Por se tratar de circuito a 3 fios, a quantidade de condutores prevista na canaleta é múltipla de três.

Tabela 21 – Quantidade Máxima de Condutores Secundários

SEÇÃO (mm ²)	CANALETA 300 x 250 (mm)	CANALETA 500 x 250 (mm)
35	24	40
50	20	36
70	20	32
95	16	28
120	16	24
150	12	24
185	12	20
240	8	16
300	8	16
400	8	16

NOTA:

Por se tratar de circuito a 4 fios, a quantidade de condutores prevista na canaleta é múltipla de quatro.

Não é permitida a instalação de condutores primários e secundários numa mesma canaleta.

As canaletas devem estar adequadamente limpas antes da instalação dos condutores.

Para possibilitar a acomodação de uma quantidade maior de cabos, a canaleta situada atrás do CBT nas ET Abrigada e Parcialmente abrigada, possui dimensão mínima de 700 mm x 400 mm (largura x profundidade).

12.9. Barramentos Blindados

Este tipo de linha elétrica é previsto apenas na ET Abrigada, sendo os critérios para sua utilização definidos a seguir:

12.9.1. Utilização por interesse do consumidor

Alternativamente à utilização de cabos, o consumidor pode optar pelo emprego de barramento blindado no trecho compreendido entre a ET e a proteção geral da U.C., desde que sejam satisfeitos os seguintes critérios, simultaneamente:

- a) a carga a ser suprida exija a aplicação de condutores de seção igual ou superior a 240 mm²;
- b) a distância percorrida pelo barramento blindado seja inferior a 30 m;
- c) Não haja nenhuma derivação entre a saída da ET e a proteção geral da U.C.;
- d) A aquisição e a instalação do barramento blindado sejam de responsabilidade do consumidor;
- e) o padrão de montagem do barramento blindado siga a orientação do fabricante;
- f) o barramento blindado atenda os requisitos técnicos apresentados no subitem 12.9.3; e
- g) o desenho construtivo e a especificação técnica do barramento blindado sejam aprovados pela CEB-D;
- h) a instalação seja vistoriada e aprovada pela CEB-D.
Para a ligação dos cabos ao barramento blindado, deve ser instalada uma caixa de alimentação posicionada próxima a uma das paredes da ET, conforme ilustra o Desenho 29.

12.9.2.Utilização por interesse da CEB-D

Quando três transformadores de 500 kVA ou 1000 kVA alimentam uma única U.C., a linha elétrica após a proteção geral de BT pode ser constituída de barramento blindado. O Desenho 30 apresenta uma montagem sugestiva para a alimentação do barramento blindado, que neste caso faz uso dos seguintes acessórios:

- a) uma caixa de alimentação sobre cada disjuntor ou protetor de reticulado;
- b) duas derivações TÊ; e
- c) uma curva 90°.

O barramento blindado, juntamente com seus acessórios, deve possuir as características elétricas mínimas apresentadas na Tabela 22.

Tabela 22 – Características Elétricas do Barramento Blindado

PARÂMETRO	TIPO DE ARRANJO			
	Reticulado Dedicado		Demais Arranjos	
	Quantidade transformadores x potência			
	3 x 500 kVA	3 x 1000 kVA	3 x 500 kVA	3 x 1000 kVA
Corrente nominal (A)	1600	3100	2300	4600
Corrente de curta duração (kA)	30	78	30	78

NOTA:

O arranjo Reticulado Dedicado admite uma corrente nominal inferior, pelo fato de ser dimensionado para a primeira contingência.

Os acessórios devem ser fornecidos pelo fabricante do barramento blindado.

Para essa instalação, devem ser satisfeitos os seguintes critérios, simultaneamente:

- a) a distância percorrida pelo barramento blindado, desde a saída da ET, seja inferior a 30 m;
- b) o barramento blindado seja dotado de uma única caixa de derivação com proteção de 200 A, localizada no interior da ET, ver desenho 30;
- c) o padrão de montagem do barramento blindado siga a orientação do fabricante;
- d) o barramento blindado atenda os requisitos técnicos apresentados no subitem 12.9.3, exceto para as características já indicadas na Tabela 22;
- e) o desenho construtivo e a especificação técnica do barramento blindado sejam aprovados pela CEB-D.

12.9.3.Requisitos técnicos

Cada parte do invólucro do barramento blindado passível de remoção deve ser provida de meios que permitam a colocação dos lacres da CEB-D.

Exceto no interior da ET, não devem ser previstos dispositivos que possibilitem a derivação para a ligação de cargas ao longo do barramento blindado.

A caixa de alimentação do barramento blindado deve admitir a ligação de condutores de cobre através de conectores à compressão do tipo cabo-barras.

Quando instalados na posição vertical, devem ser providos de dispositivos anti-chama que impeçam a propagação de chamas, fumaças ou gases de um pavimento a outro. Além disso, sobre o valor da corrente nominal do barramento blindado, deve ser aplicado um fator de redução devido ao efeito chaminé. Esse fator deve ser informado pelo fabricante. Na falta dessa informação, considerar o fator igual a 0,8. Embora não seja usualmente empregada junta de dilatação em barramentos blindados com comprimento inferior a 30 m, cabe ao fabricante informar a possibilidade de prescindir desse acessório.

Os dispositivos para fixação no teto ou em parede devem ser os recomendados e fornecidos pelo fabricante do barramento blindado.

A distância mínima entre qualquer face do barramento blindado e o teto e as paredes é de 300 mm e 150 mm, respectivamente.

As principais características técnicas a serem atendidas constam na Tabela 23.

Tabela 23 – Características do Barramento Blindado

PARÂMETRO	CARACTERÍSTICA
Corrente de curta duração (1 s - valor eficaz)	≥ 30 kA
Tensão nominal	≥ 500 V
Material das barras	Cobre ou Alumínio
Grau de proteção	IP 31 ou superior

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO	NTD - 1.05
	CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	Página 40/134

Temperatura ambiente	40 °C
Normas aplicáveis	ABNT NBRIEC 60 439-1 e 60 439-2

NOTAS:

- 1) A corrente nominal do barramento blindado deve corresponder a valor normalizado superior à máxima demanda da U.C. a ser suprida.
- 2) A seção da barra de neutro deve ser idêntica à seção das fases.
- 3) Sendo as barras em alumínio, seus terminais devem possuir tratamento especial que permitam a conexão com condutores de cobre.
- 4) O barramento blindado deve ser instalado de acordo com as instruções do fabricante.

Os condutores secundários que chegam à caixa de alimentação do barramento blindado devem ser providos de régua para sua fixação na parede, conforme mostra o Desenho 29.

NOTA:

Este procedimento visa evitar a transferência do peso dos condutores para o barramento blindado.

12.10. Conexões

As conexões dos cabos de AT nas chaves primárias e nos transformadores devem ser por intermédio de acessórios desconectáveis.

As conexões dos cabos de BT nos transformadores, proteção geral de BT, barramento blindado e bases fusíveis do CBT devem ser por intermédio de conectores tipo cabo-barra a compressão dotado de 2 furos, conforme desenho 41, fixados aos terminais dos equipamentos por parafusos, porcas e arruelas de aço inoxidável.

NOTA:

As conexões dos condutores aos equipamentos não devem ser submetidas a esforço de tração ou de torção.

Todos os terminais do protetor de reticulado, disjuntor termomagnético e do seccionador fusível, além dos terminais de BT do transformador, incluindo o neutro, devem ser protegidos com tubos ou mantas isolantes termocontráteis, dependendo se há um único ou mais de um condutor por terminal, respectivamente. Este procedimento visa isolar e vedar a conexão contra a penetração de umidade. Alternativamente, admite-se a aplicação de uma camada de fita plástica isolante, seguida por outra de fita auto-fusão e mais uma camada final de fita plástica.

No interior da ET, não são admitidas emendas nos condutores.

13. VENTILAÇÃO

Este item não se aplica à ET em Pedestal, pois esta já vem preparada de fábrica para suportar a elevação de temperatura a que estará sujeita. Não se aplica também à ET Pré-Fabricada por possuir ventilação natural dimensionada pelo fabricante.

Nas ET Abrigada e Parcialmente Abrigada, a abertura para entrada de ar deve ser construída próxima ao piso da ET, abaixo da linha central do corpo do equipamento a ser refrigerado. A abertura de saída do ar deve ser localizada na parte superior, o mais próximo possível do teto. Quanto maior a diferença das alturas entre a abertura de saída do ar e o centro do equipamento, melhores serão as condições de dissipação de calor.

13.1. Ventilação natural

As aberturas de ventilação devem ser construídas em paredes opostas, sendo que uma fique a cerca de 200 mm do piso interno e a outra a 100 mm abaixo do teto.

A base das aberturas inferiores deve distar, no mínimo, de 300 mm do piso externo acabado.

Todas as aberturas devem ser providas de venezianas fixas com lâminas em chapa de aço ou alumínio, dobradas em forma de chicana (V invertido com ângulo de 60°), providas de tela metálica com malha de no mínimo 5 mm e no máximo 13 mm, instaladas externamente.

13.1.1.ET Abrigada

Na ET abrigada, a área das aberturas de entrada e saída do ar dependem da potência do(s) transformador(es), e é dada na Tabela 24.

Tabela 24 – Dimensões Mínimas para Aberturas de Ventilação ET Abrigada

POTÊNCIA INSTALADA NA ET (kVA)	ABERTURA DE ENTRADA DE AR (mm)	ABERTURA DE SAÍDA DE AR (mm)
	Largura x comprimento	Largura x comprimento
1 X 500	1000 x 1800	1000 x 2000
2X 500	1000 x 3600	1000 x 4000
3 X 500	1000 x 5400	1000x 6000
1 X 1000	1000 x 2700	1000 x 3000
2 X 1000	1000 x 5400	1000 x 6000
3 X 1000	1000 x 8100	1000 x 9000

NOTAS:

- 1) As dimensões das aberturas podem diferir dos valores apresentados na tabela, desde que as áreas correspondentes sejam mantidas.
- 2) As aberturas podem ser seccionadas em tantas partes quanto for o número de transformadores, desde que seus comprimentos totais correspondam aos valores apresentados na tabela.

13.1.2.ET Parcialmente abrigada

Na ET Parcialmente Abrigada, a área das aberturas de entrada e saída do ar depende da largura do CBT, e é dada na Tabela 25.

**Tabela 25 – Dimensões Mínimas para Aberturas de Ventilação
ET Parcialmente Abrigada**

QUANTIDADE x LARGURA DO CBT	ABERTURA DE ENTRADA DE AR (mm)	ABERTURA DE SAÍDA DE AR (mm)
	Largura x comprimento	
1 x 940	940 x 500	1000 x 500
2 x 940	1800 x 500	1900 x 500
3 x 940	2800 x 500	3000 x 500
4 x 940	3700 x 500	4000 x 500

NOTAS:

- 1) As dimensões das aberturas podem diferir dos valores apresentados na tabela, desde que as áreas correspondentes sejam mantidas.
- 2) As aberturas podem ser seccionadas em tantas partes quanto for o número de módulos de CBT, desde que suas áreas totais correspondam aos valores apresentados na tabela.

13.2. Ventilação Forçada

Na ET abrigada, quando não for possível a utilização de ventilação natural, necessário se faz a utilização de sistema de ventilação forçada, constituído por ventiladores e exaustores dispostos em paredes opostas.

Nos locais de funcionamento dos transformadores, a diferença entre a temperatura interna na ET, medida a 1 m da fonte de calor a plena carga, e a externa, medida à sombra, não deve ultrapassar 15°C, como parâmetro de ajuste, a ventilação forçada deverá ser acionada com temperatura ambiente de 30°C.

A capacidade mínima dos exaustores, necessária para manter um diferencial de temperatura de cerca de 15°C, é dada na Tabela 26.

Tabela 26 – Dimensionamento de Exaustores

POTÊNCIA INSTALADA NA ET (kVA)	QUANTIDADE x VAZÃO MÍNIMA DOS EXAUSTORES (m ³ /min.)
1 x 500	1 x 95
2 x 500	2 x 95
3 x 500	3 x 95
1 x 1000	1 x 128
2 x 1000	2 x 128
3 x 1000	3 x 128

Na impossibilidade de instalar 2 ou 3 exaustores na ET, pode-se substituí-los por apenas um que corresponda à vazão total dos que estão sendo substituídos.

NOTAS:

- 1) Os exaustores são do tipo axial e dotados de grade externa de proteção.
- 2) Os exaustores podem ser monofásicos de 220 V ou trifásicos de 380 V.

3) Havendo necessidade de reduzir o ruído provocado pela ventilação forçada, a rotação dos ventiladores e exaustores pode ser limitada a 800 rpm.

A quantidade e a capacidade dos ventiladores devem ser idênticas aos exaustores.

O diagrama de proteção e comando do sistema de ventilação forçada consta no Desenho 31. Complementarmente, o Desenho 32 mostra o circuito de comando do desligamento automático da proteção geral de BT.

14. ILUMINAÇÃO E TOMADA

A ET em Pedestal não requer a instalação de iluminação artificial e de pontos de tomada.

A ET Pré-Fabricada possui iluminação artificial montada em fábrica, porém não é dotada de pontos de tomada.

14.1. Iluminação Artificial

Nas abrigada e parcialmente abrigada, o nível médio de iluminamento requerido é de 150 lux.

Os tipos de luminárias e lâmpadas padronizadas nos locais abrigados e desabrigados das ET constam na Tabela 27.

Tabela 27 – Tipos de Luminárias e Lâmpadas

LOCAL NA ET	TIPO DE LUMINÁRIA	TIPO DE LÂMPADA	POTÊNCIA DA LÂMPADA
Abrigado	Plafonier	Incandescente	100 W
Desabrigado	Arandela 45°	Incandescente	100 W

A quantidade de luminárias para cada tipo de ET consta na Tabela 28.

Tabela 28 – Quantidade de Luminárias

TIPO DE ET	QUANTIDADE DE TRANSFORMADORES	QUANTIDADE DE LUMINÁRIAS	
		Setor abrigado	Setor desabrigado
Abrigada	1	3	-
	2	6	-
	3	8	-
Parcialmente Abrigada	1	2	3
	2	3	4
	3	3	5

NOTAS:

- 1) Não se deve localizar nenhuma luminária sobre os equipamentos de alta tensão.
- 2) As luminárias são do tipo à prova de tempo, gases, vapores e pó.

As luminárias são ligadas com condutores de cobre de 2,5 mm², protegidos por eletrodutos plásticos rígidos, tamanho nominal 25 (3/4") em instalação aparente.

O interruptor para acionamento das lâmpadas deve ser, instalado em condutele e posicionado próximo à porta de entrada da ET, pelo lado interno.

14.2. Pontos de Tomada

As ET abrigada e parcialmente abrigada devem ser providas de tomadas de 20 A com três pinos (dois pólos + terra), para uso geral, instaladas em conduteles.

As tomadas são ligadas com condutores de cobre de 2,5 mm², protegidos por eletrodutos plásticos rígidos, tamanho nominal 25 (3/4") em instalação aparente.

15. PROTEÇÃO CONTRA SOBRECORRENTES NA AT

A proteção geral no lado de alta tensão da ET pode ser exercida por dispositivos fusíveis, religadores, seccionadores, interruptores de falta, ou mesmo por relé do disjuntor da subestação de distribuição, dependendo do tipo de arranjo adotado na RDS.

15.1. Arranjo Radial Simples

Na ET em Pedestal, a proteção geral na AT é provida pelos fusíveis tipo baioneta em série com fusíveis limitadores de corrente, instalados internamente no próprio transformador da ET (NTD 4.31).

NOTAS:

1) Os fusíveis do tipo baioneta têm como finalidade interromper correntes de curto-circuito externas ao transformador.

2) Os fusíveis do tipo limitadores de corrente têm como finalidade operar somente para defeitos internos ao transformador.

Nas ET Abrigada, Parcialmente Abrigada e Pré-Fabricada, a proteção na AT é conferida pela chave fusível instalada no poste de transição da rede aérea, coordenada com os equipamentos de proteção a montante e a jusante. Caso não seja possível essa coordenação, a proteção pode ser provida por seccionadores ou religadores automáticos, instalados no mesmo ponto e ajustados para uma única operação de abertura.

Para atendimento a estações transformadoras com potência até 1000 kVA, os elos fusíveis utilizados no poste de transição constam da Tabela 29.

**Tabela 29 – Escolha de Elos-Fusíveis
em Função da Potência do Transformador**

POTÊNCIA DO TRANSFORMADOR (KVA)	ELO FUSÍVEL
15	1H
30	2H
45	3H
75	5H

112,5	6K
150	8K
225	10K
300	12K
500	20K
750	30K
1000	40K

NOTA:

Imediatamente antes do transformador da ET é instalada uma chave seccionadora (sem interruptor de falta).

15.2. Arranjo Radial DRS

O arranjo radial DRS utiliza apenas ET tipo Pedestal, cuja proteção geral na AT é provida pelos fusíveis tipo baioneta em série com fusíveis limitadores de corrente, instalados internamente no próprio transformador da ET.,

15.3. Arranjo Primário Seletivo

Na ET em Pedestal, a proteção geral na AT é provida pelos fusíveis tipo baioneta em série com fusíveis limitadores de corrente, instalados internamente no próprio transformador da ET e ainda pelo interruptor de falta nas vias de saída da chave primário seletivo.

Nas ET Abrigada e Parcialmente Abrigada, utiliza-se chave de transferência automática dotada de interruptor de falta, com relé de proteção, nas vias de saída, o que confere a necessária proteção geral na AT.

Na ET Pré-Fabricada, utiliza-se chave de transferência automática dotada de interruptor de falta, com relé de proteção, nas vias de saída, o que confere a necessária proteção geral na AT.

15.4. Arranjo Primário em Anel Aberto

Na ET em Pedestal, a chave de transferência é instalada no interior de caixa tipo ATE, sendo desprovida de interruptor de falta, considerando que a proteção geral na AT, neste caso, é exercida pelos fusíveis tipo baioneta em série com fusíveis limitadores de corrente, instalados internamente no próprio transformador da ET. É importante que a caixa ATE seja posicionada o mais próximo possível da ET.

Para as Abrigada e Parcialmente abrigada, o arranjo Primário em Anel Aberto utiliza chave de transferência manual de três vias, dotada de interruptor de falta na via de saída, o que confere a necessária proteção geral na AT.

Na ET Pré-Fabricada, utiliza-se chave de transferência manual dotada de fusíveis na via de saída.

15.5. Arranjo Reticulado Dedicado

No arranjo Reticulado Dedicado, a proteção geral na AT é provida pelos relés dos disjuntores instalados nas subestações de potência, complementada pelos protetores de reticulado.

Imediatamente antes de cada transformador da ET, deve ser instalada uma chave seccionadora.

15.6. Seletividade

Os critérios para garantir a seletividade entre os dispositivos de proteção contra sobrecorrentes constam no Anexo B.

16. PROTEÇÃO CONTRA SOBRECORRENTES NA BT

O critério de escolha do tipo de dispositivo para exercer a proteção contra sobrecorrentes no lado de baixa tensão da ET, depende da sua localização elétrica no circuito secundário.

16.1. Proteção Geral na BT

A proteção geral na BT pode ser exercida por protetor de reticulado, disjuntor termomagnético ou seccionador fusível, dependendo do tipo e da potência instalada da ET.

A ET em Pedestal não utiliza a proteção geral na BT, quando a potência do transformador for igual ou superior a 150 kVA. Para potências inferiores a essa, a proteção deve ser provida por CBT CEB-D equipado com fusíveis dimensionados pela Tabela 31.

NOTA:

Em todos os casos deverá ser contemplado um disjuntor de saída para todas as potências de transformadores em pedestal padronizados pela CEB-D.

Nas ET Abrigada e Parcialmente Abrigada, a proteção geral na BT contra correntes de sobrecarga e de curto-circuito é assegurada por protetores de reticulado nos arranjos Reticulado Dedicado, e por disjuntores de BT nos demais tipos de arranjos, com as características dadas na Tabela 30.

Tabela 30 – Proteção Geral na BT

POTÊNCIA DO TRANSFORMADOR (kVA)	CORRENTE NOMINAL (A)		
	Protetor de Reticulado	Disjuntor de BT	Ajuste (A)
500	1600	1000	800
1000	2000	2000	1650

NOTA:

Para adequada proteção, o relé de sobrecorrente do protetor de reticulado e o relé térmico do disjuntor, para o transformador de 500 kVA, devem ser ajustados para 800 A.

O protetor de reticulado, por ser dotado de fusíveis limitadores de corrente, possui capacidade de interrupção de 30 kA.

O disjuntor deve possuir capacidade mínima de interrupção de 55 kA, quando houver três transformadores de 1000 kVA na ET, e 30 kA nos demais casos.

NOTA:

A proteção de baixa tensão de uma ET pré fabricada dependerá de sua concepção de projeto.

16.2. Proteção na Saída do CBT

Os condutores que saem do CBT são protegidos contra correntes de sobrecarga e de curto-circuito por dispositivos fusíveis tipo NH, com capacidade mínima de interrupção nominal de 100 kA, categoria de utilização gG, próprios para base fusível tamanho 2.

NOTA:

Os fusíveis NH são partes integrantes das chaves fusíveis verticais tripolares para abertura em carga, que compõem o CBT.

A corrente nominal dos dispositivos fusíveis depende da seção do condutor a ser protegido e da sua maneira de instalar, conforme indica a Tabela 31.

Tabela 31 – Corrente Nominal Máxima dos Fusíveis NH

SEÇÃO DO CONDUTOR (mm ²)	CORRENTE NOMINAL DO FUSÍVEL NH (A)	
	Cabos em eletroduto enterrado	Cabos em canaleta fechada ou ventilada
6	40	40
10	50	50
16	63	80
25	80	100
35	100	125
50	125	160
70	160	200
95	160	200
120	200	250
150	225	315
185	250	355

NOTA:

Os dispositivos fusíveis NH devem ser providos de indicador de fusão para facilitar a identificação do elemento queimado.

16.3. Seletividade

Os critérios para garantir a seletividade entre os dispositivos de proteção contra sobrecorrentes constam no Anexo B.

17. PROTEÇÃO CONTRA SOBRETENSÕES

Em circuitos subterrâneos derivados de circuitos aéreos, deve ser instalado um jogo de pára-raios (um em cada fase), nos seguintes locais:

- a) em todo ponto de transição da rede aérea para subterrânea;
- b) na primeira ET tipo Pedestal, após a transição da rede aérea para subterrânea; e
- c) nos terminais de entrada da chave seccionadora em ET Abrigada, Parcialmente abrigada e Pré-Fabricada, no arranjo Radial Simples.

NOTA:

Neste último caso, para a instalação dos pára-raios, é necessária a utilização de plugues de conexão dupla de equipamento – PT2.

Nos pontos de transição da rede aérea para subterrânea, os pára-raios devem ser com invólucro polimérico para uso externo (tensão nominal 12 kV e corrente nominal de descarga 10 kA), instalados no poste de transição.

NOTA:

Os pára-raios utilizados nestes pontos devem atender aos requisitos da NTD 3.11 – Pára-raios a óxidos metálicos, sem centelhador, para redes aéreas de distribuição.

Junto aos equipamentos da RDS, os pára-raios devem ser do tipo cotovelo desconectável, (tensão nominal 12 kV e corrente nominal de descarga 10 kA), instalados conforme detalham os Desenhos 33 e 34. Nestes casos, a interligação dos pára-raios à malha de aterramento da ET deve ser efetuada com condutor de cobre na seção 35 mm² e ser o mais curto e retilíneo possível.

NOTA:

Os pára-raios utilizados nestes pontos devem atender aos requisitos da NTD 3.43 – Pára-raios para transformadores em pedestal.

O terminal “terra” do pára-raios deve ser sempre ligado à blindagem do cabo subterrâneo.

18. PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO

Nas Abrigada, Parcialmente abrigada e Pré-Fabricada, deve ser instalado um extintor de incêndio portátil do tipo dióxido de carbono ou pó químico seco, próprios para uso em fogos das Classes B e C, de capacidade dada pela Tabela 32.

Tabela 32 – Capacidade Mínima do Extintor de Incêndio

SUBSTÂNCIA EXTINTORA	CAPACIDADE DO EXTINTOR
Dióxido de carbono (CO ₂)	6 kg
Pó químico seco	4 kg

O extintor deve ser posicionado em local abrigado, próximo à porta de entrada da ET, pelo lado interno, e fixado na parede a uma altura inferior a 1,60 m.

O local destinado ao extintor deve ser assinalado por um círculo vermelho ou por uma seta larga, vermelha, com bordas amarelas, em conformidade com a NR 23.

Deve ser pintada de vermelho uma área do piso embaixo do extintor, a qual não poderá ser obstruída por forma nenhuma. Essa área deve ser no mínimo de 1000 mm x 1000 mm.

NOTA:

As classes de fogo são assim definidas:

Classe B – Combustão em materiais com propriedade de queimarem somente em sua superfície, não deixando resíduos, como óleo, graxas, vernizes, tintas, gasolina, etc.;

Classe C – Combustão em equipamentos elétricos energizados como motores, transformadores, quadros de distribuição, fios, etc.

19. CHAVES DE TRANSFERÊNCIA AUTOMÁTICA

São chaves de 15 kV ou 34,5 kV que possibilitam a alternância automática entre alimentadores, utilizando o conceito de alimentador reserva para suprir o principal em caso de falha.

19.1. Instalação física

A instalação física destas chaves é dividida em duas categorias: chaves instaladas em Estações Transformadoras CEB-D e chaves instaladas em Caixas Subterrâneas em área pública.

19.1.1. Instalação em Estações Transformadoras

Por tratar-se de instalação em estações transformadoras, e elas conterem dispositivos que emitem calor e necessitam de ventilação natural e forçada, o acúmulo da umidade relativa do ar em seu interior permanece dentro de um limite aceitável, portanto admite-se a instalação de chaves que tenha grau de proteção inferior ao IP 68, ou seja, imersível.

O arranjo permitido para chaves instaladas no interior de Estações Transformadoras é o Arranjo Primário Seletivo Dedicado, que tem por limitação alimentar um transformador por via de saída, sendo no máximo 1000 kVA por via e totalizando no máximo 3000 kVA por chave.

Estas chaves devem ser transportadas protegidas do tempo, poeira e umidade, devem ser içadas através de ganchos conectados aos olhais presentes em sua parte superior de forma que o peso fique distribuído uniformemente entre os olhais.

NOTA:

ATENÇÃO, esta chave não pode sofrer nenhum tipo de choque mecânico.

Sua instalação dar-se-á conforme descrito abaixo:

- I. Colocação de manta de borracha entre as bases das chaves e o piso da ET;

- II. Fixação através de CHUMBADORES apropriados denominados de PARABOLT.
- III. As chaves devem obedecer às distâncias mínimas descritas em seus manuais, caso não acompanhe, seguem as distâncias que devem ser seguidas:
Dimensões: - Parte anterior da chave à parede: 300 mm
- Laterais da chave à parede ou outro equipamento: 700 mm
- Parte frontal da chave à parede ou equipamento: 1500mm
- IV. Deve-se alimentar o comando da chave através de uma tensão em 220Vac derivada diretamente desta Estação Transformadora.
- V. Conectar os circuitos alimentadores através de terminais desconectáveis;
- VI. Utilizar Cabos Cobre Isolado EPR/XLPE 15 kV de 95mm² para ligação dos alimentadores;
- VII. Utilizar Cabos Cobre Isolado EPR/XLPE 15 kV de 35mm² para a ligação entre a chave e os transformadores;
- VIII. Aterrar a carcaça da chave, a malha dos cabos e os desconectáveis diretamente à malha de aterramento da Estação Transformadora;
- IX. Parametrizar conforme dados fornecidos pela Gerência de Engenharia do Sistema da CEB-D;
- X. Realizar testes de Isolamento, Aterramento; Continuidade e Operação (Todos os testes devem ser realizados com a Estação Transformadora desenergizada);
- XI. Disponibilizar à Equipe de Manobreiros da CEB-D para Energização (Etapa de conclusão da montagem geral da ET).

19.1.2. Instalação em Caixas Subterrâneas em área pública

Por tratar-se de instalação em caixas subterrâneas, que por características construtivas não podem ser consideradas estanques, por não possuírem ventilação e estarem sujeitas à inundação permanente, é exigida a instalação de chaves caracterizadas como submersíveis, ou seja, com grau de proteção IP68.

O arranjo permitido para chaves instaladas no interior de Caixas subterrâneas é o Arranjo Primário Seletivo Dedicado ou Generalizado, que serão explicitados abaixo:

a) Arranjo Primário Seletivo Dedicado:

Tem por limitação alimentar um transformador por via de saída, sendo no máximo 1000 kVA por via e totalizando no máximo 3000 kVA por chave;

b) Arranjo Primário Seletivo Generalizado:

Permite a instalação de vários transformadores por via de saída da chave, ou seja, deve ser de no mínimo 4 vias, sendo a primeira via para vários transformadores de potência igual ou inferior a 500 kVA, limitada a 150 A (em M.T.), e a segunda via de reserva, ou para uso conforme a primeira via. A corrente somada nas vias de saída não devem ser superiores a 250 A (em M.T.) ou 6 MVA.

No caso da Instalação em caixa subterrânea, em locais onde não existir Rede de Baixa Tensão, para alimentar o comando da Chave de Transferência Automática, deve-se contemplar ainda a instalação de dois transformadores de potencial de um pólo com potência igual a 1 kVA e relação de transformação 7,2 kV/110V. Este transformador deve ter o grau de proteção igual ao da chave, ou seja, IP68 (Submersível). Deve ser instalado um transformador de potencial por alimentador.

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 51/134
---	--	---

Estas chaves devem ser transportadas protegidas do tempo, poeira e umidade, devem ser içadas através de ganchos conectados aos olhais presentes em sua parte superior de forma que o peso fique distribuído uniformemente entre os olhais.

NOTA:

ATENÇÃO, esta chave não pode sofrer nenhum tipo de choque mecânico.

Sua instalação dar-se-á conforme descrito abaixo:

I. Colocação de manta de borracha entre as bases das chaves e a base metálica da caixa;

II. Fixação da base metálica através de CHUMBADORES apropriados denominados de PARABOLT no piso da caixa, e fixação da chave na base metálica através de parafusos de aço inoxidável.

III. As chaves devem obedecer às distâncias mínimas descritas em seus manuais, caso não acompanhe, segue as distâncias que devem ser seguidas:

Dimensões: - Parte anterior da chave à parede da caixa: 300 mm

- Laterais da chave à parede ou outro equipamento: 500 mm

- Parte frontal da chave à parede ou equipamento: 1000 mm

IV. Instalar transformador de potencial submersível para cada alimentador, ou seja, duas unidades.

V. Deve-se alimentar o comando da chave através de uma tensão em 127Vac através dos transformadores de potencial.

VI. Conectar os circuitos alimentadores através de terminais desconectáveis;

VII. Utilizar Cabos Cobre Isolado EPR/XLPE 15 kV de 185mm² para ligação dos alimentadores;

VIII. Utilizar Cabos Cobre Isolado EPR/XLPE 15 kV de 95mm² para o circuito tronco, que alimenta vários transformadores.

IX. Utilizar Cobre Isolado EPR/XLPE 15 kV de 35mm² para a ligação de ramais, ou seja, entre a derivação do circuito tronco e os transformadores;

X. Aterrar a carcaça da chave, a malha dos cabos e os desconectáveis diretamente à malha de aterramento da Estação Transformadora;

XI. Disponibilizar equipamento para a Superintendência de Operação do Sistema Elétrico para realizar a parametrização;

XII. Realizar testes de Isolamento, Aterramento, Continuidade e Operação (Todos os testes devem ser realizados com a Estação Transformadora desenergizada).

XIII. Energizar alimentadores;

XIV. Disponibilizar à Equipe de Manobreiros da CEB-D para Energização da Estação Transformadora do Cliente.)

19.1.3. Parâmetros de ajuste da chave

Fica a cargo da Gerência de Engenharia do Sistema da CEB-D a correta parametrização dos relés de proteção das chaves de transferência automática para o Arranjo Primário Seletivo Generalizado. Para o Arranjo Primário Seletivo Dedicado, caberá a tal Gerência apenas repassar à Gerência de Obras de Redes Subterrâneas estes parâmetros.

No caso de chave de transferência instalada em área pública para alimentar U.C. com subestação particular, fica a cargo da Superintendência de Operação calcular os parâmetros do relé de proteção, de forma que coordene com os relés de proteção do alimentador e com os relés a jusante, ou seja, de proteção do disjuntor interno à subestação do cliente, e assim efetuar a parametrização.

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 52/134
---	--	---

20. CRITÉRIOS PARA UTILIZAÇÃO DE CHAVES PRIMÁRIAS

As chaves primárias representam as chaves seccionadoras e de transferência. São dispositivos de manobra e/ou proteção com três posições (aberta – fechada – aterrada), instalados imediatamente antes dos transformadores. Suas características dependem do tipo de arranjo da RDS e da quantidade de transformadores na ET.

20.1. Arranjo Radial Simples

Nas ET Abrigada, Parcialmente Abrigada e Pré-Fabricada, a chave primária é uma chave seccionadora.

Cada chave alimenta um transformador individualmente, sendo que suas vias de saída não necessitam ser dotadas com interruptores de falta, considerando que a proteção geral na AT é exercida por dispositivos instalados no poste de transição.

A ET em Pedestal dispensa a utilização dessa chave primária.

20.2. Arranjo Radial DRS

O arranjo DRS não faz uso dessa chave primária.

20.3. Arranjo Primário Seletivo

No Arranjo Primário Seletivo Dedicado, a chave primária é uma chave de transferência automática com tantas vias de saída quanto for o número de transformadores na ET, limitado a três transformadores por chave, e instalada no interior da ET. Os cabos dos alimentadores devem ser de Cobre Isolado EPR/XLPE 15kV 95mm².

No Arranjo Primário Seletivo Generalizado, a chave primária de transferência automática deve ser de no mínimo 4 vias, sendo a primeira via para vários transformadores de potência igual ou inferior a 500 kVA, limitada a 150 A, e a segunda via de reserva, ou para uso conforme a primeira via, ou para uso exclusivo de até 3 transformadores de 1000 kVA. A corrente somada nas duas vias não devem ser superiores a 250 A ou 6 MVA. Os cabos dos alimentadores devem ser de Cobre Isolado EPR/XLPE 15 kV 185m².

No caso em que o arranjo primário seletivo alimenta uma U.C. individual com subestação particular, o Arranjo pode ser caracterizado como Primário Seletivo Dedicado ou Generalizado, devendo ser instalada em área pública, no interior de caixa apropriada conforme os padrões da CEB-D, ou em painel tipo pedestal ao nível do solo.

Nas ET Abrigadas, Parcialmente abrigadas e Pré-Fabricadas, como as chaves de transferência automática são instaladas em seu interior, basta que seja apenas imersível.

Na ET em Pedestal esta chave é instalada no interior de caixa apropriada, especificada conforme norma CEB-D, sendo que para este caso, esta chave deve

ser do tipo submersível (IP 68). Alternativamente, a chave pode ser do tipo pedestal, instalada ao lado do transformador, sendo necessário ser apenas imersível.

20.4. Arranjo Primário em Anel Aberto

A chave primária é uma chave de transferência manual de três vias.

Nas Abridada, Parcialmente Abridada e Pré-Fabricada, a chave de transferência é dotada com interruptor de falta na via de saída.

Na ET em Pedestal, a chave de transferência é desprovida de interruptor de falta, considerando que a proteção geral na AT é exercida pelos fusíveis tipo baioneta em série com fusíveis limitadores de corrente, instalados internamente no próprio transformador da ET. Esta chave é instalada no interior de caixa tipo ATE, posicionada o mais próximo possível da ET.

NOTA: Na ET Parcialmente Abridada, para que as dimensões da ET sejam respeitadas, necessário se faz que a chave de transferência automática tenha uma profundidade não superior a 1500 mm. Além disso, o comprimento do transformador deve ser limitado a 1600 mm.

20.5. Arranjo Reticulado Dedicado

A chave primária é uma chave seccionadora com duas vias, desprovida de interruptor de falta.

21. CRITÉRIOS PARA UTILIZAÇÃO DE TRANSFORMADORES

21.1. Condições Gerais

Os transformadores padronizados para utilização nas podem ser do tipo em pedestal, a líquido isolante ou a seco, sendo suas especificações dadas nas normas técnicas indicadas na Tabela 33.

Tabela 33 - Normas da CEB-D Aplicáveis a Transformadores

TIPO DE TRANSFORMADOR	NORMA APLICÁVEL
em líquido isolante	NTD 3.02
a seco	ETB 001/98 Rev. 2
em pedestal	NTD 3.35

Quando a ET fizer parte integrante da edificação residencial e/ou comercial, somente é permitido o emprego de transformadores a seco, mesmo que haja paredes de alvenaria e portas corta-fogo.

NOTA: Considera-se como parte integrante, o recinto não isolado ou desprovido de alvenaria e portas corta-fogo.

Os transformadores a seco não são próprios para instalação ao tempo.

Os transformadores em líquido isolante são próprios para instalação ao tempo ou abrigada, desde que a ET esteja localizada fora do corpo da edificação (ou, não seja parte integrante da edificação).

Os transformadores em pedestal não são previstos para instalação interna à edificação.

Os transformadores não devem ser instalados em ambientes perigosos, como os que contenham vapores ou gases inflamáveis ou corrosivos.

A Tabela 34 possibilita a escolha do tipo de transformador a ser utilizado, em função do tipo de ET.

Tabela 34 – Tipo de Transformador em Função do Tipo de ET

TIPO DE ET		TIPO DO TRANSFORMADOR
Em Pedestal		Pedestal
Abrigada	No corpo da edificação	Seco
	Fora do corpo da edificação	Em líquido isolante
Parcialmente Abrigada		Em líquido isolante
Pré-Fabricada		Em líquido isolante ou seco

Nas Abrigada e Parcialmente Abrigada, deve haver um espaçamento mínimo de 0,5m entre transformadores e entre estes e paredes ou grades. Nas em Pedestal e Pré-Fabricada, devem ser respeitados os espaçamentos de fábrica.

Os transformadores padronizados possuem terminais de AT apropriados para ligação dos acessórios desconectáveis.

21.2. Transformadores em Paralelo

Quando houver mais de um transformador em ET Abrigada ou Parcialmente Abrigada, eles devem ser postos em paralelo até o limite de 3 unidades de 1000 kVA cada.

Para que seja possível colocar dois ou três transformadores em serviço em paralelo, é necessário que sejam atendidos os seguintes critérios:

- a)** a alimentação primária tenha as mesmas características elétricas;
- b)** as tensões secundárias sejam iguais;
- c)** os transformadores tenham o mesmo deslocamento angular; e
- d)** as impedâncias percentuais sejam iguais;
- e)** mesma potência nominal.

21.3. Monitoramento da Temperatura do Transformador

Nas ET Abrigada e Parcialmente Abrigada, os transformadores de 500 kVA e 1000 kVA, tanto a seco quanto em líquido isolante, são equipados com sensores de temperatura que possibilitam a ligação do sistema de proteção térmica.

Na ET Abrigada, essa proteção consiste no acionamento automático da ventilação forçada e no desligamento da proteção geral de BT, assim que a temperatura interna do transformador atingir valores pré-ajustados. Na ET Parcialmente Abrigada, apenas o desligamento da proteção geral de BT é acionado.

Quando o transformador for equipado com controlador de temperatura programável, os valores de ajuste devem atender as recomendações do fabricante. Na falta dessa informação, podem ser adotados os valores apresentados na Tabela 35.

Tabela 35 - Ajuste do Controlador de Temperatura

TIPO DE TRANSFORMADOR	TEMPERATURA PARA VENTILAÇÃO	TEMPERATURA PARA DESLIGAMENTO
a líquido isolante	75 °C	95 °C
a seco	80 °C	120 °C

Os Desenhos 31 e 32 mostram o circuito de proteção térmica.

NOTA: Os controladores de temperatura podem ser instalados no interior da caixa de comando e proteção.

Na ET Pré-Fabricada, o sistema de proteção térmica do transformador é montado e calibrado em fábrica, não necessitando de qualquer ajuste em campo. Seu funcionamento consiste no desligamento da proteção geral da AT, assim que a temperatura interna do transformador atingir valores pré-ajustados.

A ET em Pedestal é dotada apenas de termômetro indicador de temperatura máxima e instantânea, parte integrante do transformador tipo pedestal.

21.4. Recipiente de Coleta de Óleo

As ET com transformadores em líquido isolante devem dispor de um recipiente para coleta de óleo, com a função de conter o líquido proveniente de eventual vazamento.

O recipiente de coleta deve ter capacidade para armazenar o volume de óleo contido no maior transformador da ET.

Na ET em Pedestal, o recipiente de coleta é constituído pela própria base de concreto do transformador conjugada com a caixa de passagem dos cabos. A capacidade útil mínima desse recipiente é dada na Tabela 36.

Tabela 36 – Capacidade Volumétrica Mínima do Recipiente na ET em Pedestal

POTÊNCIA DO TRANSFORMADOR (kVA)	CAPACIDADE MÍNIMA (m³)
Até 150	0,3
225	0,4
de 300 a 750	0,7
1000	0,8

O fundo do recipiente de coleta deve possuir uma concavidade para permitir o bombeamento do óleo ou da água que possa ter entrado.

Na ET Pré-Fabricada, o recipiente de coleta é constituído por um compartimento existente sob o transformador, sendo parte integrante da ET e, portanto, fornecido de fábrica.

21.5. Características Dimensionais

As principais dimensões e massas dos transformadores utilizados nas ET estão indicadas nas Tabela 37 e Tabela 38 como valores orientativos.

Tabela 37 – Características Dimensionais de Transformadores em Pedestal

POTÊNCIA (kVA)	LARGURA (mm)	ALTURA (mm)	PROFUNDIDADE (mm)	MASSA (kg)
75	1160	1400	1045	1000
150	1260	1550	1100	1230
300	1500	1700	1195	1870
500	1670	1800	1320	2410
1000	1915	2110	1460	3500

Tabela 38 – Características Dimensionais de Transformadores a Líquido Isolante e a Seco

POTÊNCIA (kVA)	LARGURA (mm)	ALTURA (mm)	PROFUNDIDADE (mm)	MASSA (kg)	
500	a seco	1550	1600	780	1450
	em líquido isolante	1860	1700	1000	1580
1000	a seco	1650	1850	970	2260
	em líquido isolante	1880	1800	1200	3100

Por não se tratar de características padronizadas, as dimensões e as massas reais dos transformadores devem ser obtidas junto ao fornecedor.

22. CRITÉRIOS PARA UTILIZAÇÃO DO CBT

O CBT é utilizado para abrigar as CHAVES SECCIONADORAS PORTA FUSIVEIS para abertura em carga, responsáveis pela proteção e seccionamento dos circuitos secundários.

Há três modelos de CBT padronizados de acordo com a corrente nominal do barramento, sendo de 400 A, 800 A ou 1800 A.

- O CBT de 400 A deve acomodar 4 (quatro) chaves seccionadoras porta-fusíveis de 250 A.
- O CBT de 800 A deve acomodar 6 (seis) chaves seccionadoras porta-fusíveis de 400 A.
- O CBT de 1800 A deve acomodar 8 (oito) chaves seccionadoras porta-fusíveis de 400 A.

O CBT deve atender ao disposto na NTD 3.37, sendo que suas características dimensionais estão indicadas na Tabela 39 como valores orientativos.

Tabela 39 – Dimensões do CBT (INVÓLUCRO)

TIPO CBT	ALTURA (mm)	LARGURA (mm)	PROFUNDIDADE (mm)
1800 A	1300	1115	320
800 A		785	320
400 A	1300	590	320

*Largura: 590 mm (DIN 0), 785 mm (DIN 1) ou 1115 mm (DIN 2).

A ET em Pedestal com potência nominal igual a 75 kVA, não é necessário o uso do CBT, sendo a proteção geral da baixa tensão provida pelos fusíveis do tipo expulsão, instalados em baionetas, localizado no compartimento de BT do transformador em pedestal.

A ET em Pedestal com potência nominal de 75 kVA, deve fazer uso de CBT para 400 A, quando aplicável. Para potência nominal de 150 kVA, deve fazer uso de CBT para 400 A. Para potência nominal de 300 kVA a 500 kVA, deve fazer uso de CBT para 800 A. Para potências superiores, deve ser utilizado o CBT para 1800 A.

O CBT deve ficar posicionado ao lado do transformador em pedestal, a uma distância máxima de 3 m e mínima de 1 m deste.

NOTA: O CBT deve ser para uso exterior, ou seja, projetado para suportar exposição permanente às intempéries.

Nas ET's Abridadas e Parcialmente Abridadas, deve ser utilizado um CBT para 800 A para cada transformador instalado com potência nominal de 500 kVA, e deve ser utilizado um CBT para 1800 A para cada transformador instalado com potência nominal de 1000 kVA. Caso seja necessário um maior número de saídas de circuitos secundários, admite-se a conexão de outro módulo de CBT para 1800 A.

NOTA: O CBT deve ser para uso interior, ou seja, projetado para ser abrigado permanentemente das intempéries.

Tabela 40 resume a aplicação do CBT.

Tabela 40 - Critério para Escolha do CBT

TIPO DA ET	TIPO DE INSTALAÇÃO DO CBT	CORRENTE NOMINAL DO CBT (A)	
Em Pedestal	75 kVA	Não prevista a instalação de CBT	
	150 kVA	Interior/Exterior	
	300 a 500 kVA		400
	1000 kVA		800
Abridada, Parcialmente Abridada ou Pré-Fabricada	500 kVA	Interior	
Abridada, Parcialmente Abridada ou Pré-Fabricada	1000 kVA		1800

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 58/134
---	--	---

O CBT é instalado sobre base de concreto quando para uso exterior, e fixado diretamente no piso da ET quando para uso interior.

NOTA:

Quando da instalação do CBT para uso exterior, contemplar uma camada de borracha entre ele e sua base, evitando assim a oxidação do equipamento.

Nas ET's de tipo abrigadas ou parcialmente abrigadas, deverão permitir o acesso ao CBT tanto pela parte da frente quanto pela parte de trás, através de portas tipo venezianas.

23. IDENTIFICAÇÃO DOS COMPONENTES

23.1. Identificação dos Condutores

Os condutores fase dos circuitos primários e secundários devem ser identificados através da aplicação de fitas plásticas isolantes coloridas sobre suas coberturas externas, com as seguintes cores:

- Fase A: ⇒ Azul escuro
- Fase B: ⇒ Branca
- Fase C: ⇒ Vermelha

O condutor neutro deve ser identificado com fita plástica isolante na cor azul claro, aplicada sobre sua cobertura externa.

Essa identificação deve ser efetuada nos seguintes locais da ET:

- Nos condutores de entrada e saída das chaves primárias;
- Nos condutores de entrada e saída dos transformadores;
- Nos condutores de entrada e saída das proteções gerais de BT;
- Nos condutores de entrada e saída do CBT.

NOTAS:

- 1) Quando houver condutores em paralelo, todos eles devem ser igualmente identificados.
- 2) Por se tratar de cabo nu, o condutor de proteção (primário) é identificado pela ausência da isolação.

Para a identificação devem ser aplicadas, no mínimo, 3 voltas sobrepostas da fita isolante colorida envolvendo todo o diâmetro do condutor.

23.2. Identificação dos Circuitos

Cada circuito deve ser identificado através de cartão alumínio, conforme Desenho 35, que mostra inclusive sua forma de fixação ao condutor.

23.2.1. Identificação dos circuitos secundários

Nos circuitos secundários, os cartões devem ser fixados nos condutores que saem do CBT e no condutor do lado "fonte" do dispositivo de proteção geral de BT.

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 59/134
---	--	---

a) Identificação dos circuitos que saem do CBT

O cartão deve ser fixado no condutor central do circuito e conter as seguintes informações:

- Endereço da U.C.;
- Seção dos condutores fase e neutro;
- Número do projeto;
- Data da instalação do circuito; e
- Matrícula do responsável pela instalação do cartão.

b) Identificação do circuito nos terminais da proteção geral de BT

O cartão que identifica o circuito que entra no dispositivo de proteção geral de BT deve conter o número do circuito primário que o supre. Este cartão deve ser fixado no condutor central do lado “fonte” do dispositivo de proteção geral de BT.

Quando este dispositivo alimenta diretamente uma U.C. exclusiva, deve ser instalado, adicionalmente, um cartão com as mesmas informações exigidas para os circuitos que saem do CBT. Este cartão deve ser fixado no condutor central do lado “carga” do dispositivo de proteção geral de BT.

23.2.2. Identificação dos circuitos primários

Nos circuitos primários, o cartão deve ser fixado no condutor central do lado “fonte” das chaves primárias e dos transformadores.

O cartão deve conter as seguintes informações:

- Número do circuito.;
- Seção do condutor fase;
- Número do projeto;
- Data da instalação do circuito; e
- Matrícula do responsável pela instalação do cartão.

No caso de transformador alimentado por chave primária com mais de uma via de saída, além dos dados anteriores, o cartão deve conter o número do ramal supridor, precedido pela letra “R”. Essa indicação deve ser gravada à frente do número do circuito.

NOTA:

Na ET em Pedestal, o cartão deve ser instalado no condutor central próximo ao TDC.

Adicionalmente, deve ser pintado o número do circuito primário sobre a cobertura do condutor onde é fixado o cartão de alumínio. Essa pintura deve ser executada com tinta “spray” automotiva na cor branca, fazendo uso de gabarito específico.

23.3. Identificação das Posições Operacionais

A posição operacional de um equipamento representa sua localização física no sistema elétrico.

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 60/134
---	--	---

Esta identificação corresponde a caracteres alfanuméricos padronizados na ITD 02/02, pintados em placa de aço industrial de 1 mm de espessura, com as seguintes características:

- a) dimensões de 100 mm x 300 mm;
- b) tratamento com primer anti-corrosivo;
- c) pintura de fundo com tinta eletrostática ou automotiva na cor amarela ouro;
- d) caracteres de 25 mm x 50 mm em vinil na cor preta com proteção em resina.

O Desenho 36 detalha o padrão construtivo dessa placa.

Nas ET Abrigada e Parcialmente abrigada, devem ser identificadas as posições operacionais das chaves primárias e das proteções gerais da BT.

Neste caso, a placa deve ser fixada próxima ao equipamento, porém, na parede de alvenaria, por representar um local fixo e permanente. Esta fixação é efetuada por dois parafusos com buchas tamanho S6.

NOTAS:

- 1) A posição operacional das chaves primárias deve ser pintada na posição horizontal e fixada acima do equipamento.
- 2) A posição operacional das proteções gerais da BT deve ser pintada na posição vertical e fixada no lado direito do equipamento.

Na ET em Pedestal, deve ser identificada a posição operacional da proteção geral da AT, bem como do seccionador fusível sob carga e da chave primária, quando existentes.

Para a identificação da proteção geral da AT, a placa deve ser fixada na metade superior da porta do compartimento de AT do transformador tipo pedestal, em seu lado externo. A fixação deve ser efetuada com rebites de alumínio.

NOTA:

Na ET em Pedestal, abaixo da placa de identificação da posição operacional, e no mesmo padrão construtivo desta, deve ser acrescentada uma placa com o número do circuito primário que a alimenta.

Para a identificação do seccionador fusível sob carga, a placa deve ser presa em um dos condutores do lado carga do seccionador fusível.

Para a identificação da chave primária, a placa deve ser fixada a cerca de 1500 mm de altura na parede da caixa subterrânea do lado fonte e alinhada com o eixo da chave que representa. A fixação deve ser efetuada com parafuso e bucha tamanho S6.

Na ET Pré-Fabricada, deve ser identificada a posição operacional da chave primária. A placa correspondente deve ser fixada na parte externa da porta da ET, logo abaixo da placa de identificação da ET.

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONSTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 61/134
---	---	---

23.4. Identificação da ET

A ET deverá ser identificada interna e externamente por meio de uma numeração própria pintada na porta de entrada, com as seguintes características:

- a) tratamento com primer anti-corrosivo;
- b) pintura de fundo com tinta eletrostática ou automotiva na cor amarela ouro com dimensões de 100 mm x 300 mm;
- c) caracteres de 25 mm x 50 mm com tinta eletrostática ou automotiva na cor preta.

O Desenho 37 detalha o padrão construtivo dessa placa.

Adicionalmente, na porta metálica de acesso à ET deve ser fixada, no seu lado externo, placa com a indicação "Perigo de Morte", conforme modelo fornecido no Desenho 38.

Essa sinalização deve ser posicionada abaixo da placa de identificação da ET.

O CBT da ET em Pedestal também deve fazer uso dessa placa, porém, posicionada na metade superior da porta de acesso.

NOTA:

A numeração será fornecida pela equipe de manutenção de redes de subterrânea CEB-D.

24. EDIFICAÇÕES E OBRAS CIVIS

As prescrições deste item se aplicam às ET Abrigada e Parcialmente Abrigada.

24.1. Condições Gerais

A ET deve ser projetada e construída de acordo com as normas e dispositivos regulamentares da Construção Civil, atender aos requisitos técnicos de estabilidade e segurança e ter bom acabamento.

A ET deve ser inteiramente construída com materiais incombustíveis. As paredes devem ser de alvenaria e o teto deve ser de laje de concreto, ambos com acabamentos apropriados, de acordo com as prescrições desta norma.

As dimensões padronizadas são suficientes para a instalação e remoção dos equipamentos, bem como para a livre circulação dos operadores e a realização de manobras. A altura livre interna (pé-direito) não pode ser inferior a 3000 mm.

Quando existir viga, é admitida uma altura mínima de 2500 mm, medida na face inferior da viga.

As paredes, piso e teto devem apresentar total impermeabilidade contra infiltração de água. O padrão construtivo das ET padronizadas deve obedecer ao disposto nos Desenhos 24 a 26.

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 62/134
---	--	---

24.2. Laje de Piso

Os contrapisos da área da ET, das canaletas e das caixas, devem ser executados sobre uma camada de aproximadamente 30 mm de brita 1, após perfeito apiloamento e compactação do terreno e da brita.

O concreto utilizado no contrapiso deve possuir fck (Resistência Característica à Compressão) igual a 25 MPa e espessura mínima da camada de 100 mm.

O acabamento de todo o piso deve ser cimentado e desempenado no traço 1:3 de cimento e areia grossa, com 20 mm de espessura.

NOTA:

O contrapiso é executado somente após a montagem e medição da resistência da malha de aterramento.

24.3. Paredes

As paredes da ET possuem espessura de 150 mm, sendo construídas com tijolos furados ou maciços. Nos casos de ET enterrada as paredes deverão ser em concreto armado.

NOTA:

- 1) As paredes das canaletas devem possuir espessura de 250 mm e construídas com tijolos maciços ou concreto armado.
- 2) Nos locais destinados à fixação de equipamentos devem ser utilizados tijolos maciços ou concreto armado.

Os tijolos devem ser de boa qualidade, molhados e assentados em argamassa de cimento e areia média, lavada, traço 1:4.

As paredes sem função estrutural devem ser calçadas nas vigas e lajes de teto com tijolos maciços, dispostos obliquamente.

24.4. Laje de Cobertura

Deve ser fixado no teto, diretamente acima dos equipamentos de proteção geral de BT, um gancho de suspensão para facilitar a movimentação dos protetores de reticulado e dos disjuntores de BT.

A laje de cobertura, quando sujeita à ação das chuvas, deve ter uma camada de argamassa de cimento e areia média lavada, peneirada, traço 1:3, com espessura mínima de 30 mm sobre a impermeabilização, com caimento de 2% na direção dos ralos convexos de Ø 4" para captação de águas pluviais. Todos os cantos devem ter acabamentos boleados com essa argamassa.

A laje deve ser provida de dois buzinotes de PVC com diâmetro de 40 mm para possibilitar o escoamento de água da superfície da laje.

24.5. Revestimento

O revestimento se processa com a aplicação de chapisco e reboco.

Todas as superfícies internas e externas da ET (cortinas, teto, paredes, suportes, etc.), exceto o piso, devem ser chapiscadas e posteriormente revestidas com reboco paulista.

O chapisco é executado em argamassa de cimento e areia grossa, traço 1:3.

O reboco é executado em argamassa de cimento e areia fina lavada peneirada, traço 1:4.

NOTA:

O desempenho final do reboco é executado por intermédio de desempenadeira camurçada.

24.6. Pintura

As paredes internas, o teto, pilares e suportes, devem receber tratamento com seladora antes da primeira demão de pintura. A tinta utilizada deve ser látex na cor branco gelo, aplicada em duas demãos.

Todas as esquadrias metálicas devem ser pintadas com duas demãos de tinta antiferruginosa e depois com duas demãos de tinta a prova de tempo na cor cinza claro Notação Munsell N 6,5.

Toda a superfície pintada deve apresentar, depois de pronta, uniformidade na textura, tonalidade e brilho.

25. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DA ET EM PEDESTAL

As características da ET em pedestal estão melhores detalhadas na NTD 4.31.

25.1. Condições Gerais

Trata-se de ET instalada na superfície do solo e sujeita a intemperismos, podendo ser utilizada nos arranjos Radial DRS, Radial Simples, Anel Aberto e Primário Seletivo.

A ET em Pedestal é composta por um transformador tipo pedestal e por um CBT, ambos montados ao tempo sobre bases de concreto.

NOTA:

O CBT é utilizado apenas em ET com potência instalada a partir de 150 kVA.

O CBT deve ficar posicionado ao lado do transformador em pedestal, a uma distância máxima de 3 m e mínima de 1 m deste.

O padrão de construção da ET em Pedestal, incluindo as bases de concreto, consta nos Desenhos 13 a 23.

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONSTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 64/134
---	---	---

25.2. Características Elétricas

Por ser para uso exterior, o CBT deve possuir grau de proteção mínimo IP 54. Os transformadores tipo pedestal devem atender ao disposto na NTD 3.35, sendo que suas características dimensionais estão indicadas na Tabela 37 como valores orientativos.

As buchas secundárias do transformador, em número de 4, devem possuir terminais tipo T2 ou T3, com 2 ou 4 furos padrão NEMA, respectivamente.

As buchas primárias, em número de 6, devem possuir terminais próprios tipo *plug-in* para a fixação de acessórios desconectáveis.

NOTA:

O conjunto de buchas primárias eventualmente não utilizado deve ser isolado com receptáculo isolante blindado – RIB.

Os cabos de baixa tensão devem ser conectados às buchas do transformador por intermédio de terminais de compressão tipo cabo-barra, de 2 furos, padrão NEMA.

O eletroduto entre o transformador e o CBT é de PVC ou PEAD, com diâmetro nominal mínimo 100.

Os cabos da rede primária devem ser conectados às buchas do transformador por intermédio de acessórios desconectáveis tipo TDC.

O transformador em pedestal deve ser instalado sobre uma base de concreto conjugada com uma caixa com tampa também em concreto localizada à frente do transformador e destinada à passagem dos condutores primários e secundários. Esta caixa poderá ser utilizada para a instalação de barramento tipo BTX, quando houver necessidade de se efetuar uma derivação e o transformador já contar com pára-raios instalados em um dos seus conjuntos de buchas primárias.

Caso seja prevista a instalação de chave primária, deve ser construída caixa do tipo ATE para essa finalidade, situada o mais próximo possível do transformador, essa chave deve possuir grau de proteção IP 68.

25.3. Características Construtivas

O local de instalação da ET deve possuir espaço suficiente para a construção da malha de aterramento.

Deve haver uma distância livre mínima de 700 mm nas laterais e no fundo da ET, e de 1000 mm na frente. Em locais onde o fundo da ET fica adjacente a muros, pode-se considerar 400 mm como a distância mínima entre a ET e o muro.

O transformador é fornecido com, no mínimo, 4 dispositivos de fixação em sua base, localizados internamente aos compartimentos de alta e baixa tensão.

O CBT possui furos na parte inferior que permitem sua fixação na base de concreto por meio de parafusos chumbadores.

As bases de concreto para fixação dos transformadores em pedestal e do CBT possuem dimensões e projeto estrutural que devem obedecer ao padrão construtivo apresentados nos Desenhos 15 a 23.

NOTA:

As bases de concreto devem possuir largura e comprimento que possibilitem alojar toda a base do transformador e do CBT, acrescida de uma folga de 100 mm.

Deve ser construída, ao redor do transformador e do CBT, calçada de concreto com, no mínimo, 600 mm de largura e com caimento adequado de modo a evitar o empoçamento de águas pluviais. Deve ser executada com cota positiva de 100 mm em relação ao piso acabado.

26. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DA ET ABRIGADA

26.1. Condições Gerais

Trata-se de ET construída em alvenaria, cujos componentes estão ao abrigo das intempéries, podendo ser utilizada nos arranjos Radial Simples, Primário Seletivo, Anel Aberto e Reticulado Dedicado.

A ET Abrigada pode ser construída como parte integrante da edificação a ser atendida, devendo nesse caso situar-se no nível do solo, sendo admitido, contudo, um desnível de até 4,0 m. Pode ser ainda do tipo subterrânea, construída fora do corpo da edificação.

Devido à maior facilidade para as atividades de manutenção e menor custo de implantação, deve-se dar preferência à instalação da ET na superfície do solo.

A ET Abrigada é composta por chave primária, transformador a seco ou a líquido isolante, proteção geral na BT e CBT.

NOTA:

Quando a ET for parte integrante da edificação, somente é permitido o emprego de transformadores a seco.

O padrão de construção da ET Abrigada consta nos Desenhos 24 e 25.

26.2. Características Elétricas

O tipo de chave primária a ser utilizada depende do arranjo da RDS, conforme mostra a Tabela 39.

Tabela 39 – Tipo de Chave Primária Utilizada

TIPO DE ARRANJO	TIPO DE CHAVE PRIMÁRIA
Radial simples	Chave seccionadora
Primário seletivo	Chave de transferência automática
Anel aberto	Chave de transferência manual
Reticulado dedicado	Chave seccionadora

A proteção geral na BT é exercida por protetor de reticulado no arranjo reticulado dedicado e por disjuntor nos demais tipos de arranjos.

O CBT deve ser para uso interno e atender ao disposto na NTD 3.37, sendo que suas dimensões constam na Tabela 40.

Tabela 40 – Dimensões do CBT

TIPO CBT	ALTURA (mm)	LARGURA (mm)	PROFUNDIDADE (mm)
1800 A	1250	940	500

O CBT é dispensável nos casos em que o transformador da ET atende exclusivamente uma U.C. individual ou edifício de uso coletivo. Nestes casos, admite-se a utilização de barramento blindado no trecho compreendido entre a ET e a proteção geral da U.C., conforme estabelece o item 12.9.2.

O tipo de condutor elétrico que sai da ET deve estar em conformidade com o projeto da edificação a ser atendida, o qual deve considerar, dentre outros aspectos, a classificação das influências externas conforme determina a ABNT NBR 5410. Isso significa que pode ser necessária a utilização de cabos não-propagantes de chama, livres de halogênio e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos, em locais BD2, BD3 e BD4. A Tabela 41 indica exemplos típicos desses locais.

Tabela 41 – Classificação de Alguns Locais de Interesse

CÓDIGO	APLICAÇÕES E EXEMPLOS
BD2	Edificações residenciais com altura superior a 50 m e edificações não-residenciais com baixa densidade de ocupação e altura superior a 28 m.
BD3	Locais de afluência de público (teatros, cinemas, lojas de departamentos, escolas, etc.); edificações não-residenciais com alta densidade de ocupação e altura inferior a 28 m;
BD4	Locais de afluência de público de maior porte (shopping centers, grandes hotéis e hospitais, estabelecimento de ensino ocupando diversos pavimentos, etc.); edificações não-residenciais com alta densidade de ocupação e altura superior a 28 m.

O dimensionamento dos condutores consta no item 12.

Os transformadores podem ser a seco ou em líquido isolante, e devem atender ao disposto na ETB 001/98 e na NTD 3.02, respectivamente.

As características dimensionais dos transformadores utilizados na ET Abrigada estão indicadas na Tabela 38, como valores orientativos.

A quantidade e a seção dos condutores de interligação dos transformadores à proteção geral de BT estão descritos no item 12.4.

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONSTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 67/134
---	---	---

26.3. Características Construtivas

A ET deve ser construída a partir de projetos de arquitetura, cálculo estrutural e cálculo das fundações, sendo, portanto, específicos a cada caso.

As fundações, no caso de ET subterrânea, devem ser projetadas após a realização de sondagem.

No caso de ET integrante da edificação, as fundações e os reforços de laje devem considerar o projeto de arquitetura e os pesos dos equipamentos que irão compor a ET.

O padrão construtivo da ET prevê meios e espaços adequados para a instalação inicial dos componentes individuais e eventual substituição ou remoção posterior, além de oferecer condições adequadas de operação.

O espaço mínimo em frente a equipamentos de proteção ou manobra deve ser de 700 mm e em nenhuma hipótese esse espaço pode ser utilizado para outras finalidades.

As portas de acesso a pessoas devem ser metálicas com dimensões mínimas de 0,80 x 2,10 m e abrir, obrigatoriamente, para fora. Devem ainda ser providas de dispositivo para cadeado ou fechadura padrão CEB-D, sendo que sua abertura pelo lado interno deve ser possível sem ou uso de chaves.

Caso não seja possível construir aberturas para ventilação natural nas dimensões estabelecidas nesta norma, necessário se faz instalar ventilação forçada.

O piso da ET deve apresentar uma declividade de 2% (dois por cento), orientada para o recipiente de coleta de óleo.

Os detalhes construtivos dependem da ET ser de instalação na superfície ou abaixo da superfície do solo.

NOTA:

A execução civil das estações transformadoras são de inteira responsabilidade do cliente.

Os Projetos arquitetônicos e complementares (exaustão, eletromecânico, iluminação, aterramento, combate a incêndio, serralheria) podem ser de responsabilidade do cliente ou da concessionária de acordo com a Resolução 414, art. 37.

26.3.1. ET na superfície do solo

A ET deve possuir entrada independente com fácil acesso para a via pública e situar-se próxima a esta.

A abertura para acesso de equipamentos deve possuir dimensões suficientes para a passagem do maior transformador instalado na ET, acrescida de 600 mm. Essa abertura deve ser fechada com porta de aço e também pode ser utilizada para o acesso de pessoas.

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 68/134
---	--	---

NOTA:

Todas as portas devem abrir para fora da ET.

26.3.2.ET abaixo da superfície do solo

A ET do tipo subterrânea, também conhecida como ET enterrada, possui dimensões padronizadas para conter três transformadores de 1000 kVA.

A ET deve possuir total proteção contra infiltração de água, garantida com as seguintes providências:

- a) impermeabilização das cortinas de concreto armado, paredes, lajes, contrapisos e tampões de acesso de equipamentos.

NOTAS:

1) A impermeabilização deve ser executada de acordo com as instruções do fabricante do produto e aplicada após a regularização de todas as peças citadas.

2) Os contrapisos são impermeabilizados através da aplicação de aditivos impermeabilizantes apropriados.

b) vedação dos tampões de acesso de equipamentos e de pessoas, os quais devem ser estanques;

c) construção de acessos do tipo chaminé, com altura suficiente para impedir penetração de águas pluviais; e

d) obturação dos dutos de entrada e saída de condutores.

NOTAS:

1) Devem ser obturados tanto os dutos vazios quanto os ocupados.

2) Os dutos vazios da RDS podem ser fechados com tampões rosqueáveis no caso de PEAD e por tampa colada, no caso de PVC.

A ET deve ser provida de no mínimo duas aberturas: uma para acesso de equipamentos e outra para acesso de pessoas, podendo esta última ser inscrita na abertura de acesso de equipamentos.

Os acessos de pessoas, quando laterais, devem ter as dimensões mínimas de 0,80 x 2,10 m, e quando localizados no teto, devem ter dimensões suficientes para permitir a inscrição de um círculo de 0,60 m de diâmetro;

As aberturas de acesso de equipamentos devem possuir dimensões suficientes para a passagem do maior transformador instalado na ET, acrescida de 600 mm. Caso essa abertura seja numa das laterais da ET, ela pode ser comum para o acesso de pessoas.

27. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DA ET PRÉ-FABRICADA

27.1. Condições Gerais

Trata-se de ET pré-montada e pré-testada em fábrica, constituída normalmente por um bloco principal do tipo monobloco de concreto que engloba as paredes, a base os componentes eletromecânicos e um teto de concreto que completa o conjunto.

 CEB DISTRIBUIÇÃO	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONSTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 69/134
--	---	---

Este tipo de ET pode ser utilizado nos arranjos Radial Simples, Primário Seletivo e Anel Aberto.

Esta ET é composta por chave primária, transformador, disjuntor ou protetor de reticulado e CBT.

A ET Pré-Fabricada é instalada apenas na superfície do solo.

NOTA:

A ET Pré-Fabricada deve atender os requisitos da norma IEC 62271.

27.2. Características Elétricas

A ET pode variar sua potência entre 500kVA e 3000kVA.

O tipo de chave primária a ser utilizado depende do arranjo da RDS e está indicado na Tabela 39.

O terminal de entrada da chave primária deve possibilitar a instalação de pára-raios desconectáveis.

A proteção geral na BT é prescindida.

O CBT é para uso interior e deve ser sempre empregado.

O dimensionamento dos condutores e do CBT constam nos itens 12 e 21, respectivamente.

A quantidade e a seção dos condutores de interligação dos transformadores ao CBT são 1 x 500 mm² ou 2 x 500 mm², dependendo tratar-se de transformador de 500 ou 1000 kVA, respectivamente.

27.3. Características Construtivas

Os serviços no local de instalação da ET são limitados à implantação da malha de aterramento, à confecção da base, assentamento da ET, conexões dos cabos e verificação final das instalações.

As atividades construtivas no local de implantação da ET devem seguir as recomendações do fabricante. Estas recomendações devem conter orientações para a execução das seguintes atividades.

- Escavação e preparação do terreno;
- Confecção da base;
- Assentamento e fixação da ET;
- Confecção das aberturas de passagem dos cabos;
- Fechamento das aberturas de passagem dos cabos; e
- Realização dos ensaios.

A ET possui grau de proteção IP 66 ou superior. O piso, paredes e teto são impermeáveis.

A ET também deve possuir grau de proteção contra impacto que garanta resistência a vandalismo, comprovado por ensaio.

A parte frontal da ET é dotada de portas para o acesso de pessoal e equipamentos. Na posição “aberta”, as portas se mantêm fixas por meio de dispositivos de travamento próprios.

As portas são dotadas de fechaduras resistentes a intempéries e suporte embutido para cadeado padrão CEB-D.

A cor da pintura externa da ET deve ser previamente aprovada pela CEB-D.

A ventilação da ET deve ser conforme item 13.

As armações de ferro do concreto do piso, paredes e teto devem estar unidas entre si, às venezianas de ventilação e às portas, sendo este conjunto ligado à malha de aterramento.

Para a passagem dos cabos, tanto de alta quanto de baixa tensão e de aterramento, a ET dispõe de orifícios semi-perfurados localizados na sua parte inferior, que podem ter sua perfuração finalizada no local da obra. Após a passagem dos cabos, os orifícios devem ser obstruídos para impedir a penetração de água no interior da ET.

Os equipamentos eletromecânicos devem ser solidamente fixados à estrutura da ET.

28. U.C. COM MAIS DE UMA ENTRADA DE ENERGIA

28.1. Condições Gerais

Cada edificação pode ser atendida por duas ou mais entradas de energia, desde que atenda os requisitos abaixo.

- Estar eletricamente e fisicamente separadas uma da outra;
- As Unidades Consumidoras constituídas por cada entrada de energia tenham acesso à via pública separadamente;
- Cada entrada de energia ter uma demanda maior que 75kW.

Disposições gerais no item 10.14 da NTD-6.05.

Os critérios para atendimento em mais de uma entrada de energia está sujeita a avaliação e aceitação prévia da CEB-D , mesmo que atenda os requisitos acima.

28.2. Fornecimento em Tensão Secundária

Unidades consumidoras individuais a serem atendidas em tensão secundária de distribuição e que venham requerer uma demanda acima da potência máxima da ET

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 71/134
---	--	---

padronizada, devem ser desmembradas em duas ou mais entradas de energia elétrica e, por consequência, serão atendidas por tantas quanto for o número de entrada de energia.

Preferencialmente, as devem ser do tipo Abrigada.

NOTAS:

- 1) O padrão de entrada da U.C. deve atender os requisitos da NTD 6.01.
- 2) Não se admite o paralelismo entre as entradas de energia.
- 3) A aprovação está condicionada a aprovação do projeto pela Gerência de Análise de Projetos e Vistorias.

28.3. Fornecimento em Tensão Primária

Unidades consumidoras individuais a serem atendidas em tensão primária de distribuição e que venham requerer a utilização de condutores com seção acima do limite padronizado de 185 mm², devem ser desmembradas em duas entradas de energia elétrica.

São dois os pontos de entrega para este caso específico, conforme mostra o Desenho 39.

NOTAS:

- 1) Os pontos de entrega devem situar-se o mais próximo possível do limite da propriedade.
- 2) O padrão construtivo da ET particular deve atender os requisitos da NTD 6.05.
- 3) Não se admite o paralelismo entre as duas entradas de energia.
- 4) A aprovação está condicionada a aprovação do projeto pela Gerência de Análise de Projetos e Vistorias.

Nos pontos de entrega, são instaladas duas chaves seccionadoras, as quais são acomodadas lado-a-lado no interior de uma única caixa subterrânea apropriada para a aplicação, conforme especificação CEB-D.

As chaves seccionadoras também podem ser instaladas no nível do solo. Neste caso, deve ser utilizado o modelo tipo pedestal.

NOTAS:

- 1) As chaves seccionadoras são de duas vias e três posições.
- 2) As chaves seccionadoras devem ser desprovidas de interruptor de falta.

Quando as chaves forem instaladas em caixas subterrâneas, deve ser certificado que a tampa da mesma tenha trava de segurança.

A placa de identificação operacional de cada chave deve ser fixada a cerca de 1500 mm de altura na parede do lado fonte da caixa subterrânea e alinhada com o eixo da chave que representa. A fixação deve ser efetuada com parafuso e bucha tamanho S6.

Quando a instalação for em pedestal, cada placa de identificação operacional deve ser fixada na metade superior da porta do invólucro da chave, em seu lado externo. A fixação deve ser efetuada com rebites de alumínio.

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 72/134
---	--	---

A demanda máxima de cada entrada de energia da U.C. a ser suprida é limitada pela capacidade de condução de corrente do circuito tronco.

29. U.C. COM MAIS DE UMA ENTRADA DE ENERGIA

29.1. Condições Gerais

Cada consumidor pode corresponder a uma ou mais unidades consumidoras, no mesmo local ou em locais distintos.

O atendimento a uma ou mais unidades consumidoras no mesmo local, com mais de uma entrada de energia, está condicionado à observância dos requisitos técnicos e de segurança estabelecidos neste item.

29.2. Fornecimento em Tensão Secundária

Unidades consumidoras individuais a serem atendidas em tensão secundária de distribuição e que venham requerer uma demanda acima da potência máxima da ET padronizada, devem ser desmembradas em duas ou mais entradas de energia elétrica e, por conseqüência, serão atendidas por tantas quanto for o número de entrada de energia.

Preferencialmente, as devem ser do tipo Abridada e a linha elétrica até a proteção geral da U.C. executada em barramento blindado.

NOTAS:

- 1) O padrão de entrada da U.C. deve atender os requisitos da NTD 6.01.
- 2) Não se admite o paralelismo entre as entradas de energia.

29.3. Fornecimento em Tensão Primária

Unidades consumidoras individuais a serem atendidas em tensão primária de distribuição e que venham requerer a utilização de condutores com seção acima do limite padronizado de 185 mm², devem ser desmembradas em duas entradas de energia elétrica.

São dois os pontos de entrega para este caso específico, conforme mostra o Desenho 39.

NOTAS:

- 1) Os pontos de entrega devem situar-se o mais próximo possível do limite da propriedade.
- 2) O padrão construtivo da ET particular deve atender os requisitos da NTD 6.05.
- 3) Não se admite o paralelismo entre as duas entradas de energia.

Nos pontos de entrega, são instaladas duas chaves seccionadoras, as quais são acomodadas lado-a-lado no interior de uma única caixa subterrânea tipo ATE.

As chaves seccionadoras também podem ser instaladas no nível do solo. Neste caso, deve ser utilizado o modelo tipo pedestal.

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 73/134
---	--	---

NOTAS:

- 1) As chaves seccionadoras são de duas vias e três posições.
- 2) As chaves seccionadoras devem ser desprovidas de interruptor de falta.

Quando as chaves forem instaladas em caixa ATE, a tampa desta deve ser dotada de trava de segurança.

A placa de identificação operacional de cada chave deve ser fixada a cerca de 1500 mm de altura na parede do lado fonte da caixa subterrânea e alinhada com o eixo da chave que representa. A fixação deve ser efetuada com parafuso e bucha tamanho S6.

Quando a instalação for em pedestal, cada placa de identificação operacional deve ser fixada na metade superior da porta do invólucro da chave, em seu lado externo. A fixação deve ser efetuada com rebites de alumínio.

A demanda máxima de cada entrada de energia da U.C. a ser suprida é limitada pela corrente nominal da chave seccionadora, padronizada em 200 A, e pelos demais componentes da RDS.

30. TELECOMANDO E AUTOMATISMO

Os equipamentos de comando da ET, tais como chaves primárias e proteção geral de BT podem ser motorizados e especificados para operação à distância com a realização de automatismos e o emprego de técnicas de telecomando. Também é possível a implementação de sistema de comunicação remota com o centro de operações da CEB-D, via modem ou qualquer outro tipo de comunicação.

31. DOCUMENTAÇÃO DA INSTALAÇÃO

31.1. Condições Gerais

A ET deve ser executada a partir de projeto específico, que deve conter no mínimo:

- a) esquemas unifilares;
- b) plantas;
- c) memorial descritivo.

Após concluída a ET, estes documentos devem ser revisados e atualizados de forma a corresponder fielmente ao que foi executado, sendo então denominados “como construído” ou “as built”.

A ET somente poderá ser energizada depois de atualizado o cadastro da CEB-D, tendo como base o projeto “como construído” fornecido em três cópias, sendo uma delas em CD-ROM, com extensão “dwg”.

O prontuário das instalações, conforme exige a NR 10, deve ser acondicionado em um porta-documentos de material não condutor, o qual deve ser fixado na parede próximo à porta de acesso, quando se tratar de ET Abrigada, Parcialmente Abrigada e Pré-fabricada, ou no lado direito interno do compartimento de BT, quando se tratar de ET em Pedestal.

Uma sugestão do porta-documentos consta no Desenho 40.

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 74/134
---	--	---

Esquema Unifilar

O esquema unifilar deve incluir o circuito de alta e baixa tensão e apresentar as principais características da instalação a partir da entrada da rede de distribuição subterrânea na ET, incluindo:

- a) a numeração de cada circuito primário;
- b) a indicação do pára-raios, quando existente;
- c) a indicação da corrente nominal e tipo de chave primária;
- d) a potência e tipo de transformador;
- e) a indicação dos tipos de acessórios desconectáveis;
- f) a indicação da corrente nominal e tipo de proteção geral na BT;
- g) a identificação de cada circuito secundário que sai da ET, com as correntes nominais dos fusíveis NH correspondentes;
- h) a corrente nominal do barramento blindado, quando existente;
- i) a seção dos condutores dos circuitos primários e secundários; e
- j) a seção dos eletrodutos.

Os esquemas unifilares de alta e baixa tensão devem ser desenhados separadamente.

Uma cópia do esquema unifilar, em formato A4, deve ficar disponível no porta-documentos da respectiva ET, devidamente acondicionada em plástico transparente.

31.2. Plantas

As plantas correspondem aos desenhos dos projetos elétrico e civil, os quais devem ser elaborados, considerando:

- a) plantas exclusivas para cada um dos projetos básicos (elétrico e civil);
- b) projetos desenvolvidos sobre uma mesma planta básica;
- c) plantas, cortes e vistas plotadas em folhas de formato A1 ou A0, devendo ser reservado espaço para carimbo de liberação da CEB-D;
- d) planta cadastral na escala 1:1000, com indicação da largura de ruas, calçadas, praças e delimitação dos lotes;
- e) vistas e cortes na escala 1:25;
- f) detalhes das caixas, bases de transformadores e bases dos CBT, para o caso de ET em Pedestal;
- g) detalhes da malha de aterramento, indicando tipo e especificação das hastes de aterramento, distância entre elas, tipo e seção do condutor de interligação. As conexões entre todos os elementos do sistema de aterramento também devem ser claramente indicadas.

31.3. Memorial Descritivo

O memorial descritivo deve atender os preceitos da ABNT NBR 5410 e ABNT NBR 14039, bem como ao item 10.3.9 da NR 10.

Um modelo desse documento para as ET padronizadas pela CEB-D consta no Anexo C.

 CEB DISTRIBUIÇÃO	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONSTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 75/134
--	---	---

32. VERIFICAÇÃO FINAL DAS INSTALAÇÕES

Antes da colocação em serviço, a ET deve ser inspecionada e ensaiada de forma a se verificar a conformidade com as prescrições desta norma.

A verificação final deve ser realizada nas instalações de baixa e alta tensão, tendo por base a ABNT NBR 5410 e ABNT NBR 14039, respectivamente, e deve compreender, nessa ordem:

- a) inspeção visual;
- b) ensaio de continuidade dos condutores de proteção e das ligações equipotenciais;
- c) ensaio de resistência de isolamento dos cabos de potência;
- d) ensaios recomendados pelos fabricantes dos equipamentos;
- e) ensaio de funcionamento.

NOTA:

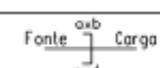
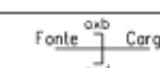
Caso as proteções gerais na AT e na BT possuem ajustes, considera-se que estes já tenham sido efetuados.

Os ensaios recomendados pelos fabricantes dos equipamentos devem ser realizados de acordo com as instruções fornecidas pelos próprios fabricantes.

São exemplos de equipamentos que podem possuir recomendações de seus fabricantes para serem ensaiados após a sua montagem:

- a) transformadores;
- b) chaves primárias;
- c) protetores de reticulado; e
- d) CBT.

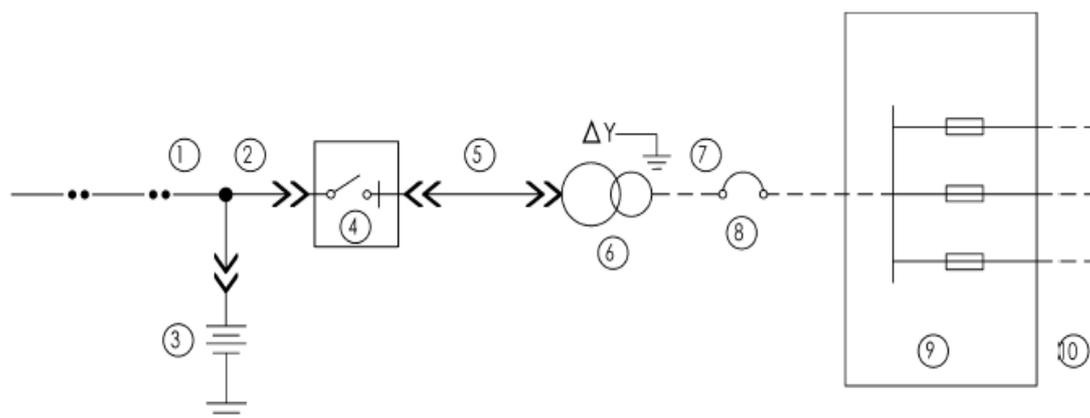
DESENHO 1. Simbologia

Existente	Projetado	Descrição
		REDE SUBTERRANEA DE BT
		REDE SUBTERRANEA DE AT
		REDE SUBTERRANEA DE BT EXISTENTE COM REABERTURA
		REDE SUBTERRANEA DE AT EXISTENTE COM REABERTURA
		REDE DE DUTOS SENDO: axb: N° DE LINHAS E COLUNAS DO ÚLTIMO NÍVEL. cxd: N° DE LINHAS E COLUNAS DOS DE MAIS NÍVEIS.
		POSTE CIRCULAR
		RAMAL PRIMÁRIO SUBTERRÂNEO ÚNICO
		RAMAL PRIMÁRIO SUBTERRÂNEO DUPLO
		ESTAÇÃO TRANSFORMADORA ET
		CONJUNTO DE BARRAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO DE BAIXA TENSÃO - CBT
		CAIXA TIPO "CB" 1
		CAIXA TIPO "CB" 2
		CAIXA TIPO "BT"
		CAIXA TIPO "BTSE"
		CAIXA TIPO "ATSE"
		CAIXA TIPO "AT"
		CAIXA TIPO "ATE"
		TERMINAL DESCONECTÁVEL COTOVELO-TDC
		TERMINAL BÁSICO BLINDADO-TBB
		BARRAMENTO TRIPELX-BTX
		CAIXA TIPO "AT" EXISTENTE CONSTRUIDA PELO CLIENTE

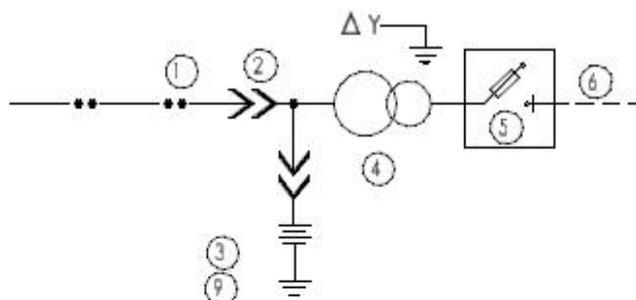
Simbologia

Existente	Projetado	Descrição
		BARRAMENTO QUADRIplex-BQX
		EMENDA RETA CABOS 35, 95 E 185 mm ² EPR 15 kV
		EMENDA DE TRANSIÇÃO CABOS HPIEPR 15 kV
		EMENDA DE REDUÇÃO CABOS 95 mm ² / 35 mm ² EPR
		DERIVAÇÃO DE BT
		INDICADOR DE DEFEITO
		TRANSFORMADOR
		ATERRAMENTO
		PÁRA-RAIOS DESCONNECTÁVEL
		CHAVE SECCIONADORA DE 3 POSIÇÕES, DUAS VIAS SEM INTERRUPTOR DE FALTA
		CHAVE SECCIONADORA DE 3 POSIÇÕES, DUAS VIAS COM INTERRUPTOR DE FALTA
		CHAVE DE TRANSFERÊNCIA MANUAL DE 3 POSIÇÕES, 3 VIAS, SEM INTERRUPTOR DE FALTA NA VIA DE SAÍDA
		CHAVE DE TRANSFERÊNCIA AUTOMÁTICA DE 3 POSIÇÕES, 3 VIAS, COM INTERRUPTOR DE FALTA NA VIA DE SAÍDA
		CHAVE DE TRANSFERÊNCIA AUTOMÁTICA DE 3 POSIÇÕES, 4 VIAS, COM INTERRUPTOR DE FALTA NAS VIAS DE SAÍDA
		CHAVE DE TRANSFERÊNCIA AUTOMÁTICA DE 3 POSIÇÕES, 5 VIAS, COM INTERRUPTOR DE FALTA NAS VIAS DE SAÍDA
		FUSÍVEL TIPO NH
		SECCIONADOR FUSÍVEL SOB CARGA
		DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO
		PROTETOR DE RETICULADO
		CHAVE FUSÍVEL
		SECCIONALIZADOR TRIFÁSICO
		RELIGADOR TRIFÁSICO
		INDICA RETIRAR
		INDICA INSTALAR

DESENHO 2. Esquema Unifilar
ET em Arranjo Radial Simples



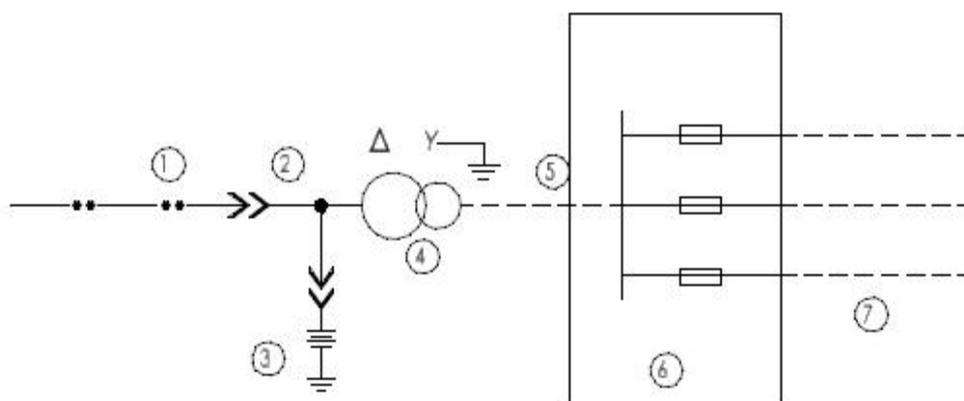
- ① RDS primária
- ② Acessório desconectável
- ③ Pára-raios desconectável
- ④ Chave seccionadora sem interruptor de falta
- ⑤ Circuito primário
- ⑥ Transformador a seco ou em líquido isolante
- ⑦ Circuito secundário
- ⑧ Disjuntor de BT
- ⑨ CBT
- ⑩ RDS secundária

**DESENHO 3. Esquema Unifilar
ET em Arranjo DRS sem CBT**

- ① RDS primária
- ② Acessório desconectável
- ③ Pára-raios desconectável
- ④ Transformador tipo pedestal
- ⑤ Seccionador fusível sob carga
- ⑥ RDS secundária

NOTAS:

- a) O pára-raios é instalado apenas na primeira ET após a derivação na rede aérea;
- b) O transformador tipo pedestal possui proteção primária incorporada contra sobrecorrentes.

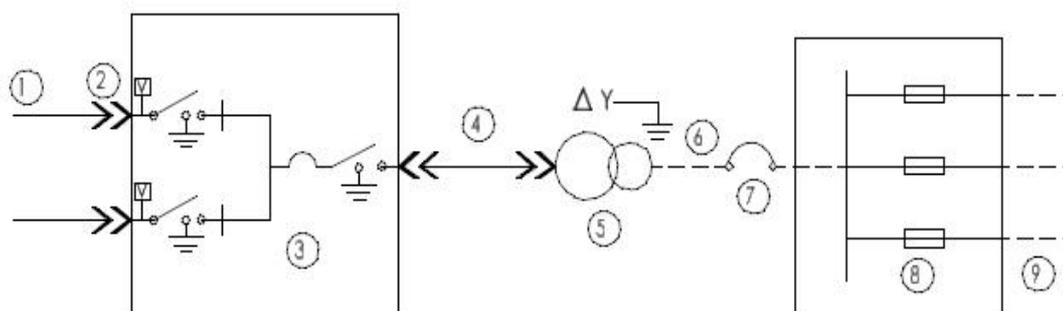
**DESENHO 4. Esquema Unifilar
ET em Arranjo DRS com CBT**

- ① RDS primária
- ② Acessório desconectável
- ③ Pára-raios desconectável
- ④ Transformador tipo pedestal
- ⑤ Circuito secundário subterrâneo
- ⑥ CBT
- ⑦ RDS secundária

NOTAS:

- a) O pára-raios é instalado apenas na primeira ET após a derivação na rede aérea;
- b) O transformador tipo pedestal possui proteção primária incorporada contra sobrecorrentes.

DESENHO 5. Esquema Unifilar
ET em Arranjo Primário Seletivo com Transformadores

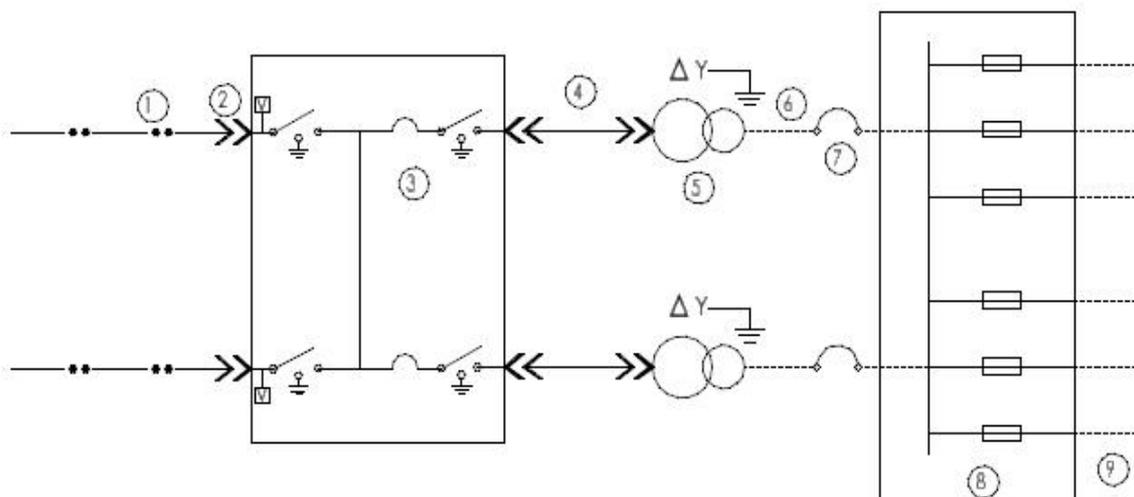


- ① RDS primária
- ② Acessório desconectável
- ③ Chave seccionadora com interruptor de falta
- ④ Circuito primário
- ⑤ Transformador a seco ou em líquido isolante
- ⑥ Circuito secundário
- ⑦ Disjuntor de BT
- ⑧ CBT
- ⑨ RDS secundária

NOTA:

As ET em pedestal e pré-fabricada não fazem uso do disjuntor de BT.

DESENHO 6. Esquema Unifilar
ET com Arranjo Primário Seletivo com Dois Transformadores

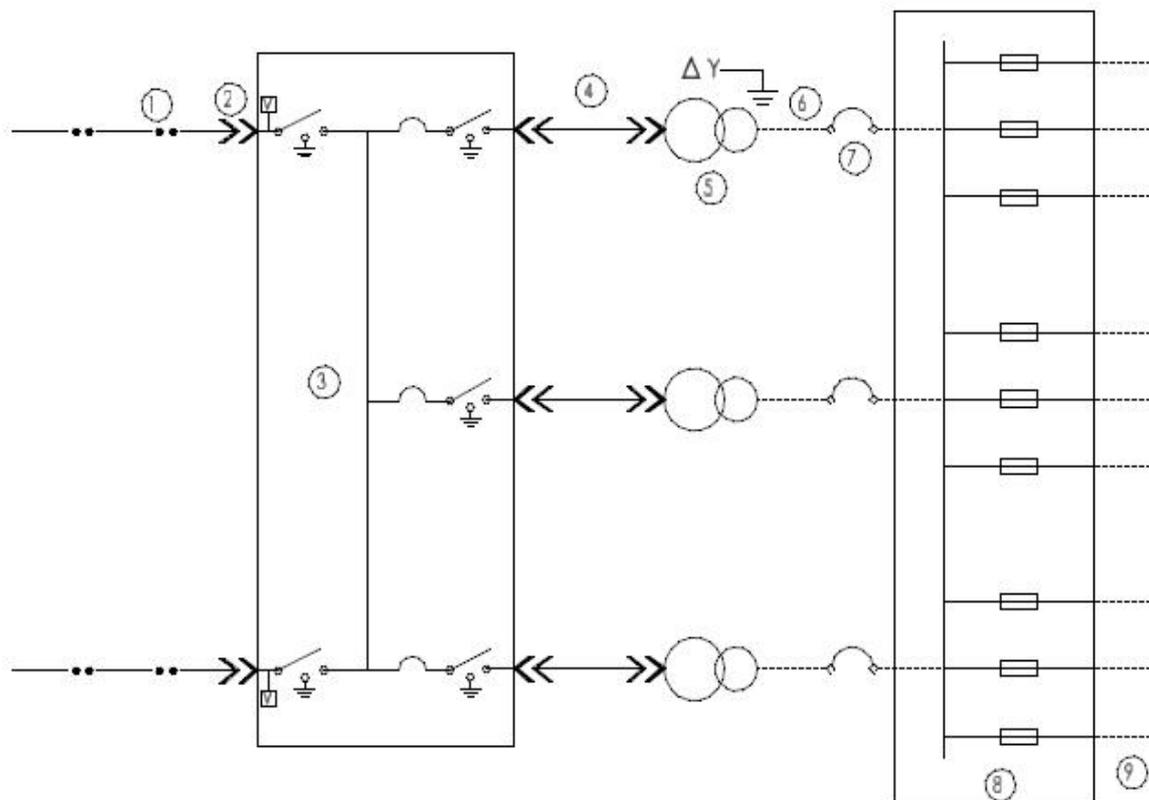


- ① RDS primária
- ② Acessório desconectável
- ③ Chave de Transferência automática com interruptor de falta
- ④ Circuito primário
- ⑤ Transformador a seco ou em líquido isolante
- ⑥ Circuito secundário
- ⑦ Disjuntor de BT
- ⑧ CBT
- ⑨ RDS secundária

NOTA:

Este esquema não se aplica às ET em pedestal e pré-fabricada, pois estas possuem um único transformador.

DESENHO 7. Esquema Unifilar
ET em Arranjo Primário Seletivo com Três Transformadores

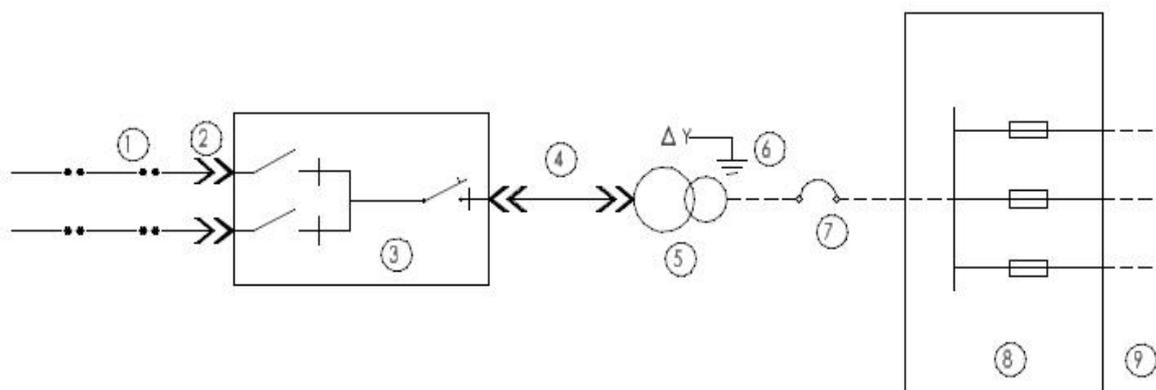


- ① RDS primária
- ② Acessório desconectável
- ③ Chave de transferência automática com interruptor de falta
- ④ Circuito primário
- ⑤ Transformador a seco ou em líquido isolante
- ⑥ Circuito secundário
- ⑦ Disjuntor de BT
- ⑧ CBT
- ⑨ RDS secundária

NOTA:

Este esquema não se aplica às ET em pedestal e pré-fabricada, pois estas possuem um único transformador.

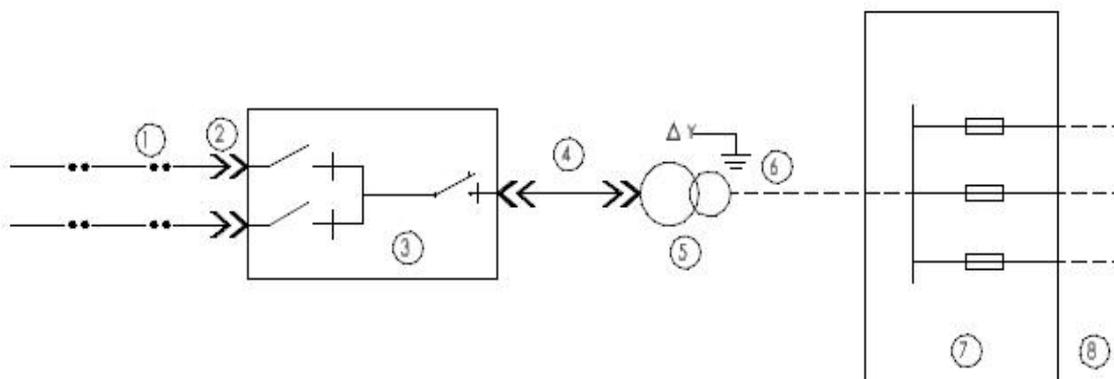
DESENHO 8. Esquema Unifilar
ET em Arranjo Anel Aberto (ET Abrigada, Parcialmente Abrigada ou Pré-Fabricada)



- ① RDS primária
- ② Acessório desconectável
- ③ Chave de Transferência manual sem interruptor de falta
- ④ Circuito primário
- ⑤ Transformador Tipo pedestal
- ⑥ Circuito secundário
- ⑦ Disjuntor de BT
- ⑧ CBT
- ⑨ RDS secundária

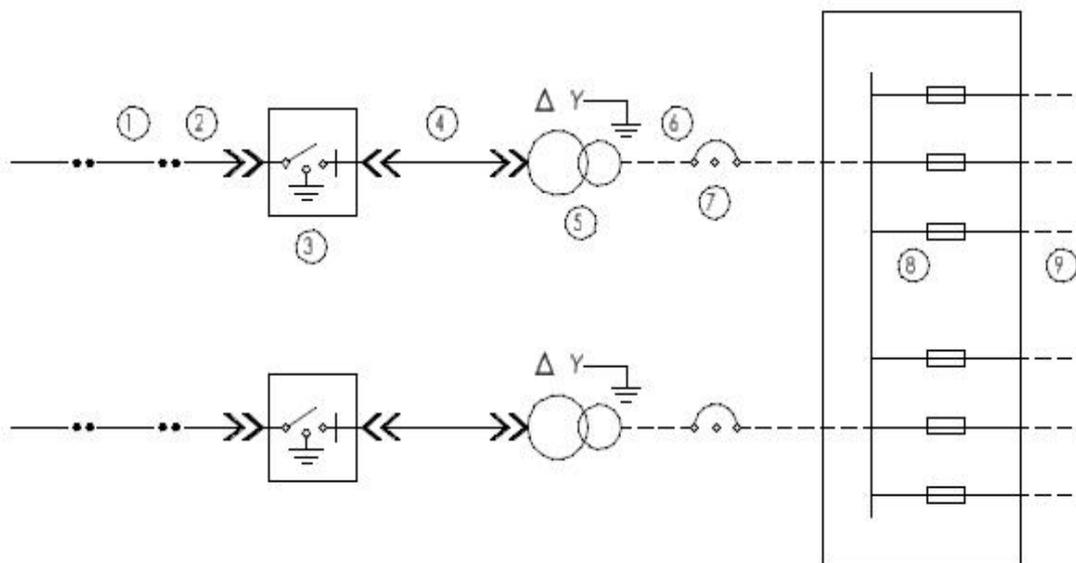
NOTA:

A ET pré-fabricada não faz uso do disjuntor de BT.

**DESENHO 9. Esquema Unifilar
ET em Arranjo Anel Aberto (ET em pedestal)**

- ① RDS primária
- ② Acessório desconectável
- ③ Chave de Transferência manual sem interruptor de falta
- ④ Circuito primário
- ⑤ Transformador Tipo pedestal
- ⑥ Circuito secundário
- ⑦ CBT
- ⑧ RDS secundária

DESENHO 10. Esquema Unifilar
ET em Arranjo Retificado Dedicado com Dois Transformadores

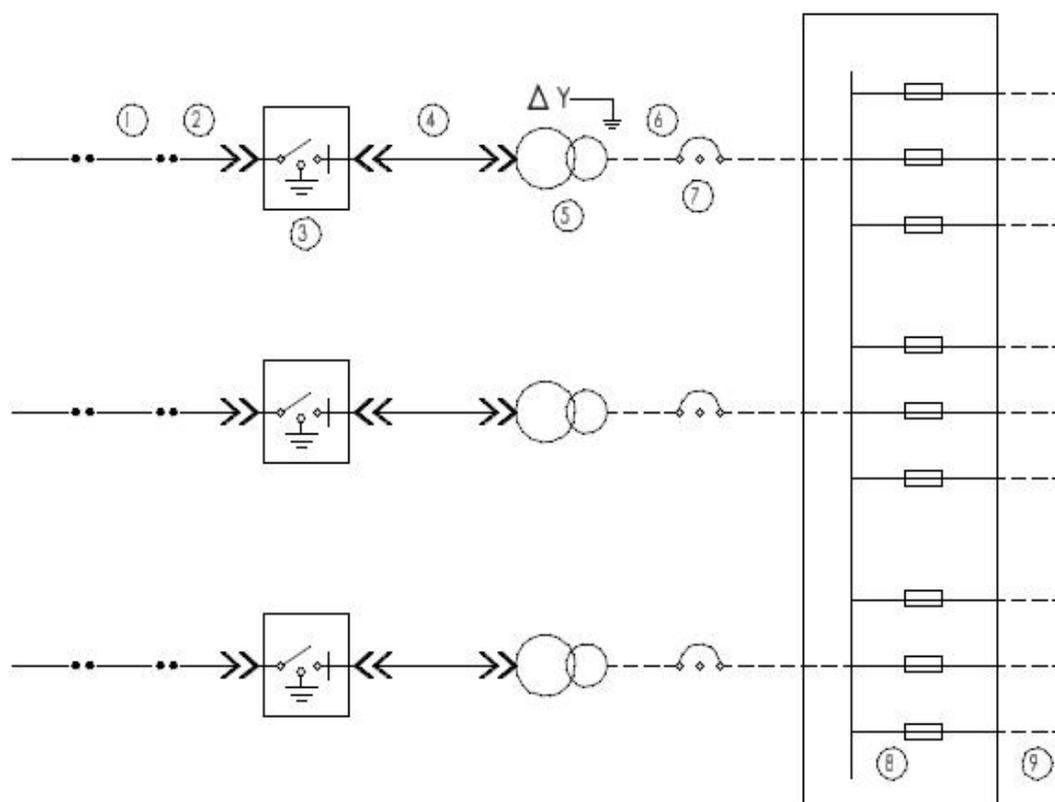


- ① RDS primária
- ② Acessório desconectável
- ③ Chave seccionadora sem interruptor de falta
- ④ Circuito primário
- ⑤ Transformador a seco ou em líquido isolante
- ⑥ Circuito secundário
- ⑦ Protetor de reticulado
- ⑧ CBT
- ⑨ RDS secundária

NOTA:

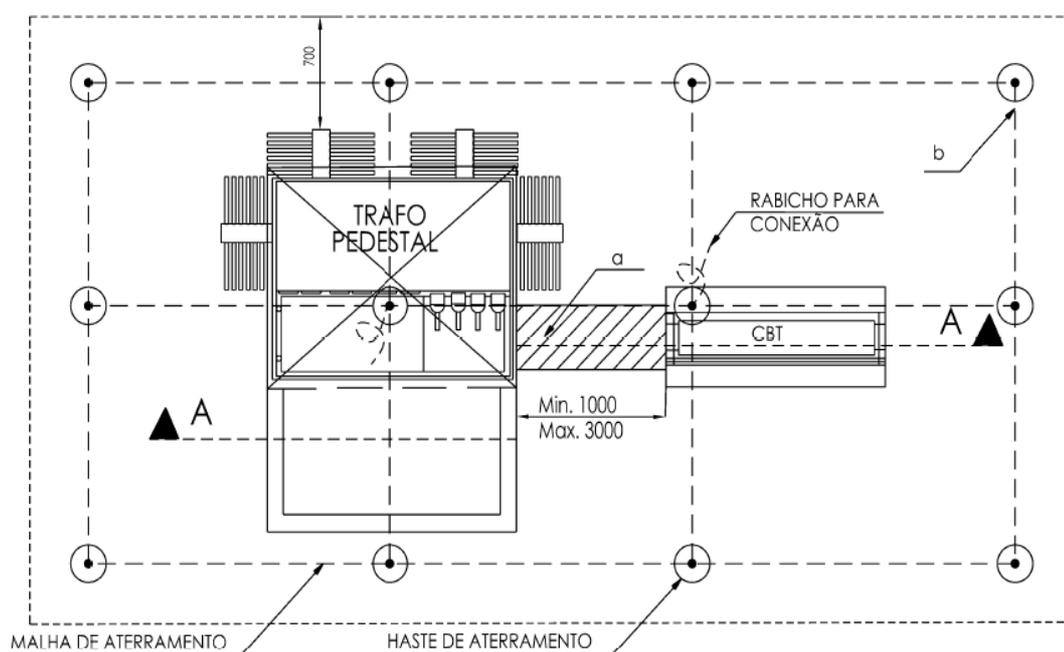
Este esquema não se aplica às ET em pedestal e pré-fabricada, pois estas possuem um único transformador.

DESENHO 11. Esquema Unifilar
ET em Esquema Reticulado Dedicado com Três Transformadores



- ① RDS primária
- ② Acessório desconectável
- ③ Chave seccionadora sem interruptor de falta
- ④ Circuito primário
- ⑤ Transformador a seco ou em líquido isolante
- ⑥ Circuito secundário
- ⑦ Protetor de reticulado
- ⑧ CBT
- ⑨ RDS secundária

DESENHO 12. ET em Pedestal Planta



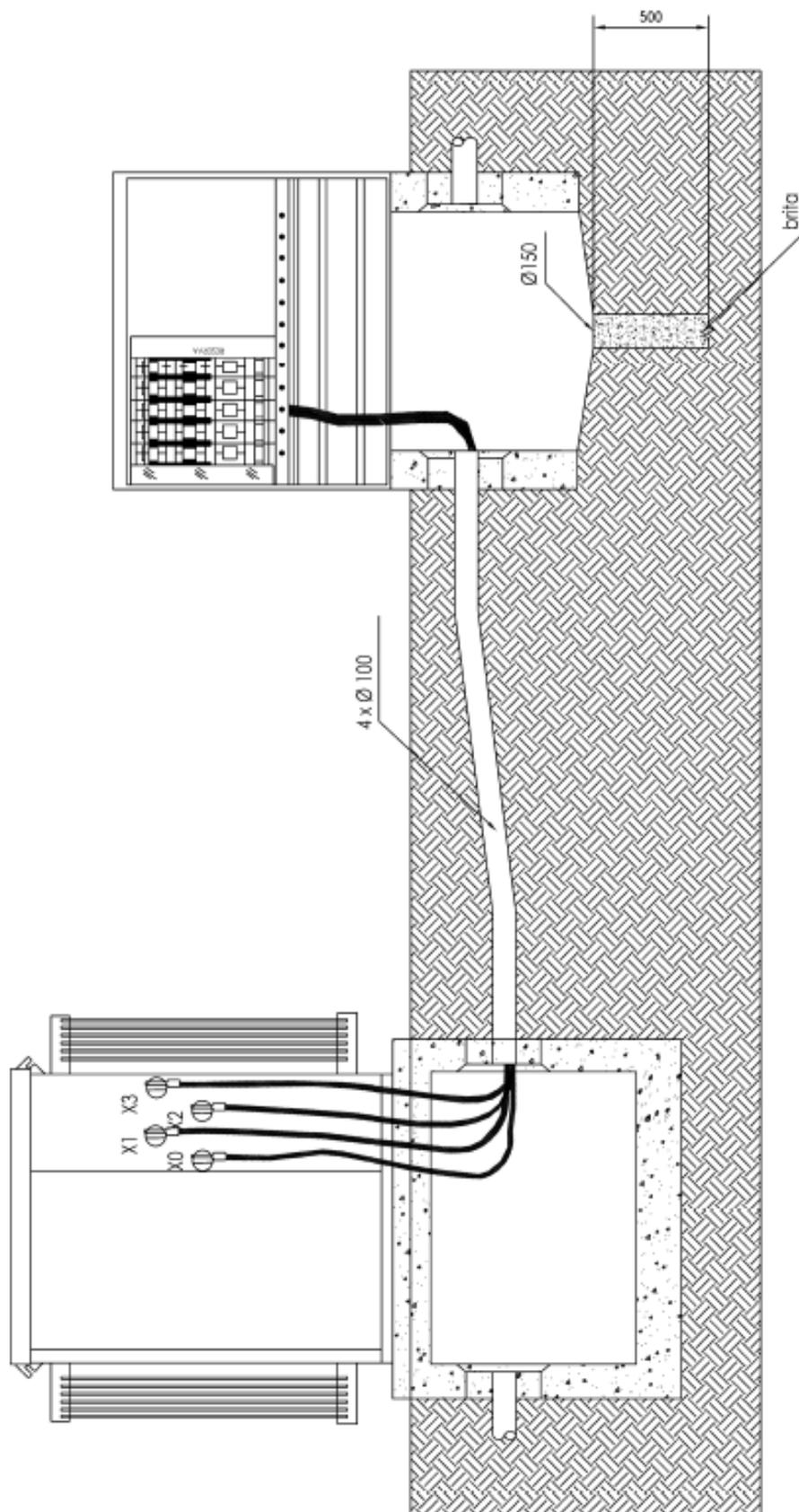
NOTAS:

- a) Banco de dutos (mínimo 4 Ø100);
- b) Aterramento com a seguinte quantidade mínima de hastes:

POTÊNCIA INSTALADA NA ET (kVA)	QUANTIDADE DE HASTES
Até 150	04
300 ou 500	08
≥ 1000	12

- c) Pode haver haste de aterramento sob o transformador em pedestal, porém não no interior da caixa que forma sua base de concreto.

DESENHO 13. ET em Pedestal Corte A-A

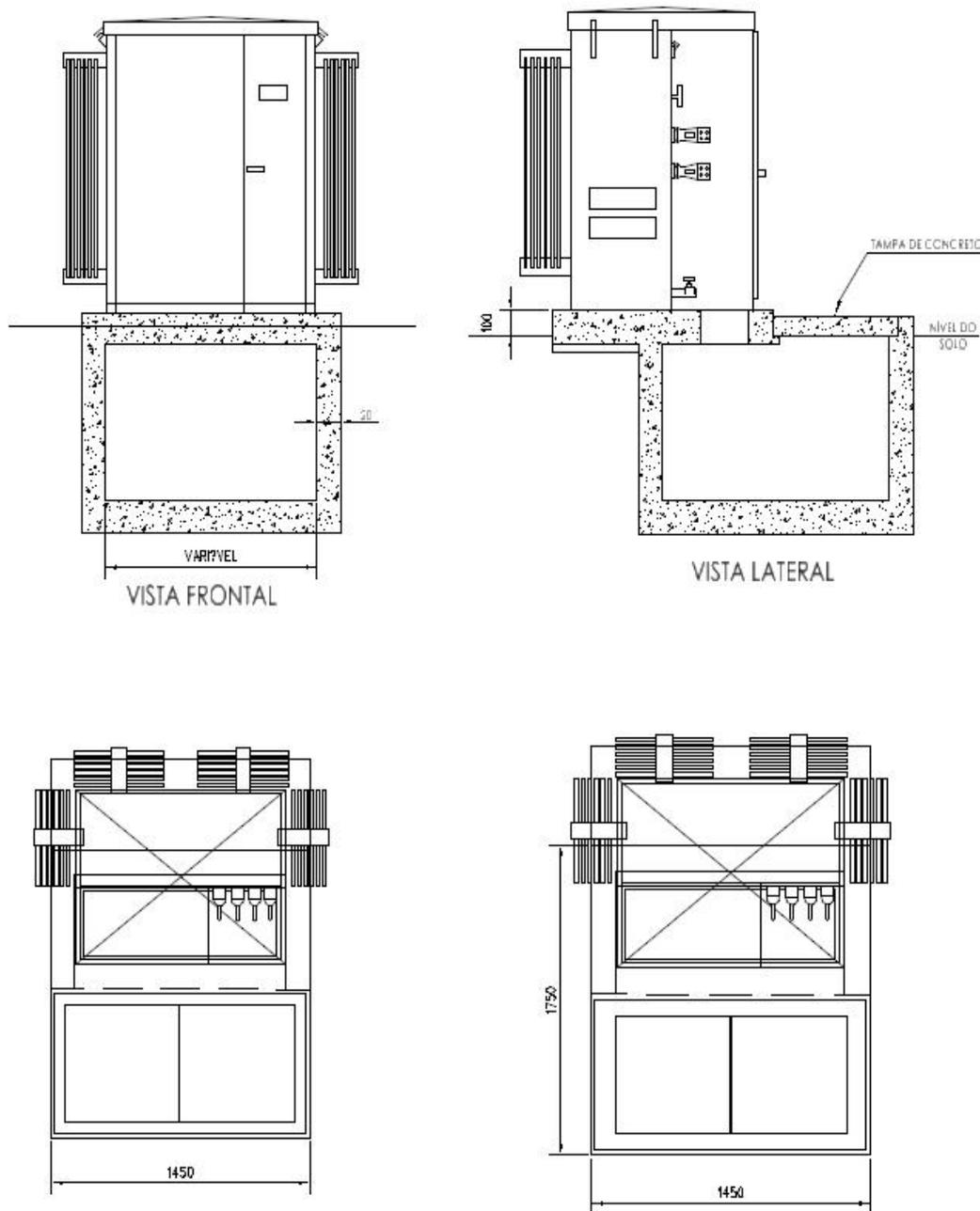


NOTA:

Entre o transformador e o CBT deve ser mantido um afastamento mínimo de 1000 mm e um máximo de 3000 mm

1. Caixa com dupla função passagem de cabos e contenção de óleo

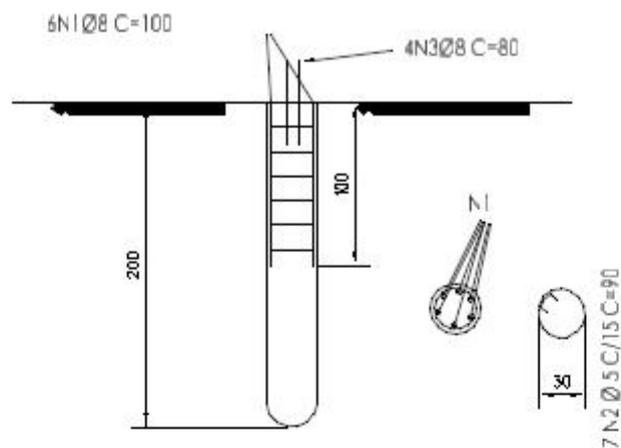
DESENHO 14. ET em Pedestal
Base do Transformador



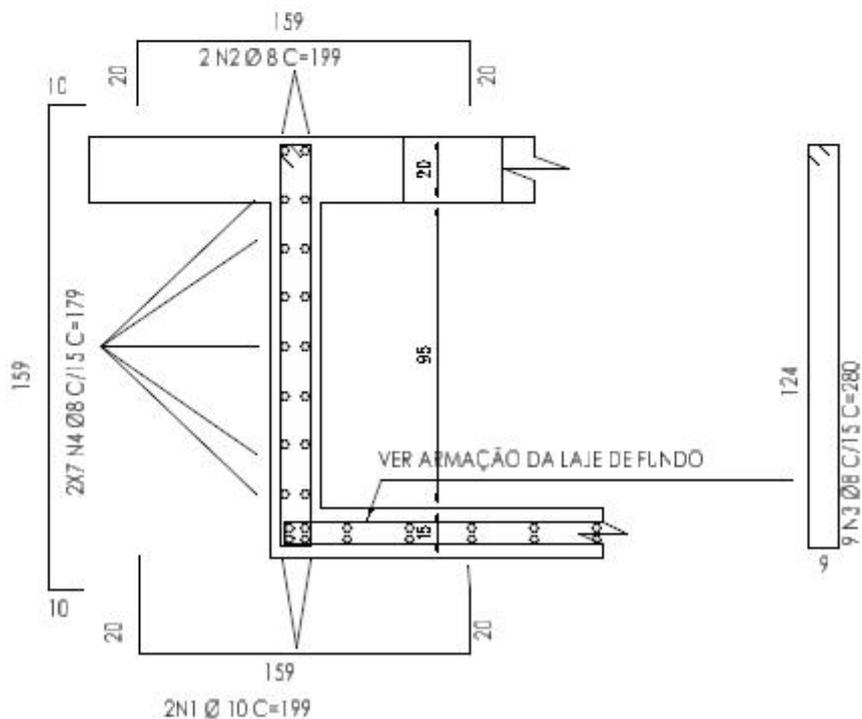
NOTA:

A largura da base de concreto depende do transformador a ser adquirido, que deve ser fixado no eixo da base.

DESENHO 15. ET em Pedestal
Base do Transformador Estrutural – Estacas – Paredes1

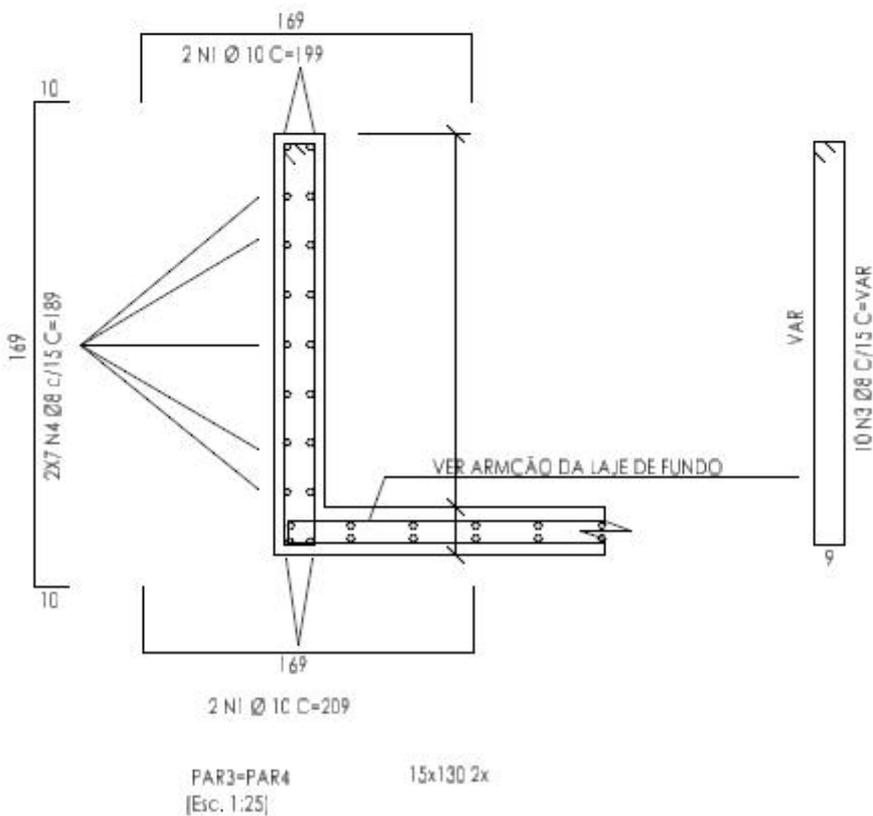
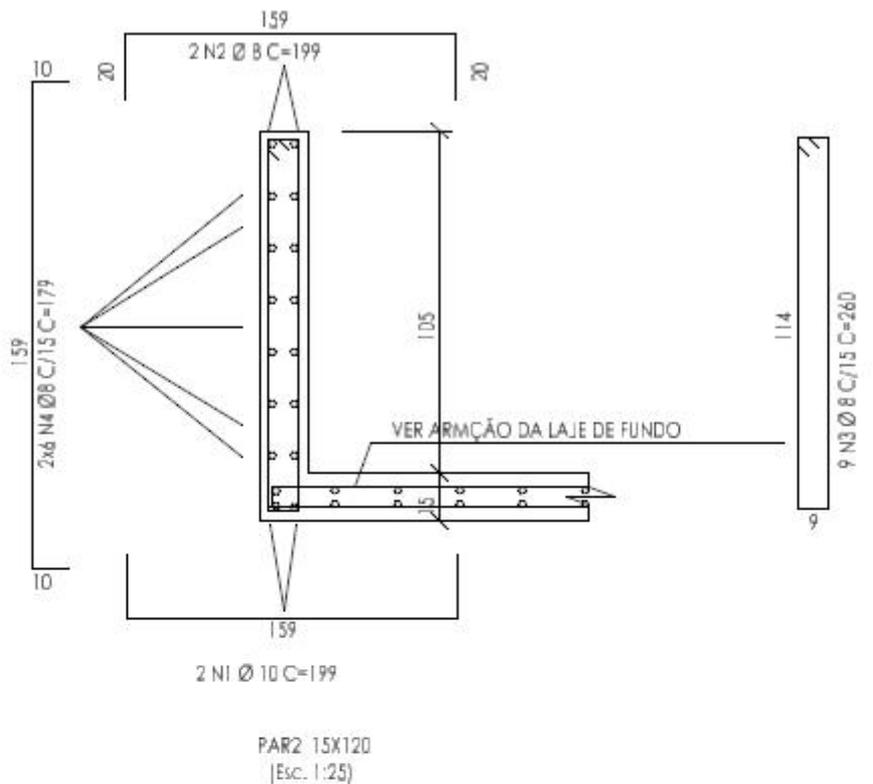


ESTACAS 4X
 DETALHE "Y"
 ESC. 1:25

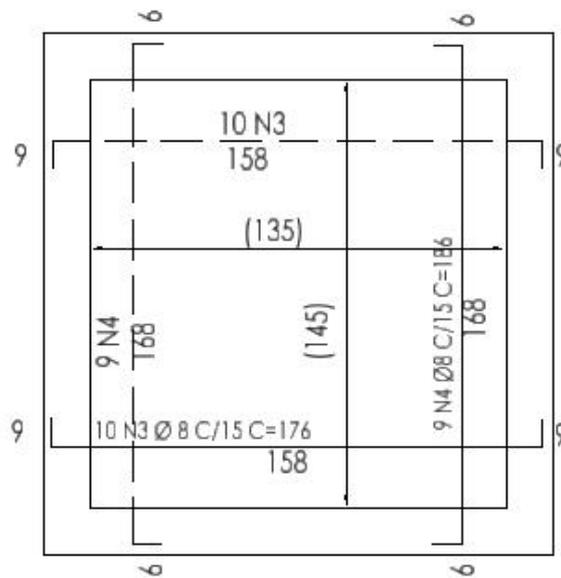


PAR1 15X130
 [Esc. 1:25]

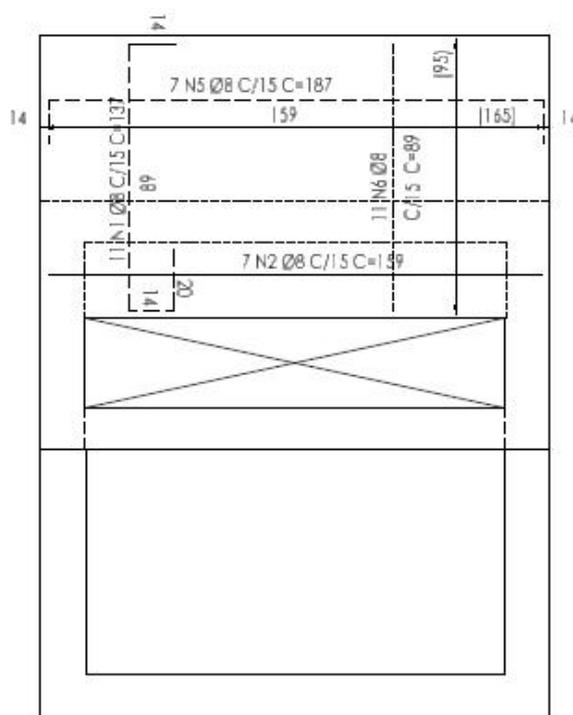
DESENHO 16. ET em pedestal
Base do Transformador Estrutural – Paredes 2,3 e 4



DESENHO 17. ET em pedestal
Base para Transformador Pedestal Estrutural – Armação das Lajes



LAJE DE FUNDO



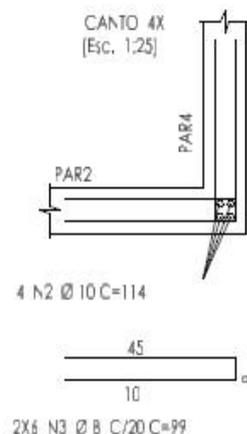
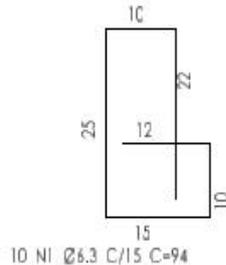
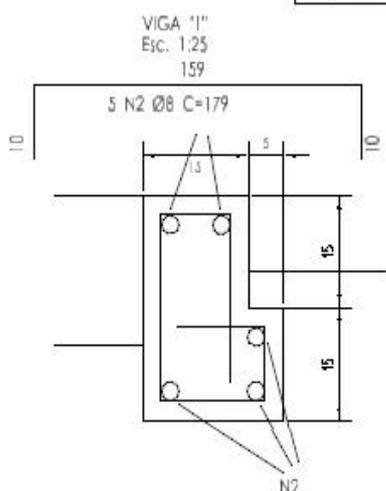
TAMPA
 ARMAÇÕES DAS LAJES
 ESC. 1:25

CONVENÇÃO:

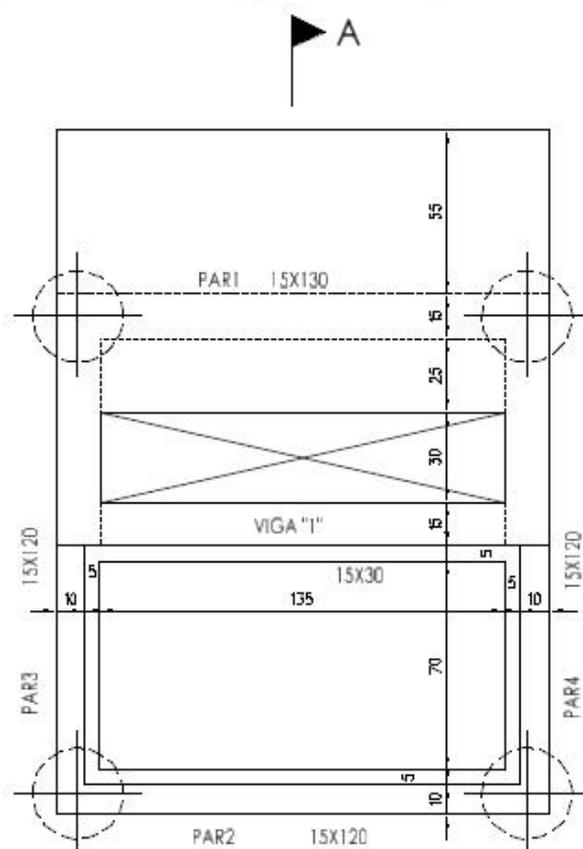
- FERRO POSITIVO
- FERRO NEGATIVO

DESENHO 18. ET em pedestal
Base para Transformador Pedestal Tabela de Ferros

TABELAS DE FERROS						
AÇO	POS.	Ø (mm)	QUANT.	COMPRIMENTO		
				LNIT. (cm)	TOTAL (cm)	
ARMÇÕES DAS LAJES						
50	1	8	11	137	1507	
50	2	8	7	159	1113	
50	3	8	20	176	3520	
50	4	8	18	186	3348	
50	5	8	7	187	1309	
50	6	8	11	89	979	
CANTO (X4)						
50	2	10	16	114	1824	
50	3	8	48	99	4752	
ESTACAS (X4)						
50	1	8	24	100	2400	
60	2	5	28	90	2520	
50	3	8	16	80	1280	
PAR1						
50	1	10	2	199	398	
50	2	8	2	199	398	
50	3	8	9	280	2520	
50	4	8	14	179	2506	
PAR2						
50	1	10	2	199	398	
50	2	8	2	199	398	
50	3	8	9	260	2340	
50	4	8	12	179	2148	
PAR3=PAR4 (X2)						
50	4	10	4	209	836	
50	4	8	4	209	836	
50	4	8	20	-VAR-	5600	
50	4	8	28	189	5292	
VIGA						
50	1	6,3	10	94	940	
50	2	8	5	179	895	
RESUMO DO AÇO CA 50-60						
AÇO	Ø (mm)	COMPR. (m)	PESO (kg)			
50	5	25	4			
50	6,3	9	2			
50	8	431	173			
50	10	35	22			
Peso Total 60 =			4 kg			
Peso Total 50 =			197 kg			

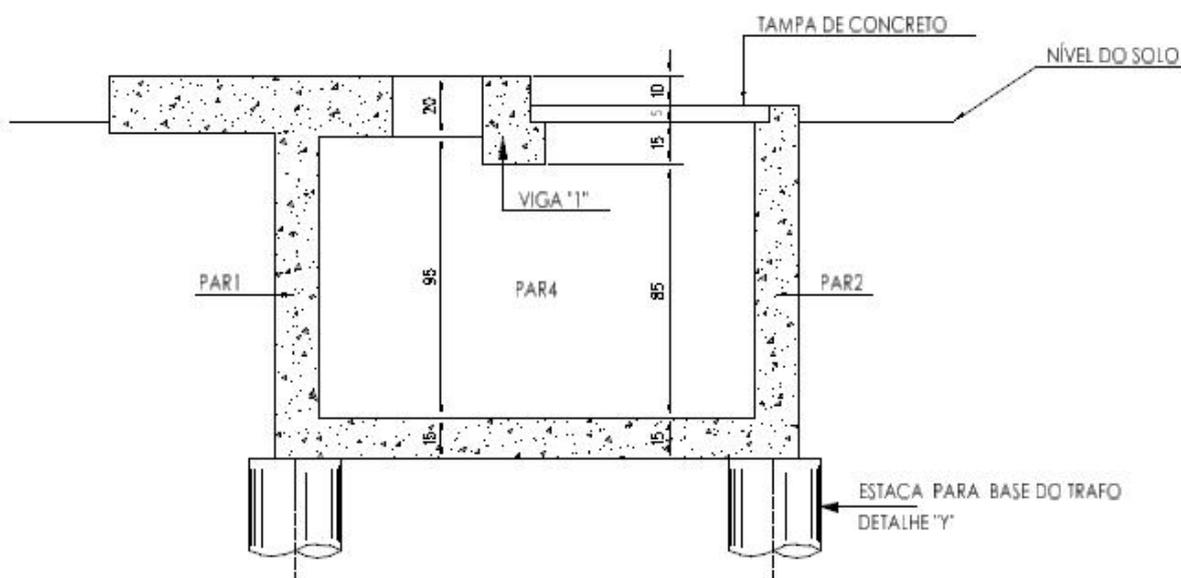


DESENHO 19. ET pedestal
Base para Transformador Pedestal
Estrutural – Formas – Planta Baixa – Corte A-A



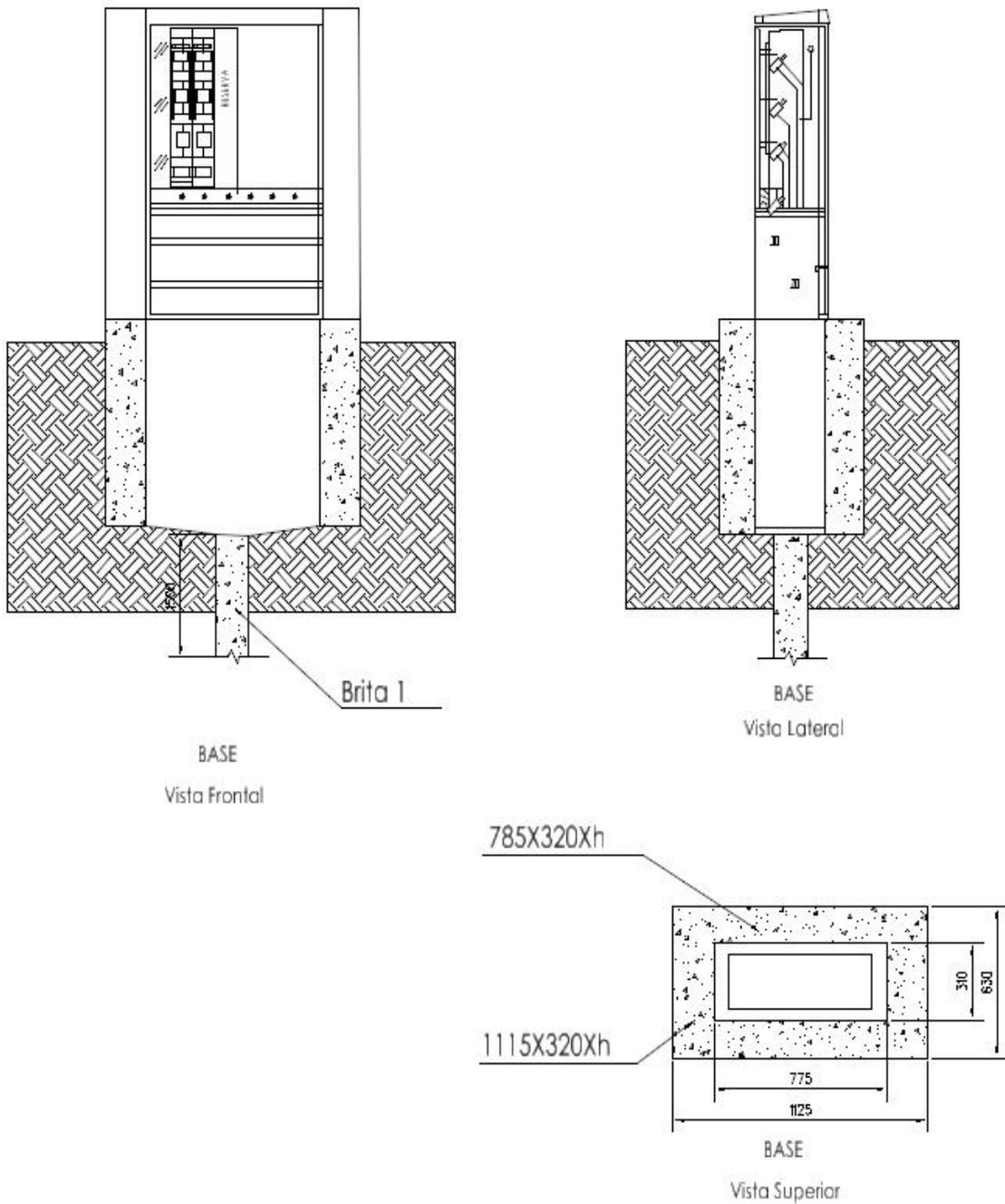
PLANTA BAIXA

FORMAS ESC. 1:25

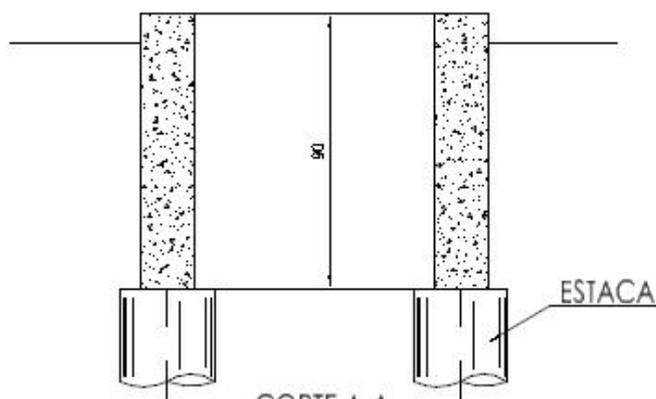
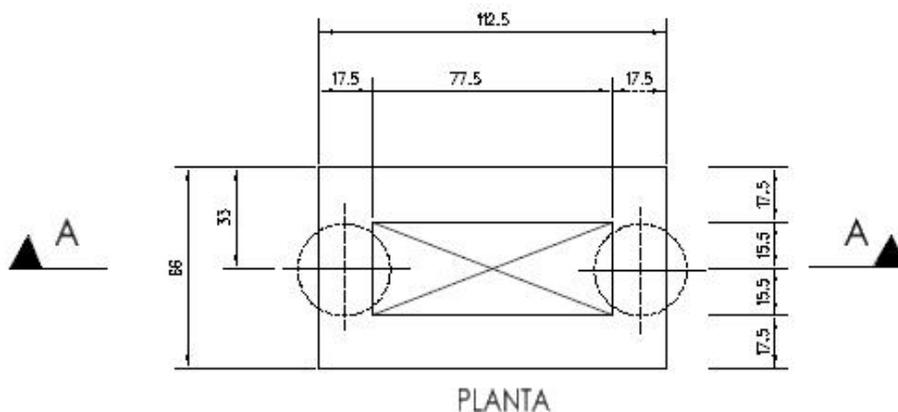


CORTE A-A

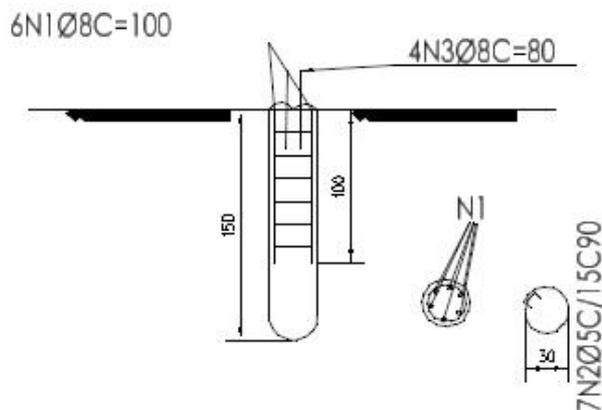
DESENHO 20. ET em Pedestal
Base do CBT



DESENHO 21. ET em Pedestal
Base do CBT Estrutural – Formas – Estacas

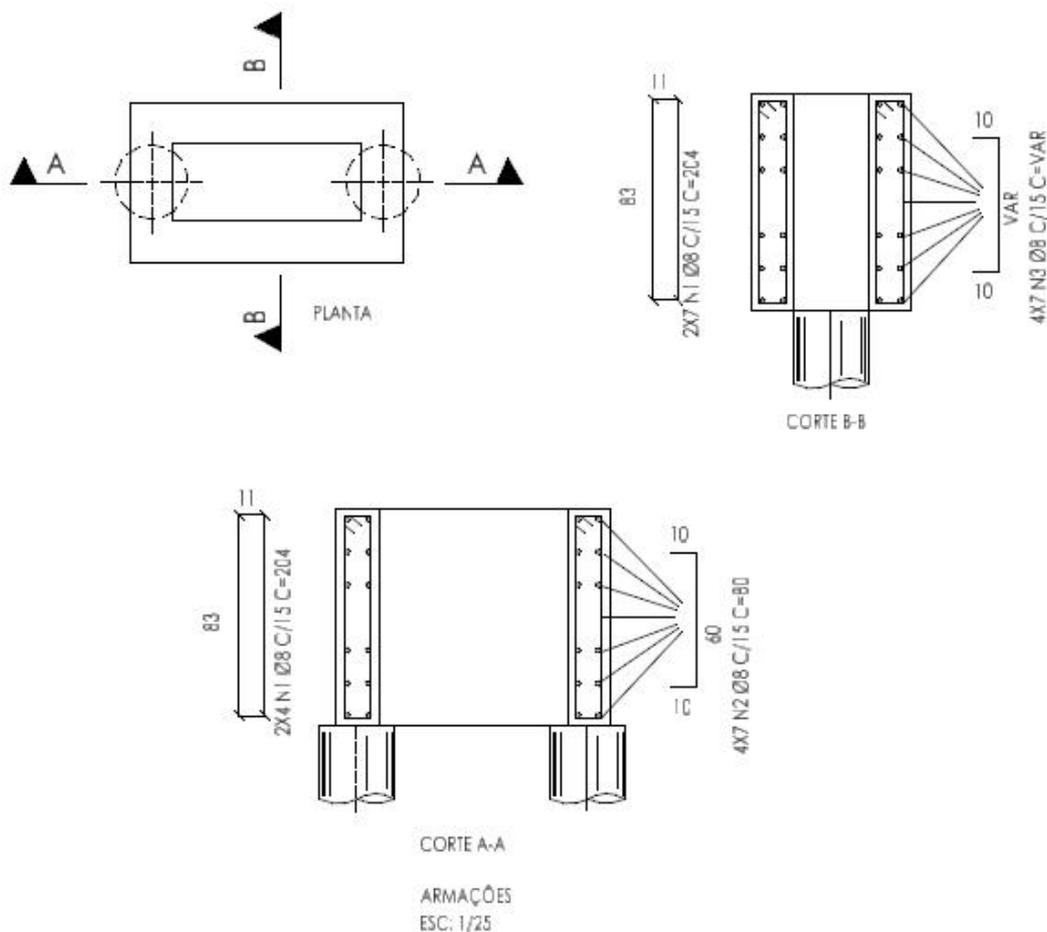


FORMAS
 BASE 1
 ESC: 1/25

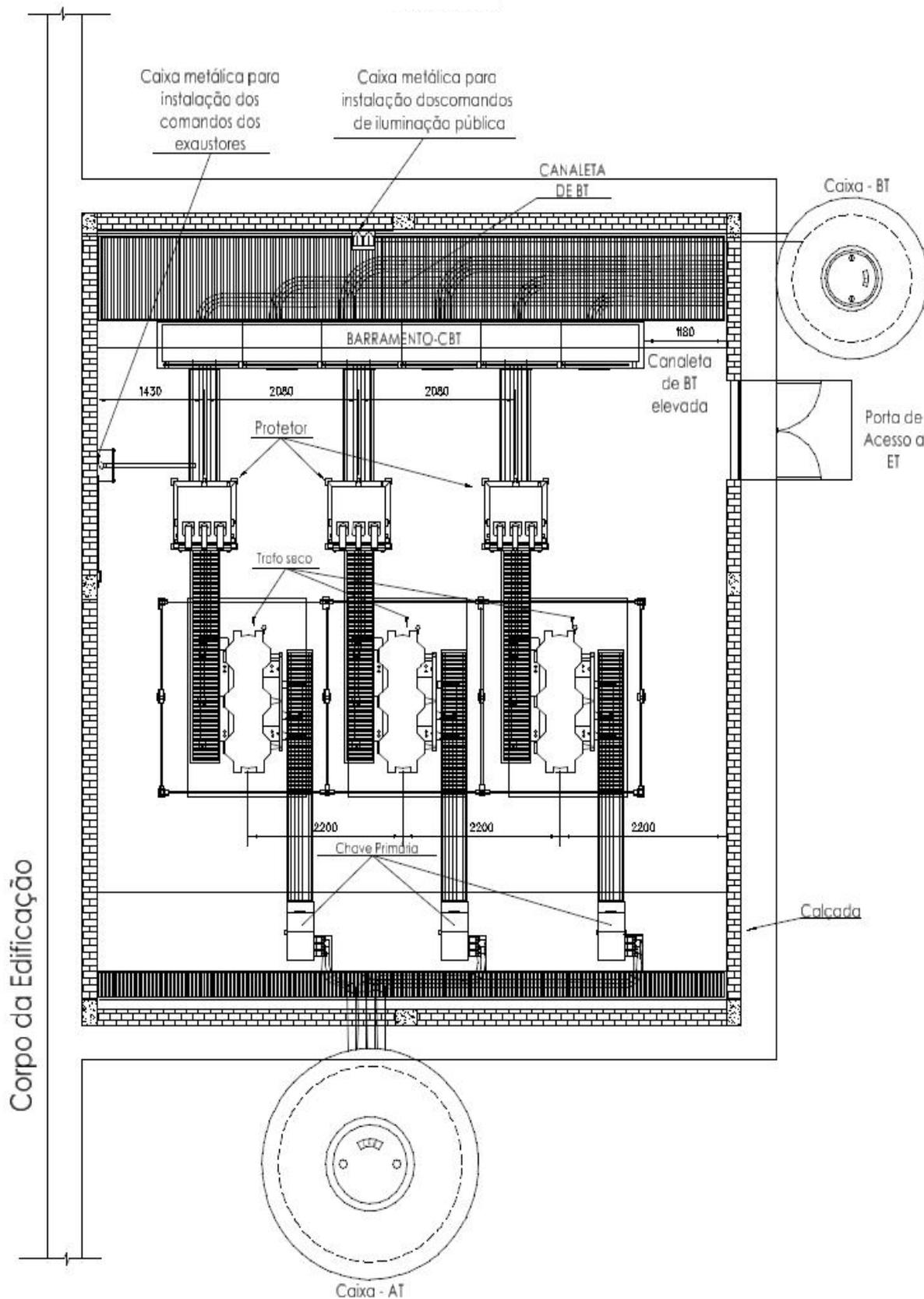


DESENHO 22. ET em pedestal
Base do CBT – Estrutural – Viga – Canto

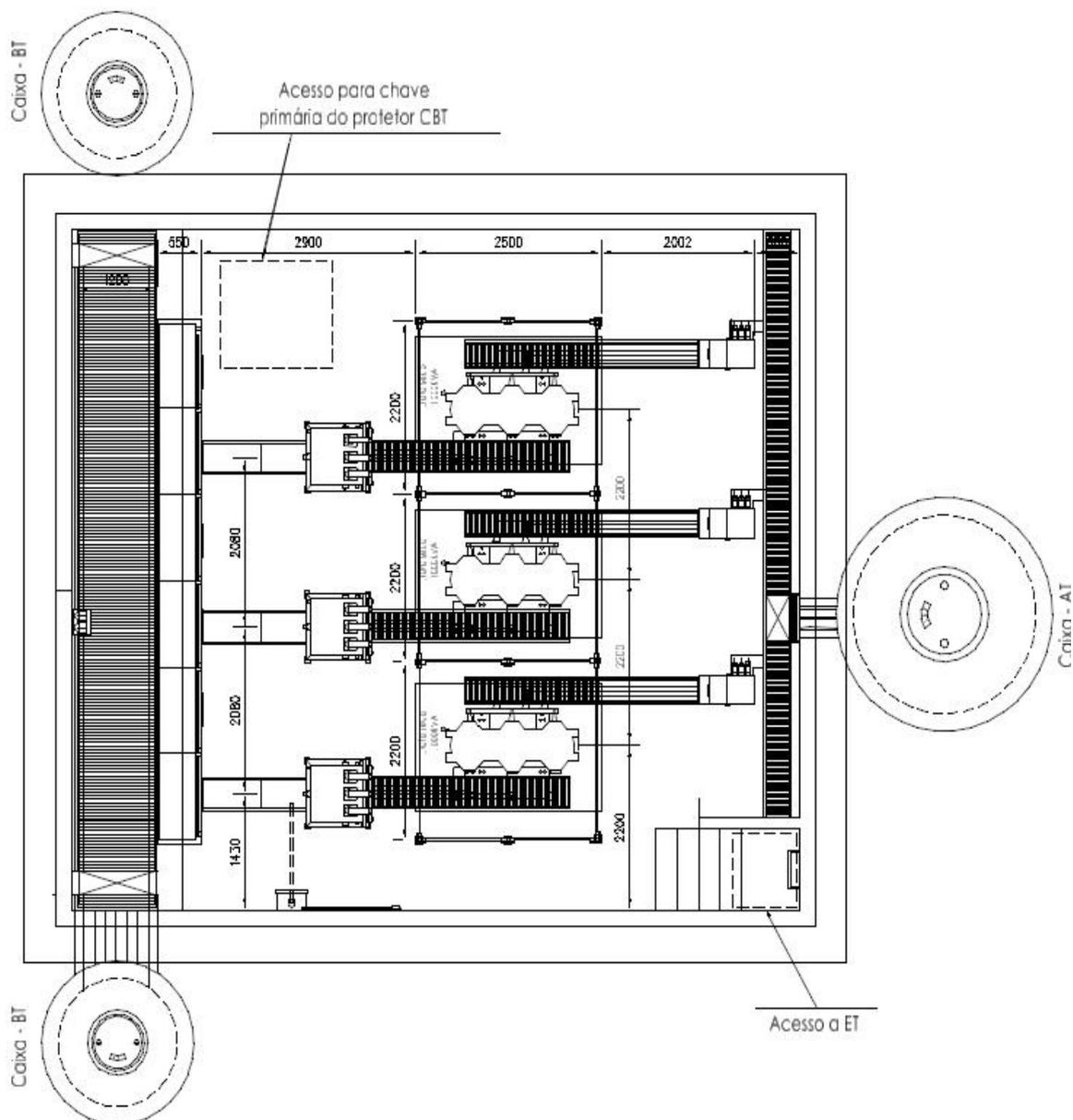
TABELA DE FERROS						
AÇO	POS.	Ø [mm]	QUANT.	COMPRIMENTO		
				UNIT. [cm]	TOTAL [cm]	
ARMAÇÕES						
50	1	8	22	204	4488	
50	2	8	28	80	2240	
50	3	8	28	-VAR-	4004	
50	1	8	12	100	1200	
60	2	5	14	90	1260	
50	3	8	8	80	640	
RESUMO AÇO CA 50-60						
AÇO	Ø [mm]	COMPR. [mm]	PESO [Kg]			
60	5	13	2			
50	8	126	50			
PESO TOTAL 50 =				2Kg		
PESO TOTAL 60 =				50Kg		



DESENHO 23. ET Abrigada na superfície do solo



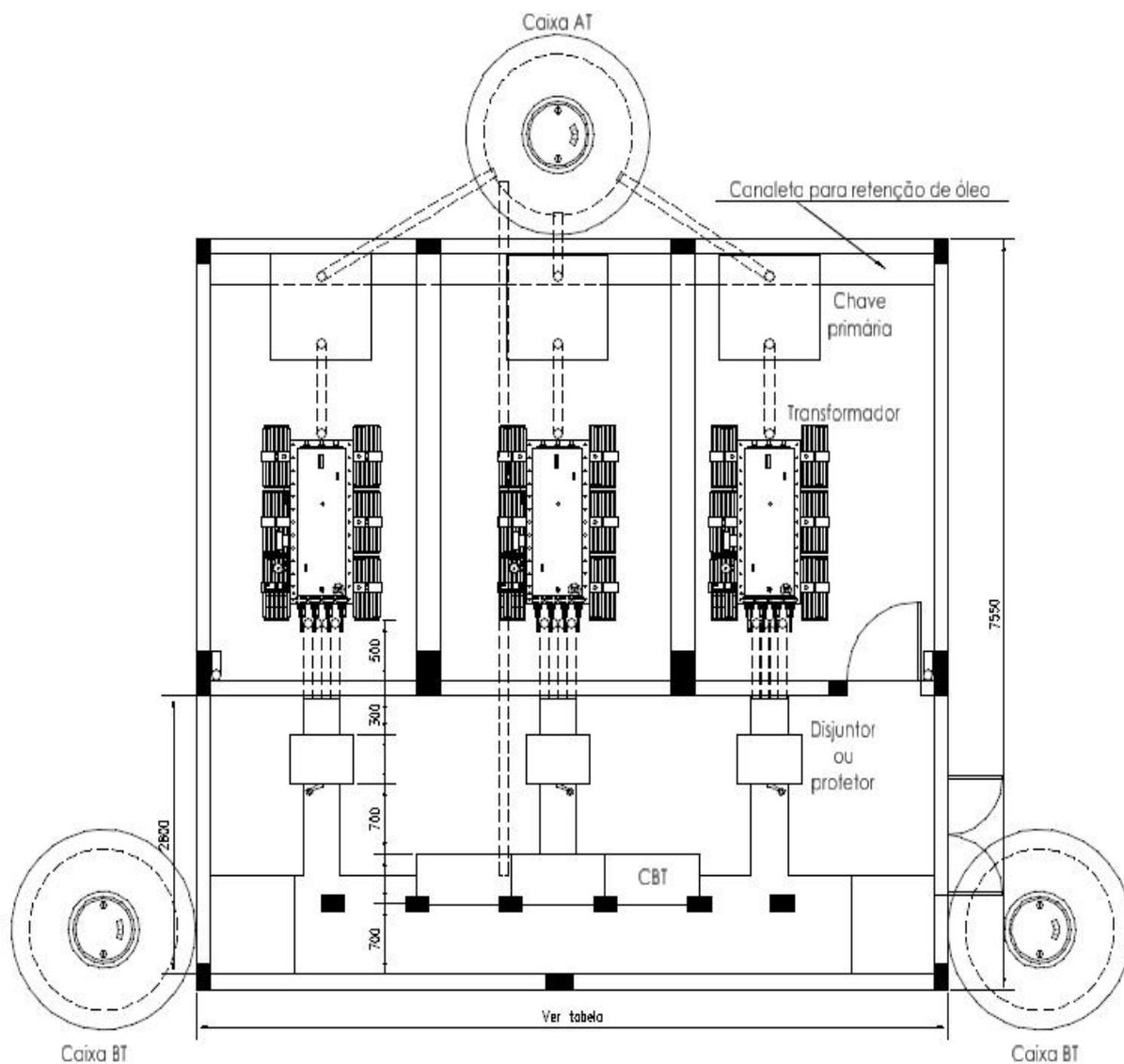
DESENHO 24. ET Abrigada abaixo da superfície do solo



NOTAS:

- a) Sendo utilizado transformador em líquido isolante, efetuar as adaptações necessárias;
- b) Dimensões em mm.

DESENHO 25. ET Parcialmente abrigada

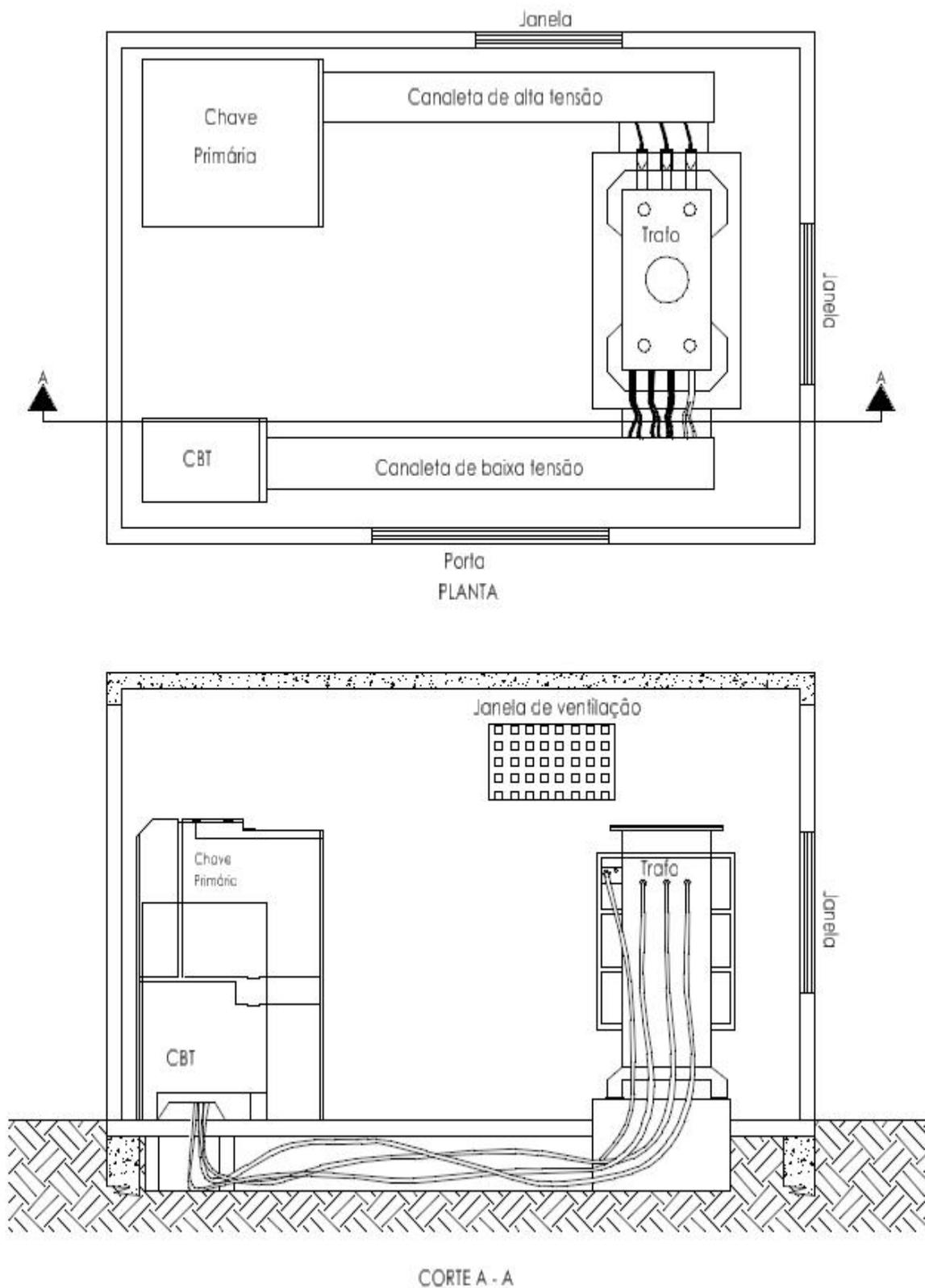


	Número de Transformadores		
	1	2	3
Dimensão (mm)	3100	5400	7900

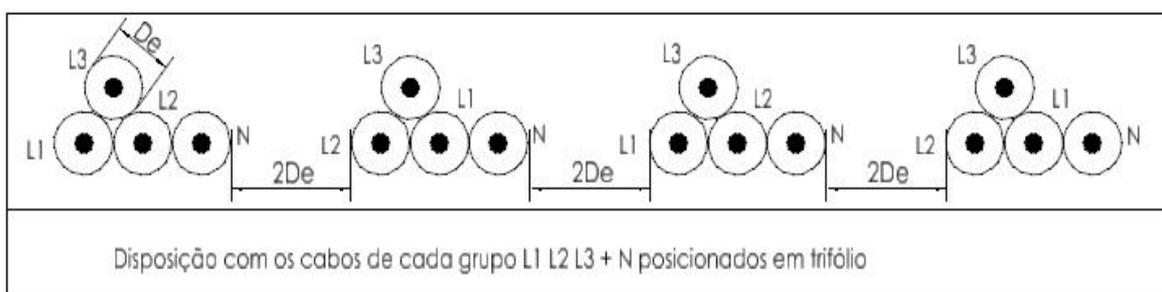
NOTAS:

Nos arranjos primário seletivo e anel aberto o comprimento máximo do transformador deve ser de 1600mm.

DESENHO 26. ET Pré – fabricada

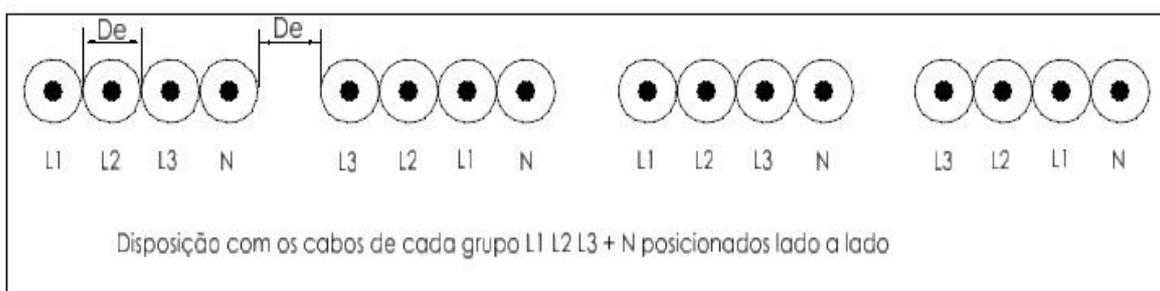


DESENHO 27. Disposição de Cabos em Paralelo



NOTA:

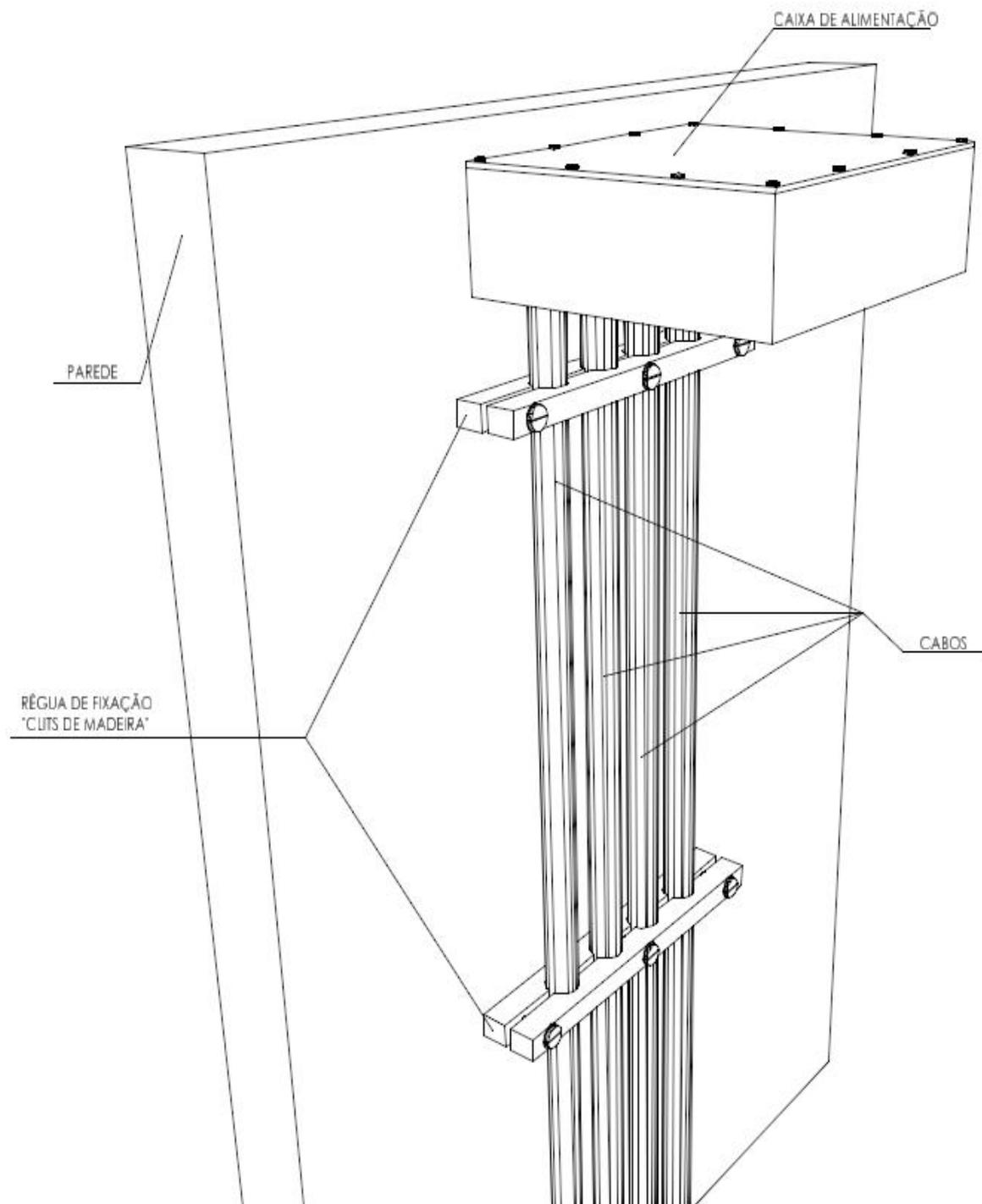
O desenho mostra um exemplo com 4 cabos em paralelo por fase.
 De - Diâmetro externo do cabo.

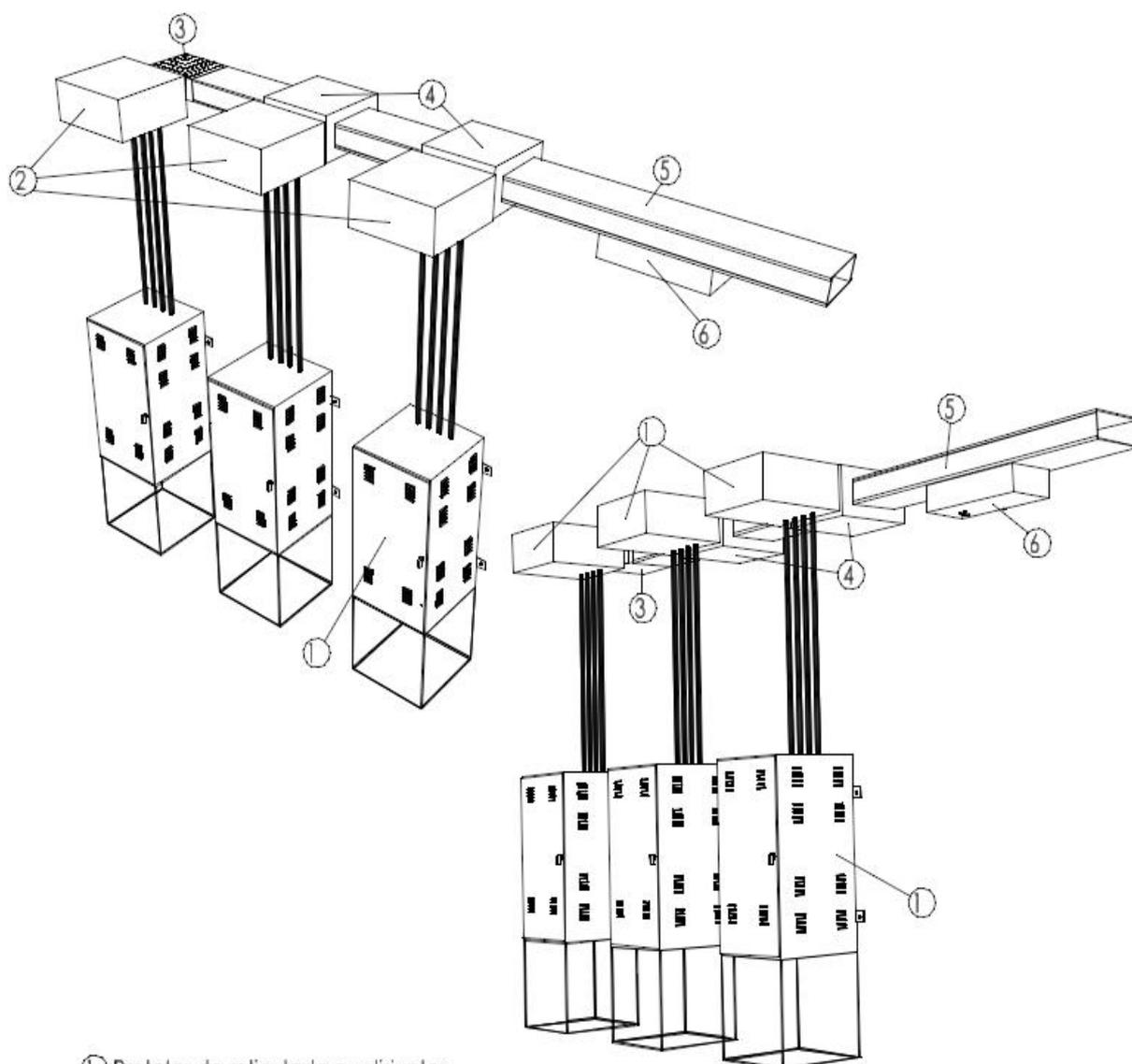


NOTA:

O desenho mostra um exemplo com 4 cabos em paralelo por fase.

DESENHO 28. Instalação do Barramento Blindado por Interesse do Consumidor



DESENHO 29. Instalação do Barramento Blindado por Interesse da CEB-D

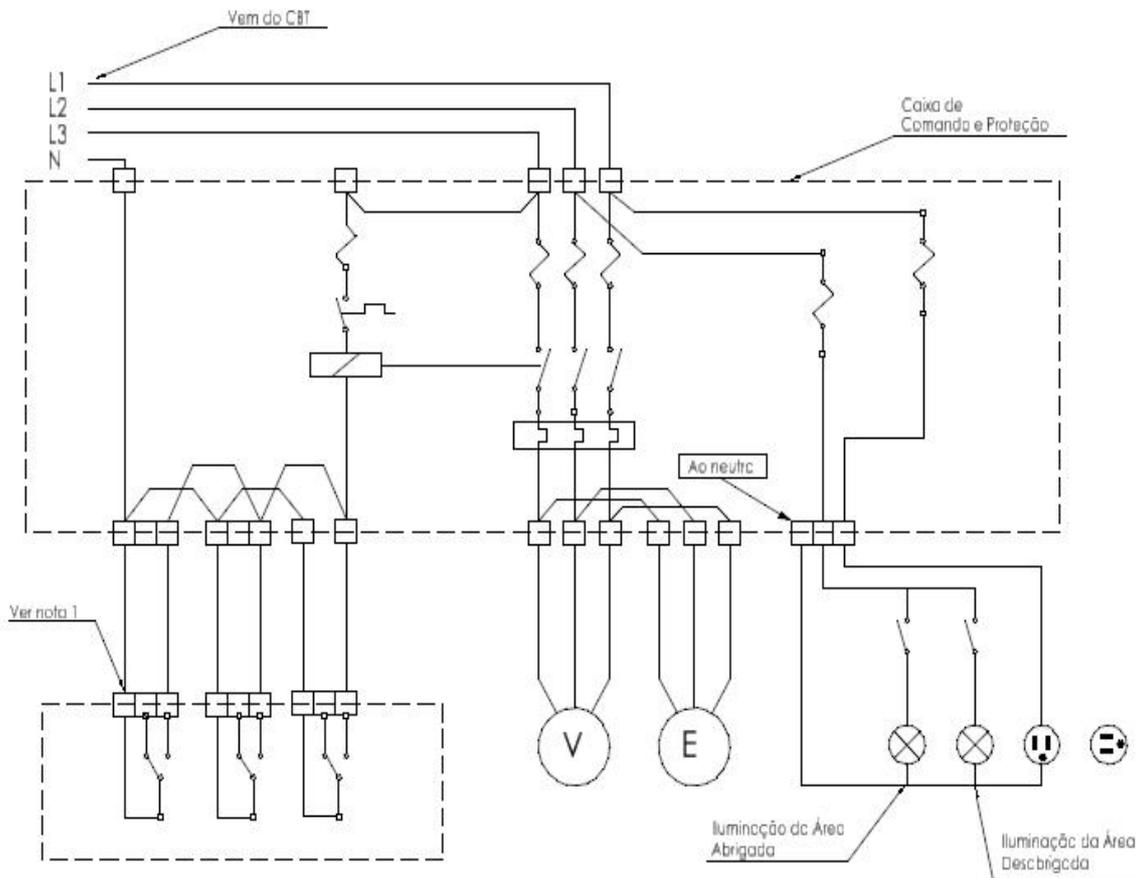
- ① Protetor de reticulado ou disjuntor
- ② Caixa de alimentação por cabos, de extremidade sem proteção
- ③ Curva 90° (cantonal) horizontal
- ④ Derivação "Tê" horizontal
- ⑤ Módulo reto
- ⑥ Caixa de derivação extraível do tipo "plug-in" com chave seccionadora sob carga, contendo base e fusíveis NH de 200A
A chave é instalada na horizontal, com o manipulador para baixo.

NOTA:

As conexões entre os acessórios são realizadas por meio de emendas próprias.

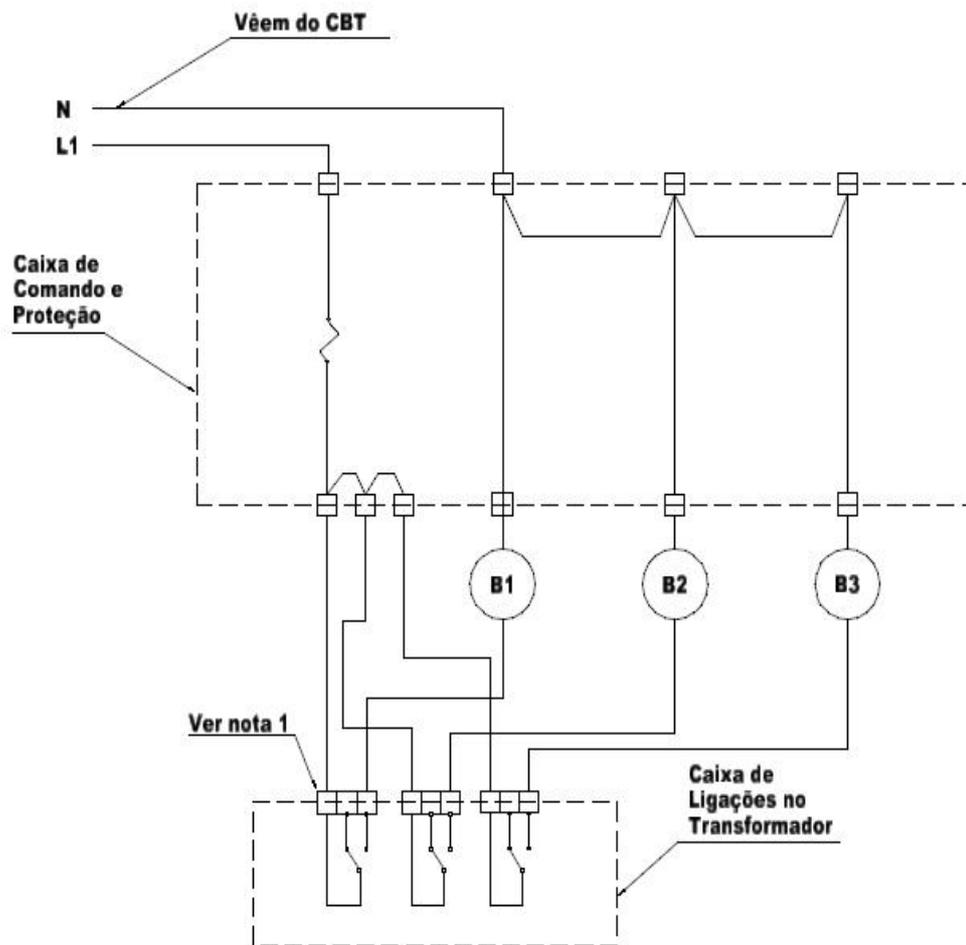
DESENHO 30. Circuito de Proteção Térmica do Transformador

Acionamento da Ventilação Forçada



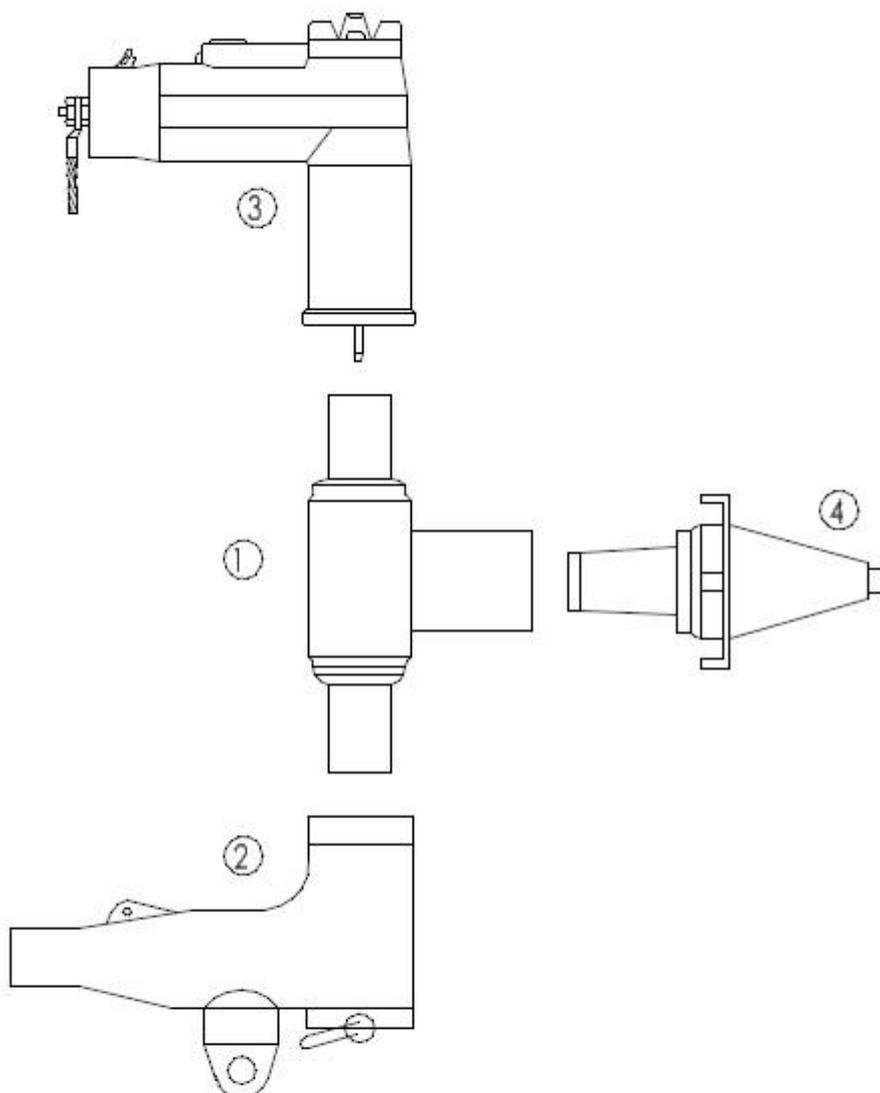
NOTAS:

- a) - Estes bornes se localizam na caixa de ligações do transformador a líquido isolante ou no controlador de temperatura do transformador a seco, sendo que cada contato reversível corresponde a um dos transformadores da ET;
- b) - No caso de transformador a seco, acrescentar um condutor fase para alimentação do controlador de temperatura;
- c) - Os contatos do controlador de temperatura mostrados se referem aos contatos para alarme;
- d) - O ajuste normalmente recomendado pelos fabricantes para o acionamento da ventilação forçada é de 75°C e 80°C p/ trafo a líquido isolante e a seco, respectivamente;
- e) - Todos os fusíveis são do tipo diazed de 10 A;
- f) - Toda fiação é de cobre de 2,5mm².
Exceto a fiação que liga os sensores de temperatura ao controlador, os quais são de 1,0mm²;
- g) - A contactora deve possuir capacidade mínima de 6 A para carga indutiva;
- h) - A caixa de comando e proteção deve ser fixada na parede da ET, do lado direito ou esquerdo do CBT, tendo suas faces superiores alinhadas;
- i) - "V" se refere ao motor do ventilador e "E" ao motor do exaustor;
- j) - O desenho mostra também o circuito de tomada e iluminação da ET.

**DESENHO 31. Circuito de Proteção Térmica do Transformador
Acionamento da Bobina de Desligamento
do Disjuntor ou do Protetor de Reticulado****NOTAS:**

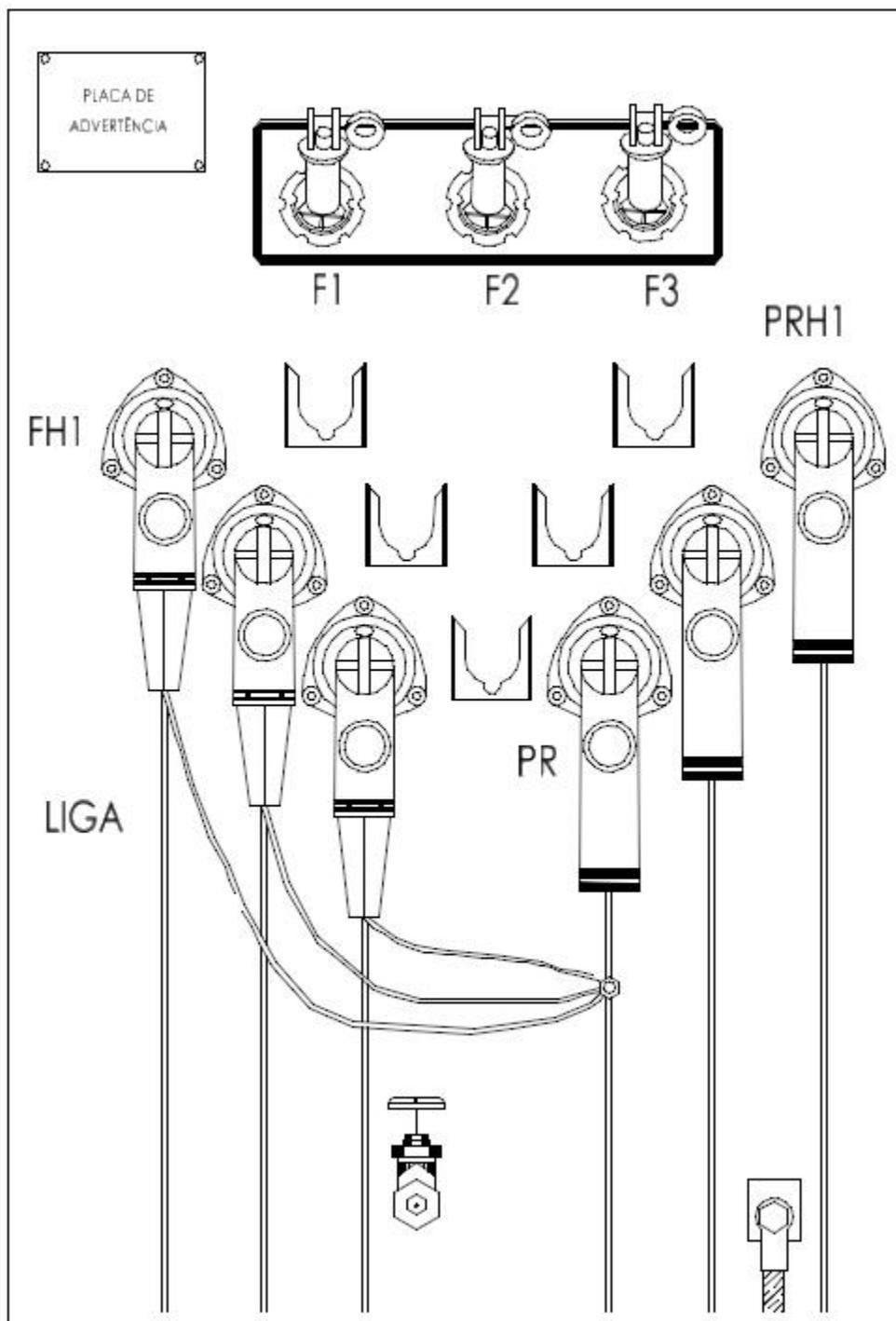
- Estes bornes se localizam na caixa de ligações do transformador a líquido isolante ou no controlador de temperatura do transformador a seco, sendo que cada contato reversível corresponde a um dos transformadores da ET;
- Os contatos do controlador de temperatura mostrados se referem aos contatos para desligamento ou "trip";
- O ajuste normalmente recomendado pelos fabricantes para o acionamento do desligamento é de 95°C e 120°C para Transformador a líquido isolante e a seco, respectivamente;
- O fusível é do tipo diazed de 10 A;
- Toda a fiação é de cobre de 2,5mm²;
- A caixa de comando e proteção é a mesma mostrada no Desenho 31;
- B1, B2 e B3 se referem às bobinas de "trip" do disjuntor ou protetor de reticulado.

DESENHO 32. Instalação de Pára-raios Desconectáveis



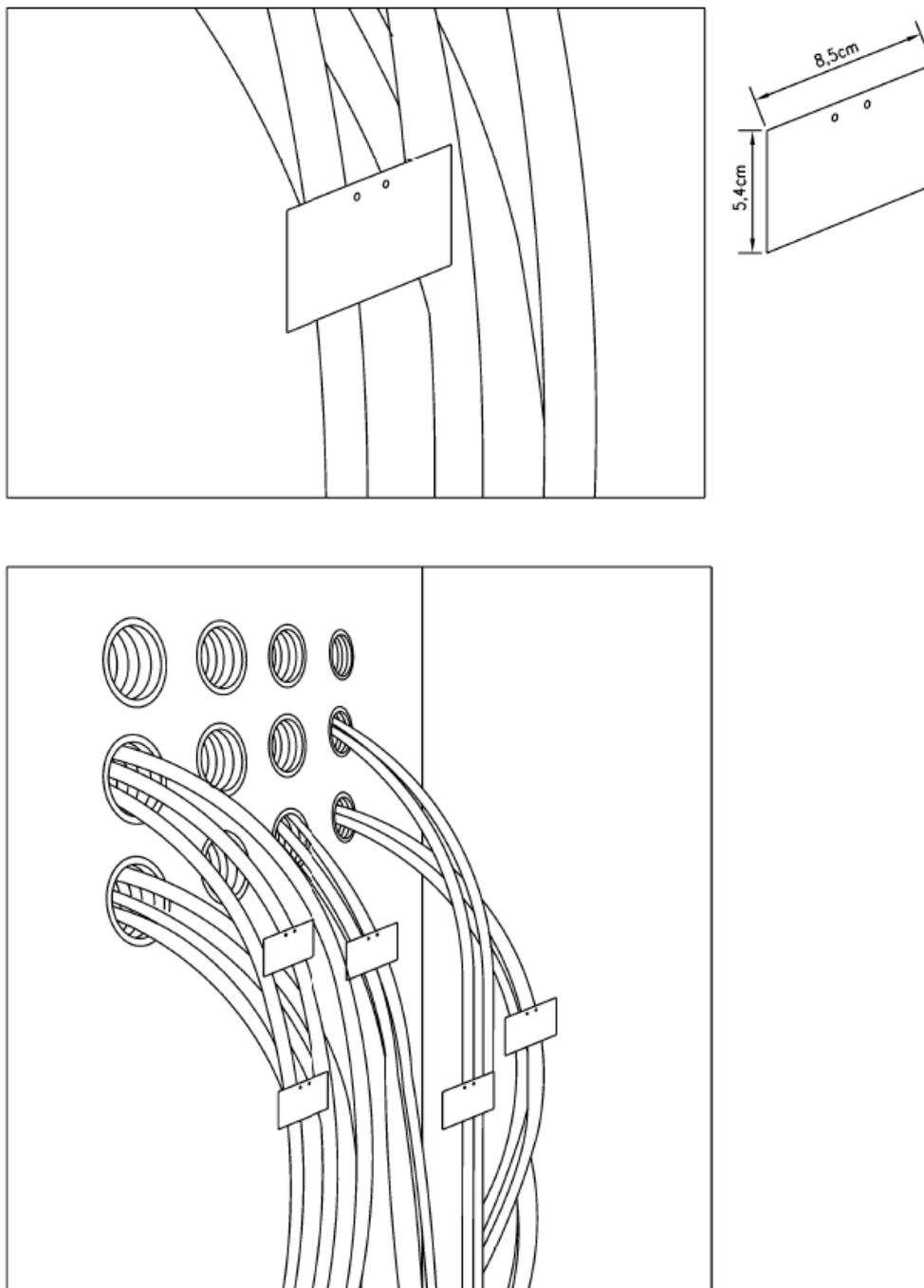
- ① Plug de conexão dupla de equipamento - PT2
- ② Terminal desconectável cotavelo - TDC
- ③ Pára-raios desconectável - PDC
- ④ BLE

DESENHO 33. Instalação de Pára-raios Pesconnectáveis Junto ao Transformador Pedestal



Junto ao Transformador Pedestal

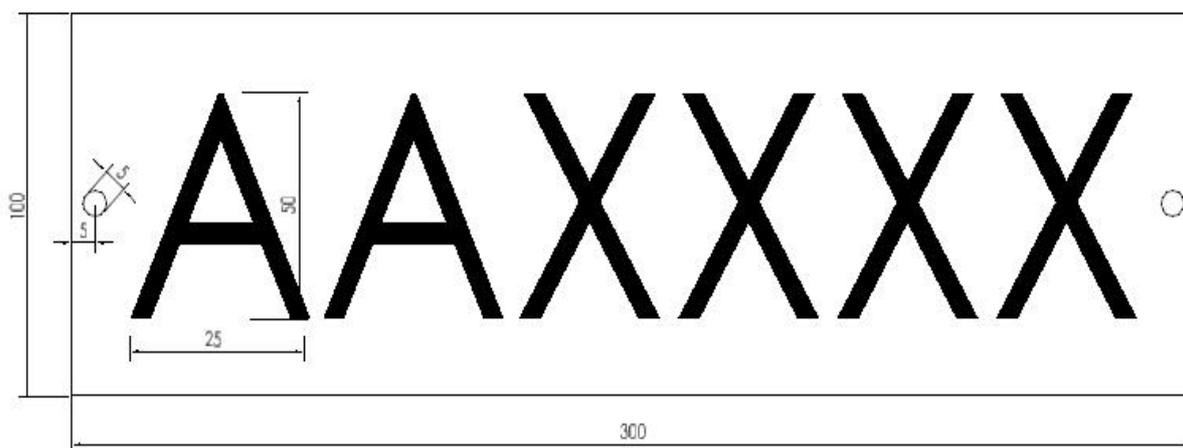
DESENHO 34. Cartão Para Identificação de Circuitos



NOTAS:

- a) - Material do cartão: Alumínio;
- b) - Gravação mecânica em auto relevo;
- c) - Fixação no cabo por meio de abraçadeira auto-travante ou fio isolado de 1.5mm^2 sendo ambos, preferencialmente na cor preta.

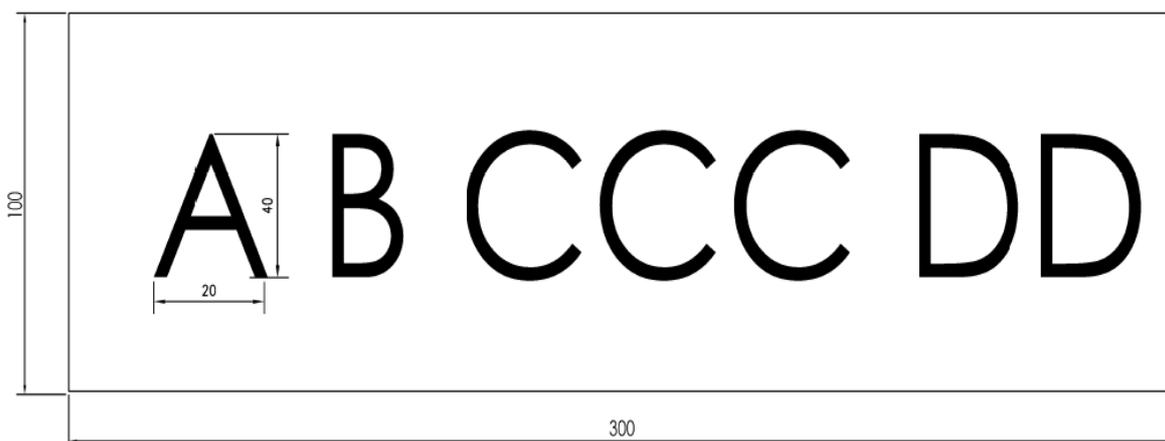
DESENHO 35. Placa de Identificação da Posição Operacional



NOTAS:

- a) AA - Representam os dois caracteres alfanuméricos que identificam o grupo de posição operacional do equipamento e deve ser obtido na ITD 02/02;
- b) XXXX - Representam os quatro caracteres numéricos que individualizam o equipamento a ser identificado e deve ser obtida na área de operações da CEB;
- c) MATERIAL:
Placa de alumínio com 0,5mm de espessura.
- d) Dimensões em mm.

DESENHO 36. Placa de Identificação da ET



NOTAS:

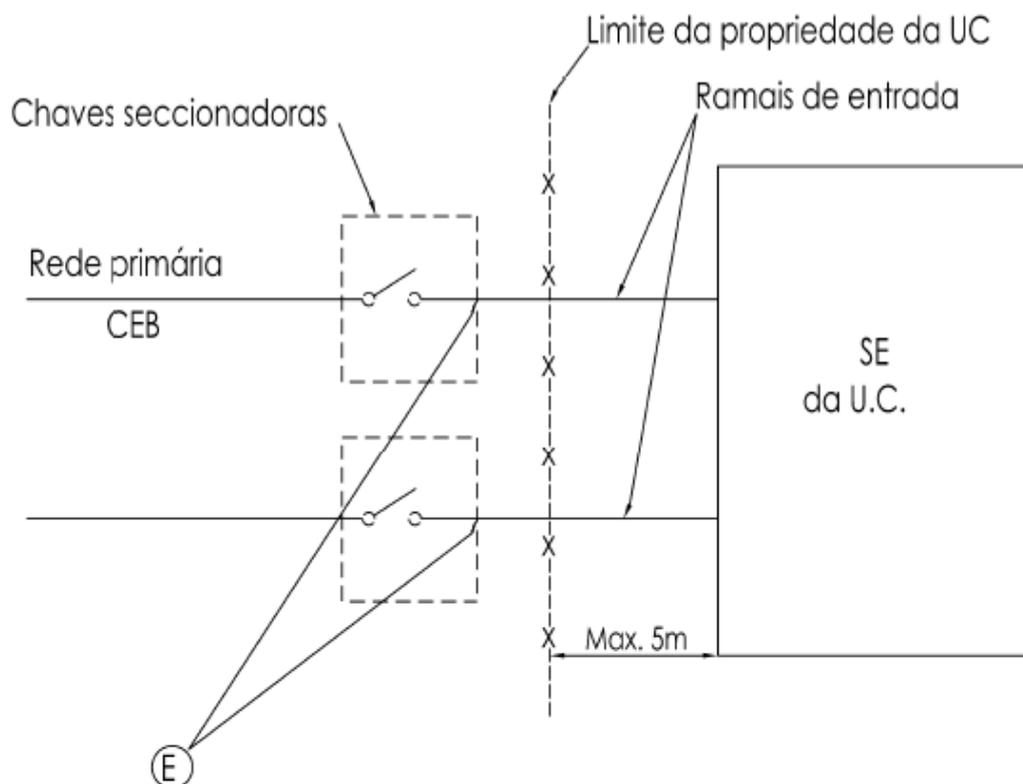
- a) A - Através do número 5 (cinco) indica tratar-se de ET de distribuição;
- b) B - Indica a região administrativa da ET;
- c) C - Indica o número da quadra ou setor de localização da ET;
- d) D - Indica o número de ordem, no grupo onde está localizada a ET;
- e) Dimensões em mm.

DESENHO 37. Modelo de Placa de Advertência



NOTAS:

- Material alumínio, leve e altamente resistente às intempéries e à corrosão;
- "Perigo de Morte" gravado na cor vermelha, "Caveira" e Alta Tensão" na cor Preta e o Fundo na cor amarela;
- Espessura da placa 1,0 mm. (ou 16 urg);
- Dimensões das letras (largura x altura):
 - 35x35 perigo de morte;
 - 20x20 alta tensão;
- Cotas em mm.

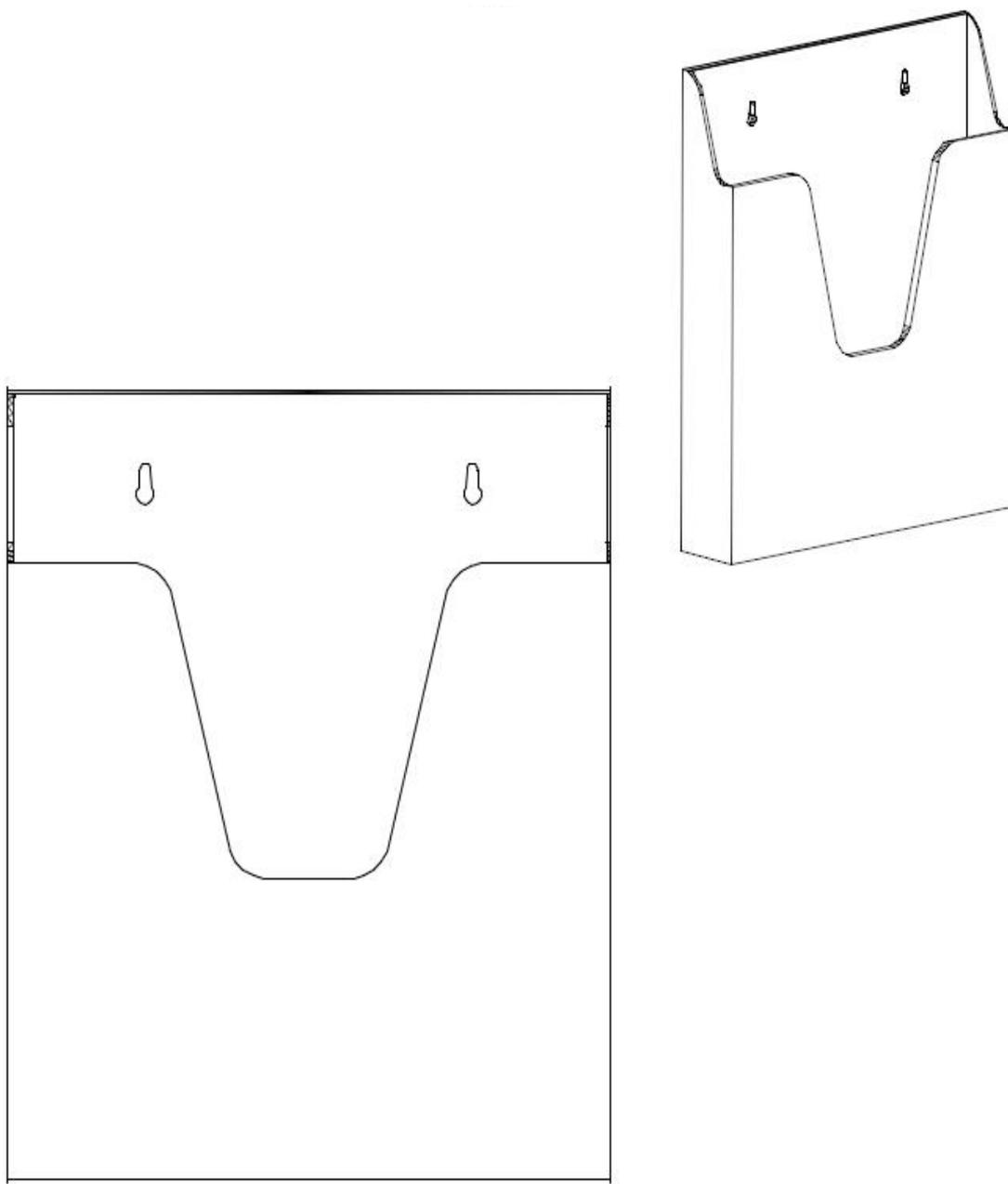
DESENHO 38. Localização do Ponto de entrega
Situação para duas medições
UC com duas entradas de energia

- (E) Ponto de entrega
(Borne de saída das chaves seccionadoras.)
O ponto de entrega deve situar-se o mais próximo possível do limite da propriedade.

NOTAS:

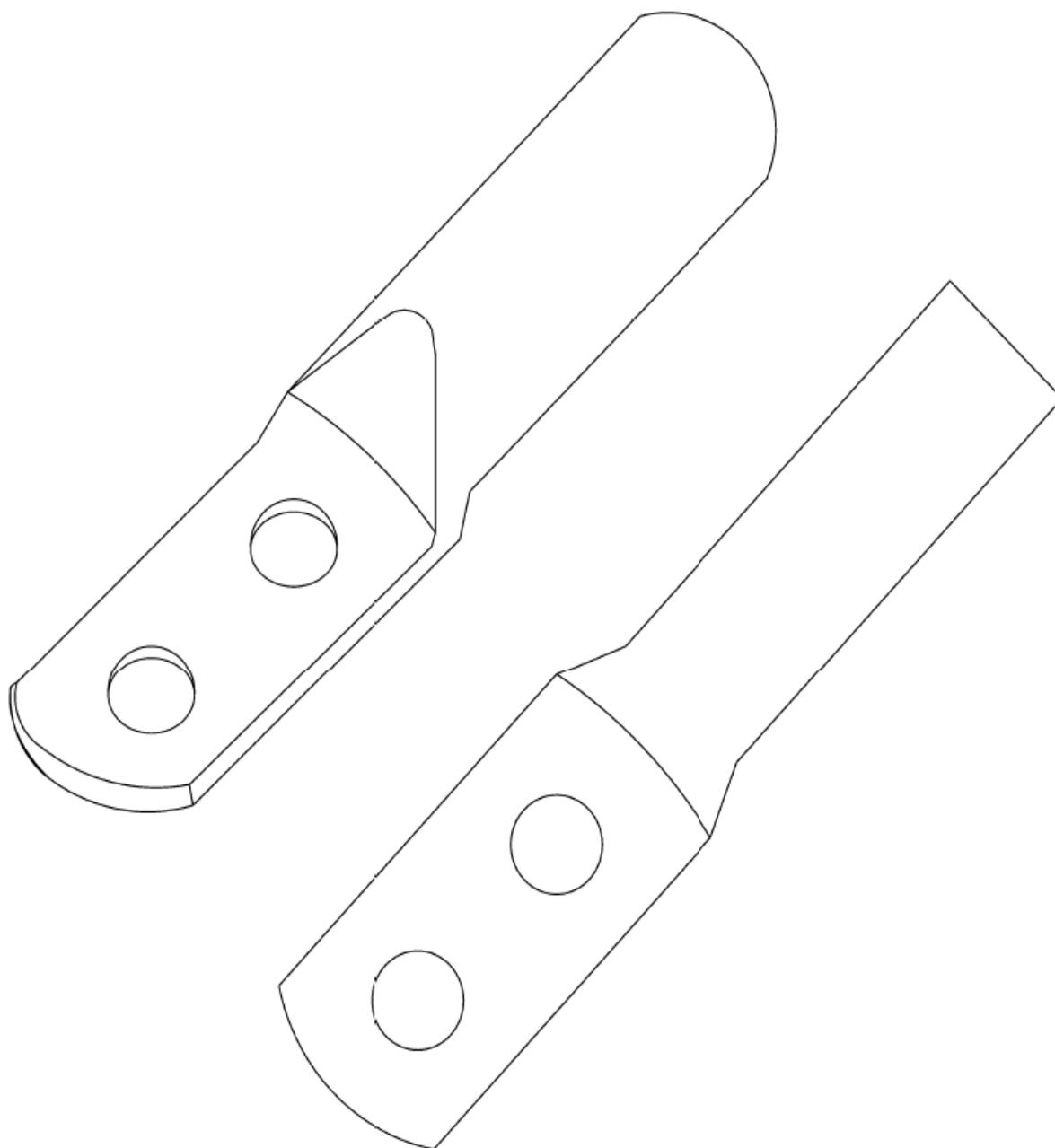
Possibilidades para a instalação das chaves:

- No interior da caixa ATE;
- Em pedestal, com invólucro para instalação ao tempo.

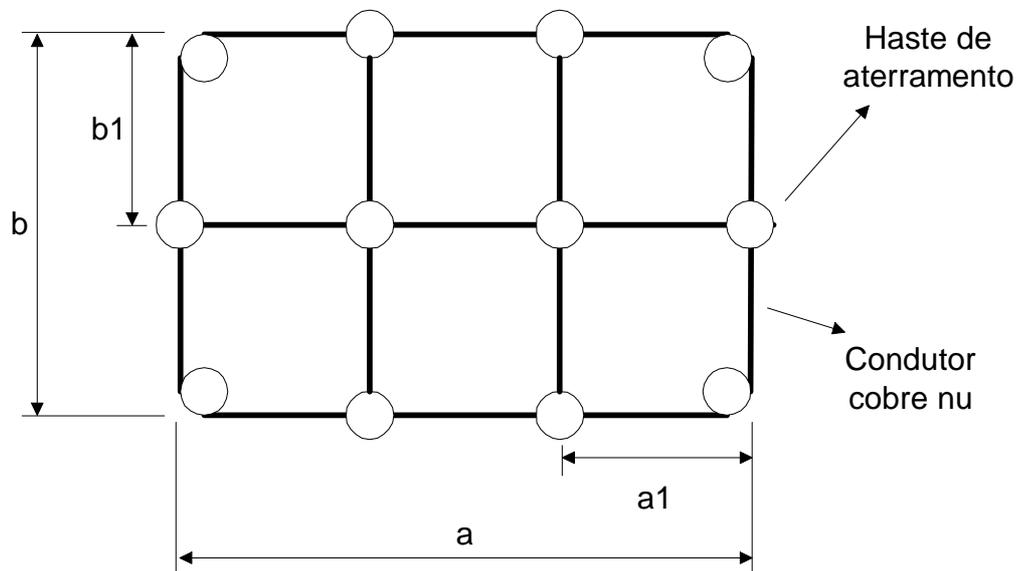
DESENHO 39. Porta documentos**NOTAS:**

- a) Trata-se de um modelo sugestivo;
- b) Material acrílico ou plástico;
- c) As dimensões internas devem admitir a introdução de papéis tamanho A4;
- d) Nas ETs Abrigada, parcialmente abrigada e pré-fabricada, o Porta-documentos é fixado na parede próximo à porta de acesso, a cerca de 1,60 metros de altura, por meio de dois parafusos;
- e) Na ET em pedestal, o porta-documentos é fixado no lado direito interno do compartimento de BT por meio de fita adesiva dupla face;

DESENHO 40. Terminal de compressão a dois furos



ANEXO A - DETALHES DA MALHA DE ATERRAMENTO



Características da malha de aterramento

POTÊNCIA INSTALADA NA ET (kVA)	QUANTIDADE MÍNIMA DE HASTES	SEÇÃO MÍNIMA DO CONDUTOR DA MALHA (mm ²)	COMPRIMENTO DO CONDUTOR DA MALHA (m)
≤150	04	50	10
225	08		25
300 e 500		12	70
≥ 1000			

NOTAS:

- 1) As distâncias “a1” e “b1” são idênticas e iguais a 2,5 m.
- 2) Nas ET Abrigada e Parcialmente abrigada, os comprimentos “a” e “b” correspondem ao perímetro interno da ET.
- 3) Nas ET em Pedestal e Pré-fabricada, a malha de aterramento pode exceder seus limites construtivos.
- 4) As hastes de aterramento poderão ser reposicionadas para evitar interferências com outros elementos da ET, a exemplo de caixas subterrâneas e recipiente de coleta de óleo.
- 5) A ligação do condutor de cobre à haste é efetuada com conector de aterramento de efeito elástico ou parafuso fendido, protegido com massa calafetadora.
- 6) Os cantos da malha são arredondados para melhorar a equalização de potencial no solo.

ANEXO B - CRITÉRIOS PARA SELETIVIDADE**1. INTRODUÇÃO**

Considera-se que os relés do interruptor de falta e do protetor de reticulado executam as funções ANSI mostradas na Tabela 1.

Tabela 1 – Identificação das funções dos relés

FUNÇÃO ANSI	DESCRIÇÃO DA FUNÇÃO
50	Relé de sobrecorrente instantâneo de fase
50N	Relé de sobrecorrente instantâneo de neutro
51	Relé de sobrecorrente temporizado de fase
51N	Relé de sobrecorrente temporizado de neutro

NOTA:

O disjuntor termomagnético, responsável pela proteção geral na BT, executa as funções ANSI 50 e 51.

As curvas de temporização dos relés a serem escolhidas devem ser, preferencialmente, do tipo IEC inversa ou extremamente inversa, por coordenarem mais facilmente com elos fusíveis, fusíveis NH e religadores.

Para permitir a perfeita visualização do tempo de atuação da proteção é necessário que se faça em papel formatado Bilog, ou por software, um coordenograma (gráfico Tempo x Corrente), onde se pode verificar a seletividade e, portanto, a adequada coordenação entre a atuação dos diversos elementos de proteção, para qualquer valor de corrente.

A seletividade deve ser verificada para todos os elementos de proteção que se encontram em série na ET.

Antes dessa verificação, contudo, importa primeiramente efetuar o ajuste do relé que exerce a proteção do transformador da ET.

No arranjo Reticulado Dedicado, essa proteção é exercida pelo relé do disjuntor da subestação de distribuição e nos demais arranjos é exercida pelo relé do interruptor de falta. Excetua-se a ET em Pedestal, cuja proteção do transformador é exercida pelos fusíveis incorporados ao próprio transformador em pedestal, os quais já são ajustados de fábrica para a proteção requerida.

NOTA:

O interruptor de falta pode ser considerado como um disjuntor equipado com relés de funções 50 e 51.

1.1. Ajuste do relé de proteção do transformador**1.1.1. Ajuste da unidade temporizada**

A corrente de partida da fase considera o transformador com carregamento nominal. Assim sendo, a corrente de partida, referida ao primário, coincide com a corrente nominal do transformador, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2 - Corrente de Partida da Unidade Temporizada

POTÊNCIA DO TRANSFORMADOR (kVA)	CORRENTE PRIMÁRIA NOMINAL (A)	CORRENTE DE PARTIDA DA FASE (A)	CORRENTE DE PARTIDA DO NEUTRO (A)
500	21	21	7
1000	42	42	14

NOTA:

A corrente de partida do neutro é considerada de 1/3 da corrente de partida de fase.

A corrente de partida, para ser referida ao secundário, deve ser dividida pela relação de transformação do TC (transformador de Corrente) da proteção.

1.1.2. Ajuste da unidade instantânea

A corrente instantânea do relé é ajustada para o menor valor possível que não provoca a atuação indevida do relé na energização do transformador. Assim, este ajuste deve ser superior a, no máximo, 10% do valor da corrente de magnetização do transformador.

A corrente de magnetização para transformadores de até 1000 kVA, mostrada na Tabela 3, pode ser considerada igual a $8 \times I_n$, sendo I_n a corrente nominal do transformador, com tempo de duração de 0,1 s.

Tabela 3 - Corrente de Ajuste da Unidade Instantânea

POTÊNCIA DO TRANSFORMADOR (kVA)	CORRENTE DE MAGNETIZAÇÃO (A)	AJUSTE DA UNIDADE INSTANTÂNEA (A)
500	168	184
1000	336	369

A corrente de ajuste instantâneo, para ser referida ao secundário, deve ser dividida pela relação de transformação do TC de proteção.

NOTAS:

- 1) Os TC devem ser dimensionados para não saturarem com a corrente de curto-circuito máxima na entrada da ET. Esta corrente deve ser informada pela área de engenharia da CEB-D.
- 2) A corrente de ajuste do neutro é considerada de 1/3 da corrente de ajuste de fase.

1.1.3. Demais verificações

Após os ajustes, deve ser verificado no coordenograma se o ponto ANSI do transformador se situa acima da curva de atuação do relé.

NOTA:

O ponto ANSI é definido como o máximo valor de corrente que um transformador pode suportar durante um período de tempo definido, sem se danificar.

O ponto ANSI para transformadores de até 1000 kVA, mostrado na Tabela 4, pode ser considerado igual a $20 \times I_n$, com tempo de duração de 2 s.

Tabela 4 - Ponto ANSI

POTÊNCIA DO TRANSFORMADOR (kVA)	PONTO ANSI
500	380 A/ 2 s
1000	760 A/ 2 s

O relé deve ser reajustado até que a curva instantânea não seja superior ao ponto ANSI

NOTA:

Cada modelo de relé possui uma forma específica para ser ajustado (parametrizado) e esta informação consta no catálogo ou manual do fabricante.

2. SELETIVIDADE ENTRE FUSÍVEIS NH DO CBT E DISJUNTOR OU PROTETOR DE RETICULADO**2.1. Faixa de sobrecarga**

Para garantir a seletividade nesta faixa, é necessário que a curva temporizada do relé de sobrecorrente do disjuntor (ou do protetor de reticulado) não corte a curva do fusível e esteja acima desta.

Como o maior fusível NH presente no CBT é de 250 A, basta plotar sua curva no coordenograma e ajustar ou escolher a curva do relé que se posicione acima da curva do fusível.

2.2. Faixa de curto-circuito

Para garantir a seletividade nesta faixa, é necessário que o tempo de atuação do relé de sobrecorrente instantâneo do disjuntor (ou do protetor de reticulado) seja igual ou superior em 100 ms ao tempo máximo de fusão do fusível.

Como o maior fusível NH presente no CBT é de 250 A, basta plotar sua curva no coordenograma e ajustar ou escolher a curva instantânea do relé que se posicione a 100 ms acima da curva do fusível.

NOTA:

A corrente de ajuste para as funções 50N e 51N devem ser de 1/3 da corrente de ajuste para as fases.

3. SELETIVIDADE ENTRE DISJUNTOR E INTERRUPTOR DE FALTA**3.1. Faixa de sobrecarga**

Para garantir a seletividade nesta faixa, é necessário que a curva temporizada do relé de sobrecorrente do interruptor de falta não corte a curva do disjuntor e esteja acima desta.

 CEB DISTRIBUIÇÃO	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONSTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 121/134
--	---	--

As correntes no coordenograma devem estar referidas ao primário ou ao secundário do transformador.

3.2. Faixa de curto-circuito

Para garantir a seletividade nesta faixa, é necessário cumprir duas condições:

- a) o tempo de atuação do relé de sobrecorrente instantâneo do interruptor de falta deve ser igual ou superior em 150 ms ao tempo de atuação do relé de sobrecorrente instantâneo do disjuntor; e
- b) as correntes que caracterizam o início das ações das unidades instantâneas devem se diferenciar em pelo menos 25%.

As correntes no coordenograma devem estar referidas ao primário ou ao secundário do transformador.

4. SELETIVIDADE ENTRE PROTETOR DE RETICULADO E DISJUNTOR DA SUBESTAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO

Trata-se da seletividade entre relés de dois disjuntores em série. Portanto, utiliza-se procedimento análogo ao empregado na seletividade entre disjuntor e interruptor de falta explanado no item 3.

5. SELETIVIDADE ENTRE INTERRUPTOR DE FALTA E DISJUNTOR DA SUBESTAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO

Trata-se da seletividade entre relés de dois disjuntores em série. Portanto, utiliza-se procedimento análogo ao empregado na seletividade entre disjuntor e interruptor de falta explanado no item 3.

6. SELETIVIDADE ENTRE INTERRUPTOR DE FALTA E CHAVE FUSÍVEL PRIMÁRIA

6.1. Faixa de sobrecarga

Para garantir a seletividade nesta faixa, é necessário que a curva do elo da chave fusível não corte a curva do interruptor de falta e esteja acima desta.

6.2. Faixa de curto-circuito

Para garantir a seletividade nesta faixa, é necessário que o tempo de atuação do relé de sobrecorrente instantâneo do interruptor de falta seja igual ou superior em 50 ms ao tempo máximo de fusão do elo fusível.

7. SELETIVIDADE ENTRE FUSÍVEL NH E FUSÍVEL TIPO BAIONETA

O fabricante do transformador em pedestal deve fornecer a curva de atuação dos fusíveis tipo baioneta e limitadores de corrente que, juntamente com a curva do fusível NH, utilizado no seccionador fusível sob carga, são plotadas no coordenograma.

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONSTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 122/134
---	---	--

As correntes no coordenograma devem estar referidas ao primário ou ao secundário do transformador.

Para garantir a seletividade, tanto na faixa de sobrecarga quanto de curto-circuito, é necessário que a curva do fusível tipo baioneta não corte a curva do fusível NH e esteja acima desta.

NOTA:

O fusível limitador de corrente do transformador em pedestal deve operar apenas para defeito interno ao transformador.

8. SELETIVIDADE ENTRE FUSÍVEIS TIPO D DA CAIXA IP4 E FUSÍVEIS NH DO CBT

Para assegurar a seletividade entre fusíveis tipo D (diazed) e fusíveis NH, é necessário que a corrente nominal do fusível protegido (fusível NH) seja igual ou superior a 1,6 vezes do fusível protetor (fusível D).

Por padrão, a caixa IP4 é alimentada a partir do CBT com chave fusível NH de 63 A. Nessa condição, para que a seletividade seja garantida, os fusíveis diazed da iluminação pública não podem ser superiores a 35 A.

ANEXO C - MODELO DE MEMORIAL DESCRITIVO

NOME DA EMPRESA:

DATA: / /

1. OBJETIVO

O projeto (identificar o projeto objeto do presente memorial descritivo) tem por finalidade o fornecimento de energia elétrica à (indicar a área ou o endereço a ser atendido pela ET).

2. NORMAS TÉCNICAS ADOTADAS

O projeto referenciado foi elaborado em consonância com a NTD CEB 1.05 – “Critérios de Projeto e Padrões de Construção de Estações Transformadoras” e com as normas técnicas nela indicadas. Especial atenção foi dada às normas da ABNT ABNT NBR 14039 – “Instalações elétricas de média tensão de 1 a 36,2 kV” e a ABNT NBR 5410 – “Instalações elétricas de baixa tensão”, bem como à Norma Regulamentadora nº 10 – “Segurança em instalações e serviços em eletricidade” expedida pelo Ministério do Trabalho e Emprego.

3. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ESTAÇÃO TRANSFORMADORA**3.1. Tipo de Estação Transformadora - ET**

- Abrigada e incorporada à edificação
- Abrigada e não incorporada à edificação
- Parcialmente abrigada
- Em Pedestal
- Pré-Fabricada

3.2. Potência instalada na ET: KVA**3.3. Quantidade de transformadores x kVA: nº x kVA****3.4. Tipo de transformadores utilizados:**

- a líquido isolante
- a seco

3.5. Tensões nominais: 13.800 V – 220/380 V**4. DESCRIÇÃO DA ET ABRIGADA**

A totalidade dos componentes da ET está ao abrigo das intempéries, porém não são submersíveis.

A ET é projetada com paredes em alvenaria e teto em laje de concreto, sendo composta por chave primária, transformador trifásico, proteção geral na BT (baixa tensão) e conjunto de barramento de distribuição em baixa tensão – CBT, este último equipado com fusíveis tipo NH.

Os cabos do circuito de 13.800 V, provenientes da rede de distribuição subterrânea - RDS, são ligados à chave primária de três posições (ligada – L, desligada – D e aterrada) com ação simultânea nas três fases. Esta chave alimenta o(s) transformador(es), que possui(em) proteção geral na baixa tensão exercida por um Protetor de reticulado Disjuntor termomagnético, a partir do qual são ligados os condutores que alimentam o CBT e o barramento blindado que alimenta a unidade consumidora.

O circuito primário está instalado em canaleta e o circuito secundário em canaleta Barramento blindado. Os dutos da RDS que entram e saem da ET são obturados para assegurar sua estanqueidade.

Quando dotada de transformadores a líquido isolante, a ET dispõe de um recipiente de coleta de óleo com capacidade para armazenar o volume de óleo contido no maior transformador da ET.

A ET possui corredores de manobra e portas de acesso com dimensões suficientes para a circulação de pessoas, bem como para a instalação e substituição de qualquer equipamento. É dotada de iluminação artificial, ventilação para circulação do ar de refrigeração e extintor de incêndio para fogos de classes B e C.

5. DESCRIÇÃO DA ET PARCIALMENTE ABRIGADA

Trata-se de ET construída em alvenaria, cujos componentes de média tensão, inclusive os transformadores, são instalados ao tempo e os componentes de baixa tensão são abrigados.

O teto da área abrigada é construído em laje de concreto e da área desabrigada em grade metálica.

A ET é composta por chave primária, transformador trifásico, proteção geral na BT (baixa tensão) e conjunto de barramento de distribuição em baixa tensão – CBT, este último equipado com fusíveis tipo NH.

Os cabos do circuito de 13.800 V, provenientes da rede de distribuição subterrânea - RDS, são ligados à chave primária de três posições (ligada – L, desligada – D e aterrada) com ação simultânea nas três fases. Esta chave alimenta o(s) transformador(es), que possui(em) proteção geral na baixa tensão exercida por um Protetor de reticulado Disjuntor termomagnético, a partir do qual são ligados os condutores que alimentam o CBT.

O circuito primário está instalado em eletroduto e o circuito secundário em canaleta.

A ET dispõe de um recipiente de coleta de óleo com capacidade para armazenar o volume de óleo contido no maior transformador da ET.

A ET possui corredores de manobra e portas de acesso com dimensões suficientes para a circulação de pessoas, bem como para a instalação e substituição de qualquer equipamento. É dotada de iluminação artificial, ventilação para circulação do ar de refrigeração e extintor de incêndio para fogos de classes B e C.

6. DESCRIÇÃO DA ET EM PEDESTAL

Trata-se de ET instalada na superfície do solo e sujeita a intemperismos.

A ET em Pedestal é composta por um transformador trifásico tipo pedestal e por um conjunto de barramento de distribuição em baixa tensão – CBT, ambos montados ao tempo sobre bases de concreto. O CBT é equipado com fusíveis tipo NH.

Caso o CBT não seja instalado, a proteção geral na BT é exercida por um seccionador fusível sob carga.

Os cabos da rede primária de 13800 V, provenientes da rede de distribuição subterrânea – RDS são conectados a um jogo de buchas primárias do transformador por intermédio de acessórios desconectáveis tipo TDC. Esse transformador possui chave primária incorporada, representada pelos fusíveis tipo baioneta em série com fusíveis limitadores de corrente, instalados internamente no próprio transformador. Em se tratando da primeira ET após a derivação da rede aérea, este transformador também é dotado de pára-raios desconectáveis, fixados no segundo jogo de buchas primárias.

7. DESCRIÇÃO DA ET PRÉ-FABRICADA

A totalidade dos componentes da ET está ao abrigo das intempéries, porém não são submersíveis.

A ET é projetada com paredes, teto e piso em concreto, sendo composta por chave primária, transformador trifásico e conjunto de barramento de distribuição em baixa tensão – CBT, este último equipado com fusíveis tipo NH.

Os cabos do circuito de 13.800 V, provenientes da rede de distribuição subterrânea - RDS, são ligados à chave primária de três posições (ligada – L, desligada – D e aterrada) com ação simultânea nas três fases. Esta chave alimenta o transformador, a partir do qual são ligados os condutores que alimentam o CBT.

Os circuitos primário e secundário estão instalados em canaleta. Os dutos da RDS que entram e saem da ET são obturados para assegurar sua estanqueidade.

Quando dotada de transformadores a líquido isolante, a ET dispõe de um recipiente de coleta de óleo com capacidade para armazenar o volume de óleo contido no maior transformador da ET.

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONSTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 126/134
---	---	--

A ET possui corredores de manobra e portas de acesso com dimensões suficientes para a circulação de pessoas, bem como para a instalação e substituição de qualquer equipamento. É dotada de iluminação artificial, ventilação para circulação do ar de refrigeração e extintor de incêndio para fogos de classes B e C.

8. ESQUEMA DE ATERRAMENTO

O esquema de aterramento utilizado no lado de tensão primária é o TNR conforme previsto na ABNT NBR 14039. Nesse esquema, o ponto neutro da alimentação na subestação de distribuição se encontra diretamente aterrado, e a partir dele origina o condutor de proteção com função combinada de neutro (PEN), que percorre todo o traçado da rede primária, até a ET.

No lado secundário, o esquema de aterramento utilizado é o TN-C, conforme previsto na ABNT NBR 5410. Nesse esquema, o ponto neutro da alimentação da ET se encontra diretamente aterrado, e a partir dele origina o condutor neutro, com função combinada de condutor de proteção (PEN).

Os condutores PEN do lado primário e secundário são ligados à malha de aterramento da ET, estando, portanto, eletricamente conectados.

A malha de aterramento é constituída por eletrodos verticais e horizontais que circundam todo o perímetro da ET.

9. SEGURANÇA NO PROJETO

9.1. Dispositivos de proteção e/ou manobra

Os dispositivos de proteção e/ou manobra são representados pelas chaves primárias e pela proteção geral de BT. Estes dispositivos possuem recursos para impedimento de reenergização e indicação da condição operativa.

9.1.1. Impedimento de reenergização

O impedimento de reenergização é assegurado da seguinte forma:

a) No circuito primário:

Trava mecânica incorporada à própria chave primária quando na posição “aterrada”.

Retirada do cartucho da chave fusível instalada na derivação da rede aérea.

b) No circuito secundário:

Dispositivo de bloqueio específico acoplado à alavanca do disjuntor termomagnético quando na posição “desligado”.

Trava mecânica incorporada ao protetor de reticulado.

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 127/134
---	--	--

- Extração da parte móvel do seccionador fusível sob carga.

Estas medidas devem ser acompanhadas pela colocação de placas próprias com indicação para que a chave não seja ligada.

9.1.2. Indicação da condição operativa

A condição operativa da chave primaria e do protetor de reticulado é efetuada por indicação escrita e colorida, sendo a letra “D” ou a palavra “OFF” e a cor verde para a posição DESLIGADA e a letra “L” ou a palavra “ON” e a cor vermelha para a posição LIGADA.

A condição operativa do disjuntor é indicada pela posição de sua alavanca, sendo: Posição para cima ou “ON” para condição LIGADO e posição para baixo ou “OFF” para condição DESLIGADO.

A condição operativa das chaves fusíveis do CBT é indicada pela posição de sua alavanca, sendo posição para cima para a condição LIGADA e posição para baixo para a condição DESLIGADA.

A condição operativa do seccionador fusível da ET em Pedestal é indicada pela extração ou fechamento da sua parte móvel, representando assim a posição DESLIGADA e LIGADA, respectivamente.

9.2. Dispositivos de proteção para a segurança das pessoas

Especificamente para prover a segurança das pessoas, a chave primária é dotada de uma posição para aterramento e o protetor de reticulado possui intertravamento mecânico que impede o acesso ao seu interior com o circuito ligado.

Destaca-se que a ET é considerado um local de serviço elétrico, onde é proibido o ingresso de pessoas que não sejam autorizadas.

9.3. Compatibilidade dos dispositivos de proteção com a instalação elétrica

- Adotou-se disjuntor termomagnético para a proteção geral na BT, por tratar-se de dispositivo próprio e adequado para o desligamento automático na ocorrência de sobrecorrentes.
- Adotou-se protetor de reticulado para proteção geral na BT por tratar-se de dispositivo próprio e adequado para o desligamento automático na ocorrência de sobrecorrentes, bem como para a proteção contra correntes inversas, necessária no arranjo Reticulado Dedicado.
- Por se tratar de arranjo Primário Seletivo, foi projetada chave primária com transferência automática para permitir a funcionalidade dessa configuração.
- Na ET Abridada Na ET Parcialmente Abridada essa chave é dotada de interruptor de falta para proporcionar a devida proteção do transformador contra sobrecorrentes.

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 128/134
---	--	--

Na ET Pré-Fabricada, essa chave é dotada de fusíveis tipo HH para proporcionar a devida proteção do transformador contra sobrecorrentes.

Na ET em Pedestal essa chave não necessita de interruptor de falta, haja vista que a proteção do transformador contra sobrecorrentes é provida pelos fusíveis tipo baioneta em série com fusíveis limitadores de corrente, instalados internamente no próprio transformador da ET.

Por se tratar de arranjo Radial Simples, foi projetada chave seccionadora sem interruptor de falta, devido ao fato da proteção primária ser exercida pela chave de proteção instalada no poste de transição da rede aérea para subterrânea.

Por se tratar de arranjo Anel Aberto, foi projetada chave primária com transferência manual para permitir a funcionalidade dessa configuração.

Na ET Abrigada Na ET Parcialmente Abrigada essa chave é dotada de interruptor de falta para proporcionar a devida proteção do transformador contra sobrecorrentes.

Na ET Pré-Fabricada, essa chave é dotada de fusíveis tipo HH para proporcionar a devida proteção do transformador contra sobrecorrentes.

Na ET em Pedestal essa chave não necessita de interruptor de falta, haja vista que a proteção do transformador contra sobrecorrentes é provida pelos fusíveis tipo baioneta em série com fusíveis limitadores de corrente, instalados internamente no próprio transformador da ET.

Por se tratar de arranjo reticulado dedicado, foi projetada chave seccionadora sem interruptor de falta, devido ao fato da proteção primária ser exercida pelo relé do disjuntor localizado na subestação de distribuição, em conjunto com o protetor de reticulado da ET.

9.4. Identificação dos Condutores

Os condutores fase dos circuitos primários e secundários são identificados de acordo com essa função através da aplicação de fitas plásticas isolantes coloridas sobre suas coberturas externas, com as seguintes cores:

- Fase A: ⇒ Azul escuro
- Fase B: ⇒ Branca
- Fase C: ⇒ Vermelha
- Neutro: ⇒ Azul claro

Essa identificação é efetuada nos seguintes locais da ET:

- Nos condutores de entrada e saída das chaves primárias;
- Nos condutores de entrada e saída dos transformadores;
- Nos condutores de entrada e saída das proteções gerais de BT;
- Nos condutores de entrada e saída do CBT.

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 129/134
---	--	--

NOTAS:

- 1) Quando houver condutores em paralelo, todos eles são igualmente identificados.
- 2) Quando o condutor neutro for nu, é dispensada sua identificação por cor.

Para a identificação são aplicadas, no mínimo, 3 voltas sobrepostas da fita isolante colorida envolvendo todo o diâmetro do condutor.

9.5. Identificação dos Circuitos

Cada circuito é identificado através de cartão plástico, atendendo os seguintes critérios:

9.5.1. Identificação dos circuitos secundários

Nos circuitos secundários, os cartões são fixados nos condutores que saem do CBT e no condutor central do lado “fonte” do dispositivo de proteção geral de BT, sempre que existente.

- f) Identificação dos circuitos que saem do CBT
O cartão contém as seguintes informações:
 - Endereço da U.C.;
 - Seção dos condutores fase e neutro;
 - Número do projeto;
 - Data da instalação do circuito; e
 - Matrícula do responsável pela instalação do cartão.
- g) Identificação do circuito nos terminais da proteção geral de BT
O cartão que identifica o circuito que entra no dispositivo de proteção geral de BT contém o número do circuito primário que o supre.

Quando este dispositivo alimenta diretamente uma U.C. exclusiva, é instalado, adicionalmente, um cartão com as mesmas informações exigidas para os circuitos que saem do CBT. Este cartão deve ser fixado no condutor central do lado “carga” do dispositivo de proteção geral de BT.

9.5.2. Identificação dos circuitos primários

Nos circuitos primários, o cartão é fixado no condutor central do lado “fonte” das chaves primárias e dos transformadores.

O cartão contém as seguintes informações:

- Número do circuito;
- Seção do condutor fase;
- Número do projeto;
- Data da instalação do circuito; e
- Matrícula do responsável pela instalação do cartão.

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONSTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 130/134
---	---	--

No caso de transformador alimentado por chave primária com mais de uma via de saída, além dos dados anteriores o cartão deve conter o número do ramal supridor, precedido pela letra “R”. Essa indicação é gravada à frente do número do circuito.

NOTA:

Na ET em Pedestal, o cartão deve ser instalado no condutor central próximo ao TDC.

9.6. Identificação das posições operacionais

A posição operacional de um equipamento representa sua localização física no sistema elétrico.

Esta identificação corresponde a caracteres alfanuméricos pintados em placa de aço industrial de 1 mm de espessura, com as seguintes características:

- a) dimensões de 100 mm x 300 mm;
- b) tratamento com prime anti-corrosivo;
- c) pintura de fundo com tinta eletrostática ou automotiva na cor amarela ouro;
- d) caracteres de 25 mm x 50 mm em vinil na cor preta com proteção em resina.

Nas ET Abrigada e Parcialmente abrigada, são identificadas as posições operacionais das chaves primárias e das proteções gerais da BT.

Neste tipo de ET, a placa é fixada próxima ao equipamento, porém na parede de alvenaria, por representar um local fixo e permanente. Esta fixação é efetuada por dois parafusos com buchas tamanho S6.

NOTAS:

- 1) A posição operacional das chaves primárias é pintada na posição horizontal e fixada acima do equipamento.
- 2) A posição operacional das proteções gerais da BT é pintada na posição vertical e fixada no lado direito do equipamento

Na ET em Pedestal é identificada a posição operacional da proteção geral da AT, bem como do seccionador fusível sob cargas e da chave primária, quando existentes.

Para a identificação da proteção geral da AT, a placa é fixada na metade superior da porta do compartimento de AT do transformador tipo pedestal, em seu lado externo. A fixação é efetuada com rebites de alumínio.

Para a identificação do seccionador fusível sob carga, a placa é presa em um dos condutores do lado carga do seccionador fusível.

Para a identificação da chave primária, a placa é fixada a cerca de 1500 mm de altura na parede do lado fonte da caixa subterrânea e alinhada com o eixo da chave que representa. A fixação deve ser efetuada com parafuso e bucha tamanho S6.

Na ET Pré-Fabricada é identificada apenas a posição operacional da chave primária. A placa correspondente deve ser fixada na parte externa da porta da ET, logo abaixo da placa de identificação da ET.

9.7. Identificação dos equipamentos

O número de identificação de cada equipamento é pintado na sua parte superior esquerda, sobre fundo amarelo com letra na cor preta, precedido das letras “NE” em maiúsculo. A dimensão dos números é de 5,0 cm de altura por 2,5 cm de largura.

9.8. Codificação dos equipamentos e das posições operacionais

As posições operacionais e os equipamentos são identificados através de um código alfanumérico específico conforme padrão abaixo:

AA XXXX (YYYYYY)

ONDE:

AA - dois caracteres que identificam o “tipo do equipamento” ou “posição operacional”.

XXXX - quatro “números que compõem a identificação” (preenchidos com zeros à esquerda quando inferior a 1000).

YYYYYY - máximo de seis caracteres alfanuméricos complementares (não obrigatórios).

a) Grupos de Posições Operacionais (posição AA)

Chave primária de 1 via: C1	C1XXXX
Chave primária de 3 vias: C3	C3XXXX
Chave primária de 4 vias: C4	C4XXXX
Chave primária reversora: CR	CRXXXX
Chave secundária: CS	CSXXXX

b) Grupos de Equipamentos (equipamento AA)

Chave primária a SF6: SF	SFXXXX
Disjuntor de BT: DS	DSXXXX
Protetor de reticulado: PR	PRXXXX
Chave seccionadora com fusível: FS	FSXXXX
Pad-mounted: PM	PMXXXX
Transformador: TR	TRXXXX(YYYYYY)

NOTA:

XXXX representa o número do transformador, e YYYYYY a potência e o número de fases.

9.9. Proteção contra choques elétricos ou contatos diretos

No setor de tensão primária, a proteção contra choques elétricos é garantida pela isolação das partes vivas através da utilização de acessórios desconectáveis. Sendo a ET dotada de transformador(es) a seco, seu(s) cubículo(s) é (são) envolto(s) por tela metálica, a qual representa um obstáculo à aproximação não intencional.

No setor de tensão secundária, essa proteção é efetuada pela isolação dos terminais dos protetores disjuntores seccionador fusível sob carga, e

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO	NTD - 1.05
	CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONSTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	Página 132/134

também pelo uso de invólucro no CBT, o qual é dotado de chaves isoladas na parte frontal, representando assim uma proteção suplementar contra choques elétricos. Adicionalmente, todas as partes condutivas acessíveis (massas), incluindo os obstáculos, são rigidamente aterradas por meio de condutores de proteção ou de equipotencialização.

9.10. Proteção contra queimaduras

Em serviço normal, a temperatura na superfície das diversas partes acessíveis dos componentes da ET, tais como carcaças de dispositivos de proteção e/ou manobra, transformadores, CBT, etc., não atinge valores superiores aos limitados pela tabela 23 da ABNT NBR 14039 e pela tabela 29 da ABNT NBR 5410, não sendo, portanto, considerados perigosos. Adicionalmente, a proteção contra sobretemperatura nos condutores é assegurada pelos próprios dispositivos de proteção contra sobrecorrentes.

Em condições anormais de sobrecarga que podem provocar sobretemperaturas, a proteção contra queimaduras é assegurada com as seguintes medidas:

- Instalação dos transformadores em áreas restritas com obstáculos e, no caso de ET Abrigada e Parcialmente Abrigada, são ainda equipados com relés de proteção térmica;
- Instalação dos condutores no interior de canaletas ou eletrodutos.

Para evitar riscos de incêndio, a ET é construída com materiais incombustíveis e com recipiente de coleta de óleo, para eventual fuga do líquido isolante do(s) transformador(es).

9.11. Proteção contra influências externas

Considerando que os componentes da ET devem atender os requisitos das normas técnicas a eles aplicáveis, dentro das condições de funcionamento por elas definidas como normais, a ET reúne as características necessárias para operar satisfatoriamente sob as influências externas consideradas normais para efeito das ABNT NBR 5410 e ABNT NBR 14039, tais como:

INFLUÊNCIA EXTERNA	CÓDIGO	CARACTERÍSTICA
Temperatura ambiente	AA4	-5 a + 40 °C
Umidade relativa do ar	AB4	5 a 95 %
Altitude	AC1	≤ 2000 m (ver nota 1)
Presença de água	AD1	Desprezível (ver nota 2)
Presença de substâncias corrosivas ou poluentes	AF1	Desprezível
Choques mecânicos e vibrações	AG1 e AH1	Fracos
Presença de flora ou mofo	AK1	Desprezível
Radiação solar	AN1	Desprezível (ver nota 3)

NOTAS:

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 133/134
---	--	--

1) Alguns equipamentos, como transformadores e CBT, são especificados para funcionamento normal em altitudes de até 1000 m acima do nível do mar, pois em altitudes superiores o ar se torna mais rarefeito, o que pode afetar a refrigeração e a tensão máxima de isolamento entre partes vivas.

Contudo, para a altitude de Brasília, cerca de 1200 m, a correção na potência nominal e na distância de isolamento no ar é considerada desprezível.

2) É vedada a presença de tubulações de líquidos ou gases no interior da ET e inclusive as embutidas no piso, paredes ou teto. Adicionalmente, os dutos da rede primária e secundária que entram e saem da ET localizada abaixo do nível do solo, são devidamente obturados.

3) Os componentes instalados na área desabrigada são próprios para instalação ao tempo, apresentando, portanto, suportabilidade a radiações solares.

9.12. Aterramento temporário

A ET prevê condições para a adoção de aterramento temporário nos seguintes pontos:

Na chave primária, selecionando a posição de aterramento por meio da alavanca de operação;

No barramento de cobre do CBT, com o uso de conjunto de aterramento rápido temporário para cubículos de baixa tensão;

Nos terminais acessíveis do barramento blindado, com o uso de conjunto de aterramento rápido temporário para cubículos de baixa tensão;

No compartimento de AT do transformador tipo pedestal, fazendo uso do plug de aterramento – PAT.

NOTA:

O PAT é utilizado apenas quando se faz necessário, não constituindo, portanto, em equipamento permanente da ET.

Nos terminais da proteção geral na BT, quando a ET não faz uso do CBT. Neste caso, é utilizado o conjunto de aterramento rápido temporário para cubículos de baixa tensão.

9.13. Acesso às instalações da ET

O trabalho no interior das estações transformadoras somente é permitido a profissionais autorizados.

NOTA:

São considerados autorizados os trabalhadores habilitados, qualificados ou capacitados, com anuência formal da empresa.

Os trabalhadores que exercem atividades não relacionadas às instalações elétricas desenvolvidas no interior da ET, devem ser instruídos formalmente com conhecimentos que permitam identificar e avaliar seus possíveis riscos e adotar as precauções cabíveis.

	NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO CRITÉRIOS DE PROJETO E PADRÕES DE CONSTRUÇÃO DE ESTAÇÕES TRANSFORMADORAS	NTD - 1.05 Página 134/134
---	---	--

NOTA:

Não é permitido o acesso de pessoas inadvertidas no interior da ET.

No lado externo da porta de entrada da ET é fixada uma placa de advertência com os dizeres “Perigo de Morte” e o respectivo símbolo.

10. RESPONSÁVEL TÉCNICO

NOME:

CREA: N°

REGIÃO:

ASSINATURA: _____