
	Tipo de Documento: Norma Técnica
	Área: RESN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES
	Título do Documento: Fornecimento em Tensão Primária 15kV, 25kV e 34,5kV - Volume 3 - Anexos

Sumário

1.	OBJETIVO.....	2
2.	ÂMBITO DE APLICAÇÃO	2
3.	DEFINIÇÕES.....	2
4.	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	2
5.	RESPONSABILIDADES.....	2
6.	REGRAS BÁSICAS.....	2
7.	CONTROLE DE REGISTROS.....	2
8.	ANEXOS.....	3
9.	REGISTRO DE ALTERAÇÕES.....	23

N.Documento: 2858	Categoria: Operacional	Versão: 14.0	Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues	Data Publicação: 18/02/2025	Página: 1 de 24
----------------------	---------------------------	-----------------	---	-----------------------------------	--------------------

	Tipo de Documento: Norma Técnica
	Área: RESN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES
	Título do Documento: Fornecimento em Tensão Primária 15kV, 25kV e 34,5kV - Volume 3 - Anexos

1. OBJETIVO

Apresentar desenhos e gráfico orientativos, roteiros de inspeção e modelo de estudo de coordenação da proteção, conforme indicados no documento CPFL nº 2855.

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

2.1- Empresa

Distribuidoras do Grupo CPFL Energia.

2.2- Área

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

3. DEFINIÇÕES

Não se aplica.

4. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- ABNT NBR-6855 – Transformador de potencial indutivo com isolamento sólida para tensão máxima igual ou inferior a 52kV – Especificação e ensaios.
- ABNT NBR-6856 - Transformador de corrente com isolamento sólida para tensão máxima igual ou inferior a 52kV - Especificação e ensaios.
- ABNT NBR-12454 – Transformadores imersos em líquido isolante com tensões máximas até 36,2kV e potência igual ou superior a 500kVA – Requisitos.
- ABNT NBR-14039 - Instalações elétricas de média tensão de 1,0kV a 36,2kV.
- Documento CPFL nº 2855 - Fornecimento em Tensão Primária 15kV, 25kV e 34,5kV – Vol. 1.

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

5. RESPONSABILIDADES

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


6. REGRAS BÁSICAS

Conforme diretrizes do documento CPFL nº 2855.

7. CONTROLE DE REGISTROS

Não se aplica.

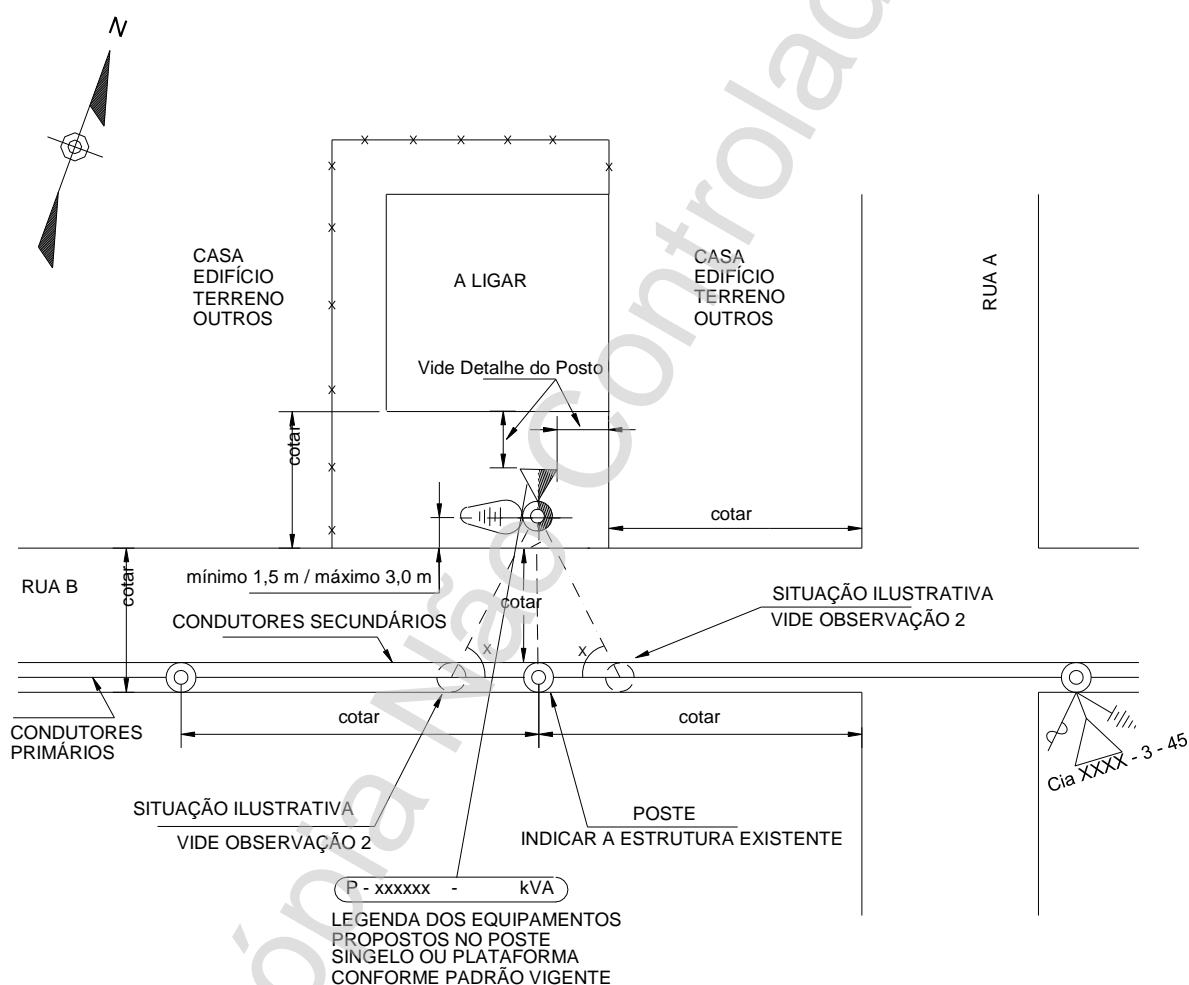
N.Documento: 2858	Categoria: Operacional	Versão: 14.0	Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues	Data Publicação: 18/02/2025	Página: 2 de 24
----------------------	---------------------------	-----------------	---	-----------------------------------	--------------------

	<p>Tipo de Documento: Norma Técnica</p>
	<p>Área: RESN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES</p>
	<p>Título do Documento: Fornecimento em Tensão Primária 15kV, 25kV e 34,5kV - Volume 3 - Anexos</p>

8. ANEXOS

ANEXO I – a

DESENHO ORIENTATIVO PARA ELABORAÇÃO DE CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



Notas:

1) A localização do poste ou plataforma deve preferencialmente permitir acesso de guindauto e deve ser observados os afastamentos mínimos na horizontal constantes do item 6.3.5.3 do documento CPFL nº 2855, entre as partes energizadas e de outra rede elétrica, janelas, sacadas, telhados e/ou outros pontos de eventual acesso de pessoas e limites de propriedades.

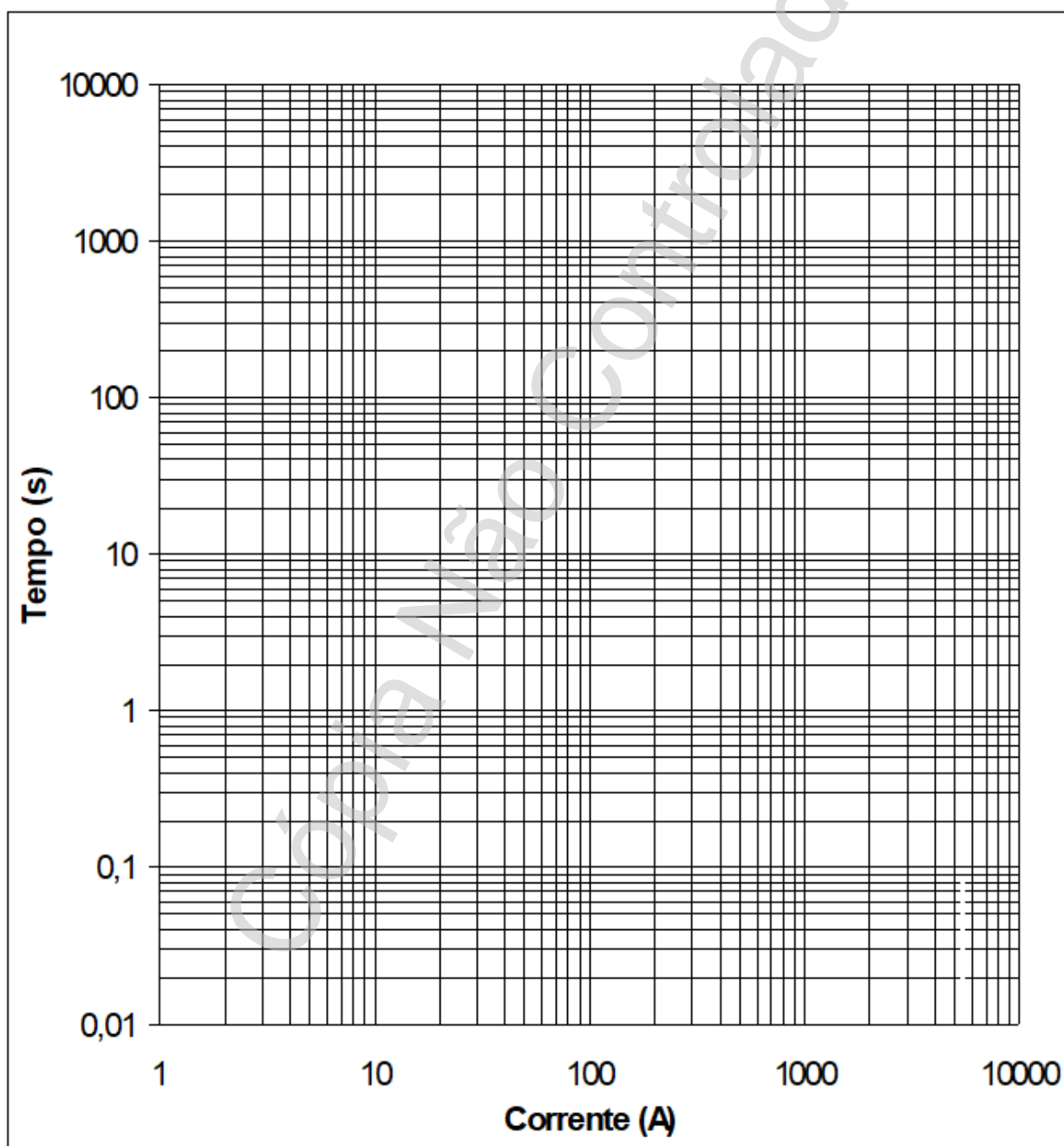
2) O ângulo (X) permissível, em caso de situação com posteamento da CPFL não localizado defronte ao posto primário, é de no mínimo 60 graus.


N.Documento: 2858	Categoria: Operacional	Versão: 14.0	Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues	Data Publicação: 18/02/2025	Página: 3 de 24
----------------------	---------------------------	-----------------	---	-----------------------------------	--------------------

DETALHES DO POSTO PRIMÁRIO SIMPLIFICADO

ANEXO II

Gráfico da Resposta de Tempo x Corrente



	Tipo de Documento: Norma Técnica
	Área: RESN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES
	Título do Documento: Fornecimento em Tensão Primária 15kV, 25kV e 34,5kV - Volume 3 - Anexos

ANEXO III-a

ROTEIRO DE INSPEÇÃO DE INSTALAÇÕES PARTICULARES POSTO DE MEDIÇÃO E TRANSFORMAÇÃO EM CABINE


1. ENTRADA AÉREA EM MT

- 1.1- Verificar se Corta-circuitos (chaves-fusíveis) e Garra Linha Viva estão abertos. () s () n
- 1.2- Seccionamento e aterramento de alambrados e cercas;
- 1.3- Estruturas intermediárias;
- 1.3.1- Padrão e material utilizado;
- 1.3.2- Enfiamento, apiloamento e prumo dos postes;
- 1.3.3- Esquadro e nivelamento das cruzetas;
- 1.3.4- Bitola, nivelamento e tensionamento dos condutores;
- 1.3.5- Afastamento dos cabos com relação a construções, placas etc.
- 1.3.6- Altura da rede com relação ao solo;
- 1.4- Fixação da rede no prédio da cabina
- 1.4.1- Altura com relação ao solo;
- 1.4.2- Cadeia de isoladores e sua fixação;
- 1.4.3- Fixação do neutro e interligação com aterramento;
- 1.4.4- Fixação dos para-raios e comprimento dos jumpers;
- 1.4.5- Chapa de aço galvanizada para fixação das buchas de passagem;
- 1.4.6- Aterramento.

2. ENTRADA SUBTERRÂNEA EM MT

- 2.1- Verificar se Corta-circuitos (chaves-fusíveis) e Garra Linha Viva estão abertos. () s () n
- 2.2- Ligação da mufla à chave
- 2.3- Placa de identificação da edificação na cruzeta da mufla
- 2.4- Aterramento, posicionamento e espaçamento das muflas
- 2.5- Interligação neutro-terra-neutro CPFL. () s () n
- 2.6- Identificação das fases nos cabos das muflas. () s () n
- 2.7- Posicionamento dos cabos em relação a rede secundária, braço de iluminação e derivações
- 2.8- Massa Calafetadora e bucha na entrada do Eletroduto. () s () n
- 2.9- Bandagem mínimo 3
- 2.10- Eletroduto (características, altura);
- 2.11- Caixas de passagem para os cabos de MT
- 2.11.1- Dimensionamento
- 2.11.2- Limpeza, brita, massa calafetadora e bucha nos dutos
- 2.11.3- Circuito completo em um só duto. () s () n
- 2.11.4- Folga e curvatura do cabo. () s () n
- 2.11.5- Alça da tampa. () s () n
- 2.11.6- Profundidade dos dutos
- 2.11.7- Verificar encaminhamento dos cabos e dutos até a cabine de acordo com o projeto.


N.Documento: 2858	Categoria: Operacional	Versão: 14.0	Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues	Data Publicação: 18/02/2025	Página: 6 de 24
----------------------	---------------------------	-----------------	---	-----------------------------------	--------------------

	Tipo de Documento: Norma Técnica
	Área: RESN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES
	Título do Documento: Fornecimento em Tensão Primária 15kV, 25kV e 34,5kV - Volume 3 - Anexos

3. CABINE

- 3.1- Garagem em frente a cabine. () s () n
- 3.2- Ferrolho em cadeado. () s () n
- 3.3- Placa de advertência na porta. () s () n
- 3.4- Distância entre piso e porta (entre 0,5 a 1cm)
- 3.5- Nível entre piso de garagem e cabina (entrada de água na cabine)
- 3.6- Interruptor no lado de fora da cabina. () s () n
- 3.7- Caixa para guarda da chave reserva acima da porta da cabine
- 3.8- Iluminação da cabine
- 3.9- Identificação e aterramento da porta corta fogo
- 3.10- Suporte das grades de proteção removíveis. () s () n
- 3.11- Grades de proteção, aterramento, altura do piso e placa de advertência.
- 3.12- Altura e aterramento do suporte das muflas
- 3.13- Fixação da muflas e proteção dos cabos. () s () n
- 3.14- Aterramento das muflas. () s () n
- 3.15- Identificação do faseamento nos cabos das muflas. () s () n
- 3.16- Especificações dos cabos de média tensão
- 3.17- Vedação dos dutos de entrada dos cabos de média tensão. () s () n
- 3.18- Especificações e espaçamento dos vergalhões
- 3.19- Identificação do faseamento de acordo com o trafo. () s () n
- 3.20- Isoladores 15kV ou 25kV ou 34,5kV. () s () n
- 3.21- Aterramento do suporte dos isoladores. () s () n
- 3.22- Fusíveis limitadores (amperagem e marca de acordo com trafo)
- 3.23- Aterramento suporte dos fusíveis limitadores. () s () n
- 3.24- Nº do trafo a vista pelo lado de fora da grade de proteção () s () n
- 3.25- Interligação do neutro ao aterramento do trafo. () s () n
- 3.26- Espaçamento e esforço dos cabos secundários na saída do trafo
- 3.27- Especificações dos cabos secundários, identificação das fases
- 3.28- Especificações da calha, canaleta, eletrodutos ou bandeja e acomodação dos cabos
- 3.29- Aterramento da calha ou bandeja e tampas. () s () n
- 3.30- Aterramento suporte dos cabos secundários quando existir. () s () n
- 3.31- Caixas de inspeção da malha de aterramento, massa e brita
- 3.31.1- Bitola dos cabos
- 3.31.2- Conexão da haste ao cabo de aterramento
- 3.31.3- Massa calafetadora após a inspeção
- 3.32- Anel de aterramento. () s () n
- 3.33- Medição do aterramento na caixa de inspeção em que ocorre a interligação do neutro da rua com a malha de terra;
- 3.34- Trava, acionamento, aterramento, abafadores
- 3.35- Vidro e aterramento vitraux
- 3.36- Verificar e conferir: dimensões, disposição da cabina, abafadores e vitraux de acordo com projeto e norma
- 3.37- Espaçamento da área de circulação.

N.Documento: 2858	Categoria: Operacional	Versão: 14.0	Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues	Data Publicação: 18/02/2025	Página: 7 de 24
----------------------	---------------------------	-----------------	---	-----------------------------------	--------------------

	Tipo de Documento: Norma Técnica
	Área: RESN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES
	Título do Documento: Fornecimento em Tensão Primária 15kV, 25kV e 34,5kV - Volume 3 - Anexos

4. COMPARTIMENTO DO DISJUNTOR

- 4.1- Dimensões do compartimento;
- 4.2- Espaçamento entre equipamentos/acessórios e a parede ou grade de proteção;
- 4.3- Aterramento das partes metálicas e grade
- 4.4- Especificações, posicionamento e acionamento da chave faca
- 4.5- Aterramento do suporte e manúbrio da chave faca. () s () n
- 4.6- Especificações e espaçamento dos vergalhões
- 4.7- Especificações do disjuntor
- 4.8- Posicionamento do disjuntor. () s () n
- 4.9- Acionamento do disjuntor;
- 4.10- Verificação dos ajustes do disjuntor.


5. MEDIÇÃO EM MÉDIA TENSÃO

- 5.1- Compartimento de medição em média tensão
- 5.1.1- Dimensões do compartimento
- 5.1.2- Espaçamento entre equipamentos / acessórios e a parede ou grade de proteção;
- 5.1.3- Estrutura, dutos, caixas de passagem, dimensão, disposição, fixação e aterramento da prateleira;
- 5.1.4- Fixação dos TPs e TCs;
- 5.1.5- Grades de proteção;
- 5.1.6- Dispositivos para lacre nas portas de acesso à MT;
- 5.2- Quadro de medição
- 5.2.1- Eletrodutos;
- 5.2.2- Dimensão, altura e espessura do quadro de madeira;
- 5.2.3- Tomada de energia para o QM.

6. MEDIÇÃO NA BAIXA TENSÃO

- 6.1- Dimensões da caixa, espessura e material da chapa, portas, arruelas, buchas e calafetação;
- 6.2- Altura do quadro, calçamento, acesso, área de circulação;
- 6.3- Dimensão e espessura do quadro de madeira para fixação dos equipamentos e medidores;
- 6.4- Aterramento do QM e caixas
- 6.5- Faseamento dos cabos de entrada e saída da chave. () s () n
- 6.6- Aterramento da chave () s () n
- 6.7- Especificações e faseamento dos cabos
- 6.8- Suporte para cabos acima de 150mm². () s () n
- 6.9- Materiais para ligação dos TC's. () s () n
- 6.10- Especificações da chave após medição (deve ser de abertura com carga);
- 6.11- Capacidade do disjuntor ou fusíveis da chave geral. () s () n
- 6.12- Aterramento do compartimento do TC. () s () n
- 6.13- Anel de aterramento de QM afastado do posto de transformação (verificar interligação com o posto de transformação e distância máxima entre QM e o posto);
- 6.14- Verificação da existência dos 6 terminais e o conector parafuso fendido necessários para ligação dos TCs.

N.Documento: 2858	Categoria: Operacional	Versão: 14.0	Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues	Data Publicação: 18/02/2025	Página: 8 de 24
----------------------	---------------------------	-----------------	---	-----------------------------------	--------------------

	Tipo de Documento: Norma Técnica
	Área: RESN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES
	Título do Documento: Fornecimento em Tensão Primária 15kV, 25kV e 34,5kV - Volume 3 - Anexos

ANEXO III-b

ROTEIRO DE INSPEÇÃO DE INSTALAÇÕES PARTICULARES POSTO DE TRANSFORMAÇÃO AO TEMPO

1. ENTRADA AÉREA EM MT

- 1.1- Verificar se Corta-circuitos (chaves-fusíveis) e Garras Linha Viva estão abertos. () s () n;
- 1.2- Seccionamento e aterramento de alambrados e cercas;
- 1.3- Estruturas intermediárias;
- 1.3.1- Padrão e material utilizado;
- 1.3.2- Enfincamento, apiloamento e prumo dos postes;
- 1.3.3- Esquadro e nivelamento das cruzetas;
- 1.3.4- Bitola, nivelamento e tensionamento dos condutores;
- 1.3.5- Afastamento dos cabos com relação a construções, placas etc.;
- 1.3.6- Altura da rede com relação ao solo.


2. ESTRUTURA DE TRANSFORMAÇÃO AO TEMPO

- 2.1- Postes, cruzetas e isoladores (padrão, prumo, capacidade, altura);
- 2.2- Eletroduto (diâmetro, altura, bandagem, bucha, massa de calafetação e material);
- 2.3- Transformador (capacidade, padrão, aterramento, fixação);
- 2.4- Chaves corta circuitos (inclinação, ângulo, fixação, distâncias, capacidade, fusíveis);
- 2.5- Jumper (padrão, material, conexões);
- 2.6- Para-raios (fixação, aterramento, conexões);
- 2.7- Conexões (quantidade e qualidade de compressões);
- 2.8- Neutro (fixação, interligação com o aterramento, conexões, flecha, tensionamento e altura).

3. QUADRO DE MEDIÇÃO

- 3.1- Dimensões da caixa, espessura e material da chapa, portas, arruelas, buchas e calafetação;
- 3.2- Acabamento da alvenaria, altura do quadro, calçamento, acesso, área de circulação, pingadeira;
- 3.3- Dimensão e espessura do quadro madeira para fixação dos equipamentos e medidores;
- 3.4- Aterramento do QM e caixas;
- 3.5- Faseamento dos cabos de entrada e saída da chave. () s () n;
- 3.6- Aterramento da chave () s () n;
- 3.7- Especificações e faseamento dos cabos;
- 3.8- Suporte para cabos acima de 150mm². () s () n;
- 3.9- Materiais para ligação dos TC's. () s () n;
- 3.10- Especificações da chave após medição (deve ser de abertura com carga);
- 3.11- Capacidade do disjuntor ou fusíveis da chave geral. () s () n;
- 3.12- Aterramento do compartimento do TC. () s () n;
- 3.13- Anel de aterramento de QM afastado do posto de transformação (verificar interligação com o posto de transformação e distância máxima entre QM e o posto);
- 3.14- Os 6 terminais e o conector parafuso fendido disponíveis.

N.Documento: 2858	Categoria: Operacional	Versão: 14.0	Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues	Data Publicação: 18/02/2025	Página: 9 de 24
----------------------	---------------------------	-----------------	---	-----------------------------------	--------------------

	Tipo de Documento: Norma Técnica
	Área: RESN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES
	Título do Documento: Fornecimento em Tensão Primária 15kV, 25kV e 34,5kV - Volume 3 - Anexos

4. ATERRAMENTO

4.1- Medição do aterramento na caixa de inspeção em que ocorre a interligação do neutro da rua com a malha de terra;

4.2- Caixas de inspeção do aterramento;


4.2.1- Bitola dos cabos;

4.2.2- Conexão da haste ao cabo de aterramento;

4.2.3- Massa calafetadora após a inspeção.

Cópia Não Controlada

N.Documento: 2858	Categoria: Operacional	Versão: 14.0	Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues	Data Publicação: 18/02/2025	Página: 10 de 24
----------------------	---------------------------	-----------------	---	-----------------------------------	------------------------

	Tipo de Documento: Norma Técnica
	Área: RESN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES
	Título do Documento: Fornecimento em Tensão Primária 15kV, 25kV e 34,5kV - Volume 3 - Anexos

ANEXO IV

ESTUDO DE COORDENAÇÃO DA PROTEÇÃO DE UM CONSUMIDOR (modelo)

Proteção de consumidores – MT

INTRODUÇÃO

Este estudo tem por objetivo demonstrar um exemplo, com os requisitos mínimos necessários, para aprovação do projeto de coordenação da proteção de distribuição, para consumidores da área de concessão do grupo CPFL Energia.

MEMORIAL DESCRITIVO

1- Identificação

Interessado: [Informar a Razão Social do Cliente]
 Responsável Técnico: [informar o nome do Responsável Técnico]
 CREA: [Informar o registro CREA do Responsável Técnico]
 Telefone: (XX) XXXXX-XXXX
 E-mail: [informar e-mail para contato]
 Carga total: 1000kVA
 Demanda contratada: 900kVA

2- Informações do Ponto de Suprimento

Tensão de suprimento: [Tensão de fornecimento primária a ser conectado, dada em kV]
 Alimentador: [Sigla do alimentador, informado na análise da viabilidade]
 Subestação: [Subestação informada na análise da viabilidade]
 Município: [Informar Município]


3- Exemplo de valores de curto-circuito fornecidos pela CPFL

As correntes de curto-circuito e as impedâncias informadas são referentes ao ponto de conexão do cliente e poderão sofrer alterações em função de eventuais alterações na configuração do sistema elétrico de distribuição. Os máximos valores de curto-circuito previstos nas barras de média tensão das subestações é de 10,6kA para sistemas com tensão máxima de operação de 15kV e 8,0kA para tensão máxima de 24,2kV, valores que deverão ser utilizados para os cálculos de saturação dos Transformadores de Corrente (TCs), pois assim o sistema de proteção do cliente estará resguardado de qualquer alteração no sistema elétrico de distribuição.

Os valores de correntes de curto-circuito no ponto de conexão do cliente são os seguintes:

Curto-circuito	Simétrica (A)	Assimétrica (A)
Trifásico	4735	7617
Bifásico	4101	6596
Fase - Terra ($Z_n = 0\Omega$)	3551	5385
Fase - Terra ($Z_n = 40\Omega$)	170	173

N.Documento: 2858	Categoria: Operacional	Versão: 14.0	Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues	Data Publicação: 18/02/2025	Página: 11 de 24
----------------------	---------------------------	-----------------	---	-----------------------------------	------------------------

	Tipo de Documento: Norma Técnica
	Área: RESN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES
	Título do Documento: Fornecimento em Tensão Primária 15kV, 25kV e 34,5kV - Volume 3 - Anexos

4- Exemplo de ajustes da proteção do alimentador fornecidos pela CPFL

RTC: 600 / 5

Relés	Fase	Neutro	51GS
Fabricante	XXXXX	XXXXX	XXXXX
Tipo	XXXXX	XXXXX	XXXXX
Tap	5,0	0,5	0,1
Corrente primária (A)	600	60	10
Curva	0,2 MI	0,2 NI	5 seg TD
Tap Instantâneo	32	21	-
Corrente primária (A)	3840	2520	-

5- Potência Instalada e Demanda Prevista

5.1- Potência do(s) transformador(es)

$$P = 1000kVA$$

5.2- Demanda prevista

$$D = 900kVA$$

5.3- Impedância de Curto-Circuito

Consultado do catálogo do fabricante ou de acordo com a NBR-12454 (Tabela 3):

$$Z\%_{trafo} = 5\%$$

5.4- Corrente Nominal

$$I_n = \frac{P(kVA)}{\sqrt{3} \times V_{ff} (kV)} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 11,9} \rightarrow I_n = 48,5A$$

5.5- Corrente de *Inrush*


Conforme catálogo do fabricante:

$$I_{inrush} = 582A$$

Ou, calculado conforme expressão:

$$I_{inrush\ real} = \frac{1}{\frac{1}{I_{cc3F}} + \frac{1}{I_{inrush}}} \quad \text{ou} \quad I_{inrush\ real} = \frac{V_{ff}}{\sqrt{3} \times (Z_s + Z_{inrush})}$$

N.Documento: 2858	Categoria: Operacional	Versão: 14.0	Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues	Data Publicação: 18/02/2025	Página: 12 de 24
----------------------	---------------------------	-----------------	---	-----------------------------------	------------------------

	Tipo de Documento: Norma Técnica
	Área: RESN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES
	Título do Documento: Fornecimento em Tensão Primária 15kV, 25kV e 34,5kV - Volume 3 - Anexos

Onde:

- I_{CC3F} é a corrente de curto-circuito trifásico do ponto de instalação do transformador.
- I_{inrush} é a corrente de *inrush* do transformador, sem correção (10 vezes a sua corrente nominal).
- Z_s é a impedância de sequência positiva do sistema, no ponto de instalação.
- Z_{inrush} é a impedância de *inrush*, que produz uma corrente de 10 vezes a nominal do transformador, quando aplicada a tensão nominal. Considerar sempre como puramente indutiva.

5.6- Ponto ANSI do Trafo

Conforme catálogo do fabricante:

$$Pansi = 562,6A$$

6- Dimensionamento dos TCs

É importante que os TCs de proteção retratem com fidelidade as correntes de defeito, sem sofrer os efeitos da saturação. Somente devem entrar em saturação para valores de elevada indução magnética, o que corresponde a uma corrente de 20 vezes a corrente nominal primária.

$$Inp = \frac{I_{cc3\phi}(assim)}{20} \rightarrow Inp = \frac{7617}{20} = 380,85A$$

Adotando corrente nominal de 380A, iremos considerar a utilização de um TC com relação 400/5.

Conforme informado no item 3, a corrente de curto-circuito máxima nas barras de média tensão das subestações alteram de acordo com a classe de tensão, sendo de 10,6kA para sistemas com tensão máxima de operação de 15kV e 8,0kA para tensão máxima de 24,2kV. Deste modo, abaixo será exemplificado o cálculo considerando cada uma das diferentes classes de tensão.

6.1- Cálculo de saturação dos TCs para 10,6kA (Classe de Tensão 15kV)

Utilizando um relé com carga de 0,3VA e 20 metros de condutores de cobre de 2,5mm², temos:

$$Z_{Total} = Z_{Fiação} + Z_{Relé} + Z_{TC}$$


$$Z_{Fiação} = 0,02 \times \frac{L}{S} \rightarrow Z_{Fiação} = 0,02 \times \frac{20}{2,5} \rightarrow Z_{Fiação} = 160m\Omega$$

$$Z_{Relé} = Z_{Fase} + 3 \times Z_{Neutro}$$

Onde:

- Z_{Fase} → potência requerida pela unidade de fase.
- Z_{Neutro} → potência requerida pela unidade de neutro.

N.Documento: 2858	Categoria: Operacional	Versão: 14.0	Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues	Data Publicação: 18/02/2025	Página: 13 de 24
----------------------	---------------------------	-----------------	---	-----------------------------------	------------------------

	Tipo de Documento: Norma Técnica
	Área: RESN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES
	Título do Documento: Fornecimento em Tensão Primária 15kV, 25kV e 34,5kV - Volume 3 - Anexos

$$Z_{Relé} = \left(\frac{0,3}{25}\right) + 3 \times \left(\frac{0,01}{25}\right) \rightarrow \text{Catálogo do relé}$$

$$Z_{Relé} = 13,2 \text{ m}\Omega$$

Para se conhecer a impedância do TC, deve-se definir qual a potência e cargas nominais do equipamento. Deste modo, inicialmente será utilizado um TC 12,5VA 10P20 (TC com uma carga de 12,5VA, atendendo a uma classe de exatidão de 10%, com fator-limite de exatidão de 20 vezes a corrente nominal), para verificar a sua aderência.

Por definição, a impedância do TC deve ser obtida com o fabricante. Entretanto, na falta de maiores informações, apenas a impedância é importante e pode ser considerada com 20% da carga do TC. Conforme tabelas 8 e 9 da NBR-6856, a impedância de carga do TC de 12,5VA é de 0,5 Ω :

$$Z_{TC} = 0,1 \text{ } \Omega \text{ ou } 100 \text{ m}\Omega$$

Sendo assim:

$$Z_{Total} = 160 + 13,2 + 100 = 273,2 \text{ m}\Omega$$

Como este é um sistema com classe de tensão 15kV, deverá ser utilizado o valor de 10,6kA, que é o máximo valor de corrente de curto-circuito simétrica para este sistema, tem-se:

$$I_{CC} = \frac{I_{CC(3\phi sim)}}{RTC} = \frac{10600}{80} = 132,5 \text{ A}$$

$$V_{SAT} = I_{CC} \times Z_{Total}$$

$$V_{SAT} = 132,5 \times 273,2 \cdot 10^{-3}$$

$$V_{SAT} = 36,2 \text{ V}$$

Para confirmar que não haverá saturação, verifica-se a tensão máxima do TC definido está aderente ao sistema. Sendo assim, temos:

$$V'_{SAT} = Z \times (20 \times I_N)$$


$$V'_{SAT} = 0,5 \times (20 \times 5) = 50 \text{ V} \rightarrow \text{Tensão máxima para saturação do TC com carga de 12,5VA.}$$

Com esta análise pode-se definir que, mesmo a CPFL alterando a corrente de curto-circuito, a tensão de máxima do TC está abaixo do ponto de saturação (que é de 50V, conforme cálculo de validação realizado) e, portanto, dentro do padrão.

Assim, os TCs terão as seguintes características técnicas:

- Relação de Transformação (RTC) \rightarrow 400/5A
- Precisão e Carga \rightarrow 12,5VA 10P20

N.Documento: 2858	Categoria: Operacional	Versão: 14.0	Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues	Data Publicação: 18/02/2025	Página: 14 de 24
----------------------	---------------------------	-----------------	---	-----------------------------------	------------------------

	Tipo de Documento: Norma Técnica
	Área: RESN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES
	Título do Documento: Fornecimento em Tensão Primária 15kV, 25kV e 34,5kV - Volume 3 - Anexos

6.2- Cálculo de saturação dos TCs para 8kA (Classe de tensão 25kV)

Utilizando um relé com carga de 0,3VA e 20 metros de condutores de cobre de 2,5mm², temos:

$$Z_{Total} = Z_{Fiação} + Z_{Relé} + Z_{TC}$$

$$Z_{Fiação} = 0,02 \times \frac{L}{S} \rightarrow Z_{Fiação} = 0,02 \times \frac{20}{2,5} \rightarrow Z_{Fiação} = 160m\Omega$$

$$Z_{Relé} = Z_{Fase} + 3 \times Z_{Neutro}$$

Onde:

- Z_{Fase} → potência requerida pela unidade de fase.
- Z_{Neutro} → potência requerida pela unidade de neutro.

$$Z_{Relé} = \left(\frac{0,3}{25}\right) + 3 \times \left(\frac{0,01}{25}\right) \rightarrow \text{Catálogo do relé}$$

$$Z_{Relé} = 13,2 m\Omega \quad Z_{TC} = 0,1 \Omega \text{ ou } 100 m\Omega$$

Sendo assim:

$$Z_{Total} = 160 + 13,2 + 100 = 273,2 m\Omega$$

Como este é um sistema com classe de tensão 25kV, deverá ser utilizado o valor de 8kA, que é o máximo valor de corrente de curto-circuito simétrica para este sistema, tem-se:

$$I_{CC} = \frac{I_{CC(3\phi sim)}}{RTC} = \frac{8000}{80} = 100A$$

$$V_{SAT} = I_{CC} \times Z_{Total}$$

$$V_{SAT} = 100 \times 273,2 \cdot 10^{-3}$$


$$V_{SAT} = 27,32V$$

Para confirmar que não haverá saturação, verifica-se a tensão máxima do TC definido está aderente ao sistema. Sendo assim, temos:

$$V'_{SAT} = Z \times (20 \times I_N)$$

$$V'_{SAT} = 0,5 \times (20 \times 5) = 50V \rightarrow \text{Tensão máxima para saturação do TC com carga de 12,5VA.}$$

N.Documento: 2858	Categoria: Operacional	Versão: 14.0	Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues	Data Publicação: 18/02/2025	Página: 15 de 24
----------------------	---------------------------	-----------------	---	-----------------------------------	------------------------

	Tipo de Documento: Norma Técnica
	Área: RESN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES
	Título do Documento: Fornecimento em Tensão Primária 15kV, 25kV e 34,5kV - Volume 3 - Anexos

Com esta análise pode-se definir que, mesmo a CPFL alterando a corrente de curto-circuito, a tensão de máxima do TC está abaixo do ponto de saturação (que é de 50V, conforme cálculo de validação realizado) e, portanto, dentro do padrão.

Assim, os TCs terão as seguintes características técnicas:

- Relação de Transformação (RTC) → 400/5A
- Precisão e Carga → 12,5VA 10P20

7- Proteção de Sobrecorrente

Ajustes do consumidor - RTC: 400/5

Relés	Fase	Neutro	51GS
Fabricante	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX
Tipo	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX
Tap	3	0,25	0,1
Corrente primária (A)	240	20	8
Curva	0,2 MI	0,1 NI	3 seg TD
Tap Instantâneo	23	7,5	-
Corrente primária (A)	1840	300	-

Observação: A aplicação da função 51GS (sensível de terra) será solicitado conforme necessidade de cada caso, a fim de se garantir a coordenação entre os sistemas de proteção do cliente e da distribuidora.

N.Documento: 2858	Categoria: Operacional	Versão: 14.0	Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues	Data Publicação: 18/02/2025	Página: 16 de 24
----------------------	---------------------------	-----------------	---	-----------------------------------	------------------------

8- Coordenograma - Gráfico Tempo x Corrente

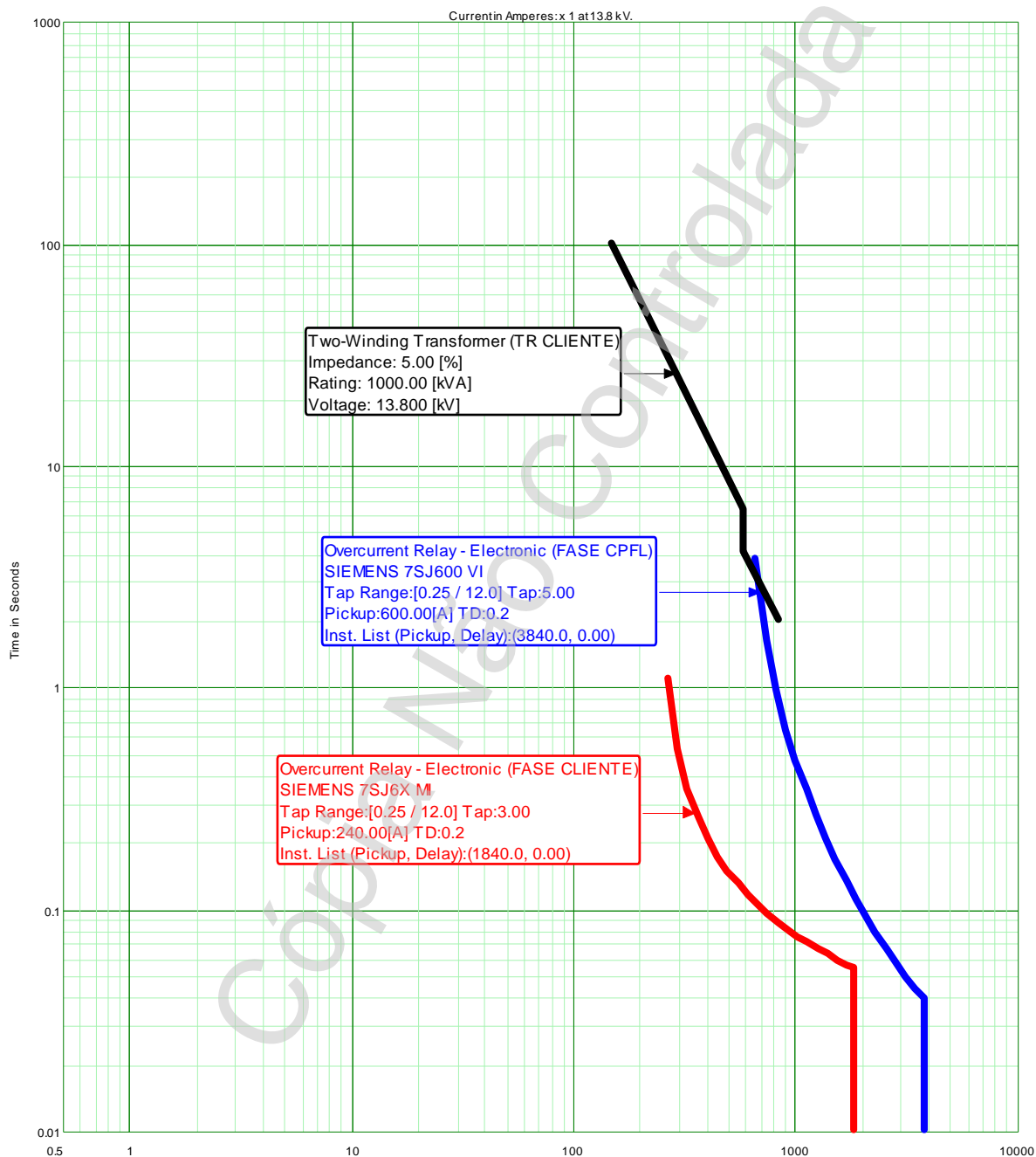


Figura A. Coordenograma de Fase - CPFL x Cliente.

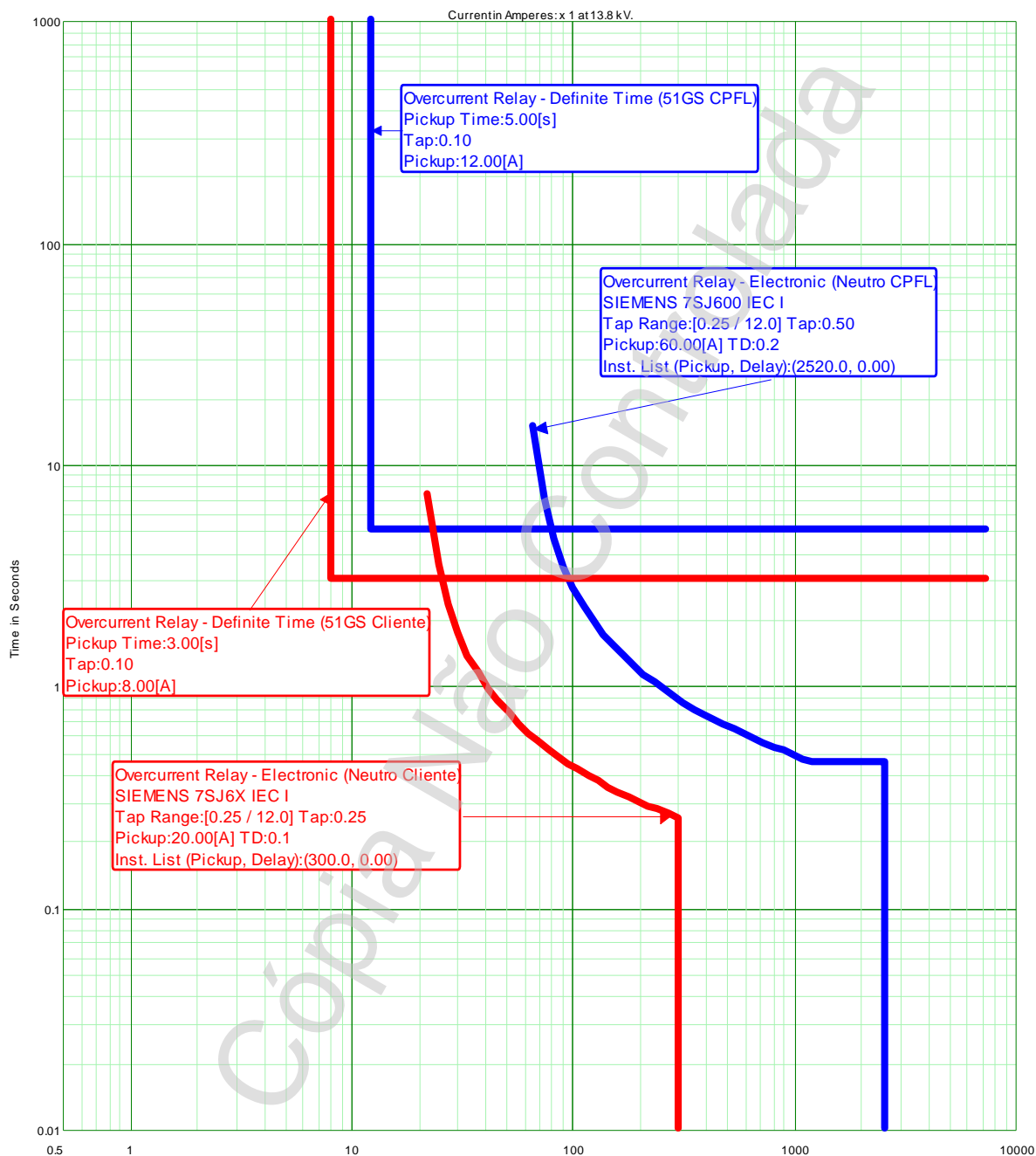



Figura B. Coordenograma de Neutro - CPFL x Cliente.


	Tipo de Documento: Norma Técnica
	Área: RESN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES
	Título do Documento: Fornecimento em Tensão Primária 15kV, 25kV e 34,5kV - Volume 3 - Anexos

9- Diagrama Funcional do Sistema

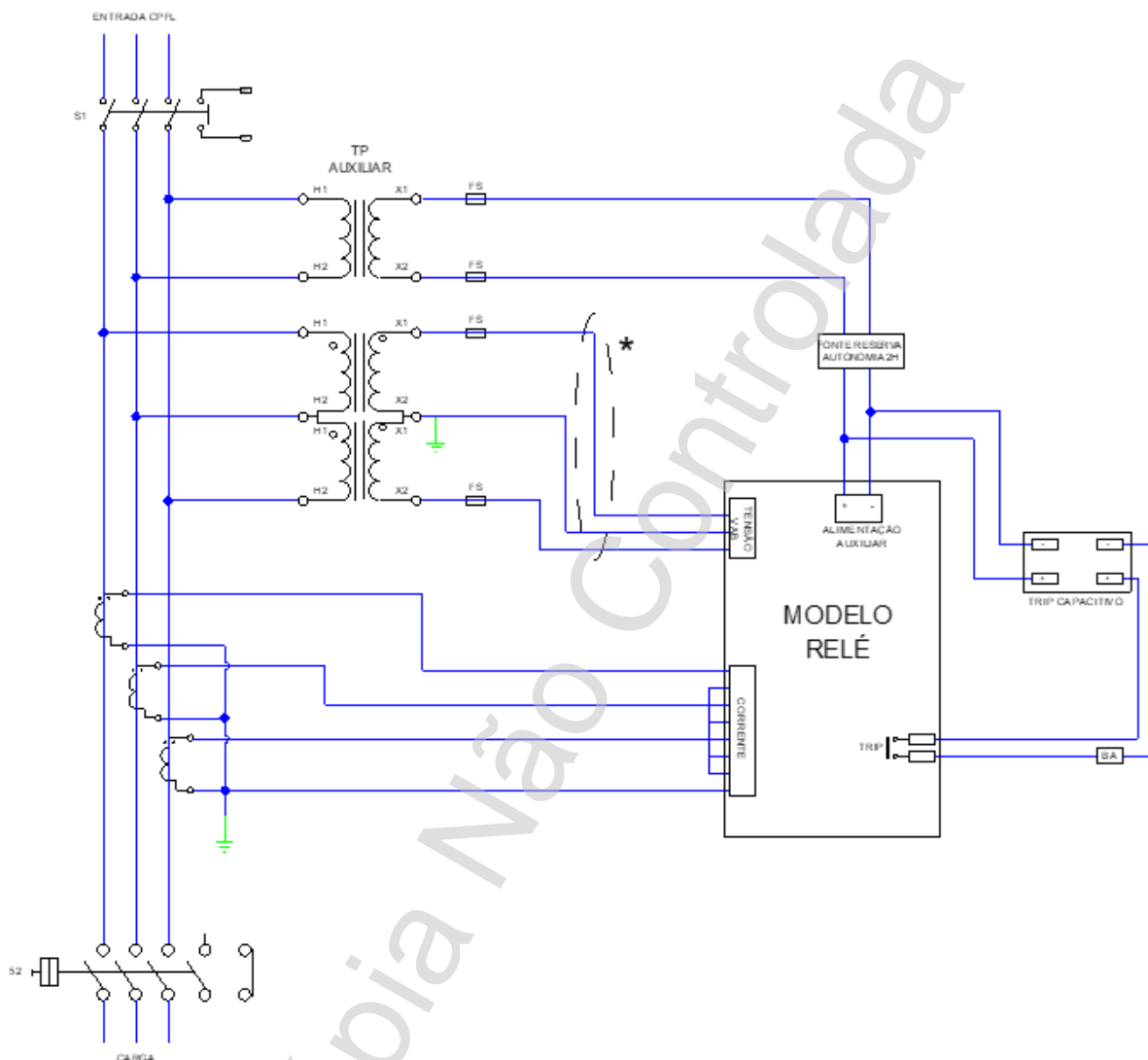
O Diagrama Funcional deve apresentar, minimamente, as ligações dos TPs e TCs, o relé de sobrecorrente, as bobinas do disjuntor (liga, desliga e mínima tensão, se houver), a fonte reserva alimentando o relé de sobrecorrente (dispositivo exclusivo que garanta a energia necessária ao acionamento da bobina de abertura do disjuntor) e a bobina de abertura do disjuntor, com sua respectiva fonte auxiliar.

Cópia Não Controlada

N.Documento: 2858	Categoria: Operacional	Versão: 14.0	Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues	Data Publicação: 18/02/2025	Página: 19 de 24
----------------------	---------------------------	-----------------	---	-----------------------------------	------------------------

	Tipo de Documento: Norma Técnica
	Área: RESN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES
	Título do Documento: Fornecimento em Tensão Primária 15kV, 25kV e 34,5kV - Volume 3 - Anexos

9.1- Exemplo 1: Conexão dos TP's em Delta



*Alimentação auxiliar poderá ser através dos TP's de sinal do relé.

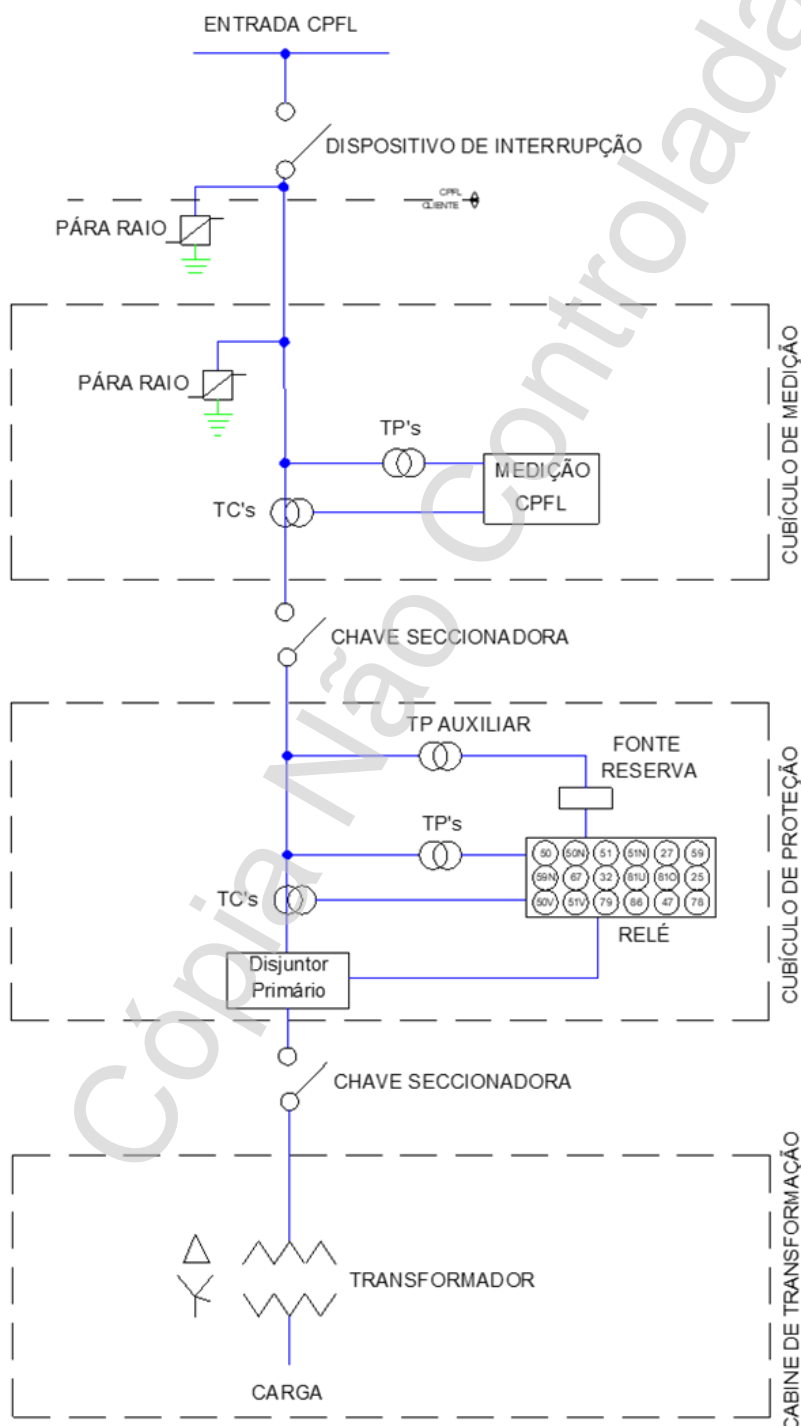
Notas:


- 1) Não poderá ser prevista a alimentação de cargas auxiliares pelos TP's de proteção, i.e: iluminação e tomadas da cabine;
- 2) A alimentação de cargas auxiliares deverá ser realizada através de TP exclusivo ou através de alimentação pela rede secundária do transformador, após o ponto de medição;
- 3) Caso exista fonte capacitiva integrada ao relé, o diagrama funcional deverá ser modificado, incorporando tal condição;
- 4) Os TP's devem atender aos critérios de grupo de ligação da tabela 8 da NBR-6855.
- 5) Este modelo não se aplica a geração com paralelismo e geração distribuída.

N.Documento: 2858	Categoria: Operacional	Versão: 14.0	Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues	Data Publicação: 18/02/2025	Página: 20 de 24
----------------------	---------------------------	-----------------	---	-----------------------------------	------------------------

10- Diagrama Unifilar do Projeto (Exemplo)

O diagrama unifilar deve conter a Cabine de Medição, Proteção e Transformação do Consumidor, indicando-se claramente onde está o disjuntor, TCs, TP's e outros equipamentos.



	Tipo de Documento: Norma Técnica
	Área: RESN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES
	Título do Documento: Fornecimento em Tensão Primária 15kV, 25kV e 34,5kV - Volume 3 - Anexos

9. REGISTRO DE ALTERAÇÕES


9.1. Colaboradores

Empresa	Área	Nome
CPFL Piratininga	RESN	Heliton de Oliveira Vilbor
CPFL Piratininga	REGM	Juliana G. Rodrigues de Alvarenga
CPFL Piratininga	REGM	Jefferson Santucci Lopes
CPFL Santa Cruz	REGM	Daniel Antônio Pereira Luz
RGE	RER	Evandro F. Showalbert
RGE	RER	Alexandre Martini Paludo
CPFL Piratininga	RESN	Rogério Macedo Moreira

9.2. Alterações

Versão Anterior	Data da Versão Anterior	Alterações em relação à Versão Anterior
Não aplicável	Não aplicável	Documento em versão inicial.
1.4	22/06/2005	Reformulação geral da norma
2.0	22/10/2008	Anexo III-a- Inclusão da tensão 34,5kV.
2.1	10/09/2012	Unificação de norma com RGE.
2.2	25/11/2015	Na observação 2 do Anexo I-a, foi acrescentado que "O ângulo (X)...é de no mínimo 60 graus".
2.3	06/10/2017	Unificação de norma com RGE Sul. Anexo I-a - Nota 1 - Texto alterado para referenciar-se ao item 6.5.3 do GED-2855. Anexo I-b - Nota 3 - Inserção desta nota com orientação de afastamento defronte quadro de medição e/ou locais de acesso à dispositivos de manobra e proteção, em instalações externas ao nível do solo, conforme NBR-14039. Anexo III-a - item 6.7 - Eliminado este item. Anexo III-a - item 6.8 - Eliminado este item. Anexo III-a - item 6.9 - Eliminado este item. Anexo III-a - item 6.13 - Eliminado este item. Anexo III-b - item 3.7 - Eliminado este item. Anexo III-b - item 3.8 - Eliminado este item. Anexo III-b - item 3.9 - Eliminado este item. Anexo III-b - item 3.13 - Eliminado este item. Anexo IV - Item 1 - Inclusão de necessidade de dados do responsável técnico (nome, CREA, telefone, e e-mail). Anexo IV - Item 2 - Inclusão deste item com solicitação de informações do ponto de suprimento. Renumeração dos demais itens.

N.Documento: 2858	Categoria: Operacional	Versão: 14.0	Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues	Data Publicação: 18/02/2025	Página: 23 de 24
----------------------	---------------------------	-----------------	---	-----------------------------------	------------------------

	Tipo de Documento: Norma Técnica
	Área: RESN-GERENCIA DE NORMAS E PADROES
	Título do Documento: Fornecimento em Tensão Primária 15kV, 25kV e 34,5kV - Volume 3 - Anexos

2.4	26/09/2018	<p>A formatação foi atualizada conforme norma interna vigente.</p> <p>Anexo I-a (Nota 1) - Corrigida referência de item indicado no GED-2855.</p> <p>Anexo I-b (Nota 1) - Corrigida referência de item indicado no GED-2855.</p> <p>Anexo IV - Adequação do modelo de estudo de coordenação da proteção, utilizado como exemplo prático para os projetistas.</p> <p>Anexo IV - Item 3 - Alteração da referência dos máximos valores de curto-circuito previstos nas barras de média tensão das subestações, alterando a referência de 10kA para 10,6kA, para sistemas com tensão máxima de operação de 15kV, e 8,0kA, para tensão máxima de 24,2kV.</p> <p>Anexo IV - Item 5 - Incluído o método para cálculo da corrente de Inrush real da instalação.</p> <p>Anexo IV - Item 6 - Incluído dois exemplos do cálculo da saturação do TC, baseado nas classes de tensão de 15kV e 25kV e na nova atualização da NBR-6856.</p> <p>Anexo IV - Item 8 - Atualização das curvas de "Tempo x Corrente", para melhor exemplificação do gráfico bi-log.</p>
2.5	17/03/2022	Anexo IV - Item 3- Substituição do termo "ponto de entrega" por "ponto de conexão", conforme Resolução da ANEEL nº 1000 de 07/12/2021.
2.6	30/12/2022	Revisão da redação da nota 2 do Anexo I-b, incluindo: com a via pública ou particular.
13	15/08/2024	<p>A formatação foi atualizada conforme norma interna vigente.</p> <p>Anexo IV - Inclusão dos Itens 9.1 e 9.2, referentes à exemplificação do diagrama funcional a ser apresentado pelo projetista.</p> <p>Anexo IV - Adequação do Diagrama Unifilar do Item 10, a fim de exemplificar com maiores detalhes o modelo a ser apresentado pelo projetista.</p>

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

N.Documento: 2858	Categoria: Operacional	Versão: 14.0	Aprovado por: Leandro Gaspari Rodrigues	Data Publicação: 18/02/2025	Página: 24 de 24
----------------------	---------------------------	-----------------	---	-----------------------------------	------------------------