



MEMORIAL DESCRITIVO

OBRA:

***CABINE DE MEDIÇÃO EM ALTA TENSÃO DO PARQUE
DE EXPOSIÇÕES DOMINGOS PELIZZARO (EXPOVALE)***

CLIENTE:

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPINZAL

ENDEREÇO:

LINHA ENGENHO NOVO - CAPINZAL

Prefeitura Municipal de Capinzal

CNPJ: 82.939.406/0001-07

Prefeito Andevir Isganzella

Ouro Energia

Engº. Paulo Ricardo de Bortolo

CREA/SC 077962-1

Ouro, 16 de agosto de 2013.



INFORMAÇÕES

Contratante:

- Cliente: **Prefeitura Municipal de Capinzal**
- CNPJ: **82.939.406/0001-07**
- Prefeito: **Andevir Isganzella**
- Endereço: **Rua Carmelo Zocolli, 155 - Centro**
- E-mail: **prefcapinzal@capinzal.sc.gov.br**
- Fone: **(49) 3555-8700**
- Fax: **(49) 3555-8744**

Contratado:

- Empresa: **Ouro-Energia Ind. de Equipamentos Elétricos Ltda ME**
- CNPJ nº. **14.485.388/0001-72**
- Engº Responsável: **Paulo Ricardo de Bortolo - CREA/SC 077962-1**
- Endereço: **Rodovia SC 135, 6251, Linha Santa Barbara – Ouro/SC**
- Fone: **(49) 9965-4390**



INDICE

INTRODUÇÃO	4
1. DOCUMENTAÇÕES BÁSICAS	4
2. DADOS TÉCNICOS DA EDIFICAÇÃO	5
3. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DA ENTRADA DE SERVIÇO	5
3.1. Ramal de Ligação	5
3.2. Subestação	7
3.3. Chave Seccionadora, Disjuntor e Relé de Sobrecorrente.....	8
3.4. Medição em Alta Tensão	9
3.5. Proteção em Alta Tensão.....	10
3.6. Barramentos	11
3.7. Iluminação Artificial e Natural.....	11
3.8. Extintor de Incêndio	12
3.9. Aberturas para ventilação e Portas de Acesso	12
3.10. Malha de Aterramento da Subestação.....	13
3.11. Placas de Advertência.....	14
4. CÁLCULO DE DEMANDA.....	14
5. PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA (NR-10)	15
6. RECOMENDAÇÕES	16
7. LISTA DE MATERIAIS	17
8. ANEXO A - Cálculo do Ajuste do Relé do Secundário	20
8.1. Dados para Cálculo	21
8.2. Corrente de Curto Circuito no Ponto de Conexão do Consumidor.....	21
8.3. Corrente nominal para a demanda Calculada	22
8.4. Dados dos Transformadores	22
8.5. Parâmetro do Relé	25
8.6. Cálculo do tempo de atuação do Relé.....	26
8.7. Cálculo da corrente primária de TC	28
8.8. Cálculo dos TAPE do relé de fase	29
8.9. Cálculos do TAPE do relé neutro.....	30
8.10. Especificação do TP de proteção	31
8.11. Ajuste dos Relés	32
9. ANEXO B – Curvas de Coordenação	33



INTRODUÇÃO

As informações contidas neste Memorial Descritivo têm por objetivo e finalidade complementar as informações contidas nas quatro pranchas do projeto em anexo. Trata-se do Projeto Elétrico de um Posto de Medição em Alta Tensão em Cabine Abrigada – 23,1 kV, para a unidade consumidora: Parque de Exposições Domingos Pelizzaro (EXPOVALE) de responsabilidade da **Prefeitura Municipal de Capinzal**, localizada na Linha Engenho Novo, interior do município de Capinzal / SC.

O fornecimento de energia elétrica derivará da rede primária da concessionária de energia elétrica, a CELESC, com tensão de fornecimento 23,1 kV, o ramal derivará do poste localizado na rua paralela ao parque de exposições, um poste após a Fu do transformador 15551.

A subestação estará localizada a 30 (trinta) metros do poste de derivação e a dois metros da divisa do terreno da unidade consumidora com a via pública.

Projetou-se para atender a demanda do parque quatro transformadores de força que somados totalizam potência nominal de 600 kVA, distribuídos conforme informado na planta de implantação do projeto em anexo, com dois transformadores de 300 kVA e dois transformadores de 150 kVA.

Como já informado a distância entre o poste da CELESC e o posto de transformação é de 30 (trinta) metros, sendo que o ramal de entrada não cruza terrenos de terceiros nem passa sobre edificações e será fornecido pelo consumidor.

1. DOCUMENTAÇÕES BÁSICAS

Para a elaboração do presente projeto, foram seguidas as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), NBR 5410, NBR 5598, NBR 15715, bem como as normas e prescrições da Concessionária Celesc a



NT-01-AT e a NR10. Este projeto é composto por cinco pranchas no que consiste em:

- Planta baixa e detalhes do Abrigo de Medição;
- Planta de implantação;
- Diagrama Unifilar;
- Quadro de Cargas;
- e Detalhes.

2. DADOS TÉCNICOS DA EDIFICAÇÃO

- Área Construída: aproximadamente 4800m²;
- Área do Terreno: aproximadamente 60000m²;
- Medição Indireta de Alta Tensão: uma;
- Carga Total Instalada: 771,60 kW;
- Demanda Ativa Provável: 324,072 kW; ***
- Fator de Potência adotado: 95%;
- Demanda da Instalação em Potência Aparente: 341,11 kVA;
- Tensão Primária: 23,1 kV;
- Tensão Secundária: 380/220 V.

*** Demanda utilizada apenas uma vez a cada dois anos – na EXPOVALE ***
Será contratada a demanda *mínima* (30 kW) junto à concessionária – Celesc.

3. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DA ENTRADA DE SERVIÇO

3.1. Ramal de Ligação

O ramal de ligação derivará da rede primária pertencente à rede da CELESC, das chaves fusíveis de 100 A – 25 kV com elos de 20 K, instalada em poste da rede de distribuição localizado na rua em paralelo ao parque de exposições, um poste após a Fu: 15551, através de três condutores de alumínio AWG 2 CA, um condutor por fase - a distancia entre a SE e o poste



de derivação da concessionária é de trinta metros, observando ainda este ramal deverá ser fornecido pelo contratante e que o ramal de ligação não poderá ter altura inferior a 7,00 metros do nível da rua, durante todo o percurso de travessia.

A ancoragem dos condutores do ramal de ligação junto a SE será feita através de isoladores tipo bastão em material polimérico classe 25 kV, estes isoladores, serão fixados em um olhal para parafuso com resistência mínima de 5000 daN, o espaçamento mínimo entre os isoladores (distância entre as fases) deverá ser de 60,00 cm, o olhal será fixado na parede da construção, por meio de parafuso de cabeça quadrada de Ø16,00 mm, conforme detalhe em anexo, e a altura mínima dos isoladores deverá ser de 5,60 metros do nível mais próximo do solo.

Para a transposição dos condutores do ramal de ligação para o inferior da subestação deverá ser conectado uma chapa de ferro galvanizado durante a concretagem da subestação, nesta chapa serão fixadas às buchas de passagem dos condutores com classe 25 kV, esta chapa deverá ser conforme e especificado no detalhe em anexo, e os furos centrais da chapa deverão estar a uma altura mínima de 5,00 metros do nível mais próximo do solo.

Após ser feita a ancoragem dos condutores do ramal de ligação na estrutura da subestação, deverá ser instalado o conjunto de parâ-raios. Os parâ-raios deverão ser fixados em suporte do tipo: “L” de ferro galvanizado, conforme detalhe em anexo. Este suporte deverá ser concretado na estrutura da subestação durante a construção da mesma, a altura mínima deste suporte deverá ser de 4,40 metros do nível mais próximo do solo. Para fixação dos condutores de ligação das fases do parâ-raio deverá ser utilizado conector tipo cunha padrão CELESC.

Haverá um cabo unipolar de cobre isolado tipo PVC extra-flexível de 35mm² que interligará os desligadores automáticos dos parâ-raios, já o condutor de descida do aterramento dos parâ-raios será acondicionado em um eletroduto de PVC rígido de Ø3/4”, este eletroduto deverá ser fixado na parede da subestação no lado externo e ter uma altura mínima de 3 metros



para a proteção contra contatos e choques elétricos conforme especificado no detalhe em anexo. O condutor de descida dos parâ-raios deverá ser através de um cabo unipolar de cobre nu de secção mínima de #35mm², este cabo será conectado a malha geral de aterramento da subestação, no ponto de conexão do aterramento dos parâ-raios com a malha geral de aterramento deverá ser instalada uma caixa de inspeção de com tampa de concreto, conforme especificado no detalhe em anexo.

3.2. Subestação

A subestação estará localizada a dois metros da divisa do terreno da unidade consumidora com a via pública, conforme indicado na planta de implantação do projeto em anexo. As dimensões externas da subestação serão de 3,85 x 4,50 x 6,00 metros (Comprimento x Largura x Altura), conforme detalhe no projeto em anexo na prancha 01. A lage do teto da subestação deverá ter uma inclinação de 2% para o lado opostos a porta de entrada (fundos de SE), para o escoamento da água da chuva. A lage do teto deverá se estender por 30 cm além das paredes externas, de modo a se constituir uma “aba”.

Para a passagem dos condutores do ramal de ligação para o interior da subestação deverá ser utilizado buchas de passagem de uso externo – interno, isoladas para 25 kV, estas buchas deverão ser fixadas na chapa de ferro galvanizado que estará concretada na estrutura da subestação.

As buchas de passagem farão a conexão dos condutores de cobre unipolares de #35mm² do ramal de ligação com os condutores internos da subestação, os quais serão vergalhões de cobre nu de Ø 9,50 mm (Ø 3/8”) dimensão mínima, conforme especificado na tabela 5 da NT-01-AT da CELESC.

Os vergalhões descenderam junto à parede interna da subestação no cubículo da medição, presos por isoladores de pedestal com prensa cabo (barramento) em porcelana, os isoladores serão dispostos de uma distancia



1,40 metros uns dos outros, no trecho até os TP's e TC's para a medição, sendo que neste trecho serão utilizados três isoladores por fase, conforme especificado nos detalhes da prancha 01 do projeto em anexo.

No cubículo de medição será instalada tela de proteção até o teto, conforme especificado no detalhe da prancha 01 – Vista Corte A-A”, e também de acordo com o item **3.9. Aberturas para ventilação e Portas de Acesso**. A parede da divisória entre o cubículo de medição e o cubículo do disjuntor de proteção de alta tensão, deverá ser de alvenaria com dimensão de 15,00 cm de espessura e até o teto, os condutores deverão passar para o cubículo de proteção através de buchas de passagem de uso interno – interno, isoladas para 25 kV, estas buchas deverão ser fixadas na chapa de ferro galvanizado que estará concretada na parede da divisória da subestação.

3.3. Chave Seccionadora, Disjuntor e Relé de Sobrecorrente

No cubículo de proteção, onde está localizado o disjuntor de proteção de alta tensão, será instalada uma chave seccionadora tripolar sem carga, comando simultâneo de uso interno de 400A – 25 kV, com alavanca de manobra, como detalhado nos detalhes do projeto em anexo na prancha 01. É obrigatório junto ao comando da chave seccionadora sem carga, fixar uma placa de advertência com os seguintes dizeres: **“NÃO OPERE SOB CARGA”**.

Para a proteção em alta tensão será instalado um disjuntor tripolar, classe de tensão de 25 kV isolamento a vácuo, corrente nominal de 400A, capacidade de interrupção simétrica de 12,5 kA, frequência de 60 Hz, carregamento de mola tipo motorizado e possuir bobina de abertura em 115V.

Para desligamento automático do disjuntor será instalado um relé de sobrecorrente microprocessado digital, com as funções 50/50N e 51/51N, com fonte capacitiva incorporada, e corrente nominal de 5A.



As dimensões do cubículo de proteção serão de 180 x 260 x 600 cm, comprimento, largura e altura respectivamente.

3.4. Medição em Alta Tensão

A medição será feita em alta tensão conforme detalhes em anexo. Os medidores, TC`s e TP`s serão fornecidos pela concessionária e deverão ser de classe 25kV.

Os TC`s e TP`s serão montados em cavalete para a medição em alta tensão conforme detalhe específico em anexo – ver detalhe do cavalete para montagem.

Os transformadores de potencial terão as seguintes características:

- Tensão nominal – 23000 V.
- Relação de transformação – $23000R3/115 = RT 120$.

Os transformadores de corrente terão as seguintes características:

- Tensão nominal – 23000 V.
- Fator Térmico (F.T.) – 1,2.
- Relação de transformação – 10/5.

Os equipamentos estão dimensionados de acordo com a Tabela 4 da Norma Técnica NT-01-AT da CELESC.

Os condutores providos dos TC`s e TP`s para a medição seguiram acondicionados em eletroduto de PVC rígido de diâmetro de Ø 2” até a caixa de medidores (MDR). A caixa de medidores de energia será do tipo MDR (Ferro e Alumínio), com dimensões de 680 x 550 x 250 cm, conforme especificado em detalhe no projeto em anexo.



3.5. Proteção em Alta Tensão

Deverá ser instalado um TP de proteção (auxiliar) em um suporte na parede dos fundos do cubículo do disjuntor, com o primário conectado imediatamente antes da chave seccionadora deste cubículo, de modo que este equipamento não fique sem energia quando da abertura da chave.

O TP de proteção deverá possuir as seguintes características:

- Tensão nominal – 23000 V.
- Relação de transformação – $23000R3/115 = RT\ 120$.
- Potencia nominal – 1000 VA.

Derivando do secundário do TP de proteção condutores de #2,5 mm² acondicionados em eletroduto rígido de PVC de Ø 1". O circuito tem a finalidade de alimentar um Nobreak com potência de 1000VA – 115/115V o qual mantém energizado o relé de proteção do disjuntor de alta tensão, e deverá possuir autonomia mínima de 2 horas.

Também deverá ser instalados três TC's de proteção, que deverão ficar instalados após a chave seccionadora do cubículo do disjuntor (cubículo de proteção) instalados a 300 cm de altura, localizados imediatamente antes do disjuntor, fixados na parede da subestações, ou poderá ser utilizado disjuntor com TC's on board com as especificações a seguir.

Os TC's de proteção foram dimensionados de acordo com a corrente de curto-circuito trifásica (máxima) no ponto de entrega da SE ($I_{cc}=880\ A$), e deverão possuir as seguintes especificações:

- Classe de Tensão – 25,0 kV.
- Fator Térmico (F.T.) – 1,2.
- Relação de transformação – 50/5.
- Classe de Exatidão – 10%
- Potência Nominal – 50 VA

Derivando do secundário dos TC's de proteção condutores de cobre de #2,5 mm² acondicionados em eletroduto rígido de PVC de Ø 1". Os



condutores tem a finalidade da alimentação de dados (correntes) para o relé de proteção do disjuntor de alta tensão – relé secundário.

Para a proteção em alta tensão será instalado um disjuntor tripolar, classe de tensão de 25 kV isolação a vácuo, corrente nominal de 400A, capacidade de interrupção simétrica de 12,5 kA, frequência de 60 Hz, carregamento de mola tipo motorizado e possuir bobina de abertura em 115V.

Para desligamento automático do disjuntor será instalado um relé de sobrecorrente microprocessado digital, com as funções 50/50N e 51/51N, com fonte capacitiva incorporada, e corrente nominal de 5A, ajustado conforme especificado no Anexo A - **Cálculo do Ajuste do Relé do Secundário**, deste projeto.

3.6. Barramentos

Os barramentos e cabos de cobre utilizados na subestação deveram seguir o padrão de cores especificado a seguir:

- Fase 01 (F1= R): cor vermelha;
- Fase 02 (F2= S): cor branca;
- Fase 03 (F3= T): cor marrom;
- Aterramento (PE): cor verde;
- Neutro (N): cor Azul;

O barramento de alta tensão deverá ser do tipo: Vergalhão de Cobre Eletrolítico Ø 3/8" - Barra com 3 metros.

3.7. Iluminação Artificial e Natural

Será instalada uma luminária a prova de explosão com lâmpada incandescente de 100 W. A iluminação artificial deverá estar localizada a uma distância mínima de 1,50 metros da alta tensão e nunca sobre



equipamentos principais da subestação, conforme especificado nos detalhes da prancha 01 do projeto em anexo. O Interruptor deverá ser instalado na parede do lado externo da subestação, também deverá ser instalado um sistema de iluminação de emergência com autonomia de no mínimo duas horas. O circuito de alimentação será proveniente da baixa tensão do transformador 01 e o circuito de iluminação será protegido por um disjuntor monopolar de 10A.

Deverá ser instalada uma janela com dimensão mínima de 100 x 50 cm (largura x altura, respectivamente e com reforço no meio da largura) de vidro transparente e com vidro armado de 7,00 mm de espessura a fim de fornecer iluminação natural no interior da subestação, conforme especificado na Vista Corte A-A” na prancha 01 do projeto em anexo.

3.8. Extintor de Incêndio

Junto à porta de acesso da subestação na parede do lado externo, deverá ser instalado um extintor de incêndio de CO₂ com capacidade mínima de 6,0 kg, conforme especificado na planta baixa da prancha 01 do projeto em anexo.

3.9. Aberturas para ventilação e Portas de Acesso

As aberturas para ventilação deverão ser instaladas nas posições indicadas nos detalhes da prancha 01 do projeto em anexo. As aberturas para ventilação terão as dimensões de 100 x 50 cm, ou área mínima de 0,5 m², a tela metálica deverá ser de malha mínima de 5 mm e máxima de 13 mm. A base inferior da abertura deverá situar-se a 20 cm no mínimo do piso externo, o topo das aberturas deverá estar no máximo a 50 cm do teto da subestação.

A proteção do cubículo de medição deverá ter uma malha de 3 x 3 cm, não permitindo o acesso do piso até o teto do cubículo. A porta de acesso



deste cubículo terá as dimensões de 195 x 60 cm, com dispositivo para lacre e abrir para a área de circulação da subestação, conforme especificado na planta baixa da prancha 01 do projeto em anexo.

A porta de acesso à subestação deverá ser de chapa metálica com abertura para ventilação, em duas folhas, com dimensões de 100 x 210 cm. Nesta porta deverá ser instalada uma placa de advertência com os dizeres: **“PERIGO DE MORTE ALTA TENSÃO”** (ver detalhe em anexo).

3.10. Malha de Aterramento da Subestação

A malha geral de aterramento será em forma de anel entorno da subestação, este anel será localizado a uma distância de um metro ao entorno da subestação e enterrado em vala de profundidade mínima de 50 cm. O condutor de proteção, que compões o anel da malha geral de aterramento deverá ser um condutor unipolar de cobre nu de #50 mm² a malha deverá ser composta de 8 (oito) hastes de aterramento cobreadas de 2,40 metros de comprimento com diâmetro de Ø 5/8” espaçadas entre si no mínimo três metros e a fixação do cabo de cobre nu com as hastes deverá ser feita através de solda exotérmica ou conector cunha. Em anexo, no projeto seque detalhe específico do esquema de aterramento.

Para aterramento das ferragens e massas da subestação deverá ser utilizado um condutor de cobre nu de seção #35 mm², também deverá ser aterrada toda ferragem utilizada para construção da subestação, prevendo no mínimo dois pontos para que possa ser feita as conexões e interligadas ao BEP e posteriormente a malha geral de aterramento. Ver detalhe no projeto em anexo.

Deverá se instalado um barramento denominado “barramento de equipotencialização principal” (BEP), em caixa de dimensões mínimas de 35 x 50 x 20 cm, localizada ao lado da caixa do MDR com barramento interno de dimensões 25,40 x 300,0 x 5,00 mm. Este barramento de equipotencialização será o ponto de conexão de todos os condutores de



aterramento da subestação. Um condutor de seção de #50,0 mm² de cobre nu será utilizado para conectar o barramento à malha de aterramento da subestação, conforme detalhe em anexo do BEP.

3.11. Placas de Advertência

Deverá ser fixada na porta da subestação e na tela dos cubículos, uma placa de advertência (dimensões 280 x 180 mm), com pintura de fundo amarelo e caracteres pretos, tendo os seguintes dizeres: **“PERIGO DE MORTE ALTA TENSÃO”**.

Também deve ser instalado junto ao comando da chave seccionadora sem carga, uma placa de advertência com os seguintes dizeres: **“NÃO OPERE SOB CARGA”**.

4. CÁLCULO DE DEMANDA

Os dimensionamentos dos componentes da Entrada de Serviço de Energia do parque de exposições foram dimensionados a partir do cálculo da demanda provável.

Projetaram-se quatro transformadores, os quais atenderão a demanda solicitada nos grandes eventos realizados no município.

Os transformadores foram projetados de forma a garantir o perfeito funcionamento dos equipamentos e máquinas instaladas em toda a área do parque, estes receberam a numeração e especificação a seguir: (observar planta de implantação no projeto em anexo).

- Transformador 01 – 300 kVA – 23,1kV/380-220 V;
- Transformador 02 – 300 kVA – 23,1kV/380-220 V;
- Transformador 03 – 150 kVA – 23,1kV/380-220 V;
- Transformador 04 – 150 kVA – 23,1kV/380-220 V;

O Transformador 01 de 300 kVA, foi projetado para atender parte da iluminação do parque, a Praça de Alimentação Bruno Frederico, a Praça de



Alimentação Aristocledes Baratieri, a Praça de Alimentação 01, o Parque de Diversões, os Galpões 1, 2 e 3, a Choperia e os Expositores: Área Aberta 02.

O Transformador 02 de 300 kVA, foi projetado para atender parte da iluminação do parque, a Praça de Alimentação 02, o Expositores: Área Aberta 01, o Show Nacional, o Pavilhão de Indústria e Comércio e o Salão do Automóvel.

O Transformador 03 de 150 kVA, foi projetado para atender parte da iluminação do parque, Bilheteria e o Camping.

O Transformador 04 de 150 kVA, foi projetado para atender parte da iluminação do parque, Camping Motocross e Cabine som Motocross.

A potência instalada/á instalar, conforme levantamento de cargas para a medição é de 771,60 kW e o fator de demanda adotado é de 42%. Assim a demanda Ativa aproximada será de:

$$D(\text{kW}) = (771,60 \times 42,0\%)$$

$$D(\text{kW}) = 324,072 \text{ aprox. } 325,00 \text{ kW}$$

Adotando um fator de potência de 95% a demanda aparente será de aproximadamente 341,11 kVA a corrente nominal de alta tensão será de aproximadamente 8,5 A.

IMPORTANTE: Essa demanda será utilizada apenas uma vez a cada dois anos – na EXPOVALE. Portanto será contratada a demanda *mínima* (30 kW) junto à concessionária – Celesc.

5. PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA (NR-10)

Em caso de manutenção, ou no caso específico desse projeto, um desligamento para readequação das subestações, deve ser obedecido os seguintes procedimentos:

Solicitar bloqueio junto à concessionária local ou desligamento, se desligar adotar os seguintes procedimentos.

Sinalizar a área a ser executada pelos trabalhadores.



Efetuar a medição para certificar-se se esta mesmo desligando utilizando a baixa tensão.

Efetuar o sistema de aterramento provisório conectando-o a terra, ao neutro e as fases A,B,C.

Todos os profissionais envolvidos deveram utilizar os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e Equipamento de Proteção Coletiva (EPC).

As escadas deveram ser amarradas juntas as estruturas.

Os cintos de segurança deveram ser do tipo para queda utilizando-os ao subir alturas a partir de 2 metros.

6. RECOMENDAÇÕES

Todas as emendas dos condutores deverão ser bem firmes dentro das caixas e não será permitida emenda dentro dos eletrodutos. Deverá ser apresentado no final da obra à medição de terra de todos os aterramentos, assinado pelo responsável técnico pela execução das instalações elétricas. Todo aterramento devera estar abaixo ou igual á 10 ohms. Todas as conexões de cabos, barramentos ou disjuntores deverão ser executadas com terminais adequados, firmemente conectados para que não haja aquecimento indesejável naquele local. Quando houver divergência entre quantidade de materiais relacionada e a necessidade de materiais para a execução da obra prevalecerá à quantidade necessária para executar a obra.



7. LISTA DE MATERIAIS

QUAT.	UNID.	DESCRIÇÃO
196	kg	Cabo de alumínio AWG 2 CA
18	pç	Terminal de baixa tensão chapa perfurada duas saídas 200 A
96	pç	Conector tipo cunho para cabo AWC ate 1/0
86	pç	Cartucho vermelho/azul
160	mt	Cinta de aço inox padrão Celesc perfurada
11	pç	Cabeçote de Alumínio 4"
18	pç	Chave fusível tipo maurizio 200 A
18	pç	Cruzeta de aço galvanizado a fogo 2m padrão Celesc
16	pç	Mão francesa plana perfilada
8	pç	Abraçadeira 4" galvanizada
6	pç	Caixa com tampa de ferro 400 KN padrão Celesc 900x700x45
2	pç	Jogo de bucha e Arruela 3\4"
18	pç	Para raio 21 kV polimérico 10kA
12	pç	Placa de advertência perigo de morte de alta tensão padrão Celesc.
16	pç	Curva de 90° 1" pvc tigre
15	pç	Curva de 180° 1" pvc tigre
50	pç	Haste terra 5/8" com 2,40m com conector
80	mt	Cabo de Cobre nu 50mm ² normatizado com NBR
2	pç	Caixa de força 100x60x30
16	pç	Caixa de inspeção 30x30x40cm com tampa de aço
36	pç	Alça pré-formada para cabo AWG 2 CA
10	pç	Alça retrátil para segurança do cabo
40	pç	Conector de preção 150 mm ² longo
36	mt	Cabo extra flexível 35mm ²
16	pç	Luva pvc tigre 4"
58	pç	Luva pvc tigre 1"
46	pç	Conector tipo III
6	pç	Poste de concreto DT 11/300 Padrão Celesc
40	pç	Solda isotérmica
45	pç	Parafuso cabeça quadrada 16x150 mm
2	pç	Poste de concreto DT 11/600 Padrão Celesc
16	pç	Jogo de bucha e Arruela de alumínio 4"
12	pç	Barra de Eletro duto 4 " PVC tigre
24	pç	Armação de 01 elemento
4	pç	Disjuntor de 200 a 400 A caixa moldada ajustável
1	pç	Caixa comando 150x80x30cm



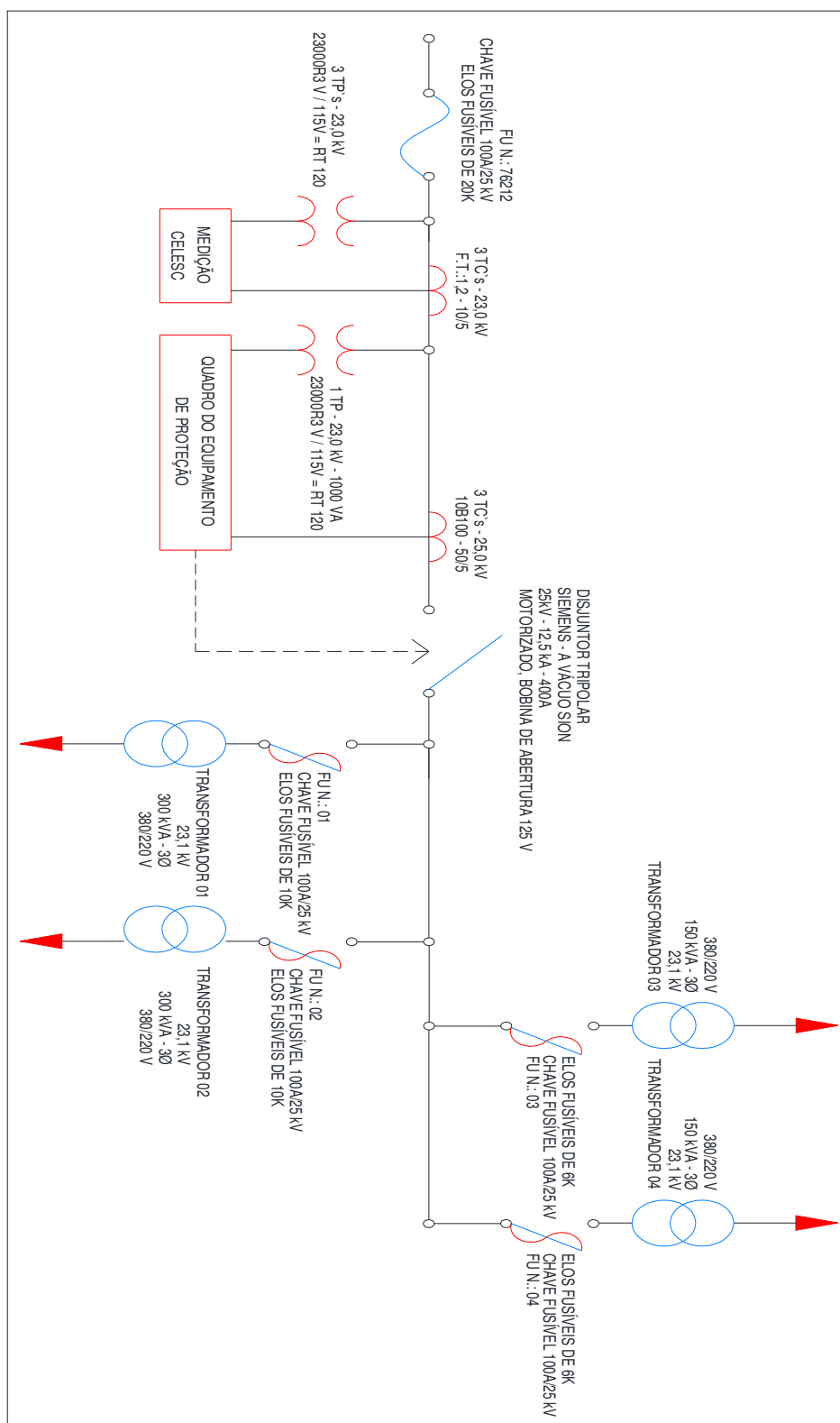
300	mt	Cabo de cobre tipo: PP 2 x 2,5 mm ²
16	pç	Gancho olhal
34	mt	Peveduto de alta densidade de 4 " PAD
1	pç	Barra de eletroduto 1" tigre PVC
54	pç	Isolador Pilar classe 25 kV
1	pç	Caixa metálica em aço para TC 2
18	pç	Bastão polimérico classe 25kV
54	pç	Parafuso para isolador pilar
200	mt	Cabo sintenax EPR 150 mm ²
6	pç	Bucha de passagem uso externo e interno AT classe 25 kV
1	pç	Caixa medição MDR
6	pç	Bucha de passagem uso externo AT classe 25 kV
2	pç	Chave guilhotina seccionadora padrão Celesc
45	mt	Barra de cano de cobre eletrolítico 3/8"
9	pç	Chapa para fixação de buchas de passagem
6	pç	Manilha 50 kN
40	pç	Isolador suporte tipo pedestal com prensa cabo para barramento
1	pç	Terminal de AT tipo grampo
1	pç	Disjuntor de AT a Vácuo 400 A com TC e TP acoplado
1	pç	Mat. de ferragens tipo grade de proteção, suportes ferragens em geral
3	pç	TC, TP para disjuntor de AT
3	pç	Chave tipo faca de AT classe 25 kV
40	pç	Tomada stek 32 A com plugue
2	pç	Cruzeta de aço galvanizado 3 padrão Celesc.
6	pç	Suporte tipo L
10	pç	Fita isolante 20 metros
120	mt	Cabo nu 35 mm ² padronizado
3	pç	Poste de concreto DT 7/150 Padrão Celesc.
6	pç	Caixa comando 60x40x20cm
60	pç	Tomada monofásica de 20 A - sobrepor
18	pç	Dispositivo DR 63 A trifásico
10	pç	Disjuntor dim 30 A Trifásico
25	pç	Rele fotoelétrico
25	pç	Base para rele
10	pç	Disjuntor monofásico 10 A
20	pç	Barra de eletro duto PVC 1"
80	pç	Curva 180° 1" PVC
80	pç	Luva 1 " PVC tigre
40	pç	Bucha/arruela de alumínio 1 "
30	mt	Peveduto de 2 " PAD alta densidade
1	pç	Cavalete 130x180x45cm em ferro galvanizado, padrão Celesc



2	pç	Painel geral 80x60x30cm com chave
18	pç	Disjuntor trifásico 60 A curva C
290	mts	Cabo multiplexado 4x50 mm ² 4 Cores
400	mts	Cabo sintenax 10 mm ² 1 kV
3	pç	Fita alta fusão 20 metros
3	PC	Fita isolante 20 m
1	PC	Caixa BEP
60	PC	Grampo perfurante 16-120 mm ² tipo pirce padrão Celesc
10	PC	Conector cunho tipo III
200	PC	Cinta plástica 20 cm ²
5	PC	Tubo de silicone
6	PC	Lâmpada de 70 W vapor de sódio
6	PC	Reator externo 70 W vapor de sódio
80	PC	Parafuso cabeça quadrada 16x150mm 5/8" padrão Celesc
1	PC	Nobreak 125/125 Volts blindado
10	PC	Roldana porcelana
6	PC	Luminária E-27 para lâmpada de 70 W.
2	PC	Poste de concreto DT 10\150
1	PC	Braço 3m luminária especial com acrílico
1	PC	Luminária E-40 fechada
1	PC	Lâmpada de 400 W vapor de sódio
1	pç	Reator de 400 W vapor de sódio
24	pç	Parafuso de 30 cm 5/8"
24	pç	Arruela quadrada
1	pç	Luminária a prova de explosão 100 W
35	pç	Lâmpada de 59 W econômica
80	pç	Suporte de porcelana E-27
100	mt	Cabo PP 4x6 mm ²
40	pç	Eletro duto PVC 1"
5	pç	Dispositivo DR 82 A trifásico
250	mt	Cabo multiplexado 2x10mm ² em Alumínio
2	pç	Extintor de incêndio CO2 6 kg
24	pç	Grampo perfurante Pirce 16-120 mm
01	pç	Rele secundário digital PEXTRON RPE 7104

8. ANEXO A - Cálculo do Ajuste do Relé do Secundário

Diagrama Unifilar:





Para a coordenação com a proteção da CELESC, serão utilizados relés secundários de sobrecorrente para acionamento do disjuntor automático de alta tensão.

8.1. Dados para Cálculo

- Demanda: 341,11 kVA
- Tensão de fornecimento: 23,1 kV
- Fator de potência: 0,95
- Curva a ser utilizada: EI
- Dial de tempo (dt): 0,1 s
- Corrente de curto-circuito trifásico: 880 A
- Corrente de curto-circuito fase/terra mínimo: 247 A
- Corrente de curto-circuito fase/terra máxima: 744 A
- Corrente de curto-circuito trifásica assimétrica: 892 A

8.2. Corrente de Curto Circuito no Ponto de Conexão do Consumidor

$$S_{base} = 100 \text{ MVA}$$

$$V_{base} = 23 \text{ kV}$$

$$I_{base} = 2510 \text{ A}$$

$$Z_{base} = 5,29 \text{ ohms}$$

$$R_0 = 2,40 \text{ p.u} \quad X_0 = 3,84 \text{ p.u} \quad R_1 = 2,17 \text{ p.u} \quad X_1 = 1,85 \text{ p.u}$$

$$Z_{1eq} = R_1 + jX_1 = 2,17 + j1,85$$

$$Z_{0eq} = R_0 + jX_0 = 2,40 + j3,84$$

Corrente de Curto Circuito Trifásica (I_{CC3F})

$$I_{CC3F} = \frac{I_{base}}{Z_{1eq}} = \frac{2510}{(2,17 + j1,85)} = 880 \text{ A}$$

Corrente de Curto Circuito Bifásica (I_{CC2F})

$$I_{CC2F} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{CC3F} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 880,21 = 762 \text{ A}$$



Corrente de Curto Circuito Fase (I_{CC1F})

$$I_{CC1F} = \frac{3 \cdot I_{base}}{2 \cdot Z_{1eq} + Z_{0eq}} = \frac{3 \cdot 2510}{2 \cdot (2,17 + j1,85) + (2,40 + j3,84)} = 744 \text{ A}$$

Corrente de Curto Circuito Fase Terra Mínimo (I_{CC1F_MIN})

$$I_{CC1F_MIN} = \frac{3 \cdot I_{base}}{2 \cdot Z_{1eq} + Z_{0eq} + 3 \cdot Z_C} = \frac{3 \cdot 2510}{2 \cdot (2,17 + j1,85) + (2,40 + j3,84) + 3 \cdot Z_C} = 247 \text{ A}$$

8.3. Corrente nominal para a demanda Calculada

Para cálculo desta corrente foi utilizado o fator de potência desejado, que é de 0,95.

$$I_n = \frac{S(kVA)}{\sqrt{3} \cdot V_p} = \frac{341,11 \text{ k}}{\sqrt{3} \cdot 23100} = 8,52 \text{ A}$$

8.4. Dados dos Transformadores

Trafo 01 e 02:

Potência: 300 kVA

Tensão: 23,1 kV- 380/220 V.

Impedância Percentual: $Z\% = 5,0$

Corrente Nominal no Primário do Transformador

$$I_{n_TRAFO} = \frac{S(kVA)}{\sqrt{3} \cdot V_p} = \frac{300 \text{ k}}{\sqrt{3} \cdot 23100} = 7,49 \text{ A}$$

Trafo 02 e 03:

Potência: 150 kVA

Tensão: 23,1 kV- 380/220 V.

Impedância Percentual: $Z\% = 5,0$

Corrente Nominal no Primário do Transformador



$$I_{n_TRAFO} = \frac{S(kVA)}{\sqrt{3} \cdot V_p} = \frac{150 \text{ k}}{\sqrt{3} \cdot 23100} = 3,74 \text{ A}$$

Corrente de Magnetização dos Transformadores – Fase:

A corrente de fase de magnetização como existe mais de um transformador é determinada como oito vezes a corrente nominal do maior transformador acrescida das correntes nominais dos demais, com tempo de 0,1 segundos, sendo:

$$I_{mag_FASE} = 8 \cdot I_{n_TRAFO1} + I_{n_TRAFO2} + I_{n_TRAFO3} + I_{n_TRAFO4} = 8 \cdot 7,49 + (7,49 + 3,74 + 3,74) = 74,98 \text{ A}$$

Esta corrente apesar de ser bem maior que a corrente nominal não caracteriza sobrecarga ou curto-circuito. Portanto o relé não deverá atuar para esta corrente com tempo de 0,1 segundos.

Corrente de Magnetização do Transformador – Neutro

A corrente de neutro de magnetização dos transformadores pode ser calculada como sendo 1/3 da corrente de magnetização de fase dos transformadores.

$$I_{mag_NEUTRO} = \frac{I_{mag_FASE}}{3} = \frac{74,98}{3} = 24,99 \text{ A}$$

Ponto ANSI - Fase

O ponto ANSI é o máximo valor de corrente que um transformador pode suportar durante um período definido de tempo sem danificar. A curva de atuação do relé deve ficar abaixo do ponto ANSI do transformador de menor potência, tanto para a proteção de fase como para proteção do neutro.

O transformador de menor potencia (02 e 03) é de 150 kVA e tem uma impedância percentual de 5%.



Tabela 1: Cálculo da Corrente ANSI

Z% (Ω)	Ponto ANSI (A)	Tempo Máximo de Duração (s)
4	$25 \cdot I_n$	2
5	$20 \cdot I_n$	3
6	$16,6 \cdot I_n$	4
7	$14,3 \cdot I_n$	5

$$I_{ANSI_FASE} = 20 \cdot I_{n_TRAFO(02e03)} = 20 \cdot 3,74 = 74,80 \text{ A}$$

$I_{ANSI_FASE} = 74,80 \text{ A}$, para um tempo de 3 segundos.

É importante observar que a curva de atuação do rele deverá ficar “abaixo” do ponto ANSI do transformador de menor potência, tanto para a proteção de fase quanto para a proteção de neutro (terra) do sistema.

O ponto ANSI para a corrente de fase dos transformadores de 300 kVA de potência é igual a:

$$I_{ANSI_FASE} = 20 \cdot I_{n_TRAFO(01e02)} = 20 \cdot 7,49 = 149,80 \text{ A} , \text{ para um tempo de 3 segundos.}$$

Ponto ANSI – Neutro

O ponto ANSI para a corrente de neutro do transformador de menor potência pode ser calculado como sendo 1/3 do ponto ANSI para a fase do transformador.

$$I_{ANSI_NEUTRO} = \frac{I_{ANSI_FASE}}{3} = \frac{74,80}{3} = 24,93 \text{ A}$$

$I_{ANSI_NEUTRO} = 24,93 \text{ A}$, para um tempo de 3 segundos.

O ponto ANSI para a corrente de neutro dos transformadores de 300 kVA de potência é igual a:

$$I_{ANSI_NEUTRO} = \frac{I_{ANSI_FASE}}{3} = \frac{149,80}{3} = 49,93 \text{ A} , \text{ para um tempo de 3 segundos.}$$



Corrente de Partida do Relé – Fase (I_{pR_FASE})

A corrente de partida no relé de fase é calculada como sendo 40% da corrente nominal.

$$I_{pR_FASE} = I_n \cdot 1,4 = 8,52 \cdot 1,4 = 11,93 \text{ A}$$

Corrente de magnetização na partida da fase

$$I_{mag_FASE} = 8 \cdot I_{n_TRAFO1} + I_{n_TRAFO2} + I_{n_TRAFO3} + I_{n_TRAFO4} = 8 \cdot 7,49 + (7,49 + 3,74 + 3,74) = 74,98 \text{ A}$$

Corrente de Partida do Relé- Neutro (I_{pR_NEUTRO})

A corrente de partida no relé de neutro é calculada como sendo 1/3 da corrente de partida do relé de fase.

$$I_{pR_NEUTRO} = \frac{I_{pR_FASE}}{3} = \frac{11,93}{3} = 3,97 \text{ A}$$

8.5. Parâmetro do Relé

Ajuste do relé de sobrecarga conforme funções 50, 50N, 51 e 51N.

Função 50 – Sobrecarga Instantânea – Fase:

$$\text{Função (50)} = I_{mag_FASE} \cdot 1,4 = 74,98 \cdot 1,4$$

$$\text{Função (50)} = 104,97 \text{ A}$$

Função 51 – Sobrecarga Temporizada – Fase

$$\text{Função (51)} = I_{p_FASE}$$

$$\text{Função (51)} = 11,93 \text{ A}$$

Função 50N – Sobrecarga Instantânea – Neutro

$$\text{Função (50N)} = \frac{\text{Função (50)}}{3} = \frac{104,97}{3}$$



Função (50N) = 34,99 A

Função 51N – Sobrecarga Temporizada – Neutro

$$\text{Função (51N)} = \frac{\text{Função (51)}}{3} = \frac{11,93}{3}$$

Função (51N) = 3,97 A

Tabela 2: Parâmetros do Relé - Proteção Temporização para a atuação do relé.

Corrente de Proteção Temporizada	Corrente (A)	Função
Corrente de fase	11,93	Ajuste função ANSI 51
Corrente de Neutro	3,97	Ajuste função ANSI 51N

Tabela 3: Parâmetros do Relé - Proteção Instantânea para atuação do Relé.

Corrente de Proteção Instantânea	Corrente (A)	Função
Corrente de Fase	104,97	Ajuste função ANSI 50
Corrente de Neutro	34,99	Ajuste função ANSI 50N

8.6. Cálculo do tempo de atuação do Relé

O tempo de atuação do relé depende das constantes k e α, que dependem do tipo de temporização, de acordo com a tabela abaixo:

Tabela 4: Tipos de temporização e constantes características.

Curvas Padronizadas	k	α
Normalmente Inversa (NI)	0,14	0,02
Extremamente Inversa (EI)	80	2
Muito Inversa (MI)	13,5	1



Tempo de operação do relé de Fase

Para calcular o tempo de atuação do relé será utilizada a curva característica Extremamente Inversora (EI).

O tempo de operação para proteção de sobrecorrente de fase do relé de proteção depende do valor do múltiplo, do dial de tempo e do tipo de temporização, e será calculada através da expressão abaixo:

$$K = 80 \qquad \alpha = 2,0 \qquad \beta = 0,2$$

$$t_{FASE} = \frac{K \cdot \beta}{\left(\frac{I_{ANSI_FASE}}{I_{p_FASE}} \right)^{\alpha} - 1} = \frac{80 \cdot 0,2}{\left(\frac{74,80}{11,93} \right)^2 - 1} = 0,417626 \text{ seg}$$

Tempo de operação do relé de Neutro

O tempo de operação para proteção de sobrecorrente de neutro do relé de proteção depende do valor do múltiplo de corrente, do dial de tempo e do tipo de temporização, através da expressão abaixo:

$$K = 80 \qquad \alpha = 2,0 \qquad \beta = 0,2$$

$$t_{FASE} = \frac{K \cdot \beta}{\left(\frac{I_{ANSI_NEUTRO}}{I_{p_NEUTRO}} \right)^{\alpha} - 1} = \frac{80 \cdot 0,2}{\left(\frac{24,93}{3,97} \right)^2 - 1} = 0,417626 \text{ seg}$$

Como pode ser visto nos gráficos em anexo o diferencial de tempo entre as curvas da CELESC e do disjuntor é maior que 0,417626 segundos, conforme item 4.3.1 – subitem e, do adendo 02 (Adequação das Normas Técnicas NT – 01- AT – NT – 03 e Adendo a NT – 03 a revisão da Norma NBR 14039 da ABNT).

$$\Delta t = 0,417626 \text{ segundos}$$

Diferencial de tempo entre as curvas é de 0,4176 segundos.



8.7. Cálculo da corrente primária de TC

A corrente primária do TC deverá ser maior que a máxima corrente de curto-circuito dividida por 20, para que os TC's não entrem em saturação, ou seja:

$$I_{PTC} > \frac{I_{CC3F}}{20} = \frac{880}{20} = 44,0 \text{ A}$$

A relação de transformação do TC será:

$$RTC = \frac{I_{PTC}}{I_{STC}} = \frac{50}{5} = 10$$

O TC adotado será de:

$$I_{PTC} = 50 \text{ A}$$

$$I_{STC} = 5 \text{ A (Padrão)}$$

Tabela 5: Especificação dos TC's de Proteção

Descrição da Especificação dos TC's	
Corrente Nominal	50/5
Relação Nominal	10:1
Classe de Tensão	25 kV
Frequência Nominal	60 Hz
Carga Nominal	25 VA
Fator de sobrecorrente	20
Classe de Exatidão	10% - 10B100
Fator Térmico	1,2
Uso	Interno



8.8. Cálculo dos TAPE do relé de fase

Para calcular o TAPE de fase do relé, deve-se escolher o fator que representará a sobrecarga admissível na instalação. Este valor é entre 1,2 e 1,5, fator de segurança (FSc). A corrente nominal do transformador deve ser multiplicada por esse valor, para determinar a corrente máxima de sobrecarga entre as fases. Considerando que o relé irá enxergar a corrente que passa pelo secundário dos TC's, o valor deste TAPE será:

Fator de segurança adotado (FSc): 1,3

$$TAPE_F > \frac{FSc \cdot I_N}{RTC} = \frac{1,3 \cdot 8,52}{10} = 1,1076 \text{ A}$$

O $TAPE_F$ adotado será de:

$$TAPE_F = 1,30 \text{ A}$$

Verificação de não atuação para corrente de segurança.

$$I_{SEGUR(F)} = FSc \cdot I_N = 1,3 \cdot 8,52 = 11,076 \text{ A}$$

A corrente de TRIP de fase é dada por:

$$I_{TRIP(F)} = RTC \cdot TAPE_F = 10 \cdot 1,3 = 13 \text{ A}$$

O relé não deve operar para a corrente de segurança.

$$I_{TRIP(F)} > I_{SEGUR(F)} \\ 13 > 11,076$$

Desta forma o relé não atuará para a corrente de segurança.



8.9. Cálculos do TAPE do relé neutro

Para calcular o TAPE de neutro do relé, deve-se escolher o fator que representará a segurança na instalação da SE, em relação à corrente que passa pelo condutor neutro, que em um circuito equilibrado deveria ser nula. Porém, dificilmente uma instalação terá circuitos perfeitamente equilibrados. Normalmente, escolhe-se este valor entre 0,1 e 0,3 para o fator de desequilíbrio (FDs). A corrente nominal deve ser multiplicada por esse valor, para determinar a corrente máxima de desequilíbrio entre as fases. Considerando que o relé irá enxergar a corrente que passa pelo secundário dos TC's, o valor deste TAPE será:

FDs = 0,2 (Adotado)

$$TAPE_N > \frac{FDs \cdot I_N}{RTC} = \frac{0,2 \cdot 8,52}{10} = 0,1704 \text{ A}$$

O $TAPE_N$ adotado será de:

$$TAPE_N = 0,40 \text{ A}$$

Verificação de atuação para a corrente de desequilíbrio.

$$I_{SEGUR(N)} = FDs \cdot I_N = 0,2 \cdot 8,52 = 1,704 \text{ A}$$

A corrente de TRIP de neutro é dada por:

$$I_{TRIP(N)} = RTC \cdot TAPE_N = 10 \cdot 0,4 = 4,00 \text{ A}$$

O relé não deve operar para a corrente de segurança.

$$I_{TRIP(N)} > I_{SEGUR(N)} \\ 4,00 > 1,704$$

Desta forma o relé não atuará para corrente de segurança.



8.10. Especificação do TP de proteção

O TP para a proteção geral da alta tensão deverá ter as características estabelecidas na tabela abaixo:

Descrição da Especificação do TP	
Tensão Primária	23000
Relação Nominal	200:1
Tensão Máxima do Equipamento	36,2 kV
Tensão Suportável Nominal à frequência industrial durante 1 minuto	70 kV
Tensão Suportável Nominal de Impulso Atmosférico (kV crista)	200 kV
Nível de Isolamento	≤ 242 kV
Frequência Nominal	60 Hz
Carga Nominal	P 25
Classe de Exatidão	1,2
Grupo de Ligação	Grupo 1
Fator de Sobre Tensão	1,15
Uso	Interno



8.11. Ajuste dos Relés

O ajuste do relé para acionamento automático do disjuntor de proteção geral de alta tensão deverá ser configurado através dos valores definidos na tabela abaixo:

Ajuste de Fase			TC	
Local	Subestação	Tensão (kV)	Primário	Secundário
76212	HOE	23,1	50	5
Ajuste de Fase				
Relé	TAP	T/C	I _{inst} (instantâneo) (A)	I _n (nominal) (A)
PEXTRON RPE 7104	1,3		104,97	8,52
Ajuste de Neutro				
Relé	TAP	T/C	I _{inst} (instantâneo) (A)	I _n (nominal) (A)
PEXTRON RPE 7104	0,4		34,99	3,97
I pick-up (A)			I (instantâneo)	
Fase	Neutro		Fase	Neutro
11,93	3,97		104,97	34,99

No ANEXO B estão às curvas de coordenação.

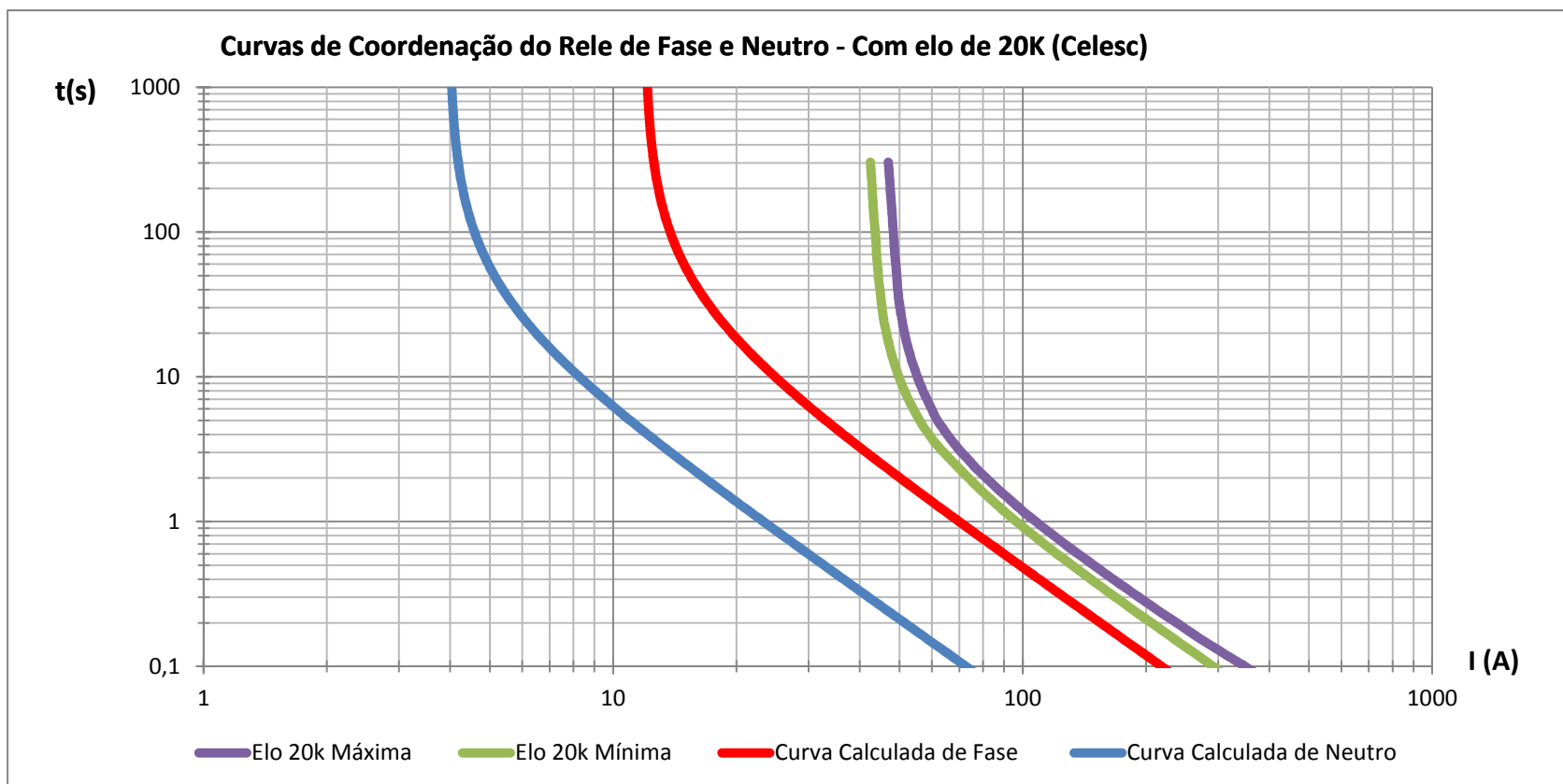
Prefeitura Municipal de Capinzal

CNPJ: 82.939.406/0001-07

Engº. Paulo Ricardo de Bortolo

CREA/SC 077962-1

9. ANEXO B – Curvas de Coordenação



Delta t = 0,417626 seg, $TAP_{NEUTRO} = 0,4A$, $TAP_{FASE} = 1,3A$, $I_{pNEUTRO} = 3,97A$, $I_{pFASE} = 11,93A$, $I_n = 8,52A$

