



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE**  
**DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS**  
**GERÊNCIA DE PROJETOS E OBRAS**



**CONCORRÊNCIA Nº 18.10.000004911-0**

**ESTUDOS E PROJETOS  
PARA AMPLIAÇÕES DO  
SISTEMA DE  
ABASTECIMENTO DE  
ÁGUA PONTA DO ARADO**

**VOLUME 3: SUBESTAÇÃO TRANSFORMADORA DMAE 69 kV  
PONTA DO ARADO**

**TOMO 3.2 – PROJETO BÁSICO ELÉTRICO, ELETROMECAÂNICO E  
CIVIL**

**CADERNO 3.2.3 – ESTUDO DE CURTO CIRCUITO, COORDENAÇÃO E  
SELETIVIDADE**



**Revisão 02  
(Maio/2020)**

**CODIFICAÇÃO DO RELATÓRIO**

| <b>Código do Relatório:</b>           | SE69 900 0E MD 004 R00.docx   |                  |                            |
|---------------------------------------|---|------------------|----------------------------|
| <b>Título do Documento:</b>           | <b>VOLUME 3: SUBESTAÇÃO TRANSFORMADORA 69 kV</b><br>Tomo 3.2 – Projeto Básico Elétrico, Eletromecânico e Civil<br>Caderno 3.2.3 - Estudo Curto Circuito, Coordenação e Seletividade |                  |                            |
| <b>Resp. Aprovação Inicial:</b>       | Luiz Eduardo Piazza   |                  |                            |
| <b>Data da Aprovação Inicial:</b>     | 31/03/2020  |                  |                            |
| <b>Quadro de Controle de Revisões</b> |   |                  |                            |
| <b>Análise nº:</b>                    | <b>Justificativa/Discriminação da Revisão</b>   | <b>Aprovação</b> |                            |
|                                       |   | <b>Data</b>      | <b>Nome do Responsável</b> |
| 00                                    | Emissão Inicial   | 31/03/20         | Luiz Eduardo Piazza        |
| 01                                    | Atendendo comentários   | 25/04/2020       | Luiz Eduardo Piazza        |
| 02                                    | Alterado padrão de apresentação   | 13/05/2020       | Luiz Eduardo Piazza        |

**EQUIPE TÉCNICA E DE GERENCIAMENTO DO CONTRATO:**

Responsável Técnico:

Engº Luiz Eduardo Piazza

Coordenador do Projeto:

Engº Luiz Eduardo Piazza

Técnicos de Nível Superior:

Engº João Paulo Schedler  
Engº Claudio Luis Creitchmann  
Eng Henrique Bergamo Giacomel  
Eng Sergio Giger  
Engº Gilberto Cracco  
Arqª Carolina Piazza  
Arqº Pedro Malmann

Técnicos:

Jônatas Rodrigues Blume  
Raquel Moraes Prestes  
Thielly Bervanger

**PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE  
DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS**

**APRESENTAÇÃO**

Com o intuito de consubstanciar ações de melhoria da eficiência na exploração dos serviços de gestão de água de Porto Alegre, o Departamento Municipal de Água e Esgotos (DMAE) da Prefeitura de Porto Alegre contratou a Ecolux Engenharia Ltda., para o desenvolvimento do contrato Nº 18.10.000004911.0, ***Contratação de elaboração dos projetos elétricos para o Sistema de Abastecimento de Água Ponta do Arado.***

Os objetivos e as metas a considerar no desenvolvimento das soluções elétricas para o ***Sistema de Abastecimento de Água Ponta do Arado*** visam garantir os níveis de confiabilidade, qualidade e desempenho operacional atualmente exigíveis no contexto das diretrizes, os critérios e princípios estabelecidos especificamente pelo DMAE.

Porto Alegre, maio de 2020

---

Engº Luiz Eduardo Piazza  
Coordenador e Responsável Técnico

## SUMÁRIO

### SUMÁRIO

#### VOLUME 1 – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA – ETA PONTA DO ARADO

##### TOMO 1.1 – Projeto Básico Elétrico e de Automação

Caderno 1.1.1 – Memorial Descritivo e Especificações Técnicas

Caderno 1.1.2 – Peças Gráficas

##### TOMO 1.2 – Relação de Materiais, Orçamento e Comprovantes de Preço

Caderno 1.2.1 – Projeto Elétrico e de Automação, Projeto Arquitetônico e Projeto Estrutural

#### VOLUME 2 – ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO DE ÁGUA TRATADA – EBAT PONTA DO ARADO

##### TOMO 2.1 – Projeto Básico Elétrico e de Automação

Caderno 2.1.1 – Memorial Descritivo e Especificações Técnicas e Peças Gráficas

##### TOMO 2.2 – Projeto Básico Arquitetônico

Caderno 2.2.1 – Memorial Descritivo, Especificações Técnicas e Peças Gráficas

##### TOMO 2.3 – Projeto Básico Estrutural

Caderno 2.3.1 – Memorial Descritivo, Especificações Técnicas e Peças Gráficas

##### TOMO 2.4 – Relação de Materiais, Orçamento e Comprovantes de Preço

Caderno 2.4.1 – Projeto Elétrico e de Automação, Projeto Arquitetônico e Projeto Estrutural

#### VOLUME 3 – SUBESTAÇÃO TRANSFORMADORA DMAE 69 KV PONTA DO ARADO

##### TOMO 3.1 – Projeto Básico da Casa de Comando

Caderno 3.1.1 – Memorial Descritivo, Especificações Técnicas e Peças Gráficas

##### TOMO 3.2 – Projeto Básico Elétrico, Eletromecânico e Civil

Caderno 3.2.1 – Memorial Descritivo e Especificações Técnicas

Caderno 3.2.2 – Estudo e Cálculos da Malha de Aterramento

Caderno 3.2.3 – Estudo de Curto Circuito, Coordenação e Seletividade

Caderno 3.2.4 – Pesquisa Geotécnica - Sondagem

Caderno 3.2.5 – Peças Gráficas

TOMO 3.3 – Relação de Materiais, Orçamento e Comprovantes de Preço

Caderno 3.3.1 – Casa de Comando e Subestação Transformadora 69kV

VOLUME 4 – ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO DE ÁGUA BRUTA – EBAB PONTA DO ARADO

TOMO 4.1 – Ampliação de Instalações Elétricas

Caderno 4.1.1 – Memorial Descritivo e Especificações Técnicas e Peças Gráficas

Caderno 4.1.2 – Relação de Materiais, Orçamento e Comprovantes de Preço

## ÍNDICE

### ELABORAÇÃO DOS PROJETOS ELÉTRICOS PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PONTA DO ARADO

#### CONCORRÊNCIA DMAE Nº 18.10.000004911.0

#### TOMO 3.2 – PROJETO BÁSICO ELÉTRICO, ELETROMECAÂNICO E CIVIL CADERNO 3.2.1 – MEMORIAL DESCRITIVO E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

|       |   |   |
|-------|---|---|
| 1     | Objetivo.....   | 1 |
| 2     | Dados do Cliente e do Engenheiro Projetista .....                     | 2 |
| 3     | Parâmetros ref. Estudo de Proteção, Coordenação e Seletividade.....   | 2 |
| 3.1   | Dados da Concessionária de Energia .....                              | 2 |
| 3.1.1 | Ajustes do Relé da Concessionária .....                               | 2 |
| 3.2   | Dados do Cliente/Consumidor – CLI/CONS.....                           | 3 |
| 3.3   | Transformadores de Potência .....                                     | 3 |
| 4     | Resumo do Estudo de Proteção (50/51 e 50/51N) .....                   | 3 |
| 4.1   | Relé do Cliente .....   | 3 |
| 4.2   | Transformadores de Corrente .....                                     | 3 |
| 4.3   | Corrente de Magnetização .....  | 3 |
| 4.4   | ANSI do Transformador 10/12,5 MVA.....                                | 4 |
| 4.4.1 | Dados da Corrente de Curto Circuito .....                             | 4 |
| 5     | Memória de Cálculos .....   | 4 |
| 5.1   | Valores de Base .....   | 4 |
| 5.2   | Curto Circuito na Barra de Alta Tensão (primário) .....               | 4 |
| 5.3   | Curto Circuito na Barra de Média Tensão (secundário) .....            | 5 |
| 5.4   | Dimensionamento do Transformador de Corrente – TC – Lado 69 kV .....  | 6 |
| 5.5   | Ponto ANSI.....   | 7 |
| 5.6   | Ajuste das Curvas de Proteção .....                                   | 7 |
| 5.7   | Ajuste da Unidade Instantânea de Fase – (50F) – Alimentador ETA ..... | 7 |
| 5.8   | Ajuste da Unidade Temporizada de Fase (51F) –Alimentador ETA.....     | 7 |
| 5.9   | Ajuste da Unidade Instantânea de Neutro (50N) –Alimentador ETA.....   | 8 |
| 5.10  | Ajuste da Unidade Temporizada de Neutro (51N) –Alimentador ETA.....   | 8 |
| 5.11  | Ajuste da Temporização de 51F – Alimentador da ETA.....               | 8 |

|      |   |    |
|------|---|----|
| 5.12 | Ajuste da Temporização de 51N - Alimentador da ETA .....              | 8  |
| 5.13 | Ajuste da Unidade Instantânea de Fase (50F) –Alimentador 69 KV .....  | 8  |
| 5.14 | Ajuste da Unidade Temporizada de Fase (51F) –Alimentador 69 kV.....   | 9  |
| 5.15 | Ajuste da Unidade Instantânea de Neutro (50N) –Alimentador 69 Kv..... | 9  |
| 5.16 | Ajuste da Unidade Temporizada de Neutro (51N) –Alimentador ETA.....   | 9  |
| 5.17 | Ajuste da Temporização de 51F – Alimentador da ETA.....               | 9  |
| 5.18 | Ajuste da Temporização de 51N - Alimentador da ETA .....              | 9  |
| 5.19 | Ajuste da Unidade Diferencial (87T).....                              | 10 |
| 6    | Resumo dos Ajustes da Proteção.....                                   | 10 |
| 6.1  | Ajustes do Relé do DMAE – ALIMENTADOR DA ETA .....                    | 10 |
| 6.2  | Ajustes do Relé do DMAE – ALIMENTADOR 69 KV.....                      | 10 |
| 6.3  | Transformadores (Corrente/Tempo ANSI) .....                           | 11 |
| 6.4  | Resumo das Correntes de Curto Circuito.....                           | 11 |
| 6.5  | Observações e Considerações Finais .....                              | 11 |
| 7    | Anexos.....   | 12 |

## 1 Objetivo

O presente estudo de Coordenação e Seletividade referente a Subestação Transformadora DMAE 69kV Ponta do Arado com potência instalada de 10/12,5 MVA, e relação de transformação 69 kV/13,8 kV, vem contemplar o item 3.6.6. do termo de referência da licitação. Porém como o “bay” de saída da Subestação PAL14 da CEEE ainda não foi dimensionado, não é possível desenvolver uma coordenação fiel. Entretanto, este estudo Considerou a proteção dos equipamentos na Subestação DMAE 69kV, devendo, contudo, ser complementado durante a fase de execução da Obra, ficando a cargo da empresa responsável pela execução da obra, realizar as adaptações necessárias em função dos dados que futuramente serão disponibilizados pela CEEE e que atualmente não existem.

A Subestação DMAE 69kV será alimentada a partir de um alimentador de 69 kV a ser definido e dimensionado pela CEEE, tendo como fonte um futuro “bay” de saída da Subestação CEEE - PAL 14.

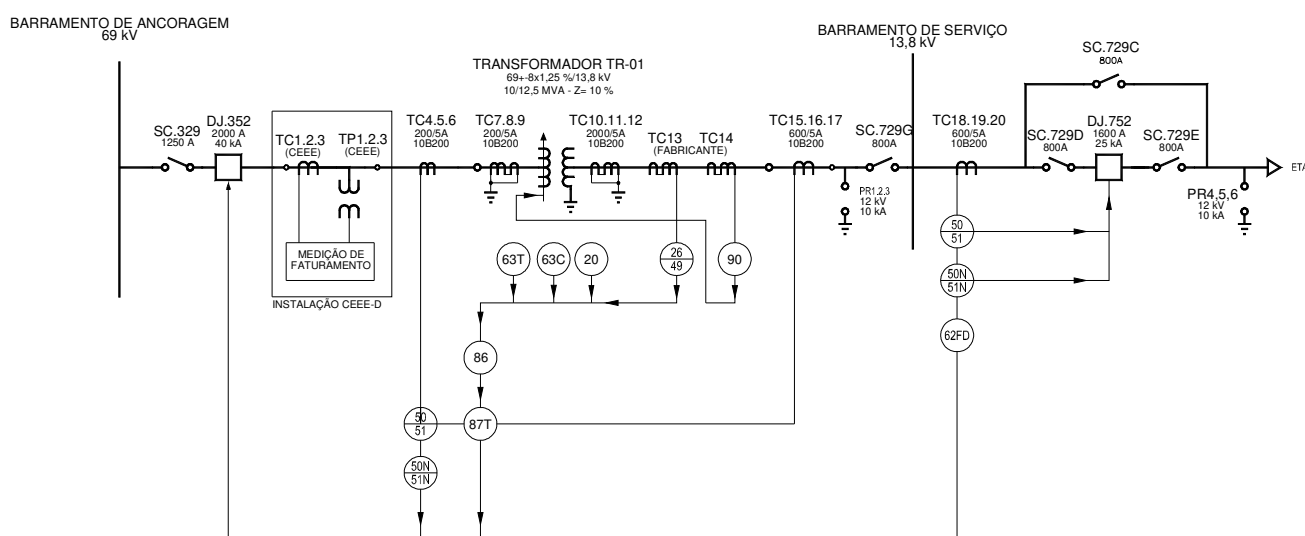


Fig. 1 : Diagrama Unifilar da instalação



## 2 Dados do Cliente e do Engenheiro Projetista

Razão Social: Ecolux Engenharia Ltda  
CNPJ: 04.730.975/0001-26  
Inscrição Estadual: 096/3736345  
Inscrição Municipal: 195491-21  
Endereço: Rua Ladislau Neto, 504  
Bairro: Ipanema – CEP 910.760-070 – Porto Alegre/RS  
Responsável Técnico: Luiz Eduardo Piazza  
CREA/RS: 069.970-D  
Telefone: (51) 3209.9790  
e-mail: ecolux@ecolux-rs.com.br

## 3 Parâmetros ref. Estudo de Proteção, Coordenação e Seletividade

### 3.1 Dados da Concessionária de Energia

Tensão nominal MT: 72,5 kV Impedância da rede:

$$Z1 = 0,0403 + j 0,1715 \text{ ou } 0,1761 \angle 76,78^\circ \text{ pu}$$

$$Z0 = 4,42347 + j 16,5312 \text{ ou } 0,3594 \angle 75,02^\circ \text{ pu}$$

- Resistência de falta: 40  $\Omega$  Curto(A):  $I_{cc3\Phi} = 3.526,80 \text{ A}$ ;  $I_{cc3\Phi A} = 4.866,98 \text{ A}$ ;  $I_{cc2\Phi} = 3054,30 \text{ A}$ ;

#### 3.1.1 Ajustes do Relé da Concessionária

| Parâmetro | Descrição                          | Valor  | Unidade |
|-----------|------------------------------------|--------|---------|
| 50F       | Corrente instantânea de fase       | XXXX   | A       |
| 51F       | Corrente temporizada de fase       | XXXX   | A       |
|           | Curva de Fase                      | IEC-?? |         |
|           | Múltiplo de tempo fase (dialtime)  | X,X    |         |
| 50N       | Corrente instantânea de neutro     | XXXX   | A       |
| 51N       | Corrente temporizada de neutro     | XXXX   | A       |
|           | Curva de neutro                    | IEC-?? |         |
|           | Múltiplo de tempo neutro(dialtime) | X,X    |         |

Obs: Os dados acima não foram fornecidos pela Concessionária. Estes dados não existem em função da não implementação, até a presente data, do “bay” de saída da Subestação da CEEE-D - PAL-14 e, portanto, este estudo deverá ser reavaliado pela empresa contratada para a execução da obra da Subestação Transformadora DMAE 69kV Ponta do Arado a fim de compatibilizar com os dados fornecidos futuramente.

### 3.2 Dados do Cliente/Consumidor – CLI/CONS

Demanda contratada: 8 MW (previsto)

Fator de potência: 0,9484 (mínimo)

Transformadores: 1 x 10/12,5 MVA

Potência instalada: 7.705,01 kW

Potência demandada: 8.136,01 kVA ( $I_n = 340,38$  A – em 13,8 kV)

Cabo de entrada (AT): 477 MCM – COSMOS - Z1:  $0,1192 + j 0,3978$  [ $\Omega/\text{km}$ ] (Desprezível para o cálculo)

Cabo de entrada (MT): 336,5 MCM – TULIP - Z1:  $0,1686 + j 0,3809$  [ $\Omega/\text{km}$ ] (Desprezível para o cálculo)

### 3.3 Transformadores de Potência

| # | S(kVA)     | $I_n$ (A) | V(bt) | Z%(pu) | Lig        | IMAG ( $K \cdot I_n$ )   |
|---|------------|-----------|-------|--------|------------|--------------------------|
| 1 | 10/12,5MVA | 104,59    | 69KV  | 10     | $\Delta/Y$ | 836,72 ( $8 \cdot I_n$ ) |

## 4 Resumo do Estudo de Proteção (50/51 e 50/51N)

Considerando que os valores de corrente estão referenciados a 69 kV, teremos o seguinte.

### 4.1 Relé do Cliente

| #      | Part[A] | Inst[A] | DT  | Curva  | $T_{DEF}(s)$ | $I_{DEF}(A)$ |
|--------|---------|---------|-----|--------|--------------|--------------|
| FASE   | 80      | 1.000   | 0,1 | IEC-EI | -            | -            |
| NEUTRO | 40      | 120     | 0,1 | IEC-EI | -            | -            |

Curva escolhida IEC-EI:  $DT=0,1$

$$t = \frac{k_1}{I^{K2}} \times DT$$

- $t$  = tempo de atuação do relé em segundos;
- $DT$  = ajuste do multiplicador de tempo (dialtime);
- $I$  = relação  $I_c / I_p$ , ou seja, corrente circulante / corrente de partida Dados das Curvas

### 4.2 Transformadores de Corrente

69kV: ANSI: 10B100

13,8kV: ANSI: 10B100

### 4.3 Corrente de Magnetização

Método Parcial:

$KxI_n$  (maior trafo) + somatório  $I_n$  dos demais;

Como há somente um transformador, faremos ...

$$I_{rush} = 8xI_n = 8x \frac{12500}{\sqrt{3} \times 69} = 836,72 \text{ A}$$

$$I_{rush} = 836,72 \text{ A}$$

Duração: 0,1 segundo

#### 4.4 ANSI do Transformador 10/12,5 MVA

|   | TRAFO       | TRAFO    | TRAFO | ANSI      | ANSI       | ANSI  |
|---|-------------|----------|-------|-----------|------------|-------|
| # | Potência    | Inom     | ELO   | Fase      | Neutro     | Tempo |
| 1 | 10/12,5 MVA | 104,59 A | -     | 2.614,75A | 2.614,75 A | 2S    |

##### 4.4.1 Dados da Corrente de Curto Circuito

|              | Local 3 $\Phi$ | 3 $\Phi$ Ass | $\Phi$ T | $\Phi$ TAss | $\Phi$ TMin |
|--------------|----------------|--------------|----------|-------------|-------------|
| Barra CONS   | 3.526,80       | 4.866,98     | 3.527,19 | 4.867,52    | 2.790,95    |
| Barra MT/CLI | 4.217,72       | 6.031,34     | 5.357,32 | 7.660,97    | 3.315,65    |

## 5 Memória de Cálculos

Considerando que os valores de corrente estão sempre referidos à média tensão, teremos o que segue

### 5.1 Valores de Base

$$S_b = 100 \text{ MVA};$$

$$V_b = 69 \text{ kV};$$

$$Z_b = 47,6100 \Omega$$

$$I_{bAT} = 836,74 \text{ A}$$

Impedâncias:

$$Z_{1s} = 1,91957 + j 8,16637 \Omega \quad Z_{1s} = 0,0403 + j 0,1715 \text{ pu}$$

$$Z_{0s} = 4,42347 + j 16,5312 \Omega \quad Z_{0s} = 0,0929 + j 0,3472 \text{ pu}$$

$$Z_{rf} = 40 + j 0,00 \Omega \quad Z_{rf} = 0,8402 + j 0 \text{ pu}$$

### 5.2 Curto Circuito na Barra de Alta Tensão (primário)

Impedâncias:

$$Z_1 = Z_{Xrede} + Z_{Xcli} = 0,0403 + j 0,1715 (0,1761 | 76,78^\circ) \text{ pu}$$

$$Z_0 = Z_{Xrede} + Z_{Xcli} = 0,0929 + j0,3472 \text{ (0,3594 | 75,02°) pu}$$

$$Z_T = 2 \cdot Z_1 + Z_0 = 0,1735 + j0,6902 \text{ (0,7116 | 75,89°) pu}$$

$$FA(Z_1) = 1,38^1$$

$$FA(Z_T) = 1,38^1$$

Resultados:

$$I_{cc3\Phi} = I_b(AT)/Z_1 = 3.526,80 \text{ A}$$

$$I_{cc3\Phi A} = I_{cc3\Phi} \cdot FA(Z_1) = 4.866,98 \text{ A}$$

$$I_{cc\Phi T} = I_b(AT) \cdot X/(Z_T) = 1.175,60 \text{ A}$$

$$I_{cc\Phi TA} = I_{cc\Phi T} \cdot FA(Z_T) = 1.622,33 \text{ A}$$

$$I_{cc\Phi Tm} = I_b(AT) \cdot \sqrt{3}/(Z_T + Z_F) = 902,59 \text{ A}$$

### 5.3 Curto Circuito na Barra de Média Tensão (secundário)

Transformador #1 (único)

Características do transformador:

$$S=10/12,5\text{MVA} \quad I_n=104,59\text{A} \quad Z\% = 10 \text{ pu} \quad \text{Lig} = \Delta - Y_a \quad I_{mag}=836,72 \quad V_{(bt)}=13,8 \text{ kV}$$

Impedâncias:

$$Z_{1TR} = 0,1600 + j0,8000 \text{ (0,81584 | 78,69°) pu}$$

$$Z_{0TR} = 0,85 \cdot Z_{1TR} = 0,1360 + j0,6800 \text{ (0,69347 | 78,70°) pu}$$

$$Z_1 = Z_{1rede} + Z_{1cliente} + Z_{1tr} = 0,2003 + j0,9715 \text{ (0,9920 | 78,35°) pu}$$

$$Z_0 = Z_{0tr} = 0,4935 + j2,2902 \text{ (2,3430 | 77,83°) pu}$$

$$Z_T = 2 \cdot Z_1 + Z_0 = 1,3876 + j6,5234 \text{ (6,6693 | 77,99°) pu}$$

$$FA(Z_1) = 1,43^1$$

$$FA(Z_T) = 1,43^1$$

Resultados:

$$I_{cc3\Phi} = I_b(AT)/Z_1 = 4.217,72 \text{ A}$$

$$I_{cc3\Phi A} = I_{cc3\Phi} \cdot FA(Z_1) = 6.031,34 \text{ A}$$

$$I_{cc\Phi T} = I_b(AT) \cdot X/(Z_T) = 5.357,32 \text{ A}$$

$$I_{cc\Phi TA} = I_{cc\Phi T} \cdot FA(Z_T) = 7.660,97 \text{ A}$$

$$I_{cc\Phi Tm} = I_b(AT) \cdot \sqrt{3}/(Z_T + Z_F) = 3.315,65 \text{ A}$$

<sup>1</sup> FA=Fator de assimetria – João Mamede Filho – Instalações Elétricas 7ª ed. Tabela 5.1 – pg. 234

## 5.4 Dimensionamento do Transformador de Corrente – TC – Lado 69 kV

### Lado 69kV

DEMANDA = 8.136,01 kW (Id)  
 CARGA = 8,843,48 kVA (Ic)  
 FATOR DE SERVIÇO (sobrecorrente) = 2000% (FS)  
 $I_{cc3\Phi A} = 3.526,80 \text{ A}$

#### #Critério de $I_{ccm\acute{a}x}$ (critério da corrente de curto-circuito):

$I_{nTC} \geq I_{cc3\Phi A} / FS = 176,34A$ ; portanto

$I_{nTC} = 200$  e  $RTC = 200/5 = 40$

#### #Impedância total do secundário do TC:

$Z_{tc} = 0,0239 + j0,1198 \Omega$

$Z_{fio} = L/1000 * R_{fio} = 0,2952 + j0,0104i\Omega$  (cabo #6mm<sup>2</sup> c/Z = 3,69+j0,13  $\Omega$ /km, L= 80m)

$Z_{rel\acute{e}} = 0,2000 + j0,1200 \Omega$  (impedância de entrada do relé eletrônico)

$Z(BURDEN) = 0,5191 + j0,2502 \Omega$

#### #Carga no secundário (VA):

$I_{sec} = 5A$

Carga =  $Z(BURDEN) * I_{sec}^2 = XX,X \text{ VA}$

Carga =  $0,5762 * 5^2 = 14,50 \text{ [VA]}$

Utilizar TC com potência aparente de, no mínimo, 50 [VA]

#### #Tensão máxima suportável pelo TC:

$V_{m\acute{a}x} = (I_{ccm\acute{a}x}/RTC) * Z(BURDEN) = I_{cc3\Phi A}/RTC * Z(BURDEN)$

$V_{m\acute{a}x} = 3.526,80 / 40 * 0,58 \angle 77,83^\circ = \angle 50,81 \angle V$  (saturação)

#### Resultado final recomendado:

Relação: 200/5

Tensão: 100 Volts (para evitar saturação)

Potência mínima: 50 VA

Classe ANSI: 10B100-200/5

### Lado 13,8kV

DEMANDA = 8.136,01 kW (Id)  
 CARGA = 8,843,48 kVA (Ic)  
 FATOR DE SERVIÇO (sobrecorrente) = 2000% (FS)  
 $I_{cc3\Phi A} = 5.357,38 \text{ A}$

#### #Critério de $I_{ccm\acute{a}x}$ (critério da corrente de curto-circuito):

$I_{nTC} \geq I_{cc3\Phi A} / FS = 267,87A$ ; porém  $I_{nsec} = 522,96 \text{ A}$ ; portanto

$I_{nTC} = 600$  e  $RTC = 600/5 = 60$

#### #Impedância total do secundário do TC:

$Z_{tc} = 0,0614 + j0,3070 \Omega$

$Z_{fio} = L/1000 * R_{fio} = 0,2952 + j0,0104i\Omega$  (cabo #6mm<sup>2</sup> c/Z = 3,69+j0,13  $\Omega$ /km, L= 80m)

$Z_{rel\acute{e}} = 0,2000 + j0,1200 \Omega$  (impedância de entrada do relé eletrônico)

$Z(BURDEN) = 0,51566 + j0,4374 \Omega$

#### #Carga no secundário (VA):

$I_{sec} = 5A$

Carga =  $Z(BURDEN) * I_{sec}^2 = XX,X \text{ VA}$

Carga =  $0,7978 * 5^2 = 17,69 \text{ [VA]}$

Utilizar TC com potência aparente de, no mínimo, 50 [VA]

#### #Tensão máxima suportável pelo TC:

$$V_{\text{máx}} = (I_{\text{ccmáx}}/RTC) * Z(\text{BURDEN}) = I_{\text{cc}3\Phi A}/RTC * Z(\text{BURDEN})$$

$$V_{\text{máx}} = 5.357,38 / 60 * 0,7078 \angle 38,16^\circ = 20,81 \angle V \text{ (saturação)}$$

#### Resultado final recomendado:

Relação: 600/5

Tensão: 100 Volts (para evitar saturação)

Potência mínima: 50 VA

Classe ANSI: 10B100-600/5

### 5.5 Ponto ANSI

$$S=10/12,5\text{MVA} \quad I_n=104,59\text{A} \quad Z\% = 10 \text{ pu} \quad \text{Lig}=\Delta\text{-Ya} \quad I_{\text{mag}}=836,72 \quad V(\text{bt})=13,8\text{V}$$

$$I_{\text{ANSI}} = 25 * I_n$$

$$I_{\text{ANSI}} = 25 * 104,59\text{A} = 2.614,75\text{A} \text{ (corrente de linha = Neutro)}$$

Considera-se tempo de 3,125s

### 5.6 Ajuste das Curvas de Proteção

Considerando um fator de potência igual a 0,92 faremos ...

#### CORRENTE DE PARTIDA DE FASE:

$$P_c(\text{contrato}) = 8 \text{ MW (previsto)}$$

$$P_i(\text{instalada}) = 8.375,01 \text{ kVA}$$

$$P = \text{Menor Valor} = 7.705,01 \text{ kW}$$

$$I_{\text{pf}} = [P/(\sqrt{3} * V * \text{FP})] * k = [7.705,01 \text{ kW}/(\sqrt{3} * 13,8\text{kV} * 0,92)] * 1,3 = 91,10 \text{ A}$$

Considerando  $k=1,3$  (admitindo-se um desequilíbrio de 30% acima da carga máxima).

$$D_{\text{TF}} = 0,10\text{s} \text{ (arbitrado conforme coordenograma).}$$

#### CORRENTE DE PARTIDA DE NEUTRO:

$$I_{\text{pn}} = 0,1 * I_{\text{pf}} = 0,1 * 91,10\text{A} = 9,10\text{A}$$

Considerando a corrente de partida de neutro aproximadamente igual a 10% em relação a fase.

$$D_{\text{TN}} = 0,10\text{s} \text{ (arbitrado conforme coordenograma).}$$

### 5.7 Ajuste da Unidade Instantânea de Fase – (50F) – Alimentador ETA

Sabe-se que:

$$I_{\text{mag}}/RTC \leq I_{\text{s}(50F)} \leq I_{\text{cc}3\Phi A}/RTC, \text{ então:}$$

$$836,72 / 120 \leq I_{\text{s}(50F)} \leq 5.357,32 / 120$$

$$6,97 \leq I_{\text{s}(50F)} \leq 44,64 \quad \Rightarrow \quad I_{\text{s}(50F)} = 35 * 120 = 4.200 \text{ A}$$

### 5.8 Ajuste da Unidade Temporizada de Fase (51F) – Alimentador ETA

Sabe-se que:

$$FS * I_n / RTC \leq I_{\text{s}(51F)} \leq I_{\text{cc}3\Phi A} / RTC, \text{ então ...}$$

Admitindo-se um fator de segurança de 1,3 faremos:

$$1,3 \cdot 455,50 / 120 \leq I_{s(51F)} \leq 5.357,32 / 120$$

$$4,93 \leq I_{s(51F)} \leq 44,64 \quad \rightarrow \quad I_{s(51F)} = 18 \cdot 120 \approx 360 \text{ A}$$

## 5.9 Ajuste da Unidade Instantânea de Neutro (50N) –Alimentador ETA

Sabe-se que:

$$FDS \cdot I_n / RTC \leq I_{s(50N)} \leq I_{cc} \Phi_{TM} / RTC, \text{ então}$$

Admitindo-se um fator de desequilíbrio de 0,3 faremos:

$$0,30 \cdot 455,50 / 120 \leq I_{s(50F)} \leq 3.315,65 / 120$$

$$1,13 \leq I_{s(50N)} \leq 27,63 \quad \rightarrow \quad I_{s(50N)} = 4 \cdot 120 = 480 \text{ A}$$

## 5.10 Ajuste da Unidade Temporizada de Neutro (51N) –Alimentador ETA

Sabe-se que:

$$FDS \cdot I_n / RTC \leq I_{s(51N)} \leq I_{cc} \Phi_T / RTC, \text{ então:}$$

Admitindo-se um fator de desequilíbrio de 0,3 faremos:

$$0,30 \cdot 455,50 / 120 \leq I_{s(51N)} \leq 3.315,65 / 120$$

$$1,13 \leq I_{s(51N)} \leq 27,63 \text{ A} \quad \rightarrow \quad I_{s(51N)} = 1,5 \cdot 120 = 180 \text{ A}$$

## 5.11 Ajuste da Temporização de 51F – Alimentador da ETA

Sabe-se que  $t = \frac{k_1}{I^{K_2}} \times DT$  e também que  $I = I_c / I_p$ , então faremos:

$$t_{51F} = (K_1 \cdot DT) / [(I^{K_2} - 1)]$$

Sendo  $I_p = I_{pf}$

$DT = D_{TF} = \text{DESABILITADA}$

## 5.12 Ajuste da Temporização de 51N - Alimentador da ETA

Sabe-se que  $t = \frac{k_1}{I^{K_2}} \times DT$  e também que  $I = I_c / I_p$ , então faremos:

$$t_{51F} = (K_1 \cdot DT) / [(I^{K_2} - 1)]$$

Sendo  $I_p = I_{pf}$

$DT = D_{TN} = \text{DESABILITADA}$

## 5.13 Ajuste da Unidade Instantânea de Fase (50F) –Alimentador 69 KV

Sabe-se que:

$$I_{mag} / RTC \leq I_{s(50F)} \leq I_{cc} 3 \Phi_A / RTC, \text{ então:}$$

$$836,72 / 40 \leq I_{s(50F)} \leq 3.526,80 / 40$$

$$20,91 \leq I_{s(50F)} \leq 88,17 \quad \rightarrow \quad I_{s(50F)} = 25 \cdot 40 = 1.000 \text{ A}$$

#### 5.14 Ajuste da Unidade Temporizada de Fase (51F) –Alimentador 69 kV

Sabe-se que:

$$FS \cdot I_n / RTC \leq I_{s(51F)} \leq I_{cc3\Phi} / RTC, \text{ então ...}$$

Admitindo-se um fator de segurança de 1,3 faremos:

$$1,3 \cdot 104,59 / 40 \leq I_{s(51F)} \leq 3.526,80 / 40$$

$$3,39 \leq I_{s(51F)} \leq 133,17 \quad \rightarrow \quad I_{s(51F)} = 2 \cdot 40 = 80 \text{ A}$$

#### 5.15 Ajuste da Unidade Instantânea de Neutro (50N) –Alimentador 69 Kv

Sabe-se que:

$$FDS \cdot I_n / RTC \leq I_{s(50N)} \leq I_{cc\Phi TM} / RTC, \text{ então}$$

Admitindo-se um fator de desequilíbrio de 0,3 faremos:

$$0,30 \cdot 104,59 / 40 \leq I_{s(50F)} \leq 902,59 / 40$$

$$2,61 \leq I_{s(50N)} \leq 22,56 \quad \rightarrow \quad I_{s(50N)} = 3 \cdot 40 = 120 \text{ A}$$

#### 5.16 Ajuste da Unidade Temporizada de Neutro (51N) –Alimentador ETA

Sabe-se que:

$$FDS \cdot I_n / RTC \leq I_{s(51N)} \leq I_{cc\Phi T} / RTC, \text{ então:}$$

Admitindo-se um fator de desequilíbrio de 0,3 faremos:

$$0,30 \cdot 104,59 / 40 \leq I_{s(51N)} \leq 5.357,32 / 40$$

$$0,78 \leq I_{s(51N)} \leq 133,93 \text{ A} \quad \rightarrow \quad I_{s(51N)} = 1 \cdot 40 = 40 \text{ A}$$

#### 5.17 Ajuste da Temporização de 51F – Alimentador da ETA

Sabe-se que  $t = \frac{k_1}{I^{K2}} \cdot DT$  e também que  $I = I_c / I_p$ , então faremos:

$$t_{51F} = (K1 \cdot DT) / [(I^{K2} - 1)]$$

Sendo  $I_p = I_{pf}$

$DT = D_{TF} = \text{DESABILITADA}$

#### 5.18 Ajuste da Temporização de 51N - Alimentador da ETA

Sabe-se que  $t = \frac{k_1}{I^{K2}} \cdot DT$  e também que  $I = I_c / I_p$ , então faremos:

$$t_{51F} = (K1 \cdot DT) / [(I^{K2} - 1)]$$

Sendo  $I_p = I_{pf}$

$DT = D_{TN} = \text{DESABILITADA}$



## 5.19 Ajuste da Unidade Diferencial (87T)

O ajuste da proteção 87T, será.

| PARÂMETRO    | 87T       |
|--------------|-----------|
| $I_{PICKUP}$ | 1 PU      |
| SLP          | 0,5       |
| $k_R$        | -         |
| PARÂMETRO    | Restrição |
| $k_2$        | 15%       |
| $k_5$        | 15%       |

## 6 Resumo dos Ajustes da Proteção

Razão Social: Ecolux Engenharia Ltda

CNPJ: 04.730.975/0001-26

Inscrição Estadual: 096/3736345

Inscrição Municipal: 195491-21

Endereço: Rua Ladislau Neto, 504

Bairro: Ipanema – CEP 910.760-070 – Porto Alegre/RS

Responsável Técnico: Luiz Eduardo Piazza

CREA/RS: 069.970-D

Telefone: (51) 3209.9790

e-mail: [ecolux@ecolux-rs.com.br](mailto:ecolux@ecolux-rs.com.br)

### 6.1 Ajustes do Relé do DMAE – ALIMENTADOR DA ETA

| Parâmetro | Descrição                          | Valor  | Unidade |
|-----------|------------------------------------|--------|---------|
| 50F       | Corrente instantânea de fase       | 4200   | A       |
| 51F       | Corrente temporizada de fase       | 360    | A       |
|           | Curva de Fase                      | IEC-EI |         |
|           | Múltiplo de tempo fase (dialtime)  | 0,1    |         |
| 50N       | Corrente instantânea de neutro     | 480    | A       |
| 51N       | Corrente temporizada de neutro     | 180    | A       |
|           | Curva de neutro                    | IEC-EI |         |
|           | Múltiplo de tempo neutro(dialtime) | 0,1    |         |

### 6.2 Ajustes do Relé do DMAE – ALIMENTADOR 69 KV

| Parâmetro | Descrição                          | Valor  | Unidade |
|-----------|------------------------------------|--------|---------|
| 50F       | Corrente instantânea de fase       | 1000   | A       |
| 51F       | Corrente temporizada de fase       | 80     | A       |
|           | Curva de Fase                      | IEC-EI |         |
|           | Múltiplo de tempo fase (dialtime)  | 0,1    |         |
| 50N       | Corrente instantânea de neutro     | 120    | A       |
| 51N       | Corrente temporizada de neutro     | 40     | A       |
|           | Curva de neutro                    | IEC-EI |         |
|           | Múltiplo de tempo neutro(dialtime) | 0,1    |         |

### 6.3 Transformadores (Corrente/Tempo ANSI)

| # | I-FASE (A) | I-NEUTRO(A) | TEMPO(s) |
|---|------------|-------------|----------|
| 1 | 104,59     | 104,59      | 2        |

Nota: considerando secundário do transformador ligado em estrela, portanto, corrente de linha e neutro iguais.

### 6.4 Resumo das Correntes de Curto Circuito

| Local        | 3Φ 3ΦAss | 3Φ 3ΦAss | ΦT       | ΦTAss    | ΦTMin    |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Barra CONS   | 3.526,80 | 4.866,98 | 1.175,60 | 1.622,33 | 2.790,95 |
| Barra MT/CLI | 3.526,80 | 4.866,98 | 1.175,60 | 1.622,33 | 2.790,95 |
| Barra BT     | 4.217,72 | 6.031,34 | 5.357,32 | 7.660,97 | 3.315,65 |

### 6.5 Observações e Considerações Finais

Neste resumo foi considerado um relê de proteção digital que apresenta os valores de corrente, no dial, já referido a alta tensão em Ampéres.

Escolher dial de tempo (D.T.) inferior ao ponto ANSI dos trafos e com diferença de tempo X,X segundos para a curva de fase da proteção da concessionária.

O instantâneo deve permitir a magnetização dos trafos (inrush). O rele usado como referencia para este resumo apresenta a possibilidade de se determinar valores definidos de fase e neutro para corrente e tempo.

O TC deve ter corrente térmica maior que  $1,2 \cdot I_n$  e corrente de saturação  $20 \cdot I_n$ .

Este estudo de Coordenação e Seletividade foi elaborado conforme NP016 – Execução de Projetos Eletroeletrônicos.

Porto Alegre, 13 de maio de 2020.

Resp. Técnico:

*Eng. Eletricista Luiz Eduardo Piazza*

CREA-RS: 069.970-D

## 7 Anexos

---

A seguir apresentaremos os resultados realizados neste estudo através do software EasyPower e na sequência os coordenogramas plotados através da ferramenta EasyPower e Excel.

O programa EasyPower foi utilizado para certificar cálculos realizados.

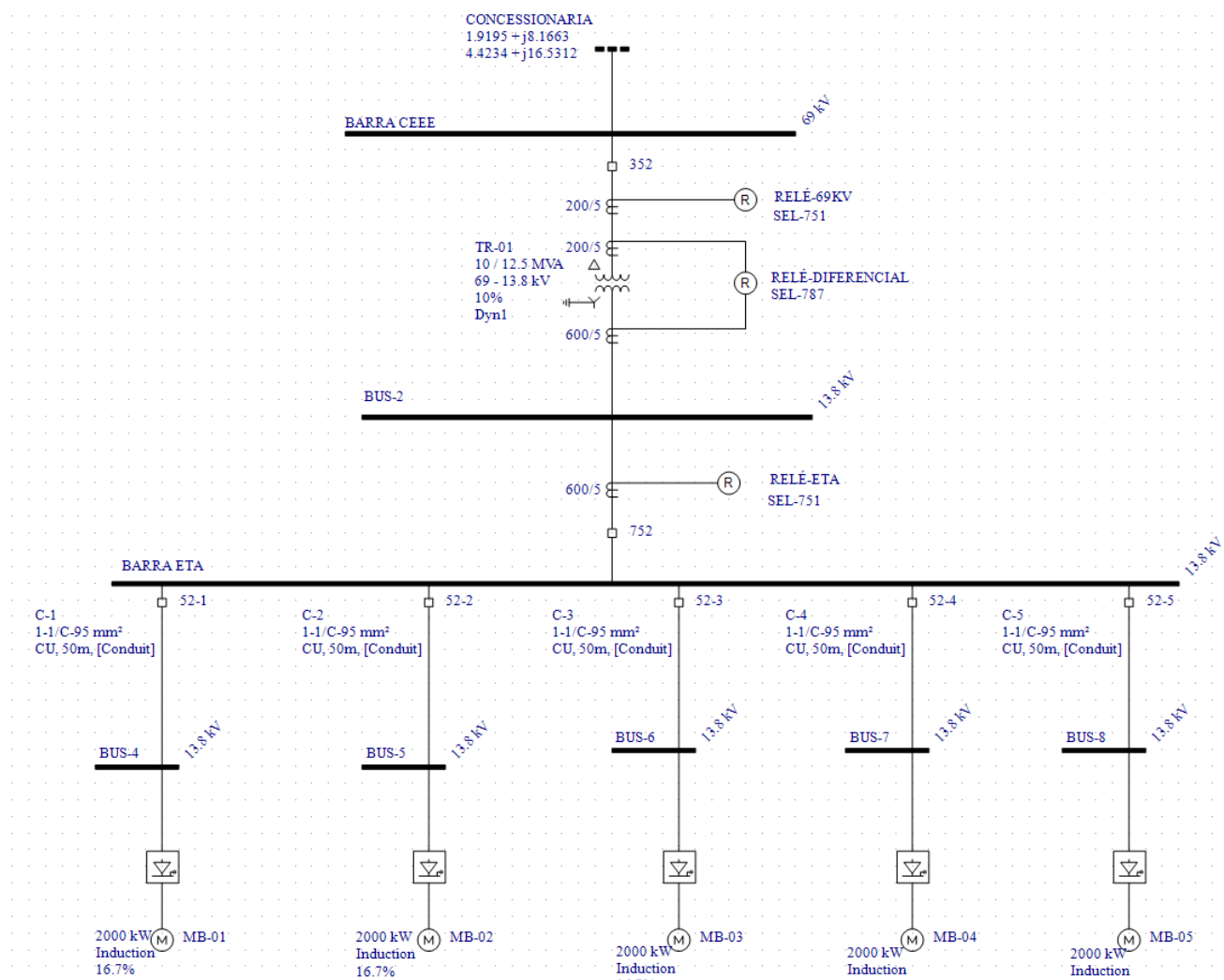


Fig. 2: Diagrama Unifilar das Instalações da Subestação Transformadora DMAE 69kV Ponta do Arado

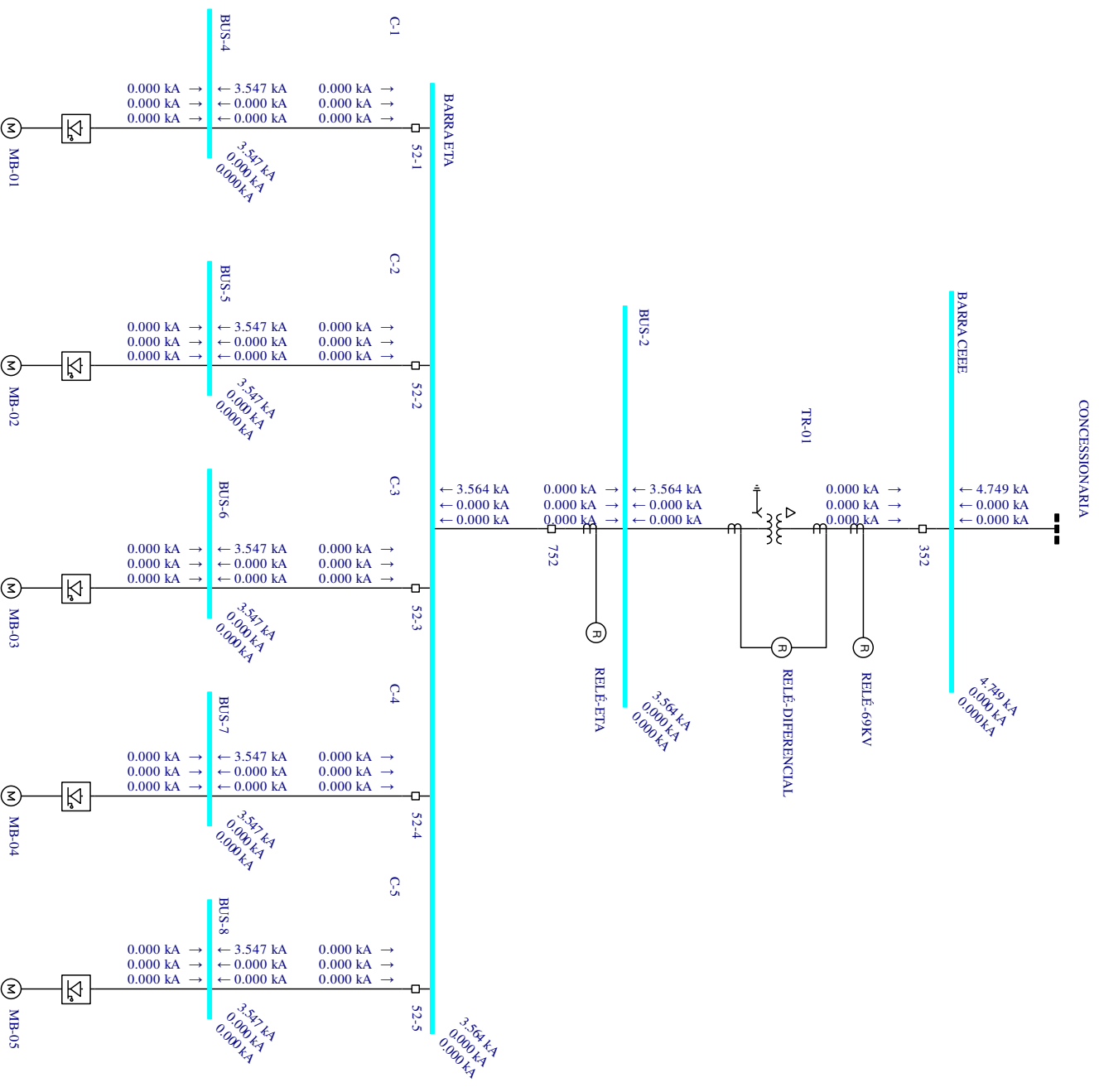
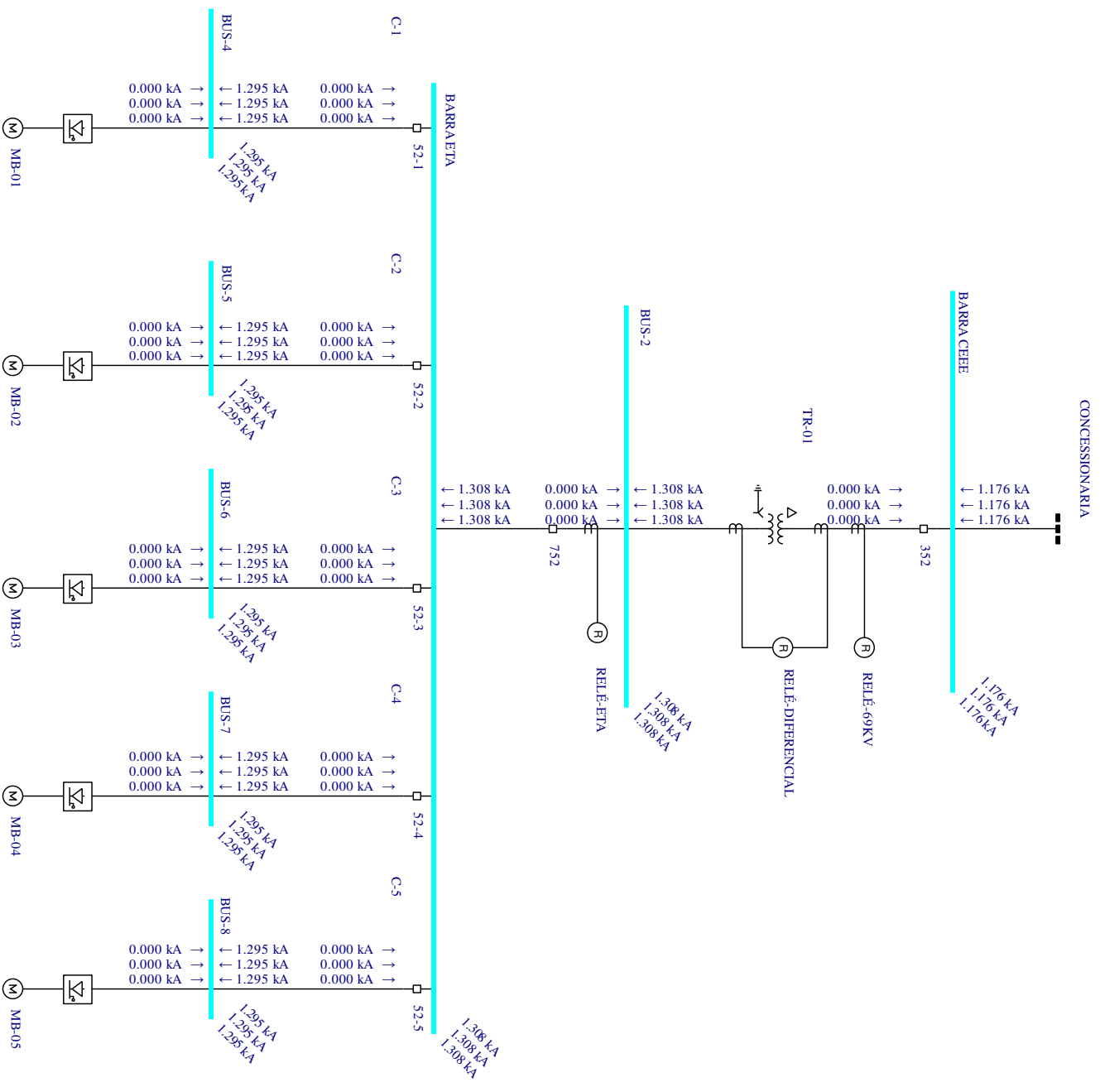
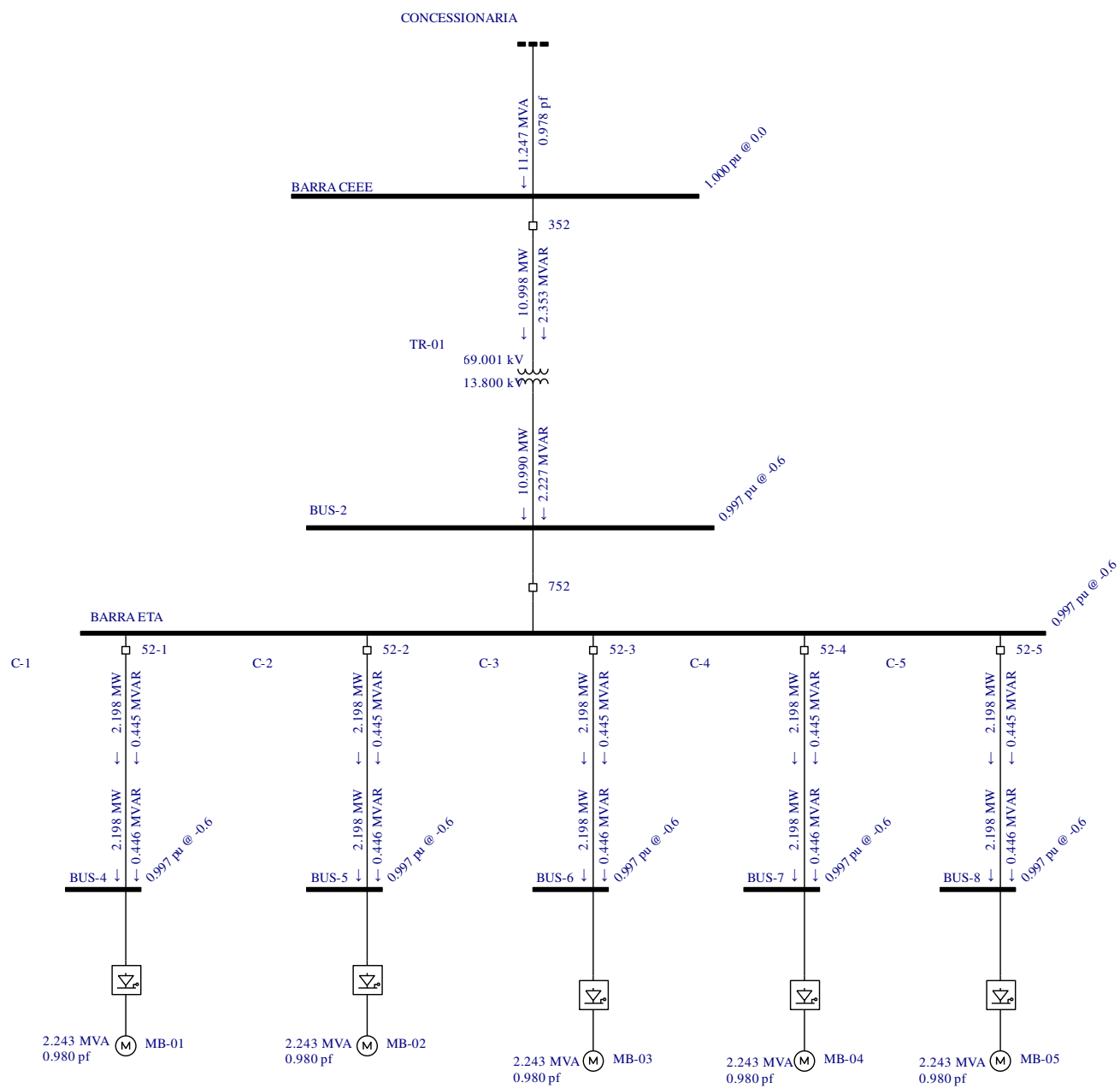


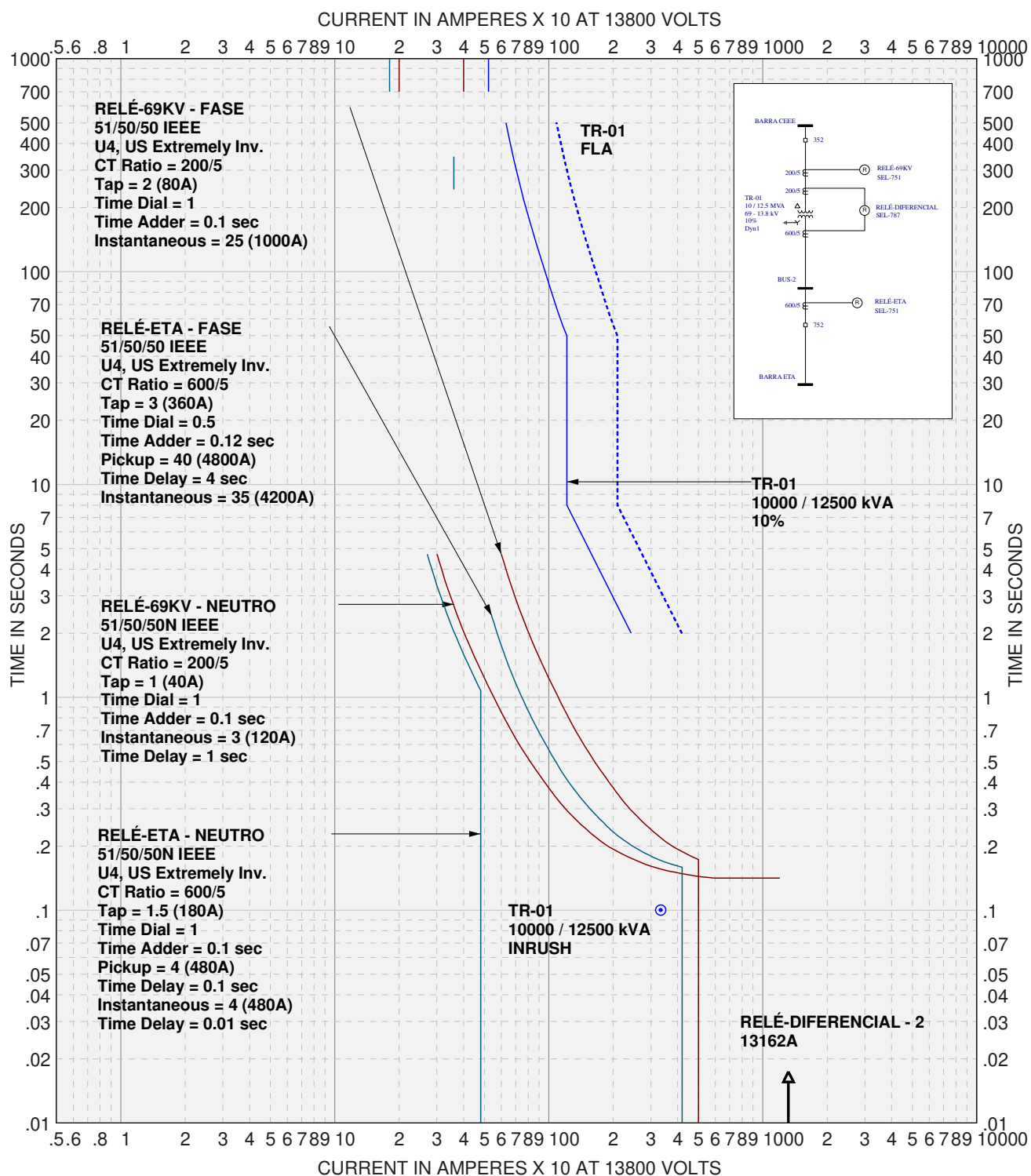
Fig. 3: Diagrama Unifilar das Instalações da Subestação Transformadora DMAE 69kV Ponta do Arado apresentando as correntes de curto circuito trifásica do sistema e suas contribuições em todas as barras — sequências positiva, negativa e zero.



Fig, 4: Diagrama Unifilar das Instalações da Subestação Transformadora DMAE 69kV Ponta do Arado apresentando as correntes de curto circuito fase a terra do sistema e suas contribuições em todas as barras – sequências positiva, negativa e zero.



Fig, 5: Diagrama Unifilar das Instalações da Subestação Transformadora DMAE 69kV Ponta do Arado apresentando o fluxo de potência do sistema.



|   |   |                    |
|---|---|--------------------|
| Ecolux Eng. Ltda                                      | <b>EasyPower®</b><br><b>TIME-CURRENT CURVES</b> | Coordenograma      |
| Subestação Transformadora DMAE 69 kV - Ponta do Arado |   | FAULT:             |
|   |   | DATE: 17/05/2020   |
|   |   | BY: Luiz E. Piazza |
|   |   | REVISION: 0        |

DMAE EASYPower

Fig. 6: Coordenograma da Subestação Transformadora DMAE 69kV Ponta do Arado.





AJUSTE DOS RELÉS DE PROTEÇÃO  
AJUSTE DE CORRENTE DE FASE  
TENSÃO DE REDE 69 kV

ECOLUX  
Engenharia Elétrica

Nº DESENHO

COORD-03

El:

Cliente:

Departamento Municipal de Água e Esgotos - DMAER

Responsável Técnico:

Luiz Eduardo Piazza

Folha:

01/03

Obra:

Subestação Transformadora DMAE 69kV Ponta do Arado

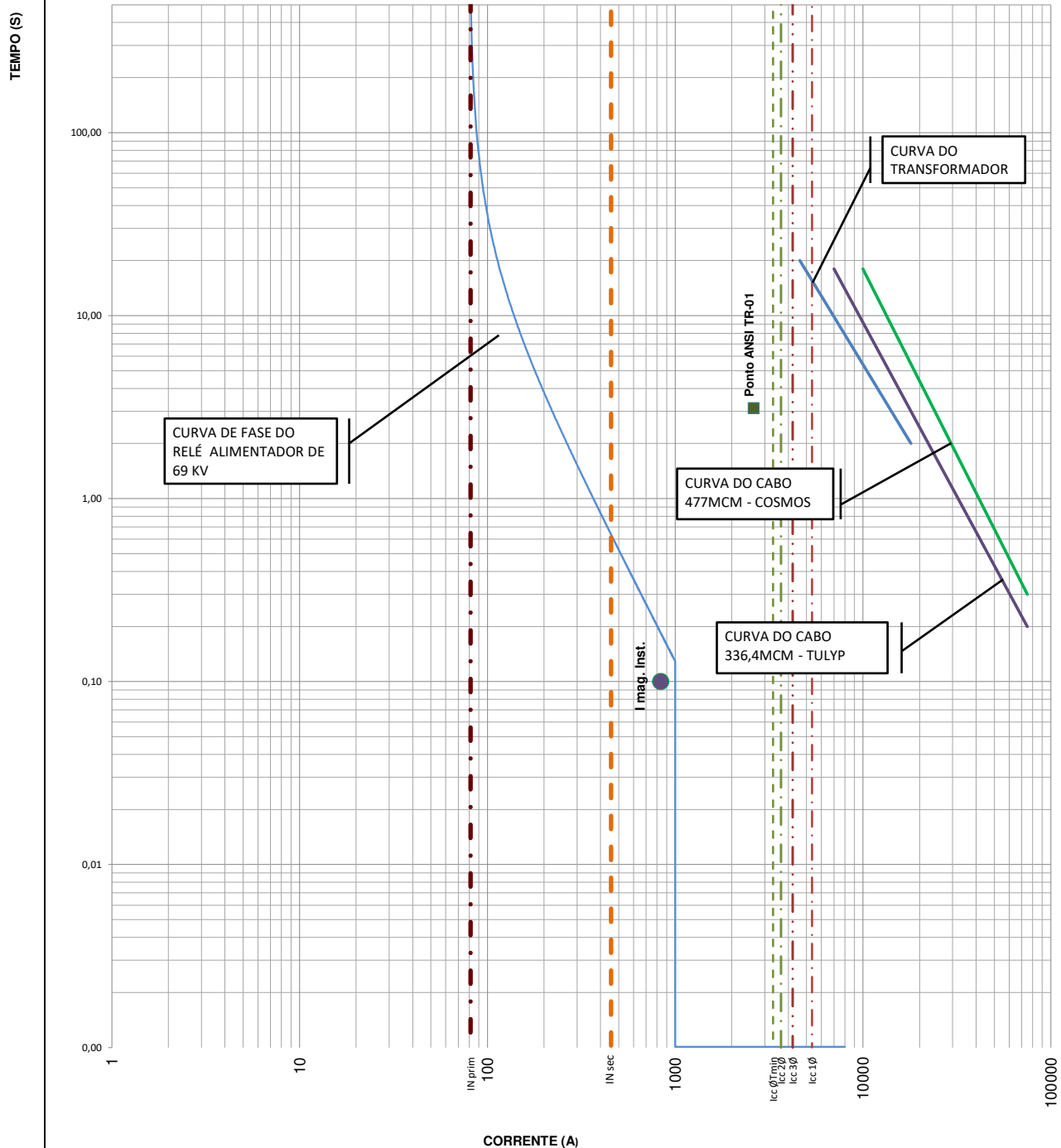
Data:

19/05/2020

Rev.:

2

COORDENOGRAMA DE FASE



|                   |                          |                  |                  |                   |                  |
|-------------------|--------------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|
| Relé Fase Cliente | Relé Fase Concessionária | I mag. Inst.     | Ponto ANSI TR-01 | Ponto ANSI TR-02  | Ponto ANSI TR-03 |
| Ponto ANSI TR-04  | Ponto ANSI TR-05         | Ponto ANSI TR-06 | IN prim          | Icc 3Ø            | Icc 2Ø           |
| Icc 1Ø            | Icc 0Tmin                | Elo Fus.min      | Série15          | " = Elo Fus. Máx" | Isec             |

|            |                  |                         |                       |                  |          |                                |
|------------|------------------|-------------------------|-----------------------|------------------|----------|--------------------------------|
| TRANSFORM. | TR-01: 12500 KVA | I ANSI TR-01: 2614,75 A | Icc 3Ø: 4217,72 A     | I pick Up: A     | AJUSTES  | RELÉ ALIMENTADOR ETA           |
|            | TR-02: 0 kVA     | I ANSI TR-02: 0 A       | Icc 2Ø: 3652,65 A     | I Inst: A        |          | Curva de Fasetro: EI A         |
|            | TR-03: 0 kVA     | I ANSI TR-03: 0 A       | Icc 1Ø: 5357,32 A     | In= 81,39 A      |          | DT: 0,1                        |
|            | TR-04: 0 kVA     | I ANSI TR-04: 0 A       | Icc 1Ømin.: 3315,64 A | I mag.: 836,72 A |          | RELÉ ALIMENTADOR 69 KV         |
|            | TR-05: 0 kVA     | I ANSI TR-05: 0 A       | Elo Fusível:          | 0                |          | Curva de Fase: EI 80 A DT: 0,1 |
|            |                  |                         |                       |                  | DT: 0,25 |                                |



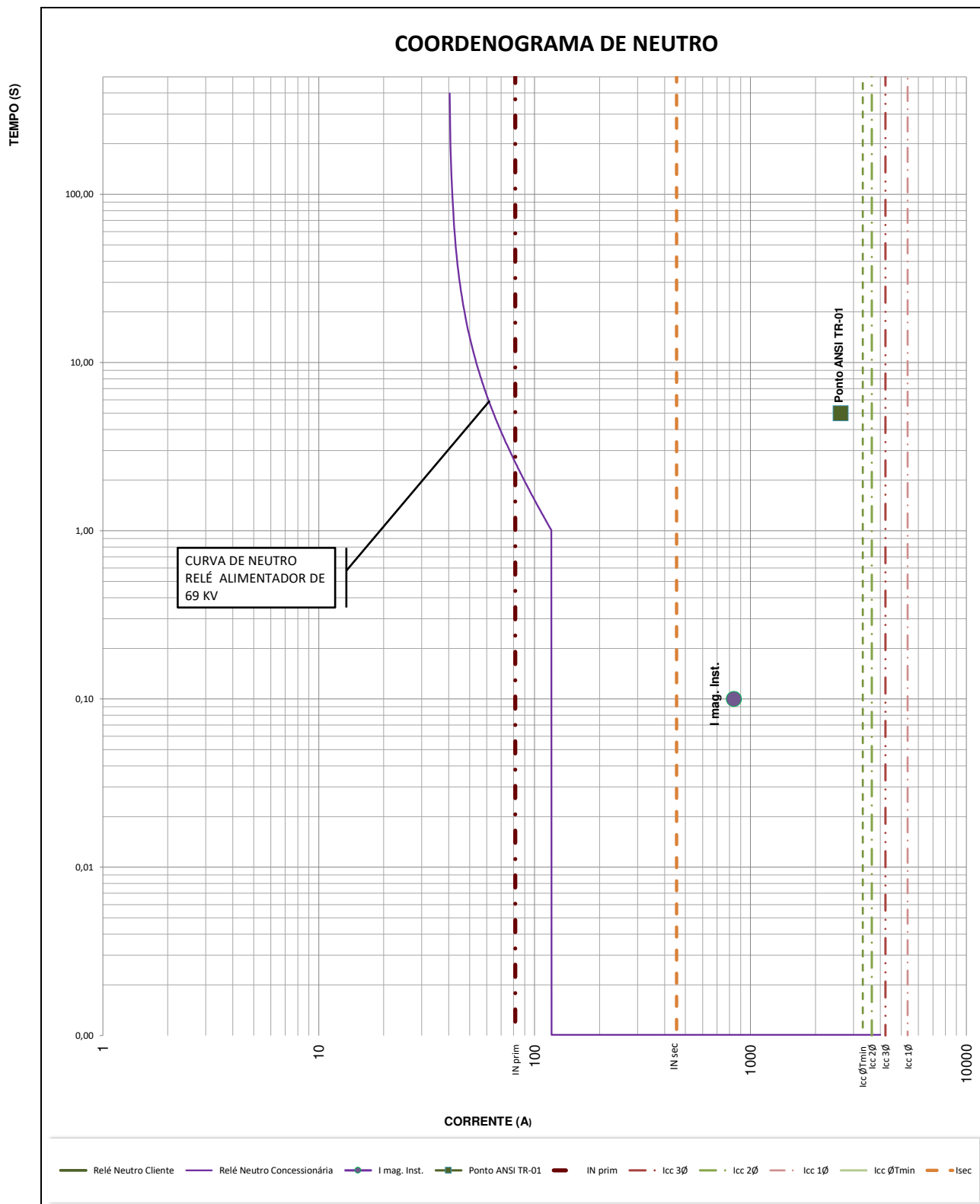
AJUSTE DOS RELÉS DE PROTEÇÃO  
AJUSTE DE CORRENTE DE NEUTRO  
TENSÃO DE REDE 69 kV



|                      |                     |        |       |
|----------------------|---------------------|--------|-------|
| Nº DESENHO           | COORD-04            | EL:    | 0     |
| Responsável Técnico: | Luiz Eduardo Piazza | Folha: | 02/03 |
| Data:                | 13/05/2020          | Rev.:  | 2     |

Cliente:  
Departamento Municipal de Água e Esgotos - DMAER

Obra:  
Subestação Transformadora DMAE 69kV Ponta do Arado



|            |                  |                         |            |                      |                  |         |                                  |
|------------|------------------|-------------------------|------------|----------------------|------------------|---------|----------------------------------|
| TRANSFORM. | TR-01: 12500 KVA | I ANSI TR-01: 2614,75 A | CORRENTES: | Icc 3Ø: 3526,8 A     | I pick Up: A     | AJUSTES | RELÉ ALIMENTADOR ETA             |
|            | TR-02: 0 kVA     | I ANSI TR-02: 0 A       |            | Icc 2Ø: 3054,3 A     | I Inst: A        |         | Curva de Neutro: EI A            |
|            | TR-03: 0 kVA     | I ANSI TR-03: 0 A       |            | Icc 1Ø: 1175,6 A     | In= 81,39 A      |         | DT: 0,1                          |
|            | TR-04: 0 kVA     | I ANSI TR-04: 0 A       |            | Icc 1Ømin.: 902,59 A | I mag.: 836,72 A |         | RELÉ ALIMENTADOR 69 KV           |
|            | TR-05: 0 kVA     | I ANSI TR-05: 0 A       |            |                      |                  |         | Curva de Neutro: EI 40 A DT: 0,1 |
|            |                  |                         |            |                      |                  |         | DT: 0,1                          |



AJUSTE DOS RELÉS DE PROTEÇÃO  
AJUSTE DE CORRENTE DE FASE  
TENSÃO DE REDE 13,8 kV

ECOLUX  
Engenharia Elétrica

Nº DESENHO

COORD-01

El:

Cliente:

Departamento Municipal de Água e Esgotos - DMAER

Responsável Técnico:

Luiz Eduardo Piazza

Folha:

01/03

Obra:

Subestação Transformadora DMAE 69kV Ponta do Arado

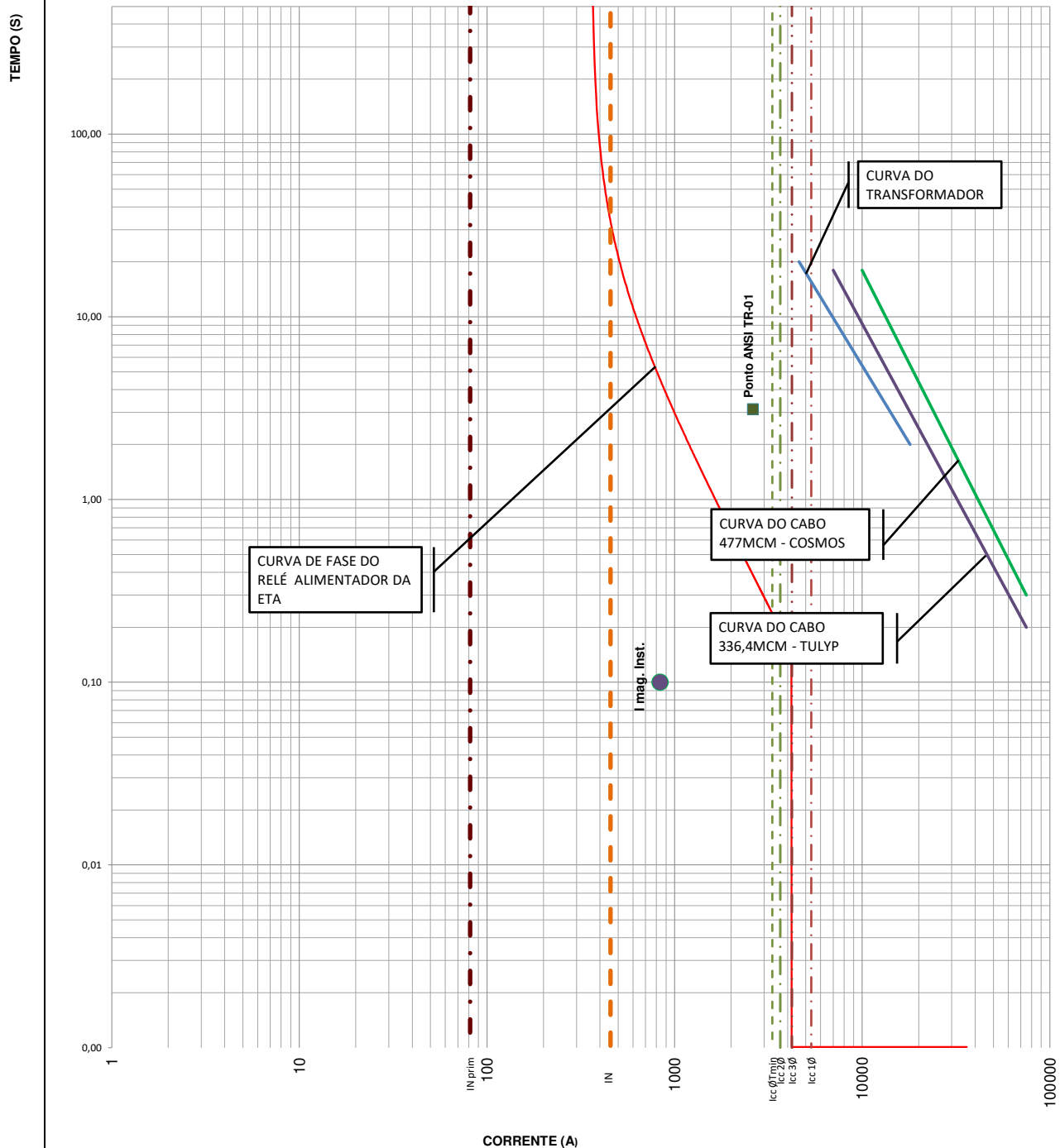
Data:

13/05/2020

Rev.:

2

COORDENOGRAMA DE FASE



|                   |                          |                  |                  |                   |                  |
|-------------------|--------------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|
| Relé Fase Cliente | Relé Fase Concessionária | I mag. Inst.     | Ponto ANSI TR-01 | Ponto ANSI TR-02  | Ponto ANSI TR-03 |
| Ponto ANSI TR-04  | Ponto ANSI TR-05         | Ponto ANSI TR-06 | IN prim          | Icc 3φ            | Icc 2φ           |
| Icc 1φ            | Icc 0Tmin                | Elo Fus.min      | Série15          | " = Elo Fus. Máx" | Isec             |

|            |                  |                         |            |                       |                  |         |                             |
|------------|------------------|-------------------------|------------|-----------------------|------------------|---------|-----------------------------|
| TRANSFORM. | TR-01: 12500 KVA | I ANSI TR-01: 2614,75 A | CORRENTES: | Icc 3Ø: 4217,72 A     | I pick Up: 360 A | AJUSTES | RELÉ ALIMENTADOR ETA        |
|            | TR-02: 0 kVA     | I ANSI TR-02: 0 A       |            | Icc 2Ø: 3652,65 A     | I Inst: 4200 A   |         | Curva de Fasetro: EI 360 A  |
|            | TR-03: 0 kVA     | I ANSI TR-03: 0 A       |            | Icc 1Ø: 5357,32 A     | In= 81,39 A      |         | DT: 0,25                    |
|            | TR-04: 0 kVA     | I ANSI TR-04: 0 A       |            | Icc 1Ømin.: 3315,64 A | I mag.: 836,72 A |         | RELÉ ALIMENTADOR69 KV       |
|            | TR-05: 0 kVA     | I ANSI TR-05: 0 A       |            | Elo Fusível:          | 0                |         | Curva de Fase: EI A DT: 0,1 |
|            |                  |                         |            |                       |                  |         | DT: 0,1                     |



**AJUSTE DOS RELÉS DE PROTEÇÃO**  
**AJUSTE DE CORRENTE DE NEUTRO**  
**TENSÃO DE REDE 13,8 kV**



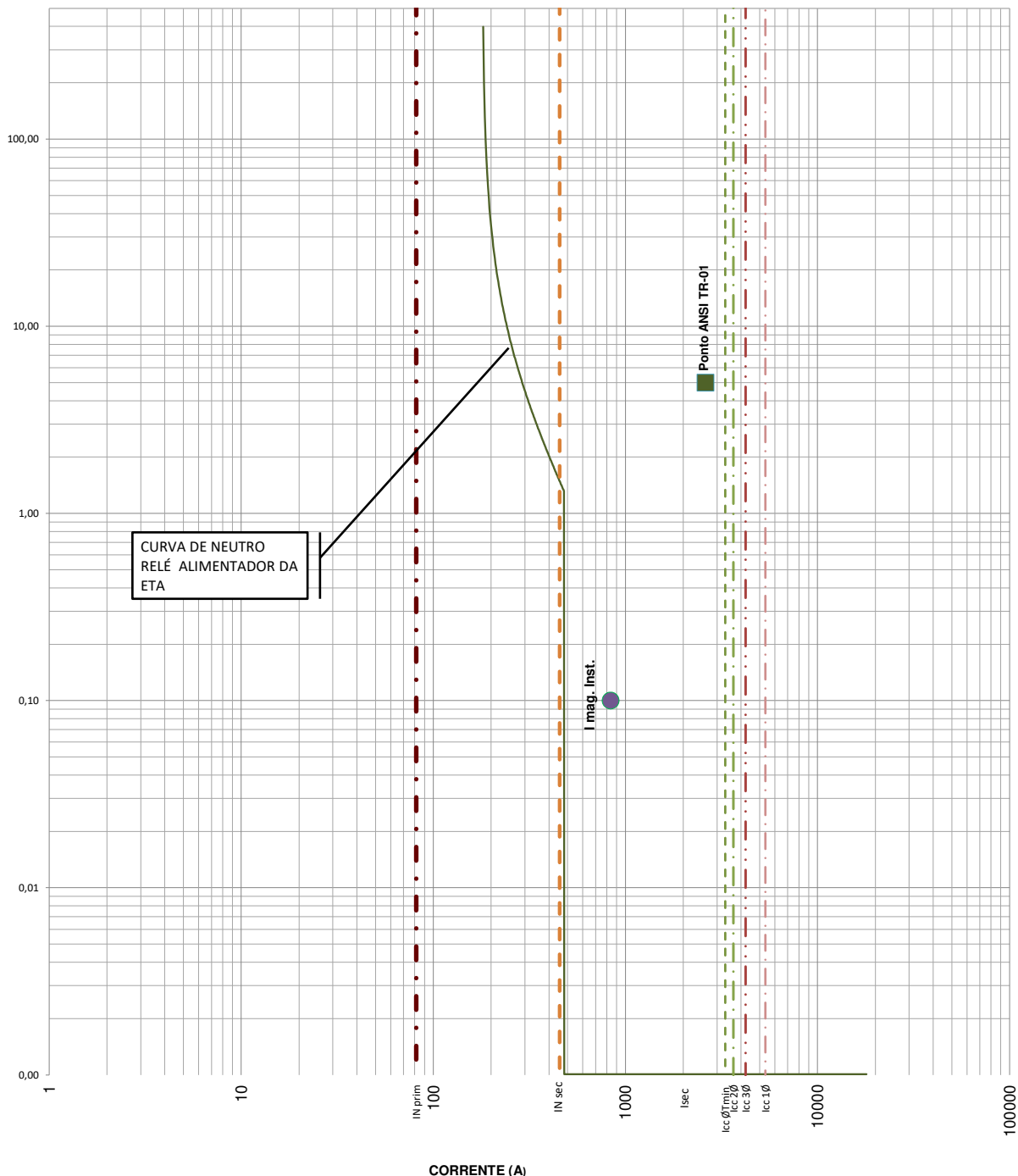
|                      |                     |        |       |
|----------------------|---------------------|--------|-------|
| Nº DESENHO           | COORD-02            | EL:    | 0     |
| Responsável Técnico: | Luiz Eduardo Piazza | Folha: | 02/03 |
| Data:                | 13/05/2020          | Rev.:  | 2     |

Cliente:  
**Departamento Municipal de Água e Esgotos - DMAER**

Obra:  
**Subestação Transformadora DMAE 69kV Ponta do Arado**

TEMPO (S)  
IN sec

**COORDENOGrama DE NEUTRO**



|            |                  |                         |                      |                  |         |                               |
|------------|------------------|-------------------------|----------------------|------------------|---------|-------------------------------|
| TRANSFORM. | TR-01: 12500 KVA | I ANSI TR-01: 2614,75 A | Icc 3Ø: 3526,8 A     | I pick Up: 180 A | AJUSTES | RELÉ ALIMENTADOR ETA          |
|            | TR-02: 0 kVA     | I ANSI TR-02: 0 A       | Icc 2Ø: 3054,3 A     | I Inst: 480 A    |         | Curva de Neutro: EI 180 A     |
|            | TR-03: 0 kVA     | I ANSI TR-03: 0 A       | Icc 1Ø: 1175,6 A     | In= 81,39 A      |         | DT: 0,1                       |
|            | TR-04: 0 kVA     | I ANSI TR-04: 0 A       | Icc 1Ømin.: 902,59 A | I mag.: 836,72 A |         | RELÉ ALIMENTADOR 69 KV        |
|            | TR-05: 0 kVA     | I ANSI TR-05: 0 A       |                      |                  |         | Curva de Neutro: EI A DT: 0,1 |
|            |                  |                         |                      |                  |         | DT: 0,1                       |



**AJUSTE DOS RELÉS DE PROTEÇÃO**  
**AJUSTE DE DE FASE E NEUTRO**  
**TENSÃO DE REDE EM 13,8 kV**

**ECOLUX**  
Engenharia Elétrica

Nº DESENHO

**COORD-05**

El:

Cliente:

**Departamento Municipal de Água e Esgotos - DMAER**

Responsável Técnico:

**Luiz Eduardo Piazza**

Folha:

**03/03**

Obra:

**Subestação Transformadora DMAE 69kV Ponta do Arado**

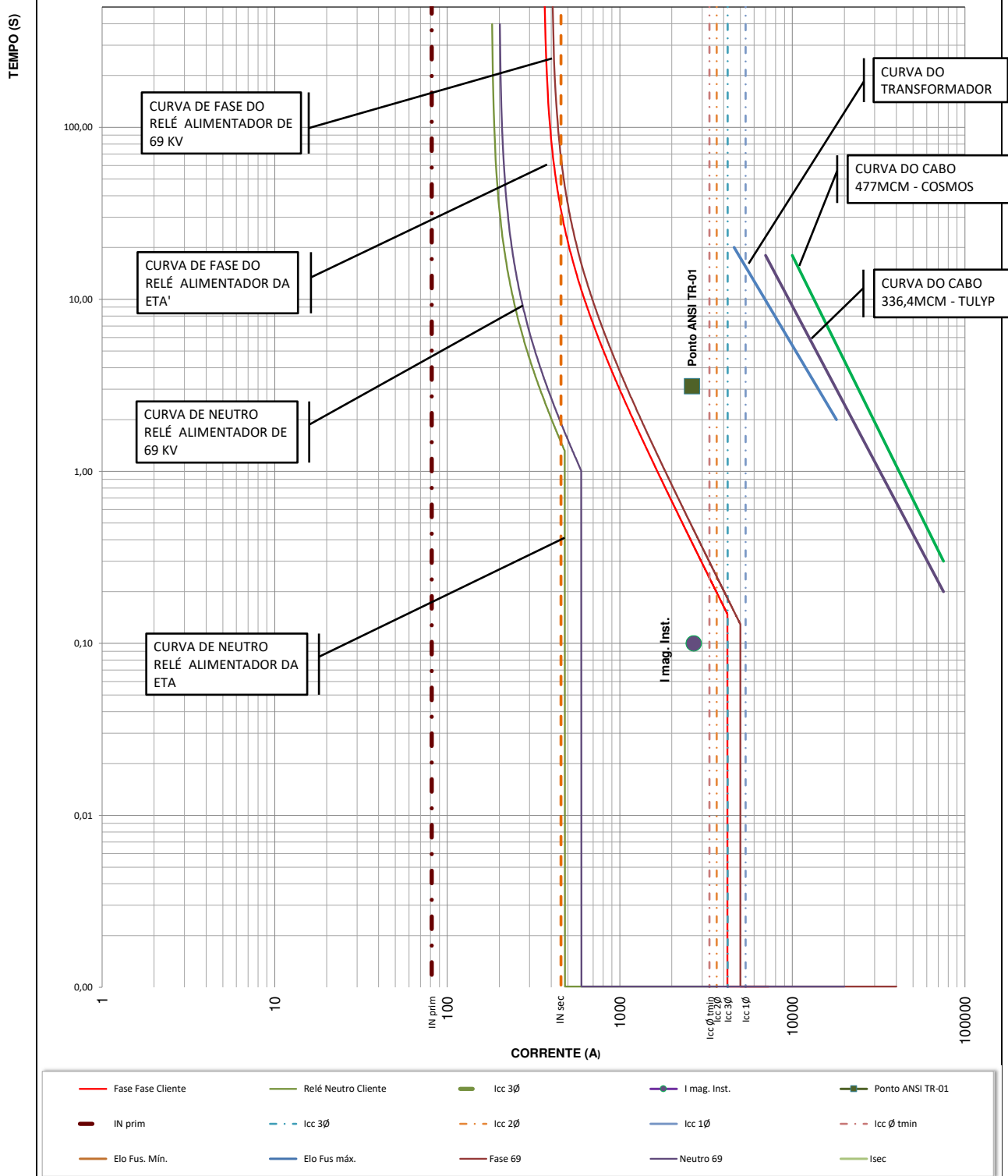
Data:

**13/05/2020**

Rev.:

**2**

**COORDENOGRAMA FASE E NEUTRO - REFERENCIADO NA BARRA 13,8 KV**



|            |                  |                         |            |                       |                       |          |                          |         |
|------------|------------------|-------------------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------|---------|
| TRANSFORM. | TR-01: 12500 KVA | I ANSI TR-01: 2614,75 A | CORRENTES: | Icc 3Ø: 4217,72 A     | I pick Up ETA: 120 A  | AJUSTES: | RELÉ ALIMENTADOR ETA     |         |
|            | TR-02: 0 kVA     | I ANSI TR-02: 0 A       |            | Icc 2Ø: 3652,65 A     | I Inst ETA: 1000 A    |          | Curva de Fase: EI        | DT: 0,1 |
|            | TR-03: 0 kVA     | I ANSI TR-03: 0 A       |            | Icc 1Ø: 5357,32 A     | I pick Up 69KV: 180 A |          | Curva de Neutro: DT: 0,1 |         |
|            | TR-04: 0 kVA     | I ANSI TR-04: 0 A       |            | Icc 1Ømin.: 3315,64 A | I Inst ETA: A         |          | RELÉ ALIMENTADOR 69KV    |         |
|            | TR-05: 0 kVA     | I ANSI TR-05: 0 A       |            | Elo Fusível:          | In= 81,39 A           |          | Curva de Fase: DT: 0,1   |         |
|            |                  |                         |            |                       | I mag.: 2677,504 A    |          | Curva de Neutro: DT: 0,1 |         |