Estudo de Proteção

SESC TUBARÃO

Elaboração: Eduardo Marcelo da Silva
Engenheiro Eletricista
CREA/SC: 107.293-8

Data: abril de 2024.

1. OBRA:

   SESC TUBARÃO

   Endereço: Rua Antônio Hulse, n°411

   Bairro: Dehon Município: Tubarão/SC

2. PROPRIETÁRIO:

   SESC Serviço Social do Comércio

   Endereço: Rua Felipe Schmidt, 785, 1 Andar

   Bairro: Centro Município: Florianópolis/SC

   CNPJ: 03.603.595/0001-68 Fone: (48) 3251-4891

3. RESPONSÁVEL TÉCNICO:

   Eduardo Marcelo da Silva

   Engenheiro Eletricista - CREA/SC: 107.293-8

   Endereço: Rua dos Ferroviários, nº 279

   Bairro: Oficinas Município: Tubarão

   Fone: (48) 99966-9916

4. OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo principal demonstrar os requisitos necessários para a aprovação do estudo de proteção visando à utilização do disjuntor de média tensão e consiste na análise de curto-circuito para estudo de coordenação e seletividade entre o sistema elétrico do SESC DE TUBARÃO e o sistema elétrico da CELESC.

A edificação possuirá um transformador de 500Kva com impedância de 4,5% a demanda considerada para este estudo é de 449,91 kW (de acordo com o projeto executado).

O transformador a ser utilizado será à óleo.

O estudo abrange desde a entrada de energia (ponto de entrega da Celesc) até o secundário do transformador onde determinou-se os ajustes dos dispositivos de proteção com a finalidade de proporcionar uma operação rápida, seletiva e coordenada.

Os valores de curto circuito na entrada do sistema elétrico em 13,80kV e as curvas dos ajustes de proteção do alimentador que irá atender a carga foram fornecidos pela CELESC.

5. DADOS

Os valores de curto circuito na entrada do sistema elétrico da unidade consumidora – (Ponto de Entrega) foram fornecidos pela CELESC.

As correntes de curto circuito e as impedâncias no ponto de entrega poderão sofrer alterações em função de eventuais mudanças na configuração do sistema elétrico.

Para o transformador, a impedância considerada no estudo foi obtida a partir de informações recebidas pelo fabricante.

A parte resistiva da impedância considerada foi calculada a partir da relação X/R retirada das recomendações internacionais.

6. IMPEDÂNCIA BASE DO SISTEMA

Tensão de base (Vb)	13.800 V
Potência de base (Pb)	100.000.000 VA
Impedância de base (Zb)	1.9044 Ω
Corrente de base (Ib)	4.184 A

7. IMPEDÂNCIA DO TRANSFORMADOR - 500kVA

Impedância (Z%)	4,5 %
Tensão (V)	13.800 V
Potência (S)	500 kVA

Z1trafo = 17,140 Ω
Z1trafo = 9,000 pu
R1trafo = 0,900 pu
X1trafo = 8,955 pu
Z0trafo = 7,650 pu
R0trafo = 0,765 pu
X0trafo = 7,612 pu

Z1trafo = 0,900+J8,955pu
Z0trafo = 0,765+J7,612pu

8. IMPEDÂNCIA TOTAL DO SISTEMA - 500kVA

Impedância total do Sistema								
Designação	R1 (pu)	X1 (pu)	R0 (pu)	X0 (pu)	Z1 (pu)	Âng. (pu)	Z0 (pu)	Ang. (pu)
Impedância Poste Derivação	0,305	1,112	0,665	2,587	1,153	74,662	2,671	75,584
Impedância transformador	0,900	8,955	0,765	7,612	9,000	84,261	7,650	84,261
Total	1,205	10,067	1,430	10,199	10,139	83,174	10,298	82,018

Z1total = 10,139
Z0total = 10,298

2Z1total = 2,41+j20,134
2Z1total = 20,277

2Z1total + Z0trafo = 3,175+j27,745
2Z1total + Z0trafo = 27,926

Rfalta = 40,00

2Z1total+Z0trafo+Rfalta = 43,175+j27,745
2Z1total+Z0trafo+Rfalta = 51,321

9. CORRENTES DE CURTO-CIRCUITO - 500kVA

Correntes de curto-circuito - Celesc				
Icc 3F (A)	Icc 3FAssim. (A)	Icc FT (A)	IccFTmin. (A)	IccFTAssim. (A)
3629	4228	2522	195	2961
Correntes de curto-circuito - Cliente				
Icc 3F (A)	Icc 3FAssim. (A)	Icc FT (A)	IccFTmin. (A)	IccFTAssim. (A)
412,67	590,12	259,50	373,68	141,21

Fator de assimetria tabelado:

X/R = 8,354 F = 1,43
X/R = 8,739 F = 1,44

Cálculo de curto-circuito no Ponto

Icc 3F = (1/Z1total)*Ib = 412,67A

Icc 3FAss. = 412,67*1,43 = 590,12A

Icc FT = ((3/2Z1total+Z0trafo)*Ib)/Raiz3 = 259,50A

IccFTAss. = 259,50*1,44 = 373,68A

IccFTmin. = ((3/2Z1total+Z0trafo+Rfalta)*Ib)/Raiz3 = 141,21A

10. DIMENSIONAMENTO DOS TC'S DE PROTEÇÃO

Dados:

- Transformador = 500 kVA
- Demanda = 449,916 kW
- Tensão = 13.800 V
- Fator de Potência = 0,92 (valor mínimo)

- **Corrente Nominal dos Transformadores**

In = 500/(1,73 x 13,80)
In = 20,92 A

- **Corrente Nominal Demandada**

Ind = 449,91/(1,73 x 0,92 x 13,80)
Ind = 20,46 A

- **Corrente de Ajuste**

Ia = 1,0225 x 20,46
Ia = 20,92 A $\Longrightarrow$ OBS: Se utilizar o fator de 1,1 vai passar da In do trafo, por isso utilizar 1,0225

- **Corrente Nominal do TC**

- Critério do Curto

TC ≥ 4228/20 ≥ 211,40 A (Saturação ocorre em 20 vezes a sua corrente nominal)

- Critério de Meia Escala

2 x 20,46 ≤ TC ≤ 2 x 20,92
40,92 ≤ TC ≤ 41,84

Utilizar TC 150/5 A com corrente térmica maior que 50 vezes a nominal (FT-1,5).

- Cálculo Exatidão do TC

Ztotal = Ztc + Zcb + Zrl

Considerando um TC de 12,5VA com baixa reatância de dispersão, neste caso, apenas a resistência é importante e pode ser considerada com 40% da carga do TC. Assim para o TC em estudo com a impedância de carga de 0,5 Ohm. (obtido da Tabela 10 da NBR 6856/1992).

Ztc = 0,40 x 0,5Ω = 200m Ω (obtido da Tabela 10 da NBR 6856/1992).

Zcb = 0,02 x L/S = 0,02 x 3/2,5 = 0,024m Ω (3m de condutores de 2,5mm²)

Zrl = Zfase + (3 x Zneutro) = 7+3x7 = 28m Ω (catálogo do fabricante)

Ztotal = 200 + 0,024 + 28 = 228,024 m Ω = 0,228 Ω (impedância total)

Is = Icc/RTC = 4228/30 = 140,93 A

Is= 10kA/30 = 333,33 A (capacidade Interrupção equipamento 10 kA)

Vs = 0,228 * 140,93 = 32,14 V

Logo, Usar 50V

Vs = 0,228 * 333,33 = 76,00 V

Portando, TC 10B50

- Potência Térmica do TC

Pt = Z x I²

Pt = 0,228 * 5² = 5,7 VA

O TC para proteção são menos precisos e não devem saturar facilmente, logo com a corrente de falta informada o relé irá atuar a proteção. O núcleo satura-se, com aproximadamente 2000% da corrente nominal.

11. CORRENTE DE MAGNETIZAÇÃO DO TRANSFORMADOR

Imag = 8 x 20,92 = 167,35 A ⟹ (transformador á óleo)

12. PONTO ANSI DO TRANSFORMADOR – 500kVA

IANSI_fase = 100/4,5 x 20,92 = 464,86 A ⟹ (por 3s)

IANSI_neutro = 0,58 x 464,86 = 269,62 A ⟹ (por 3s)

13. AJUSTE DO RELÉ

- **Temporizado de Fase**

Ipick-up_fase = 20,46 A
Ipick-up_fase = 20,46 x 1,0225 = 20,92 A ⟹ (ajustar em 21 A)

- **Instantâneo de Fase**

Iinstântaneo_fase ≥ 1,4 x Imag
Iinstântaneo_fase ≥ 234,29 A ⟹ (ajustar em 234 A)

- **Temporizado de Neutro**

Itemporizado_neutro ≥ 0,3 x Ia
Itemporizado_neutro ≥ 6,28A ⟹ (ajustar em 6 A)

- **Instântaneo de Neutro**

Iinstântaneo_fase ≥ 0,3 x Iinstântaneo_fase
Iinstântaneo_fase ≥ 70,29 A ⟹ (ajustar em 70 A)

14. RESUMO DOS AJUSTES

Corrente de ajuste de fase = 21 A
Corrente de ajuste de neutro = 6 A
Instantâneo de fase = 234 A
Instantâneo de neutro = 70 A
Dial Time fase = 0,1s
Dial Time neutro = 0,3s
Corrente Ansi transformador 01 fase = 464,86 A
Tempo Ansi transformador 01 fase = 3s
Corrente Ansi transformador 01 neutro = 269,62 A
Tempo Ansi transformador 01 neutro = 3s
Corrente de magnetização = 161,35 A
Tempo definido fase = max
Tempo definido neutro = max
Corrente definido fase = max
Corrente definido neutro = max
Curva de fase = EI
Curva de neutro = EI
TC a ser utilizado = 150/5 A

15. SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO RESERVA E AUTONOMIA

Em caso de falta de energia a alimentação reserva será garantida através da instalação de um NO-BREAK de 1kVA/220V, com autonomia mínima de 2 horas, desde modo a sinalização dos eventos ocorridos e o acesso à memória de registro dos relés será garantida.

16. CONSIDERAÇÕES

Neste estudo considerou-se um relê de proteção digital UPRE 7104 Pextron, que apresenta os valores de corrente no dial, já referido à média tensão.

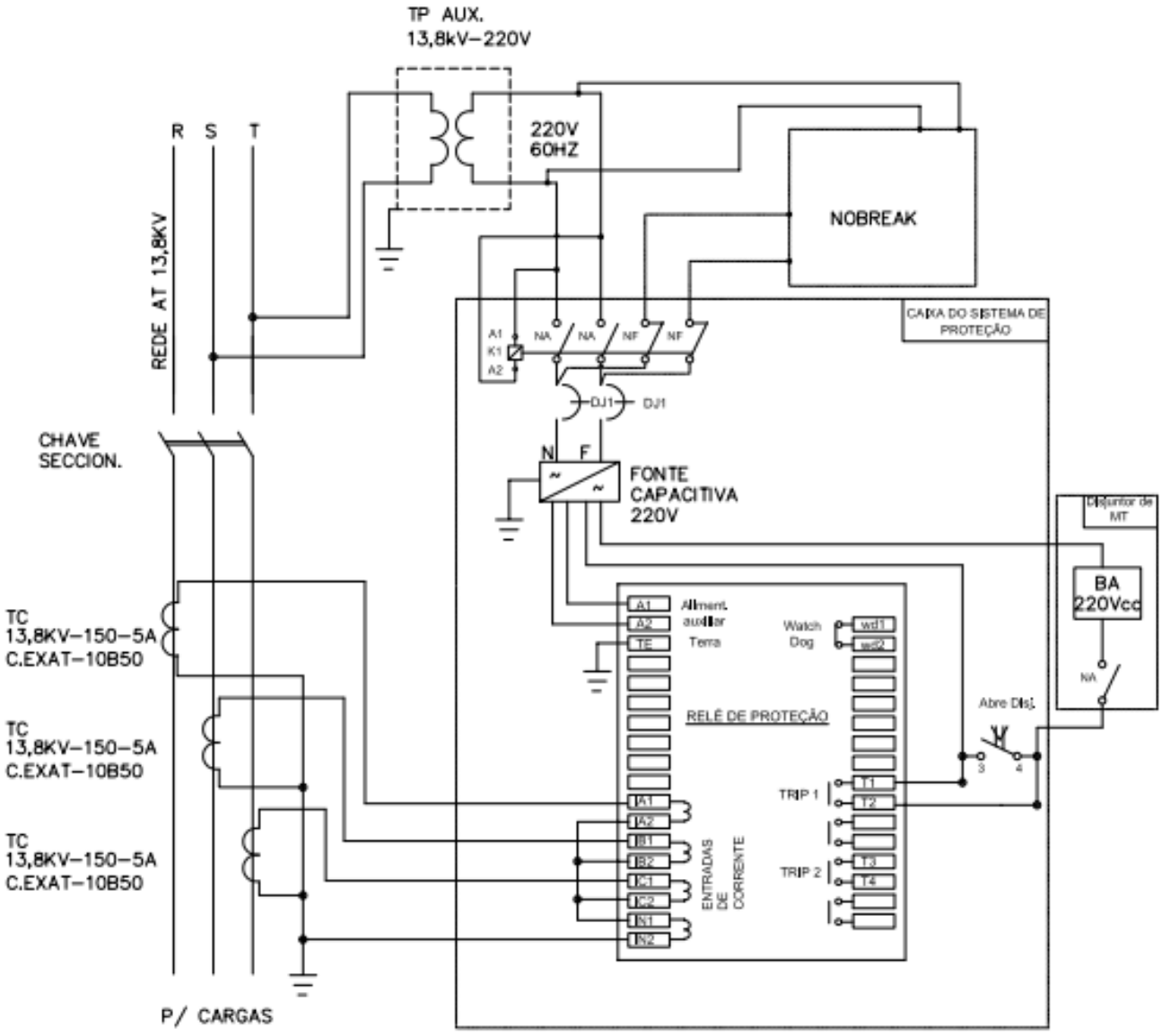
A Escolha do dial time DT, ficou inferior ao ponto ANSI e com diferença de tempo de 0,05s para a curva de fase de proteção da Celesc e permite a magnetização dos transformadores.

Este relê apresenta possibilidade de se determinar valores definidos de fase para corrente e tensão. A utilidade deste ajuste é facilitar a proteção do ponto ANSI do Trafo e também ajudar a coordenar relés diversos.

Caso não seja necessário, deve-se colocá-lo no máximo.

17. DIAGRAMA UNIFILAR

Deverá ser sinalizado por led as seguintes funções: autocheck ativo, fontes capacitiva ativas, disjuntor aberto, disjuntor fechado, trip atuado. Deve ser previsto um botão para teste destes leds de sinalização.



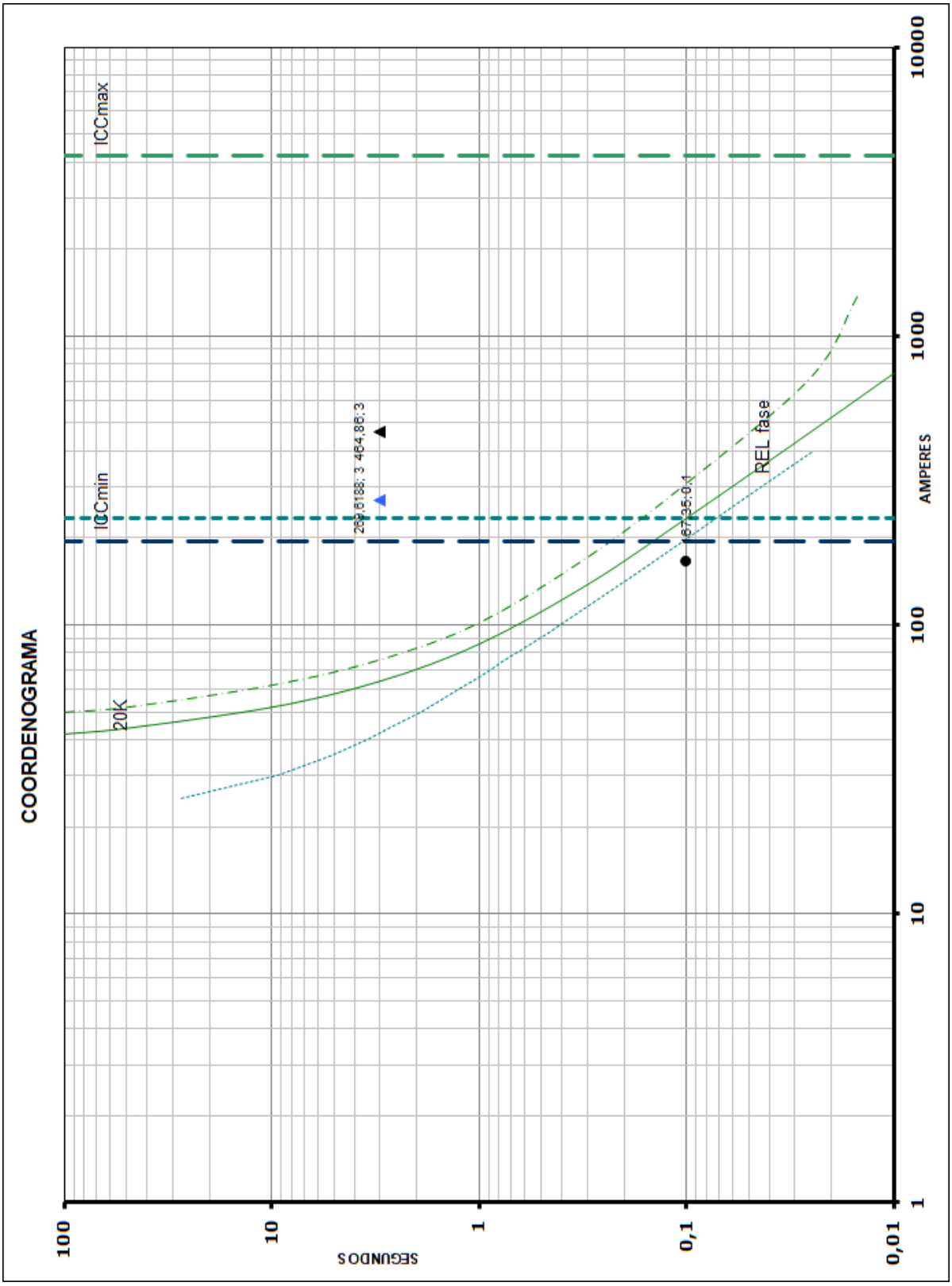
NOTAS:

a) a fiação de corrente deve ter seção 4mm² e a de tensão seção de 2,5mm², com isolação conforme a maneira de instalar;

b) pode ser utilizado duas fontes capacitivas em substituição a uma com duas saídas;

c) o disjuntor DJ1 deve ter corrente nominal máxima de 16 A, tipo IEC, curva C.

18. COORDENOGRAMA FASE



19. **COORDENOGRAMA NEUTRO**

