Estudo de Proteção

SESC ESCOLA VILA NOVA

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

Data: outubro de 2021.

1. OBRA:

   SESC ESCOLA VILA NOVA

   Endereço: Rua Joinville n° 524

   Bairro: Vila Nova Município: Blumenau/SC

2. PROPRIETÁRIO:

   SESC-SERVIÇO SOCIAL DO COMERCIO

   Endereço: Rua Felipe Schmidt n°785

   Bairro: Centro Município: Florianópolis/SC

   CNPJ: 03.603.595/0001-68

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 da consumidora SESC ESCOLA VILA NOVA e o sistema elétrico da CELESC.

A edificação possuirá um transformador de 150kVA e outro de 300kVA, a demanda considerada para este estudo é de 268 kW (de acordo com o projeto executado).

Os transformadores a serem utilizados serão a 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 23,00kV 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)	23.000 V
Potência de base (Pb)	100.000.000 VA
Impedância de base (Zb)	5.29 Ω
Corrente de base (Ib)	2.510 A

7. IMPEDÂNCIA DO TRANSFORMADOR - 150kVA

Impedância (Z%)	4 %
Tensão (V)	23.000 V
Potência (S)	150 kVA

Z1trafo = 141,067 Ω
Z1trafo = 26,667 pu
R1trafo = 2,667 pu
X1trafo = 26,533 pu
Z0trafo = 22,667 pu
R0trafo = 2,267 pu
X0trafo = 22,553 pu

Z1trafo = 2,667+J26,533pu
Z0trafo = 2,267+J22,553pu

8. IMPEDÂNCIA TOTAL DO SISTEMA - 150kVA

Impedância total do Sistema								
Designação	R1 (pu)	X1 (pu)	R0 (pu)	X0 (pu)	Z1 (pu)	Âng. (pu)	Z0 (pu)	Ang. (pu)
Impedância Poste Derivação	0,3145	0,6483	0,4407	2,001	0,721	64,121	2,049	77,579
Impedância transformador	2,667	26,533	2,267	22,553	26,667	84,261	22,667	84,261
Total	2,981	27,181	2,707	24,554	27,344	83,741	24,703	83,708

Z1total = 27,344
Z0total = 24,703

2Z1total = 5,962+j54,363
2Z1total = 54,689

2Z1total + Z0trafo = 8,229+j76,916
2Z1total + Z0trafo = 77,355

Rfalta = 40,00

2Z1total+Z0trafo+Rfalta = 48,229+j76,916
2Z1total+Z0trafo+Rfalta = 90,786

9. CORRENTES DE CURTO-CIRCUITO - 150kVA

Correntes de curto-circuito - Celesc				
Icc 3F (A)	Icc 3FAssim. (A)	Icc FT (A)	IccFTmin. (A)	IccFTAssim. (A)
3484	3645	2172	314	2439
Correntes de curto-circuito - Cliente				
Icc 3F (A)	Icc 3FAssim. (A)	Icc FT (A)	IccFTmin. (A)	IccFTAssim. (A)
91,79	134,02	56,20	82,05	47,89

Fator de assimetria tabelado:

X/R = 9,118 F = 1,46
X/R = 9,347 F = 1,46

Cálculo de curto-circuito no Ponto

Icc 3F = (1/Z1total)*Ib = 91,79A

Icc 3FAss. = 510,87*1,26 = 134,02A

Icc FT = ((3/2Z1total+Z0trafo)*Ib)/Raiz3 = 56,20A

IccFTAss. = 328,81*1,303 = 82,05A

IccFTmin. = ((3/2Z1total+Z0trafo+Rfalta)*Ib)/Raiz3 = 47,89A

10. IMPEDÂNCIA DO TRANSFORMADOR - 300kVA

Impedância (Z%)	5 %
Tensão (V)	23.000 V
Potência (S)	300 kVA

Z1trafo = 88,167 Ω
Z1trafo = 16,667 pu
R1trafo = 1,667 pu
X1trafo = 16,583 pu
Z0trafo = 14,167 pu
R0trafo = 1,417 pu
X0trafo = 14,096 pu

Z1trafo = 1,667+J16,583pu
Z0trafo = 1,417+J14,096pu

11. IMPEDÂNCIA TOTAL DO SISTEMA - 300kVA

Impedância total do Sistema								
Designação	R1 (pu)	X1 (pu)	R0 (pu)	X0 (pu)	Z1 (pu)	Âng. (pu)	Z0 (pu)	Ang. (pu)
Impedância Poste Derivação	0,3145	0,6483	0,4407	2,001	0,721	64,121	2,049	77,579
Impedância transformador	1,667	16,583	1,417	14,096	16,667	84,261	14,167	84,261
Total	1,981	17,231	1,857	16,097	17,345	83,441	16,203	83,418

Z1total = 17,345
Z0total = 16,203

2Z1total = 3,96233+j34,463
2Z1total = 34,690

2Z1total + Z0trafo = 5,379+j48,559
2Z1total + Z0trafo = 48,856

Rfalta = 40,00

2Z1total+Z0trafo+Rfalta = 45,379+j48,559
2Z1total+Z0trafo+Rfalta = 66,462

12. CORRENTES DE CURTO-CIRCUITO - 300kVA

Correntes de curto-circuito - Celesc				
Icc 3F (A)	Icc 3FAssim. (A)	Icc FT (A)	IccFTmin. (A)	IccFTAssim. (A)
3484	3645	2172	314	2439
Correntes de curto-circuito - Cliente				
Icc 3F (A)	Icc 3FAssim. (A)	Icc FT (A)	IccFTmin. (A)	IccFTAssim. (A)
144,71	209,83	88,99	129,03	65,41

Fator de assimetria tabelado:

X/R = 8,698 F = 1,45
X/R = 9,027 F = 1,45

Cálculo de curto-circuito no Ponto

Icc 3F = (1/Z1total)*Ib = 144,71A

Icc 3FAss. = 510,87*1,26 = 209,83A

Icc FT = ((3/2Z1total+Z0trafo)*Ib)/Raiz3 = 88,09A

IccFTAss. = 328,81*1,303 = 129,03A

IccFTmin. = ((3/2Z1total+Z0trafo+Rfalta)*Ib)/Raiz3 = 65,41A

13. DIMENSIONAMENTO DOS TC'S DE PROTEÇÃO

Dados:

- Transformador = 450 kVA
- Demanda = 268 kW
- Tensão = 23.000 V
- Fator de Potência = 0,92 (valor mínimo)

- **Corrente Nominal dos Transformadores**

In = 450/(1,73 x 0,92 x 23,00)
In = 12,28 A

- **Corrente Nominal Demandada**

Ind = 268/(1,73 x 0,92 x 23,00)
Ind = 7,31 A

- **Corrente de Ajuste**

Ia = 1,1 x 268/(1,73 x 0,92 x 23,00)
Ia = 8,04 A

- **Corrente Nominal do TC**

- Critério do Curto

TC ≥ 3645/20 ≥ 182,25 A (Saturação ocorre em 20 vezes a sua corrente nominal)

- Critério de Meia Escala

2 x 7,31 ≤ TC ≤ 2 x 12,28
14,62 ≤ TC ≤ 24,56

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

- Calculo Exatidão do TC

  Zs = 0,3260 ohms (impedância condutores)

  Is = Icc/RTC = 182,25 A

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

Vs = 0,3260 * 182,25 = 59,41 V

Logo, Usar 50V

Vs = 0,3260 * 333,33 = 108,67 V

Portando, TC 10B50

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.

14. CORRENTE DE MAGNETIZAÇÃO DO TRANSFORMADOR

Imag = 8 x 8,19 = 65,48 A ⟹ (transformador á óleo) (Potência do maior Trafo)

Imag = 4,09 + 65,48 = 69,58 A

15. PONTO ANSI DO TRANSFORMADOR – 300kVA

IANSI_fase = 100/5 = 20 x 8,19 = 163,71 ⟹ (por 3s)

IANSI_neutro = 0,58 x 163,71 = 94,95 A ⟹ (por 3s)

16. PONTO ANSI DO TRANSFORMADOR – 150kVA

IANSI_fase = 100/4 = 25 x 4,09 = 102,32 ⟹ (por 3s)

IANSI_neutro = 0,58 x 102,32 = 59,34 A ⟹ (por 3s)

17. AJUSTE DO RELÉ

- **Temporizado de Fase**

Ipick-up_fase = 7,31A
Ipick-up_fase = 8,04A ⟹ (ajustar em 8 A)

- **Instantâneo de Fase**

Iinstântaneo_fase ≥ 1,4 x Imag
Iinstântaneo_fase ≥ 97,41A ⟹ (ajustar em 98 A)

- **Temporizado de Neutro**

Itemporizado_neutro ≥ 0,3 x Ia
Itemporizado_neutro ≥ 2,41A ⟹ (ajustar em 3 A)

- **Instântaneo de Neutro**

Iinstântaneo_fase ≥ 0,3 x Iinstântaneo_fase
Iinstântaneo_fase ≥ 29,22 A ⟹ (ajustar em 29 A)

18. RESUMO DOS AJUSTES

Corrente de ajuste de fase = 8 A
Corrente de ajuste de neutro = 3 A
Instantâneo de fase = 98 A
Instantâneo de neutro = 29 A
Dial Time fase = 0,1s
Dial Time neutro = 0,3s
Corrente Ansi transformador 01 fase = 163,71 A
Tempo Ansi transformador 01 fase = 3s
Corrente Ansi transformador 01 neutro = 94,95 A
Tempo Ansi transformador 01 neutro = 3s
Corrente Ansi transformador 02 fase = 102,32 A
Tempo Ansi transformador 02 fase = 3s
Corrente Ansi transformador 02 neutro = 59,34 A
Tempo Ansi transformador 02 neutro = 3s
Corrente de magnetização = 69,58 A
Tempo definido fase = max
Tempo definido neutro = max
Corrente definido fase = max
Corrente definido neutro = max
Curva de fase = NI
Curva de neutro = NI
TC a ser utilizado = 150/5 A

19. 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.

20. 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.

21. COORDENOGRAMA FASE E NEUTRO

