



Simeletric
Instalação, Manutenção
e Engenharia Elétrica

Estudo de Proteção e Seletividade

TCEES-RT-EPS-003

Elaborado por:

SIMELETRIC ENGENHARIA

CNPJ: 21.844.035/0001-87

End. Rua Vice-Presidente Francisco Silvano Alves Brandão, 485 (Sala 2) – Pq. São Vicente – Mauá/SP.

Cliente:

TCEES

**TRIBUNAL DE CONTAS
DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

Junho/2019 – Emissão Inicial

Outubro/2019 – Revisão 1 _ Revisado conforme comentários EDP (Nota: 45003292268)

Outubro/2019 – Revisão 2 _ Revisado ajustes da função 51/51N e COORDENOGRAMA


*Soluções em
Energia Elétrica*

comercial@simeletric.com.br
www.simeletric.com.br



SUMÁRIO

| | | |
|-----------|---|----|
| 1. | IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA | 3 |
| 2. | EQUIPE TÉCNICA / DADOS DA EMPRESA | 4 |
| 3. | OBJETIVO | 5 |
| 3.1. | Estudo de coordenação da proteção (seletividade) | 5 |
| 4. | POTÊNCIA DA INSTALAÇÃO E DEMANDA PREVISTA | 6 |
| 5. | DADOS FORNECIDOS PELA CONCESSIONÁRIA | 6 |
| 6. | DIMENSIONAMENTO DO TRANSFORMADOR DE CORRENTE | 6 |
| 6.1 | Cálculo da Corrente Nominal: | 7 |
| 6.2 | Cálculo da Corrente de Curto Circuito: | 7 |
| 6.3 | Cálculo do TC: | 7 |
| 6.4 | Cálculo do TP: | 8 |
| 6.5 | Cálculo da Corrente de Magnetização dos Transformadores (I_{inrush}): | 9 |
| 6.6 | Cálculo do Ponto ANSI dos Transformadores: | 9 |
| 6.7 | Cálculo da Impedância da fonte: | 9 |
| 6.8 | Cálculo da Impedância equivalente da corrente $I_{inrush (TOTAL)}$: | 9 |
| 6.9 | Cálculo da Impedância Total $Z_{(TOTAL)}$: | 9 |
| 6.10 | Cálculo da Corrente Transitória Total I_{TOTAL} : | 10 |
| 6.11 | Cálculo da Corrente de Demanda (I_{carga}): | 10 |
| 6.12 | Ajustes de proteções de Fase (50/51): | 10 |
| 6.13 | Ajustes de proteções de Neutro (50N/51N): | 10 |
| 7. | DEFINIÇÃO DOS AJUSTES | 11 |
| 8. | CORDENOGRAMA | 12 |


| | | | |
|---|----------|--|--|
|  TCEES TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO | | Estudo de Proteção e Seletividade | |
| TCEES-RT-EPS-003 | Rev.: 01 | Data: Outubr0/2019 | |

1. IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL CADASTRO NACIONAL DA PESSOA JURÍDICA

| | | |
|--|---|---------------------------------------|
| NUMERO DE INSCRIÇÃO 28.483.014/0001-22 MATRIZ | COMPROVANTE DE INSCRIÇÃO E DE SITUAÇÃO CADASTRAL | DATA DE ABERTURA 28/09/1984 |
| NOME EMPRESARIAL TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO ESPIRITO SANTO | | |
| TITULO DO ESTABELECIMENTO (NOME DE FANTASIA) TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO | PORTE DEMAIS | |
| CÓDIGO E DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE ECONÔMICA PRINCIPAL 84.11-6-00 - Administração pública em geral | | |
| CÓDIGO E DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES ECONÔMICAS SECUNDARIAS Não informada | | |
| CÓDIGO E DESCRIÇÃO DA NATUREZA JURÍDICA 105-8 - Órgão Público do Poder Legislativo Estadual ou do Distrito Federal | | |
| LOGRADOURO R JOSE ALEXANDRE BUAIZ 157 | NUMERO S/N | COMPLEMENTO |
| CEP 29.060-913 | BAIRRO/DISTRITO ENSEADA DO SUA | MUNICIPIO VITORIA |
| UF ES | TELEFONE (27) 3334-7604 / (27) 3334-7602 | |
| ENDEREÇO ELETRÔNICO JOSECLAUDIO@TCE.ES.GOV.BR | ENTE FEDERATIVO RESPONSÁVEL (EFR) ES | |
| SITUAÇÃO CADASTRAL ATIVA | DATA DA SITUAÇÃO CADASTRAL 28/07/1998 | |
| MOTIVO DE SITUAÇÃO CADASTRAL | | |
| SITUAÇÃO ESPECIAL ***** | DATA DA SITUAÇÃO ESPECIAL ***** | |

| | | | |
|---|----------|--|--|
|  TCEES <small>TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO</small> | | Estudo de Proteção e Seletividade | |
| TCEES-RT-EPS-003 | Rev.: 01 | Data: Outubr0/2019 | |

2. EQUIPE TÉCNICA / DADOS DA EMPRESA

Engenheiro Responsável

Robson Farage

Engenheiro Eletricista

CREA – 2610376960 (RNP)

| <u>Empresa</u> | <u>Preposto da Empresa</u> |
|---|--|
| TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO CNPJ: 28.483.014/0001-22 END: Rua José Alexandre Buaiz, 157 – Enseada do Sua, Vitória/ES. CEP: 29050-913 - TEL: (27) 3334-7741 | Larissa Nascimento Gabriel Scardini Engenheira Eletricista NOM - Núcleo de Obras e Manutenção |

Dados do Consumidor / Contrato


Número da Instalação: 9.500.677

Tipo: Cativo

Modalidade: V4 – Horo Sazonal Verde

Tensão Contratada: 11.400 V

Demanda Contratada: 400kW

| | | | |
|---|-----------------|--|--|
|  TCEES <small>TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO</small> | | Estudo de Proteção e Seletividade | |
| TCEES-RT-EPS-003 | Rev.: 01 | Data: Outubr0/2019 | |


3. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é o de apresentar a concessionária de energia EDP Espírito Santo Distribuição de Energia S.A. os resultados dos estudos elétricos de proteção e seletividade com base nas Normas técnicas aplicáveis e em especial as de referência conforme item 9 deste relatório, nas instalações elétricas da Subestação em 11,4 kV do **TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**, situado em Vitória/ES.

3.1. Estudo de coordenação da proteção (seletividade)

O Estudo de coordenação da proteção tem como objetivo avaliar os tipos de esquemas de proteção instalados na baixa, média e alta tensão, definindo os ajustes necessários e/ou retrofit, visando isolamento da parte atingida por uma falta ou sobrecarga não prevista.

A velocidade do isolamento do equipamento sob falta do restante do sistema elétrico é necessária para evitar danos materiais e principalmente riscos de acidentes, restringindo ao máximo possível a repercussão da falta no restante do sistema.

| | | | |
|--|----------|-----------------------------------|--|
|  | | Estudo de Proteção e Seletividade | |
| TCEES-RT-EPS-003 | Rev.: 01 | Data: Outubr0/2019 | |

4. POTÊNCIA DA INSTALAÇÃO E DEMANDA PREVISTA

Transformador: 750 kVA – 11.400-220/127 V (seco) - **Z:** 6,5%

Demanda a contratar: 400 kW

5. DADOS FORNECIDOS PELA CONCESSIONÁRIA

- *Impedância equivalente e corrente de curto circuito no ponto de entrega:*

| SEQUÊNCIA POSITIVA | | SEQUÊNCIA ZERO | |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|
| <i>R1 (pu)</i> | <i>X1 (pu)</i> | <i>RO (pu)</i> | <i>XO (pu)</i> |
| 0,2712 | 0,9334 | 1,4198 | 2,3670 |

- *Corrente de curto circuito:*

- Curto-circuito monofásico = 3,256 A;
- Curto-circuito Bifásico = 4.512 A;
- Curto-circuito Trifásico = 5.211 A;
- Curto-circuito Trifásico Assimétrico = 6.092 A.

6. DIMENSIONAMENTO DO TRANSFORMADOR DE CORRENTE


Potência da Instalação: 750 kVA

Tensão de Fornecimento: 11.800 V

Icc trifásico: 5211 A

Distância condutor TC: 5 m

Seção do Condutor: 4 mm²

| | | | |
|---|-----------------|--|--|
|  TCEES TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO | | Estudo de Proteção e Seletividade | |
| TCEES-RT-EPS-003 | Rev.: 01 | Data: Outubr0/2019 | |

6.1 Cálculo da Corrente Nominal:

$$I_N = \frac{S}{V\sqrt{3}} = \frac{750}{11,8 * 1,73} = 36,73 \text{ A}$$

6.2 Cálculo da Corrente de Curto Circuito:

O Transformador de Corrente (TC) deverá suportar uma corrente de curto-circuito igual a 20 vezes a corrente nominal primária do TC, ou seja:

$$I_p = \frac{I_{cc_{3\phi}}}{20} = \frac{5211}{20} = 260,55 \text{ A}$$

RELAÇÃO ADOTADA: 300/5

RTC=60

6.3 Cálculo do TC:

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

Ligação entre TC e Relé:


Fio de cobre (S): 4,0 mm²

Comprimento do condutor (L): 5 m

$$Z_{FIAÇÃO} = r_{COBRE} * \left(\frac{L}{S}\right) = 0,02 * \left(\frac{5m}{4mm^2}\right) = 0,025\Omega$$

$$Z_{RELÉ} = Z_{FASE} + 3 * Z_{NEUTRO} = 7m\Omega + 3 * 7m\Omega = 0,028\Omega$$

$$Z_{TC} = 0,00234 * RTC + 0,0262 = 0,00234 * 60 + 0,0262 = 0,1666\Omega$$

| | | | |
|---|-----------------|--|--|
|  TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO | | Estudo de Proteção e Seletividade | |
| TCEES-RT-EPS-003 | Rev.: 01 | Data: Outubr0/2019 | |

$$Z_{TOTAL} = Z_{FIAÇÃO} + Z_{RELÉ} + Z_{TC}$$

$$Z_{TOTAL} = 0,025\Omega + 0,028\Omega + 0,1666\Omega = 0,2196\Omega$$

- Corrente de Curto Circuito no TC:

$$I_{CC_{TC}} = \frac{ICC3_{SIM}}{RTC} = \frac{5211}{60} = 86,85 A$$

- Tensão de Saturação:

$$V_{SAT} = I_{CC_{TC}} * Z_{TOTAL} = 86,85 * 0,2196 = 19,07V \rightarrow 50V$$

- Características técnicas dos TCs:

Relação: 300 / 5A

Classe de Precisão / Exatidão: 10B50

Isolação em EPOXI para classe de 15 kV

6.4 Cálculo do TP:

Impedância (Z) do TP: 22Ω

Tensão Primária (Vp): 11,4 kV


Tensão Secundária (Vs): 115 V

$$S = \frac{V_S^2}{Z} = \frac{\left(\frac{115}{\sqrt{3}}\right)^2}{22} = 200 VA$$

$$P_{th} = 1,21 * K * S = 1,21 * 3,6 * 200 = 1000 VA$$

- Características técnicas dos TPs:

Relação: 0,6P200 com potência térmica de 1000 VA

| | | | |
|---|----------|--|--|
|  TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO | | Estudo de Proteção e Seletividade | |
| TCEES-RT-EPS-003 | Rev.: 01 | Data: Outubr0/2019 | |

6.5 Cálculo da Corrente de Magnetização dos Transformadores (I_{inrush}):

- $$I_{inrushT1} = \frac{S}{V\sqrt{3}} * 12 = \frac{750}{11,4\sqrt{3}} = 456 A$$

$$I_{inrush(TOTAL)} = 456 A \rightarrow 0,1 s$$

6.6 Cálculo do Ponto ANSI dos Transformadores:

- $$ANSI T1 = In_{T1} * 20 = 38 * 20 = 760 A \rightarrow 3.1 s$$

6.7 Cálculo da Impedância da fonte:


$$Z_{FONTE} = \frac{\frac{V}{\sqrt{3}}}{I_{CC3f}} = \frac{\frac{11400}{\sqrt{3}}}{5211} = 1,26 \Omega$$

6.8 Cálculo da Impedância equivalente da corrente $I_{inrush (TOTAL)}$:

$$Z_{inrush} = \frac{\frac{V}{\sqrt{3}}}{I_{inrush(TOTAL)}} = \frac{\frac{11400}{\sqrt{3}}}{456} = 14,43 \Omega$$

6.9 Cálculo da Impedância Total $Z_{(TOTAL)}$:

$$Z_{total} = Z_{FONTE} + Z_{inrush} = 1,26 + 14,43 = 15,69 \Omega$$

| | | | |
|---|-----------------|--|--|
|  TCEES <small>TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO</small> | | Estudo de Proteção e Seletividade | |
| TCEES-RT-EPS-003 | Rev.: 01 | Data: Outubr0/2019 | |

6.10 Cálculo da Corrente Transitória Total I_{TOTAL} :

$$I_{TOTAL} = \frac{V}{\sqrt{3} Z_{total}} = \frac{11400}{15,69} = 419,49 A$$

6.11 Cálculo da Corrente de Demanda (I_{carga}):

$$I_{CARGA} = \frac{kW}{kV * \sqrt{3} * 0,92} = \frac{400}{11,4 * \sqrt{3} * 0,92} = 22,01 A$$

6.12 Ajustes de proteções de Fase (50/51):


$$I_{INSTANTENEA(F)} = 1,1 * I_{TOTAL} = 1,1 * 419,49 = 461,4 A$$

$$I_{PICK-UP (F)} = \frac{(22,01 * 1,15)}{0,92} = 27,5 A$$

6.13 Ajustes de proteções de Neutro (50N/51N):

$$I_{INSTANTENEA(N)} = 0,33 * I_{INSTANTENEA(F)} = 0,33 * 461,4 = 152,3 A$$

$$I_{PICK-UP (N)} = I_{PICK-UP (F)} * 0,33 = 27,5 * 0,33 = 9,1$$

| | | | |
|--|----------|--|--|
|  TCEES <small>TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO</small> | | Estudo de Proteção e Seletividade | |
| TCEES-RT-EPS-003 | Rev.: 01 | Data: Outubr0/2019 | |


7. DEFINIÇÃO DOS AJUSTES

| CABINE PRIMÁRIA | | | |
|------------------------|---------------------|----------------------|----------------------------|
| MARCA | <i>SCHNEIDER</i> | MODELO | <i>VAMP 11</i> |
| RELAÇÃO DO TC | <i>300 / 5 = 60</i> | RELAÇÃO DO TP | <i>11400 / 115 = 99,13</i> |

| AJUSTES DA PROTEÇÃO | | | |
|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------|
| PARAMETRO | AJUSTE NO PRIMÁRIO | AJUSTE NO SECUNDÁRIO | DT |
| <i>50</i> | <i>461,4 A</i> | <i>7,69 A</i> | - |
| <i>51</i> | <i>27,5 A</i> | <i>0,45 A</i> | <i>0,3 s</i> |
| CURVA | <i>MI</i> | | |
| <i>50N</i> | <i>152,3 A</i> | <i>2,54 A</i> | - |
| <i>51N</i> | <i>9,1 A</i> | <i>0,152 A</i> | <i>0,3 s</i> |
| CURVA | <i>MI</i> | | |

Mauá, 19 de junho de 2019.

Robson Farage Lima Martins
Engenheiro Eletricista
CREA: 2610376960 (RNP)

| | | | |
|--|-----------------|--|--|
|  | | Estudo de Proteção e Seletividade | |
| TCEES-RT-EPS-003 | Rev.: 01 | Data: Outubr0/2019 | |

8. COORDENOGRAMA

TCE ES

