

## SUMÁRIO: RESUMO DO PROJETO

- **Interessado:** FÓRUM AUTRAN NUNES.
- **Razão Social:** Tribunal Regional do Trabalho da 7A. Região
- **CNPJ:** 03.235.270/0001-70
- **Endereço:** Av. Santos Dumont, 3384 – Aldeota – Fortaleza/CE
- **Endereço Subestação:** Av. Duque de Caxias, 1150 – Centro – Fortaleza/CE
- **C.S.I. Anterior:** B01N-1106
- **C.S.I. Posterior:** -

### RESPONSÁVEL PELO PROJETO:

- **Engenheiro:** Edivaldo Rodrigues
- **CREA:** PR-23.083/D
- **ENDEREÇO:** Av. Presidente Costa e Silva, 1720
- **FONE:** (85) 9-8879-7160

### CARACTERÍSTICA DA OBRA:

**Extensão em Média Tensão Trifásica:** -  
**Condutores de Média Tensão:** Cabo Cu 25mm<sup>2</sup>, isolamento 15/25 kV EPR/XLPE  
**Potência Instalada:** 600 kVA (2 x300 kVA)  
**Quantidade de Consumidores:** 01  
**Implantação de Postes:** 01 (Existente, a ser relocado)



## **1. FINALIDADE DO PROJETO**

---

O presente projeto tem por finalidade aprovar junto a COELCE a realocação do Posto de Medição (poste do ponto de entrega), além da adequação da medição para Conjunto de Medição Polimérico e *retrofit* (reforma) da subestação de potência de 600 kVA (2x300 kVA), mantendo a relação de transformação de 13.800/380-220V em 60Hz, do Fórum Autran Nunes, localizado na Av. Duque de Caxias, 1150 – Centro – Fortaleza/CE.

## **2. OBJETIVOS DA SUBESTAÇÃO**

---

A entrada de energia e medição continuará a atender eletricamente ao FÓRUM AUTRAN NUNES, atendendo a demanda de energia elétrica atual, através de uma subestação de potência de 600 kVA (2x 300 kVA) e, também, as previsões futuras (próximos 05 anos) de acréscimos de cargas do referido cliente localizada, Av. Duque de Caxias, 1150 – Centro – Fortaleza/CE.

## **3. NORMAS E ESPECIFICAÇÕES**

---

Todas as instalações elétricas existentes foram projetadas e deverão ser executadas em estrita concordância com os seguintes documentos:

- Normas COELCE: NT-002/2011-R03 – Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária de Distribuição;
- Resolução nº 414 da ANEEL – Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica;
- NBR ABNT 14039 – Instalações Elétricas de Média Tensão de 1,0 kV a 36,2 kV;
- Complementada com este Memorial Descritivo.

## **4. JUSTIFICATIVA TÉCNICA DA SUBESTAÇÃO**

---

A necessidade desta referida subestação é consequência da potência instalada do Fórum Autran Nunes ser superior a 75 kW, conforme Portaria nº 123 do DNAEE, e Item 6.1 da NT 002/2011-R03 da Coelce.

## **5. DATA PREVISTA PARA LIGAÇÃO DA SUBESTAÇÃO**

---

É importante que a presente subestação seja ligada até o dia 19 de fevereiro de 2016.

## **6. RELAÇÃO DE PRANCHAS QUE COMPÕEM O PROJETO**

---

FÓRUM A.N.\_600KVA\_PR\_01-03: Planta de situação e detalhe do ramal de entrada.

FÓRUM A.N.\_600KVA\_PR\_02-03: Planta baixa da subestação e detalhes construtivos.

FÓRUM\_600KVA\_PR\_03-03: Cortes, Diagrama Unifilar, Grupo Gerador e detalhes construtivos.

## **7. MEMORIAL DE CÁLCULO**

---

Anexo I - Memória de cálculo dos níveis de curto-circuito no ponto de entrega;

Anexo II – Memória de cálculo do ajuste do relé de proteção.

Anexo III – Memória de cálculo de saturação do TC.

Anexo IV – Coordenograma Fase e Neutro

## **8. DIMENSIONAMENTO E ESPECIFICAÇÕES DOS COMPONENTES DO CUBÍCULO E MEDIÇÃO**

---

### **8.1. ENTRADA DE ENERGIA**

---

O fornecimento de energia elétrica é feito pela COELCE em tensão primária de distribuição de 13,8 kV. O ponto de entrega de energia elétrica (estrutura única para conjunto de medição) é aéreo, está dentro da propriedade do cliente, porém próximo do limite da mesma com a via pública e com acesso 24 horas por dia.

### **8.2. ESPECIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DO LADO PRIMÁRIO**

---

#### **8.2.1. PROTEÇÃO ELÉTRICA**

---

##### **8.2.1.1. PROTEÇÃO CONTRA SURTOS DE TENSÃO**

---

A proteção é feita através da instalação de um conjunto de 03 (três) para-raios poliméricos com resistor não linear de óxido de zinco, tensão nominal eficaz de 12 kV, capacidade de ruptura de 10 kA, nível de isolamento (NI) de 110 kV, instalado no conjunto de medição.

##### **8.2.1.2. PROTEÇÃO PRIMÁRIA CONTRA SOBRECORRENTES E SECCIONAMENTOS**

---

Para proteção da subestação, instalada no ponto de ligação, será utilizado um conjunto de 03 (três) chaves fusíveis unipolar tipo indicadora, capacidade de condução nominal de corrente de 300 A, capacidade de ruptura simétrica mínima de 6,3 kA, com elo fusível de 40 K, classe de tensão de 25 kV, nível de isolamento (NI) de 110 kV, corpo em porcelana, uso externo.

Para seccionamento dos transformadores, instaladas nos cubículos de transformação, serão utilizadas 02 (duas) chaves seccionadoras tripolar tipo faca de ação simultânea nas três fases,

manobra sem carga, corrente nominal de 400 A, classe de tensão de 25 kV, corrente de ruptura de 10 kA e nível de isolamento (NI) de 110 kV.

#### *8.2.1.3. DISJUNTOR DE MÉDIA TENSÃO*

Disjuntor tripolar de média tensão, tipo isolado a vácuo, dotado de sistema de proteção indireta integrada (ON BOARD), com carrinho de sustentação com rodas, execução fixa, comando motorizado frontal, tensão nominal 17,5 kV, corrente nominal mínima de 630 A, capacidade de interrupção simétrica mínima 350 MVA, tensão de impulso 110 kV e frequência 60 Hz. Relé de proteção secundária indireta integrada, ou seja, o disjuntor de MT utiliza sensores incorporados, que farão as leituras de corrente para o relé microprocessado; 01 (um) relé trifásico indireto, eletrônico, microprocessado, montado acima da caixa de comando do disjuntor, do tipo PEXTRON URP-1439T, 3 (três) sensores de corrente isolados em resina epóxi, com tensão de isolamento apropriada, relação de correspondente a carga especificada instalada e secundário de 5 A, classe 10B100, montado sob a estrutura inferior do disjuntor ou ao lado do mesmo, 01 (um) transformador de potencial, com secundário 250 VCC para alimentação do relé, montado sob a estrutura inferior do disjuntor ou ao lado do mesmo, 01 (um) disparador (percursor) de abertura, montado na caixa de comando do disjuntor de MT e botão de rearme ( reset ).

#### *8.2.1.4. RELÉ DE PROTEÇÃO SECUNDÁRIA (MICROPROCESSADO)*

Relé de Proteção Secundária, do tipo PEXTRON URP-1439T, multifunção microprocessadas, do tipo digital compacto, com capacidade de expansão via adição de módulos adicionais para incremento de funções de monitoramento e proteção.

Deverá possuir mostrador digital em cristal líquido ou semelhante, no seu frontal, para visualização das grandezas a serem monitoradas, dos parâmetros de programação e das ocorrências de alarmes e atuações de proteções.

A alimentação da unidade deverá ser em 250 VCC, permitir a conexão direta de TC's e TP's padronizados sem a necessidade da incorporação de transdutores ou adaptadores adicionais. As conexões de entrada dos instrumentos deverão possuir precisão mínima de 1%.

Deverá incorporar as funções de proteção exigida para subestações elétricas, possuindo no mínimo as funções de proteção 50/51, 50/51N, 59 e 27. Na atuação de qualquer uma das funções de proteção, deverá emitir mensagem no mostrador digital. Sua programação deverá permitir a implantação de um esquema de seletividade entre os sistemas de proteção a montante e a jusante.

As unidades deverão disponibilizar ao usuário, tanto no “display” frontal como via serial, no mínimo as seguintes medições:

- Corrente RMS (por fase, neutro, terra e trifásica);
- Tensões entre fases e fase-neutro;
- Potência ativa (kW) por fase e trifásica;
- Potência reativa (kVAr) por fase e trifásica;
- Potência aparente (kVA) por fase e trifásica;
- Fator de potência por fase e trifásico;
- Frequência (Hz);
- Energia Ativa Acumulada (kWh);
- Energia Reativa Acumulada (kVArh).

#### ***Observações Gerais:***

- As proteções de sobrecorrente instantânea 50 e sobrecorrente temporizada 51 devem possuir tempo de coordenação mínima de 300ms com a Coelce. Caso não seja possível coordenar, deve ser realizado um acordo de ajustes de proteção com a Área de Operação da Coelce.
- Quando forem utilizados relés com funções 50 e 51 do tipo microprocessado, digital, autoalimentado ou não, deve ser garantida, na falta de energia, uma fonte de alimentação reserva, com autonomia mínima de duas horas, que garanta a sinalização dos eventos ocorridos e o acesso à memória de registro dos relés.
- Para qualquer tipo de relé, deve ser instalado um dispositivo exclusivo que garanta a energia necessária ao acionamento da bobina de abertura do disjuntor, que permita teste individual, recomendando-se o uso de fonte capacitiva.

#### ***8.2.1.5. ALIMENTADORES***

---

##### **8.2.1.5.1 ALIMENTADORES REDE PÚBLICA**

Os alimentadores de média tensão, do trecho AÉREO, que envolve o Ramal de Ligação, serão dimensionados e instalados pela concessionária de energia elétrica local.

##### **8.2.1.5.2. ALIMENTADORES RAMAL DE ENTRADA**

Os alimentadores da instalação, que interligará o Ramal de entrada ao cubículo de proteção e transformação, serão de cobre isolado 15/25 kV EPR/XLPE, secção nominal transversal de 25 mm<sup>2</sup>, sendo um condutor por fase.

### 8.3. ESPECIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DO LADO SECUNDÁRIO

---

#### 8.3.1. ALIMENTADORES DE BAIXA TENSÃO

---

Para os transformadores de 300 kVA é utilizado condutores cabo de cobre, classe 0,6/1 kV, isolamento PVC, instalados em canaleta, sendo 02 (dois) condutores por fase e 02 (dois) condutores para o neutro de 185mm<sup>2</sup>.

Para barramento: bitola mínima de 1.1/2" x 1/4"

Para a condição de paralelismo dos transformadores, caso adotado, o mesmo será feito no quadro de proteção e a interligação deste com o QGBT será feita através de cabo de cobre, classe 0,6/1 kV, isolamento PVC, instalados em eletroduto, sendo 02 (dois) condutores por fase e 02 (um) condutores para o neutro de 400 mm<sup>2</sup>.

Para barramento: bitola mínima de 2.3/4" x 1/4"

#### **Observações Gerais:**

- Os condutores deverão possuir gravados em toda sua extensão as especificações de nome do fabricante, bitola, isolamento, temperatura e certificado do INMETRO.
- Não serão permitidas emendas nos condutores alimentadores de circuitos, bem como emendas no interior dos eletrodutos.
- Deverá ser empregada parafina ou talco industrial para auxiliar na enfição dos condutores.
- O critério das cores, fase, neutro, retorno e proteção deverá ser conforme a NBR 5410: 2005.
- Os condutores só devem ser enfiados depois de completada a rede de eletrodutos e concluídos todos os serviços de construção que os possam danificar. A enfição só deve ser iniciada após a tubulação estar perfeitamente limpa e seca.

#### 8.3.2. DISJUNTOR DE BAIXA TENSÃO

---

02 (dois) Disjuntores tripolar termomagnético, um para cada transformador, classe de isolamento 600 V, capacidade de interrupção simétrica 15 kA e corrente nominal 500A, sendo estes instalados no Quadro de Proteção.

01 (um) Disjuntor tripolar termomagnético, classe de isolamento 600 V, capacidade de interrupção simétrica 15 kA e corrente nominal 1000A, sendo este instalado no Quadro Geral de Baixa Tensão.

### 8.4. ATERRAMENTO

---

O sistema de aterramento da estrutura da medição, do cubículo de disjunção e de transformação e do cubículo do grupo gerador consiste na interligação das massas metálicas

não condutoras de energia e o cabo de terra dos para-raios do conjunto de medição e do cubículo disjunção e transformação à malha de aterramento.

Haverá 03 (três) malhas, sendo uma para o conjunto de medição, uma para o cubículo do grupo gerador, e outra para o cubículo de disjunção e transformação. Cada malha será composta por no mínimo 06 (seis) hastes tipo Copperweld 5/8''x 2,4m, dispostas em formato retangular distando uma da outra de 3,0 metros, ligadas a um cabo de cobre nu 35 mm<sup>2</sup> através de conectores tipo split-bolwd. A resistência máxima da malha de aterramento em qualquer ano não deverá ser superior a 10 ohms.

## **9. OBSERVAÇÕES GERAIS DA SUBESTAÇÃO**

---

O cubículo deverá possuir obrigatoriamente, em sua proximidade, um extintor de combate a incêndio, tipo CO<sub>2</sub> / 6 kg;

Devem ser aterrados todos os componentes metálicos não energizados do cubículo;

Os condutores neutros (secundário dos transformadores) devem, obrigatoriamente, serem aterrados a malha de aterramento da subestação;

Os condutores de alimentação serão singelos, de cobre, isolamento EPR/XLPE – 0,6/1kV, tipo rígido, não sendo permitido uso de cabos flexíveis;

Poderá ser utilizada solda exotérmica e massa de calafetar nas conexões do sistema de aterramento (malha de aterramento);

Os condutores do ramal de ligação e ramal de entrada não poderão possuir emendas no interior das caixas de passagens e de inspeção e eletrodutos;

Será obrigatório efetuar aterramento nas cercas de proteção do terreno sob o ramal de ligação da concessionária.

## **10. ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA**

---

### **10.1 AVALIAÇÃO DE VIABILIDADE TÉCNICA**

---

Não há para o projeto em questão.

### **10.2 ORDEM DE AJUSTE DE PROTEÇÃO**

---

Segue em anexo a Ordem de Ajuste de Proteção e Carta nº 187/2015 de 20/11/2015, do Departamento de Planejamento da Alta e Média Tensão, com os dados de Curto-Circuito para curto prazo.

## 11. RELAÇÃO DAS CARGAS

Sendo dois transformadores de 300 kVA e estando os mesmos em paralelo, adota-se o cálculo da demanda para a potência total de 600 kVA.

Iluminação e Tomadas	
Descrição	Pot. total(kW)
Iluminação	59,504kW
Tomadas	247,630kW
	<b>307,134kW</b>

Ar – condicionado			
Descrição (HP)	Pot. unit. (kW)	Qde	Pot. total(kW)
Ar-cond. 12 HP	7,38kW	02	14,76kW
Ar-cond. 18 HP	12,10kW	01	12,10kW
Ar-cond. 22 HP	15,80kW	08	126,40kW
			<b>153,26kW</b>

Elevadores			
Descrição (CV)	Pot. unit. (kW)	Qde	Pot. total(kW)
Elevador 15CV	11,04kW	02	22,08kW
			<b>22,08kW</b>

Motores			
Descrição (CV)	Pot. unit. (kW)	Qde	Pot. total(kW)
Motores 1CV	0,736kW	01	0,736kW
Motores 3CV	2,208kW	01	2,208kW
Motores 5CV	3,680kW	01	3,680kW
			<b>6,624kW</b>

<b>Carga instalada total (kW) →</b>	<b>489,098kW</b>
-------------------------------------	------------------



## 12. CÁLCULO DA DEMANDA PRESUMÍVEL

### → Iluminação e tomadas (FP = 0,95):

De acordo com a tabela 5 da NT – 002/2011 o fator de demanda para a atividade do cliente (Edifício de Escritórios) é FD = 100 % para os primeiros 20 kW e 70% para o que exceder de 20 kW.

$$a = (P_{ILUMINAÇÃO}(kW) + P_{TOMADAS}(kW)) \times FD$$

$$a = 220,994 \text{ kW}$$

### → Ar – condicionado:

De acordo com a tabela 7 da NT – 002/2011 o fator de demanda para a quantidade de aparelhos instalados (11 aparelhos) é FD = 86 %.

$$c = (P_{AR \text{ CONDICIONADO}}(kW)) \times FD$$

$$c = 131,80 \text{ kW}$$

### → Elevadores:

De acordo com a tabela 8 da NT – 002/2011 o fator de demanda para a quantidade de elevadores instalados (02 aparelhos) é FD = 70 %.

$$e = (P_{ELEVADOR}(kW)) \times FD$$

$$e = 15,456 \text{ kW}$$

### → Motores:

$$F = \sum (0,87 \times P_{nm} \times F_u \times F_s) \text{ onde:}$$

➤ Motores 3/4 à 2,5

[01 motor (01x1CV) ⇒ Fu = 0,70 (conforme tab. 9) e Fs = 1,00]

$$F_1 = 0,87 \times (01 \times 1 \text{ CV}) \times 0,70 \times 1,00$$

$$F_1 = 0,609 \text{ kVA}$$

➤ Motores 3 à 15

[02 motores (01x3CV+01x5CV) ⇒ Fu = 0,80 (conforme tab. 9) e Fs = 0,85 (conforme tab. 10)]

$$F_2 = 0,87 \times (01 \times 3 \text{ CV} + 01 \times 5 \text{ CV}) \times 0,80 \times 0,85$$

$$F_2 = 4,733 \text{ kVA}$$

$$F = F_1 + F_2 = 0,609 + 4,733 = 5,342 \text{ kVA}$$

### → Aplicando a fórmula da NT – 002/2010:

$$D = \left[ \frac{0,77 \times a}{0,95} + 0,7 \times b + 0,95 \times c + 0,59 \times d + 1,2 \times e + F + G \right] \text{ kVA}$$

➔ **Demanda Total = 328,22 kVA**

Ficando dimensionado um transformador de 600 kVA:

$$\%RESERVA = \left(1 - \frac{328,22}{600}\right) \times 100 = 45,30 \geq 30\%$$

Obs.: Apesar de a Reserva Técnica ser superior a 30 %, será mantido a potência de 600 kVA, pois a mesma é existente e instalada.

### **13. ESPECIFICAÇÃO DO TRANSFORMADOR**

---

02 (dois) Transformadores trifásicos, Potência de 300 kVA, Tensão Nominal Primária 13,8 kV e Secundária 380/220 V, c/ derivações 13,8/13,2/12,6 kV. Ligação Primária em Triângulo e Secundária em Estrela c/ Neutro acessível e aterrado, Z = 5,75 %, 60 Hz, Nível de Isolamento (NI) de 95 kV e Classe de Tensão de 15 kV, Isolação de Resina Epóxi, a Seco.

### **14. GRUPO GERADOR**

---

01 Grupo Gerador para uso como Fonte Auxiliar, com suas características descritas abaixo:

➤ Grupo Gerador Heimer GEHM-180:

- Potência Nominal Stand-by (60 Hz): 180 kVA / 144 kW
- Potência Nominal Prime (60 Hz): 164 kVA / 131 kW

➤ Alternador Síncrono:

- Tipo: Síncrono, sem escovas, com ímã permanente, 4 polos trifásico
- Tensão: 380 / 220 V
- Ligação: estrela com neutro acessível
- Regulação: Regulador de tensão eletrônico à 2%
- Ventilação: ventilador montado no eixo
- Isolamento: Classe "H"
- Potência Nominal: 165 kVA
- Fabricante: Negrini
- Modelo: ATE
- N° de Série: 37518

➤ Motor Diesel:

- Fabricante: MWM Internacional

- Modelo: 6.10 TCA
- Potência: 215 HP (60 Hz)
- Cilindros: 6 em linha (102 x 120mm)
- Compressão: 16:1
- Aspiração: Turbocompressor
- Combustão: Injeção Direta
- Consumo: 35 L/h à 100% carga contínua
- Sistema de Arrefecimento: Radiador e Ventilador
- Filtros: Ar, combustível e óleo
- Sistema Elétrico: 12V (bateria incluída), alternador e carregador de bateria
- Painel: RPM, horímetro, temperatura de refrigeração, pressão de óleo, partida
- Proteção: Parada do motor por superaquecimento e baixa pressão de óleo
- Ponto de Injeção: 19º
- Folga de válvula a frio: 0,4 mm
- Volume de injeção: 116 mm<sup>3</sup>
- Potência: 158 kW a 1800 rpm
- Plano de componentes: 9.610.81.03.226.9
- N° de Série: 6-013013
- Data de fabricação: 13/02/1996
- Cilindrada: 6,45
- Marcha lenta: 750 rpm
- Dimensões:
  - Comprimento: 2500 mm
  - Largura: 705 mm
  - Altura: 1700 mm
  - Peso: 1702 kg
- Painel de Comando e Controle:
  - Equipado com módulos microprocessados para supervisão de rede/gerador bem como proteção ao sistema.
- Base em aço com solda MIG com apoios de borracha para o motor e alternador.
- Reservatório de combustível com capacidade de 270 L.
- Autonomia: 7,7 h

## APLICAÇÃO:

STAND-BY: Equipamento dimensionado para trabalhar em serviços de emergência, durante toda a interrupção do fornecimento de energia elétrica pela concessionária, não devendo ultrapassar 200 horas/ano, conforme recomendado pelo fabricante.

### 14.1. CONDUTORES DO GRUPO GERADOR

Condutores isolados em cabo de cobre, classe 0,6/1 kV, isolação PVC, instalados em eletroduto, sendo 01 (um) condutor por fase de 150 mm<sup>2</sup> e 01 (um) condutor para o neutro de 70 mm<sup>2</sup>.

### 14.2. ESPECIFICAÇÃO DO DISJUNTOR DE PROTEÇÃO GERAL DO G. GERADOR

01 (um) Disjuntor tripolar termomagnético, Classe de isolamento 750 V, Capacidade de interrupção simétrica 15 kA e Corrente nominal 250A.

### 14.3. DETALHE DO TANQUE DE CONTENÇÃO DE ÓLEO COMBUSTÍVEL

Detalhe está na prancha 03/03 – Detalhes do Grupo Gerador.

### 14.4. RELAÇÃO DAS CARGAS ESSENCIAIS

Iluminação e Tomadas	
Descrição	Pot. total(kW)
Iluminação	59,504kW
Tomadas	18,880kW
	<b>78,384kW</b>

Elevadores			
Descrição (CV)	Pot. unit. (kW)	Qde	Pot. total(kW)
Elevador 15CV	11,04kW	02	22,08kW
			<b>22,08kW</b>

Motores			
Descrição (CV)	Pot. unit. (kW)	Qde	Pot. total(kW)
Motores 1CV	0,736kW	01	0,736kW
Motores 3CV	2,208kW	01	2,208kW
Motores 5CV	3,680kW	01	3,680kW
			<b>6,624kW</b>

<b>Carga instalada total (kW) →</b>	<b>107,088kW</b>
-------------------------------------	------------------

#### 14.5. CÁLCULO DA DEMANDA PRESUMÍVEL DAS CARGAS ESSENCIAIS

##### → Iluminação e tomadas (FP = 0,95):

De acordo com a tabela 5 da NT – 002/2011 o fator de demanda para a atividade do cliente (Edifício de Escritórios) é FD = 100 % para os primeiros 20 kW e 70% para o que exceder de 20 kW.

$$a = (P_{ILUMINAÇÃO}(kW) + P_{TOMADAS}(kW)) \times FD$$

$$a = 60,869 \text{ kW}$$

##### → Elevadores:

De acordo com a tabela 8 da NT – 002/2011 o fator de demanda para a quantidade de elevadores instalados (02 aparelhos) é FD = 70 %.

$$e = (P_{ELEVADOR}(kW)) \times FD$$

$$e = 15,456 \text{ kW}$$

##### → Motores:

$$F = \sum (0,87 \times P_{nm} \times F_u \times F_s) \text{ onde:}$$

➤ Motores 3/4 à 2,5

[01 motore (01x1CV) ⇒ Fu = 0,70 (conforme tab. 9) e Fs = 1,00]

$$F_1 = 0,87 \times (01 \times 1 \text{ CV}) \times 0,70 \times 1,00$$

$$F_1 = 0,609 \text{ kVA}$$

➤ Motores 3 à 15

[02 motores (01x3CV+01x5CV) ⇒ Fu = 0,80 (conforme tab. 9) e Fs = 0,85 (conforme tab. 10)]

$$F_2 = 0,87 \times (01 \times 3 \text{ CV} + 01 \times 5 \text{ CV}) \times 0,80 \times 0,85$$

$$F_2 = 4,733 \text{ kVA}$$

$$F = F_1 + F_2 = 0,609 + 4,733 = 5,342 \text{ kVA}$$

##### → Aplicando a fórmula da NT – 002/2010:

$$D = \left[ \frac{0,77 \times a}{0,95} + 0,7 \times b + 0,95 \times c + 0,59 \times d + 1,2 \times e + F + G \right] \text{ kVA}$$

##### → Demanda Total = 73,23 kVA

Adota-se um Grupo Gerador de 165 kVA por ser existente.

**INFORMAÇÃO TÉCNICA DO PONTO DE CONEXÃO AO SISTEMA ELÉTRICO COELCE****Dados do Solicitante:**

Solicitante: **Tribunal Regional do Trabalho 7**  
Unidade Consumidora: **Tribunal Regional do Trabalho 7**  
Município: **Fortaleza**  
Localização: **Av. Duque de Caxias, 1150**

**Dados do Sistema Elétrico:**

Subestação: **MAGUARY**  
Alimentador: **01F4**  
Ponto de Conexão: **B01N-1148**

**Informação Técnica:** Parâmetros para Cálculo do curto-circuito.

Topologia e parâmetros da rede de distribuição de média tensão até o ponto de conexão da unidade consumidora.

Impedância Reduzida na barra 15,0kV da subestação em por unidade (pu):

Sequência Positiva →  $R1 = 0,0096$        $X1 = 0,4344$   
Sequência Zero →  $R0 = 0,0000$        $X0 = 0,3732$

Valores Base para cálculo dos parâmetros em por unidade (pu):

Potência Base →  $100,0 \text{ MVA}$   
Tensão Base  $13,8 \text{ kV}$

Trecho	Condutor	Extensão (km)	Impedância Condutor em Ohm/km			
			Sequência Positiva		Sequência Zero	
			R1	X1	R0	X0
1	Cobre 95mm <sup>2</sup>	1,39	0,2231	0,4040	0,3991	1,9282
2	Cobre 4/0 AWG	0,858	0,1882	0,3988	0,3660	1,9230
3	Cobre 4 AWG	0,140	0,9427	0,4625	1,1205	1,9866
4						
5						

Informamos que segue em anexo uma via do documento Ordem de Ajuste da Proteção do alimentador 01F4 da subestação MAGUARY.

Aprovado por: **Petrônio Veras**

Planejamento da Rede AT-MT

Elaborado por: **Marcela Peixoto**

Planejamento da Rede AT-MT



# ORDEM DE AJUSTE DE PROTEÇÃO SED MAGUARY - MG

PÁGINA: 01 / 02

DATA: NOV/2015

DATA: NOV/2015																					
ITEM	EQUIPAMENTO OU LT PROTEGIDO	TENSÃO (KV)	RELAÇÃO DE TC (A)	CORRENTE DE PICK-UP(A)	CÓDIGO ANSI	CARACTERÍSTICAS / AJUSTES DA PROTEÇÃO										TIPO DE TEMPORI- ZAÇÃO	IMPLANTAÇÃO		CONTROLE		
						PROTEÇÃO	FABRICANTE/ TIPO	REGULAÇÃO			GRADUAÇÃO				INST.		NOME	DATA	SITUAÇÃO	OAP Nº	ITEM Nº
								TEMPORIZADO	INSTANTÂNEO	CURVA	TAPE	EQUIL.	CURVA								
01	ALIMENTADOR	13,8	800 - 5	600	50 / 51	FASE	TEAM- ARTECHE PL- Proteccion de Sobreintensidad	0,10 - 200 INC - 0,01A IN=5A	0,10 - 200 I=(0,00- 60,00)0,01 INC - 0,01A IN=5A	(0,05-1,09) INC - 0,01	3,75	3,75	0,12	INST. F=18,75	M.I. BSC						
	RELIG. 21F4	13,8	800 - 5	24	50 / 51N	NEUTRO	TEAM- ARTECHE PL- Proteccion de Sobreintensidad	0,10 - 200 INC - 0,01A IN=5A	0,10 - 200 I=(0,00- 60,00)0,01 INC - 0,01A IN=5A	(0,05-1,09) INC - 0,01	0,15	0,15	0,86	INST N=6,25	M.I. BSC						
	2 TPs na Barra de 13,8 kV				INST = 3000A																
01A	ALIMENTADOR	13,8	800 - 5	15,04	50NS / 51NS	FASE	TEAM- ARTECHE PL- Sobreintensidad 1) Neutro	0,005 - 10,000 INC - 0,001A IN=5A	0,005 - 10,000 I=(0,00- 600,00)0,01 INC - 0,001A IN=5A	(0,00-1800,0) INC - 0,1	0,094	-	Tempo Fijo=65 Seg	Habilitado → NO	F.T.						
	RELIG. 21F4	13,8	800 - 5	160	46	NEUTRO	TEAM- ARTECHE PL- Sobreintensidad 1) Desequilibrio	0,10 - 200 INC - 0,01A IN=5A	0,10 - 200 I=(0,00- 60,00)0,01 INC - 0,01A IN=5A	(0,0-600,0) INC - 0,01	3.  I <sub>2</sub>   → 3,0 3,0	3,0	Tempo Fijo=60 Seg	Habilitado → NO	F.T.						
01B	ALIMENTADOR	13,8	800 - 5	#####	50	FASE	TEAM- ARTECHE PL- Proteccion Sobrent	-	0,10 - 200 I=(0,00- 60,00)0,01 INC - 0,01A IN=5A	-	-	-	-	Habilitado → NO	-						
	RELIG. 21F4	13,8	800 - 5	#####	50N	NEUTRO	TEAM- ARTECHE PL- Proteccion Sobrent	-	0,10 - 200 I=(0,00- 60,00)0,01 INC - 0,01A IN=5A	-	-	-	-	Habilitado → NO	-						
01C	ALIMENTADOR RELIG. 21F4	13,8	800 - 5	0,300	46A	NEUTRO	TEAM- ARTECHE PL- Proteccion de Sobreintensidad(2) Fase Aturada (G21)	0,10 - 0,50 INC - 0,01A IN=5A	-	(0,05-300,0) INC - 0,01	0,300	-	Tempo Fijo=70 Seg	-	F.T.						
01D (**)	ALIMENTADOR	13,8	800 - 5	600	50 / 51	CARGA FRIA	TEAM- ARTECHE PL- Prot de Sobreintensidad Carga Fria	(0,10 - 200) I=(0,00- 600,00)0,01 INC - 0,01A IN=5A	(0,10 - 200) I=(0,00- 60,00)0,01 INC - 0,01A IN=5A	Habilitado → SI	3,75	3,75	0,12	18,75	Tempo carga fria = 0,000 s Tempo Fijo =						
	RELIG. 21F4	13,8	800 - 5	24	50 / 51N	CARGA FRIA	TEAM- ARTECHE PL- Prot de Sobreintensidad Carga Fria	(0,10 - 200) I=(0,00- 600,00)0,01 INC - 0,01A IN=5A	(0,10 - 200) I=(0,00- 60,00)0,01 INC - 0,01A IN=5A	Habilitado → SI	0,15	0,15	0,86	6,25	-						
		13,8	800 - 5	15,04	50NS / 51NS	CARGA FRIA NEUTRO SENSIVEL	TEAM- ARTECHE PL- Prot de Sobreintensidad Carga Fria	(0,005 - 10,000) I=(0,00-600,00)0,01 INC - 0,001A IN=5A	(0,005 - 10,000) I=(0,00-60,00)0,01 INC - 0,001A IN=5A	-	0,094	-	Tempo Fijo=65 Seg.	Habilitado → NO	F.T.						
01E	RELIG. 21F4 62BF (Falha de Religador) TRIP → 11T1	13,8	800 - 5	-	62BF	FALHA DE DISJUNTOR	TEAM- ARTECHE PL- Prot de Sobreintensidad Carga Fria	Reposicion Fases → (0,10- 0,00)0,01 Inc - 0,01	Reposicion Neutro → (0,10- 0,00)0,01 Inc - 0,01	Tempo Fijo → (0,90- 0,00)0,01 Inc - 0,01				Reposicion Fases → 0,50 Reposicion Neutro → 0,50 Tempo Fijo → 0,20s	F.T.						
FALHA DE RELIGADOR: Usando ligação → Ativar						Habilitado: NO															
						VERIFICAÇÃO		SISTEMA DE RELIGAMENTO			RELIGADORES			IMPLANTAÇÃO							
						F. Térmico	Sêne c/ Medição	Bucha	DE RTCs		EQUIPAMENTO			21F4				RELIGADOR	NOME	DATA	
							Sim ou Não	Sim ou Não	NOME	DATA	FABRICANTE / TIPO (RELE)										
											SEQUÊNCIA DE OPERAÇÃO			11-1T							
											TEMPO DE RELIGAMENTO			10							
											TEMPO DE RESET			45,0							

EMIÇÃO			VISTO DO CHEFE			
NOME	DATA	RUBRICA	NOME	DATA	RUBRICA	
Área de Estudo e Análises da Operação	nov/15					



**Cálculo do tempo:**

$$t = \frac{13,5 \times TMS}{\left(\frac{I}{I_{ref}}\right)^1 - 1}$$

Curva IEC: VI = MI

As faixas estão na OAP.

t – tempo de atuação em segundos,

TMS – múltiplo de tempos (curva),

I – corrente de falta,

Iref – corrente de ajuste (pick-up).

Obs.: 1)  $\frac{I}{I_{ref}} < 1,1 \Rightarrow$  Relé não opera.

2)  $\frac{I}{I_{ref}} > 40 \Rightarrow$  Calcular o tempo usando o múltiplo(I/Iref) igual a 40 e considerar o tempo real menor que (<) o valor calculado.

## ANEXO I

**Assunto:** MEMORIAL DE CÁLCULO DE SUBESTAÇÃO ELÉTRICA DE 600 KVA (2x300 kVA)

**Responsável:** Eng. Eletricista - Edivaldo Rodrigues - RNP: 1704086370

### 1.0- MEMORIAL DE CÁLCULO - IMPEDÂNCIAS E CORRENTES DE CURTO-CIRCUITO DO PONTO DE ENTREGA:

#### 1.1- MEMORIAL DE CÁLCULO DA CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO: NA BARRA DE BAIXA TENSÃO

##### 1.1.1 Dados a Serem Considerados:

\* Tensão de Linha na Barra de Média Tensão:

$$V1 = 13,80 \text{ kV} \quad (\text{Conforme Dados COELCE})$$

\* Tensão de Linha na Barra de Baixa Tensão:

$$V2 = 380,00 \text{ V} \quad (\text{Conforme Dados COELCE})$$

\* Parâmetros da Rede de Distribuição de Média Tensão:

Impedância Reduzida na barra de 15 kV:

$$\text{Sequência Positiva :} \quad R1 = 0,0096 \text{ p.u} \quad (\text{Conforme Dados COELCE})$$

$$X1 = 0,4344 \text{ p.u} \quad (\text{Conforme Dados COELCE})$$

Sequência Zero :

$$R0 = - \text{ p.u} \quad (\text{Conforme Dados COELCE})$$

$$X0 = 0,3732 \text{ p.u} \quad (\text{Conforme Dados COELCE})$$

Trecho 01 : Cabo de Cu 95 mm<sup>2</sup>

$$\text{Sequência Positiva :} \quad R1 = 0,2231 \text{ (Ohm / Km)} \quad (\text{Conforme Dados COELCE})$$

$$X1 = 0,4040 \text{ (Ohm / Km)} \quad (\text{Conforme Dados COELCE})$$

Sequência Zero :

$$R0 = 0,3991 \text{ (Ohm / Km)} \quad (\text{Conforme Dados COELCE})$$

$$X0 = 1,9282 \text{ (Ohm / Km)} \quad (\text{Conforme Dados COELCE})$$

Extensão :

$$L = 1,390 \text{ km} \quad (\text{Conforme Dados COELCE})$$

Trecho 02 : Cabo de Cu 4/0 AWG

$$\text{Sequência Positiva :} \quad R1 = 0,1882 \text{ (Ohm / Km)} \quad (\text{Conforme Dados COELCE})$$

$$X1 = 0,3988 \text{ (Ohm / Km)} \quad (\text{Conforme Dados COELCE})$$

Sequência Zero :

$$R0 = 0,3660 \text{ (Ohm / Km)} \quad (\text{Conforme Dados COELCE})$$

$$X0 = 1,9230 \text{ (Ohm / Km)} \quad (\text{Conforme Dados COELCE})$$

Extensão :

$$L = 0,858 \text{ km} \quad (\text{Conforme Dados COELCE})$$

Trecho 03 : Cabo de Cu 4 AWG

$$\text{Sequência Positiva :} \quad R1 = 0,9427 \text{ (Ohm / Km)} \quad (\text{Conforme Dados COELCE})$$

$$X1 = 0,4625 \text{ (Ohm / Km)} \quad (\text{Conforme Dados COELCE})$$

Sequência Zero :

$$R0 = 1,1205 \text{ (Ohm / Km)} \quad (\text{Conforme Dados COELCE})$$

$$X0 = 1,9866 \text{ (Ohm / Km)} \quad (\text{Conforme Dados COELCE})$$

Extensão :

$$L = 0,140 \text{ km} \quad (\text{Conforme Dados COELCE})$$

##### 1.1.2 Determinação dos Parâmetros de Base do Sistema:

\* Lado de Média Tensão:

\* Potência de Base Adotada ( $P_B$ ):

$$P_B = 100.000,00 \text{ kVA}$$

\* Tensão de Base Primário ( $V_{BP}$ ):

$$V_{BP} = 13,80 \text{ kV}$$

\* Impedância de Base no Primário ( $Z_{BP}$ ):

$$Z_{BP} = 1,9044 \text{ } \Omega$$

\* Corrente de Base no Primário ( $I_{BP}$ ):

$$I_{BP} = 4.183,6976 \text{ A}$$

##### 1.1.3 Cálculo dos Parâmetros de Impedância - Na Barra de 15 kV da COELCE:

$$\text{* Sequência Positiva:} \quad Z_B(1) = 0,0096 + 0,4344j \quad (\text{p.u})$$

## ANEXO I

**Assunto:** MEMORIAL DE CÁLCULO DE SUBESTAÇÃO ELÉTRICA DE 600 KVA (2x300 KVA)

**Responsável:** Eng. Eletricista - Edivaldo Rodrigues - RNP: 1704086370

\* Sequência Zero:  $Z_0(0) = 0,3732j$  (p.u)

### 1.1.4 Cálculo dos Parâmetros de Impedância - Nos Trechos da Linha de Distribuição:

Trecho 01 : Cabo de Cu 95 mm<sup>2</sup>

\* Sequência Positiva:

$$R'' = L \times (\Omega / m) \quad R_1(1) = 0,3101 \, \Omega$$

$$X'' = L \times (\Omega / m) \quad X_1(1) = 0,5616 \, \Omega$$

Transformando os valores da impedância em valores Por Unidade (p.u)

$$Z_{(pu)} = Z_{\Omega} \times \frac{Pb}{1000 \times Vb^2} \quad \text{Temos:} \quad R_1(1) = 0,1628 \, (p.u)$$
$$X_1(1) = 0,2949 \, (p.u)$$

Então:

$$Z_1(1) = 0,1628 + 0,2949j \, (p.u)$$

\* Sequência Zero:

$$R'' = L \times (\Omega / m) \quad R_1(0) = 0,5547 \, \Omega$$

$$X'' = L \times (\Omega / m) \quad X_1(0) = 2,6802 \, \Omega$$

Transformando os valores da impedância em valores Por Unidade (p.u)

$$Z_{(pu)} = Z_{\Omega} \times \frac{Pb}{1000 \times Vb^2} \quad \text{Temos:} \quad R_1(0) = 0,2913 \, (p.u)$$
$$X_1(0) = 1,4074 \, (p.u)$$

Então:

$$Z_1(0) = 0,2913 + 1,4074j \, (p.u)$$

Trecho 02 : Cabo de Cu 4/0 AWG

\* Sequência Positiva:

$$R'' = L \times (\Omega / m) \quad R_2(1) = 0,1615 \, \Omega$$

$$X'' = L \times (\Omega / m) \quad X_2(1) = 0,3422 \, \Omega$$

Transformando os valores da impedância em valores Por Unidade (p.u)

$$Z_{(pu)} = Z_{\Omega} \times \frac{Pb}{1000 \times Vb^2} \quad \text{Temos:} \quad R_2(1) = 0,0848 \, (p.u)$$
$$X_2(1) = 0,1797 \, (p.u)$$

Então:

$$Z_2(1) = 0,0848 + 0,1797j \, (p.u)$$

\* Sequência Zero:

$$R'' = L \times (\Omega / m) \quad R_2(0) = 0,3140 \, \Omega$$

$$X'' = L \times (\Omega / m) \quad X_2(0) = 1,6499 \, \Omega$$

Transformando os valores da impedância em valores Por Unidade (p.u)

$$Z_{(pu)} = Z_{\Omega} \times \frac{Pb}{1000 \times Vb^2} \quad \text{Temos:} \quad R_2(0) = 0,1649 \, (p.u)$$
$$X_2(0) = 0,8664 \, (p.u)$$

Então:

$$Z_2(0) = 0,1649 + 0,8664j \, (p.u)$$

Trecho 03 : Cabo de Cu 4 AWG

\* Sequência Positiva:

## ANEXO I

**Assunto:** MEMORIAL DE CÁLCULO DE SUBESTAÇÃO ELÉTRICA DE 600 KVA (2x300 kVA)

**Responsável:** Eng. Eletricista - Edivaldo Rodrigues - RNP: 1704086370

$$R'' = L \times (\Omega / m)$$

$$R_3(1) = 0,1320 \quad \Omega$$

$$X'' = L \times (\Omega / m)$$

$$X_3(1) = 0,0648 \quad \Omega$$

Transformando os valores da impedância em valores Por Unidade (p.u)

$$Z_{(pu)} = Z_{\Omega} \times \frac{Pb}{1000 \times Vb^2}$$

$$\text{Temos: } R_3(1) = 0,0693 \quad (\text{p.u})$$

$$X_3(1) = 0,0340 \quad (\text{p.u})$$

Então:

$Z_2(1) = 0,0693 + 0,034j \quad (\text{p.u})$
---

**\* Sequência Zero:**

$$R'' = L \times (\Omega / m)$$

$$R_3(0) = 0,1569 \quad \Omega$$

$$X'' = L \times (\Omega / m)$$

$$X_3(0) = 0,2781 \quad \Omega$$

Transformando os valores da impedância em valores Por Unidade (p.u)

$$Z_{(pu)} = Z_{\Omega} \times \frac{Pb}{1000 \times Vb^2}$$

$$\text{Temos: } R_2(0) = 0,0824 \quad (\text{p.u})$$

$$X_2(0) = 0,1460 \quad (\text{p.u})$$

Então:

$Z_2(0) = 0,0824 + 0,146j \quad (\text{p.u})$
---

### 1.1.5 Cálculo dos Parâmetros de Impedância - Na de Distribuição de Média Tensão (Barra Coelce até Ponto de Ligação):

**\* Sequência Positiva:**

	Barra 15 kV	R.D.U (1)	R.D.U (2)	R.D.U (3)	Soma
R(1)	0,0096	0,1628	0,0848	0,0693	<b>0,3265</b>
X(1)	0,4344	0,2949	0,1797	0,0340	<b>0,9429</b>

Então:

$Z_T(1) = 0,3265 + 0,9429j \quad (\text{p.u})$
--

**\* Sequência Zero:**

	Barra 15 kV	R.D.U (1)	R.D.U (2)	R.D.U (3)	Soma
R(0)	0,0000	0,2913	0,1649	0,0824	<b>0,5386</b>
X(0)	0,3732	1,4074	0,8664	0,1460	<b>2,7930</b>

Então:

$Z_T(0) = 0,5386 + 2,793j \quad (\text{p.u})$
---

## ANEXO II

**Assunto:** MEMORIAL DE CÁLCULO DE SUBESTAÇÃO ELÉTRICA DE 600 KVA (2x300 kVA)

**Responsável:** Eng. Eletricista - Edivaldo Rodrigues - RNP: 1704086370

### 1.0- MEMORIAL DE CÁLCULO - AJUSTES DO RELÉ DE PROTEÇÃO:

#### 1.1- MEMORIAL DE CÁLCULO DE AJUSTE DO RELÉ DE PROTEÇÃO:

##### 1.1.1 Dados Fornecidos pela COELCE:

(OAP - Ordem de Ajuste da Rotação / Níveis de Curto-Circuito no ponto de Entrega)

\* Corrente de Curto-Circuito Trifásica:

$$I_{cc(3F)} = 4.192,800 \text{ A}$$

\* Corrente de Curto-Circuito Bifásica:

$$I_{cc(2F)} = 3.631,072 \text{ A}$$

\* Corrente de Curto-Circuito Fase-Terra:

$$I_{cc(1F)} = 2.599,563 \text{ A}$$

$$I_{cc_{Min}} = 79,042 \text{ A}$$

OBS.: Impedância de contato considerada pela COELCE é 100  $\Omega$ .

\* Proteção de FASE:

$$R.T.C = (800 / 5) \text{ A}$$

$$R.T.C = 160,00 \text{ A}$$

$$TAPE = 3,75$$

$$dT = 0,12$$

$$TEMPORIZAÇÃO = IEC-V.I$$

$$INSTANTÂNEO = 18,75 \quad 0,10 \text{ s}$$

\* Proteção de NEUTRO:

$$R.T.C = (800 / 5) \text{ A}$$

$$R.T.C = 160,00 \text{ A}$$

$$TAPE = 0,15$$

$$dT = 0,86$$

$$TEMPORIZAÇÃO = IEC-V.I$$

$$INSTANTÂNEO = 6,25 \quad 0,15 \text{ s}$$

##### 1.1.2 Cálculo dos tempos de atuação da proteção da CONCESSIONÁRIA:

\* Proteção de FASE:

\* Corrente de partida do relé (Concessionária)

$$I_{partida} = RTC \times TAPE$$

$$I_{partida} = 600,00 \text{ A}$$

\* Múltiplos da corrente de acionamento ( $M_{Fase}$ ):

$$M_{Fase} = \frac{I_{cc3F}}{RTC \times TAPE}$$

$$M_{Fase} = 6,9880$$

\* Tempo de operação do relé da Concessionária (t):

$$T_{Fase} = \frac{k \times dT}{(M)^\alpha - 1}$$

$$T_{Fase \text{ Coelce}} = 0,2705 \text{ seg}$$

Sendo a curva I.E.C V.I, têm-se:

$$k = 13,5$$

$$a = 1$$

\* Proteção de NEUTRO:

\* Corrente de partida do relé (Concessionária)

$$I_{partida} = RTC \times TAPE$$

$$I_{partida} = 24,00 \text{ A}$$

\* Múltiplos da corrente de acionamento ( $M_{Neutro}$ ):

$$M_{Neutro} = \frac{I_{cc1F(Min)}}{RTC \times TAPE}$$

$$M_{Neutro} = 3,2934$$

## ANEXO II

**Assunto:** MEMORIAL DE CÁLCULO DE SUBESTAÇÃO ELÉTRICA DE 600 KVA (2x300 kVA)

**Responsável:** Eng. Eletricista - Edivaldo Rodrigues - RNP: 1704086370

\* Tempo de operação do relé da Concessionária (t):

$$T_{Neutro} = \frac{k \times dT}{(M)^a - 1}$$

$$T_{Neutro} = 5,0623 \text{ seg}$$

Sendo a Curva I.E.C V.I, têm-se:

$$k = 13,5$$

$$a = 1$$

### 1.1.3 Cálculo da Corrente de Partida do Relé da CONCESSIONÁRIA (Unidade Instantânea):

\* Proteção de FASE:

$$I_{Partida\ Inst} = RTC \times Ajuste\ Inst$$

$$I_{Partida\ Inst} = 3.000,00 \text{ A}$$

\* Proteção de NEUTRO:

$$I_{Partida\ Inst} = RTC \times Ajuste\ Inst$$

$$I_{Partida\ Inst} = 1.000,00 \text{ A}$$

### 1.1.4 Cálculo dos Tempos de Atuação da Proteção do CLIENTE:

\* Corrente Nominal:

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \times V_p}$$

Onde:

$I_n$  = Corrente Nominal (Primário)

$S$  = Potência da Instalação

$V_p$  = Nível de Tensão (Primário)

Temos:

$$S = 600,00 \text{ kVA}$$

$$V_p = 13,80 \text{ KV}$$

$$I_n = 25,1022 \text{ A}$$

\* Corrente Primária do TC:

$$I_{PTC} > \frac{I_{cc3F}}{20}$$

$$I_{PTC} = 209,6400 \text{ A}$$

Assim, o TC será de:

$$RTC' = 300 / 5$$

$$RTC' = 60,00$$

\* Cálculo do TAPE de FASE:

Fator de Segurança Adotado: 1,20

Sobrecarga  $>1,20 \times I_n$  e  $<1,50 \times I_n$

$$TAPE > \frac{FS \times I_n}{RTC}$$

$$TAPE = 0,5020 \text{ A}$$

Faixa de ajuste do relé :

$$(0,25 - 16A) \times RTC$$

Assim, o TAPE utilizado será:

$$TAPE = 0,533 \text{ A}$$

Desta forma:

$$I_{Sobrecarga} = Fator\ Seguran\!ca \times I_n$$

$$I_{Sobrecarga} = 30,1226 \text{ A}$$

$$I_{Partida} = TAPE \times RTC$$

$$I_{Partida} = 32,0 \text{ A}$$

Assim:

$$I_{Partida} > I_{Desequilibrio} \quad (\text{Condição Satisfeita})$$

\* Cálculo do TAPE de NEUTRO:

Fator de Segurança Adotado: 0,10

Desequilíbrio  $>0,1 \times I_n$  e  $<0,3 \times I_n$

## ANEXO II

**Assunto:** MEMORIAL DE CÁLCULO DE SUBESTAÇÃO ELÉTRICA DE 600 KVA (2x300 kVA)

**Responsável:** Eng. Eletricista - Edivaldo Rodrigues - RNP: 1704086370

$$TAPE > \frac{FS \times I_n}{RTC}$$

TAPE =	0,0418 A
--------	----------

Faixa de ajuste do relé : 

(0,15 - 6,5A) x RTC
---------------------

Assim, o TAPE utilizado será: 

TAPE =	0,16 A
--------	--------

Desta Forma:

$$I_{segurança} = Fator\ Segurança \times I_n$$

I <sub>segurança</sub> =	2,5102 A
--------------------------	----------

$$I_{partida} = TAPE \times RTC$$

I <sub>partida</sub> =	9,60 A
------------------------	--------

Adotando p/ melhor coordenação:

I <sub>partida Adotado</sub> =	9,60 A
--------------------------------	--------

### 1.1.5 Cálculo dos Tempos de Operação do Relé do CLIENTE:

#### \* Proteção de FASE:

\* Múltiplos da corrente de acionamento ( $M_{Fase}$ ):

$$M_{Fase} = \frac{I_{cc3F}}{RTC \times TAPE}$$

M <sub>Fase</sub> =	131,1070	P/ M>20, utilizar M=20
M <sub>Fase Adotado</sub> =	20,00	

\* Tempo de Operação do Relé da Cliente (t):

$$T_{Fase} = \frac{k \times dT}{(M)^\alpha - 1}$$

T <sub>Fase Cliente</sub> =	0,0009 s
-----------------------------	----------

Sendo a Curva I.E.C E.I, têm-se:

k =	80
a =	2
dial =	0,2

Assim:

T <sub>Cliente</sub> < T <sub>Coelce</sub>	(Condição Satisfeita)
--	-----------------------

#### \* Proteção de NEUTRO:

\* Múltiplos da corrente de acionamento ( $M_{Neutro}$ ):

$$M_{Neutro} = \frac{I_{cc1F(Min)}}{RTC \times TAPE}$$

M <sub>Neutro</sub> =	8,2335
-----------------------	--------

\* Tempo de Operação do Relé da Cliente (t):

$$T_{Neutro} = \frac{k \times dT}{(M)^\alpha - 1}$$

T <sub>Fase Cliente</sub> =	0,2396 s
-----------------------------	----------

Sendo a Curva I.E.C E.I, têm-se:

k =	80
a =	2
dial =	0,2

Assim:

T <sub>Cliente</sub> < T <sub>Coelce</sub>	(Condição Satisfeita)
--	-----------------------

## ANEXO II

**Assunto:** MEMORIAL DE CÁLCULO DE SUBESTAÇÃO ELÉTRICA DE 600 KVA (2x300 kVA)

**Responsável:** Eng. Eletricista - Edivaldo Rodrigues - RNP: 1704086370

### 1.1.6 Ajustes do Relé - Unidade Instantânea

#### \* Proteção de FASE:

\* Corrente de magnetização:

$$I_{inrush\ Real} = 14 \times \left( \frac{P_{inst}}{\sqrt{3} \times V_{ff}} \right)$$

$$I_{inrush\ Real} = 351,43 \quad A$$

Desta forma:

$$\frac{I_{inrush\ Real}}{RTC} < I_{Ajuste\ Inst} < \frac{I_{cc2F}}{RTC} \rightarrow \frac{251,02}{60} < I_{Ajuste\ Inst} < \frac{3631,072}{60}$$

$$5,86 < I_{Ajuste\ Inst} < 60,52$$

Faixa de ajuste do relé : (1 - 100A) x RTC

$$I_{Ajuste\ Inst} = 8,00 \quad A$$

Assim:

$$I_{Paritda\ Inst} = I_{Ajuste\ Inst} \times RTC \quad I_{Paritda\ Inst} = 480,00 \quad A$$

$$I_{inrush\ Real} < I_{Paritda\ Inst} < I_{cc2F} \quad (\text{Condição Satisfeita})$$

#### \* Proteção de NEUTRO:

$$I_{Ajuste\ Inst} < \frac{I_{cc1F(Min)}}{RTC} \quad I_{Ajuste\ Inst} < 1,32 \quad A$$

Faixa de ajuste do relé : (0,15 - 50A) x RTC

$$I_{Ajuste\ Inst} = 1,25 \quad A$$

Assim:

$$I_{Paritda\ Inst} = I_{Ajuste\ Inst} \times RTC \quad I_{Paritda\ Inst} = 75,0000 \quad A$$

$$I_{Paritda\ Inst} < I_{cc1F(Min)} \quad (\text{Condição Satisfeita})$$

### 1.1.8 RESUMO GERAL

Proteção	R.T.C	TAPE	DIAL	Temporiz.	Instantan.	Temp. Def. (s)	Part. Temp. Def. (A)	RELÉ
FASE	60,00	0,5330 Ipup = 32 A	0,200	IEC E.I.	8,00 (t=0 s) Ip = 480 A	240	4000	URP 1439T
NEUTRO	60,00	0,1600 Ipup = 9,6 A	0,200	IEC E.I.	1,25 (t=0 s) Ip = 75 A	240	2000	URP 1439T

ELO DA DERIVAÇÃO = 40 K



### **ANEXO III**

**Assunto:** MEMORIAL DE CÁLCULO DE SUBESTAÇÃO ELÉTRICA DE 600 KVA (2x300 kVA)

**Responsável:** Eng. Eletricista - Edivaldo Rodrigues - RNP: 1704086370

#### **1.0- MEMORIAL DE CÁLCULO - ANÁLISE DE SATURAÇÃO AC E DC DO TC**

##### **1.1- MEMORIAL DE CÁLCULO**

###### **1.1.1 Análise AC**

\* Impedância do TC

$$Z_{TC} = (0,00234 \times RTC) + 0,0262$$

$Z_{TC} =$	<b>0,1666 <math>\Omega</math></b>
------------	-----------------------------------

\* Impedância da fiação

Sendo o cabo de 2,5 mm<sup>2</sup> e seu comprimento L = 3 metros, temos:

$$Z_{Fiação} = Fator \times Z_{Cabo} \times L$$

$Z_{Fiação} =$	<b>0,0532 <math>\Omega</math></b>
----------------	-----------------------------------

\* Impedância do Relé

$Z_{Relé} =$	<b>0,0200 <math>\Omega</math></b>
--------------	-----------------------------------

Segundo especificação do fabricante.

Logo, a impedância de saturação trifásica é:

$$Z_S = Z_{TC} + Z_{Fiação} + Z_{Proteção}$$

$Z_S =$	<b>0,2398 <math>\Omega</math></b>
---------	-----------------------------------

\* Determinando o Burden Nominal

$$Z_{Burden} = \frac{V_{Sat-N}}{FS \times I_N}$$

$Z_{Burden} =$	<b>1,0000 <math>\Omega</math></b>
----------------	-----------------------------------

\*Determinando a tensão máxima que o TC gera

$$E = Z_{Burden} \times FS \times I_N$$

$E =$	<b>100 Volts</b>
-------	------------------

$$V_S = Z_S \times I_S$$

$V_S =$	<b>17 Volts</b>
---------	-----------------

###### **1.1.2 Análise DC**

\* Relação X/R da impedância de sequência positiva no ponto de falta

$X/R =$	<b>2,8878</b>
---------	---------------

$$V_S = Z_S \times I_S \times \left(1 + \frac{X}{R}\right)$$

$V_S =$	<b>65,15 Volts</b>
---------	--------------------

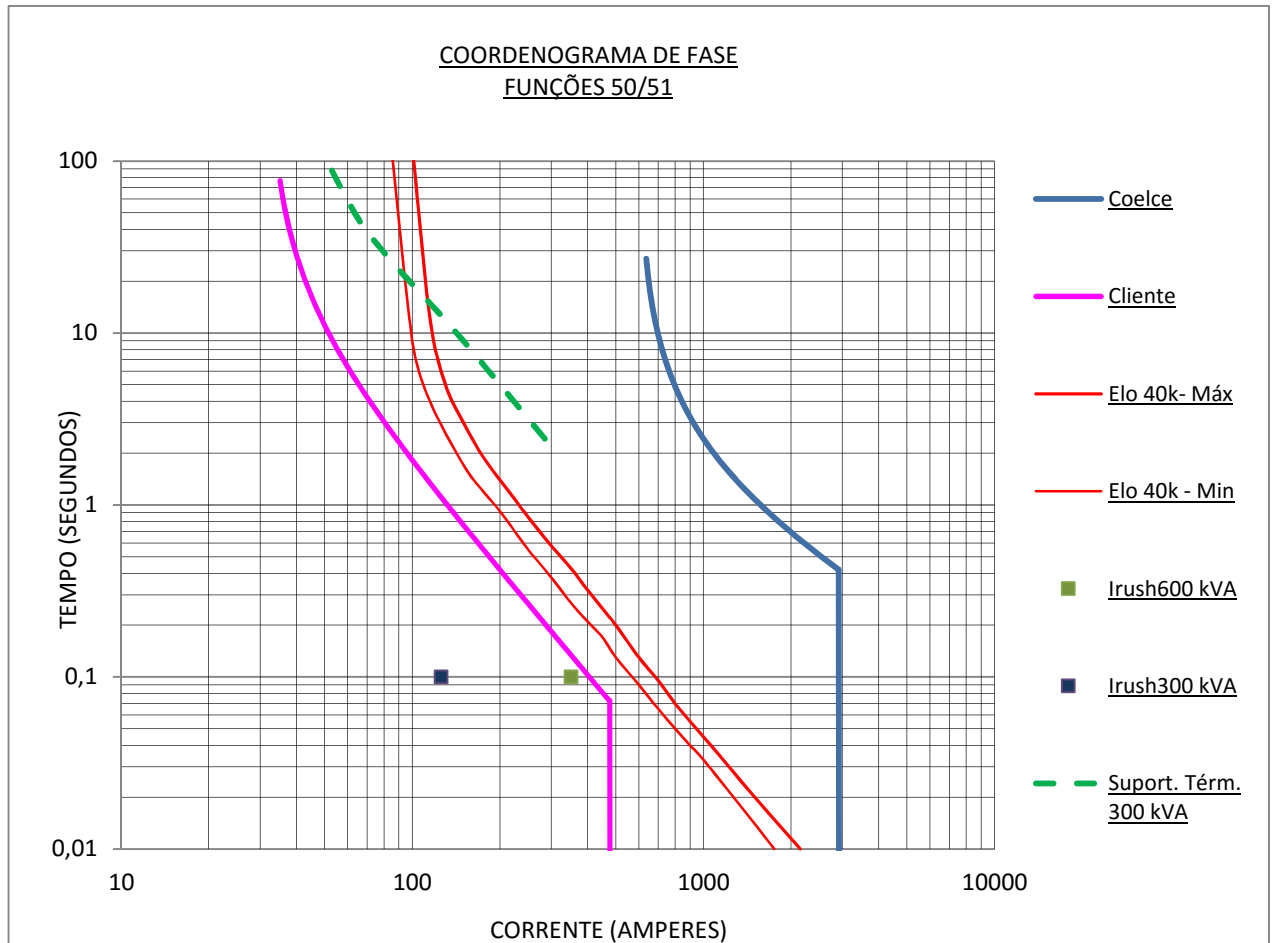
Com isso, concluímos que a tensão máxima "E" no secundário será entregue pelo TC sem o mesmo saturar.

## ANEXO IV

**Assunto:** MEMORIAL DE CÁLCULO DE SUBESTAÇÃO ELÉTRICA DE 600 KVA (2x300 kVA)

**Responsável:** Eng. Eletricista - Edivaldo Rodrigues - RNP: 1704086370

### 1.0- COORDENOGRAMA FASE



## **ANEXO IV**

**Assunto:** MEMORIAL DE CÁLCULO DE SUBESTAÇÃO ELÉTRICA DE 600 KVA (2x300 kVA)

**Responsável:** Eng. Eletricista - Edivaldo Rodrigues - RNP: 1704086370

### **2.0- COORDENOGRAMA NEUTRO**

