



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

---



## RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

**Aluno:** Huno Costa Alves  
**Matrícula:** 20511755

Campina Grande, 22 de Junho de 2010

---

*Relatório de Estágio*



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



## RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

**Aluno:** Huno Costa Alves  
**Matrícula:** 20511755

Relatório apresentado à coordenação de estágios do Curso de Engenharia Elétrica como cumprimento às exigências para a conclusão da disciplina “Estágio Integrado”.

Área de concentração: Controle e Automação.

**Orientadora – UFCG:** Prof<sup>a</sup>. Maria de Fátima Q. Vieira

**Supervisor – Proenge:** Eng. Isaac Florêncio Rodrigues de Oliveira

**Supervisor – Proenge:** Eng. Kayo Cesar de Oliveira Souza



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



## RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

Julgado em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

### BANCA EXAMINADORA:

---

**Orientadora:** Prof<sup>ª</sup>. Maria de Fátima Q. Vieira

---

**Convidado:** Prof. Francisco das Chagas Fernandes Guerra

Campina Grande, 22 de Junho de 2010

## **Agradecimentos**

Agradeço aos meus pais João Alves da Silva Neto e Edna Maria Costa Alves que desde os primeiros anos de escola me incentivaram para os estudos e me tranquilizaram perante todas as situações adversas encontradas em minha vida, aos demais familiares e amigos que apóiam e dão força para as nossas conquistas.

Agradeço aos meus colegas, em especial, Ângelo Vinicius, Luiz Gianini e Rodrigo Komatsu, por terem dividido comigo momentos de alegria e tristeza me ajudando ao longo destes cinco anos, incentivando nos momentos mais críticos do curso.

A professora Dr<sup>a</sup>. Maria de Fátima Q. Vieira, pela orientação do estágio, e sua enorme compreensão ajudando-me sempre que necessitei.

Aos diretores da empresa por terem confiado na indicação do meu nome para estagiar na empresa, e ao engenheiro eletricista Edvaldo Araújo, que me indicou a PROENGE.

Agradeço também a todos aqueles, que não por menor importância, não foram citados, mas que também tiveram grande contribuição na realização do sonho de adquirir o título de Engenheiro Eletricista.

Por fim um agradecimento especial ao engenheiro eletricista e o orientador do meu estágio Isaac Florêncio, profissional da mais alta competência que sempre se disponibilizou a me ajudar, nunca foi falho comigo, profissional ao qual eu agradeço pela enorme oportunidade dada a mim e pelo conhecimento adquirido durante todo o estágio.

---

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>VI</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>VIII</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. A EMPRESA.....</b>	<b>2</b>
<b>2.1. Organograma da Empresa .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2. Organograma do Setor de Obras .....</b>	<b>4</b>
<b>3. CURSOS REALIZADOS.....</b>	<b>4</b>
<b>3.1. QSMS .....</b>	<b>5</b>
<b>3.2. Primeiros Socorros.....</b>	<b>5</b>
<b>3.3. C-Base .....</b>	<b>5</b>
<b>3.4. Gerenciamento de Projetos Utilizando o Ms Project .....</b>	<b>6</b>
<b>4. ATIVIDADES REALIZADAS .....</b>	<b>6</b>
<b>4.1. Instalação da SDV-704 do Trecho Reto da Linha LOR-UPN.....</b>	<b>6</b>
<b>4.1.1. Introdução.....</b>	<b>6</b>
<b>4.1.2. Revisão Teórica.....</b>	<b>7</b>
4.1.2.1. CLP.....	7
4.1.2.2. Intouch .....	9
4.1.2.3. Introdução .....	10
4.1.2.4. Revisão Teórica .....	10
<b>4.1.3. Objetivo.....</b>	<b>10</b>
<b>4.1.4. Supervisório .....</b>	<b>10</b>
<b>4.1.5. Desenvolvimento Ladder .....</b>	<b>12</b>
<b>4.1.6. Loop Test .....</b>	<b>15</b>
<b>4.1.7. Medição .....</b>	<b>16</b>
<b>4.2. Desenvolvimento do Sistema Supervisório da Subestação de CAM.....</b>	<b>19</b>
<b>4.2.1. Introdução.....</b>	<b>19</b>
<b>4.2.2. InTouch 7.11 .....</b>	<b>19</b>
<b>4.3. Memória de Cálculo – Esforços nas Estruturas – Rede de Distribuição - Subestação de Alto da Pedra. ....</b>	<b>26</b>
<b>4.3.1. Objetivo.....</b>	<b>26</b>
<b>4.3.2. Dimensionamento do Cabo .....</b>	<b>26</b>
<b>4.3.3. Parâmetros Físicos do Cabo .....</b>	<b>26</b>
<b>4.3.4. Parâmetros Físicos dos Isoladores.....</b>	<b>27</b>
<b>4.3.5. Dimensionamento Mecânico das Estruturas.....</b>	<b>27</b>

---

4.3.6. Esforços .....	29
4.3.7. Ação de ventos nos isoladores .....	30
4.3.8. Ação de ventos nos cabos .....	30
4.3.9. Ação de ventos nos postes .....	31
4.3.10. Cálculo dos Esforços nas Estruturas .....	31
4.3.10.1. Cálculo Dos Esforços Da Estrutura T4/15-300 .....	31
<b>4.4. Projeto de Rádio Enlace entre a Subestação de Alto da Pedra e a sala de comunicação em CAM Central.....</b>	<b>35</b>
4.4.1. Introdução.....	35
4.4.2. Revisão Teórica.....	35
4.4.3. Procedimentos para Desenvolvimento do Projeto .....	38
4.4.4. Necessidade do Enlace .....	39
4.4.5. SIGAnatel.....	39
4.4.6. Torres .....	41
4.4.7. Escolha dos Equipamentos .....	42
4.4.8. Poligonal de Rota .....	44
4.4.9. Diagrama de Rede.....	45
4.4.10. Ocupação do Rack .....	46
4.4.11. Implementação.....	47
<b>4.5. Diagrama Funcional de CAM .....</b>	<b>47</b>
4.4.1. Legendas e Simbologias .....	47
4.4.2. Diagrama Unifilar – Setor 69kV.....	48
4.4.3. Tabela de I/O .....	49
4.4.4. Diagrama Trifilar .....	51
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>54</b>
<b>6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>54</b>
<b>7. ANEXOS .....</b>	<b>55</b>
<b>7.1. Diagrama Unifilar de Alto da Pedra .....</b>	<b>55</b>
<b>7.2. Diagrama Unifilar de Canto do Amaro .....</b>	<b>56</b>

---

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 2.1 – Fonte – Manual do SGI da empresa PROENGE .....	3
Figura 2.2 – Fonte – Manual do SGI da empresa PROENGE .....	4
Figura 4.1.1 – Diagrama de blocos de um CLP.....	9
Figura 4.1.2 – MENU_LOR.....	11
Figura 4.1.3 – CMD_SDV_704.....	11
Figura 4.1.4 – GASODUTO_BX_LOR_UPN .....	11
Figura 4.1.5 – Propriedades do Controlador .....	12
Figura 4.1.6 – Primeira linha de comando .....	13
Figura 4.1.6 – Segunda linha de comando .....	14
Figura 4.1.7 – Terceira linha de comando.....	14
Figura 4.1.8 – Arquivos de Dados.....	15
Figura 4.1.9 – Memorial de Cálculo .....	17
Figura 4.1.10 – Folha de medição.....	18
Figura 4.1.11 – Sala Geral de Controle.....	18
Figura 4.2.1 – Telas do Supervisório .....	19
Figura 4.2.2 – PROENGE - CAM SE - Login .....	20
Figura 4.2.3 – PROENGE - Ctrl - Bloq Relig.....	20
Figura 4.2.4 – PROENGE - Ctrl - Reset R86.....	21
Figura 4.2.5 – PROENGE - Subestação_CAM_UNIFILAR.....	22
Figura 4.2.6 – PROENGE – Subestação_CAM_MENU .....	23
Figura 4.2.7 – PROENGE – Subestação_CAM_DJ'S .....	24
Figura 4.2.8 – PROENGE – Subestação_CAM_RL'S.....	25
Figura 4.3.1 – Diagrama de Forças.....	31
Figura 4.3.2 – Rede de Distribuição .....	34
Figura 4.4.1 – Elementos de uma comunicação básica.....	36
Figura 4.4.2 – Elementos da rádio comunicação .....	37
Figura 4.4.3 – Fluxograma do Rádio Enlace .....	38
Figura 4.4.5 – SIGAnatel .....	40
Figura 4.4.6 – Perfil de Terreno.....	40
Figura 4.4.7 – Torres de Comunicação .....	41
Figura 4.4.8 – Poligonal de Rota .....	44

---

Figura 4.4.9 – Diagrama de Rede .....	45
Figura 4.4.10 – Rack.....	46
Figura 4.5.1 – Legendas e Simbologias .....	47
Figura 4.5.2 – Diagrama Unifilar – Setor 69kv.....	48
Figura 4.5.3 – Diagrama Trifilar.....	51
Figura 4.5.4 – Circuito de Proteção do relé SEL-351-7 – DJ-3443.76-002.....	52
Figura 4.5.5 – Circuito de Proteção do relé SEL-351-7- RL-3443.76-007.....	53
Figura 7.1 – Diagrama Unifilar de Alto da Pedra.....	55
Figura 7.2 – Diagrama Unifilar de Canto do Amaro .....	56



---

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 4.3.1 – Coeficiente de rugosidade do terreno.....	27
Tabela 3.4.1 – Perfil de Terreno .....	41
Tabela 4.4.2 – Lista de Material .....	43
Tabela 4.5.1 – Tabela I/O dos relés – Setor 69kv.....	49
Tabela 4.5.2 – Tabela de pontos Supervisionados pelo CLP .....	50

## 1. INTRODUÇÃO

O estágio integrado, como forma de complementação da grade curricular do curso de graduação de engenharia elétrica da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), foi realizado na empresa PROENGE, em sua filial na cidade de Mossoró.

As atividades desempenhadas foram supervisionadas, pelos engenheiros eletricitas, Isaac Florêncio e Kayo Souza.

Os trabalhos executados tiveram ênfase na área de instrumentação, controle e automação, como também na área de proteção. Foram desempenhadas atividades de manutenção e instalação de instrumentos e dispositivos, nas estações coletoras de petróleo e coletora de gás, da empresa Petrobrás, situadas no Rio Grande do Norte, mais precisamente na cidade de Mossoró e redondezas.

- Automação da SDV-704, do gasoduto de baixa entre ECC Lorena e a Estação de Upanema;
- Desenvolvimento do Sistema Supervisório das Subestações de CAM;
- Estudo dos esforços nas estruturas na rede de distribuição da subestação 69/13.8kV de Alto da Pedra;
- Projeto de telecomunicação entre a subestação de Alto da Pedra e a sala de comunicação em CAM central;
- Diagrama funcional da Subestação de Canto do Amaro.

Algumas das atividades da parte de automação apresentam praticamente o mesmo escopo, então, preferiu-se optar por algumas atividades e detalhá-las. Por exemplo, a parte de automação de instrumentos, cada instrumento muda apenas a forma como ele opera, mudando assim o ladder e o supervisório apenas na parte lógica.

## 2. A EMPRESA

A empresa PROENGE - Projetos e Engenharia Ltda., constituída em 07 de fevereiro de 1987, situada na BR 230 – km 12,5 – estrada de Cabedelo – Cabedelo/PB – com filial fornecida em 22 de setembro de 1992, situada na Rua Vicente Leite, 444, planalto 13 de maio – Mossoró/RN – onde foi realizado o estágio, atua na área de incorporação e construção de empreendimentos imobiliários, e construção de obras civis e elétricas para clientes particulares e públicos.

Recentemente a empresa foi indicada para receber a certificação da ISO 9001:2000 – Sistema de qualidade de gestão – e a ISO 14001:2004 – Sistema de gestão ambiental. Para conseguir tal finalidade, a empresa desenvolveu um programa um sistema de gestão integrada, contendo os seguintes escopos:

- Construção de obras de edificação;
- Construção de obras de saneamento urbano, incluindo sistemas de drenagem e esgotamento sanitário;
- Construção de subestações;
- Construção e montagem de instalações elétricas industriais, automação e instrumentação.

O principal cliente da empresa na região de Mossoró é a empresa estatal PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S/A.

A PROENGE tem como principais obras, projetos oriundos da PETROBRAS. Todos obtidos através de licitações. Os serviços são de ordem civil, mecânico, elétrico, instrumentação e automação. Entre os principais estão:

- Eletrificação de poços;
- Montagem das estações coletoras de petróleo;
- Manutenção das estações;
- Construção e modernização de pontos de entrega de Gás;
- Construção de Subestações de 69/13,8 kV;
- Obras civis de médio porte.

Outra obra importante da empresa na cidade de Mossoró é a construção de um residencial vertical de 28 pavimentos, denominado Porto Astúrias.

## 2.1 - Organograma da Empresa

A Fig. 2.1 representa a estrutura hierárquica da empresa PROENGE.

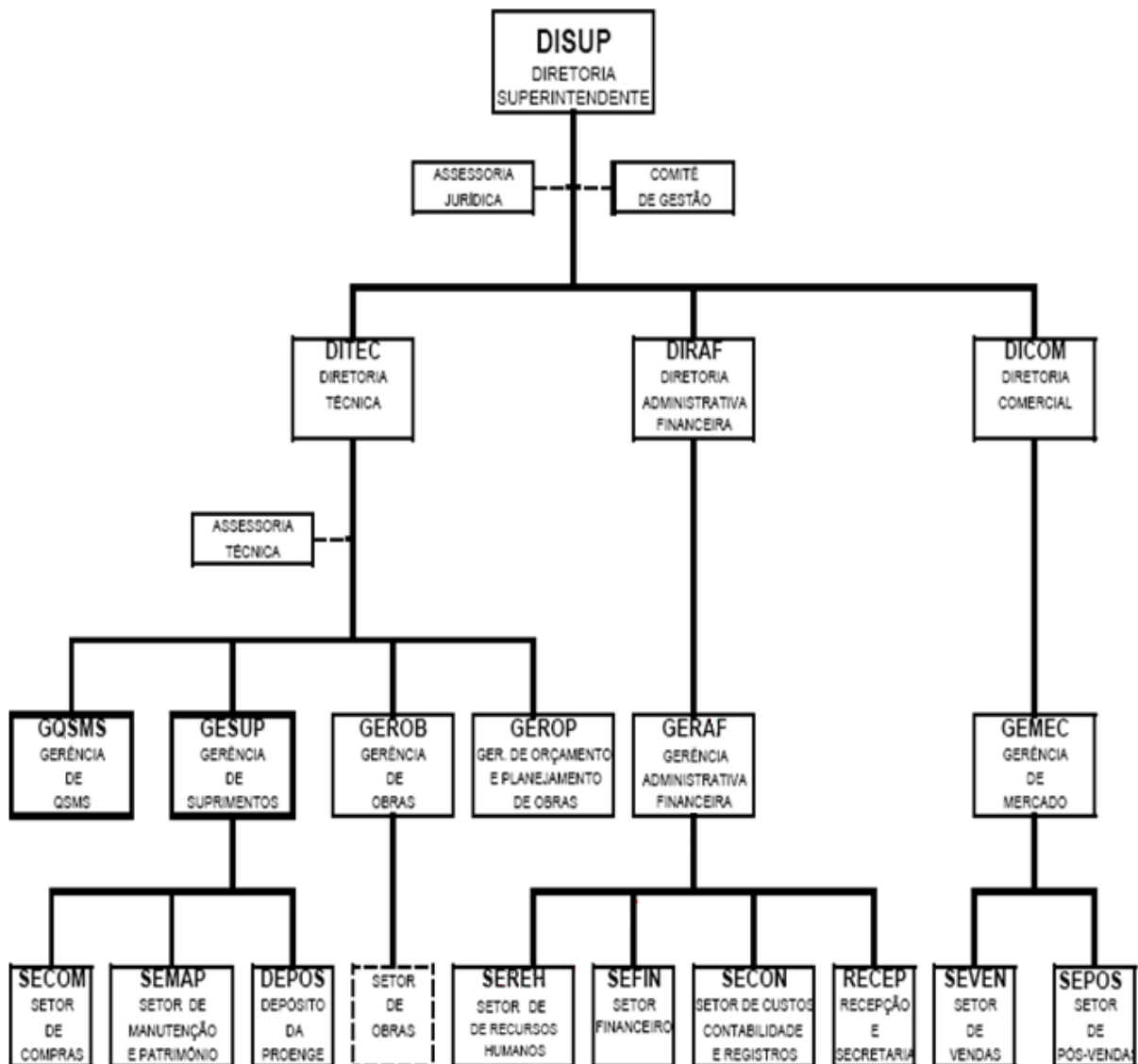


Figura 2.1 - Fonte – Manual do SGI da empresa PROENGE.

## 2.2 - Organograma do setor de obras

A Fig. 2.2 apresenta toda estrutura da empresa no setor de obras. Este organograma pode ser modificado dependendo do tipo de obra.

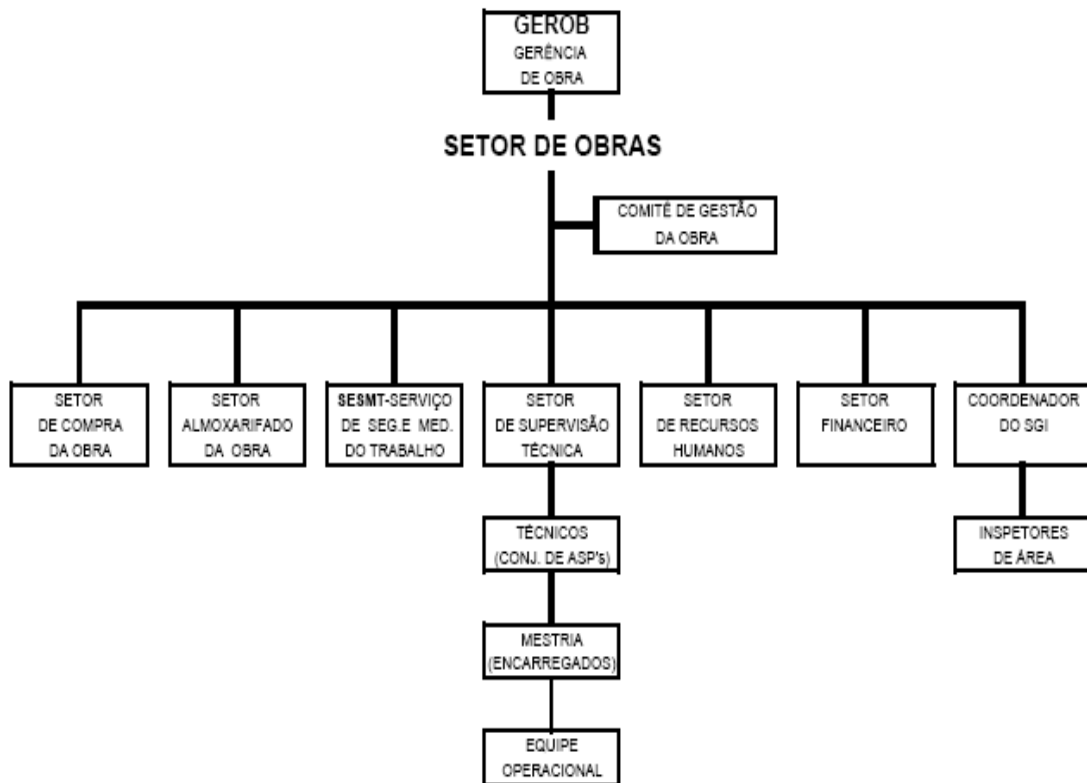


Figura 2.2 - Fonte – Manual do SGI da empresa PROENGE

## 3. CURSOS REALIZADOS

Durante o período de estágio realizado na empresa PROENGE - Projetos e Engenharia foram realizados quatro cursos:

- QSMS;
- Primeiros Socorros;
- C-Base;
- Gerenciamento de Projetos utilizando o Ms Project.

### 3.1 – QSMS (Qualidade em Saúde, Meio Ambiente e Segurança)

**Carga horária:** 16h

**Local:** SENAI – RN Mossoró

**Período:** 15/08/2009 a 16/08/2009

**Descrição:**

O curso de QSMS abrange os temas de segurança de trabalho, saúde e meio ambiente.

O principal objetivo do curso é a conscientização do trabalhador sobre os temas citados, expondo a importância de cada para a própria pessoa, a empresa e o planeta.

Para trabalhar na “área Petrobrás” é necessária a realização do curso de QSMS, sem este o trabalhador fica impedido de desempenhar suas funções nos locais de obras.

### 3.2 – Primeiros Socorros

**Carga horária:** 8h

**Local:** SENAI – RN Mossoró

**Período:** 14/08/2009

**Descrição:**

No dia 21/08/2009 foi realizado o curso de primeiros socorros, que possui como finalidade ensinar e orientar os funcionários da empresa a agir em situações de acidentes, tanto no local de trabalho quanto na vida pessoal.

### 3.3 – C-Base

**Carga horária:** 8h

**Local:** NUTTEC – RN Mossoró

**Período:** 20/08/2009

**Descrição:**

Curso Realizado na NUTTEC, no qual visa um treinamento de combate a incêndio, usando como escopo o curso oferecido a brigadas.

O C-Base faz parte do grupo de cursos que são obrigados a todos que irão desempenhar atividades na área Petrobrás.

### **3.4 – Gerenciamento de Projetos Utilizando o Ms Project**

**Carga horária:** 16h

**Local:** CEFET – RN Mossoró

**Período:** 24/09/2009 a 25/09/2009

**Descrição:**

Curso realizado no CEFET que visa um treinamento no programa da Microsoft, usado para fazer planejamentos em geral.

O Ms Project é atualmente o programa usado pela Petrobrás para fazer planejamentos e cronogramas das suas obras, sendo de grande importância um conhecido básico do mesmo.

## **4. ATIVIDADES REALIZADAS**

### **4.1 - Instalação da SDV-704 do Trecho Reto da Linha LOR-UPN**

#### **4.1.1– Introdução**

Inicialmente fui incorporado ao corpo técnico da obra 282, que é uma obra de prestação de serviços a Petrobras. Para realização de alguma atividade era necessário primeiro uma solicitação feita pela fiscalização para que o determinado serviço fosse executado. Quando esse serviço era solicitado, era combinado com o fiscal uma data, para poder ser emitida a PT (Permissão de trabalho) ou PTT (Permissão Temporária de trabalho). Então no dia combinado a mesma era assinada pelo executante, pelo fiscal e em alguns casos pelo operador. O serviço deveria ser executado no horário e local definido por ela. Sem essa permissão não se pode trabalhar na área Petrobrás. Sendo essa a responsável pelo o atraso da execução de alguns sérvios, pois sem todas as assinaturas ficávamos impossibilitados de trabalhar, dependendo da boa vontade de todos assinarem.

Mesmo sendo terceirizado da Petrobras, o corpo técnico de automação da empresa é muito pequeno, então para serviços maiores era contrata outra terceirizada, a TS Soluções, ficando incumbido a nós, acompanhar o serviço para garantir a qualidade e o prazo ao cliente final. Após realização do serviço era feita a medição, está que é a forma de cobrar ao fiscal o serviço realizado.

Os serviços solicitados eram basicamente automação de instrumentos para os poços de petróleo. O controlador usado era o SLC-500 da marca *Allen-Bradley*, este que é uma pequena família de CLPs modulares com base em chassi e de E/S com base em

chassi da *Rockwell Automation*. Os *softwares* usados para a automação eram o *Intouch*, usado para criar as telas do supervisor e o *RsLogix 500*, usado para criar o *ladder*.

Antes da descrição dos serviços será feita uma breve revisão de CLP e sobre os *softwares* utilizados.

#### **4.1.2- Revisão Teórica**

##### 4.1.2.1 – CLP

O Controlador Lógico Programável (CLP) é um dispositivo utilizado na monitoração e controle de processos industriais. Os primeiros dispositivos a realizarem esse tipo de tarefa surgiram com a Revolução Industrial, no final do século XIX. Eram dispositivos mecânicos criados para automatizar tarefas repetitivas. Eles realizavam funções específicas e se desgastavam muito facilmente. Nos anos 20, esses dispositivos mecânicos foram substituídos por relés e contadores, dispositivos eletrônicos que possibilitaram a utilização de uma lógica mais complexa.

Com o passar dos tempos, o advento do microprocessador tornou o mundo mais fácil de viver. A utilização de microcomputadores e computadores no dia a dia nos possibilitou comodidade e rapidez.

Na indústria tem-se a necessidade de centralizar as informações de forma a termos o máximo possível de informações no menor tempo possível. Embora a utilização de painéis centralizados venha a cobrir esta necessidade, muitas vezes a sala de controle possui grandes extensões com centenas ou milhares de instrumentos tornando o trabalho do operador uma verdadeira maratona. O sistema supervisor veio para reduzir a dimensão dos painéis e melhorar o performance homem/máquina.

Baseados em computadores ou microcomputadores executando softwares específicos de supervisão de processo industrial o sistema supervisor tornou-se a grande sensação da década de 80.

A partir dos anos 70, com o desenvolvimento de computadores comerciais, estes passaram a ser utilizados nas indústrias, trazendo a possibilidade de se programar a lógica e modificá-la sempre que necessário de forma mais fácil. Porém, esses computadores eram grandes, caros, difíceis de programar e muito sensíveis à utilização em ambientes “hostis” encontrados em muitas plantas industriais. Então, a demanda por um equipamento mais robusto fez com que se desenvolvessem os primeiros CLP's.



Inicialmente, eles tinham um conjunto de instruções reduzido, normalmente somente condições lógicas e não possuíam entradas analógicas, podendo manipular apenas aplicações de controle digital (discreto). Atualmente, as plantas industriais normalmente precisam manipular tanto controle digital quanto malhas analógicas com o mesmo sistema de controle. As atuais funções de controle existentes em uma planta industrial são normalmente distribuídas entre um número de controladores programáveis montados próximos aos equipamentos a serem controlados. Esses controladores são conectados a um computador supervisor central que gerencia os alarmes, receitas e relatórios.

Atualmente, a maioria das plantas industriais possui um sistema de supervisão chamado Sistema SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*). Em um sistema SCADA o operador pode monitorar o processo remotamente, selecionar diferentes programas e avaliar a situação do processo produtivo.

Os principais componentes de hardware de um CLP são os seguintes:

- **Fonte:** Quando se configura um sistema SLC modular, cada chassi requer uma fonte de alimentação para fornecer alimentação ao controlador e aos slots de E/S. Uma carga excessiva das saídas da fonte de alimentação pode causar o desligamento ou uma falha prematura da fonte. A marca *Allen-Bradley* oferece sete fontes de alimentação diferentes: três CA e quatro CC. As fontes CA podem ser configuradas para operar utilizando 120 ou 240 Vca.

- **Bateria:** todas as CPUs têm um capacitor que as mantêm energizadas mesmo que fiquem sem energização.

- **Rack:** Aloja o controlador e os módulos de E/S. Existem quatro tamanhos de rack: 4 slots, 7 slots, 10 slots e 13 slots. Cada rack precisa ter uma fonte de alimentação.

- **Processador:** Este módulo corresponde à CPU e memória do CLP. A memória usualmente contém o sistema operacional (“executivo”), tabelas de dados e programa do usuário. Monitora e controla os dispositivos de E/S (capacidade máxima de pontos E/S determinada pelo modelo de CLP), ligados aos pontos dos cartões de E/S.

- **Cartões de E/S:** Contêm os circuitos necessários para interfacear os dispositivos de campo com o processador. Cada circuito de E/S possui isolamento ótica para proteger contra transientes. Vários módulos têm filtros também. A maioria tem LEDS indicadores para sinalizar o estado de cada dispositivo de E/S conectado.



Figura 4.1.1 - Diagrama de blocos de um CLP

Fonte: Braga, A.R. (1994)

Na instalação e utilização de um CLP, é absolutamente essencial o aterramento adequado de todos os seus componentes.

#### 4.1.2.2 – Intouch

Com o passar dos tempos, o advento do microprocessador tornou o mundo mais fácil de viver. A utilização de microcomputadores e computadores no dia a dia nos possibilitou comodidade e rapidez.

Na indústria tem-se a necessidade de centralizar as informações de forma a termos o máximo possível de informações no menor tempo possível. Embora a utilização de painéis centralizados venha a cobrir esta necessidade, muitas vezes a sala de controle possui grandes extensões com centenas ou milhares de instrumentos tornando o trabalho do operador uma verdadeira maratona. O sistema supervisorio veio para reduzir a dimensão dos painéis e melhorar o performance homem/máquina.

Baseados em computadores ou microcomputadores executando *softwares* específicos de supervisão de processo industrial o sistema supervisorio tornou-se a grande vedete da década de 80.

O supervisorio é um *software* destinado a promover a interface homem/máquina, que proporciona uma supervisão plena de seu processo através de telas devidamente configuradas. Possui telas que representam o processo, onde estas podem ser animadas em função das informações recebidas pelo CLP, controlador, etc. Por exemplo: no acionamento de uma bomba, a representação na tela mudará de cor informando que está ligada, um determinado nível varia no campo, a representação na tela mudará de altura informando a alteração de nível. O que o supervisorio fez foi ler e escrever na memória do CLP ou controlador para a atualização das telas.

Quando falamos de supervisão temos a idéia de dirigir, orientar ou inspecionar em plano superior. Através do sistema supervisorio é possível de ligar ou desligar bombas, abrir ou fechar válvulas, ou seja, escrever na memória do CLP.

Para a comunicação entre supervisor e CLP necessitamos de:

- *Hardware*: é utilizada uma via de comunicação, que pode ser uma porta serial, uma placa de rede, etc;

- *Software*: para comunicação é necessário que o driver do equipamento esteja sendo executado simultaneamente com o supervisor.

O *driver* é um *software* responsável pela comunicação, ele possui o protocolo de comunicação do equipamento.

#### 4.1.2.3 – RsLogix 500

Software de programação do CLP. Através deste módulo, o usuário programa, carrega e monitora a execução de um programa no CLP.

#### 4.1.2.4 – RsEmualte 500

Software de comunicação entre o RsLogix 500 e o Intouch. Usado para fazer testes no *ladder* e no supervisor antes de descarregar o programa no CLP.

#### 4.1.2.5 – RsLinx

Software de comunicação de dados entre o computador e o CLP. Necessário para transmitir dados (programas, configurações, valores de variáveis, etc) de/para o CLP.

### 4.1.3 – Objetivo

Esta atividade consistiu em automatizar uma válvula entre o gasoduto de baixa, que liga a Estação Coletora de Lorena a Estação de Upanema.

### 4.1.4 – Supervisor

A SDV-704 já estava instalada fisicamente entre o gasoduto, faltando apenas a sua automação. Para isso foi considerado 1 ponto analógico, que dava a pressão em kgf/cm<sup>2</sup>, ponto este denominado PIT-717 (Transmissor indicador de pressão), e mais 3 pontos digitais, onde um deles servia para abrir a válvula, que recebeu a tag no CLP SDY-704, os outros dois eram para informar o status da válvula, estado aberto e fechado, recebendo as tag ZSH-704 e ZSL-704 respectivamente.

Foram criadas no Intouch duas telas, sendo uma *pop up* para controle da válvula e outra tela inteira que mostra o status da mesma e a pressão referente. A tela de menu foi editada para se ter o acesso a esta válvula.

BR ESCHAME	18:00:00 PM 10/3/92	TRANSFERÊNCIA LORENA	SG-343801 LORENA	SG-343802 LORENA	GRÁFICO HISTÓRICO	COLETA DE DADOS	MEDIÇÃO DE GÁS	COMPUTADOR DE VAZÃO	SG-3438.0101	SE- 13,8 kV
	TELA CENTRAL	COMPRESSOR A	COMPRESSOR B	COMPRESSOR C	TRATADOR-LOR TO-343801A/B	DUTO	GRÁFICOS DUTO	ALARMES	SPLIT RANGE	CX API
	COMM	GÁS LIFT CONTROL E CROMATOGRAFIA	MEDIÇÃO DE GÁS KICAL	V. DEPURADOR SD-3438.0202	SG-LORENA 203	SG-LORENA 204	SG-LORENA 205	TOCHA	FAZENDA CURRAL	GASODUTO DE BAIXA LOR-UPN

Figura 4.1.2 - MENU\_LOR



Figura 4.1.3 – CMD\_SDV\_704

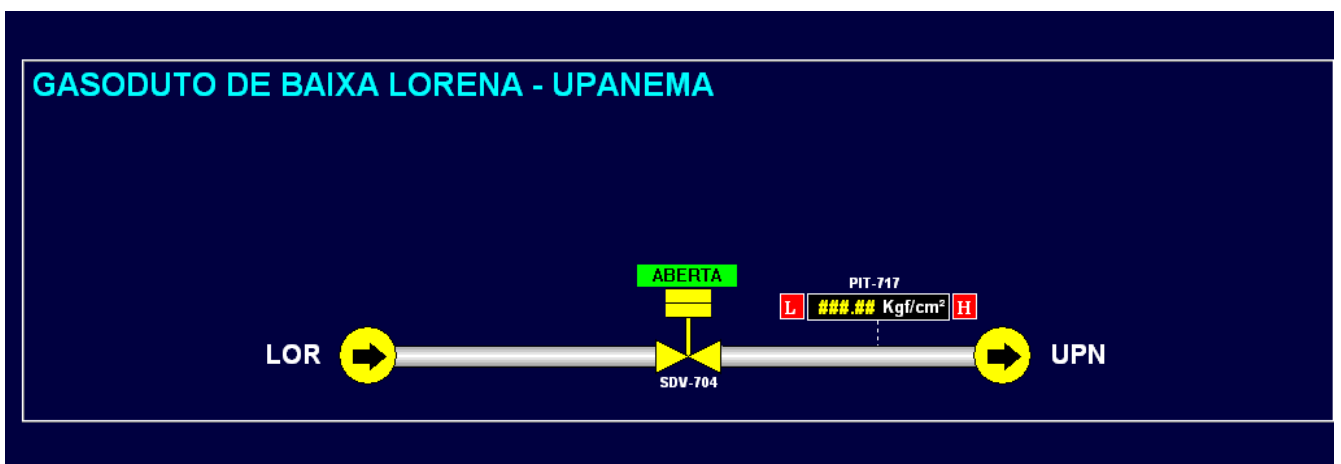


Figura 4.1.4 - GASODUTO\_BX\_LOR\_UPN

A primeira tela MENU\_LOR foi editada apenas para ter acesso à válvula, pois nela já existiam várias funções, como por exemplo, para acessar os compressores, os históricos de alarmes, acessar a tocha, o vaso depurador, etc.

A segunda tela CMD\_SDV\_704 mostra o status da válvula, têm a opção de abrir, fechar e resetar os alarmes. Alarmes esses que estão na parte de diagnósticos, esse que podiam ser de pressão alta, pressão baixa e de problemas na sua abertura ou fechamento.

A terceira tela criada GASODUTO\_BX\_LOR\_UPN, serve para mostrar o status da válvula, que era indicada pela cor da mesma e de forma escrita, mostra a pressão do gás e ao seu lado há os indicadores dos alarmes, L para pressão baixa, que podia indicar algum vazamento na tubulação e H para pressão alta, caso houvesse pressão demais na tubulação.

#### 4.1.5 – Desenvolvimento *Ladder*

O desenvolvimento do *ladder* foi feito no programa *RsLogix* 500. Já havia um programa no CLP da estação coletora de Lorena, sendo assim entramos on-line e apenas adicionamos a ele o *ladder* para o comando da SDV, chamado de LAD 30 – LOR-UPN.

O tipo de controlador e suas devidas configurações já estavam definidos como podemos ver na Fig. 4.1.5.

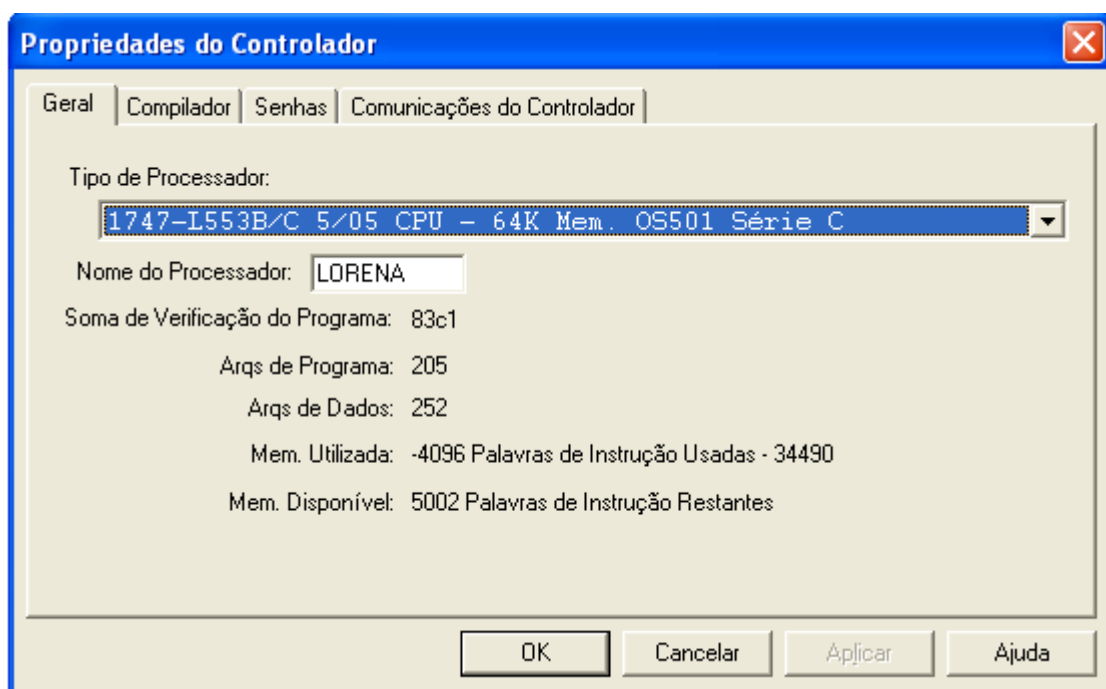


Figura 4.1.5 – Propriedades do Controlador

O programa para automação da SDV consiste em apenas três linhas. A primeira linha é para abrir a válvula. Iniciando com a instrução XIC – Examine se Fechado, com a função de abrir a válvula quando o seu valor for setado para 1 através do supervisor,

ficando com o endereço N54:208 0. Porém mandar abrir a válvula não era suficiente para abri-lá, por segurança eram usadas várias instruções XIO – Examine se Aberto, onde a primeira condição era de que não fosse mandado fechar a válvula, as seguintes instruções eram de alarme, sendo o alarme de pressão baixa, pressão alta, alarme de não abre e alarme de não fecha. Caso nenhum deles estivessem ativo a válvula era aberta. Está operação de abertura sendo indicado pela instrução OTE – Energize a Saída, setando o bit do endereço B11:0 6 para 1, e assim criando um selo com a instrução XIC com o mesmo endereço em paralelo com a instrução de mandar abrir a válvula.

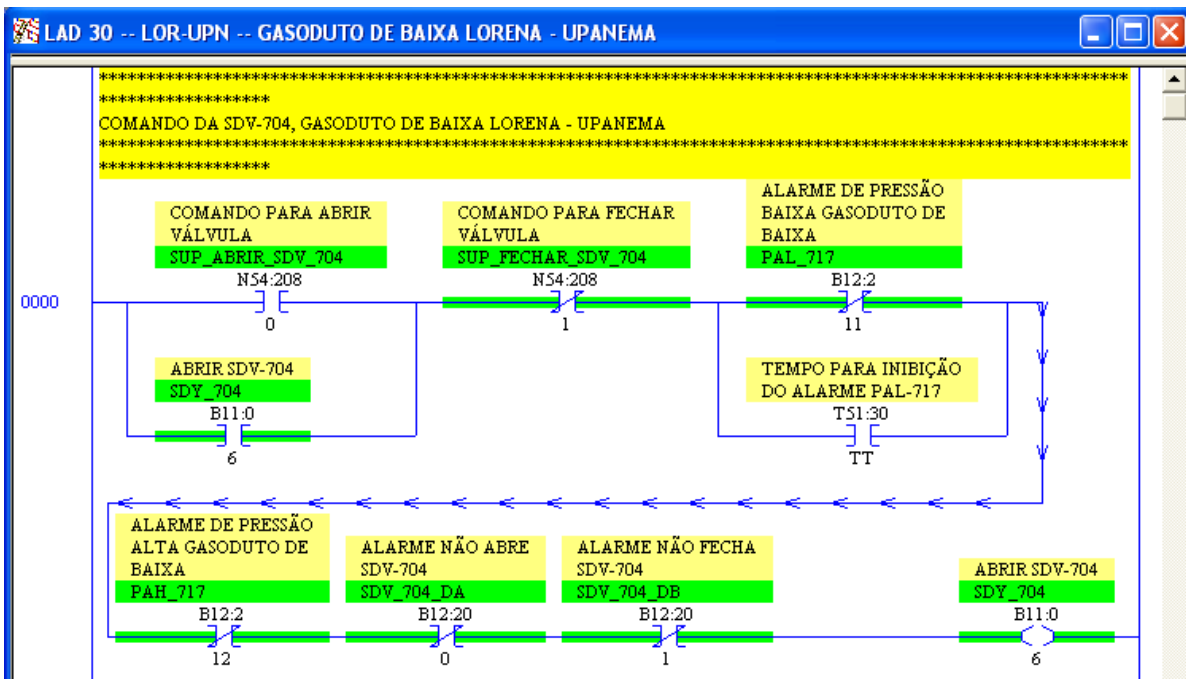


Figura 4.1.6 – Primeira linha de comando

A segunda linha de comando tinha como função a utilização do temporizador com a instrução TON – Temporizador na Energização. Essa instrução inicia a contagem dos intervalos de tempo quando a condição da linha se torna verdadeira. Para este caso temos que o elemento 30 da pasta T51, ou seja, T51:30, armazena os bits de estado (EN, TT, DN), uma palavra que armazena a base de tempo e uma palavra que armazena o valor do acumulador.

Neste caso quando a condição da linha se tornasse verdadeira, a cada ciclo a base de tempo seria incrementada de 1 unidade e quando chegasse a 20 o EN será setado como 1. Está linha foi inserida no programa com porque quando, por exemplo, a válvula estivesse fechada a pressão seria indicada como zero, ao mandar abrir o a pressão ainda estaria com esse valor e o alarme de pressão baixa estaria em nível alto,

impedindo assim sua abertura. Com o temporizador é dado um tempo de 20 segundos para a pressão na tubulação se estabilizar.

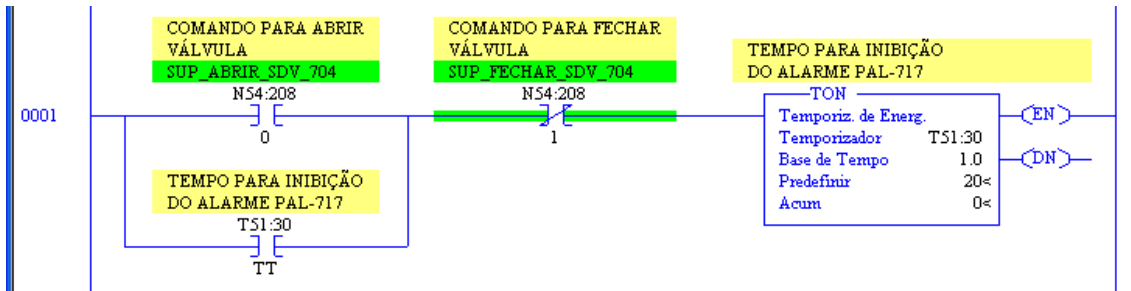


Figura 4.1.6 – Segunda linha de comando

A última linha de comando serve apenas para resetar os alarmes, para isso é usada a instrução retentiva OTU – Desernegize saída com Retenção, ou seja, depois de acionadas manterão seu estado mesmo que as condições de entrada da linha se tornem falsas. Nesse caso quando mandado resetar os alarmes pelo supervisor todos os bits serão setados para 0.

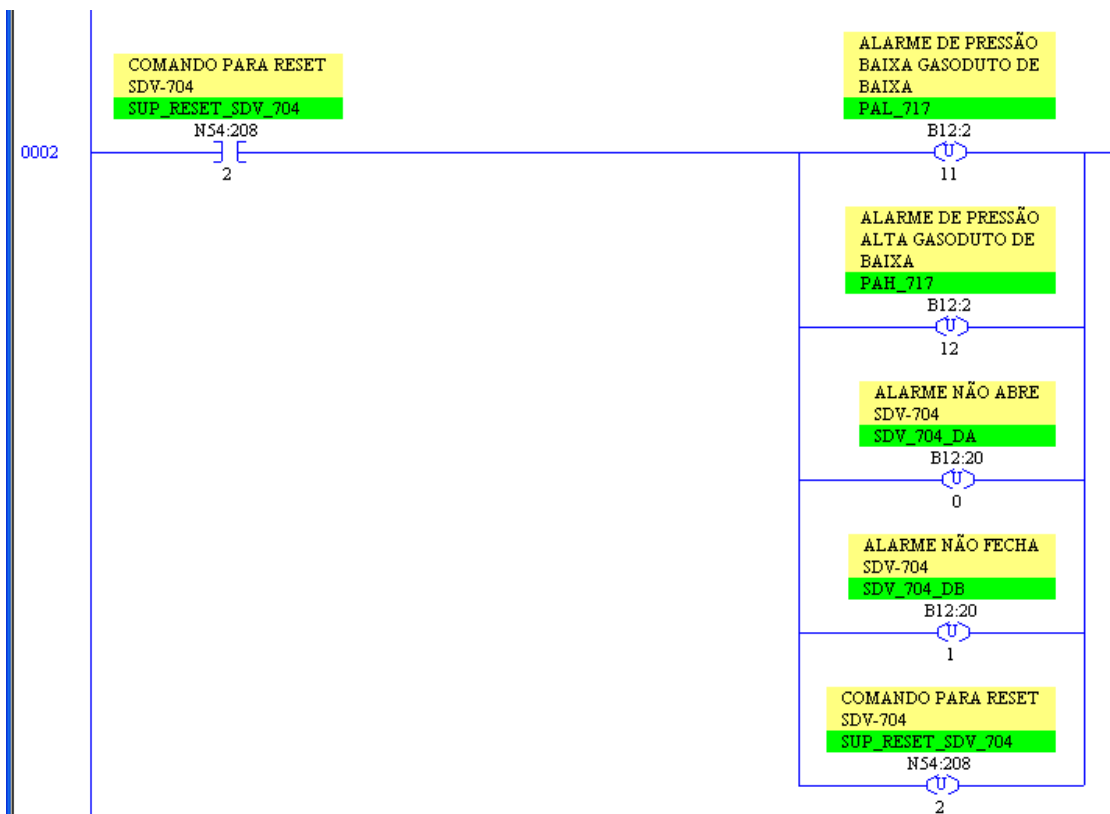


Figura 4.1.7 – Terceira linha de comando

Na Fig. 4.1.8 é mostrado o arquivo de dados N54, que nesta aplicação estava sendo usado para comandos das válvulas. As outras linhas já estavam sendo utilizadas por outros instrumentos instalados na estação. Para a automação da válvula foi usado apenas 3 endereços, o N54:208 0 para abrir a válvula, o N54:208 1 para fechar e N54:208 2 para mandar resetar todos os alarmes.

Além dos endereços de comandos da válvula, ainda há tabela de endereços para o temporizador, como também para os alarmes, porém essas não foram mostradas por serem parecidas com esta.

Offset	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	(Símbolo)	Descrição
N54:198	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
N54:199	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
N54:200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	COMANDOS SUPERVISORIO VALVULA MOTORIZADA 1	
N54:201	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	COMANDOS SUPERVISORIO VALVULA MOTORIZADA 2	
N54:202	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	COMANDOS SUPERVISORIO VALVULA MOTORIZADA 3	
N54:203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	COMANDOS SUPERVISORIO VALVULA MOTORIZADA 4	
N54:204	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	COMANDOS SUPERVISORIO VALVULA MOTORIZADA 5	
N54:205	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	COMANDOS SUPERVISORIO VALVULA MOTORIZADA 6	
N54:206	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	COMANDOS SUPERVISORIO VALVULA MOTORIZADA 7	
N54:207	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	COMANDOS SUPERVISORIO VALVULA MOTORIZADA 8	
N54:208	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	COMANDO PARA ABRIR VÁLVULA SDV-704	
N54:209	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
N54:210	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
N54:211	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
N54:212	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Símbolo: SUP ABRIR SDV 704  
 Desc: COMANDO PARA ABRIR VÁLVULA  
 B. num: Binária  
 Colunas: 16

Figura 4.1.8 – Arquivos de Dados

#### 4.1.6 – Loop Test

Depois de descarregado o *ladder* no CLP e o supervisor na ESC (Estação de supervisão e controle), deve ser feito o loop test, que consiste em com um injetor de sinais, enviar tensões para o CLP variando de 5 a 24Vcc, representando 0 a 100% do que ela pode agüentar e verificar se esses valores correspondem ao esperado. O valor de pressão máxima e mínima era fornecido pelo fiscal quando o serviço era solicitado, não cabendo a nós fazer o estudo da mesma. Sendo assim nossa parte era apenas colocar esses valores fornecidos para disparar o alarme no *ladder*.



#### 4.1.7 – Medição

A cobrança dos serviços à Petrobrás era feita da seguinte forma. Após execução do serviço era feito um RO (Relatório de Ocorrência), nele era descrito tudo que ocorreu na execução do serviço, a forma que será cobrada, a hora de início do fim o tempo para pausa de almoço e o executante. Então uma cópia era enviada para o Gerente da Obra e outra para o fiscal, este que aprovaria ou não se tudo que estava descrito foi realmente feito.

Chegando o dia 20 de cada mês era entregue ao fiscal toda a documentação necessária para medição, além do RO que já foi descrito, ainda era entregue uma memória de cálculo e a folha de medição.

Na folha de medição há uma discriminação dos serviços executados, informando o nome das telas, dos tag usados no CLP e no supervisório. Pelo contrato feito com a Petrobrás o serviço era pago por unidade. Para o *ladder* o *loop test* a quantidade de pontos analógicos era multiplicada pelo fator 2,4 e a quantidade de pontos digitais multiplicados por 1,4, fatores esses definidos pelo contrato. Dando assim um valor de unidade total, este que era multiplicado pelo valor da unidade que também já era previamente definido.

No caso do supervisório as telas eram cobradas pela quantidade de tag's que haviam na tela, essa quantidade era dividida por 50 e multiplicada por 3, dando o valor total da unidade de supervisório. No caso de telas que não fossem pop-up, caso houvesse menos de 50 tag's foi combinado que seria cobrado o valor de uma tela inteira, no caso 3 unidades.



Item		Discriminação										Quant Me
  <b>PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO SERVIÇO</b>												
<b>PROENGE - Projetos e Engenharia Ltda</b> <b>CONTRATO:</b> <b>2500.0046447.08.02</b> <b>FISCAL: HEKYZUKY</b> <b>ÁREA / CAMPO: OP-FZB - Instalação da SDV-704 do trecho reto da linha LOR-UPN</b> <b>ASP: 325/09</b> <b>PERÍODO: 21/11/2009 à 20/12/2009</b>												
10.6	Serviços especializados de desenvolvimento de ladder											
<b>PONTOS ANALÓGICOS</b>		TAG CAMPO/CLP	END. FÍSICO	END. ESCALONADO	END. LETURA	TAG SUPERVISÓRIO	END. SUPERVISÓRIO	UNID.	FATOR	%	=	
<b>PRESSÃO DE BAIXA LOR-UPN</b>		PIT-717	I31	N30:11	-	-	N30:11	100	* 2,40		2,40	
<b>PONTOS DISCRETOS</b>		TAG CAMPO/CLP	END. LÓGICO	END. ESCALONADO	END. LETURA	TAG SUPERVISÓRIO	END. SUPERVISÓRIO	UNID.	FATOR	%	=	
<b>ABRIR SDV-704</b>		SDV-704	O176	B10:06	-	-	-	100	* 1,40		1,40	
<b>STATUS ABERTO SDV-704</b>		ZSH-704	I813	B3:870	E10:19	ZSH_704	E10:19	100	* 1,40		1,40	
<b>STATUS FECHADO SDV-704</b>		ZSL-704	I814	B3:871	B10:H0	ZSL_704	B10:H0	100	* 1,40		1,40	
<b>TOTAL =</b>											<b>6,60</b>	
10.7	Serviços especializados de desenvolvimento de supervisão											
<b>TELAS</b>		<b>PONTOS</b>		<b>DIVISÃO</b>	<b>FATOR</b>							
<b>GASODUTO_BX_LOR_UPN</b>		50,000	/	50,000	*	3,00					3,00	
<b>MENU_LOR</b>		3,000	/	50,000	*	3,00					0,18	
<b>CMD_SDV_704</b>		10,000	/	50,000	*	3,00					0,80	
<b>GASODUTO_BX_LOR_UPN</b>		50,000	/	50,000	*	3,00					3,00	
<b>(Redundância)</b>												
<b>MENU_LOR (Redundância)</b>		3,000	/	50,000	*	3,00					0,18	
<b>CMD_SDV_704 (Redundância)</b>		10,000	/	50,000	*	3,00					0,80	
<b>TOTAL =</b>											<b>7,56</b>	
10.8	Serviço especializado em comissionamento(loop test)											
<b>PONTOS ANALÓGICOS</b>		TAG CAMPO/CLP	END. FÍSICO	END. ESCALONADO	END. LETURA	TAG SUPERVISÓRIO	END. SUPERVISÓRIO	UNID.	FATOR	%	=	
<b>PRESSÃO DE BAIXA LOR-UPN</b>		PIT-717	I31	N30:11	-	-	N30:11	100	* 2,40		2,40	
<b>PONTOS DISCRETOS</b>		TAG CAMPO/CLP	END. LÓGICO	END. ESCALONADO	END. LETURA	TAG SUPERVISÓRIO	END. SUPERVISÓRIO	UNID.	FATOR	%	=	
<b>ABRIR SDV-704</b>		SDV-704	O176	B10:06	-	-	-	100	* 1,40		1,40	
<b>STATUS ABERTO SDV-704</b>		ZSH-704	I813	B3:870	E10:19	ZSH_704	E10:19	100	* 1,40		1,40	
<b>STATUS FECHADO SDV-704</b>		ZSL-704	I814	B3:871	B10:H0	ZSL_704	B10:H0	100	* 1,40		1,40	
<b>TOTAL =</b>											<b>6,60</b>	
<b>PROENGE: Técnico em Automação</b>												

Figura 4.1.9 – Memorial de Cálculo

				<b>FOLHA DE MEDIÇÃO</b>												
<b>CAMPO/SERVIÇO</b>				<b>EMPREITEIRA</b>			<b>DISCRIMINAÇÃO</b>		<b>UND.</b>		<b>QUANT.</b>		<b>P.UNIT.(R\$)</b>		<b>P.TOTAL (R\$)</b>	
				<b>PROENGE - PROJETOS E ENGENHARIA LTDA.</b>			<b>OP-FZB - Instalação da SDV-704 do trecho reto da linha LOR-UPN</b>		<b>ASP: 325/09</b>							
<b>CONTRATO: 2500.0046447.08.02</b>				<b>MÊS DE REF.: DEZEMBRO</b>				<b>N.º SAP: 4600286160</b>		<b>RC: 1718A</b>		<b>PERÍODO: 21/11/2009 à 20/12/2009</b>				
<b>ITEM</b>	<b>NCH</b>	<b>SAP</b>	<b>N.º SERV. EXT.</b>													
1		3801880	10.6	Serviços especializados de desenvolvimento de ladder		un		6,60		66,00		435,60				
2		3801890	10.7	Serviços especializados de desenvolvimento de supervisório		un		7,56		180,00		1.360,80				
3		3801900	10.8	Serviço especializado em comissionamento(loop test)		un		6,60		72,00		475,20				
<b>TOTAL DOS SERVIÇOS EXECUTADOS EM R\$</b>												<b>2.271,60</b>				

Figura 4.1.10 – Folha de medição

A folha de medição era o resumo de tudo, nela há uma discriminação dos serviços, a unidade de medição, que no caso era a própria unidade, quantidade e o preço unitário, dando assim o valor total dos serviços executados. Para controle da documentação ainda havia a GRD (Guia de Remessa de Documentos), cada uma tem um número diferente e nela é descrito quais documentos estão sendo enviados na medição, ficando uma cópia com o fiscal e outra com a empresa.

Na estação coletora de Lorena havia uma sala geral de controle de todas as estações próximas, onde tudo que ocorria no supervisório era mostrado em telões, como ilustrado na Fig. 4.1.11.

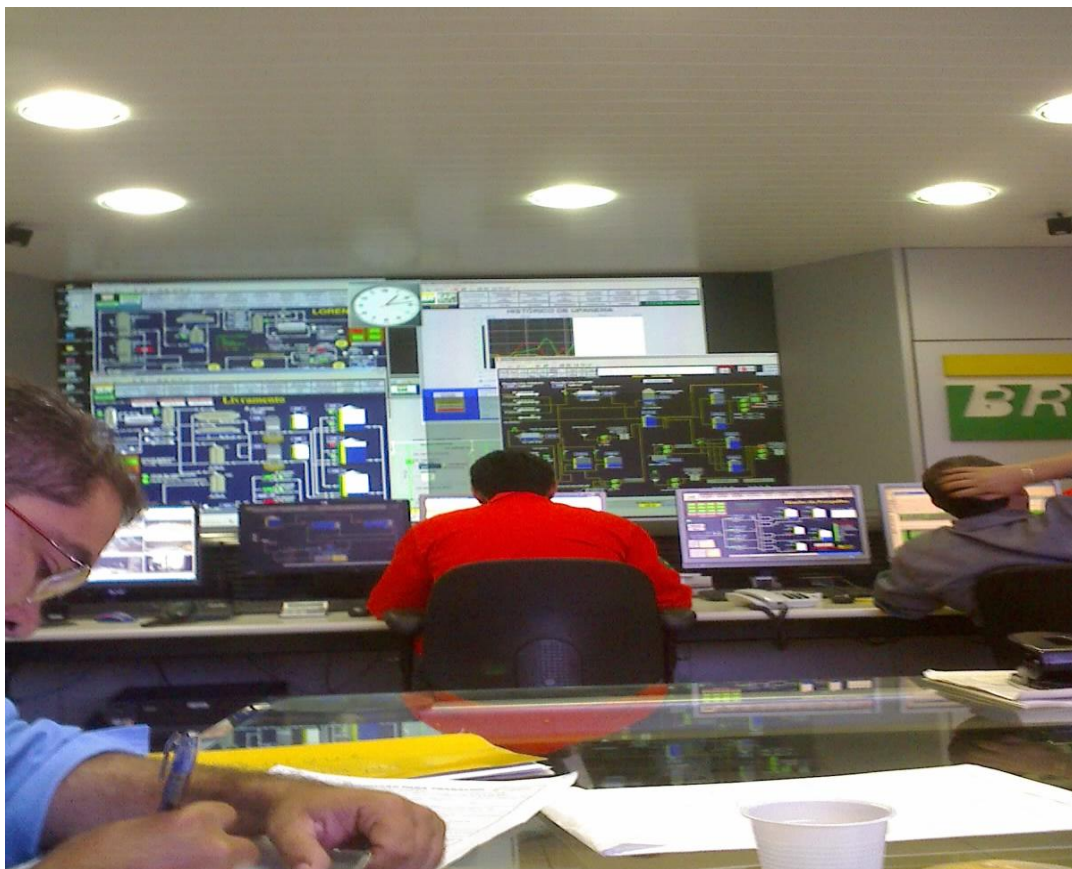


Figura 4.1.11 – Sala Geral de Controle

## 4.2 - Desenvolvimento do Sistema Supervisório das Subestações de CAM.

### 4.2.1 – Introdução

No início do ano de 2010 fui transferido para obra 279 com a finalidade de ajudar o engenheiro responsável na parte de projetos de construção de duas Subestações, uma em Alto da Pedra e outra em Canto do Amaro, ambas situadas nas proximidades da cidade de Mossoró.

Ainda na área de atuação de automação, fui designado a desenvolver o sistema supervisório das Subestações de Canto do Amaro e de Alto da Pedra. Como o CLP a ser usado ainda não tinha sido definido pela Petrobras, a parte do *ladder* foi deixada de lado por enquanto.

### 4.2.2 – InTouch 7.11

Como já foi dito anteriormente, o software usado para desenvolvimento de supervisórios na área da Petrobras é o InTouch. Com base nos diagramas unifilares das subestações (em anexo), foram criadas as telas. Como as telas principais das Subestações são muito parecidas, optei por demonstrar apenas as telas da SE-CAM.

A Fig. 4.2.1 indica as telas do supervisório criadas no programa *InTouch*.

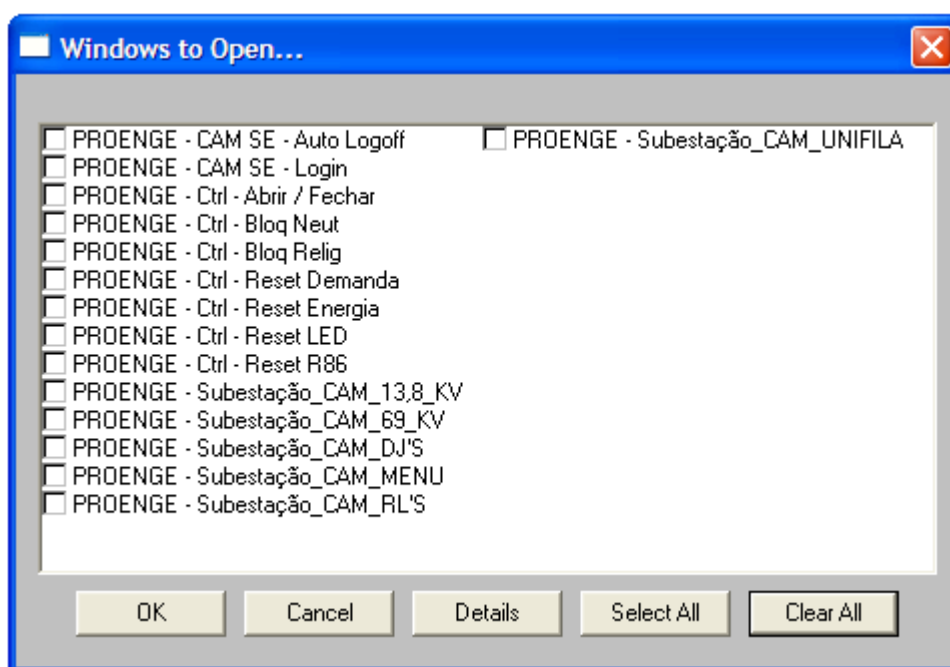


Figura 4.2.1 – Telas do Supervisório

A primeira tela PROENGE - CAM SE - Auto Logoff, aparece quando o computador esta sem uso por um tempo determinado de 15 minutos, para o caso de o operador ter saído, outra pessoa não autorizada utilize o programa. Por ser um simples *pop-up* optei por não botar a imagem para não estender muito o relatório.

A segunda tela PROENGE - CAM SE - Login, é usada para que o operador possa entrar no sistema e ter um controle remoto de toda a Subestação.



Figura 4.2.2 - PROENGE - CAM SE - Login

As telas com prefixo Ctrl eram apenas *pop-ups*, telas simples com finalidades de controle e indicação de estado. Por exemplo, a tela PROENGE - Ctrl - Bloq Relig mostrada na Fig. 4.2.3 servia para indicar estado dos Religadores, podendo escolher entre bloquear ou desbloquear.



Figura 4.2.3 - PROENGE - Ctrl - Bloq Relig

A tela de controle é usada apenas para resetar o Relé 86, como esta indicada na Fig. 4.2.4, este relé fica ligado diretamente ao transformador, no caso de ocorrer algum problema com o trafo, esse relé é imediatamente informado qual foi o problema e

manda os disjuntores atuarem. Essa numeração vem da tabela ANSI e significa relé auxiliar de bloqueio.

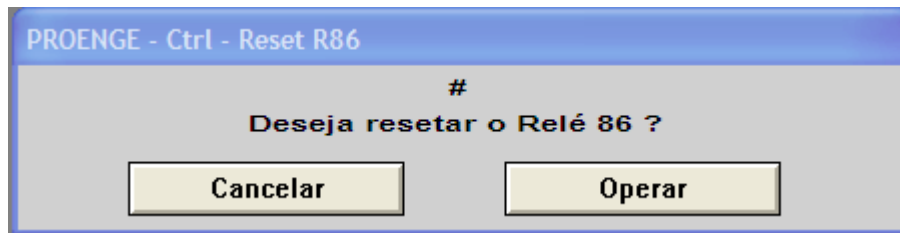


Figura 4.2.4 - PROENGE - Ctrl - Reset R86

A telas PROENGE - Subestação\_CAM\_13,8\_KV e PROENGE - Subestação\_CAM\_69\_KV mostram apenas o diagrama unifilar da Subestação, definido por setores, com indicação das chaves e dos transformadores. Então optei por mostrar apenas a tela PROENGE - Subestação\_CAM\_UNIFILAR, esta que mostra na Fig. 4.2.5 o unifilar de toda a subestação. Esta que possui dois botões, que redirecionam para o Setor desejado.

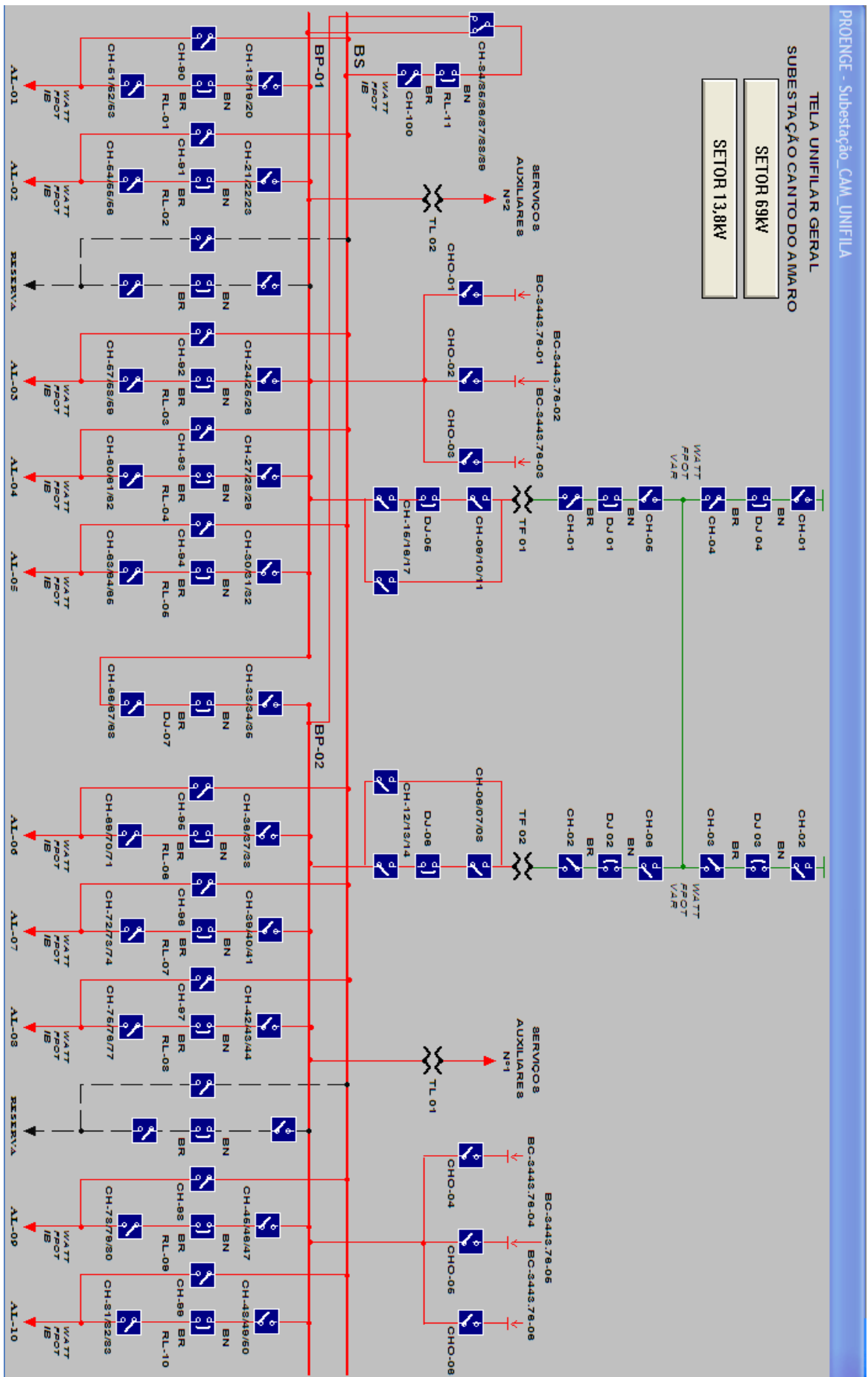


Figura 4.2.5 - PROENGE - Subestação\_CAM\_UNIFILAR

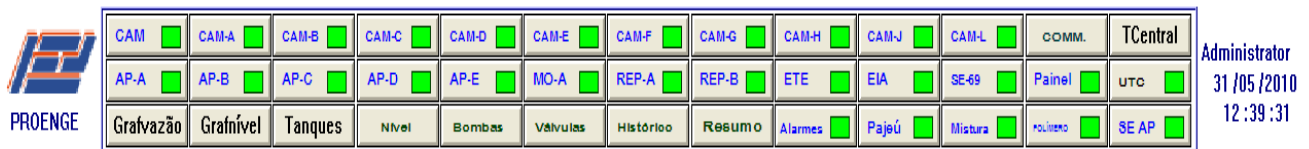


Figura 4.2.6 – PROENGE – Subestação\_CAM\_MENU

A tela PROENGE – Subestação\_CAM\_MENU é um pop-up, nela há indicação do usuário que está operando o sistema supervisório, a data e hora. Além de botões que redirecionam para outras telas.

Nas telas PROENGE – Subestação\_CAM\_DJ'S e PROENGE – Subestação\_CAM\_RL'S existe a indicação de On/Off do painel, é mostrado os led do relé de proteção, além de várias informações adicionais que são emitidas por instrumentos de medição. A diferença entre as duas, é que uma era mostrada para os disjuntores e a outra para os religadores, respectivamente.

Como ainda não havia CLP, a comunicação sempre mostrava o estado de falha e nenhum valor era mostrado nas telas.



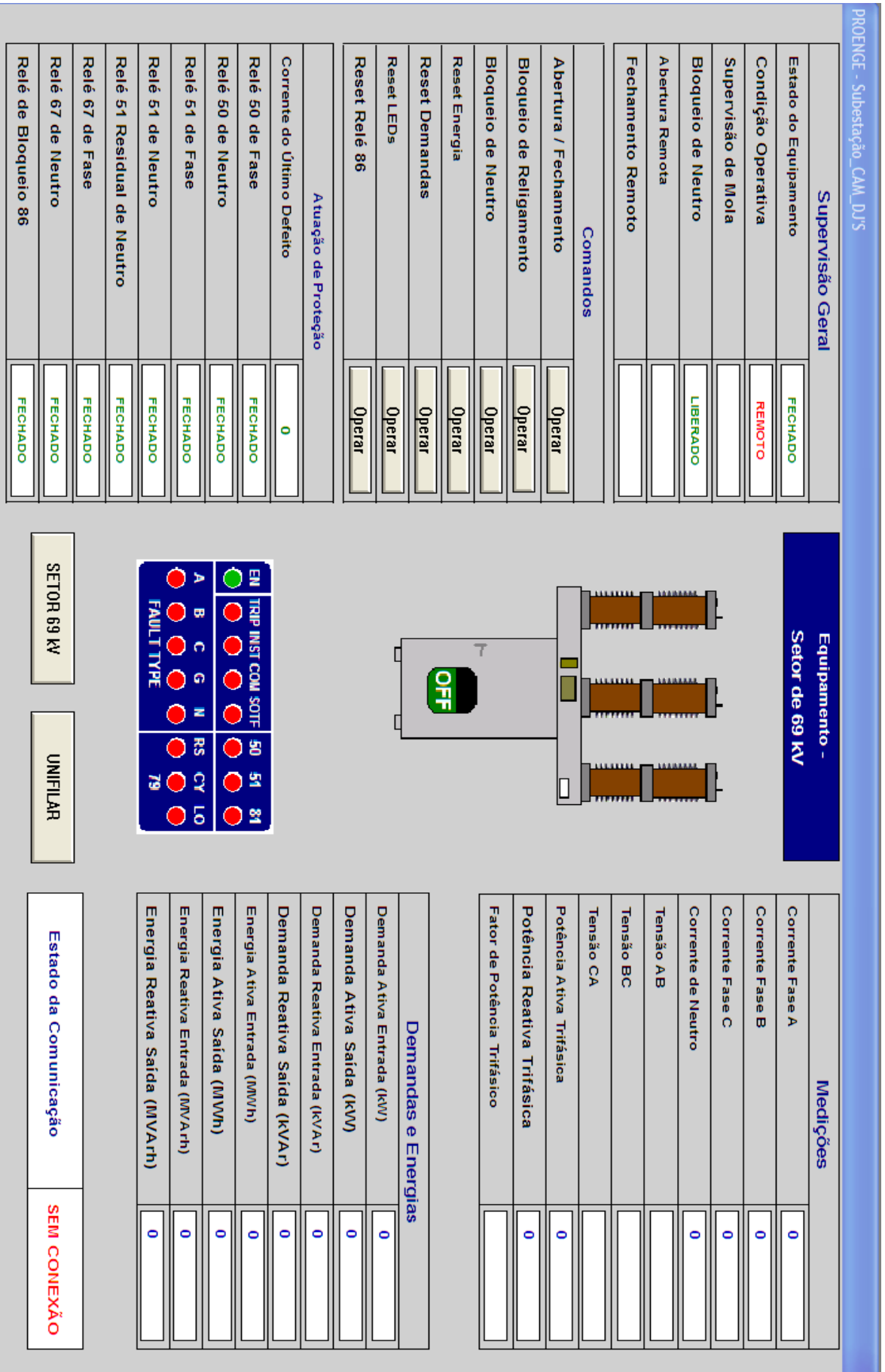


Figura 4.2.7 – PROENGE – Subestação\_CAM\_DJ'S

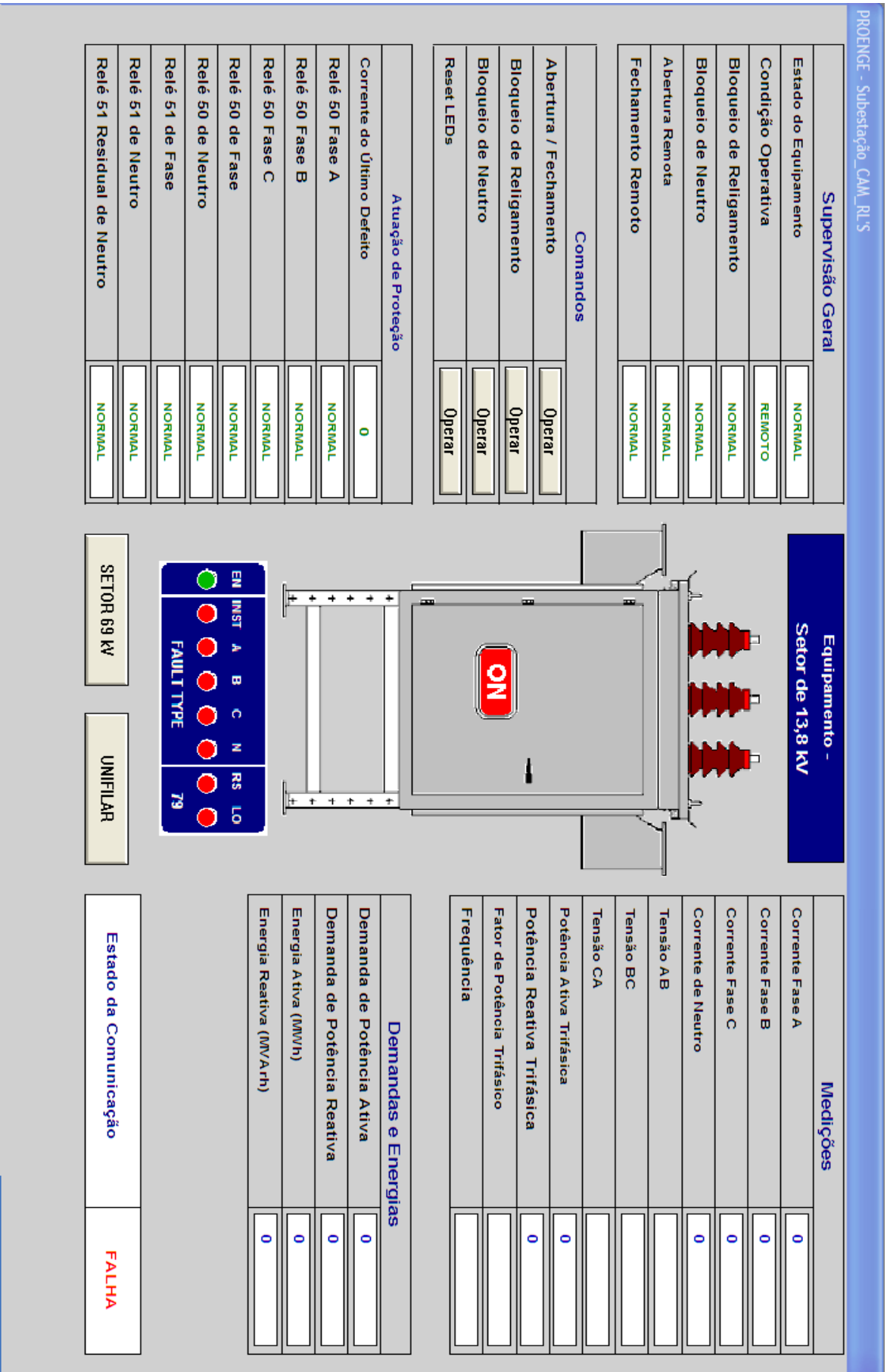


Figura 4.2.8 – PROENGE – Subestação\_CAM\_RL'S

### **4.3 - Memória de Cálculo – Esforços nas Estruturas – Rede de Distribuição Subestação de Alto da Pedra.**

#### **4.3.1 – Objetivo**

Essa atividade tinha como finalidade assegurar através de cálculos, utilizando as normas e requisitos mínimos considerados, as condições de segurança bem como as condições de estabilidade da rede de distribuição aérea, em 13,8kV extensão de 232,18m, visando atender o fornecimento de energia elétrica para o canteiro de obra da Subestação de Alto da Pedra.

Para todos os postes da rede de distribuição, os cálculos eram basicamente os mesmo, mudando apenas a sua estrutura e a angulação dos cabos, para não estender muito, só foi mostrado os cálculos para apenas um poste.

A principal norma utilizada foi a NBR-5422 – Projetos de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica. O Dimensionamento do cabo e os parâmetros dos isoladores já estavam projetados, ficando na minha responsabilidade fazer apenas os cálculos dos esforços.

#### **4.3.2 – Dimensionamento do Cabo**

Para construção da rede de MT foi usado cabo de alumínio nu, formação 7 x 3,12 fios, bitola 1/0 AWG.

#### **4.3.3 – Parâmetros Físicos do Cabo**

Seção: 53,51mm<sup>2</sup>;

Diâmetro Nominal: 9,36mm;

Peso: 147,5kg/km;

Área total: 198,03 mm<sup>2</sup>;

Carga de ruptura: 897,0 kgf;

Resistência Elétrica Máxima CC @ 20°C: 0,539Ω/km;

Corrente Máxima: 130A.

#### 4.3.4 – Parâmetros Físicos dos Isoladores

Para construção da rede de MT foi usado Isolador Polimérico da Balestro:

Classe de tensão: 15kV;

Peso: 0,6 kgf;

Distância mínima de Escoamento: 0,304 m;

Carga mínima nominal: 600 daN

Seção: 0,01862 m<sup>2</sup>.

#### 4.3.5 – Dimensionamento Mecânico das Estruturas

Parâmetros meteorológicos e correções:

- **Coefficiente de rugosidade do terreno:**

<b>Categoria do terreno</b>	<b>Características do terreno</b>	<b>Coefficiente de Rugosidade (K<sub>r</sub>)</b>
A	Vastas extensões de água; áreas planas costeiras, desertos planos.	1,08
B	Terreno aberto com poucos obstáculos.	1,00
C	Terreno com obstáculos numerosos e pequenos.	0,85
D	Áreas urbanizadas, terrenos com muitas árvores altas.	0,67

Tabela 4.3.1 - Coeficiente de rugosidade do terreno

$K_r = 1,00$  (Devido ao fato do terreno ser de categoria B, ou seja, terreno aberto com poucos obstáculos).

- **Temperatura:**

Temperatura média: 25°C

– Conforme especificado na NBR 5422;

Temperatura máxima média: 31°C

– Conforme especificado na NBR 5422;

Temperatura mínima (T<sub>min</sub>): 5°C

– Conforme especificado na NBR 5422;

Temperatura máxima ( $T_{\max}$ ): 36°C

– Conforme especificado na NBR 5422;

Temperatura coincidente: 20°C

– Conforme especificado na NBR 5422;

- **Cargas de vento:**

- Velocidade de Vento de Projeto

A correção da velocidade da atuação do vento, em função da rugosidade do terreno é determinada pela fórmula (4.31), obtida na NBR-5422:

$$— \quad (4.3.1)$$

Onde:

$V_p$  = Velocidade de projeto do vento;

$K_r$  = Coeficiente de rugosidade do terreno;

$K_d$  = Coeficiente de conversão de velocidades de vento com tempos de integração diferentes;

$V_B$  = Velocidade básica do vento pra um tempo de integração de 50 anos e altura de 10m;

$H$  = Altura do cabo em relação o solo;

$n$  = Fator que depende da rugosidade do terreno da linha e do período de integração  $t$ .

Consultando a NBR 5422, utilizaremos os seguintes dados:

$K_r = 1$ ;

$K_d = 1$  (Valor obtido na Fig. 1 da referida norma para um tempo de integração de 10 minutos);

$V_B = 20$  m/s (Valor obtido na Fig. 28 da referida norma);

$n = 11$  (Valor obtido na Tabela 2 da referida norma).

Para as condições de maior segurança, será adotado  $V_B = 30$  m/s. A altura considerada será de 12,9m, que é a parte do poste acima do solo.

Então substituindo na fórmula (4.3.1) os dados referidos acima, calcula-se:

➤ Massa específica do ar:

$$\mu = \left( \frac{1,293}{(1 + 0,00367 \times t)} \right) \times \left( \frac{16000 + 64 \times t - ALT}{16000 + 64 \times t + ALT} \right)$$

$$\mu = \frac{1,293}{(1 + 0,00367 \times 20)}$$

Onde:

*ALT* – Altitude Média da Região de Implantação da Linha (Considerando o nível do mar);

*t* - Temperatura Coincidente em °C (Considerando 20 °C).

➤ Pressão dinâmica de referência:

$$q_o = \frac{1}{2} \times \mu \times V_b^2$$

–

Este valor atende ao critério da Norma N-2039 rev.B, item 6.1.6, onde especifica o valor mínimo de 500 N/m<sup>2</sup>.

#### 4.3.6 - Esforços

As fórmulas para cálculo das forças resultantes da ação de ventos nos isoladores, cabos e nos postes foram obtidas consultando a NBR 5422.

#### 4.3.7 - Ação de ventos nos isoladores

$$F_{vi} = q_0 \cdot C_{xi} \cdot S_i \quad (4.3.4)$$

Onde:

$F_{vi}$  - Ação do vento nos isoladores;

$q_0$  - Pressão dinâmica de referência;

$C_{xi}$  - Coeficiente de arrasto;

$S_i$  - Área da cadeia de isoladores.

Utilizando os valores já citados temos:

$$q_0 = 567,85 \text{ N/m}^2$$

$$C_{xi} = 1,2, \text{ segundo a NBR 5422, item 8.2.3}$$

$$S_i = 0,01862 \text{ m}^2$$

Então substituindo na fórmula (4.3.4) os dados referidos acima, calcula-se:

$$F_{vi} = 567,85 \times 1,2 \times 0,01862$$

$$F_{vi} = 12,69 \text{ kgf.}$$

#### 4.3.8 - Ação de ventos nos cabos

$$- \quad (4.3.5)$$

Onde:

$q_0$  - Pressão dinâmica de referência;

$C_{xc}$  - Coeficiente de arrasto;

$\alpha$  - Fator de efetividade;

$d$  - Diâmetro do cabo;

$Z$  - Comprimento do vão considerado;

$\Theta$  - Ângulo de incidência do vento.

Utilizando os valores já citados temos:

$$q_0 = 567,85 \text{ N/m}^2;$$

$$C_{xc} = 1, \text{ indicação da referida norma};$$

$$d = 0,00936 \text{ m};$$

$$\alpha = \text{Aproximadamente } 0,92, \text{ de acordo com a Fig. 2 da NBR 5422};$$

$$Z = \text{Comprimento do vão considerado};$$

$$\Theta = \text{Ângulo de incidência máximo } 90^\circ.$$

Então substituindo na fórmula (4.3.5) os dados referidos acima, calcula-se:

$$F_{v_c} = 567,85 \times 1 \times 0,92 \times 0,00936 \times Z/2 \times 1$$

$$F_{v_c} = 2,44 \times Z \text{ (Ver Cálculo por Estrutura).}$$

#### 4.3.9 - Ação de ventos nos postes

$$\text{—————} \quad (4.3.6)$$

Onde:

$C_{x_p}$  - Coeficiente de arrasto –  $C_{x_p} = 1,2$ , indicação da referida norma;

$h_p$  - Distância do centro de gravidade ao solo;

$H$  - Altura do poste acima do solo;

$S_p$  - Área da face do poste exposta ao vento;

$$\text{—————} \quad (4.3.7)$$

$S_t$  - Seção topo do poste;

$S_b$  - Seção base do poste;

$$\text{—————} \quad \text{(Ver Cálculo por Estrutura).}$$

#### 4.3.10 Cálculo dos Esforços nas Estruturas

##### 4.3.10.1 Cálculo Dos Esforços Da Estrutura T4/15-300

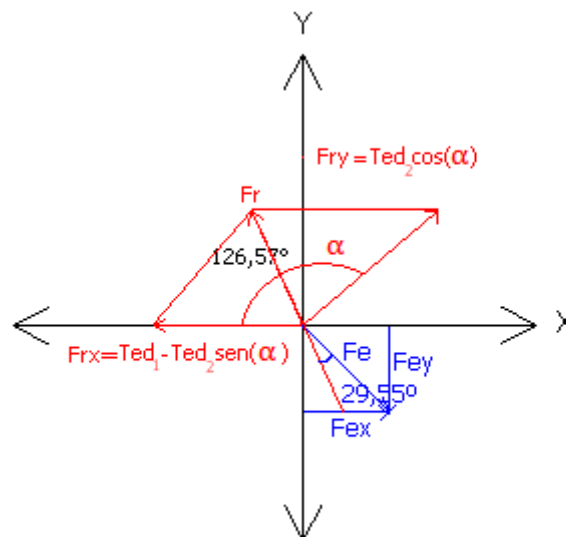


Figura 4.3.1 – Diagrama de Forças

$Ted_1 = 14\%$  da carga de ruptura do condutor

$Ted_2 = 4\%$  da carga de ruptura do condutor



- Condição de equilíbrio:

A força resultante no eixo dos x será:

$$F_{rx} = 0,14 \times 897 - 0,04 \times 897 \times \text{sen}36,57^\circ = 104,20 \text{ kgf}$$

A força resultante no eixo dos y será:

$$F_{ry} = 0,04 \times 897 \times \text{cos}36,57^\circ = 28,82 \text{ kgf}$$

A força resultante será:

$$\sqrt{\quad} = 108,11 \text{ kgf}$$

O ângulo resultante com o eixo dos y será:

$$\text{---} = 74,55^\circ$$

O ângulo da resultante com a gaveta do poste será  $\gamma$ . Colocando-se o topo do poste no mesmo sentido do eixo dos x, o fator de redução do esforço do poste, quando a resultante das forças não atua no topo deste, é dado por:

$$= 0,56$$

O esforço de cada fase será:

$$\text{---} = 191,94 \text{ kgf}$$

O esforço resultante na estrutura será:

$$\text{-----}$$

Onde:

A, B e C – Distâncias das fases ao solo;

$h_u$  – Distância do ponto de aplicação da resultante ao solo a 20 cm do topo.

Considerando o comprimento do vão:  $Z = 91,09\text{m}$

$$F_{Vc} = 2,44 \times 91,09 = 222,26 \text{ kgf}$$

Considerando a altura do poste de 15m:

$$H = H_T - H_B$$

Onde:

H – Parte do poste acima do solo;

$H_T$  – Altura total do poste;

$H_B$  – Parte do poste abaixo do solo.

Substituindo os valores referentes:

$$H = 15 - 2,1 = 12,9\text{m};$$

Onde:

A – Largura da base;

B – Comprimento da base;

a – Largura do topo;

b – Comprimento do topo.

$$S_t = 100\text{mm} \times 150\text{mm} = 0,1\text{m} \times 0,15\text{m}$$

$$S_b = (20 \times h + 100) \times (28 \times h + 150) = 0,40\text{m} \times 0,57\text{m}$$

Então substituindo na fórmula (4.3.7) os dados referidos acima, calcula-se:

$$S_p = 7,87\text{m}^2$$

Então substituindo na fórmula (4.3.6) os dados referidos acima, calcula-se:

$$45,71 \text{ kgf}$$

Com esses valores podemos calcular o esforço resultante:

O esforço de reação do estai na estrutura será:

$$F_{re} = F_r \times \sin 45^\circ \times \cos 29,55^\circ = 108,11 \times \sin 45^\circ \times \cos 29,55^\circ = 66,5 \text{ kgf}$$

O esforço final resultante sobre o poste -  $F_R$

$$F_R = F_R - F_{re} = 289,27 - 66,5 = 222,77 \text{ kgf}$$

**Portanto, a estrutura T4/15-300 utilizada suporta os esforços de solicitação mecânica acima calculada.**

Além dos cálculos também foi feito o *As Built*, no *software* Microstation, que é atualmente o programa usado na Petrobras para os seus desenhos, da rede de distribuição em si e das redes próximas. A Fig. 3.3.2 abaixo mostra a rede de distribuição em destaque na cor vermelha.

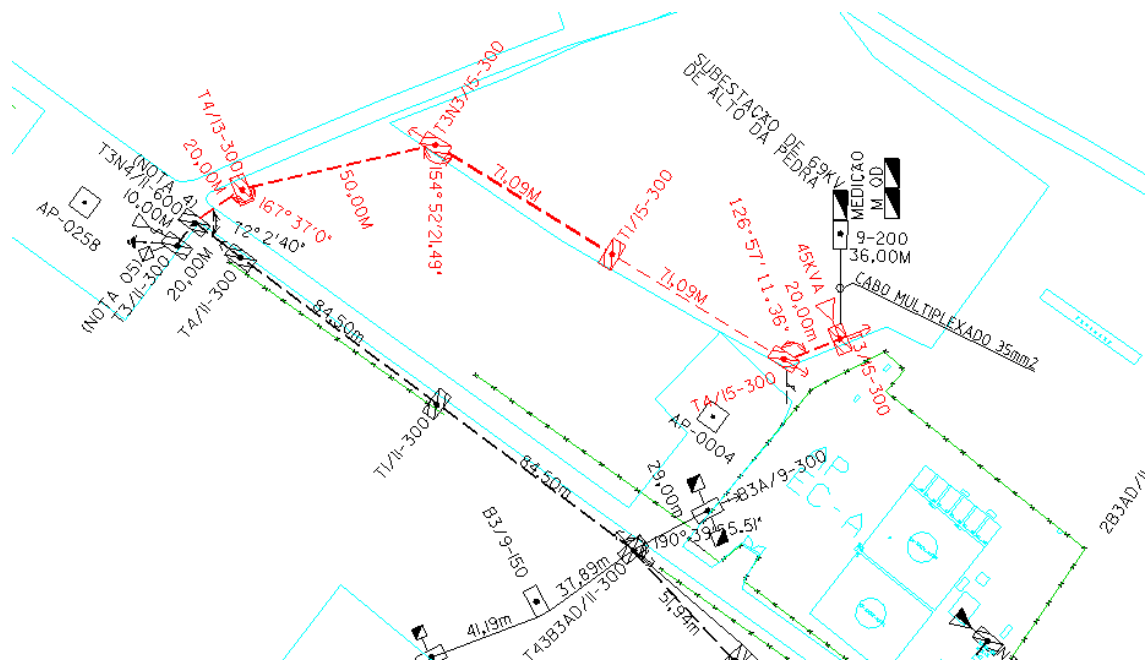


Figura 3.3.2 – Rede de Distribuição

#### **4.4 – Projeto de Rádio Enlace entre a Subestação de Alto da Pedra e a sala de comunicação em CAM Central.**

##### **4.4.1 – Introdução**

De acordo com o contrato da obra, a subestação de Alto da Pedra deve se comunicar através de um Rádio Enlace com a sala de comunicação de CAM central, e a subestação de CAM também deve se comunicar com ela. Para isso foram instalados dois rádios de frequência 5.8GHz responsáveis pelo Rádio enlace.

##### **4.4.2 – Revisão Teórica**

O conceito de rádio enlace foi introduzido após as primeiras experiências de Marconi no final do século XIX utilizando as ondas curtas. Mas somente a partir da Segunda Guerra Mundial é que foram desenvolvidos estudos no envio de sinais à longa distância utilizando as frequências em VHF, UHF e SHF. No Brasil, o primeiro enlace analógico de telefonia fixa foi implantado em 1957 entre São Paulo e, Rio de Janeiro, derivando para Campinas. Depois, vieram os primeiros enlaces analógicos de alta capacidade, que usavam as faixas de frequência de 4, 6, 8 e 11 GHz, com capacidade para 1800 canais em sua maioria.

Em 1969 foi inaugurado o tronco Sul de Microondas da Embratel, interligando as cidades de São Paulo e Porto Alegre, passando por Curitiba. Em 1971, a mesma operadora completa a primeira malha de rotas de microondas, interligando todos os estados e territórios federais ao Distrito Federal, facilitando a vida dos usuários de ligações interurbanas que ficavam esperando de 6 a 8 horas para completar ligações interurbanas naquela época.

Os primeiros rádios digitais ponto a ponto instalados no Brasil começaram a operar no final da década de 70 pelas empresas do Grupo Telebrás, utilizando a tecnologia PDH de baixa e média capacidade – até 34 *Mbps*, na faixa de 8.5 GHz; posteriormente utilizaram os rádios de 2 GHz a 34 *Mbps*. No final da década de 80 e início da década de 90, foi utilizada a faixa acima dos 10 GHz, iniciando por 15 e 18 GHz e depois estendendo para a faixa de 23 e 38 GHz, especialmente para enlaces curtos, com baixa e média capacidade nas regiões metropolitanas. Também na segunda metade dos anos 90, foram implantados os rádios PDH de capacidade de 140 *Mbps* na faixa de 5 GHz.

Paralelamente a tecnologia PDH, no início dos anos 90, os primeiros rádios SDH foram implantados pela Embratel, a fim de substituir gradualmente os rádios analógicos e os digitais em PDH. Esses faziam uso da faixa de 5 GHz em regime de compartilhamento com o PDH de alta capacidade – 140 *Mbps*. Posteriormente foram regulamentadas as faixas de 4, 6, 7.5, 8 e 11 GHz para a utilização em troncos de média e longa distância pelas operadoras. As faixas de 18 e 38 GHz foram homologadas para a utilização em enlaces de curta distância.

Para acontecer uma comunicação básica entre dois pontos devem-se ter obrigatoriamente três componentes, conforme ilustra a Fig. 4.4.1.

- Transmissor
- Receptor
- Meio de transmissão



Figura 4.4.1 – Elementos de uma comunicação básica.

Quando essa comunicação deve ser realizada em distâncias maiores que o alcance da voz humana, lança-se mão do conceito de telecomunicações. Depois disso, define-se o meio físico dessa transmissão, que pode ser guiado ou não-guiado.

A radiocomunicação estuda as telecomunicações sob o prisma da utilização do meio aéreo (não-guiado), através das ondas eletromagnéticas que se deslocam do transmissor ao receptor e vice-versa, conforme a Fig. 4.4.2. A propagação da onda ocorre quando há a transferência de energia eletromagnética entre esses dois pontos pela atmosfera terrestre ou ambiente aberto e ilimitado.

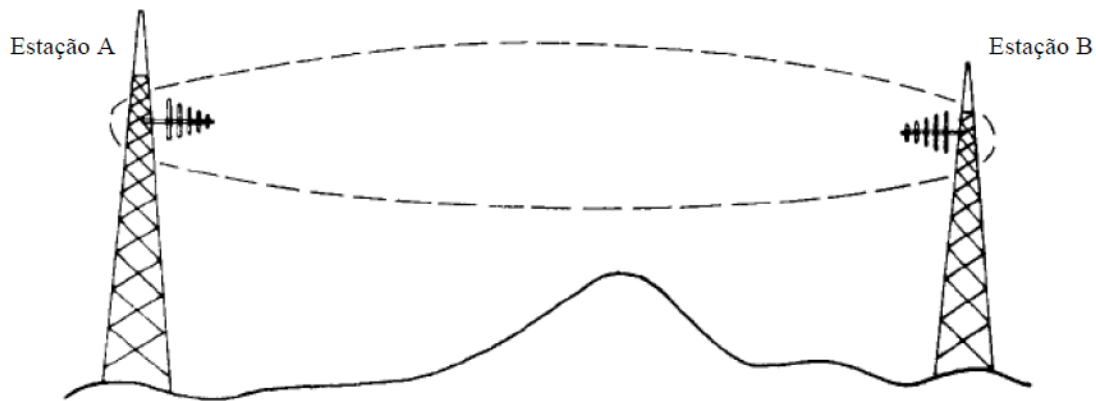


Figura 4.4.2 – Elementos da rádio comunicação.

A energia será distribuída por todo o espaço, mas apenas uma parte da potência irradiada pela antena transmissora chegará à antena receptora. O rádio enlace ou sistema rádio ponto a ponto define de que forma a interligação entre os pontos de transmissão e recepção pode ser feita, para garantir que o sinal gerado na origem chegue a seu destino inteligível, dentro de uma taxa de erros aceitável.

Portanto, para que um rádio enlace funcione satisfatoriamente, são necessários os seguintes requisitos básicos:

- A intensidade do sinal recebido deve ter potência suficiente para se sobrepor ao sinal do ruído recebido e ao nível de sensibilidade.
- A intensidade do sinal deve ser propagada sem distorção excessiva, para que o rádio enlace tenha confiabilidade, as condições acima devem permanecer constantes na maior parte do tempo.

Pode-se então, do ponto de visto econômico, definir que um rádio enlace pode ser do tipo: Otimizado, superdimensionado ou subdimensionado.

A refração atmosférica observada na propagação das ondas de rádio é atribuída a variações do índice de refração do ar com a altura, que em consequência muda com o tempo, por causa de alterações nas condições de temperatura, pressão e umidade, que influenciam no índice de refração, fazendo com que o fator  $K$  varie.

Sob condições normais, o índice de refração da atmosfera decresce com a altura, causando o encurvamento para baixo das ondas de rádio, de modo que essas podem ser recebidas em pontos além da linha ótica de visada.

Na análise da propagação da onda na troposfera, usa-se o artifício de considerar o feixe sem curvatura, aumentando-se teoricamente o raio da terra. Dessa forma, tem-se o feixe representado em linha reta, e a curvatura da terra diminuída. O novo raio da terra

considerado ( $R'$ ) é chamado de raio equivalente. Esse artifício de aumentar o raio terrestre facilita o trabalho de projeto das ligações, pois se pode considerar a onda que se propaga entre as antenas através de um feixe retilíneo. O fator  $K$  é relativo ao gradiente vertical do índice de refração e ao raio terrestre, valendo  $4/3$ . O valor de  $K=4/3$  é definido para a atmosfera padrão como uma média no índice de refração na atmosfera, também chamado de *Kmédio*.

#### 4.4.3 Procedimentos para Desenvolvimento do Projeto

Depois de vistos os principais conceitos físicos inerentes ao desenho de um rádio enlace, faz-se necessário seguir uma sequência lógica no desenvolvimento do projeto até sua implementação. Nesse caso, usei o fluxograma mostrado na Fig. 4.4.3.

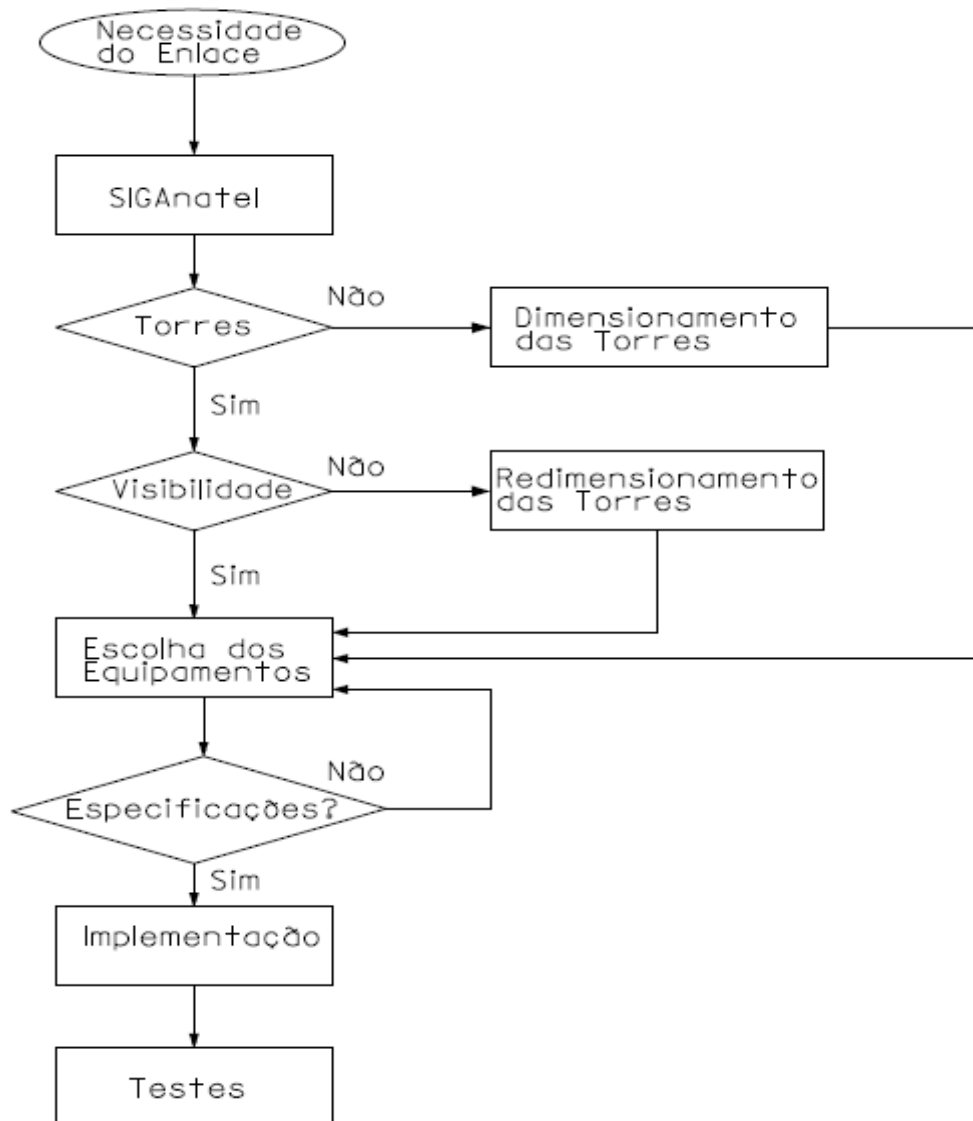


Figura 4.4.3 – Fluxograma do Rádio Enlace

#### 4.4.4 – Necessidade do Enlace

Segundo a especificação técnica da licitação, ET-3443.00-9300-800-ILM-005, fica de responsabilidade da PROENGE a dimensionamento do rádio enlace. Que tem por finalidade estabelecer a comunicação entre as subestações, onde na SE-AP haverá um rádio modem Ethernet 5.8 Ghz, 54 Mbps interligado ao switch, este que se comunicará com CAM Central.

#### 4.4.5 – SIGAnatel

Junto com o topógrafo da empresa, munidos de um equipamento de GPS, e fomos até a Subestação de Canto do Amaro e assim pegamos as coordenadas geográficas da torre de telecomunicação já existente em CAM. Depois fomos até a Subestação de Alto da Pedra e decidimos em instalar a torre ao lado do abrigo de onde será construído o abrigo, pegando também as suas coordenadas geográficas.

- **Alto da Pedra** – Latitude: 05°10'44.9" S

Longitude: 37°15'47.8" W

Azimute (Graus): 45,6°

- **Canto do Amaro** – Latitude: 05°06'19.6" S

Longitude: 37°11'17.1" W

Azimute (Graus): 225,6°

De posse das coordenadas, entrei no site da Anatel, e após um breve cadastro pude traçar um perfil do rádio enlace. O programa em si é de fácil uso, basta apenas localizar os pontos em que se quer traçar o perfil do enlace que é gerado um gráfico e algumas informações adicionais.



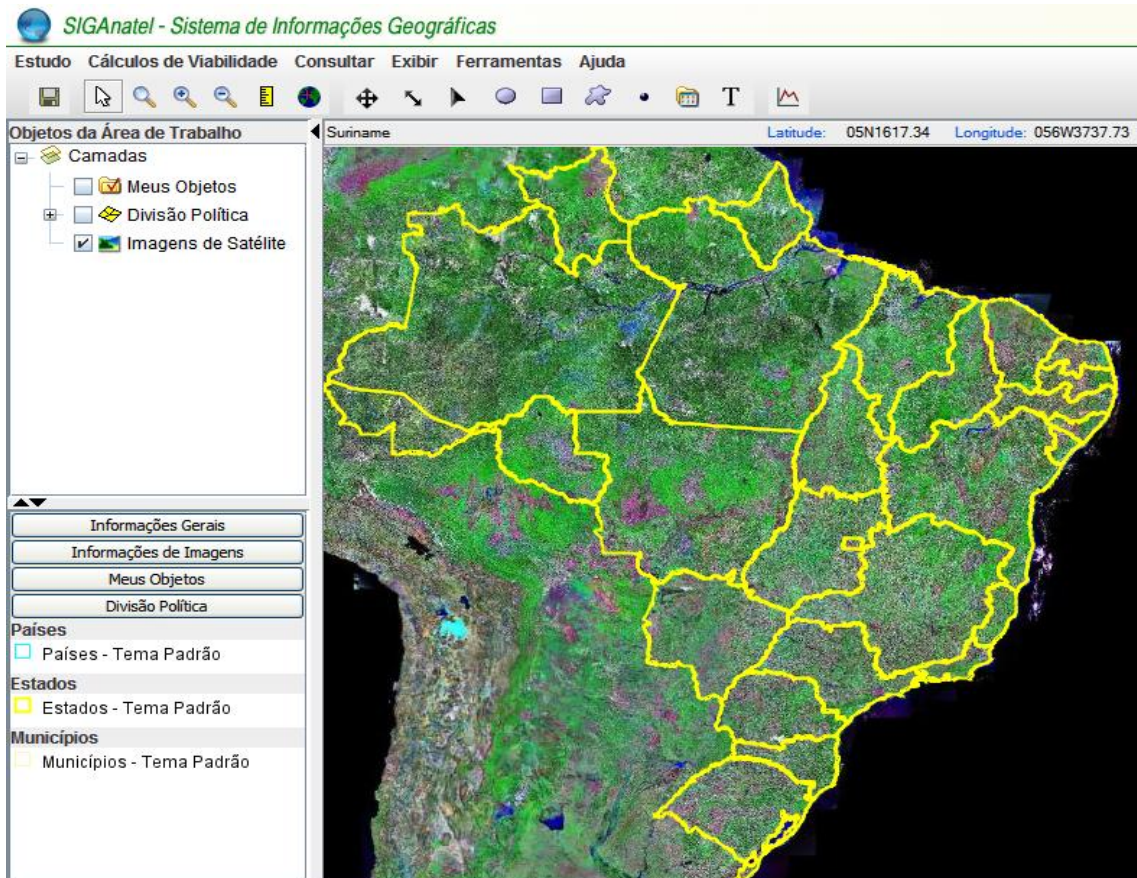


Figura 4.4.5 - SIGAnatel

Com as coordenadas geográficas das subestações e o programa SIGAnatel, foi simulado a projeção Geográfica, dando assim um perfil do terreno.



Perfil de Terreno - Projeção Geográfica (lat/long) Datum WGS84

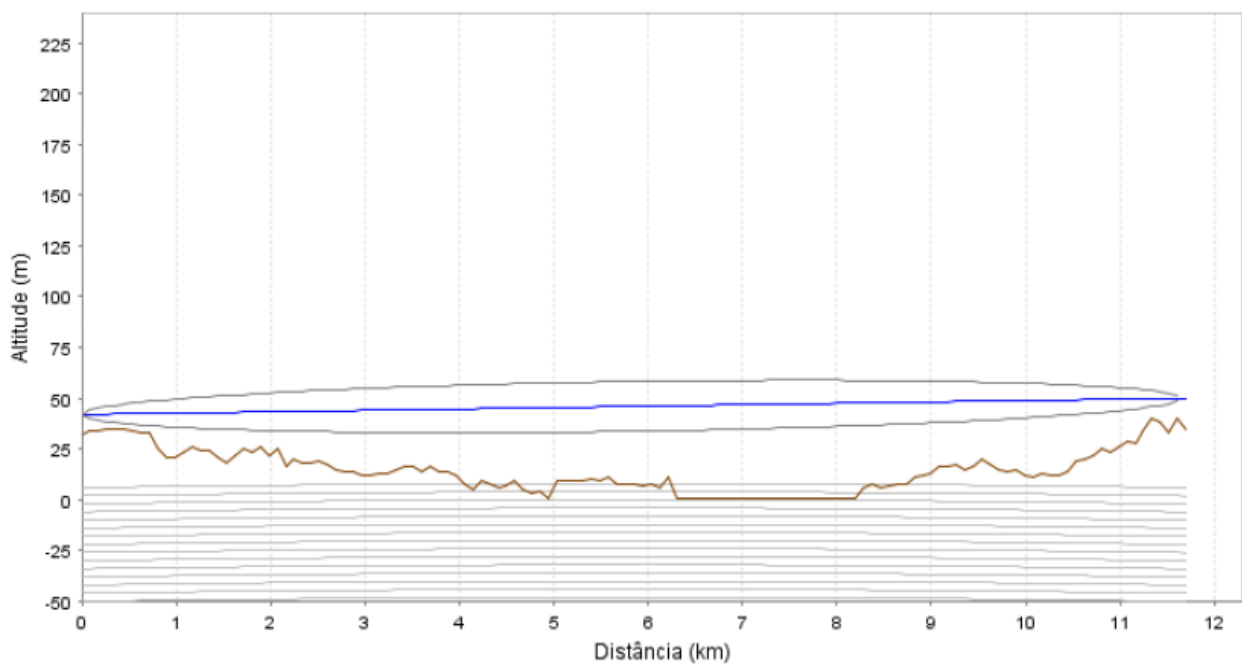


Figura 4.4.6 – Perfil de Terreno

Ponto de Origem (SE-AP)	Ponto de Origem (SE-CAM)	Informações Extras
Latitude: 05°10'44.9" S	Latitude: 05°06'19.6" S	Passo (m): 90
Longitude: 37°15'47.8" W	Longitude: 37°11'17.1" W	Distância (m): 11,637
Azimute (Graus): 45,6°	Azimute (Graus): 225,6°	Fator K: 4/3
Altitude (m): 32	Altitude (m): 40	Frequência (GHz): 5,8
NMT (m): 14 HCI:10	NMT (m): 20 HRX:10	
Mossoró/RN	Mossoró/RN	

Tabela 3.4.1 - Perfil de Terreno

Após a simulação, algumas conclusões podem ser tiradas:

- Rádio-enlace com uma distância de 11,637 km;
- Enlace com visada direta;
- Altitude AP: 32m;
- Altitude CAM: 40m;
- Fator K: 1,3333333

#### 4.4.6 – Torres

Com os dados da simulação podemos descobrir a altura ideal para as torres, como em CAM já existe uma torre de telecomunicação de 60 metros, optamos por instalar a antena nesta torre, a uma altura de 20 metros. Em AP, a altura estimada da torre foi de 14 metros, sendo assim, optou-se por instalar o rádio em um poste de 18 metros de altura, pois assim o projeto será mais viável economicamente.

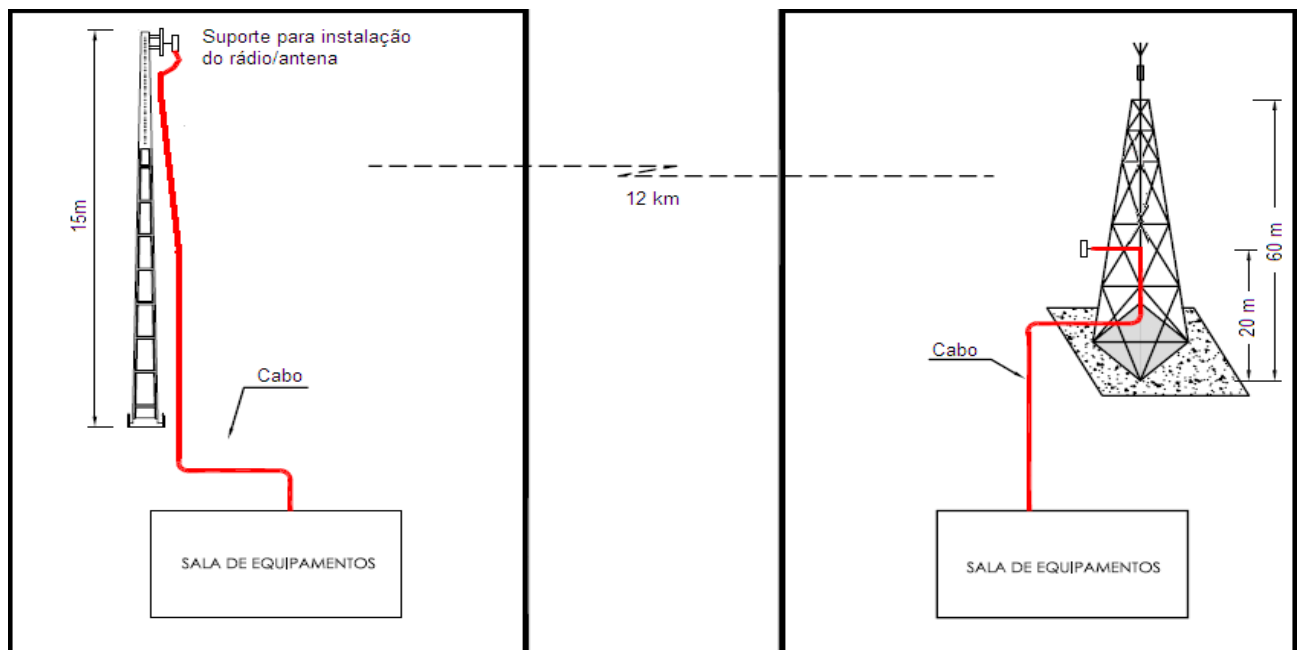


Figura 4.4.7 – Torres de Comunicação

#### 4.4.7 – Escolha dos Equipamentos

De posse do perfil geográfico, e das especificações da Petrobras de que o rádio devia ter uma frequência de 5.8GHz e uma velocidade de 54 Mbps, entrei em contato com alguns fabricantes, solicitando rádios que atendessem nossas necessidades.

Após uma análise de custo x benefícios, optamos por um rádio nacional da empresa Orbitel, com as seguintes especificações técnicas.

- Modo de Operação: Bridge/Router Ponto a Ponto e Ponto a Multiponto;
  - Velocidade de transmissão: de 6 a 54 Mbps;
  - Rádio Integrado com antena 19 ou 24 dBi (com versão para antena externa);
  - Configuração Remota: Baseada no endereço IP, através de interface Web;
  - Sensibilidade do Receptor: -73dBm @ 54Mbps, -93dBm @ 1Mbps;
  - Método de Acesso: Time Division Duplex;
  - Modulação OFDM (com BPSK, QPSK e 16-QAM), com FEC para correção de erros;
  - Operação em até 13 canais de frequência, selecionáveis via *software*;
  - Duas portas Ethernet 10/100 com PoE para cascadeamento de rádios;
  - WDS (Wireless Distribution System);
  - Potência de Saída: 13/23 dBm, regulável através do software de gerência.
  - Criptografia **WEP e WAP com AES** e 128 bits;
  - Suporta Upgrade de Software remotamente;
  - Suporta Reset de configurações;
  - Priorização de Tráfego (QoS);
  - Gerenciamento através de SNMP (MIB-II)
  - Funções de Roteamento e Firewall;
  - Leds externos indicadores de Potência de Sinal, WAP/WEP, WDS;
  - Alimentação via Power Over Ethernet (PoE) com fonte com entrada 100~240 Vca e saída de 18 Vdc, 1.0 A (inclusa).
  - Homologado pela Anatel;
  - Peso ~1,7Kg
- Potência normal – 13 dBm de Potência de Saída
- OBT 5854 – 19 dBm – Dimensões: 33 x 25,4 x 3 cm
  - OBT 5854 – 24 dBm – Dimensões: 40,6 x 35,6 x 3 cm

Para escolha dos cabos e demais periféricos, seguimos a orientação do fabricante, e assim obtemos a lista de material completa:

ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADE	SE-AP	SE-CAM	TOTAL
<b>EQUIPAMENTO</b>	Rádio OBT 5854 NF PLUS	PEÇA	1	1	2
<b>ANTENA</b>	Antena Integrada	PEÇA	1	1	2
	Cabo Multilan Cat.5 (FTP-Uv Cat 5)	METRO	40	55	95
	Cabo UTP	METRO	30	30	60
	Suporte	PEÇA	1	1	2
<b>MATERIAIS EM GERAL</b>	Conector Rj-45 Blindado	PEÇA	4	4	8
	Fita De Auto Fusão – 10M	ROLO	1	1	2
	Fita Hellerman T120r Branca ou Preta	PEÇA	50	50	100
	Fita Hellerman T80m Branca ou Preta	PEÇA	50	50	100

Tabela 4.4.2 – Lista de Material

4.4.8 – Poligonal de Rota

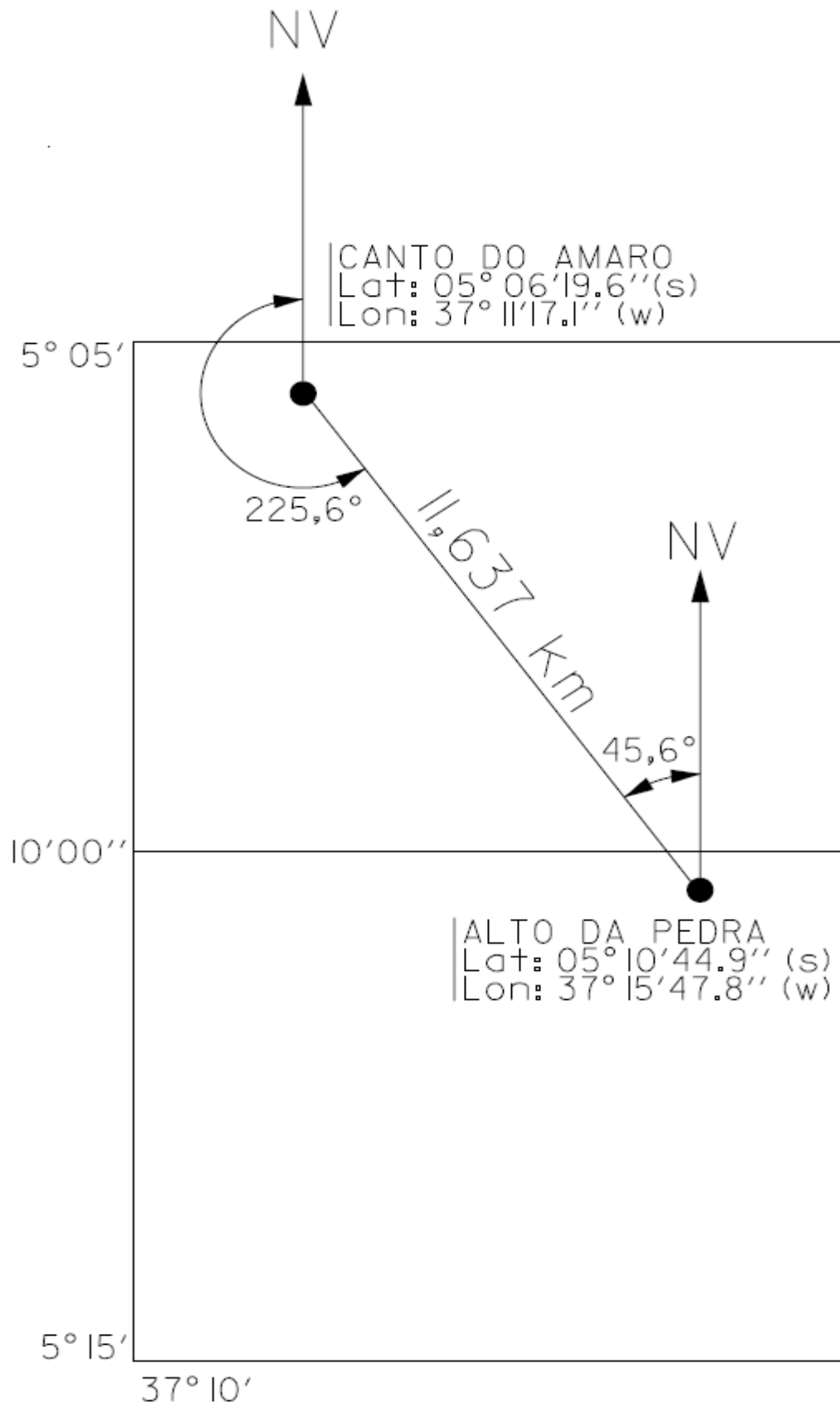


Figura 4.4.8 – Poligonal de Rota

### 4.4.9 – Diagrama de Rede

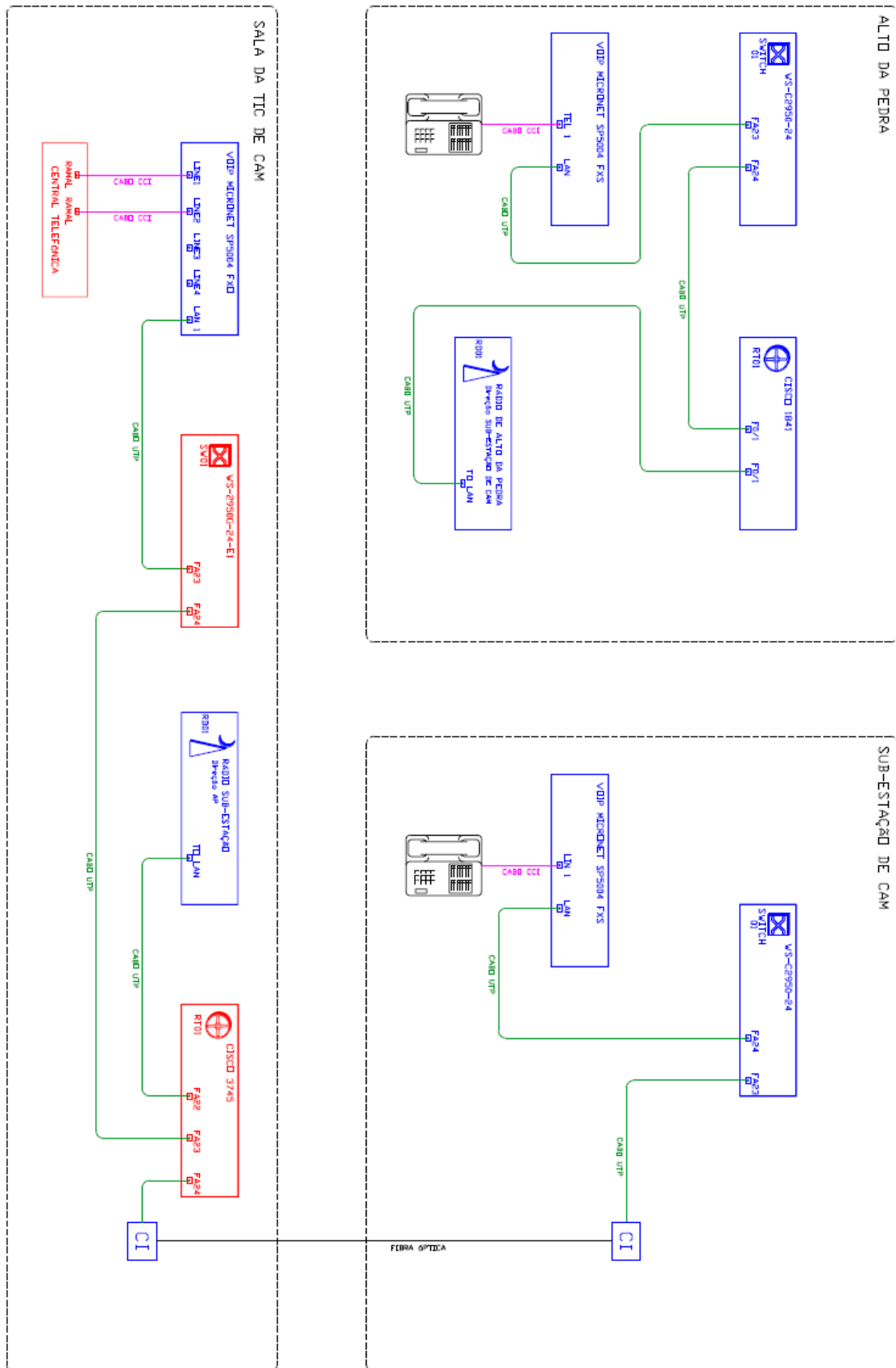


Figura 4.4.9 – Diagrama de Rede

#### 4.4.10 – Ocupação do Rack

Para instalação dos cabos, foi necessária a compra de um rack para por na subestação de Alto da Pedra, a efeito de ilustração para o projeto foi colocado um rack genérico, apenas para aprovação do Projeto.



Figura 4.4.10 - Rack

#### 4.4.11 – Implementação

A parte de implementação e teste ainda não foram executadas. Até o presente momento o projeto foi aprovado pela fiscalização e foi emitido o pedido de compra dos equipamentos e dos rádios. Para em um futuro próxima ocorrer à finalização do projeto de Rádio Enlace.

#### 4.5 – Diagrama Funcional de CAM

O diagrama funcional serve para mostrar como será a ligação entre os relés e o sistema elétrico, formando o sistema de proteção da subestação. Para criar esse diagrama foram levedos em consideração os manuais dos relés, do transformador, dos disjuntores e dos religadores.

Todos os desenhos foram feito no *software MicroStation*, que como já foi dito é o padrão para arquivos de desenhos enviados a Petrobras.

##### 4.5.1 – Legendas e Simbologias












	- BORNE NO PAINEL SERV. AUX. CA
	- BORNE NO PAINEL SERV. AUX. CC
	- BORNE NO PAINEL DE PROTEÇÃO
	- CONTATO DE RELÉ
	- BORNE DO DISJUNTOR
	- BORNE DO RELIGADOR
	- BORNE DE TRANSFORMADOR
	- BORNE DE RELÉS E DISPOSITIVOS
	- BORNE DE CHAVE SECCIONADORA E LAMINA DE ATERRAMENTO
	- INTERTRAVAMENTO MECANICO
	- INTERTRAVAMENTO ELÉTRICO
26	- RELÉ DE TEMPERATURA DO ÓLEO
49T	- RELÉ TÉRMICO
63	- RELÉ BUCHHOLZ
INO	- INDICADOR DE NIVEL DO ÓLEO
INOC	- INDICADOR DE NIVEL DO ÓLEO DO COMUTADOR
DAP	- DISPOSITIVO DE ALIVIO DE PRESSÃO
50	- RELÉ PROTEÇÃO DE SOBRECORRENTE INSTANTANEO
51	- RELÉ PROTEÇÃO DE SOBRECORRENTE TEMPORIZADO
50N	- RELÉ PROTEÇÃO DE SOBRECORRENTE INSTANTANEO NEUTRO
51N	- RELÉ PROTEÇÃO DE SOBRECORRENTE TEMPORIZADO NEUTRO

Figura 4.5.1 – Legendas e Simbologias



4.5.2 – Diagrama Unifilar – Setor 69kV

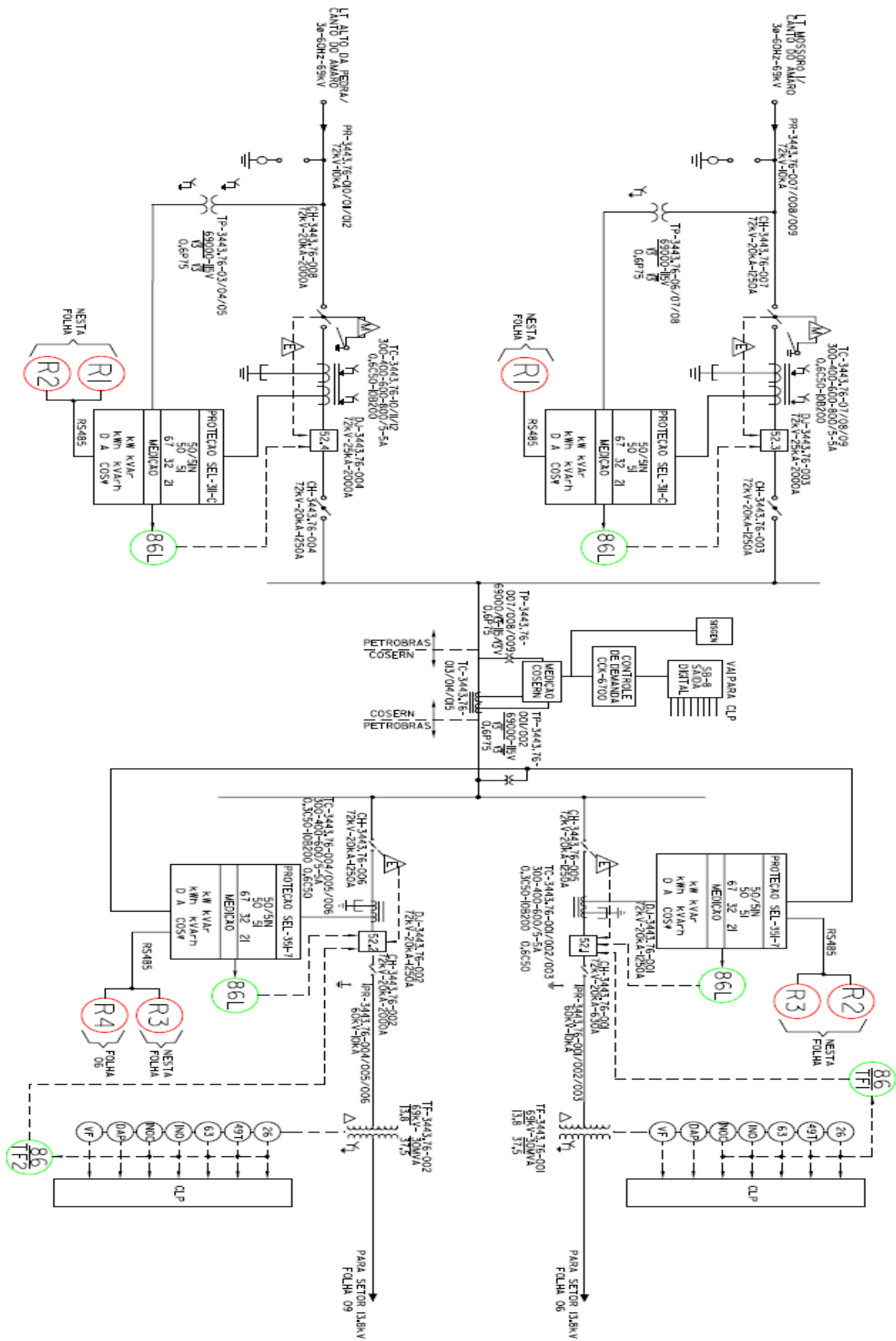


Figura 4.5.2 – Diagrama Unifilar – Setor 69kv

### 4.5.3 – Tabela de I/O

O diagrama unifilar do setor 69kv mostra a ligação dos relés, sua comunicação com os outros relés assim como as proteções dos transformadores com indicação para o CLP. Optei por não mostrar o setor de 13.8kv, pois era muito extenso para expressar em um formato A4.

RELEs \ I/O	IN IO1	IN IO2	IN IO3	IN IO4	IN IO5	IN IO6	OUT IO1	OUT IO2	OUT IO3	OUT IO4	OUT IO5	OUT IO6	OUT IO7
DJ-3443.76-004 RELE 01 - SEL31C	DJ ABERTO	DJ FECHADO	MOLA CARREGADA	STATUS LT-CH 3443.76-008	43LR REMOTO	NIVEL GAS-SF6 1º ESTAGIO	FECHAM. REMOTO	ABERTURA REMOTA COMANDO	ABERTURA PROTEÇÃO				FALHA DO RELE
DJ-3443.76-003 RELE 02 - SEL31C	DJ ABERTO	DJ FECHADO	MOLA CARREGADA	STATUS LT-CH 3443.76-007	43LR REMOTO	NIVEL GAS-SF6 1º ESTAGIO	FECHAM. REMOTO	ABERTURA REMOTA COMANDO	ABERTURA PROTEÇÃO				FALHA DO RELE
DJ-3443.76-001 RELE 03 - SEL35I-7	DJ ABERTO	DJ FECHADO	MOLA CARREGADA	ATUACAO 86 DO T1	43LR REMOTO	NIVEL GAS-SF6 1º ESTAGIO	FECHAM. REMOTO	ABERTURA REMOTA COMANDO	ABERTURA PROTEÇÃO				FALHA DO RELE
DJ-3443.76-002 RELE 04 - SEL35I-7	DJ ABERTO	DJ FECHADO	MOLA CARREGADA	ATUACAO 86 DO T2	43LR REMOTO	NIVEL GAS-SF6 1º ESTAGIO	FECHAM. REMOTO	ABERTURA REMOTA COMANDO	ABERTURA PROTEÇÃO				FALHA DO RELE
NOTAS: CH - CHAVE SECCIONADORA TRIPOLAR LT - LAMINA DE TERRA							T1 - TF-3443.76-001 T2 - TF-3443.76-002						

Tabela 4.5.1 – Tabela I/O dos relés – Setor 69kv

A tabela de configuração I/O dos relés mostra os sinais que entram e saem do relé. São diversos sinais, vindo dos disjuntores, da chave seccionadora tripolar e dos transformadores.



4.5.4 – Digrama Trifilar

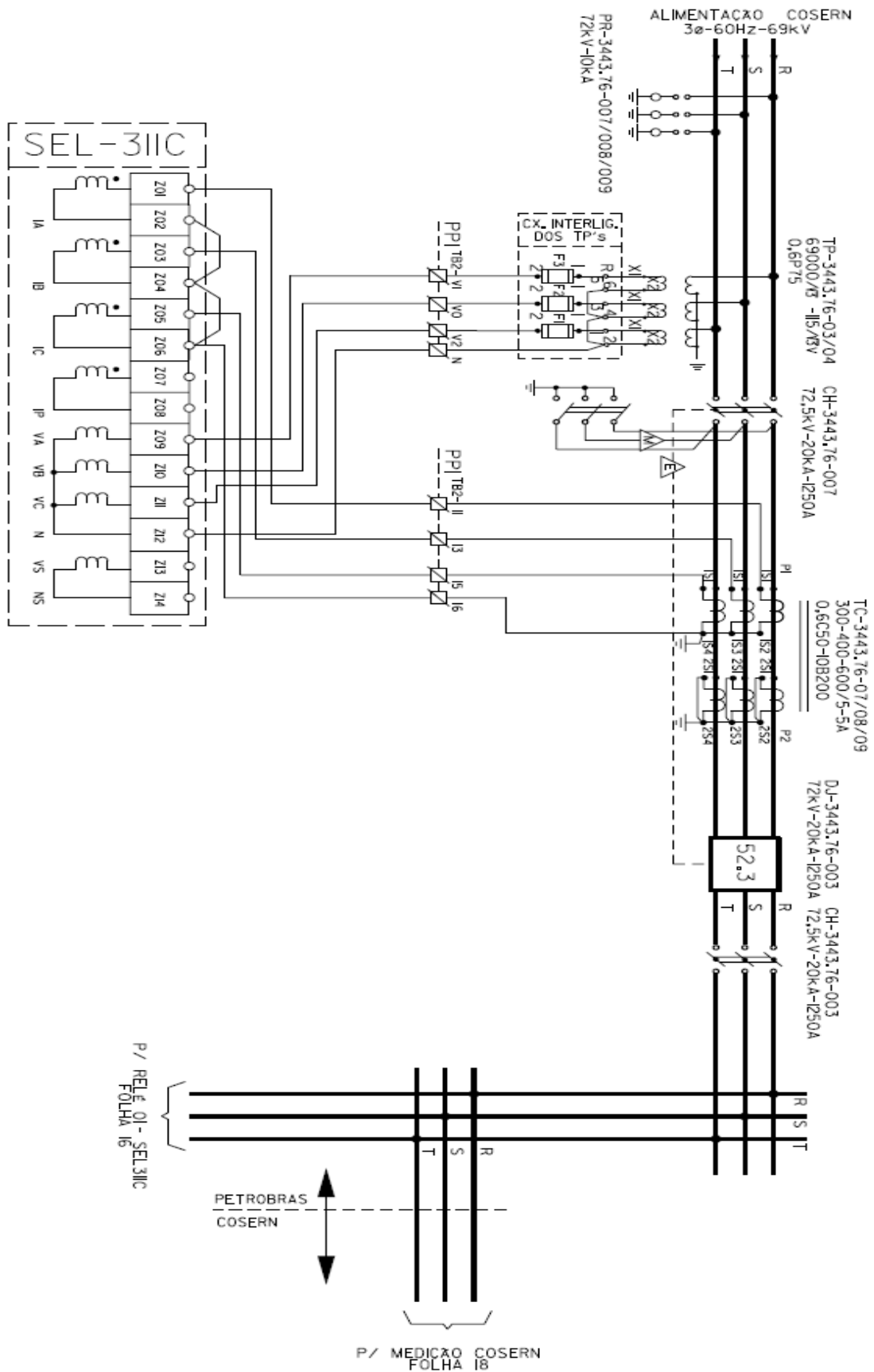


Figura 4.5.3 – Digrama Trifilar





## 5. CONCLUSÃO

As atividades desenvolvidas durante o período de estágio contribuíram de forma concisa para o aumento e conclusão do período de aprendizado da graduação do curso de engenharia elétrica, iniciado em Julho de 2005. Além dos conhecimentos teóricos, outros ganhos também foram inegáveis, no campo pessoal, um aprendizado único e excepcional.

O grande conhecimento adquirido ajudou a cobrir algumas lacunas deixadas durante a graduação, principalmente nos assuntos referentes às atividades desenvolvidas, que abrangeram praticamente as três principais áreas de formação do curso.

Contudo, o aprendizado do cotidiano do engenheiro foi imensurável, durante estes nove meses que compreendi, em parte, o que é ser engenheiro, isto não se mede.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Empresa PRYSMIAM. Manual de Instalações Elétricas – 1º Edição, ano 2005.
- [2] H. Creder. Instalações Elétricas – 14º Edição, ano 2006.
- [3] IEEE Committee Report. A Surrey of Methods for Calculating Transmission Line Conductors Surface Voltage Gradiente. AIEE PAS, pp 1996, Nov./ Dec. 1979.
- [4] J. Mamede Filho. Instalações Elétricas Industriais – 7º Edição, ano 2006
- [5] NBR-5422 – Projetos de Linhas Aéreas de Transmissão, 2003.
- [6] R. D. Fuchs. Transmissão de Energia Elétrica – Linhas Aéreas. Volume 2.
- [7] Transmission Line Reference Book 345 kV and Above Electric Research Council Eletric Power Research Institute, 1975
- [8] W.E. Pakola and E.R. Taylor Jr. A Method for analysis of Radio Noise on High Voltage Transmission Lines. IEEE PAS 87, Feb. 1968.





## 7.2 - Diagrama Unifilar de Canto do Amaro

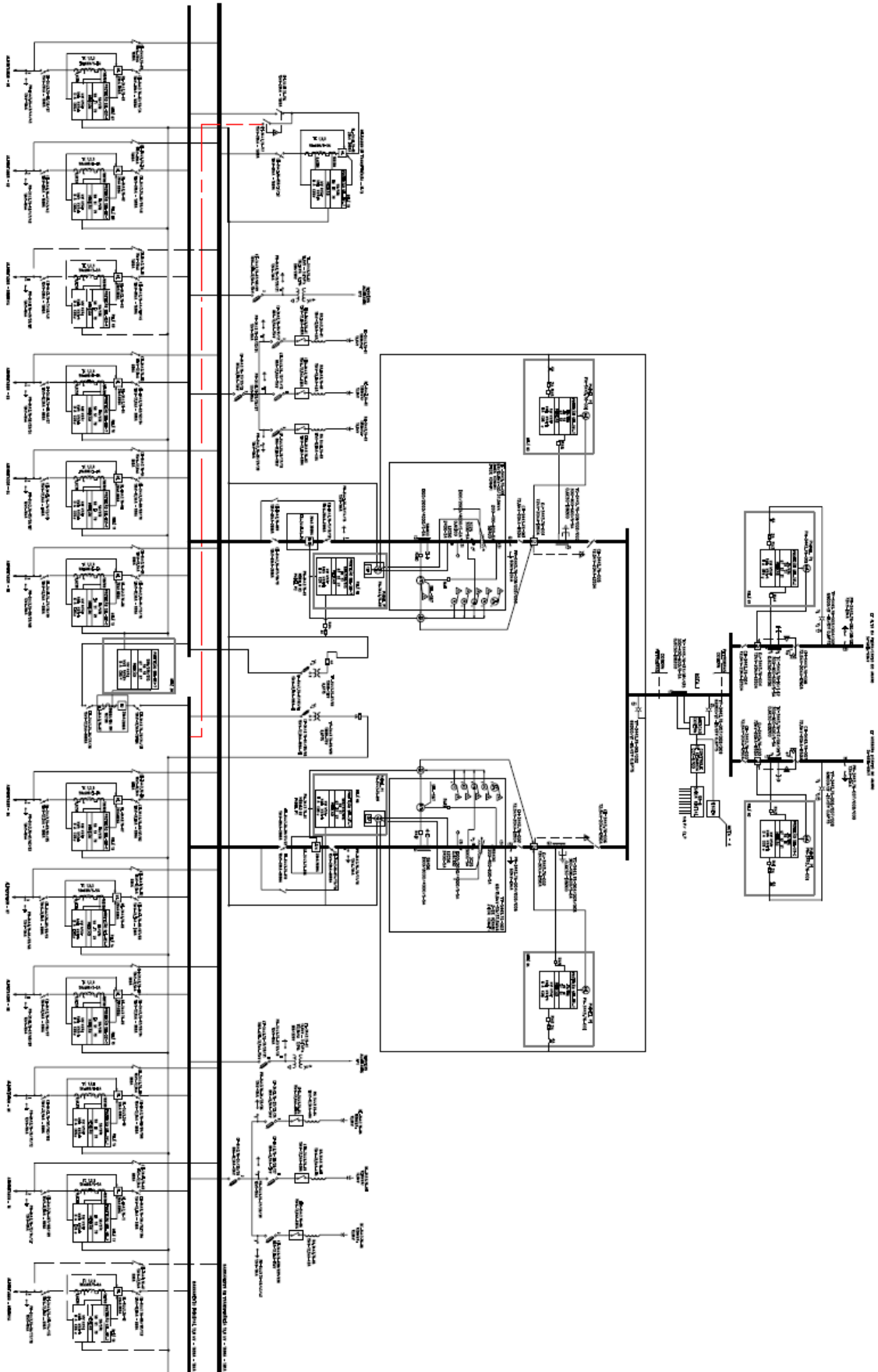


Figura 7.2 – Diagrama Unifilar de Canto do Amaro