

**ecai**

Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro Tecnológico  
Curso de Engenharia de Controle e  
Automação Industrial

**ufsc**

# ***Desenvolvimento de um Sistema de Supervisão em Tempo Real***

*Monografia submetida à Universidade Federal de Santa Catarina  
como requisito para a aprovação da disciplina:  
**EEL 5901: Projeto de Fim de Curso***

***Ivana Fontanive Capanema***

*Florianópolis, Fevereiro de 1997*

# **Desenvolvimento de um Sistema de Supervisão em Tempo Real**

***Ivana Fontanive Capanema***

Esta monografia foi julgada no contexto da disciplina  
**EEL 5901: Projeto de Fim de Curso**  
e aprovada na sua forma final pelo  
**Curso de Engenharia de Controle e Automação Industrial**

Banca Examinadora:

Eng°. Jorge Habib Hanna El Khouri  
Orientador do Projeto

Prof. Marcelo Ricardo Stemmer  
Coorientador do Projeto

Prof. Augusto Humberto Bruciapaglia  
Responsável pela disciplina e Coordenador do Curso

Prof. Jean-Marie Farines, Avaliador

Silênio Sullivan Quarti, Debatedor

Sandro Battistella, Debatedor

**Em memória de minha avó,  
Mathilde.**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço:

- Aos orientadores deste trabalho, Professor Cury, pela atenção, tempo e dedicação prestados não apenas neste trabalho, mas também nos quatro anos e meio de bolsa de iniciação científica, pelo apoio e sustentação dados em todos os projetos desenvolvidos, e a Mauro Silveira da empresa *eliane*, pela atenção dedicada nos dias em que estive na fábrica para um estudo de campo.
- A colaboração fundamental do engenheiro Norberto da *eliane* unidade V, pois sem a sua participação, a coleta de dados da fábrica se tornaria bastante difícil.
- Aos demais engenheiros e técnicos da *eliane unidade V* que também contribuíram para a coleta de dados da fábrica e entendimento do processo de fabricação de azulejos.
- Ao professor e coordenador Augusto pela participação e interesse dedicados no projeto desenvolvido, e também a grande colega Salete, por toda a sua atenção e empenho.
- Aos professores do LCMI que permitiram desenvolver o projeto utilizando os recursos necessários para o sucesso deste.
- Ao Pedro, pela grande ajuda nas impressões finais deste relatório.
- Ao Nilson, pela ajuda nos momentos importantes do trabalho.
- Agradeço, acima de tudo, a DEUS, que é meu orientador não somente nas horas de trabalho e estudo, mas também nas horas de descanso e lazer. Em todos os momentos da minha vida, ele sempre esteve comigo guiando-me em todas as coisas que fiz.

# Resumo

Esta dissertação descreve o desenvolvimento de um ambiente computacional, orientado à supervisão do sistema de geração de energia elétrica da Usina de ITAIPU Binacional.

Este sistema de supervisão em tempo real incorpora funcionalidades características do sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), incluindo a monitoração de grandezas analógicas e digitais, a execução de cálculos complexos, e o acompanhamento via gráficos de tendências.

Os requisitos do sistema proposto exigiram um desmembramento estrutural entre a administração das unidades terminais remotas (Front-End), a Estação Central e a animação do painel mímico.

Na seqüência deste trabalho, estes subsistemas são detalhados funcionalmente, e o paradigma da orientação a objetos é empregado para representar a estrutura do sistema.

Por fim, a operação da ITAIPU irá dispor de uma ferramenta tecnologicamente atualizada, que incorpora atributos de escalabilidade, confiabilidade, usabilidade, e outras características de qualidade.

# Abstract

This dissertation describes the development process of a computer environment for supervision of ITAIPU power plant energy generation.

This real-time supervisory system has functional characteristics of a SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) system, including the analog and digital values monitoring, execution of complex calculations and trend recording.

The proposed system requirements demanded a structure breakdown among the remote station management (front-end), master station and mimic board functions.

In the course of this work, these subsystems are functionally detailed and the object oriented paradigm is employed to represent the system structure.

Finally, the ITAIPU operation will be provided with a state-of-the-art tool which has attributes of scalability, reliability, usability and others quality characteristics.

# Sumário

<b>1 Introdução .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Delimitação do Espaço Problema .....</b>	<b>5</b>
2.1 Introdução .....	5
2.2 A Hidrelétrica de Itaipu no Contexto dos Sistemas Automatizados .....	7
2.3 O Sistema SCADA .....	11
2.3.1 Funções Gerais do SCADA .....	12
2.3.2. Atividades Pós-Operação e Funções Adicionais .....	14
2.3.3. Controle e Monitoração da Operação .....	14
2.4 Sistema de Supervisão da Operação .....	16
2.4.1 Histórico .....	16
2.4.2 Arquitetura Encontrada .....	18
2.4.3 Arquitetura Proposta .....	21
2.5 Conclusão .....	22
<b>3 Especificação dos Requisitos .....</b>	<b>23</b>
3.1 Introdução .....	23
3.2 Projeto da Arquitetura .....	24
3.3 Especificação dos Requisitos .....	25
3.3.1 Requisitos Funcionais .....	25
3.3.2 Requisitos de Desempenho .....	26
3.3.3 Requisitos de Banco de Dados .....	27
3.3.4 Requisitos para os Pontos Calculados .....	30
3.3.5 Requisitos de Interface Homem-Máquina .....	33
3.3.6 Requisitos de Confiabilidade .....	38
3.4 Considerações .....	39
3.5 Conclusão .....	39
<b>4 Front-End .....</b>	<b>40</b>
4.1 Introdução .....	40
4.2 Projeto da Arquitetura .....	41
4.3 Estrutura dos Objetos .....	43
4.3.1 Objeto Gerenciador do Front-End .....	43
4.3.1.1 Dados .....	44
4.3.1.2 Métodos .....	45
4.3.2 Objeto responsável pela interface UTR/FE .....	46
4.3.2.1 Dados .....	46
4.3.2.2 Métodos .....	49
4.3.3 Objeto responsável pela interface FE/EC .....	51
4.3.3.1 Dados .....	51
4.3.3.2 Métodos .....	53
4.4 Interface Gráfica .....	53
4.5 Testes e Validação do Sistema .....	58

4.5.1 Emulador das Remotas .....	58
4.5.2 Emulador do Front-End .....	61
4.6 Considerações .....	62
4.7 Conclusão .....	63
<b>5 Estação Central .....</b>	<b>64</b>
5.1 Introdução .....	64
5.2 Projeto da Arquitetura .....	65
5.3 Estrutura dos Objetos .....	67
5.3.1 Objeto TCollection .....	67
5.3.2 Objeto Gerenciador da Estação Central .....	68
5.3.3 Objeto Elemento do Banco de Dados .....	70
5.3.4 Objeto para Visualização Gráfica dos Elementos do Banco de Dados .....	76
5.3.5 Objeto para Estruturação dos Diagramas e Interface com o Usuário .....	78
5.3.6 Objeto Listas de Alarmes .....	79
5.3.6.1 Limites de Operação .....	81
5.3.7 Objeto Log de Eventos .....	82
5.3.8 Objeto Gráfico de Tendências .....	84
5.3.9 Objeto para Plotagem Gráfica .....	86
5.3.10 Objeto Log de Dados .....	87
5.3.11 Objeto Pacote Externo .....	89
5.4 Testes e Validação do Sistema .....	91
5.5 Considerações .....	93
5.6 Conclusão .....	94
<b>6 Painel Mímico .....</b>	<b>95</b>
6.1 Introdução .....	95
6.2 Projeto da Arquitetura .....	95
6.3 Estrutura dos Objetos .....	97
6.3.1 Objeto Gerenciador do Painel Mímico .....	97
6.3.2 Objeto Elemento do Banco de Dados .....	98
6.4 Interface Gráfica .....	99
6.5 Testes e Validação do Sistema .....	102
6.6 Considerações .....	103
6.7 Conclusão .....	103
<b>7 Conclusão .....</b>	<b>104</b>
<b>Apêndice A .....</b>	<b>106</b>
<b>Apêndice B .....</b>	<b>126</b>
<b>Apêndice C .....</b>	<b>138</b>
<b>Bibliografia .....</b>	<b>149</b>



# Lista de Abreviaturas

ANDE - Administración Nacional de Eletricidad

CAG - Controle Automático de Geração

CF - Casa de Força

CNOS - Centro Nacional de Operação do Sistema

DCM - Dispositivo de Comunicação Microprocessado

DFD - Diagrama de Fluxo de Dados

EC - Estação Central

EMS - Energy Management System

FE - Front-End

GIS - Gas Insulated Substation

IHM - Interface Homem-Máquina

MDI - Multiple Document Interface

MD - Margem Direita

SCADA - Supervisory Control And Data Acquisition

SDSC - Sistemas Digitais de Supervisão e Controle

SSO - Sistema de Supervisão da Operação

UTR - Unidade Terminal Remota

# Capítulo I

## Introdução

O setor elétrico tem recebido grande enfoque nos estudos que envolvem novas tecnologias, devido ao papel estratégico que as fontes de energia e todo o seu aparato desempenham no suporte ao desenvolvimento de um país.

De modo mais específico, pode ser citada a automatização crescente nas atividades de geração, transmissão e distribuição de energia. Algumas companhias do setor elétrico brasileiro já passaram pela barreira da consolidação de seus serviços e se defrontam, atualmente, com o aprimoramento dos seus procedimentos e processos operacionais, em busca da qualidade total. Esta busca pela qualidade representa pesquisar e implantar técnicas modernas de apoio e execução de atividades essenciais ao funcionamento do sistema interligado, em todas as suas etapas [El Khouri 93].

Vários projetos estão sendo conduzidos com o objetivo de aumentar o nível de automação do processo elétrico, envolvendo o emprego de vários tipos de equipamentos digitais, cada qual com um conjunto de funções distintas, principalmente voltados à área de aquisição de informações, atuação e supervisão de processos.

Assim sendo, o desenvolvimento de sistemas de aquisição e processamento de dados para a supervisão da operação do processo elétrico tem se mostrado irreversível, devido à complexidade da geração e transmissão de energia, e à grande confiabilidade requerida ao sistema pelas conseqüências sociais representadas pela falta de energia nos centros urbanos e em complexos industriais [Saad 95].

A ITAIPU Binacional, sensível a necessidade de conhecer e usufruir destas novas tecnologias, efetuou estudos da aplicabilidade de sistemas de supervisão e controle.

Os sistemas automatizados de supervisão e controle envolvem uma estrutura

composta por elementos cujo funcionamento exige monitoramento constante, assim como ações de controle que resultem em operação confiável. Desta forma, seu software deve ser construído baseado em um processo de engenharia de programas, já que é parte imprescindível na operação, supervisão e controle dos Sistemas de Potência [El Khouri 91].

Todas as aplicações do ambiente desenvolvido devem ser altamente confiáveis, já que os sistemas em tempo real fazem exigências especiais de segurança e de reinicialização após a ocorrência de falhas, sob severas restrições de tempo [Pressman 95].

Como resultado prático destes estudos, foi operacionalizado, em 1991, o “Sistema de Supervisão da Operação”, desenvolvido por técnicos da Itaipu, sendo uma ferramenta de grande utilidade na supervisão das suas grandezas.

Analisando-se as funcionalidades do sistema disponível e *as restrições de sua arquitetura*, surge a necessidade de melhoria da qualidade dos serviços por ele prestados. Busca-se, então, uma forma de aprimorá-lo, através do desenvolvimento de um sistema de supervisão em tempo real, que proporcione maior confiabilidade, facilidades de interfaceamento e capacidade de expansão.

Desta forma, o desenvolvimento de um novo sistema torna-se a base fundamental deste projeto. O sistema proposto possui uma concepção tecnologicamente atualizada, capaz de incorporar as funcionalidades de um sistema de supervisão e controle de grande porte, denominado SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), enquanto este não é anexado à operação da usina.

Este trabalho tem como objetivo principal prover suporte à operação, gerando informações suficientemente confiáveis sobre as condições do sistema, de forma a permitir a execução de ações adequadas e oportunas ao funcionamento do processo. O projeto é multidisciplinar, com atividades de software e engenharia de programas, onde sua filosofia e arquitetura são descritas, e suas facilidades ressaltadas.

O ambiente proposto abrange os seguintes produtos, sendo os três últimos obtidos ao final deste trabalho:

- Software da Remota: leitura das placas de entrada digital e analógica, comando das placas de saída, tratamento do protocolo de comunicação com o Front-End;
- Software do Front-End: tratamento do protocolo de comunicação com as unidades remotas, sendo responsável pelo recebimento dos dados digitais e analógicos do processo, e pelo envio de dados confiáveis ao sistema de supervisão propriamente dito,

constituído pelo software da Estação Central;

- Software da Estação Central: responsável pela supervisão do sistema, possuindo funcionalidades como processamento de alarmes, acompanhamento gráfico da evolução temporal das grandezas relevantes ao processo, indicação de eventos, envio de dados a outros centros de operação, entre outros, permitindo a visualização do funcionamento como um todo;
- Software do Painel Mímico: recebimento de pacotes contendo as informações do sistema, e disponibilização dos dados em displays para acompanhamento em tempo real.

Com o intuito de melhorar os procedimentos envolvidos na operação da Usina Hidrelétrica de Itaipu, este estudo pretende atingir as seguintes metas:

- Propor um ambiente de supervisão da operação, voltado ao setor de geração e transmissão de energia.
- Utilizar como base as funcionalidade do Sistema de Supervisão da Operação existente na usina e, a partir dele, definir um sistema robusto, que proporcione simplicidade de operação.
- Definir uma Interface Homem-Máquina que permita a análise do processo com facilidade, fazendo com que o usuário possa intervir sobre ele de forma rápida e segura.
- Atender os requisitos operacionais, através da apresentação de grandezas, alarmes, eventos, registro de tendências, interação com a base de dados, atualização de displays e intercâmbio de informações com outros usuários.

Para atingir os objetivos propostos, este trabalho está dividido em sete capítulos, organizados da seguinte forma:

O capítulo I destaca a importância dos sistemas de supervisão no contexto do controle e da automação industrial, mostrando a necessidade de desenvolvimento de um software capaz de monitorar as grandezas da Usina Hidrelétrica de Itaipu.

O capítulo II descreve a Hidrelétrica de Itaipu, destacando sua arquitetura, e a forma de transmissão de energia para o Brasil e o Paraguai. Ilustra, também, as funcionalidades do Sistema SCADA, e a linha evolucionária do Sistema de Supervisão da Operação, culminando com o trabalho proposto, que assegura a qualidade dos serviços de monitoração da operação da usina.

O capítulo III detalha os requisitos aplicáveis ao SSO, bem como propõe uma arquitetura que incorpora suas funcionalidades essenciais.

O capítulo IV descreve o Software do Front-End, responsável pelo protocolo de comunicação, que coordena a obtenção dos dados do processo e os disponibiliza no ambiente da Estação Central.

As funcionalidades relativas à supervisão do processo são implementadas no Software da Estação Central, o qual constitui o escopo do capítulo V.

No capítulo VI detalha-se a estrutura do software responsável pelo controle do Painel Mímico, onde são exteriorizados os valores das grandezas analógicas e digitais do sistema elétrico de ITAIPU.

O capítulo VII, por fim, conclui o trabalho, evidenciando a aplicabilidade do ambiente desenvolvido, suas restrições e sugestões para projetos futuros.

No apêndice está a especificação dos pontos supervisionados na usina, as interfaces gráficas que constituem o sistema, e uma amostra dos objetos implementados.

## Capítulo II

### Delimitação do Espaço Problema

Este capítulo descreve os principais aspectos da Usina Hidrelétrica de Itaipu Binacional, caracterizando a abrangência necessária para englobar todas as necessidades de supervisão e controle da usina.

Realiza-se uma abordagem resumida do projeto previsto para o Sistema de Supervisão SCADA, destacando sua importância no contexto da automação industrial, e sua relação com a linha evolucionária do SSO.

Objetiva, assim, definir o escopo do SSO, responsável pela execução de funções de acompanhamento e monitoração em tempo real de grandezas analógicas e digitais, cuja diretriz principal é suprir a Itaipu com um sistema de supervisão moderno, que incorpore as funções básicas do SCADA.

#### II.1. Introdução

O progresso industrial de uma nação pode ser medido pelo grau de aproveitamento de suas fontes de energia. A descoberta destas fontes na natureza, o transporte da energia em suas várias formas, e a conversão dessa energia para formas mais úteis são partes essenciais de uma economia industrial [Stevenson 78].

A geração e transmissão de energia elétrica envolve uma estrutura extremamente complexa de componentes interligados: usinas, subestações, linhas, operadores, despachantes, sendo que os esforços despendidos para assegurar a continuidade no

fornecimento desta energia constituem tarefas críticas para a qualidade dos serviços prestados [El Khouri 91].

Então, com o intuito de garantir a confiabilidade do sistema, são necessárias abordagens avançadas nas áreas de controle, operação e supervisão dos sistemas de potência. Assim, os sistemas digitais de supervisão e controle ganham espaço, e estão sendo utilizados em usinas e subestações elétricas, onde novas concepções de monitoração podem ser avaliadas na proteção da própria usina.

Em [Taniguchi 93] realiza-se uma abordagem da importância crescente de Sistemas Digitais de Supervisão e Controle (SDSCs) em usinas e subestações elétricas. A composição da arquitetura de software, que será projetada e especificada para os próximos SDSCs, é ressaltada, podendo-se citar: sistema operacional para aplicações em tempo real (OS/2, Unix), subsistemas funcionais básicos, intermediários e avançados, dando ênfase ao subsistema SCADA, e destacando sua robustez e capacidade de aquisição e tratamento dos dados do processo.

Em [Silva 95] é apresentado o projeto SDSC da CELESC. O sistema está baseado em uma arquitetura distribuída (de acordo com as regiões geoeletricas da CELESC), sendo seu software básico composto por serviços fundamentais (banco de dados AVANTI, biblioteca de interfaces em tempo real e sistema de mensagens do sistema operacional), serviços de aplicação (interface homem-máquina, processamento de eventos e alarmes, relatórios, intercomunicação entre centros) e software aplicativo, que executa algumas das funções do sistema de supervisão e controle SCADA.

Em [Pina 93] foi implementado um sistema de supervisão de baixo custo, denominado SIRIA (Sistema de Remotas Inteligentes de Adquisición), capaz de suprir as necessidades da empresa HIDRONOR (Hidroelectrica Norpatagonica S.A.) durante três anos, enquanto um sistema de grande porte não fosse adquirido. Este sistema permite a supervisão de processos contínuos, utilizando um computador PC e um sistema operacional DOS compatível, e possui funcionalidades como: base de dados em tempo real, processamento de alarmes, aquisição de dados e conversão de unidades.

Em [Menhem 91] é definida uma nova concepção para os Centros de Operação do Sistema (COS), capaz de admitir flexibilidade, expansibilidade e manutenibilidade de forma simples, econômica e modular, sendo viabilizado pela utilização de computadores com arquitetura RISC e softwares básicos amplamente difundidos (Unix, TCP/IP). Apresenta-se

a adoção de um moderno conceito de arquitetura distribuída, com o uso de redes locais e utilização de hardware e software padronizados, de forma a superar as limitações de dispositivos baseados em registradores gráficos mecânicos e painel mímico estático, utilizados na obtenção de orientação básica sobre o sistema elétrico.

Em [Siqueira 95] destaca-se a maior experiência que a ELETROSUL possui na utilização de tecnologia digital na supervisão e controle, ou seja, a operacionalização do sistema de telecontrole da Subestação Anastácio, em Mato Grosso do Sul, com a proposta de melhorar as condições do sistema de transmissão.

Muitos outros trabalhos, voltados ao setor energético, estão sendo desenvolvidos, com o intuito de aumentar o grau de automação das subestações em operação, e diminuir custos e prazos, através de supervisão local e controle local e remoto.

Novos softwares de supervisão e controle surgem no mercado, permitindo cada vez mais a integração de sistemas. Entre eles, destacam-se os softwares nacionais *Unisoft* e *Elipse 21*, e os sistemas *Fix*, *Genesis*, *Genie* e *InTouch*, conhecidos internacionalmente.

O Sistema *Fix* possui uma versão denominada *SCADA*, para processos de grande porte, que constitui a base de estudo dos sistemas de supervisão e controle disponíveis na Hidrelétrica Itaipu atualmente.

Desta forma, o ambiente de desenvolvimento proposto está orientado a resolver problemas na área de monitoração, incorporando algumas funcionalidades deste sistema maior, até que o mesmo seja incorporado à operação da usina.

## **II.2. A Hidrelétrica de Itaipu no Contexto de Sistemas Interligados**

A Usina Hidrelétrica de Itaipu é uma empresa binacional, localizada às margens do Rio Paraná, na fronteira entre Brasil e Paraguai, como ilustra a figura II.1.



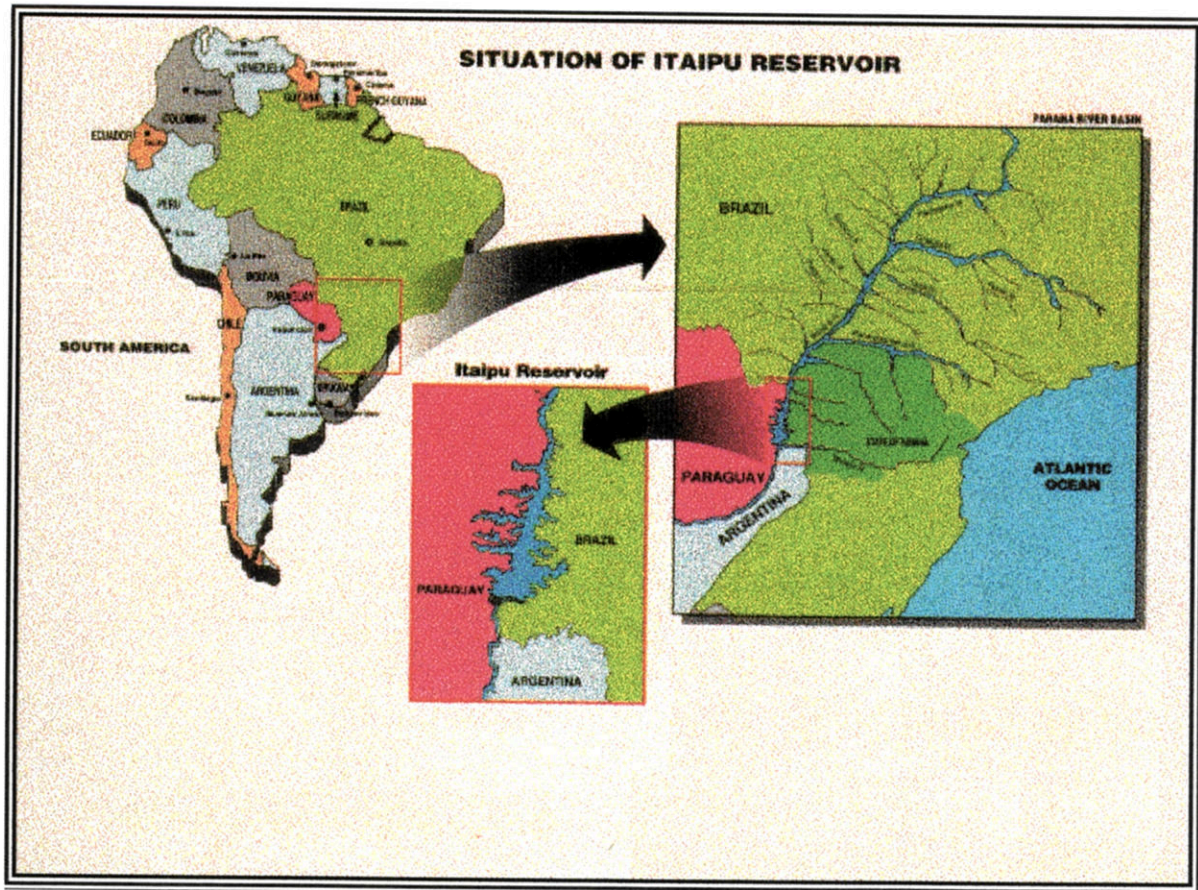


Figura II.1 - Localização Geográfica da Usina Hidrelétrica ITAIPU Binacional

A ITAIPU é responsável pelo suprimento de 22% da energia consumida no Brasil e 78% da energia consumida no Paraguai, possuindo elevada capacidade de transmissão (12600 MW).

A transmissão de energia é feita através de um sistema misto, onde parte desta energia é transportada em corrente alternada (tensão de 750 kV), e parte em corrente contínua (tensão de 600 kV). Ambos os sistemas partem da Subestação de Foz do Iguaçu, e conduzem a energia à região de São Paulo, onde ela é injetada no Sistema Sudeste, o qual abastece os centros consumidores de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro.

A energia destinada à Região Sul utiliza apenas corrente alternada, a partir de Ivaiporã, onde uma subestação da Eletrosul recebe, em 500 kV, a parcela destinada aos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

O Sistema de Transmissão em Corrente Contínua é constituído pelos seguintes elementos: Subestação Conversora de Foz do Iguaçu, Subestação Conversora de Ibiúna, duas linhas de transmissão ligando estas duas subestações (800 Km) e duas linhas de

eletrodos em cada uma.

O Sistema de Transmissão em Corrente Alternada é composto por: Subestação Elevadora de Foz do Iguaçu, Subestação Elevadora de Ivaiporã, Subestação Intermediária de Itaberá, Subestação Abaixadora de Tijuco Preto, e três linhas de transmissão em circuito simples, interligando as quatro subestações.

A figura II.2 ilustra a configuração final do Sistema de Transmissão de ITAIPU.

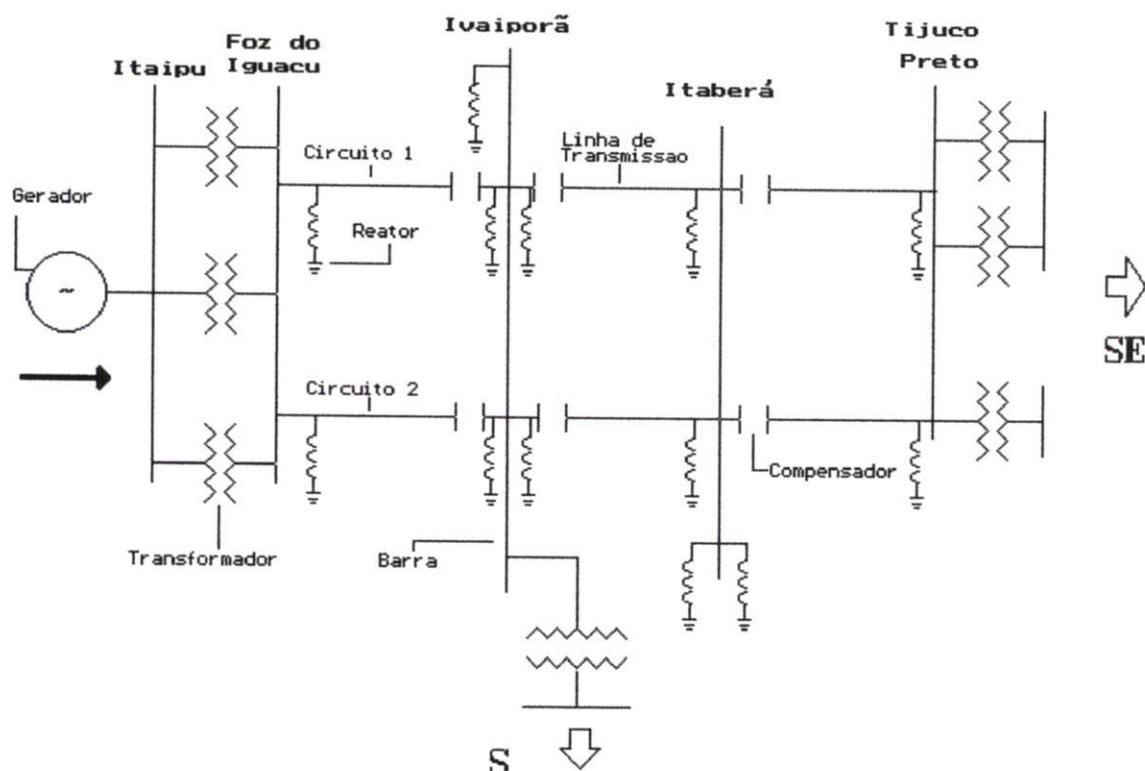


Figura II.2 - Diagrama Unifilar do Sistema de 60 Hz - Itaipu/Furnas

A Itaipu é composta basicamente pelas seguintes instalações e equipamentos:

- *Casa de Força e Unidades Geradoras:*

A Casa de Força possui 20 unidades geradoras, sendo que 18 estão instaladas, e 2 são para futuras instalações, cada uma com capacidade individual de 700 MW. As unidades numeradas de 1 a 9 possuem frequência de geração de 50 Hz, enquanto que as numeradas de 10 a 18 apresentam frequência de 60 Hz. As unidades geradoras da Itaipu são interligadas com a Subestação Isolada a Gás (GIS), também localizada na Casa de Força.

- *Subestação GIS:*

A alta tensão das unidades geradoras (500 kV), linhas de transmissão e transformadores está concentrada em uma subestação blindada, isolada a gás SF<sub>6</sub> (Hexa Fluoreto de Enxofre). Este gás elimina a necessidade de longas distâncias para isolamento. A GIS é dividida em dois setores: setor de 60 Hz, interconectado à Subestação de Furnas, e setor de 50 Hz, ligado à Subestação da Margem Direita, ambos através de quatro linhas de 500 kV.

- *Subestação da Margem Direita:*

Localiza-se na margem direita do Rio Paraná, a dois quilômetros da Casa de Força. A comunicação entre as duas é feita através de duas linhas de transmissão independentes.

A Subestação da Margem Direita faz o link entre o Sistema ANDE (Administración Nacional de Eletricidad - Paraguai) e Furnas (Brasil). É ligada ao Sistema ANDE através de cinco linhas de 220 kV, e à Subestação de Furnas através de quatro linhas, com frequência de 50 Hz. A energia do setor de 50 Hz de Furnas é convertida para corrente contínua, e transmitida aos centros de consumo do Brasil, onde é, novamente, convertida para corrente alternada, agora em 60 Hz.

- *Barragem Principal:*

Localizada acima da Casa de Força, tem a função de direcionar a água do reservatório para as turbinas.

- *Vertedouro:*

O vertedouro está localizado na margem direita do Rio Paraná, e é responsável pela descarga da água que não vai para as turbinas.

A operação da Itaipu é realizada em dois níveis hierárquicos: despacho de carga e operação da usina.

O *despacho de carga* é responsável pela coordenação e supervisão da operação com as companhias ligadas às áreas de energia. Neste nível, são coordenados todos os equipamentos ligados ao Sistema Itaipu, com tensão maior ou igual a 18 kV.

A área de *operação da usina* é responsável pela supervisão e execução de chaveamento e ações de controle em todos os equipamentos da Itaipu. Ou seja, a execução de ações de controle e chaveamento normais (sobre equipamentos com tensão acima de 18 kV) é realizada apenas por requisição do despacho, enquanto que os chaveamentos e ações

de controle emergenciais (ou em equipamentos que funcionam abaixo de 18 kV) são realizados pela área de operação da usina.

Esta filosofia de operação adotada é suportada por sistemas de supervisão e controle. Estes sistemas têm como função básica automatizar pontos de aquisição de dados, efetuando a supervisão de seus valores, e controlando-os conforme desejado. São sistemas desenvolvidos para funcionar como interfaces homem-máquina, estações de supervisão local de processos industriais ou estações concentradoras de dados em processos distribuídos, sendo baseados em microcomputadores, interligados a controladores programáveis, estações remotas ou outros equipamentos de aquisição.

Parte-se, então, para a descrição dos sistemas disponíveis para monitoração da usina, assinalando sua importância na qualidade de seus serviços.

### **II.3. O Sistema SCADA**

Esta seção apresenta uma síntese do Sistema SCADA, descrevendo seus requisitos computacionais, sua configuração, funcionalidades, design e performance.

O SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) é um sistema de supervisão e controle capaz de automatizar a aquisição de, aproximadamente, 17500 pontos da Hidrelétrica ITAIPU Binacional. Monitora o estado de chaves, disjuntores, compressores, bombas, válvulas, e supervisiona variáveis analógicas (tensão, potência, frequência, pressão, nível de abertura do vertedouro, entre outros), sendo capaz de efetuar até 2000 controles.

Este sistema de supervisão atua sobre cinco pontos da Usina de Itaipu:

1. Unidades Geradoras;
2. Subestações: SF6/50Hz, SF6/60Hz, Subestação da Margem Direita;
3. Barragem Principal;
4. Vertedouro;
5. Reservatório.

O software aplicativo especificado para a Itaipu consiste, basicamente, de um conjunto de programas que devem implementar os requisitos funcionais das atividades de Programação da Operação, Supervisão e Controle da Operação e Análise de Pós-Operação,

conferindo ao Sistema SCADA características típicas de um Sistema de Gestão de Energia (EMS - Energy Management System).

O Sistema é dividido, logicamente, em quatro módulos básicos:

- *IHM*: realiza a Interface Homem-Máquina, englobando todas as funções necessárias para fornecer uma interação mais amigável entre usuários e sistema computacional;
- *SCADA*: realiza tarefas de aquisição de dados e armazenamento em tempo real, de tratamento de alarmes e controle da atuação do processo;
- *EMS*: este módulo contém todas as funções não críticas de análise do sistema elétrico. São funções de gerenciamento elétrico, ou seja, estimador de estado e análise de rede;
- *SGBD*: faz o gerenciamento da base de dados do sistema, sendo responsável por manter a integridade, consistência e segurança das informações.

A configuração geral do SCADA pode ser vista na figura II.3, onde ilustra-se a distribuição das unidades remotas, como também a comunicação com sistemas internos e externos da Itaipu. Esta configuração deve suportar funções gerais de supervisão e controle, atividades pós-operação, como também funções adicionais e demais facilidades.

### ***II.3.1. Funções Gerais do SCADA***

As funções básicas do SCADA, necessárias para a supervisão e o controle em tempo real das grandezas da Hidrelétrica ITAIPU, são as seguintes:

*Aquisição de Dados*: tem como objetivo a coleta de dados em tempo real, periodicamente, via unidades terminais remotas (UTRs), que armazenam temporariamente estas informações. Medidas analógicas e digitais podem ser adquiridas.

*Processamento de Dados*: processamento, em tempo real, dos dados adquiridos através da execução de funções básicas, como processamento de alarmes e eventos, identificação de mudanças no estado do sistema, conversão para unidades de engenharia, obtenção de valores analógicos calculados, processamento de medidas digitais.

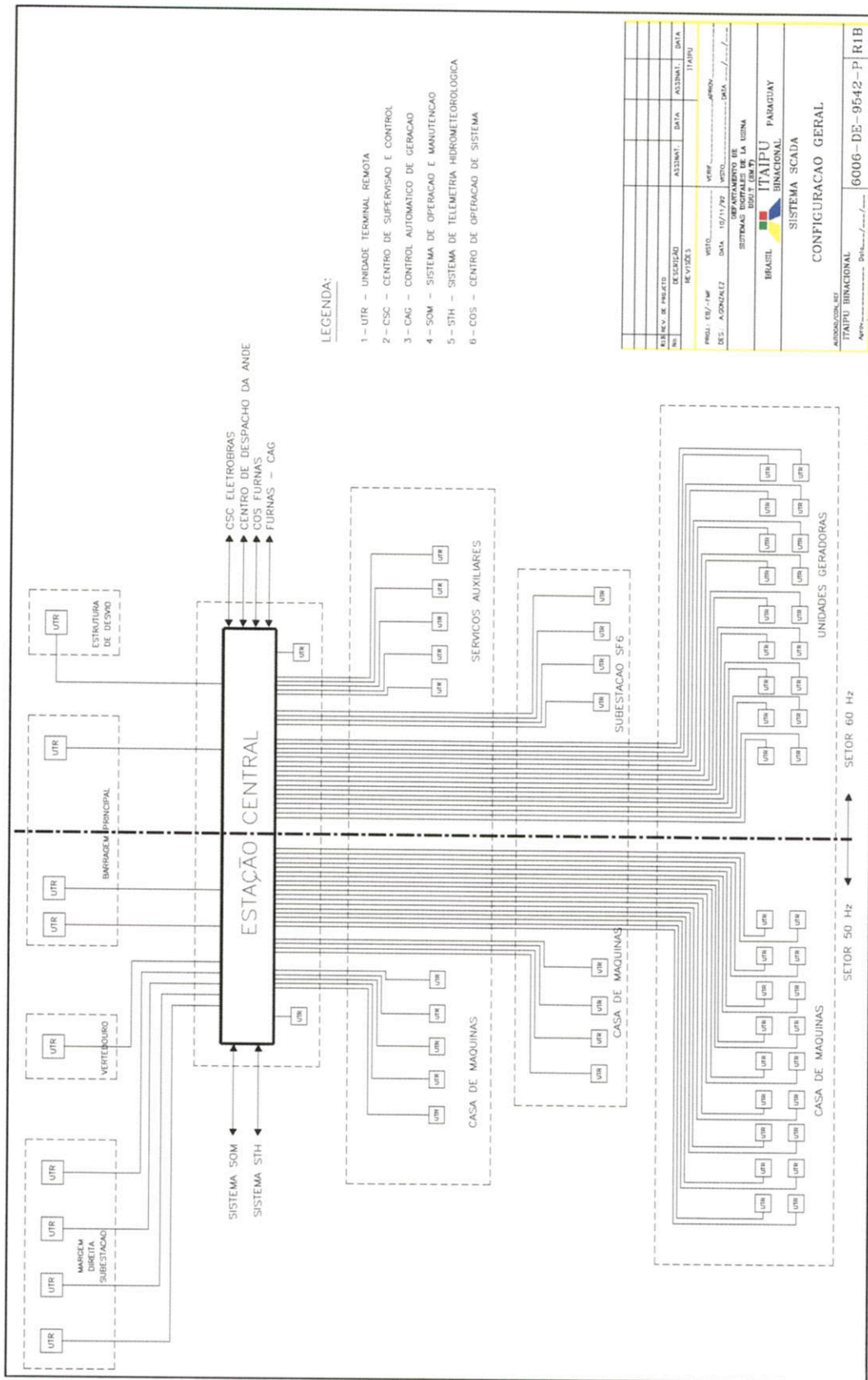


Figura II.3 - Configuração Geral do Sistema SCADA

*Armazenamento de Dados:* armazenamento de dados (uma vez adquiridos e processados) em bancos de dados específicos do sistema.

*Comandos de Controle:* transmissão de comandos para as UTRs, e a verificação de sua execução. Os comandos podem ser do seguinte tipo:

- Controle de Estado: ON/OFF;
- Controle Aumentar/Diminuir: controla posição e abertura das comportas;
- Controle de Set-Point: controla a potência ativa das unidades geradoras.

*Intercâmbio de Informações:* esta função permite o send/receive de dados em tempo real e das mensagens necessárias para a comunicação com sistemas externos (Eletrobrás, ANDE, Furnas) e internos (Sistema Hidrometeorológico de Telemetria e Sistema de Manutenção e Operação).

### ***II.3.2. Atividades Pós-Operação e Funções Adicionais***

As atividades pós-operação têm o propósito de coletar informações, após a execução da operação, e apresentá-las de forma organizada, para elaborações de estatística e análise.

As funções adicionais auxiliam o usuário do SCADA na utilização do sistema. Entre elas, pode-se citar: armazenamento e revisão das regras e instruções de operação, treinamento de operadores para facilitar a interface homem-máquina, manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos, desenvolvimento e manutenção de softwares e bancos de dados.

### ***II.3.3. Controle e Monitoração da Operação***

Esta atividade inclui a monitoração do sistema elétrico e hidráulico, o controle automático de geração, a avaliação do sistema de medição, a coordenação de execução da manutenção, a análise de distúrbios e a coleção de dados históricos.

O Controle Automático de Geração é feito através de dois programas, referentes aos

setores de 60 e 50 Hz da usina. Estes programas controlam automaticamente as unidades geradoras dos respectivos setores, a fim de fazer a regulação de frequência, atendendo o programa de geração estabelecido.

Os sistemas Itaipu-50Hz e ANDE são considerados uma área de controle atendida pelo controle automático de geração de 50 Hz (CAG-50Hz), cujo objetivo principal é ajustar a geração das unidades de 50 Hz em um valor que permita manter a frequência do sistema no valor programado, atuando como controlador de área.

O Sistema Itaipu-60Hz é considerado parte da área de controle de Furnas, sendo atendido pelo CAG-60Hz, que tem como objetivo principal o ajuste da geração das unidades de 60 Hz de Itaipu, a fim de atender os requisitos de ponto-base de potência recebidos de Furnas. Neste caso, o CAG atuará como controlador conjunto das unidades do setor de 60 Hz.

No Controle Automático de Geração, é prevista uma ação de controle proporcional-integral (PI), sobre o erro de controle previamente filtrado, de modo a calcular a geração desejada e assegurar uma adequada resposta da regulação secundária. Esta ação PI é projetada para alcançar 95% do valor de set-point, com função de controlar o sistema, não deixando que entre em ciclo limite.

A supervisão do sistema é feita através de funções de telesinalização e telemedição, após a aquisição dos dados nas subestações, que são processados em unidades terminais remotas e, em seguida, enviados aos centros de operação. Os estados e medições do processo são armazenados, em tempo real, no banco de dados do sistema.

O Sistema SCADA é um software de alto nível, com arquitetura aberta. Através de uma interface homem-máquina, as telas dos diagramas unifilares que compõem o sistema são apresentadas aos operadores, bem como suas funções e facilidades.

*Este sistema só será disponibilizado a médio e longo prazo, pois sua versão final ainda não foi adquirida. Para minimizar este problema, é feito o estudo de um projeto a curto prazo, denominado Sistema de Supervisão da Operação (SSO), cujo objetivo é suprir algumas das suas funcionalidades.*



## **II.4. Sistema de Supervisão da Operação**

A construção, operação e manutenção de uma usina como a Itaipu determina que se utilize o conhecimento oriundo de quase todas as ciências. Hoje, a Itaipu tem à disposição sistemas especialistas, sistemas de tempo-real, sistemas em rede, sistemas em ambiente de grande porte, sistemas em PC, sistemas dedicados à aquisição de dados, entre outros.

Com a crescente necessidade de melhoria da qualidade dos serviços prestados, surge a importância de ambientes cada vez mais automatizados.

Neste contexto, destaca-se a experiência adquirida com o desenvolvimento do Sistema de Supervisão da Operação (SSO), que incluiu desde o projeto e fabricação dos circuitos eletrônicos de aquisição de dados, até o software em tempo real, com interface completamente gráfica.

### ***II.4.1. Histórico***

Após indefinições dos contratos que previam o fornecimento do sistema de supervisão e controle do tipo SCADA/EMS, a Itaipu viu a necessidade de suprir o despacho e a operação da usina com uma ferramenta que proporcionasse o acompanhamento das principais grandezas do sistema ITAIPU. Assim, deu-se início a um projeto próprio, que incorporasse tais funcionalidades.

A primeira versão foi operacionalizada em maio de 1991, sendo desenvolvida por técnicos da Itaipu, e implementada em ambiente DOS.

A figura II.4 ilustra a configuração desta primeira etapa do SSO.

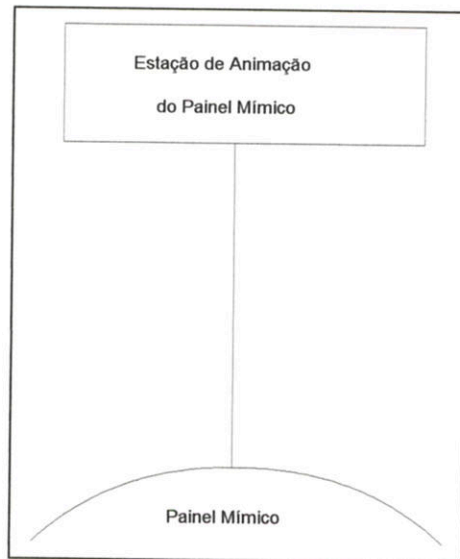


Figura II.4 - Primeira Etapa do SSO

Na primeira etapa do SSO, o painel mímico era atualizado através de um software de animação, onde todos os dados eram exclusivamente manuais.

Partiu-se, então, para a definição de uma segunda etapa, onde a Estação Central gerenciava os dados recebidos das Unidades Terminais Remotas, que eram responsáveis pela aquisição dos pontos automáticos do sistema. Estes pontos eram disponibilizados em diagramas unifilares (permitindo que o usuário acompanhasse o processo) e enviados ao painel mímico. Esta configuração pode ser vista na figura II.5.

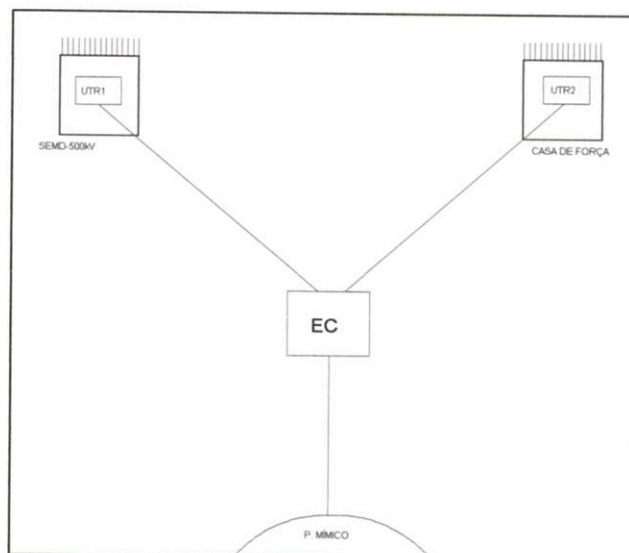


Figura II.5 - Segunda Etapa do SSO

Com o crescente número de informações no sistema, fez-se necessidade a utilização de um gerenciador dos dados a serem supervisionados, responsável pela administração do protocolo de comunicação do sistema, ou seja, sua função seria receber os dados adquiridos pelas remotas e enviá-los à Estação Central. A terceira etapa do SSO, então, além das funcionalidades presentes na segunda etapa, caracteriza-se pela presença deste gerenciador, denominado Front-End, que possui as funções descritas. A figura II.6 mostra sua estrutura.

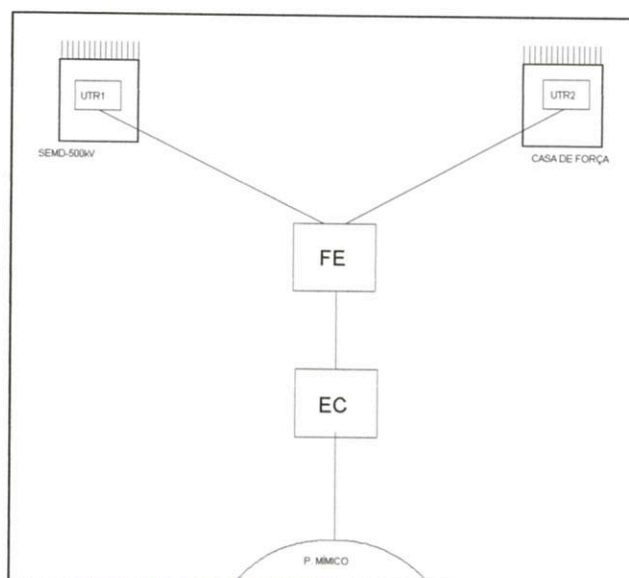


Figura II.6 - Terceira Etapa do SSO

Procurando-se adequar o SSO, cada vez mais, ao contexto dos sistemas de supervisão atuais, entra-se em uma quarta etapa, que compõe o quadro encontrado na Hidrelétrica de ITAIPU. Esta etapa é descrita nas seções seguintes, juntamente à proposta de uma nova arquitetura, que tem como propósito suprir as necessidades imediatas da usina.

#### ***II.4.2. Arquitetura Encontrada***

Encontrou-se disponível um sistema de supervisão capaz de monitorar aproximadamente mil grandezas, responsável pela execução de funções de acompanhamento e monitoração em tempo real de dados analógicos e digitais.

O SSO é composto por uma série de subsistemas, sendo eles:

- Unidades Terminais Remotas;
- Front-End;
- Estação Central;
- Subsistemas Externos.

A figura II.7 ilustra os componentes desta estrutura.

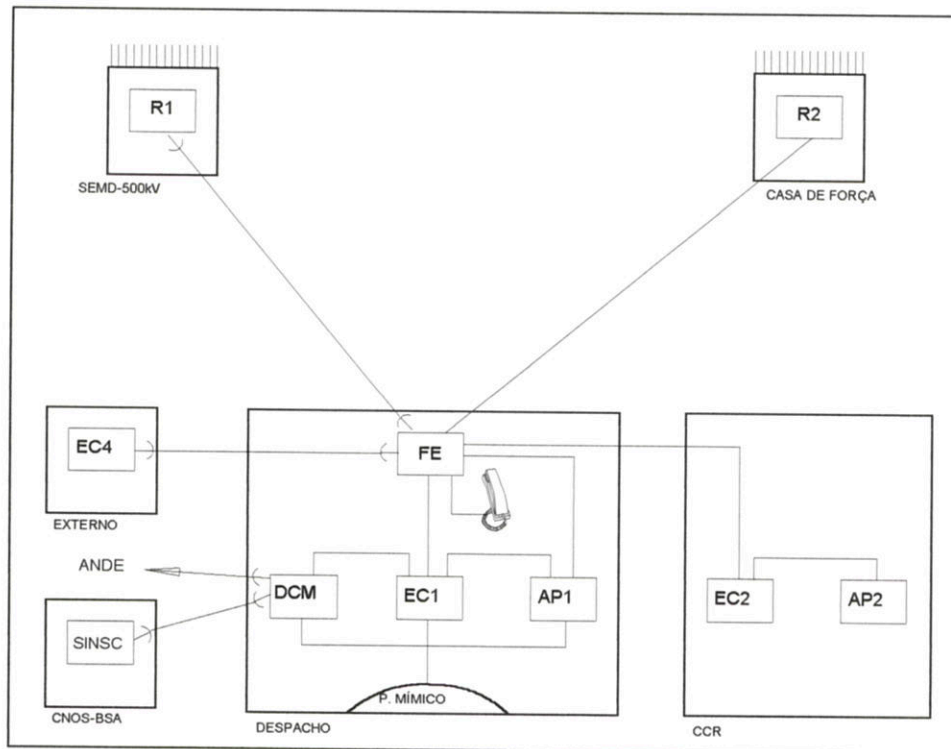


Figura II.7 - Estrutura de Aquisição de dados e Supervisão do SSO

#### a. Unidades Terminais Remotas

As Unidades Terminais Remotas *R1* e *R2* estão situadas, respectivamente, na Subestação da Margem Direita e na Casa de Força, e têm por objetivo o interfaceamento do Sistema de Supervisão com as grandezas analógicas e digitais presentes em campo.

As unidades de processamento possuem as seguintes características:

- ♦ Aquisição e tratamento de grandezas analógicas e digitais;
- ♦ Processamento em tempo real;
- ♦ Uso de memória não-volátil para parâmetros e programas;
- ♦ Reinicialização automática, no caso de falha na alimentação do sistema;
- ♦ Detecção de falhas, para assegurar status inoperante.

As remotas são responsáveis pela aquisição dos dados disponibilizados pelos transdutores, sendo constituídas por placas montadas em plataforma de PC. Estas placas são a essência da unidade, uma vez que realizam a aquisição e a conversão dos sinais analógicos em digitais, para serem agrupados no PC, que os envia ao processador de comunicação denominado Front-End (*FE*).

#### **b. Front-End**

O Front-End é responsável pelo gerenciamento e sincronização do recebimento e da transmissão dos pacotes com as informações, incluindo a administração tanto do protocolo de comunicação essencial ao SSO, como da comunicação via linhas telefônicas.

#### **c. Estação Central**

A Estação Central (*Ecn*), que contém o Software de Supervisão propriamente dito, é conectada ao Front-End, e recebe todas as informações relativas às grandezas a serem supervisionadas na usina, apresentando-as aos despachantes e operadores.

A tabela a seguir sintetiza a quantidade de informações supervisionadas em tempo real.

	Analógicos	Digitais	Total
Margem Direita	31	214	245
Casa de Força	62	70	132
Calculados	50	2	52
Manuais	90	461	551
Total	233	747	980

#### **d. Subsistemas Externos**

Existe um módulo, identificado como DCM (Dispositivo de Comunicação Microprocessado), que é responsável pelo gerenciamento da comunicação com o Centro Nacional de Operação do Sistema (CNOS), onde se realiza a supervisão a nível de Sistema Eletrobrás (SINSC). A cada vinte segundos, os dados da usina são enviados para Brasília, e os dados do sistema elétrico brasileiro são enviados para a ITAIPU.

Há, ainda, outros softwares que fazem uso dos dados concentrados no banco de dados da Estação Central, a fim de processar aplicativos que auxiliam nas atividades do despacho e da operação (*Apn*).

Com base neste trabalho, já implementado, surge a proposta do desenvolvimento de um projeto, intitulado "Desenvolvimento de um Sistema de Supervisão em Tempo Real". Este novo ambiente migra do sistema operacional DOS para o Windows 95 ou compatível, proporcionando maiores facilidades gráficas e funcionais.

### II.4.3. Arquitetura Proposta

Propõe-se, para este trabalho, o desenvolvimento de um projeto piloto de um sistema de supervisão, que proporcione maior confiabilidade e escalabilidade.

O SSO proposto incorpora os módulos existentes no sistema antigo, e apresenta maiores facilidades, com novas funções e interface homem-máquina amigável.

As funcionalidades que ele comporta são detalhadas no capítulo III, onde descreve-se, especificamente, seus requisitos funcionais.

Além da utilização de um novo ambiente computacional, esta estrutura ainda apresenta facilidades de comunicação via rede, como ilustra a figura II.8, que corresponde ao escopo deste trabalho.

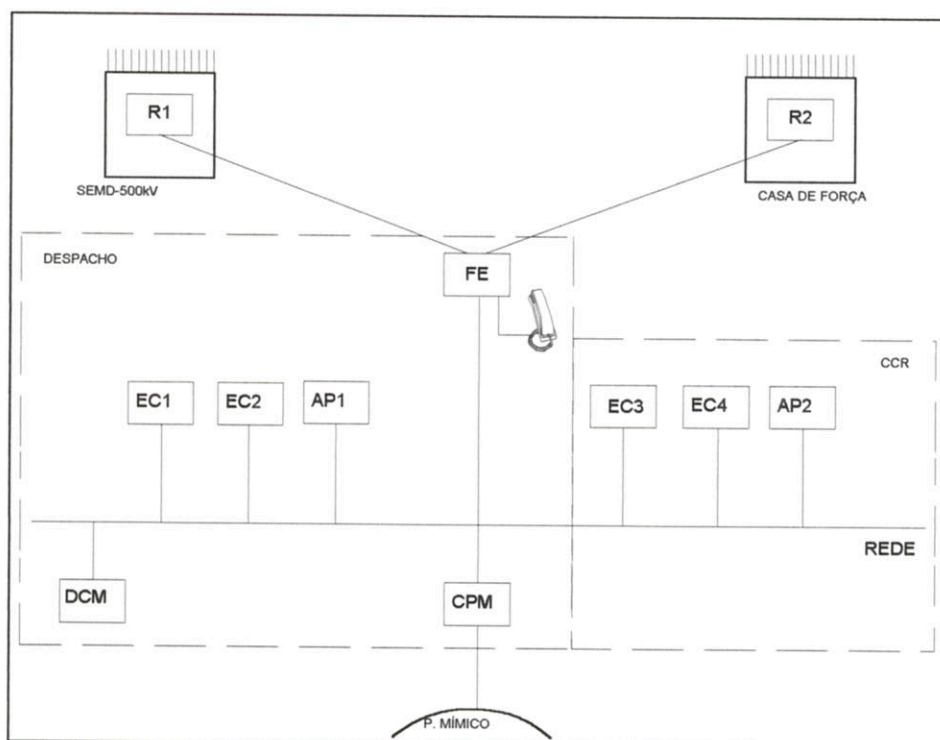


Figura II.8 - Arquitetura Proposta para o Sistema de Supervisão da Operação

## Capítulo III

### Especificação dos Requisitos

Este capítulo define o *Sistema de Supervisão da Operação*, destacando os principais requisitos, necessários à implementação das funcionalidades presentes em ambientes deste porte. Tem-se como objetivo principal a estruturação do SSO, proporcionando, desta forma, a base para o projeto e desenvolvimento de software.

#### III.1. Introdução

A supervisão da operação pode ser definida como um conjunto de tarefas, associadas ao acompanhamento e à correção das condições operativas de um sistema elétrico, com o objetivo de assegurar a continuidade e a qualidade do suprimento, monitorando o funcionamento de todo o processo.

Com a necessidade de dispor de um mecanismo com estas características, a fim de proporcionar uma visão instantânea do modo de operação dos principais elementos que compõem o Sistema ITAIPU, foi concebido e implementado o Sistema de Supervisão da Operação. A estruturação de sua arquitetura e a especificação de seus requisitos são definidos a seguir, de forma a situá-lo no contexto das áreas de operação e monitoração da usina.

### III.2. Projeto da Arquitetura

O Sistema de Supervisão da Operação, atualmente, constitui a principal ferramenta de monitoração da Hidrelétrica de ITAIPU.

A essência de sua arquitetura está definida com base na interconexão dos quatro subsistemas que o compõem (Unidades Terminais Remotas, Front-End, Estação Central e Painel Mímico), cuja topologia pode ser vista na figura III.1, através de um diagrama de fluxo de dados representativo do SSO.

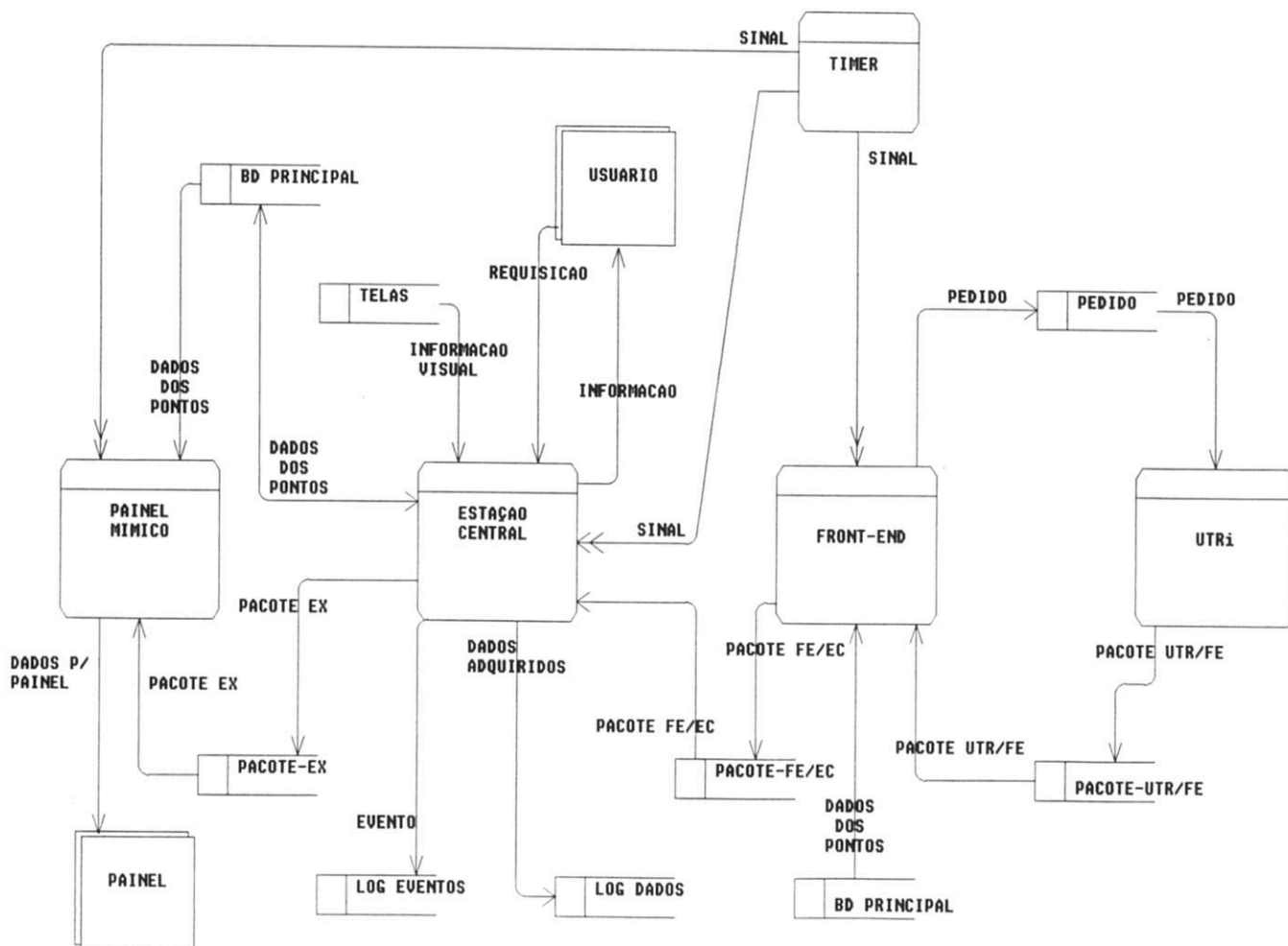


Figura III.1 - Estruturação do SSO



O detalhamento de cada subsistema é feito nos capítulos IV, V e VI, onde são descritas suas funcionalidades e estruturas de dados.

Aqui, são definidos todos os requisitos operacionais do sistema, que dão suporte ao desenvolvimento de software. Através do conhecimento das especificações exigidas pode-se construir um ambiente nos padrões de qualidade desejados.

### **III.3. Especificação dos Requisitos**

Os requisitos do Sistema de Supervisão da Operação podem ser divididos em seis grupos, que definem as características básicas deste ambiente. Estes requisitos, funcionais, de desempenho, de banco de dados, para os pontos calculados, de interface homem-máquina, ou de confiabilidade, são descritos nos próximos itens.

#### ***III.3.1. Requisitos Funcionais***

O SSO incorpora várias funcionalidades do Sistema SCADA na área de supervisão. As funções que ele prevê definem a abrangência deste produto, determinando o comportamento do software no contexto do processo.

Seus requisitos funcionais são os seguintes:

- Apresentação da topologia do Sistema ITAIPU, destacando os subsistemas que o compõem. Isto é feito através da visualização de múltiplas telas, que permitem o acompanhamento do sistema em diferentes locais da usina;
- Disponibilização do status do sistema, permitindo o acesso às características das grandezas supervisionadas, através de facilidades como menus, janelas, ícones e sinais sonoros;
- Acesso aos problemas ocorridos na evolução do processo; estes problemas podem ser internos, com indicação de alarmes nos pontos problemáticos, ou de comunicação, decorrentes de falhas no Front-End ou nas unidades remotas;
- Geração de novas informações, através de cálculos, tanto sobre os dados adquiridos pelas unidades remotas, como sobre os dados com entrada manual; são calculadas potências

totais, correntes de campo, queda bruta, entre outras;

- Verificação de consistência, em relação aos limites operacionais, pré-definidos, de todos os pontos analógicos, adquiridos e calculados;
- Registro de todas as ocorrências relevantes ao sistema, tais como violação de limites, mudança de estado de disjuntores, seccionadoras e geradores, em um log de eventos; estas ocorrências devem ser impressas, e armazenadas em disco, para estudos posteriores;
- Identificação dos pontos alarmados do sistema, através da inserção dos mesmos em três listas de alarmes; estas listas podem conter pontos *alarmados não reconhecidos* ou *reconhecidos* pelo usuário, ou ainda pontos *normalizados não reconhecidos*;
- Geração de pacotes de dados, com informações sobre as grandezas supervisionadas, para suprir as necessidades dos subsistemas externos;
- Acompanhamento gráfico dos pontos analógicos (automáticos e calculados);
- Impressão, para análise, dos diagramas unifilares que compõem o processo.

Adicionalmente, os critérios básicos descritos a seguir, de desempenho, banco de dados e confiabilidade, devem ser satisfeitos.

O design do sistema deve incluir aspectos como a completa utilização de suas funções e facilidades, consistência e coerência nos resultados numéricos apresentados e flexibilidade para aceitar futuras mudanças e melhorias.

### ***III.3.2. Requisitos de Desempenho***

Os requisitos de desempenho do SSO envolvem atributos de performance do sistema.

O software deve apresentar uma estrutura eficiente, que minimize seu tempo de resposta, isto é, o intervalo entre a requisição das funções e o resultado final. Assim, determinados critérios são adotados, com o intuito de otimizar seu funcionamento em tempo-real. São eles:

- Mudança de status: o intervalo de tempo, para a ocorrência de qualquer mudança no status do sistema, (incluindo desde falhas na comunicação com as unidades remotas ou

com o front-end, até indicações de problemas com as grandezas supervisionadas), não deve exceder três (3) segundos;

- Aquisições de grandezas analógicas e digitais: o intervalo de tempo entre a aquisição dos dados nas UTRs e o armazenamento dos mesmos na Estação Central, não deve exceder três (3) segundos; este tempo inclui a validação dos dados, a conversão para unidades de engenharia, e os envio dos mesmos ao Front-End, e deste à Estação Central;
- Seleção de diagramas ou janelas: o intervalo de tempo, desde a requisição de visualização de qualquer diagrama ou janela do SSO, até sua completa disponibilização na tela, não deve exceder um (1) segundo em condições normais de operação, e dois (2) segundos durante operações irregulares.

Além das características indicadas acima, pode-se destacar, como requisito de desempenho do SSO, a periodicidade de três segundos, ou seja, os valores de todos os pontos devem ser atualizados neste intervalo. Ainda, quando o sistema opera em condições normais, o tempo máximo de processamento deve ser de 200 milisegundos, e em condições adversas este tempo não pode exceder um segundo.

### ***III.3.3. Requisitos de Banco de Dados***

Dois bancos de dados formam a estrutura básica do Sistema de Supervisão da Operação, sendo eles: Banco de Dados Principal e Banco de Dados Específico, cujo detalhamento é feito a seguir.

#### **a. Banco de Dados Principal**

O Banco de Dados Principal do SSO é um arquivo que contém informações sobre os componentes do sistema elétrico de ITAIPU.

A estrutura física dos registros deste banco de dados é definida através de tipos, valores, tamanho e significado dos atributos necessários à definição das grandezas supervisionadas.

A figura III.2 mostra sua topologia geral.

#	Significado	Tipo	Valores
01	Código do ponto no BD	Inteiro	0 - 980
02	Descrição completa do ponto	String	
03	Tipo de ponto	Inteiro	0 - digital 1 - analógico 2 - codificado 3 - booleano
04	Classe do objeto	String	DJ disjuntor SC seccionadora GE gerador PO pólo FI filtro AL alarme
05	UTR lógica de onde provém o dado	Inteiro	0 - Manual puro 1 - Margem Direita 2 - Casa de Força 3 - CNOS 4 - ANDE 5 - CLP 6 - Calculado 7 - Estimado
06	Valor nominal dos pontos analógicos e digitais	Real	
07	Indicação de acompanhamento gráfico	Boolean	
08	Posição do dado no pacote recebido das unidades remotas	Inteiro	
09	Posição do dado no pacote recebido do Front-End	Inteiro	
10	Posição do dado na mensagem enviada a entidades externas, como Painel Mímico, CNOS e ANDE	Inteiro	
11	Ponto ativo	Boolean	
12	Multiplicador das variáveis analógicas	Inteiro	1, 10, 100, 1000
13	Limite superior de razoabilidade	Real	
14	Limite inferior de razoabilidade	Real	
15	Limite operacional superior	Real	
16	Limite operacional inferior	Real	
17	Valor de banda morta em torno do limite operacional superior	Real	
18	Valor de banda morta em torno do limite operacional inferior	Real	
19	Número de dígitos das variáveis analógicas	Inteiro	
20	Número de casas decimais das variáveis analógicas	Inteiro	
21	Estado normal de uma variável digital	Inteiro	0 - OFF 1 - ON

22	Status do ponto	Inteiro	0 - Normal 1 - Alarmado 2 - Inválido
23	Byte indicativo da localização do ponto digital no pacote de dados	Inteiro	1 a Tamanho Pacote
24	Bit indicativo da localização do ponto digital no respectivo byte	Inteiro	0 a 7

Figura III.2 - Banco de Dados Principal do SSO

No rigor da modelagem de dados, seria necessário decompor esta estrutura, a fim de dispor de entidades normalizadas; porém, não é usual tal procedimento quando se trata com banco de dados em tempo real. Além disso, a visão para sistemas desta natureza está mais para um banco de objetos, onde a normalização é um fator pouco relevante.

Este banco de dados é constituído por 980 pontos, referentes às grandezas supervisionadas na usina. Seu detalhamento é feito no **Apêndice A**, onde são destacadas algumas características destes pontos.

#### **b. Banco de Dados Específico**

O Banco de Dados Específico do SSO é um arquivo que contém informações detalhadas sobre os pontos que compõem o sistema. Nele, são indicadas a natureza e a posição de cada elemento, que deve ser inserido em seu respectivo diagrama unifilar.

Os registros deste banco de dados indicam atributos como coordenadas xy (correspondentes à localização do elemento na tela estática), número de dígitos e número de casa decimais dos pontos analógicos, posição no banco de dados principal do sistema, e definição da área ocupada pelo ponto. Esta estrutura pode ser vista na figura III.3.

X	Y	NDIG	NCASAS	POS BD	H	W	CORFUNDO
352.0	365.0	4.0	2.0	722.0			clGreen
447.0	365.0	4.0	0.0	223.0			clGreen
535.0	82.0	4.0	0.0	210.0			clRed
550.0	365.0	4.0	2.0	723.0			clGreen
459.0	395.0			98.0			clGray
487.0	395.0			107.0			clGray
516.0	395.0			112.0			clGray
544.0	395.0			117.0			clGray
573.0	395.0			122.0			clGray
15.0	66.0			8.0	39.0	103.0	clNavy
15.0	113.0			11.0	52.0	267.0	clPurple
15.0	346.0			4.0	37.0	267.0	clGreen
179.0	66.0			10.0	39.0	103.0	clYellow
278.0	230.0			18.0	50.0	47.0	clGray
336.0	346.0			2.0	37.0	267.0	clGreen
346.0	66.0			9.0	39.0	103.0	clAqua
361.0	267.0			5.0	37.0	243.0	clGreen

Figura III.3 - Banco de Dados Específico do SSO

O SSO é composto por 22 bancos de dados específicos. Suas informações permitem a montagem de todos os diagramas unifilares do processo, ou seja, a inserção de disjuntores, seccionadoras, geradores, pontos analógicos, entre outros, nas telas estáticas (bitmaps) do sistema.

O Banco de Dados Específico está ligado diretamente ao Banco de Dados Principal. O primeiro define os atributos das grandezas, necessários à sua visualização gráfica; o segundo, entretanto, estipula as características essenciais para o processamento do ponto, como elemento do sistema elétrico.

#### **III.3.4. Requisitos para os Pontos Calculados**

Uma característica que destaca um sistema de supervisão é a sua capacidade de associar um processo de cálculo a um ponto do banco de dados.

Dentro do escopo do ambiente proposto, os seguintes métodos de cálculos devem estar disponíveis:

- Cálculo Básico: abrange os pontos obtidos através da combinação de outros pontos, por meio das operações de soma e subtração. A tabela a seguir relaciona estes elementos:

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	EQUAÇÃO
210	INTERC IPU-ANDE MW	P(553) + P(554) + P(555) + P(830)
211	INTERC IPU50-FU MW	P(219) + P(220) + P(587) + P(588)
212	INTERC IPU60-FU MW	P(387) + P(388) + P(389) + P(390)
213	IPU - S. BRUTO	P(645) - P(644)
223	IPU-50 MW - TOTAL	P(373) + P(374) + P(375) + P(376) + P(377) + P(378) + P(379) + P(380) + P(381)
391	IPU-60 MW - TOTAL	P(541) + P(542) + P(543) + P(544) + P(545) + P(546) + P(547) + P(548) + P(549)
796	HOLGURA GEN TOT	P(794) + P(795)
820	TOTAL MVar 50	P(729) + P(730) + P(731) + P(732) + P(733) + P(734) + P(735) + P(736) + P(737)
821	TOTAL MVar 60	P(744) + P(745) + P(746) + P(747) + P(748) + P(749) + P(750) + P(751) + P(752)
822	TOTAL MVar	P(820) + P(821)
823	TOTAL MW	P(223) + P(391)
827	GER DISP 50	P(794) - P(792)
828	GER DISP 60	P(796) - P(793)
829	GER DISP TOTAL	P(827) + P(828)
873	DIF. FLUXO 60Hz	P(391) - P(212)

- Tensão Terminal: abrange os pontos associados à tensão terminal das máquinas U10 a U18, cujo método de cálculo é dado pela obtenção da seguinte equação:

$$F = VT^2 - \frac{(V_{500} + MVar \times XT)}{VT} + \left( \frac{XT \times MW}{VT} \right)^2$$

A tensão terminal é calculada obtendo-se o zero desta equação.

$$VTerm = Zero(F) \times VBase$$

onde:  $V_{500} = \frac{V_{500}}{Tap}$        $MW = \frac{MWREAL}{SBase}$        $MVar = \frac{MVarREAL}{SBase}$

$$V_{500} = 383 \quad Tap = 511,875 \quad SBase = 737,0$$

$$VBase = 18 \quad XT = 0,144$$

O método numérico para cálculo da tensão terminal deverá assegurar uma precisão de, pelo menos, até a quarta casa decimal.

- Corrente de Excitação: abrange os pontos associados à corrente de excitação das máquinas. É calculada a partir da seguinte seqüência de expressões:

$$IA = \frac{\sqrt{MW^2 + MVar^2}}{VT}$$

$$\theta = ArcTan\left(\frac{-MVar}{MW}\right)$$

$$\delta = ArcTan\left(\frac{XQ \times IA \times Cos(\theta)}{VT - XT \times Sen(\theta)}\right)$$

$$VQ = VT \times Cos(-\delta)$$

$$ID = IA \times Sen(\theta - \delta)$$

$$ELQ = VQ - ID \times XLD$$

$$IC = ELQ - (XD - XLD) \times ID + DG \times e^{BG \times (ELQ - 0,8)}$$

$$IExc = IC \times IFBase$$

onde:  $XD = 0,949$        $XQ = 0,678$        $XLD = 0,317$

$DG = 0,035$        $BG = 6,83$        $IFBase = 1715,0$

e MW, MVar, VT e IA estão em pu (por unidade).

- Limites Máximo e Mínimo, devido à queda bruta:

Estes limites são calculados através de dois algoritmos, que implementam um modelo matemático empírico. Foge ao escopo deste trabalho o detalhamento destes modelos, uma vez que estes já se encontram implementados, bastando ao programa referenciar a biblioteca com a rotina correspondente.



- Folga de Geração:  $Folga = Capacidade\ Máxima - Geração\ Total\ do\ Setor$

A capacidade máxima é dada pela somatória das gerações individuais, ou das potências limites, utilizando-se a que for menor.

- Potência na Linha 4: seu método de cálculo é dado pela seguinte equação:

$$P(777) + P(778) + P(779) - P(553) - P(554) - P(555) - P(628) - \left(\frac{P(777)}{375}\right)^2 \times 7,5$$

$$- \left(\frac{P(778)}{375}\right)^2 \times 7,5 - \left(\frac{P(779)}{375}\right)^2 \times 7,5$$

- Tempo de Permanência fora dos Limites Operacionais:

Contabiliza o tempo que um ponto permanece ininterruptamente na condição alarmado.

### ***III.3.5. Requisitos de Interface Homem-Máquina***

A definição de uma Interface Homem-Máquina adequada é de total importância na fase de projeto, devendo-se considerar as necessidades presentes, os recursos disponíveis e, sobretudo, como estes recursos podem proporcionar melhorias no desempenho das atividades do usuário [Melgarejo 93].

A estruturação da interface deve dar garantias a operadores e despachantes de poder supervisionar o processo com facilidade, para uma intervenção rápida e segura. A simplicidade de operação e a quantidade de sinais exteriorizados são dados fundamentais deste ambiente, de forma a não sobrecarregar os usuários, permitindo uma compreensão clara do sistema.

Os requisitos operacionais da Interface Homem-Máquina do SSO são: apresentação do comportamento das grandezas, atualização de diagramas com informações importantes à evolução do processo, indicação dos eventos ocorridos, apresentação de listas de alarmes (com os pontos alarmados do sistema) e gráficos de tendências, interação com a base de dados, e intercâmbio de informações com entidades externas.

A IHM deve apresentar telas para a entrada de dados de forma manual, e para viabilizar a ativação de algumas funções.

Uma tela é constituída por informação estática e dinâmica. A informação estática consiste em caracteres gráficos ou alfanuméricos, apresentados sempre do mesmo modo, não importando o estado do sistema de potência. A informação dinâmica, entretanto, é gerada por um conjunto de pontos, definidos em um banco de dados, sendo que sua descrição deve conter: localização na tela estática, referência ao banco de dados principal, indicação do símbolo a ser apresentado em seu tamanho e forma corretos.

As telas estáticas do SSO são construídas em algum software aplicativo para desenho (AutoCad, PaintBrush), e armazenadas em disco, funcionando como papel de parede para os pontos dinâmicos.

As telas dinâmicas, por sua vez, são estruturas de dados (ou seja, informações relevantes ao sistema, armazenadas em um banco de dados apropriado), que informam a natureza e a posição de cada elemento que deve ser inserido na tela estática (ponto analógico ou digital, manual ou automático, coordenadas xy). O banco de dados responsável pela definição destas telas dinâmicas, como descrito anteriormente, está diretamente relacionado ao Banco de Dados Principal, já que necessita de várias informações sobre os componentes do sistema.

A partir do exposto, pode-se afirmar que a IHM possui uma configuração flexível, e é composta basicamente por janelas, ícones, menus e caixas de diálogos.

No SSO, a interface gráfica estrutura-se através de 22 telas, que informam ao usuário o status dos pontos supervisionados. O acesso a estas telas pode ser feito de maneira direta, ou dirigida através de um diagrama unifilar, que identifica a topologia do Sistema ITAIPU. A partir deste ponto, o operador pode visualizar detalhes dos subsistemas que compõem o processo.

As figuras III.4, III.5 e III.6 ilustram o relacionamento presente entre o Diagrama Principal, o Subsistema de Monitoração de Reserva Operativa (MRO), e o Subsistema de 50 Hz. As 22 telas do SSO são apresentadas no **Apêndice B**.

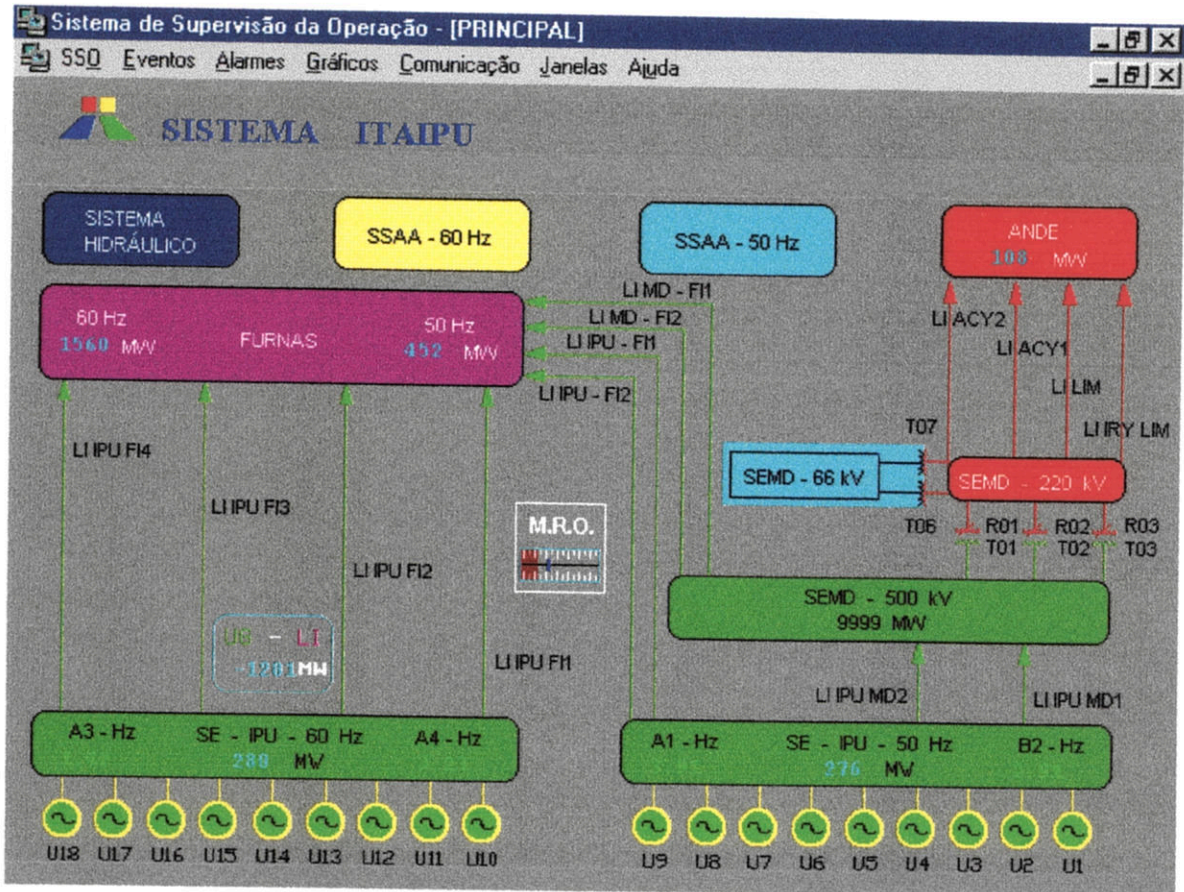


Figura III.4 - Diagrama Principal do SSO

Ao pressionar-se a área indicada por **MRO**, é apresentada a tela da figura III.5; ao pressionar-se a área indicada por **SE-IPU-50HZ**, é apresentada a tela da figura III.6.

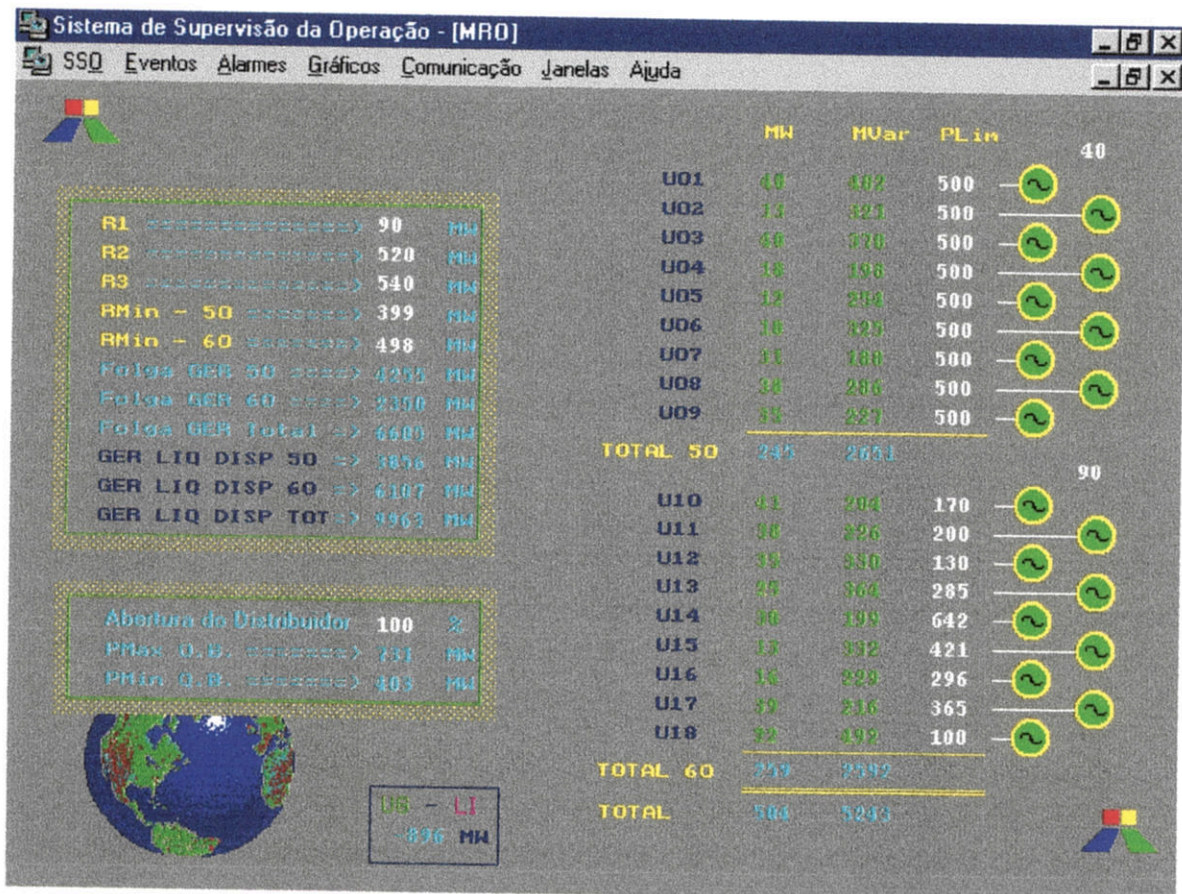


Figura III.5 - Tela Específica do SSO - MRO

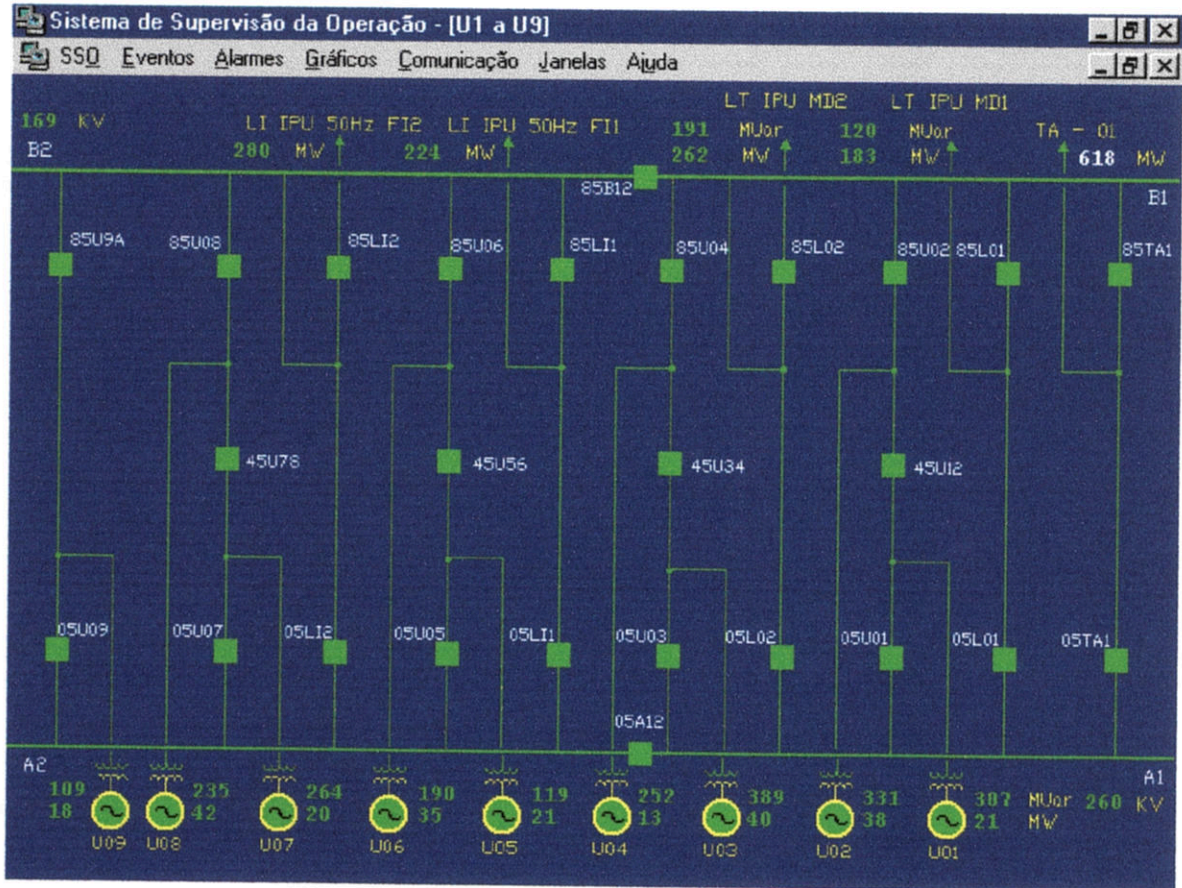


Figura III.6 - Tela Específica do SSO - Setor de 50 Hz

Com o propósito de criar um ambiente adequado, estudou-se, em conjunto com os usuários, padrões de cores que não comprometessem a interpretação e o conforto visual do operador. As tabelas abaixo indicam a configuração final das cores dos elementos, dispostos nas 22 telas do sistema.

Atributo dos Pontos Analógicos	Cor da Letra	Cor do Fundo
Manuais	Branco	Cor da tela onde o ponto se encontra
Aquisição automática válida, dentro dos limites operacionais (Normal)	Verde - Analógicos Azul Claro - Calculados	Cor da tela onde o ponto se encontra
Aquisição automática válida, fora dos limites operacionais (em Alarme)	Verde - Analógicos Azul Claro - Calculados	Vermelho
Aquisição automática, porém o sistema recebeu valores inválidos	Vermelho	Cor da tela onde o ponto se encontra
Varredura inibida	Rosa	Azul Marinho

Atributo de Disjuntores, Geradores e Seccionadoras	Exteriorização
Manuais	Branco
Aquisição automática válida	Verde - 220 kV Vermelho - 500 kV
Aquisição automática, porém o sistema recebeu valores inválidos	Oliva
Varredura inibida	Rosa

Atributo de Outros Pontos do Sistema	Exteriorização
Filtros	Branco
Pólos	Rosa

### III.3.6. Requisitos de Confiabilidade

Os requisitos de confiabilidade envolvem critérios de eficácia e manutenibilidade.

O software deve ser livre de qualquer erro ou problemas de performance, possuindo confiabilidade sempre em torno de 100%.

Sua eficácia ( $EF$ ) é medida nos termos da eficácia das funções que ele comporta, e pode ser calculada por:

$$EF = \left( 1 - \frac{mtr}{mtr + mtbf} \right) \times 100\%$$

onde:

$mtr$  => tempo médio para reparo do sistema, em horas;

$mtbf$  => tempo médio entre as falhas do sistema, em horas.

O  $mtr$  é definido como a soma do tempo administrativo e o tempo de reparo. O tempo administrativo é o intervalo de tempo entre a detecção da falha e a disponibilização de pessoas e equipamentos para fazer o devido reparo.

A eficácia do sistema deve estar na faixa de 99%.

O SSO deve, ainda, apresentar previsão para expansões sem a degradação dos tempos de resposta específicos. Seu software deve ser modular, para garantir que futuras mudanças não comprometam a operação como um todo.

Facilidades na manutenção e reparos também caracterizam os critérios de confiabilidade do SSO. Para manutenção preventiva e corretiva, devem existir

procedimentos de teste, programas de diagnóstico, e facilidades que permitam sua correção, através dos terminais.

### **III.4. Considerações**

A estruturação de um ambiente computacional, definido de acordo com os requisitos acima descritos, tornou-se o ponto principal deste estudo, voltado a sistemas de supervisão.

Como suporte à implementação do software proposto, utiliza-se o ambiente de desenvolvimento Delphi, cuja sintaxe de programação é baseada na linguagem Pascal. O produto é apresentado em Delphi 1.0, que gera código 16 bits, a fim de manter compatibilidade com os sistemas operacionais Windows 3.11, Windows 95, Windows NT e OS/2. Versões mais atualizadas, como o Delphi 2.0, não foram utilizadas por gerarem código 32 bits, não dispondo da abrangência necessária, já que as áreas de despacho e operação da usina fazem uso dos sistemas citados anteriormente.

Para atender aos requisitos de desempenho do software, os requisitos de hardware ficam assim definidos: utilização de computador 486 DX4-100 MHz, com 16 Mbytes de memória RAM. Exige-se, ainda, que todo o sistema permaneça na memória durante o processamento, para que não ocorra *swap* em disco, comprometendo, desta forma, o desempenho do tempo de resposta.

### **III.5. Conclusão**

Este capítulo preocupou-se com a especificação dos requisitos necessários para a operacionalização do SSO.

Pode-se, a partir deste ponto de detalhamento, dar início ao projeto e à implementação propriamente dita, onde os elementos aqui descritos são inseridos em uma estrutura modular, baseada em Engenharia de Programas. Esta estrutura é montada de forma a garantir a confiabilidade e a manutenibilidade do sistema.

# Capítulo IV

## Front-End

O presente capítulo descreve o funcionamento do Software do Front-End, desenvolvido com o intuito de gerenciar a comunicação de dados entre as Unidades Terminais Remotas e a Estação Central.

Os processos que o compõem são destacados, deixando clara a sua importância para se obter um sistema de supervisão confiável, dentro das exigências de manutenibilidade e qualidade exigidas.

### IV.1. Introdução

O Sistema de Supervisão da Operação possui um gerenciador de comunicação, localizado entre a estação central e as duas unidades remotas.

Este gerenciador, denominado Front-End, é responsável pelo controle e sincronização da transmissão de dados dentro do processo, administrando a troca de informações entre remotas, estação central e linhas telefônicas.

O Software do Front-End administra o protocolo de comunicação essencial ao SSO, sendo capaz de enviar informações seguras ao sistema de supervisão, através da análise das informações recebidas das unidades remotas, detectando e identificando erros ou falhas na aquisição de dados.



O detalhamento deste ambiente, juntamente às suas funcionalidades, são apresentados nas próximas seções, destacando-se os métodos desenvolvidos no presente trabalho.

## **IV.2. Projeto da Arquitetura**

Na configuração anterior, apresentada na figura II.7, onde o SSO utilizava as características do sistema operacional DOS, a comunicação de dados era feita ponto-a-ponto.

O Front-End atual comunica-se com as Unidades Terminais Remotas utilizando interface serial do tipo RS-232, e com a Estação Central através de uma rede Ethernet. Comunica-se, ainda, com a Subestação da Margem Direita via modem. Todas as informações, relativas ao Sistema de Supervisão, são transferidas por meio de protocolos de comunicação.

Como o funcionamento de um protocolo deve ser simples, e ao mesmo tempo assegurar confiabilidade na transmissão dos dados, a estratégia de solução do protocolo de comunicação do SSO foi definida através da utilização de *pacotes*, contendo informações dos pontos a serem supervisionados pelo sistema.

Baseando-se na estratégia de envio e recebimento de pacotes como forma de comunicação de dados no Sistema de Supervisão, partiu-se para a estruturação e implementação do Software do Front-End. O diagrama de fluxo de dados, representativo do processo, pode ser visto na figura IV.1.

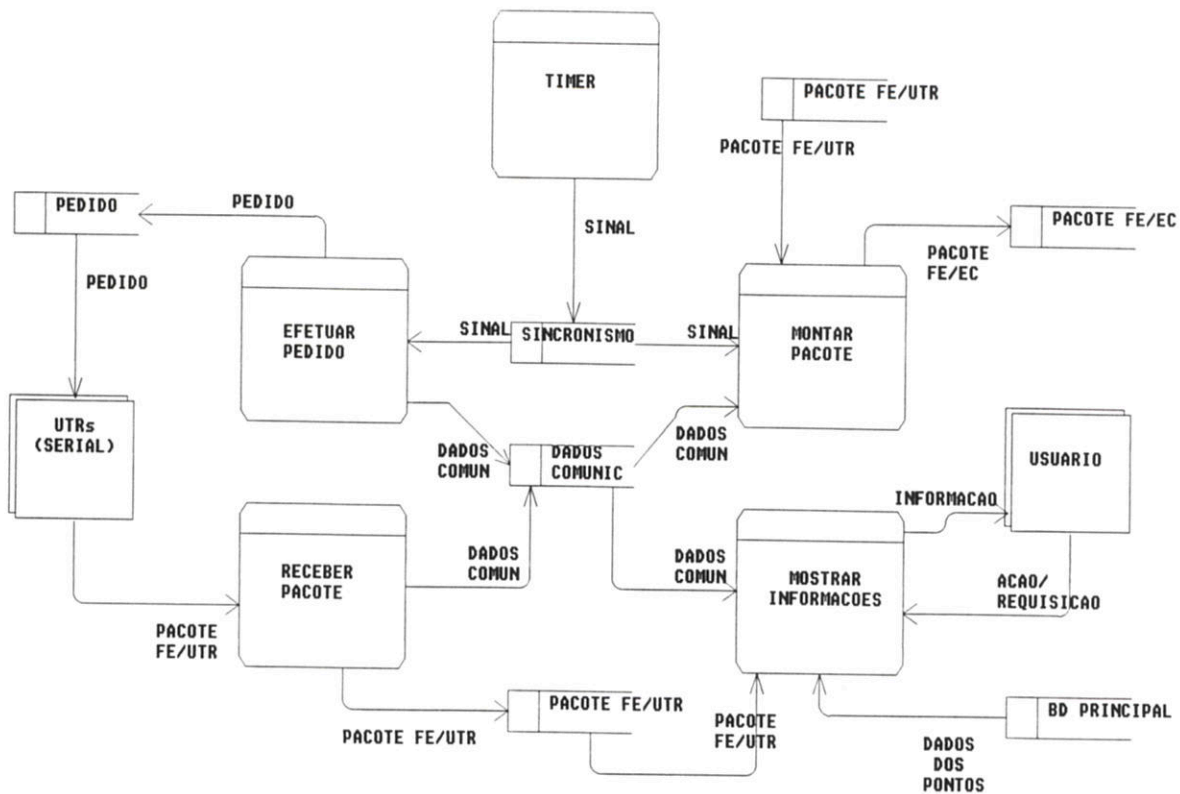


Figura IV.1 - Estruturação do Software do Front-End

O módulo *Receber Pacote* pode, ainda, ser detalhado em outro DFD, como mostra a figura IV.2.

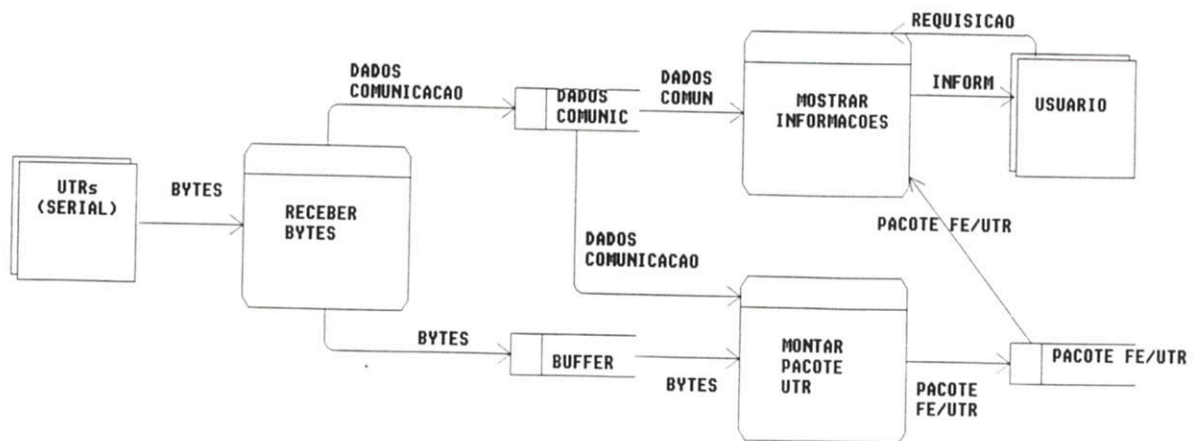


Figura IV.2 - Detalhamento do Módulo 'Receber Pacote'

O Front-End possui um temporizador, responsável pela sincronização da ativação dos métodos ilustrados. Gerenciadas por este temporizador, funções de recebimento e montagem de pacotes de dados são executadas.

O FE ativa os canais de comunicação serial com as unidades remotas, enviando, a cada três segundos, um pedido de recebimento de pacotes (`send_request`); com o recebimento de dois pacotes distintos, contendo dados da Margem Direita e da Casa de Força, estes são armazenados em um buffer na memória; são, então, analisados para a verificação da existência de erros em algum de seus dados, e novamente estruturados em dois pacotes com informações conhecidas.

Após este procedimento, os pacotes de dados são agrupados em apenas um, e este é armazenado em um banco de dados próprio, comum ao Front-End e à Estação Central.

Todas as informações, relativas ao processamento de cada módulo, são exteriorizadas na interface gráfica do FE, para acompanhamento e monitoração do sistema.

O exposto sintetiza o funcionamento do Front-End. Parte-se, assim, para a descrição de cada módulo ilustrado, com o propósito de assegurar um entendimento mais detalhado de seu comportamento.

### **IV.3. Estrutura dos Objetos**

Os processos e os depósitos que compõem o diagrama de fluxo de dados do Front-End são encapsulados em três objetos:

- Objeto gerenciador do Front-End;
- Objeto responsável pela Interface UTR/FE;
- Objeto responsável pela Interface FE/EC.

Faz-se, a seguir, uma descrição detalhada de suas estruturas de dados.

#### ***IV.3.1. Objeto Gerenciador do Front-End***

O gerenciador do Front-End é o responsável pela interface homem-máquina, e pelo controle da operação dos demais objetos.

É constituído por um temporizador, que escalona e sincroniza a ativação dos métodos descritos. O Gerenciador é definido da seguinte maneira:

Gerenciador do FE = *Objeto*

*Dados* :        Status da Comunicação  
                  Configuração do Sistema  
                  Objetos IHM  
                  Banco de Dados Principal

*Métodos* :     Timer  
                  Mostrar Informações

*Fim Objeto.*

A seguir, são detalhados seus dados e métodos.

#### **IV.3.1.1. Dados**

Os dados de comunicação do sistema são todos disponibilizados na interface gráfica, a partir do sincronismo do timer.

Este objeto contém o banco de dados principal do Sistema de Supervisão, composto de 980 registros, com informações sobre as grandezas da usina. Estas informações incluem valor, tipo, código, limites operacionais, status, entre outros. Seus valores são listados na interface gráfica do Front-End, como informação útil ao usuário.

O gerenciador do FE permite, também, o acesso aos parâmetros de comunicação do sistema. Estes parâmetros incluem dados de configuração das portas seriais, responsáveis pela conexão entre FE e UTRs, e são armazenados em um banco de dados próprio, ilustrado na tabela abaixo.

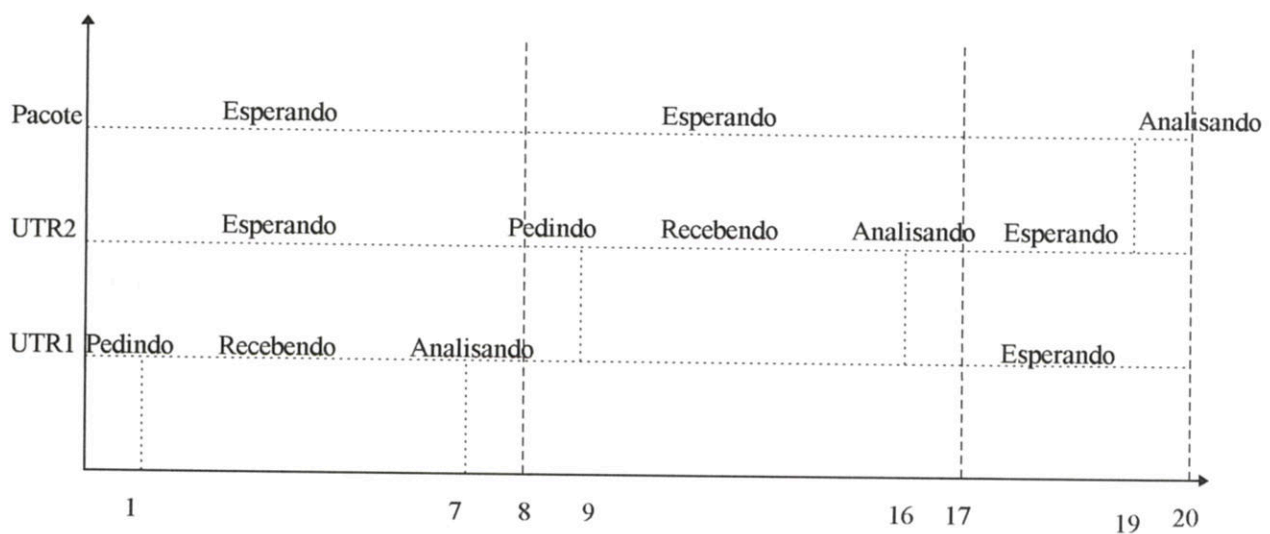
PORTA	BAUDRATE	PARITY	STOPBITS	DATABITS	ANALOG	DIGIT	UTR
COM2	2400.0	N	1.0	8.0	32.0	216.0	1.0
COM4	9600.0	N	1.0	8.0	64.0	72.0	2.0

Este objeto gerencia, ainda, todos os outros objetos da Interface Homem-Máquina, possibilitando a atualização de displays e indicando todas as ações executadas pelo software.

#### IV.3.1.2. Métodos

O Gerenciador administra o acesso às duas unidades remotas, indicando a seqüência de eventos realizados. Age como controlador das operações realizadas pelo Front-End, sendo o responsável pela ativação de todos os métodos que compõem o sistema, e pela administração da interconexão entre os módulos.

O gráfico abaixo ilustra a cadência de ações, relativas ao pedido, espera, recebimento e análise dos pacotes de informações. Esta cadência é demonstrada em 20 passos de 150 milissegundos.



Os seguintes métodos compõem este objeto:

Nome	<b>Timer</b>
Descrição	Administra a comunicação com as duas unidades remotas, fornecendo a cadência de ações ativadas por cada uma.
Lógica	Se (Tempo > 3 segundos) Então Montar Pacote; Senão Processa Scan UTR 1. Processa Scan UTR 2. Fim Se.

Nome	<b>Mostrar Informações</b>
Descrição	A interface homem-máquina apresentada provê aos usuários os elementos necessários para a compreensão do modelo.
Lógica	Para cada dado de comunicação Faça: Mostrar Dados.

### ***IV.3.2. Objeto responsável pela Interface UTR/FE***

Os dados e métodos, responsáveis pela comunicação entre Front-End e Unidades Terminais Remotas, são detalhados de maneira a definir a estratégia de implementação ilustrada na figura IV.1.

Este objeto está estruturado da seguinte forma:

Interface UTR/FE = *Objeto*

*Dados* :        N° de Scans  
                  Tempo de Scan  
                  Tamanho do Pacote  
                  N° de Erros  
                  Tipo de Erro  
                  Status da Comunicação  
*Métodos* :    Processa Scan  
                  Efetuar Pedido  
                  Receber Pacote

*Fim Objeto.*

Aqui, são identificados seus depósitos de informações e suas funcionalidades, a partir da descrição dos dados e métodos que o compõem.

#### ***IV.3.2.1. Dados***

##### **a. Dados de Comunicação**

Os dados disponibilizados por esta estrutura estão associados, diretamente, ao recebimento dos pacotes enviados pelas Unidades Terminais Remotas. A partir destes pacotes, o usuário tem acesso a informações importantes para a verificação da validade do processamento como um todo.

As informações mantidas são: número de varreduras em cada remota, temporização relativa a cada varredura, tamanho e checksum do pacote recebido, número de pontos digitais e analógicos pertencentes às UTRs, ação correspondente ao pedido e envio de pacotes, número de erros encontrados, e indicações de qual o erro que está afetando o funcionamento do sistema.

Os erros encontrados podem ser de várias naturezas: erros de comunicação, tamanho do pacote, checksum incorreto, não indicação de recebimento do início e fim do pacote, falha no modem, remota fora de funcionamento, ou falha nos conversores analógicos e digitais.

Todos estes dados são exteriorizados, de forma a informar o operador o status do FE.

#### **b. Protocolo de Comunicação entre as Unidades Terminais Remotas e o Front-End (Pacote FE/UTR)**

As estratégias mais utilizadas nos protocolos de comunicação entre Unidades Terminais Remotas e Front-End são:

- Varredura de Integridade: os pacotes enviados pelas unidades remotas contêm todas as informações sobre os pontos varridos pelo sistema;
- Varredura por Exceção: os pacotes armazenam apenas os dados cujo valor ou estado mudou em relação à última aquisição. Na varredura por exceção, ainda é necessário que, de tempos em tempos, e quando ocorre uma falha na comunicação entre o FE e as UTRs, os pacotes armazenem não somente os valores diferentes dos pontos, mas todos os dados do processo, com o objetivo de garantir a integridade dos mesmos.

Como a velocidade de comunicação é aceitável (9600 bps na Casa de Força e 2400 bps na Margem Direita), a técnica mais simples é implementada, ou seja, a varredura de integridade.

Os pacotes estruturados nas UTRs, e enviados ao FE, ficam assim definidos:

bytes iniciais	dados analógicos	dados digitais	bytes finais
----------------	------------------	----------------	--------------

- Analógicos: 2 bytes por ponto;
- Digitais: 7 pontos por byte, sendo o bit mais significativo sempre zero.

O cálculo da taxa de transferência para as UTRs é definido do seguinte modo:

$$(\text{n}^\circ \text{ de bytes analógicos} + \text{n}^\circ \text{ de bytes digitais} + \text{n}^\circ \text{ de bytes frame}) * (\text{n}^\circ \text{ de bits/byte})$$

onde: n° de bytes analógicos = 2 \* (n° de pontos analógicos da remota)  
n° de bytes digitais = (n° de pontos digitais da remota)/7 + 1  
n° de bytes frame = n° de bytes de início e fim do pacote

Assim, a taxa de transferência para a remota da Margem Direita é dada por:

$$UTR1 = [32x2 + (\frac{216}{7} + 1) + 10]x11 \approx 1164,428 \text{ bits/pacote,}$$

fornecendo um tempo  $T = 0,49s$  para o seu envio.

A taxa de transferência para a remota da Casa de Força é dada por:

$$UTR2 = [64x2 + (\frac{72}{7} + 1) + 10]x11 \approx 1642,142 \text{ bits/pacote,}$$

fornecendo um tempo  $T = 0,18s$  para o seu envio.

Os pacotes enviados ao Front-End possuem estrutura idêntica a da figura IV.3.

soh	tamanho	status conv analog	st conv digit	ptos analog	ptos digit	checksum	eee
-----	---------	--------------------	---------------	-------------	------------	----------	-----

Figura IV.3 - Pacotes de dados relativos às Unidades Terminais Remotas

Em pseudo linguagem, tem-se a seguinte definição:

Tipo Pacote = Classe  
SOH : Character;  
Tamanho : Byte;  
Status Conversor Analógico : Byte;  
Status Conversor Digital : Byte;  
Pontos Analógicos : Array de Inteiros;  
Pontos Digitais : Array de Bytes;  
CheckSum : Word;  
EEE : Array de Bytes.  
Fim Pacote.



O primeiro caracter é composto pelo Start Of Heading, que possui valor 1 (um) e indica o início do pacote; em seguida, são declarados os bytes relativos ao tamanho do pacote enviado, e ao status dos conversores analógico e digital, pertencentes às remotas; o pacote propriamente dito é caracterizado por dois arrays: de inteiros, com o valor dos pontos analógicos do sistema, e de bytes, com o valor dos pontos digitais; o checksum é do tipo word, e é utilizado para verificação dos dados contidos na estrutura descrita; por fim, há a indicação de fim do pacote, cujo conteúdo é uma sequência de três números hexadecimais (\$ee).

A estrutura descrita é enviada ao Front-End, via serial, quando este a requisitar.

Para o recebimento de novas informações sobre os pontos a serem supervisionados, o FE envia um pedido às remotas, que é reconhecido através da chegada, via serial, de um pacote, constituído de acordo com a figura IV.4.



#1#6#4

Figura IV.4 - Pacote de Pedido de Dados

Após o recebimento do pedido, as UTRs enviam os pacotes de informações ao Front-End, que são armazenados em um depósito de dados próprio. A partir destes pacotes, vários procedimentos são efetuados, sendo detalhados nas seções seguintes.

### **c. Depósitos em Memória**

Após o recebimento dos pacotes de dados vindos das UTRs, estes são armazenados em um buffer na memória. Este buffer é um array de caracteres, que contém os dados advindos das remotas.

A estrutura deste depósito suporta os pacotes ilustrados na figura IV.3. Os dados contidos nesta área são lidos e processados pelo sistema, ou seja, todas as operações de análise, montagem e armazenamento dos dados são feitas a partir dele.

#### **IV.3.2.2. Métodos**

O comportamento interno deste objeto é determinado pelo método '*Processa Scan*', que coordena as ações necessárias à implementação do protocolo com as remotas.

Descreve-se, então, os métodos que permitem a realização desta seqüência de eventos.

Nome	<b><i>Processa Scan</i></b>
Descrição	Administra as ações internas do objeto, ativando de forma síncrona os métodos de pedir, receber e analisar dados. A cadência de ações é fornecida pelo <i>objeto gerenciador</i> .
Lógica	Se Sinal = ‘Pedir’ : Efetuar Pedido; ‘Receber’ : Receber Bytes; ‘Analisar’ : Analisar Pacote; Fim Se.

Nome	<b><i>Efetuar Pedido</i></b>
Descrição	Envia um pedido de recebimento de dados às duas unidades remotas.
Lógica	Enviar Pedido.

Nome	<b><i>Receber Pacote</i></b>
Descrição	Os pacotes são recebidos via interface serial, e armazenados em um buffer de memória.
Lógica	Ler dados da serial para a memória. Mover dados da memória para Pacote.

O método ***Receber Pacote*** subdivide-se em outros dois métodos, como ilustrado no diagrama de fluxo de dados da figura IV.2. Realiza-se, aqui, o detalhamento de suas funcionalidades.

Nome	<b><i>Receber Bytes</i></b>
Descrição	O FE recebe, via serial, bytes relativos aos pacotes enviados pelas UTRs. Estes bytes são armazenados em um buffer, que permitirá o acesso do sistema aos dados nele contidos.
Lógica	Ler dados da serial para a memória.

Nome	<b><i>Montar Pacote UTR</i></b>
Descrição	Os pacotes são lidos do buffer de memória, analisados, e transferidos para um depósito interno.
Lógica	Analisar dados na memória. Mover dados da memória para Pacote.

O objeto responsável pela Interface UTR/FE ainda é composto por um método denominado *Mostrar Informações*, que exterioriza as funções descritas anteriormente.

Nome	<i>Mostrar Informações</i>
Descrição	Todas as informações, correspondentes aos dados das remotas da Margem Direita e da Casa de Força, são exteriorizadas. Entre elas estão o número de pontos analógicos e digitais do sistema, a quantidade de varreduras realizadas, e a ocorrência de erros na comunicação com as UTRs.
Lógica	Mostrar Dados. Indicar Erros na Comunicação.

#### ***IV.3.3. Objeto responsável pela Interface FE/EC***

O objeto responsável pela interface Front-End/Estação Central possui características semelhantes ao objeto descrito anteriormente, sendo estruturado da seguinte forma:

Interface FE/EC = *Objeto*

*Dados* : N° de Scans  
 Tempo de Scan  
 N° de Erros  
 Estrutura do Pacote  
*Métodos* : Montar Pacote  
 Mostrar Informações

*Fim Objeto.*

Segue uma descrição dos dados e métodos deste objeto.

##### ***IV.3.3.1. Dados***

###### **a. Dados de Comunicação**

Os dados disponibilizados por este módulo estão associados ao envio, à Estação Central, do pacote contendo informações de todos os pontos a serem supervisionados.

As informações são análogas às exteriorizadas no módulo anterior, porém informam o status global do Front-End. São elas: número de varreduras total do sistema, tempo

relativo a cada varredura, tamanho e checksum do pacote a ser enviado, ação correspondente à montagem dos pacotes.

Os dados de comunicação têm o propósito de indicar a montagem dos pacotes completos, e o seu envio à Estação Central.

**b. Protocolo de Comunicação entre o Front-End e a Estação Central (Pacote FE/EC)**

Após a recepção dos dois pacotes de dados vindos das unidades remotas, o Front-End tem a função de agregá-los em apenas um, e disponibilizá-lo à Estação Central. A figura IV.5 ilustra este pacote.

SOH	Tamanho	C1	C2	Ptos Analog	Ptos Digit	CheckSum	EEE
-----	---------	----	----	-------------	------------	----------	-----

Figura IV.5 - Pacote de Dados Completo

Esta estrutura, quase idêntica a da figura IV.3, indica os status dos erros de processamento em cada remota (C1 e C2), sendo sua estrutura final dada por:

Tipo Pacote = Classe

- SOH : Character;
- Tamanho : Byte;
- C1 : Byte;
- C2 : Byte;
- Pontos Analógicos : Array de Inteiros;
- Pontos Digitais : Array de Bytes;
- CheckSum : Word;
- EEE : Array de Bytes.

Fim Pacote.

Seus componentes são os mesmos dos pacotes enviados pelas remotas, diferenciando-se pelo tamanho do pacote, que contém todos os dados do sistema. Desta forma, os arrays contendo os pontos analógicos e digitais são equivalentes aos dados, integrados, das duas unidades terminais remotas.

Este pacote é armazenado em um banco de dados próprio, em rede com o Software da Estação Central. Sua arquitetura é ilustrada na figura IV.6.

HORA	PACOTE
309373	<Bytes>

Figura IV.6 - Banco de Dados do Sistema

#### IV.3.3.2. Métodos

Nome	<b>Montar Pacote</b>
Descrição	É responsável pela leitura dos pacotes vindos das remotas, verificação dos possíveis erros neles contidos, e montagem do pacote completo, contendo todos os dados do sistema. Após a estruturação dos dois pacotes em apenas um, este é armazenado em disco, no banco de dados comum ao FE e à EC.
Lógica	Obter Início e Fim Pacote. Para cada UTR faça Obter dados analógicos; Obter dados digitais; Fim Para. Obter Checksum. Gravar. Mostrar Dados.

Nome	<b>Mostrar Informações</b>
Descrição	Todas as informações, relativas à montagem do pacote completo, como tamanho do pacote, checksum, e indicações de erro são exteriorizadas.
Lógica	Mostrar Dados. Mostrar Estrutura do Pacote.

#### IV.4. Interface Gráfica

A interface gráfica do Software do Front-End possui funções que atendem aos requisitos operacionais. Entre as funcionalidades presentes, pode-se destacar: apresentação dos dados vindos das unidades terminais remotas, registro de irregularidades no sistema, atualização de displays com informações relevantes ao funcionamento do sistema, indicações do status da comunicação, intercâmbio de informações com a Estação Central, através da disponibilização de pacotes de dados.

A apresentação destes elementos é feita por intermédio de três telas, que possibilitam ao operador o acompanhamento da coleta de informações sobre a recepção e a transmissão dos dados a serem supervisionados.

Primeiramente, o usuário tem acesso a uma tela principal, que contém informações sobre o status do sistema. Nela, visualiza-se a estrutura do pacote de informações que

deverá ser enviado à Estação Central, possibilitando-se a verificação da ocorrência de erros na aquisição de dados, e a evolução na varredura de todos os pontos adquiridos.

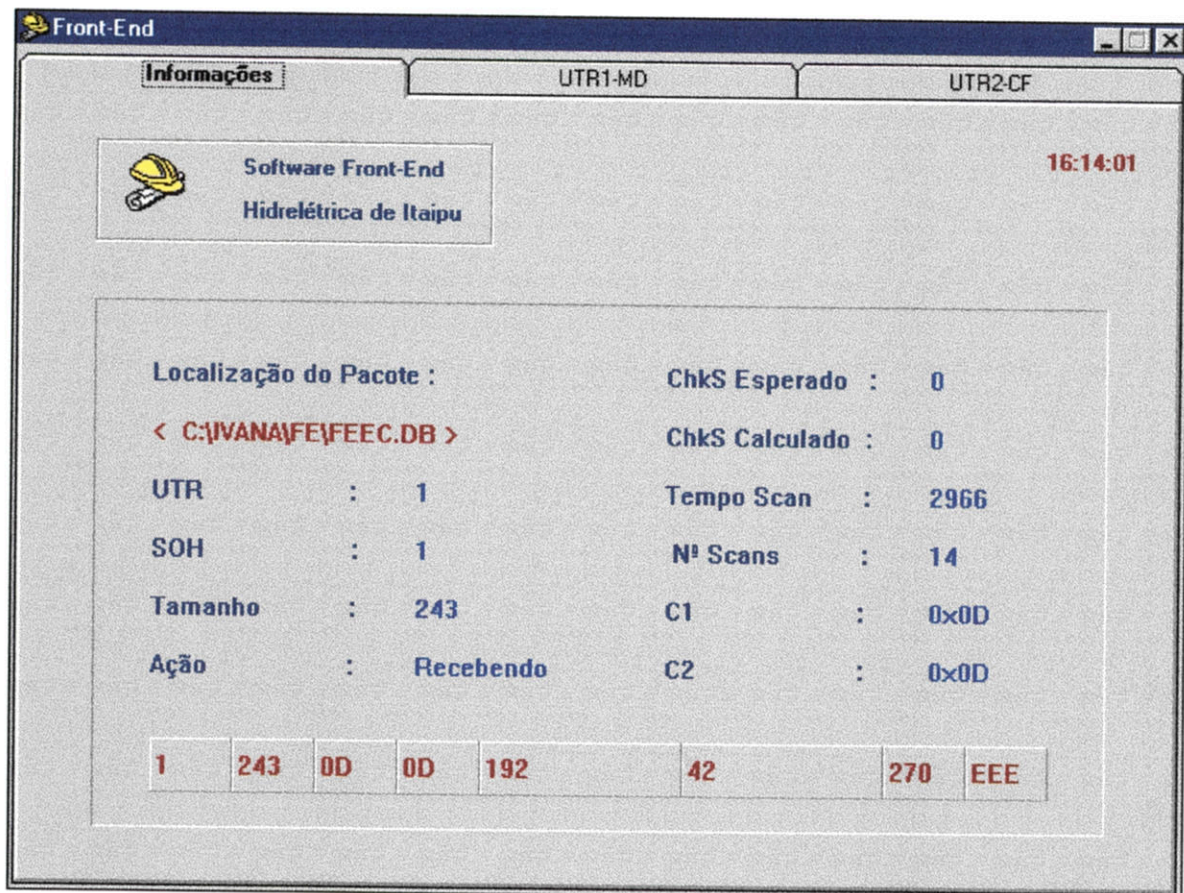


Figura IV.7 - Tela Principal - Software do Front-End

A figura IV.7 ilustra a tela principal do Front-End, onde são destacados aspectos relevantes sobre o comportamento do processo. Entre eles, pode-se citar:

- Indicação, em tempo real, da Unidade Terminal Remota responsável pelo envio de dados ao Front-End, e indicações de erro na comunicação com cada uma;
- Ação executada pelo Front-End. Esta ação inclui o pedido de pacotes às UTRs, o recebimento destes pacotes, ou a montagem dos pacotes correspondentes às duas remotas, para envio à Estação Central;
- Número de varreduras realizadas pelo sistema, indicando seu tempo de duração;
- Dados gerais sobre o pacote enviado à EC, como indicações de início e fim, tamanho, checksum, número de pontos digitais e número de pontos analógicos.

Complementando as informações contidas na tela principal, outras duas telas fornecem dados mais detalhados sobre o processo. Estas duas telas possuem a mesma estrutura, diferindo apenas no conteúdo apresentado, ou seja, cada tela é responsável pela disponibilização de dados específicos sobre uma unidade terminal remota (ou da Margem Direita, ou da Casa de Força).

A figura IV.8 ilustra uma destas telas.

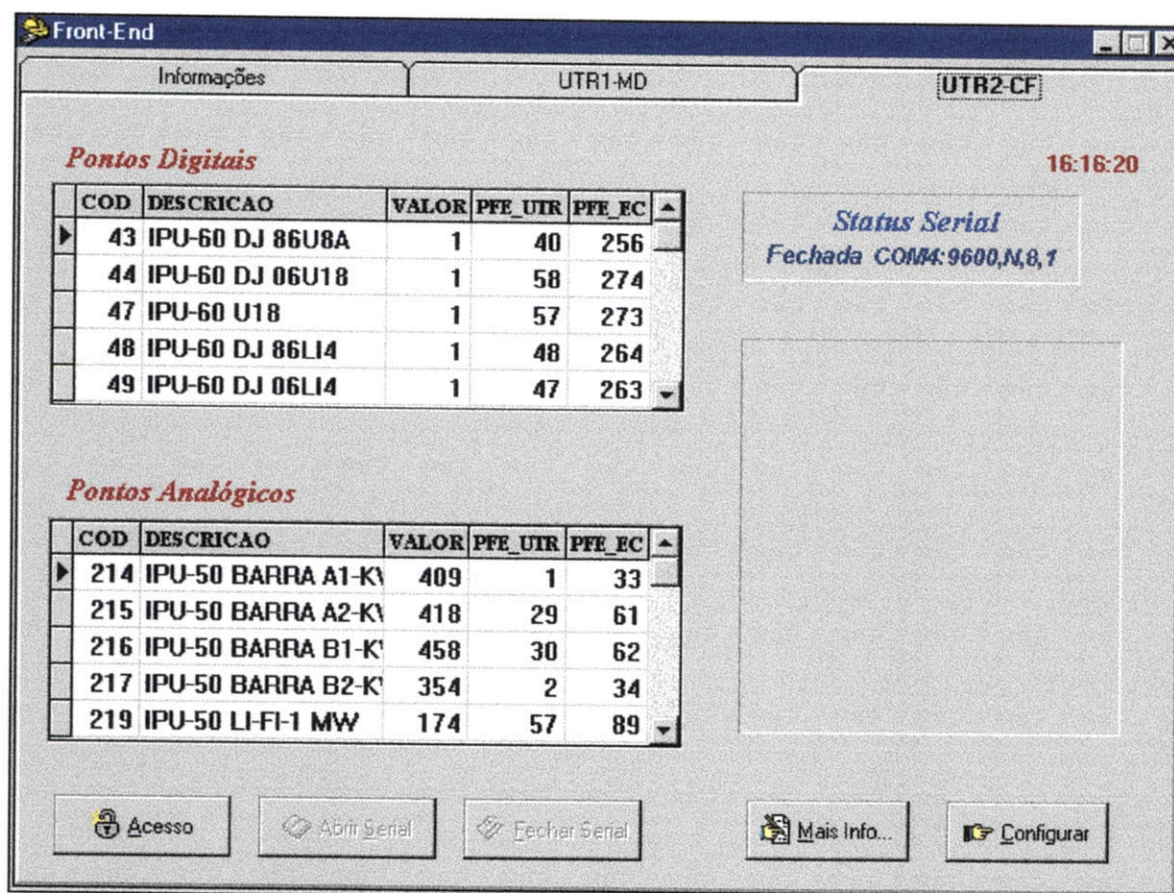


Figura IV.8 - Tela Específica do Front-End

A área em branco corresponde, alternadamente, às telas das figuras IV.8.1 e IV.8.2.

<i>Tempo de Scan</i>	: 0
<i>Chks Esperado</i>	: 0
<i>Chks Calculado</i>	: 0
<i>Nº Scans</i>	: 61
<i>Nº Erros</i>	: 61
<i>Pos/Tamanho</i>	: 0/148
<i>SOH</i>	: 0
<i>Analog / Digit</i>	: 64/72

Figura IV.8.1 - Dados Gerais do Pacote

<b>Tipo de Erro:</b>	
<input type="checkbox"/>	<i>CheckSum</i>
<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Tamanho</i>
<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Remota Fora</i>
<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Frame (SOH+EE)</i>
<input type="checkbox"/>	<i>Conversor AD</i>
<input type="checkbox"/>	<i>Conversor Dig</i>
<input type="checkbox"/>	<i>Comunicação</i>

Figura IV.8.2 - Erros Encontrados na Estrutura do Pacote

As telas específicas do Front-End possuem as seguintes características:

- Relacionam informações referentes aos pontos localizados em cada remota, tais como código dos pontos, descrição, valor, e localização destes nos pacotes recebidos das remotas e no pacote enviado à estação central ;
- Permitem fechamento e abertura das portas de comunicação serial;
- Mostram dados gerais sobre cada pacote recebido, como tempo de varredura, número de scans do processo, número de erros ocorridos, checksum, tamanho do pacote, número de pontos analógicos e digitais de cada remota, como ilustra a figura IV.8.1.
- Indicam os erros encontrados na conversão dos valores obtidos. Estes erros podem ser de comunicação (modem fora, linha com problemas, parâmetros da serial incorretos), remota fora, tamanho do pacote, checksum, frame (erros nos bytes de indicação de início



e fim do pacote), e status dos conversores analógicos e digitais. A figura IV.8.2 ilustra como estas informações são exteriorizadas.

- Permitem alterar a configuração do sistema, através de janelas próprias (uma relativa à MD e outra à CF) que dão acesso a informações sobre a comunicação dos dados. Aqui, os seguintes parâmetros das portas seriais podem ser ajustados: porta, paridade, databits, stopbits e velocidade de comunicação. A figura IV.9 ilustra uma das telas de configuração disponíveis.

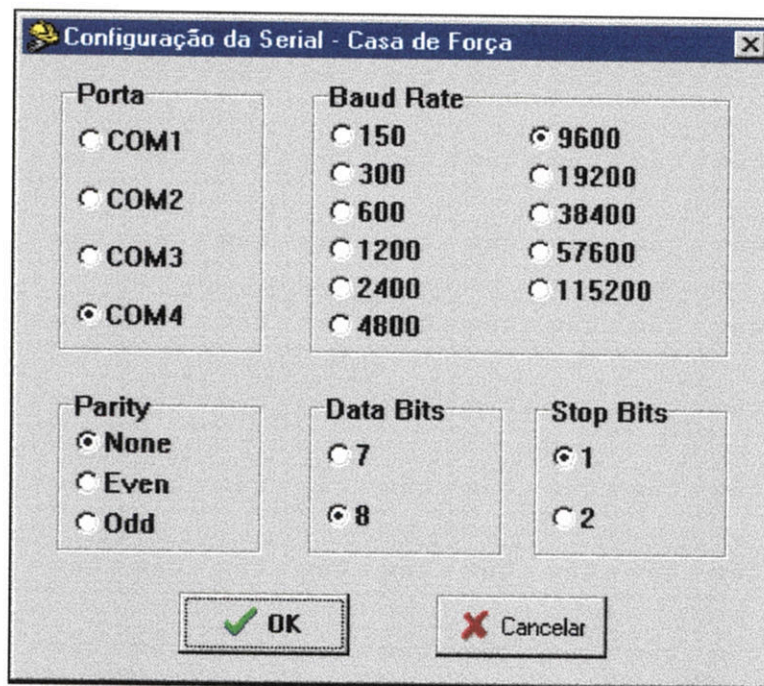


Figura IV.9 - Tela de Configuração da Comunicação

A interface gráfica do Front-End é responsável pela disponibilização ao usuário de informações confiáveis, gerando informações consistentes para a atualização do sistema, com os dados das grandezas adquiridas em tempo real.

Os técnicos responsáveis pela manutenção do SSO são os principais elementos que operam o Front-End. Tal uso faz-se necessário a fim de monitorar a ocorrência de falhas ou observar determinados aspectos de funcionabilidade do sistema.

Assim, quando há necessidade, as telas do Front-End são disponibilizadas para interação com o usuário. Até então, este software fica ativo em um equipamento interligado à Estação Central, porém imperceptível aos operadores do sistema de supervisão.

## **IV.5. Testes e Validação do Sistema**

Após a implementação do Software do Front-End, testes foram realizados com o propósito de validar o seu funcionamento, garantindo a aquisição e a transmissão de dados confiáveis para o Sistema de Supervisão da Hidrelétrica de Itaipu.

Surtem, assim, algumas questões a serem respondidas:

- 1) O sistema gera dados confiáveis em tempo real ?
- 2) A cada varredura (3 segundos), os dados são recebidos das UTRs e analisados corretamente ?
- 3) Os pacotes contendo informações são montados de acordo com a estrutura de projeto, e armazenados adequadamente em um banco de dados comum ao Front-End e à Estação Central ?

Para responder a estas perguntas, o ambiente computacional do software em questão foi testado através de emuladores, que simulam o comportamento do sistema, enviando dados pré-estabelecidos ao processo.

Com a necessidade de realização dos testes, foram implementados dois emuladores, denominados “Emulador das Remotas” e “Emulador do Front-End”, com funcionalidades distintas, sendo que suas estruturas são descritas a seguir.

### ***IV.5.1. Emulador das Remotas***

O Emulador das Remotas é um software, desenvolvido com o intuito de testar o funcionamento e garantir a confiabilidade do Software do Front-End. Este emulador gera pacotes contendo dados conhecidos, relativos às UTRs da Margem Direita e da Casa de Força.

Este ambiente permite a simulação do envio de informações ao Front-End, via serial, possibilitando a realização dos testes necessários para a validação do sistema.

Pode-se simplificar o seu comportamento através do exposto a seguir.

O Front-End manda um pedido para recebimento de dados à remota da Margem Direita; esta é emulada, enviando um pacote de dados randômicos, via serial, para o Front-End. Este mesmo procedimento é executado para a remota da Casa de Força.

De posse dos dois pacotes, o Front-End exerce suas funções, como se estivesse recebendo dados reais; desmonta, então, cada pacote, avaliando a veracidade das informações recebidas e disponibiliza um pacote completo para o sistema central, armazenando-o em um banco de dados adequado.

A interface gráfica do “Emulador das Remotas” apresenta algumas funcionalidades que auxiliam nos testes realizados: permite a escolha da UTR que se deseja emular; simula erros nos conversores analógicos e digitais dos pontos do sistema; permite a visualização e a mudança dos parâmetros de comunicação via portas seriais.

A interface descrita é ilustrada na figura IV.10.

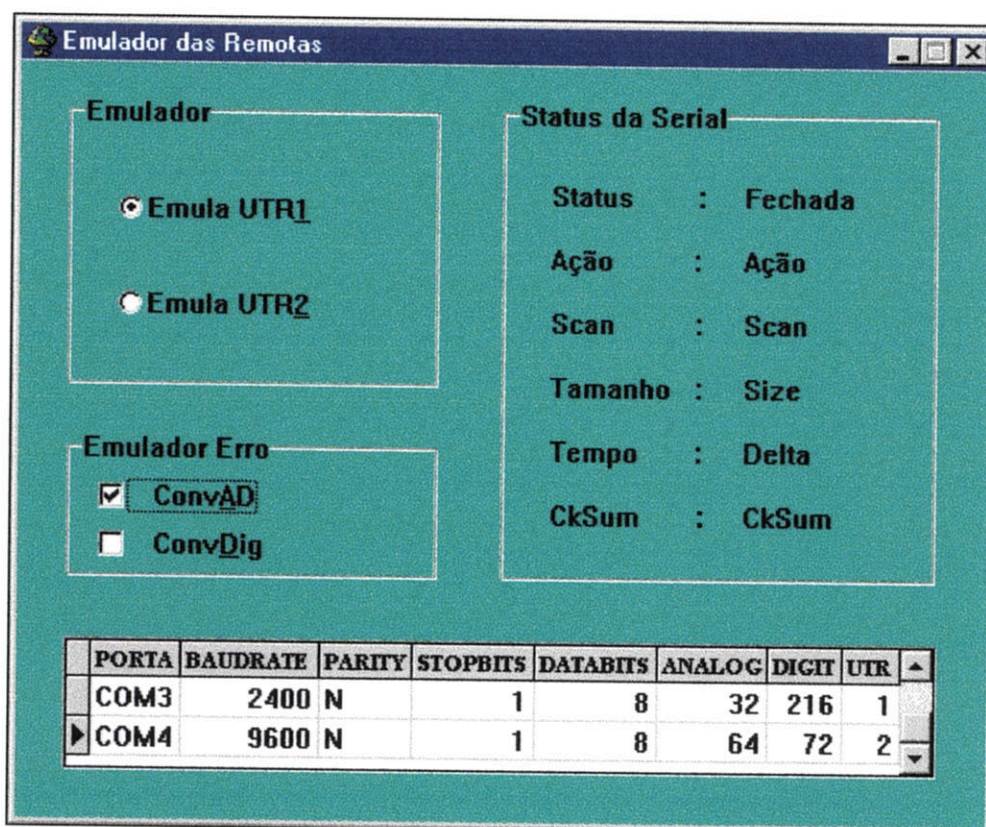


Figura IV.10 - Emulador das Remotas

A tabela a seguir identifica os testes que auxiliaram na validação do Front-End.

TESTES	RESULTADOS
Simulação do envio de pacotes, pelas UTRs da Margem Direita e da Casa de Força	Visualização, na interface gráfica do Front-End, dos dados relativos aos pacotes recebidos, como número de scans, número de erros, tamanho do pacote, checksum enviado, tempo de varredura dos pontos analógicos e digitais do sistema
Mudança nos parâmetros de configuração das portas de comunicação serial, via Emulador das Remotas	Envio de pacotes de dados conforme a nova configuração, resultando em perda da comunicação com o Front-End, se este estivesse configurado diferentemente da UTR em questão
Fechamento do canal serial, via Front-End, mudança nos parâmetros de configuração das portas de comunicação serial, e re-abertura do canal de comunicação	Aceitação dos novos parâmetros, e armazenamento destes em um banco de dados específico
Simulação de erro no conversor analógico	Indicação, no painel de erros do Front-End, que o status do conversor analógico, relativo à remota que estava sendo emulada, estava com problemas
Simulação de erro no conversor digital	Indicação, no painel de erros do Front-End, que o status do conversor digital, relativo à remota que estava sendo emulada, estava com problemas
Verificação do funcionamento geral do sistema	Acompanhamento da evolução do processo, analisando conjuntamente os dados apresentados nas telas do emulador e do FE
Funcionamento do FE sem o Emulador das Remotas	Indicação, no painel de erros do Front-End, que os pacotes de dados não estavam sendo gerados pelas UTRs

Os inúmeros testes realizados serviram para garantir o funcionamento adequado do sistema em tempo real. Os pacotes vindos das unidades remotas são desmontados e analisados corretamente, de acordo com a estrutura definida na fase de projeto, e armazenados em um banco de dados comum ao FE e à EC, possibilitando o acesso do Software de Supervisão a todas as informações úteis para a monitoração da Hidrelétrica de ITAIPU.

### IV.5.2. Emulador do Front-End

O Emulador do Front-End é um software, desenvolvido com o intuito de testar o funcionamento do Software da Estação Central, e garantir a segurança das informações por ele disponibilizadas.

Este emulador gera, a cada três segundos, um pacote contendo dados randômicos, que possui estrutura idêntica ao ilustrado na figura IV.5, sendo armazenado no banco de dados comum ao Front-End e à Estação Central.

Além de gerar dados aleatórios, este ambiente permite a simulação de erros no Front-End, com o propósito de verificar se o Sistema de Supervisão detecta corretamente as falhas ocorridas. Os erros podem ser de falhas nas unidades remotas, ou no próprio FE, tornando-o inativo, e interrompendo, assim, a geração dos dados.

A interface gráfica do Emulador do Front-End pode ser vista na figura IV.11.

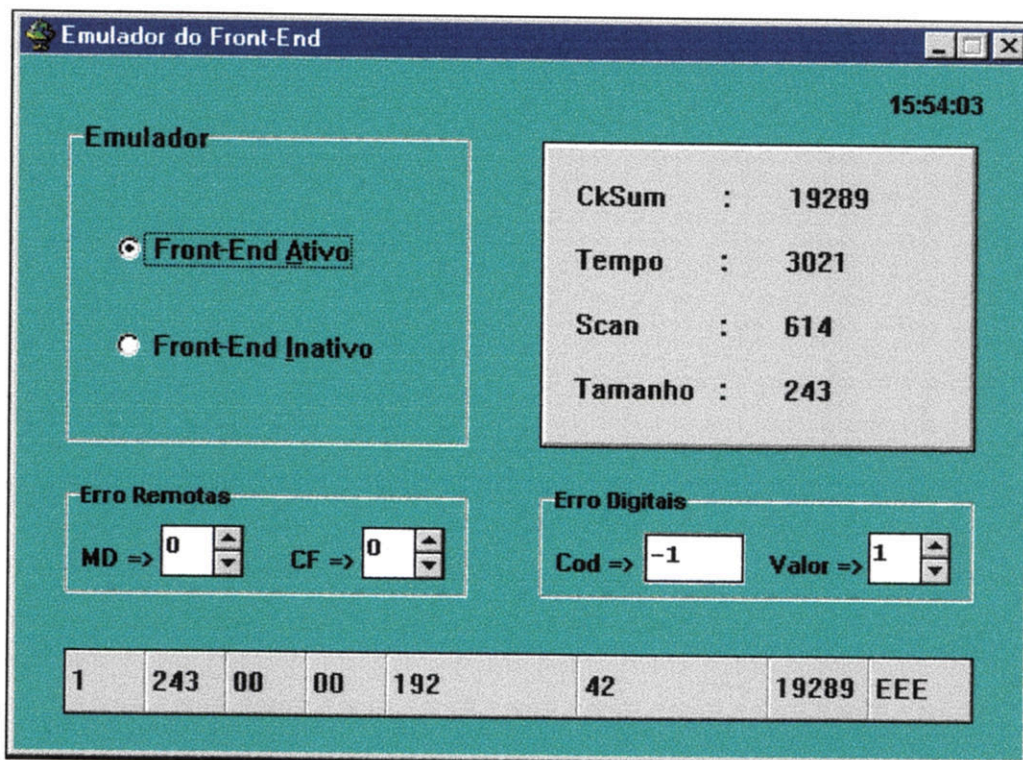


Figura IV.11 - Emulador do Front-End

Os testes realizados durante a implementação do software da Estação Central permitiram a verificação da integração de seus módulos. As seguintes simulações foram feitas no decorrer do trabalho:

TESTES	RESULTADOS
Simulação do envio de pacotes de dados à Estação Central	Visualização dos valores de todos os pontos supervisionados na usina, com a indicação de seu estado (normal, inibido, alarmado ou inválido) através de códigos de cores
Possibilidade de envio, à Estação Central, de valores específicos de determinadas grandezas, para verificação do comportamento do sistema como um todo	Resposta aos diferentes parâmetros recebidos, atuando adequadamente sobre os valores analógicos e digitais
Simulação de erros na remota da Margem Direita	Indicação de ocorrência de problemas com a remota da Margem Direita, e disponibilização de uma janela informando o erro ocorrido
Simulação de erros na remota da Casa de Força	Indicação de ocorrência de problemas com a remota da Casa de Força, e disponibilização de uma janela informando o erro ocorrido
Funcionamento da Estação Central com o Emulador do Front-End inativo	Indicação de perda na comunicação com o FE, e passagem de todos os pontos do sistema para inválidos

Outros testes realizados com o Software de Estação Central, referentes a características próprias deste ambiente, e independentes do funcionamento do Front-End, serão descritos no capítulo V. A validação de seu funcionamento como um todo é a garantia de um ambiente seguro, dentro das especificações de qualidade desejadas.

#### IV.6. Considerações

A fase de implementação do software do Front-End foi concluída em um mês. A partir da definição do problema, até os testes executados, a validação (ou seja, a comparação das simulações feitas com o sistema real) sempre foi realizada com o objetivo de alcançar resultados finais confiáveis.

Com o propósito de aumentar a confiabilidade do sistema como um todo, e, conseqüentemente, minimizar as falhas, é indicada a utilização de *dois* Front-Ends. Haveria

um FE principal, responsável pelo gerenciamento dos dados, e um backup, com as mesmas funcionalidades. Na ocorrência de alguma falha no FE principal, seu backup tornaria-se ativo, garantindo a continuidade na transmissão das informações.

Desta forma, aumentaria-se a segurança do sistema, diminuindo o perigo de perda na comunicação. Esta configuração, entretanto, difere da arquitetura atual, onde há apenas um FE em operação, conforme descrito nas seções anteriores.

Futuramente, com a incorporação do Sistema SCADA à operação da usina, serão utilizados dois Front-Ends no gerenciamento da comunicação. O SCADA, caracterizando-se como um sistema de grande porte, já prevê possíveis erros, e estrutura-se de modo a otimizar o funcionamento do processo.

#### **IV.7. Conclusão**

Com o desenvolvimento do software do Front-End, deu-se início a disponibilização de um ambiente capaz de receber as informações reais das grandezas digitais e analógicas da usina, e supervisioná-las de forma segura.

Para isto, foi realizado um estudo detalhado das funcionalidades presentes nos sistemas de supervisão atuais, e do modo como estes sistemas interagem com o usuário, com o intuito de construir um ambiente com uma estrutura de informações adequada à monitoração das grandezas da usina.

Desta forma, com definições claras sobre o projeto, parte-se para a implementação do Sistema de Supervisão da Operação propriamente dito, estruturado na Estação Central, detalhando sua arquitetura, seus processos e requisitos funcionais.

# Capítulo V

## Estação Central

Este capítulo descreve os detalhes da estrutura do Software da Estação Central, componente chave do Sistema de Supervisão da Hidrelétrica de Itaipu.

A Estação Central é responsável pela monitoração de todos dados vindos do Front-End, informando aos operadores do sistema o estado das grandezas da usina, e permitindo o conhecimento da evolução deste processo elétrico.

A estrutura, aqui descrita, detalha as funcionalidades e os procedimentos necessários à supervisão, enfatizando aspectos de projeto e operacionalização do SSO.

### V.1. Introdução

As facilidades de software e hardware de um sistema de supervisão devem permitir uma série de funções, entre elas: detecção e monitoração de falhas, geração de alarmes, indicação de eventos, reinicialização e reconfiguração automática de computadores, front-ends e servidores.

Incorporando as funcionalidades citadas, a Estação Central caracteriza-se como componente essencial do Sistema de Supervisão da Hidrelétrica de ITAIPU.

O Software da Estação Central recebe, em tempo real, todas as informações processadas pelo Front-End. Estas informações são analisadas e exteriorizadas, de forma a instruir o usuário sobre o estado de disjuntores, geradores, seccionadoras, pólos, filtros, e grandezas analógicas do sistema.



Seus componentes são discutidos a seguir, com o propósito de fornecer uma concepção clara do modelo.

## **V.2. Projeto da Arquitetura**

No ambiente da Estação Central, o operador tem acesso a informações sobre o estado do sistema elétrico de ITAIPU, interagindo sobre ele através das facilidades e funções disponibilizadas.

As principais funcionalidades da Estação Central são: log de dados, log de eventos, tratamento de alarmes, gráficos de tendências, indicador de falhas na recepção ou problemas nos dados do processo, e envio de pacotes de informações a sistemas externos. Estas, e outras funções, são representadas através de um diagrama de fluxo de dados, ilustrado na figura V.1 que detalha seus componentes.

A Estação Central é administrada por um gerenciador, que executa e sincroniza a ativação dos métodos ilustrados. Regidas por este objeto, funções responsáveis pela monitoração do processo são executadas.

Para a implementação do software da Estação Central, o DFD representativo do sistema foi estruturado em nove objetos, responsáveis pela incorporação de seus requisitos funcionais. Estes elementos serão detalhados nas próximas seções.

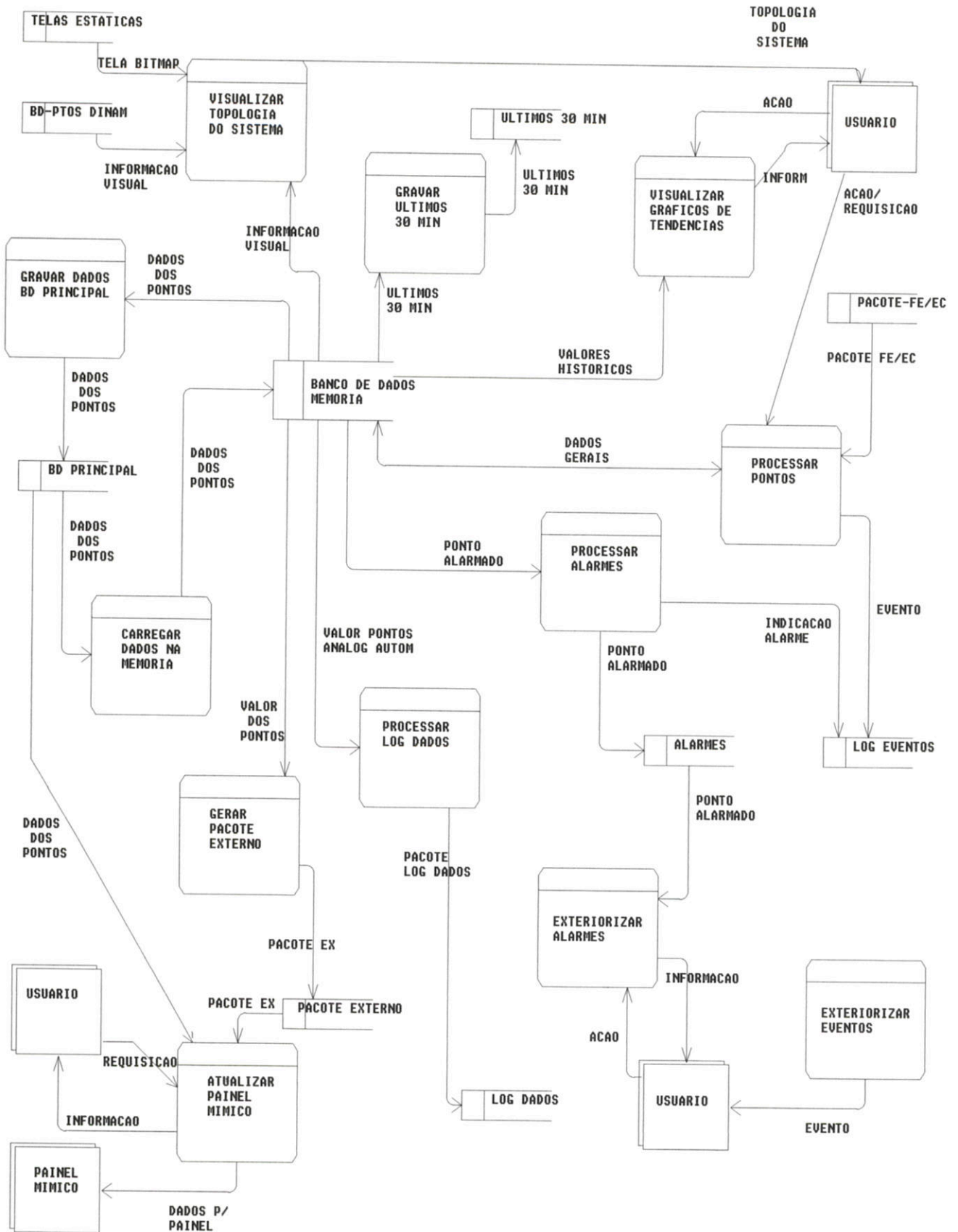


Figura V.1 - Estruturação do Software da Estação Central

### V.3. Estrutura dos Objetos

Os processos e os depósitos que compõem o diagrama de fluxo de dados da Estação Central estão encapsulados nos seguintes objetos:

- Objeto gerenciador da Estação Central;
- Objeto elemento do banco de dados;
- Objeto para visualização gráfica dos elementos do banco de dados;
- Objeto para estruturação dos diagramas e interface com o usuário;
- Objeto Listas de Alarmes;
- Objeto Log de Eventos;
- Objeto Gráfico de Tendências;
- Objeto para Plotagem Gráfica;
- Objeto Log de Dados;
- Objeto Pacote Externo.

Além destes, faz-se uso do tipo definido *TCollection*, disponibilizado pelo Delphi, responsável pela manipulação de um conjunto de objetos.

A seguir, realiza-se uma descrição detalhada destes tipos abstratos de dados.

#### V.3.1. Objeto *TCollection*

*TCollection* é um tipo abstrato, que armazena coleções de itens, e oferece uma quantidade de métodos para manipulá-los.

Além de ser um objeto, e possuir conceito mais geral que uma lista ou *array* tradicional, este elemento ainda apresenta duas características adicionais: seus *arrays* são polimórficos e possuem tamanho variável. Estas definições são abordadas mais detalhadamente a seguir.

#### *Polimorfismo*

Um aspecto dos *arrays* tradicionais, que limita a sua aplicação, é o fato de que cada elemento do array deve ser do mesmo tipo, sendo este tipo determinado em tempo de compilação.

O TCollection, entretanto, supera esta limitação, através da utilização de ponteiros sem tipo definido. Além de ser rápido e eficiente, este elemento é constituído por objetos de diferentes tipos e tamanhos, e não necessita conhecer nenhuma informação sobre os objetos que o compõem; ou seja, ele apenas armazena-os, encapsulando as características de um array dinâmico, e oferecendo rotinas de ativação de procedimentos ou funções, para cada item da coleção.

### ***Tamanho Variável***

O tamanho de um array padrão é fixo em tempo de compilação. Assim, alterações neste array necessitam de mudanças no código e recompilação.

Com a utilização de um TCollection, determina-se seu tamanho inicial, que pode ser incrementado em tempo de execução, para acomodar as informações desejadas. Isto faz com que sua aplicação seja muito mais flexível.

Com base nas definições do TCollection, os bancos de dados principal e específico do Sistema de Supervisão da Operação foram estruturados na memória, de forma a utilizar suas facilidades de implementação.

### ***V.3.2. Objeto Gerenciador da Estação Central***

O gerenciador da Estação Central é o responsável pela administração da interface homem-máquina, e pelo controle da operação dos demais objetos. Este elemento escalona e sincroniza a ativação dos métodos apresentados na figura V.1.

Suas funcionalidades podem ser divididas em dois grupos: de inicialização e de controle executivo.

O primeiro grupo é responsável pela inicialização dos objetos que compõem o SSO, criando, desta forma, uma estrutura que comporta as funcionalidades previstas. É definido da seguinte forma:

### ***Inicialização dos Objetos***

- *Criação do banco de dados de memória*

Esta rotina cria uma coleção de pontos, na memória, contendo todos os elementos do banco de dados principal, permitindo, assim, o acesso a esta estrutura e o processamento de suas informações;

- *Criação da estrutura de telas estáticas e dinâmicas*

Esta rotina é responsável pela estruturação dos 22 diagramas que compõem o sistema, através da criação das telas estáticas do processo (bitmaps), e inserção de seus respectivos componentes dinâmicos;

- *Criação das demais estruturas do processo*

Inicialização de todos os outros objetos, entre eles: log de eventos, pacote externo, log de dados, responsáveis pela disponibilização das funcionalidades do SSO.

O segundo grupo realiza funções de controle executivo, ou seja, é responsável pelo controle e sincronismo da ativação dos demais métodos do sistema. Fica assim definido:

### ***Controle Executivo***

- Execução, a cada três segundos, das seguintes funções:

- Processamento dos dados vindos do Front-End: responsável pela leitura de pacotes de dados, e processamento dos mesmos, submetendo-os a verificações de validade, status, limites operacionais, entre outros;

- Análise de falhas na comunicação com as unidades remotas, ou com o Front-End: verificação de problemas existentes nas UTRs (como falhas em seus conversores analógicos e digitais), e no Front-End (erros de comunicação);

- Atualização do banco de dados de memória: armazenamento de todas as informações, relativas a cada ponto supervisionado;

- Exteriorização de dados de comunicação: disponibilização, ao usuário, de dados relevantes ao conhecimento do sistema, como número de scans, número de falhas de comunicação e tempo de CPU utilizado para o processamento das informações. Estes dados são disponibilizados na interface gráfica, a partir do sincronismo do timer.

- Execução por eventos, mediante requisições do usuário:
  - Disponibilização de janelas contendo dados do Sistema de Supervisão, como eventos ocorridos, pontos alarmados e gráficos de tendências;
  - Inibição da varredura das grandezas supervisionadas;
  - Alteração de valores, limites operacionais, de razoabilidade, status, estados normais de operação, entre outros, mediante disponibilização de janelas contendo informações sobre os pontos analógicos e digitais do sistema.

O *Gerenciador da Estação Central*, como apresentado, administra a ativação de todos os módulos do SSO, fornecendo a cadência de ações executadas pelo software, e atualizando as informações do sistema, através de uma interface homem-máquina amigável.

Esta cadência é proporcionada por um módulo externo, que gera mensagens a cada 150 milissegundos, fornecendo, assim, uma referência de tempo para o controle executivo.

### ***V.3.3. Objeto Elemento do Banco de Dados***

Este objeto é responsável pela definição de uma estrutura que agrega as informações do banco de dados principal do SSO.

A árvore hierárquica, ilustrada na figura V.2, indica a estruturação dos objetos que compõem este elemento.

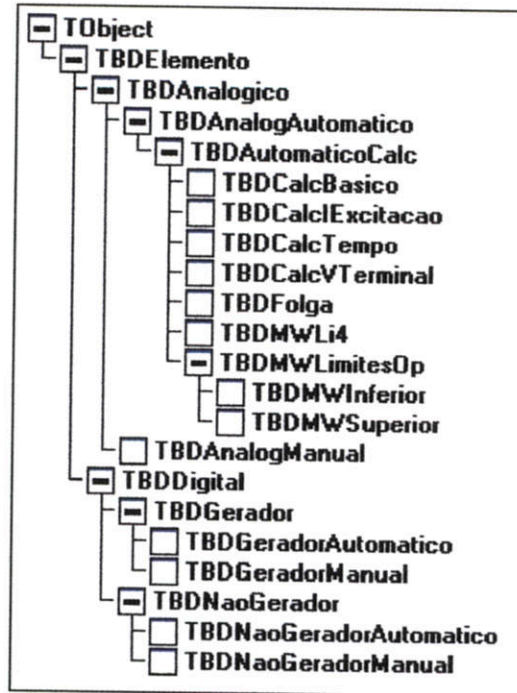


Figura V.2 - Árvore hierárquica, representativa deste objeto

A aplicabilidade deste objeto, e o destaque das funcionalidades presentes são descritos nos próximos itens. Sua estruturação é detalhada no **Apêndice C**.

### Objetivo

Estruturar os objetos representativos das grandezas do sistema elétrico de ITAIPU.

### Estrutura

O objeto TBDElemento agrega as características comuns aos demais componentes de sua árvore hierárquica, representada na figura V.2. Estas características são destacadas a seguir:

- Atributos de cores;
- Endereço do ponto no banco de dados principal;
- Descrição da grandeza;
- Tela a qual o ponto pertence;
- Listas de alarmes, onde são inseridos os pontos alarmados do sistema;
- Localização do ponto no pacote enviado pelo Front-End;
- Localização do ponto no pacote enviado ao Painel Mímico;

- Status do ponto (alarmado, normal, inválido);
- Origem do ponto;

Alguns métodos também são comuns a todos os elementos que compõem este objeto:

- Verificar se um determinado ponto, analógico ou digital, está alarmado, e indicar em que lista de alarmes este deve ser inserido;
- Verificar se um determinado ponto mudou de estado, tornando-se inválido, normal ou alarmado, e indicação desta mudança no log de eventos do sistema.

Os objetos descendentes do *TBDElemento* dividem-se em dois grandes grupos: pontos analógicos e pontos digitais. Estes possuem rotinas próprias, com características particulares de cada componente. A seguir, são definidas as características de cada elemento, destacando os métodos implementados.

#### *PBDAnalógico*

Como características deste elemento, pode-se citar:

- Valor do ponto analógico;
- Atributos do ponto (limites operacionais e de razoabilidade, número de dígitos e número de casas decimais da grandeza analógica).

#### *PBDDigital*

Seus principais atributos são:

- Valor do ponto digital;
- Localização do ponto no pacote de dados vindo do Front-End, através da indicação do byte e do bit em que está posicionado.

Várias rotinas compõem estes objetos. As principais ações, responsáveis pelo processamento dos pontos supervisionados, estão resumidas nos quadros que seguem:



Nome	<b><i>Processar Scan</i></b>
Descrição	Processar, a cada varredura, os dados oriundos do Front-End.
Lógica	Obter dado. Tratar ponto. Atualizar memória. Atualizar pacotes.

Nome	<b><i>Obter Dado</i></b>
Descrição	Obtenção do valor do ponto desejado, mediante leitura no pacote de dados, disponibilizado pelo Front-End.
Lógica	Localizar ponto no pacote. Obter o valor do ponto.

Nome	<b><i>Tratar Ponto</i></b>
Descrição	Análise da validade e das condições operacionais do ponto.
Lógica	Verificar validade. Verificar condições de alarmes.

Nome	<b><i>Atualizar Memória</i></b>
Descrição	Refletir a alteração do ponto nos depósitos de dados e na interface homem-máquina.
Lógica	Atualizar BD de memória. Atualizar IHM.

Nome	<b><i>Atualizar Pacotes</i></b>
Descrição	Armazenamento do ponto em pacotes de dados, para análise pós-operação e disponibilização a subsistemas externos.
Lógica	Atualizar Log de Dados. Atualizar Pacote Externo.

Além das rotinas apresentadas, o objeto em questão ainda processa eventos sob requisição do usuário. Estes eventos são exteriorizados através da rotina *Mostrar Opções*, definida na tabela abaixo.

Nome	<b>Mostrar Opções</b>
Descrição	Implementação do método que descreve o comportamento do ponto, quando este recebe a mensagem proveniente do <i>objeto responsável pela visualização gráfica</i> .
Lógica	Mostrar janela de informações do ponto analógico ou digital. Se dados alterados Então Atualizar BD de memória. Atualizar IHM. Atualizar Log de Eventos. Fim Se.

O seguinte quadro resume como os objetos da interface gráfica respondem ao “click” do mouse:

<b>Objeto</b>	<b>Ação</b>
<b>Ponto Analógico</b>	Disponibilização de uma tela, permitindo a alteração de determinados parâmetros do ponto, conforme ilustra a figura V.3.
<b>Ponto Digital</b>	
<i>Automático</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerador</li> <li>• Demais pontos com dois estados (filtro, pólo, alarme, disjuntor, seccionadora)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Idem, conforme figura V.4.</li> <li>Idem, conforme figura V.5.</li> </ul>
<i>Manual</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerador</li> <li>• Demais pontos com dois estados (filtro, pólo, alarme, disjuntor, seccionadora)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Idem, conforme figura V.4.</li> <li>Alterna entre os estados ABERTO e FECHADO, não disponibilizando nenhuma janela de informações.</li> </ul>

As janelas, relativas às informações sobre os dados analógicos e digitais do sistema, podem ser vistas nas figuras V.3, V.4 e V.5.

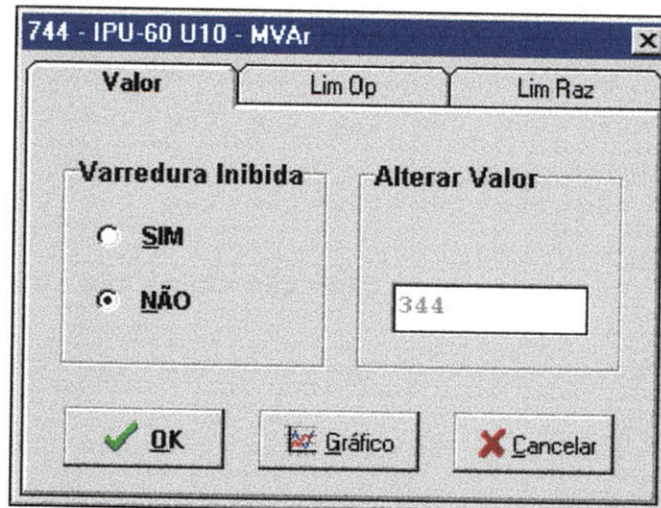


Figura V.3 - Pontos Analógicos

As demais abas (“Lim Op” e “Lim Raz”) permitem a alteração dos limites operacionais e de racionalibilidade do ponto.

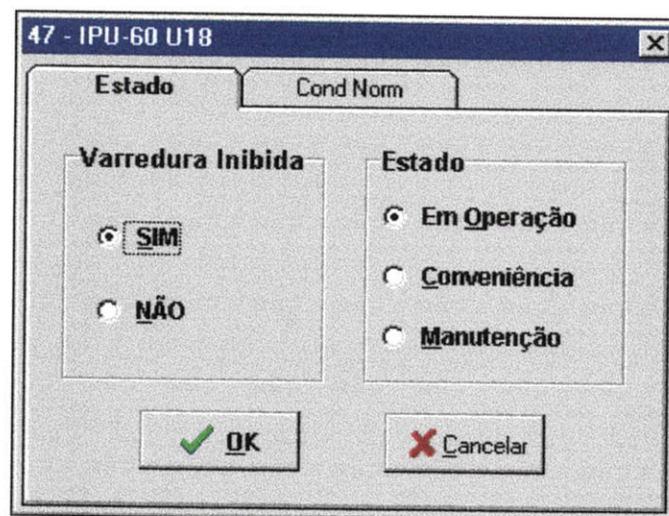


Figura V.4 - Geradores

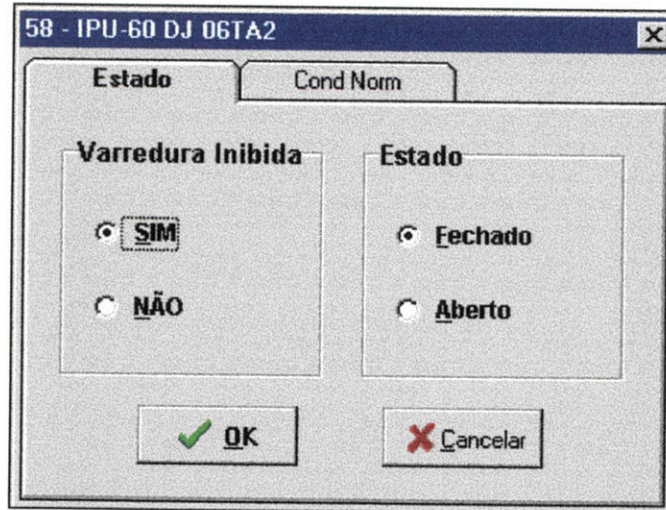


Figura V.5 - Demais Pontos Digitais

A aba “Cond Norm” permite a alteração da condição normal do ponto, tanto para os geradores, quanto para os demais pontos digitais.

#### V.3.4. Objeto para Visualização Gráfica dos Elementos do Banco de Dados

Este objeto é responsável pela exteriorização das informações do banco de dados específico do sistema, associando uma representação gráfica (ícone) a um elemento do sistema elétrico. Assim, um gerador ou disjuntor é desenhado conforme definido no objeto correspondente. A figura V.6 ilustra sua estrutura hierárquica.

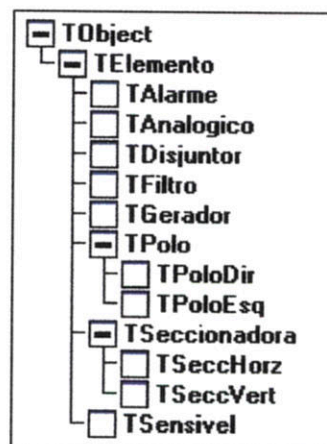


Figura V.6 - Árvore hierárquica, representativa deste objeto

A aplicabilidade deste objeto, bem como o detalhamento de sua estrutura, são descritos a seguir. O **Apêndice C** destaca aspectos de sua implementação.

### **Objetivo**

Estruturar os objetos responsáveis pela exteriorização gráfica dos elementos que compõem os diagramas representativos do sistema elétrico (geradores, disjuntores, seccionadoras, pólos, filtros e grandezas analógicas).

### **Estrutura**

O objeto TElemento agrega as características comuns aos demais componentes da árvore hierárquica, sendo elas:













- Área de sensibilidade;
- Endereço do ponto no banco de dados de memória;
- Atributos de cores.

Além disso, os seguintes métodos complementam as ações de responsabilidade deste objeto:

- Verificar se uma determinada coordenada pertence à área de sensibilidade do elemento;
- Verificar se o elemento pertence a uma área retangular da tela.

Os métodos implementados em cada um dos elementos correspondem às seguintes ações:

- Desenhar o elemento: exterioriza, nos diagramas unifilares do sistema, o componente definido no objeto, que pode ser: disjuntor, gerador, seccionadora, pólo, filtro, alarme ou ponto analógico, cuja representação gráfica está sintetizada na seguinte tabela:

Tipo do Ponto	Estado equivalente a 1	Estado equivalente a 0
Disjuntor		
Seccionadora		
Gerador		
Pólo		
Filtro		
Alarme		
Ponto Analógico	Sua representação equivale ao valor numérico do ponto	

- Processar requisições: envia uma mensagem ao objeto associado ao banco de dados de memória, que contém o método que define o seu comportamento.

### V.3.5. Objeto para Estruturação dos Diagramas e Interface com o Usuário

Este objeto foi criado diante da necessidade de definir um tipo abstrato de dados, que agregasse os elementos estáticos e dinâmicos de uma tela.

Os elementos estáticos são formados por imagens, ou seja, arquivos do tipo *bitmap*, que contêm a estrutura dos 22 diagramas unifilares do SSO. A estrutura dinâmica, por sua vez, é formada por uma coleção de objetos (descritos na seção anterior), que permitem a visualização gráfica dos elementos do banco de dados principal.

Além da estruturação das telas, o objeto em questão possui funcionalidades que possibilitam a interface com o usuário. Desta forma, torna-se responsável pela indicação de que o mouse se encontra em uma área de sensibilidade no diagrama unifilar, permitindo que o operador atue sobre esta área. Assim, dentro do escopo deste objeto, o operador pode interagir com o software, que responderá através do atendimento de suas requisições.

A janela ilustrada na figura V.7 é apresentada mediante solicitação do usuário, ao pressionar o mouse sobre uma área de sensibilidade (por exemplo, o disjuntor 02L01).

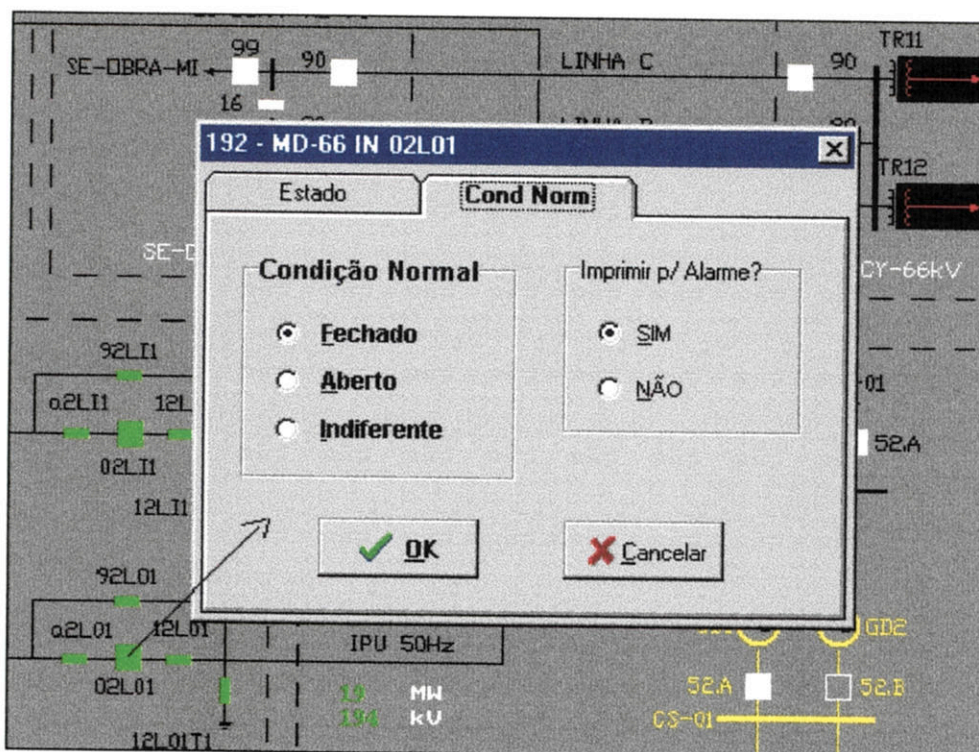


Figura V.7 - Abertura de janelas específicas, sensíveis ao “click” do mouse

### V.3.6. Objeto Listas de Alarmes

Este objeto gerencia a entrada e a saída de pontos alarmados em três listas, visualizáveis na tela.

As listas de alarmes agrupam-se nos seguintes conjuntos:

#### 1. *Alarme não reconhecido*

Um ponto analógico entra nesta lista quando violar os limites operacionais; um ponto digital entra em alarme quando seu estado (aberto/fechado) for diferente da condição normal do ponto.

Pontos digitais ou analógicos saem desta lista quando são reconhecidos pelo operador (passando para a lista dos pontos alarmados e reconhecidos), ou quando normalizados sem serem reconhecidos (passando para a lista de pontos normalizados não reconhecidos).

## 2. Alarme reconhecido

Um ponto analógico ou digital entra nesta lista quando for reconhecido pelo usuário.

Um ponto sai desta lista quando se normaliza.

## 3. Normalizado não reconhecido

Um ponto analógico entra nesta lista quando voltar aos limites operacionais sem ter sido reconhecido anteriormente; um ponto digital entra nesta lista quando voltar à condição normal sem ter sido reconhecido.

Um ponto sai desta lista quando alarmar novamente ou quando for reconhecido.

O diagrama de transição de estados, indicando o funcionamento acima descrito, é ilustrado na figura V.8.

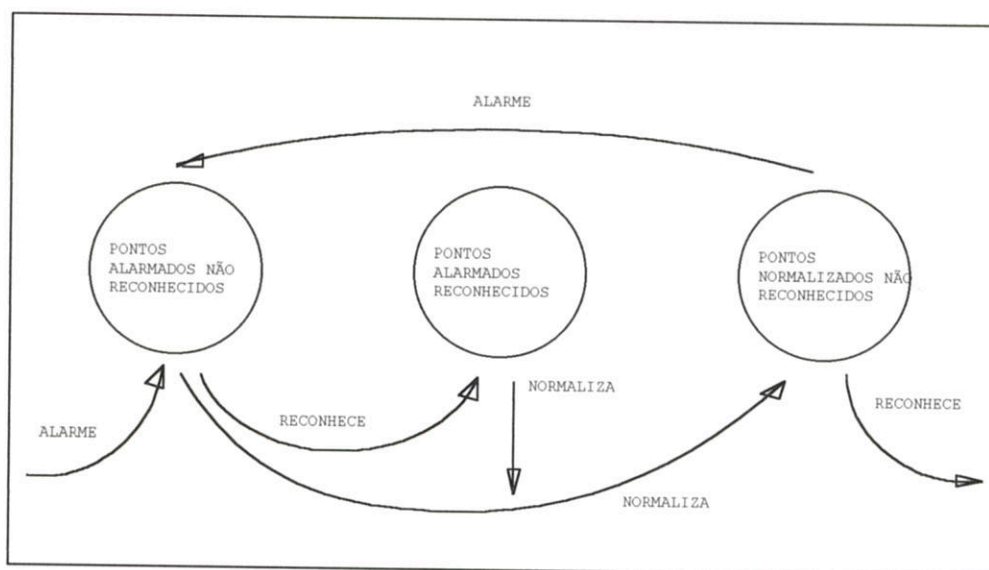


Figura V.8 - Diagrama de Transição de Estados dos Pontos Alarmados

As informações destas listas não são armazenadas em disco, mas a transição é registrada no log de eventos.

A emissão de um sinal sonoro indica que um novo ponto entrou na lista de alarmes. A duração deste som é de 45 segundos, ou até que o usuário pressione uma tecla para silenciá-lo.

No SSO, as três listas de alarmes são apresentadas conforme a figura V.9. Aqui, o operador pode visualizar todos os pontos alarmados do sistema, ou apenas aqueles



pertencentes à Margem Direita ou Casa de Força.

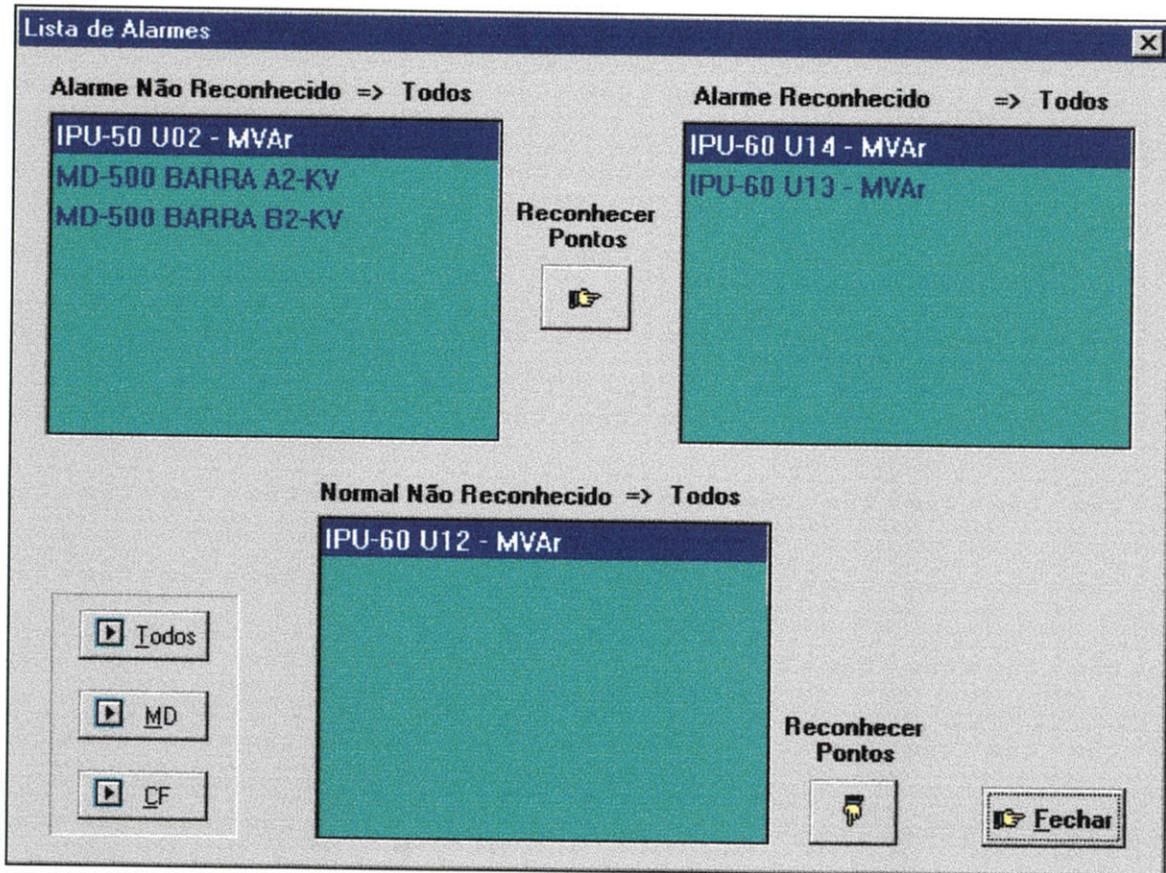


Figura V.9 - Listas de Alarmes

Como indicado anteriormente, os pontos analógicos alarmam quando ultrapassam seus limites operacionais. Assim, com o intuito de esclarecer o comportamento do Objeto Listas de Alarmes, faz-se, no próximo subitem, uma descrição do papel destes limites na operação das grandezas supervisionadas.

#### ***V.3.6.1. Limites de Operação***

Todos os pontos analógicos da ITAIPU, tanto os automáticos quanto os manuais, possuem limites operacionais. Estes limites são utilizados para efeito de verificação de alarmes, conforme ilustra a figura V.10.

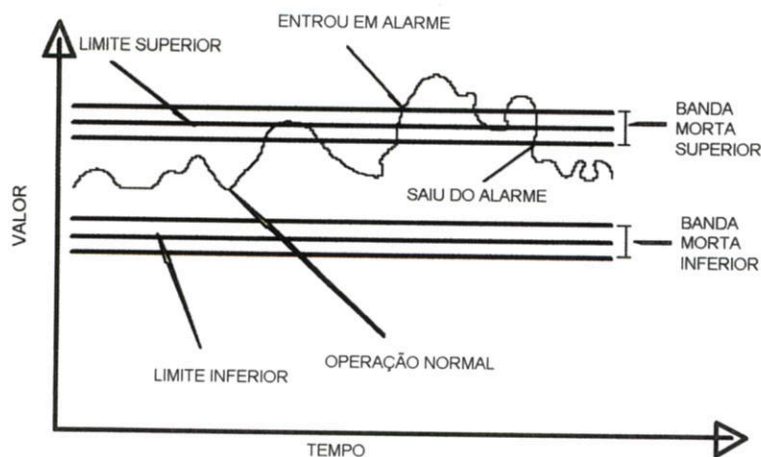


Figura V.10 - Limites Operacionais

Os limites operacionais de cada ponto podem ser definidos manualmente, ou obtidos por meio de cálculos.

As grandezas supervisionadas possuem, ainda, limites de razoabilidade; estes abrangem uma faixa maior de valores, comparados aos limites operacionais, e são utilizados para verificação da validade do dado, ou seja, o ponto torna-se inválido se o valor da grandeza supervisionada ultrapassar estes limites.

### V.3.7. Objeto Log de Eventos

O "Log de Eventos" é um depósito de informações, que contém o registro de todas as ocorrências da Estação Central. Seus dados são expostos na tela, impressos e armazenados em disco, em um banco de dados "Paradox", que possui a seguinte estrutura de dados:

Nome do Campo	Tipo	Descrição
Hora	Hora	Indicação da hora da ocorrência do evento.
Data	Data	Indicação da data da ocorrência do evento.
Evento	String	Descrição do evento.
Código	Inteiro	Informação do código do evento.
Posição no BD Principal	Inteiro	Ponto do banco de dados principal, relacionado com o evento.

Os seguintes eventos são passíveis de registro:

Código	Evento
1	Falha na comunicação com as unidades terminais remotas.
2	Restauração da comunicação com as unidades terminais remotas.
3	Falha na comunicação com o Front-End.
4	Restauração da comunicação com o Front-End.
5	Inicialização da seção.
6	Encerramento da seção.
7	Indicação de que o sistema está <i>Ativo</i> , se não ocorrer nenhum outro evento em um intervalo de 5 minutos.
8	Ponto alarmado.
9	Ponto normalizado.
10	Ponto inválido.
11	Alteração do estado do ponto.
12	Alteração das condições para alarme.
13	Inibição da varredura do ponto.
14	Restauração da varredura do ponto.

Os dados de um dia de trabalho ficam arquivados por um período pré-estabelecido, e são analisados por aplicativos, para avaliação do funcionamento do sistema elétrico.

A figura V.11 ilustra como o Log de Eventos é apresentado na tela do SSO.

DATA	HORA	EVENTO
18/02/97	10:43:08	TEMPO U18 - Normalizado
18/02/97	10:43:23	IPU-60 U10 - MVAr - Varredura Inibida
18/02/97	10:43:23	IPU-60 U10 - MVAr - Valor Alterado Manualmente => 211
18/02/97	10:43:35	IPU-60 U12 - MVAr - Limite Op Superior Alterado => 50
18/02/97	10:43:38	IPU-60 U12 - MVAr - Alarmado
18/02/97	10:44:00	IPU-60 U16 - Varredura Inibida
18/02/97	10:44:12	IPU-60 U16 - Varredura Restaurada
18/02/97	10:45:06	MD-500 BARRA B2-KV - Limite Raz Superior Alterado => 50
18/02/97	10:45:09	MD-500 BARRA B2-KV - Inválido
18/02/97	10:45:27	MD-500 BARRA B2-KV - Limite Raz Superior Alterado => 999
18/02/97	10:45:30	MD-500 BARRA B2-KV - Normalizado

Figura V.11 - Log de Eventos

### V.3.8. Objeto Gráfico de Tendências

O Objeto Gráfico de Tendências é responsável pelo acompanhamento ON-LINE do comportamento de várias grandezas analógicas ou calculadas.

A escolha dos pontos que terão este acompanhamento é feita pela área de operação da usina, e consiste apenas em uma alteração no banco de dados principal, tornando desnecessária a modificação no programa fonte.

Os seguintes pontos estão atualmente selecionados:

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO
210.0	INTERC IPU-ANDE MW	725.0	IPU-60 BARRA B4 - Hz
214.0	IPU-50 BARRA A1-KV	729.0	IPU-50 U01 - MVar
217.0	IPU-50 BARRA B2-KV	730.0	IPU-50 U02 - MVar
223.0	IPU-50 MW - TOTAL	731.0	IPU-50 U03 - MVar
373.0	IPU-50 U01 - MW	732.0	IPU-50 U04 - MVar
374.0	IPU-50 U02 - MW	733.0	IPU-50 U05 - MVar
375.0	IPU-50 U03 - MW	734.0	IPU-50 U06 - MVar
376.0	IPU-50 U04 - MW	735.0	IPU-50 U07 - MVar
377.0	IPU-50 U05 - MW	736.0	IPU-50 U08 - MVar
378.0	IPU-50 U06 - MW	737.0	IPU-50 U09 - MVar
379.0	IPU-50 U07 - MW	744.0	IPU-60 U10 - MVar
380.0	IPU-50 U08 - MW	745.0	IPU-60 U11 - MVar
381.0	IPU-50 U09 - MW	746.0	IPU-60 U12 - MVar
383.0	IPU-60 BARRA A4-KV	747.0	IPU-60 U13 - MVar
384.0	IPU-60 BARRA B3-KV	748.0	IPU-60 U14 - MVar
391.0	IPU-60 MW - TOTAL	749.0	IPU-60 U15 - MVar
541.0	IPU-60 U 10 - MW	750.0	IPU-60 U16 - MVar
542.0	IPU-60 U 11 - MW	751.0	IPU-60 U17 - MVar
543.0	IPU-60 U 12 - MW	752.0	IPU-60 U18 - MVar
544.0	IPU-60 U 13 - MW	820.0	TOTAL MVar 50
545.0	IPU-60 U 14 - MW	821.0	TOTAL MVar 60
546.0	IPU-60 U 15 - MW	822.0	TOTAL MVar
547.0	IPU-60 U 16 - MW	823.0	TOTAL MW
548.0	IPU-60 U 17 - MW	841.0	ICAMPO U10
549.0	IPU-60 U 18 - MW	842.0	ICAMPO U11
551.0	MD-220 BARRA A1-KV	843.0	ICAMPO U12
553.0	MD-220 LI ACY-1 MW	844.0	ICAMPO U13
554.0	MD-220 LI ACY-2 MW	845.0	ICAMPO U14
555.0	MD-220 LI MD-LIM	846.0	ICAMPO U15
586.0	MD-500 BARRA B2-KV	847.0	ICAMPO U16
644.0	NIVEL A. ABAJO	848.0	ICAMPO U17
645.0	NIVEL EMBALSE	849.0	ICAMPO U18
723.0	IPU-50 BARRA B2 - Hz		

Este módulo é capaz de efetuar as funções de um registrador gráfico, onde a

evolução temporal das grandezas pode ser observada por 30 minutos, anteriores ao dado mais recente adquirido. As seguintes tarefas são disponibilizadas:

<i>Funções do Registrador Gráfico</i>	
<b>Função</b>	<b>Descrição</b>
Expandir	Os gráficos são enquadrados entre o maior e o menor valor adquirido nos últimos 30 minutos.
Comprimir	Os gráficos são enquadrados entre os limites superior e inferior, definidos para a grandeza.
Selecionar	O operador pode definir o conjunto de gráficos que serão visualizados (de 1 a 5), através de uma janela, que lista todos os componentes do sistema com acompanhamento on-line.
Obter Valor	Através deste comando, o usuário pode visualizar o valor do ponto on-line, em qualquer instante de tempo.
Imprimir	Permite a impressão da tela dos gráficos de tendências.

Os gráficos, individualmente, correspondem a um objeto que implementa as funções básicas de plotagem, cuja descrição é feita na seção V.3.9.

O usuário dispõe, ainda, de funções que são disponibilizadas através do “duplo click” do mouse, sendo:

- Sobre a escala individual dos Gráficos, alternam-se os modos comprimir e expandir;
- Sobre cada gráfico, individualmente, ativa-se a tela que contém o ponto analisado.

Adicionalmente, há uma padronização de cores e preenchimento, para os estados Normal, Alarmado, Inválido e Inibido, que pode ser observada em uma régua de mensagens.

A figura V.12 ilustra a tela do registrador gráfico.

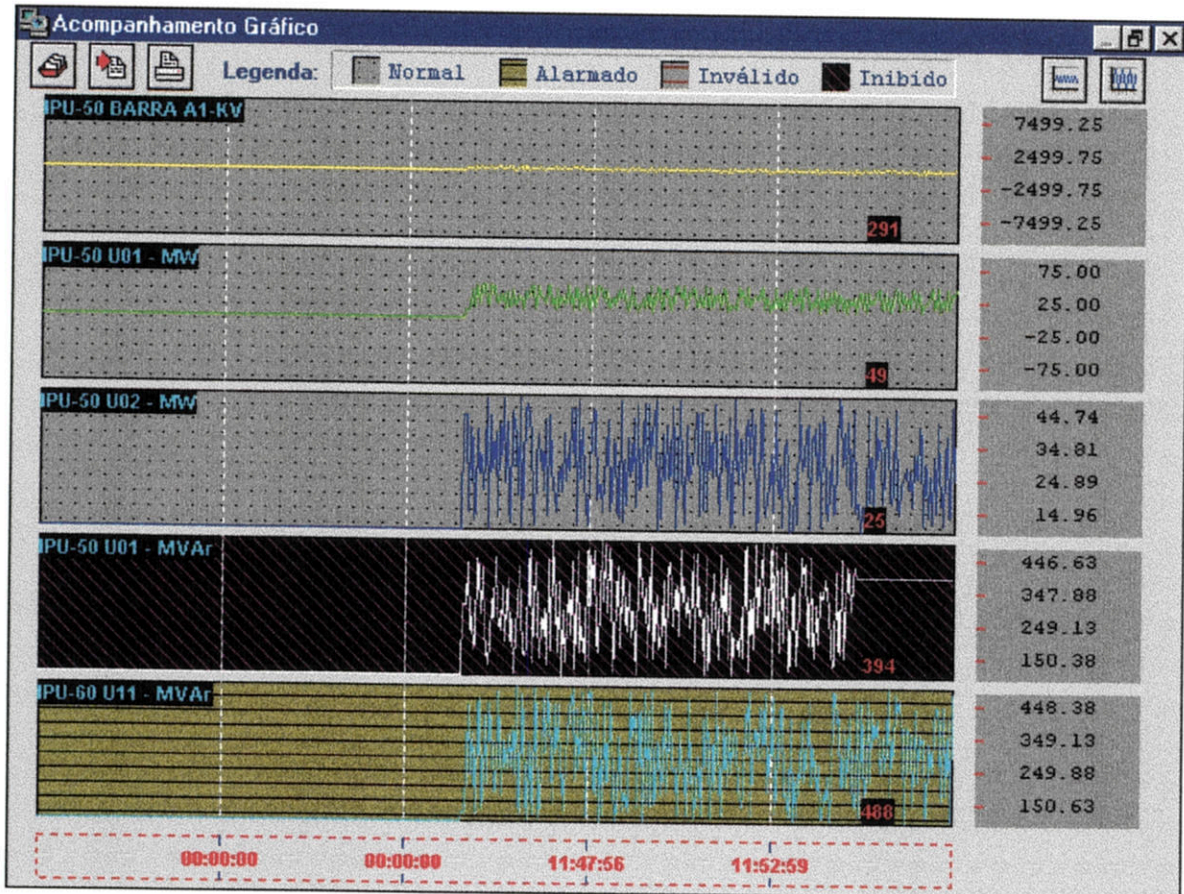


Figura V.12 - Tela do Registrador Gráfico do SSO

### V.3.9. Objeto para Plotagem Gráfica

Este objeto implementa as funções de plotagem dos gráficos e escalas, disponibilizados pelo registrador gráfico.

Não foi utilizado o plotador disponível do Visual Basic, devido às restrições de tempo e atualização gráfica que este apresenta. Assim, definiu-se este objeto, com capacidade de exteriorizar rapidamente os gráficos desejados, não comprometendo o tempo de processamento do SSO.

A título de comparação, o tempo gasto para visualização de um gráfico, utilizando-se o objeto disponível, totalizou 200 milissegundos, enquanto que o obtido com a implementação própria não excedeu 10 milissegundos.

O objeto em questão agrega as seguintes ações de responsabilidade:

- Plotar o gráfico, contendo a curva com o fundo indicativo do estado do ponto, e a escala

- do eixo y, que determina os limites de enquadramento do ponto a ser plotado;
- Normalizar dado: conversão do ponto, de seu valor de engenharia para o equivalente em pixels;
  - Enquadrar o gráfico nos limites definidos: enquadramento e exteriorização do gráfico de tendências, entre dois tipos de limites pré-definidos: limites operacionais superior e inferior, ou valores máximo e mínimo, assumidos pelo ponto durante os últimos 30 minutos.

### V.3.10. Objeto Log de Dados

O "Log de Dados" é um depósito de informações, que são armazenadas em disco, a fim de manter uma memória dos pontos analógicos do sistema, com aquisição automática.

O arquivo gerado é do tipo binário, e contém o registro, a cada scan, do estado de cada grandeza. Toda as informações estão guardadas em uma forma iterativa, cuja estrutura é esquematizada na figura V.13.

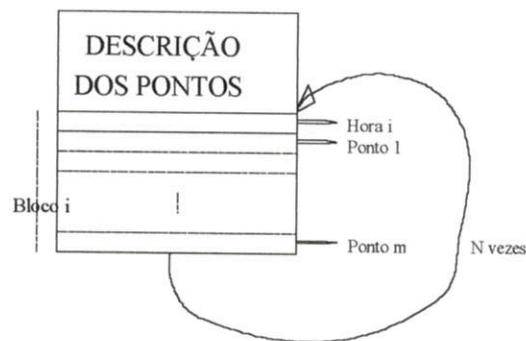


Figura V.13 - Log de Dados

O arquivo possui dois cabeçalhos, um contendo a data de criação do arquivo, e o número de pontos analógicos presentes, e o outro com informações sobre o nome e o multiplicador destes pontos, identificando-os no banco de dados. Na seqüência, tem-se um conjunto de blocos, montados da seguinte forma:

- Hora relativa ao processamento do bloco ( $H_i$ );
- $M$  pontos analógicos compostos de: status do ponto e valor bruto.

O período de varredura está associado às características do SSO, sendo dado pela diferença entre dois scans consecutivos, como segue:

$$T = H_{i+1} - H_i = 54 \text{TimerTick} = \frac{54 \times 65536}{1193180} = 2,966s \approx 3s$$

A cada 3 segundos, todos os pontos analógicos automáticos são armazenados no "log de dados". Em um período de 24 horas, a quantidade de blocos é:

$$N = \frac{24 \times 60 \times 60}{2,966} = 29130 \text{ blocos}$$

Assim, o espaço em disco, que cada arquivo de log ocupa, é proporcional ao período de scan e à quantidade de pontos registrados. Atualmente, existem 93 pontos analógicos ( $M$ ) com registro, sendo o espaço ocupado em disco ( $S$ ) dado por:

$$S = N \times (2 + 2 \times M + \text{Round}(\frac{M}{4}))$$

$$S = 29130 \times (2 + 2 \times 93 + \frac{93}{4})$$

$$S \approx 6 \text{Mbytes}$$

Na expressão anterior, o termo entre parênteses denota a quantidade de bytes por bloco de dados.

O seguinte método descreve sucintamente o comportamento deste objeto:

Nome	<b><i>Gravar Log de Dados</i></b>
Descrição	Cria um arquivo binário, e armazena, a cada scan, todos os pontos analógicos com aquisição automática do sistema.
Lógica	Se existir arquivo de Log Então Abrir arquivo; Senão Criar arquivo; Definir cabeçalhos no arquivo; Gravar dados; Fechar arquivo.



Todos os dados são estudados, diariamente, em um departamento da ITAIPU, onde um software é responsável pela análise pós-operação. As informações permanecem, então, armazenadas em disco por um determinado período, até que sejam apagadas, constituindo um procedimento padrão da empresa, para verificação dos problemas ocorridos e possíveis soluções para as falhas encontradas no sistema elétrico.

### ***V.3.11. Objeto Pacote Externo***

Este objeto é responsável pela disponibilização de um pacote de dados, contendo informações sobre o status e o valor de todos os pontos analógicos e digitais do SSO. O pacote gerado, do tipo binário, é armazenado em disco a cada três segundos, e pode ser acessado por outros softwares que fazem uso dos dados concentrados na Estação Central, a fim de processar aplicativos que auxiliam nas atividades do despacho e da operação.

As informações estão armazenadas na seguinte estrutura:

Hora	Nº Ptos Analog	Nº Ptos Digit	Vetor Ptos Analog	Vetor Ptos Digit
------	----------------	---------------	-------------------	------------------

O detalhamento desta estrutura é descrito a seguir, destacando a disponibilização dos pontos analógicos e digitais no pacote de dados.

#### ***Pontos Analógicos (tipo 1) :***

Tipo PtoAnalog = *Record*

Valor : Inteiro;

Status : Byte;

Fim *Record*.

A informação de cada ponto analógico está armazenada de acordo com este registro. O valor do ponto é armazenado como um inteiro, e o status do mesmo é definido em um byte, estruturado conforme a tabela abaixo:

<b>Bits 0-1</b>	<b>Potência de 10, pela qual se deve dividir o valor da grandeza</b>		
00	Divisor = 1		
01	Divisor = 10		
10	Divisor = 100		
11	Divisor = 1000		
<b>Bit 2</b>	<b>Validade do Dado</b>	<b>Bit 3</b>	<b>Modo de Aquisição</b>
0	Inválido	0	Automático
1	Válido	1	Manual
<b>Bit 4</b>	<b>Violação de Limites Operacionais</b>	<b>Bit 5</b>	<b>Sempre 0</b>
0	Não	<b>Bits 6-7</b>	<b>Tipo de Dado</b> Sempre 01
1	Sim		

**Pontos Digitais** (tipo 0) :

A informação de cada ponto digital está armazenada em um byte, cujos bits possuem a seguinte definição:

<b>Bit 0</b>	<b>Estado</b>	<b>Bit 1</b>	<b>Aplica-se a unidades geradoras, quando bit 0 = 0</b>
0	OFF, ABERTO	0	Manutenção
1	ON, FECHADO	1	Conveniência
<b>Bit 2</b>	<b>Validade do Dado</b>	<b>Bit 3</b>	<b>Modo de Aquisição</b>
0	Inválido	0	Automático
1	Válido	1	Manual
<b>Bit 4</b>	<b>Violação do Estado Normal</b>	<b>Bit 5</b>	<b>Sempre 0</b>
0	Não	<b>Bits 6-7</b>	<b>Tipo de Dado</b> Sempre 00
1	Sim		

O método “Gravar Pacote Externo” define a função deste objeto no SSO.

Nome	<b>Gravar Pacote Externo</b>
Descrição	Cria um arquivo binário, e armazena, a cada scan, o valor e o status de todos os pontos do sistema.
Lógica	Abrir arquivo; Gravar hora atual; Gravar dados analógicos; Gravar dados digitais; Fechar arquivo.

O pacote de dados gerado por este método é lido pelo Software do Painel Mímico. Este software, cujo funcionamento é detalhado no capítulo VI, exterioriza todas as informações recebidas, em um painel visualizável pelo operador, auxiliando-o no acompanhamento do SSO.

#### **V.4. Testes e Validação do Sistema**

Durante a implementação do software da Estação Central, testes foram realizados com o propósito de garantir a confiabilidade das informações disponibilizadas.

As questões colocadas na validação do software do Front-End também precisam ser respondidas aqui, ou seja, necessita-se saber se o sistema disponibiliza dados confiáveis aos operadores, e se as ações sobre estes dados são processadas adequadamente.

Para validar o funcionamento do software da Estação Central, utilizou-se do emulador do Front-End, que simulou várias situações de falha no sistema e perda de comunicação, permitindo a verificação da integração de seus módulos, como descreve o capítulo IV.

Assim, com a garantia de recepção de dados confiáveis, passou-se a testar cada função separadamente. Os seguintes testes foram feitos no decorrer deste trabalho:

##### ***Log de Eventos:***

TESTES	RESULTADOS
Mudança no status dos pontos supervisionados, incluindo inibição de varredura, alterações em seus valores, entre outros.	Indicação, no Log de Eventos, das mudanças realizadas.
Deixar o sistema funcionando por tempo indeterminado.	Indicação, a cada 5 minutos, de que o SSO está ativo, funcionando adequadamente.
Simulação de perda de comunicação com o Front-End, tornando seu emulador inativo.	Indicação de falha na comunicação com o Front-End, e da passagem de todos os pontos do sistema para inválidos.

### ***Listas de Alarmes:***

TESTES	RESULTADOS
Alteração dos limites operacionais de determinados pontos normais do sistema, para valores abaixo do valor enviado pelas unidades remotas.	Indicação de mudança dos limites operacionais, no Log de Eventos, e passagem dos pontos para alarmados, sendo inseridos na <i>lista de pontos alarmados não reconhecidos</i> pelo operador.
Reconhecimento, através de um botão específico na janela de Listas de Alarmes, de alguns pontos alarmados.	Passagem dos pontos da <i>lista de alarmados não reconhecidos</i> , para a <i>lista de alarmados reconhecidos</i> , sendo esta operação também indicada no log de eventos.
Alteração dos limites operacionais para valores normais, de alguns pontos alarmados.	Se o ponto estiver na <i>lista de alarmados não reconhecidos</i> , vai para a <i>lista de normalizados não reconhecidos</i> . Se estiver na <i>lista de alarmados reconhecidos</i> , ele é excluído das listas de alarmes.
Reconhecimento, por meio de um botão específico, dos <i>pontos normalizados não reconhecidos</i> .	Exclusão da lista de alarmes.
Duplo click do mouse sobre o ponto alarmado, na janela das listas de alarmes.	Abertura da tela específica em que o ponto alarmado se encontra.

### ***Log de Dados:***

TESTES	RESULTADOS
Leitura do arquivo '.reg', criado pelo log de dados, por um analisador gráfico, utilizado para estudos do funcionamento do SSO na usina.	Desmontagem dos dados, e análise adequada de suas informações, indicando que o arquivo relativo ao log de dados está sendo gerado corretamente.

### ***Acompanhamento Gráfico:***

TESTES	RESULTADOS
Seleção de 1 a 5 pontos analógicos para verificação de sua evolução temporal.	Visualização dos valores dos últimos trinta minutos de aquisição.
Inibição da varredura de alguns pontos do sistema.	Mudança da cor do fundo do plotador gráfico, indicando que o ponto está inibido.
Duplo click do mouse sobre determinado gráfico.	Abertura da tela específica em que o ponto se encontra.

### ***Outros Testes:***

TESTES	RESULTADOS
Envio de pacotes de dados ao Software do Painel Mímico, contendo os valores de todas as grandezas supervisionadas.	Apresentação dos dados do sistema, em um painel mímico, visualizável pelo usuário.
Verificação se o tempo de processamento	O tempo <i>máximo</i> gasto ficou em torno de

do SSO estava dentro dos requisitos pré-estabelecidos.	90 milisegundos.
Análise do funcionamento global, prevendo enganos cometidos pelos usuários.	Solução dos possíveis erros, que poderiam ocorrer quando o usuário atuasse indevidamente sobre o processo.

Esta fase de experimentação foi executada desde o início da construção do software. Os testes de software destinaram-se a detectar erros no programa executável, e em achar falhas na sua concepção.

Realizou-se a verificação dos onze módulos aqui detalhados, em relação às suas especificações, sendo seu código analisado sintaticamente antes da sua execução. Verificou-se, também, sua conformidade às especificações globais (funcionais, de desempenho e de segurança).

A análise dos resultados obtidos com a aplicação dos testes permitiu prever o comportamento do sistema, em determinadas situações de interesse.

## V.5. Considerações

A fase de implementação do Software da Estação Central foi concluída em três meses. Durante esta fase, com a preocupação em atender aos requisitos pré-estabelecidos do sistema, e garantir a confiabilidade do mesmo, melhorando seu desempenho, algumas estratégias foram estabelecidas. São elas:

- Para a representação das telas gráficas, não foram utilizados objetos prontos do Delphi, como *labels*, *painéis* ou *botões*, devido às restrições do Windows 3.11, que só permite a criação de, aproximadamente, 300 elementos. Com a necessidade de utilizar em torno de 1000 componentes, foi criado um objeto para a representação dos mesmos, cuja estrutura agrega uma coleção destes elementos, como descrito na seção V.3.4.
- Para a implementação da função de acompanhamento gráfico, foi criado um objeto próprio, que incorpora as características do plotador pronto do Visual Basic. Isto fez-se necessário pois o tempo de atualização dos gráficos do Visual Basic não atendia aos requisitos de desempenho do sistema.
- O banco de dados principal, armazenado em disco, é carregado em uma estrutura na memória, de onde os dados são lidos e armazenados; o acesso a disco compromete o

funcionamento do SSO, retardando o tempo de resposta a eventos externos.

- A Estação Central possui um gerenciador externo, responsável pela ativação de todos os métodos que a compõem; este objeto envia mensagens à EC a cada 150 milissegundos, habilitando o gerenciador interno na execução de suas tarefas. Esta estratégia é necessária, pois quando o sinal é gerado internamente, por um *timer*, o sistema interrompe o processamento dos dados durante a realização de alguma ação (por exemplo, a movimentação de caixas de diálogo); quando o SSO é executado, o administrador externo torna-se ativo, garantindo a periodicidade na atualização dos dados.
- Por fim, para auxiliar o usuário na operação deste novo ambiente, foi implementado um “Help”, que pode ser consultado em tempo de execução. Este “Help” descreve as funções específicas do SSO, destacando as características do sistema, como código de cores e facilidades incorporadas.

## V.6. Conclusão

Este capítulo descreveu o funcionamento da Estação Central, contribuindo com a especificação de uma estrutura importante na construção de Sistemas de Supervisão.

A melhoria do atributo “Interface Humana” e a incorporação de funções estratégicas à monitoração do sistema conduzem a um aumento da qualidade dos serviços disponibilizados. Os usuários do SSO utilizam-se das funcionalidades apresentadas para obter informações sobre tempos associados a eventos críticos, como saída de uma máquina e oscilação no sistema devido a perturbações.

Além destes aspectos, incorpora-se a vantagem do paradigma orientado a objetos, que tornou viável o desenvolvimento deste ambiente computacional, contribuindo com uma tecnologia que supre as necessidades imediatas da Hidrelétrica de ITAIPU.

Com a finalização deste módulo, parte-se para a definição de um software que exteriorize as informações do processo, através da animação de um painel mímico.

# Capítulo VI

## Painel Mímico

Este capítulo detalha a estrutura do Software do Painel Mímico.

Faz-se, aqui, a descrição dos módulos que o compõem, destacando a sua importância na validação das informações exteriorizadas pela Estação Central.

### VI.1. Introdução

O painel mímico é utilizado para prover, ao operador, informações sobre o status do sistema de transmissão de energia, sendo gerenciado pelo Software do Painel Mímico.

Este software lê pacotes de dados, contendo o valor e o status de todos os pontos analógicos e digitais disponibilizados pela Estação Central, e exterioriza estas informações, de forma que sejam visualizadas em um painel, localizado na sala de despacho da usina.

A seguir, descreve-se o funcionamento deste produto, destacando seus módulos e funcionalidades.

### VI.2. Projeto da Arquitetura

Baseando-se na estratégia de envio e recebimento de pacotes como forma de comunicação de dados no Sistema de Supervisão, procedimento já efetivado na implementação do Software do Front-End, partiu-se para a estruturação do Software do

## Painel Mímico.

Este recebe pacotes de dados, provenientes da Estação Central, com informações sobre todos os pontos do SSO, e é responsável pela indicação de seus valores no painel mímico, utilizado para facilitar, ao usuário, a verificação da evolução do processo de monitoração das grandezas da usina.

O diagrama de fluxo de dados, ilustrado na figura VI.1, detalha seus componentes.

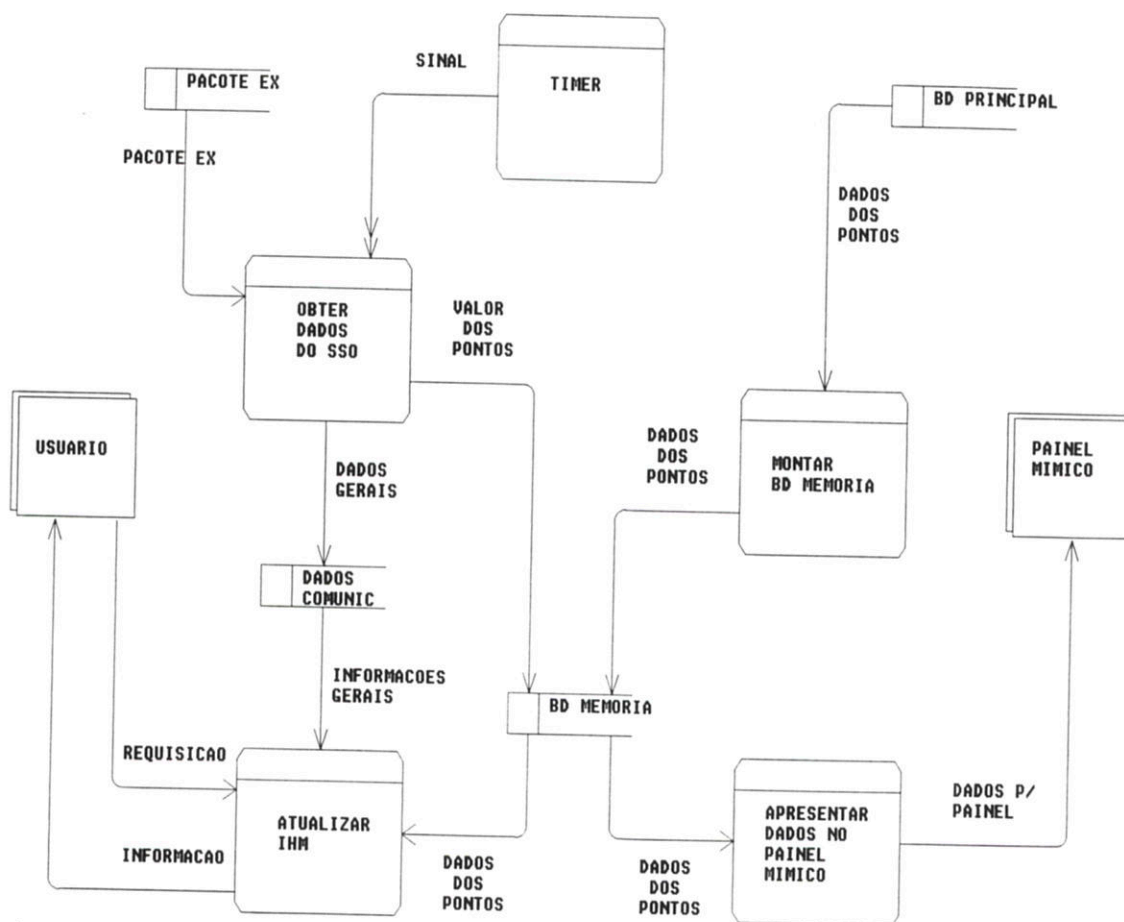


Figura VI.1 - Estruturação do Software do Painel Mímico



O Painel Mímico, como os outros componentes descritos nos capítulos anteriores, é administrado por um gerenciador, que executa e sincroniza a ativação dos métodos ilustrados. Estes métodos serão detalhados na seqüência deste capítulo, destacando-se suas funcionalidades.

### **VI.3. Estrutura dos Objetos**

Para a implementação do Software do Painel Mímico, sua estrutura funcional foi agrupada nos seguintes objetos:

- Objeto Gerenciador do Painel Mímico;
- Objeto Elemento do Banco de Dados.

#### ***VI.3.1. Objeto Gerenciador do Painel Mímico***

O gerenciador do Painel Mímico é o responsável pela leitura dos dados oriundos da Estação Central, e pelo controle dos demais objetos. É constituído por um temporizador, que sincroniza a ativação dos métodos apresentados na figura VI.1.

A mudança no estado do sistema é verificada através de um procedimento que lê pacotes de dados enviados pela Estação Central, a cada 200 milissegundos, atualizando o painel mímico quando necessário, ou seja, se alguma variação ocorre no processo.

As funcionalidades do Gerenciador do Painel Mímico podem ser divididas em atividades de inicialização, e de administração do sistema.

Na *Inicialização dos Objetos*, um banco de dados é criado na memória, contendo alguns elementos do banco de dados principal, necessários ao processamento das funções de atualização do Painel Mímico.

A *Administração do Sistema*, por sua vez, é responsável por funções de controle, ou seja, pela ativação dos demais métodos do sistema, executando, a cada 3 segundos, as seguintes ações:

- Atualização do banco de dados de memória: armazenamento das informações recebidas a cada scan;

- Processamento dos dados vindos da Estação Central: leitura dos pacotes de dados, e armazenamento de seus valores em um buffer de memória. Estes dados são, então, processados, e exteriorizados no Painel Mímico, visualizável pelo operador do SSO;
- Exteriorização dos dados do sistema: disponibilização, ao usuário, de dados relevantes ao sistema, como número de scans, número de bytes recebidos, número de bytes esperados, e de informações sobre os pontos analógicos e digitais que o compõem, como valor do ponto, descrição, localização no banco de dados principal.

Através do sincronismo do timer, estas funções são ativadas, facilitando a supervisão do sistema como um todo.

### ***VI.3.2. Objeto Elemento do Banco de Dados***

Este objeto é responsável pela definição de uma estrutura que agrega algumas informações do banco de dados principal do SSO, necessárias à atualização do Painel Mímico, como valor do ponto, status, descrição, e porta indicativa de saída no próprio painel.

Os objetos que compõem este elemento podem ser vistos na árvore hierárquica, ilustrada na figura VI.2.

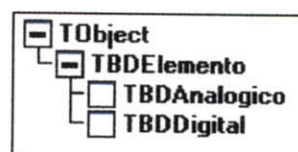


Figura VI.2 - Árvore hierárquica, representativa deste objeto

O Objeto *Elemento do Banco de Dados* pode ser sintetizado como segue:

#### **Objetivo**

Estruturar os objetos representativos das grandezas do sistema elétrico de ITAIPU, necessárias à atualização do Painel Mímico.

### **Estrutura**

O objeto TBDElemento possui características comuns aos demais componentes de sua árvore hierárquica, podendo-se citar:

- Endereço do ponto no banco de dados principal;
- Descrição da grandeza;
- Localização do ponto no pacote recebido da Estação Central;
- Porta indicativa da localização do ponto no Painel Mímico.

Os métodos comuns aos elementos que descendem deste objeto são:

- Desenhar as telas que contêm os pontos analógicos e digitais do sistema, quando o usuário requisita sua visualização;
- Atualizar o Painel Mímico, com o valor lido no pacote de dados recebido da Estação Central.

Além destes métodos, cada elemento (TBDFanalógico e TBDFDigital) possui uma rotina própria, responsável pela atualização do painel, e exteriorização dos valores desejados.

Cabe destacar que tanto a Estação Central, quanto o Software do Painel Mímico, estruturam o banco de dados principal na memória; porém, a visão dos objetos difere conforme a profundidade de detalhes e o nível de abstração necessários à aplicação em questão.

## **VI.4. Interface Gráfica**

A interface gráfica do Software do Painel Mímico exterioriza os dados referentes ao pacote de informações enviado pela Estação Central.

A apresentação destes elementos é feita por intermédio de sete telas, que possibilitam ao usuário a visualização dos pontos analógicos e digitais que compõem a estrutura do painel, possibilitando a verificação da evolução do sistema.

As figuras VI.3 e VI.4 indicam como estes dados estão disponibilizados.

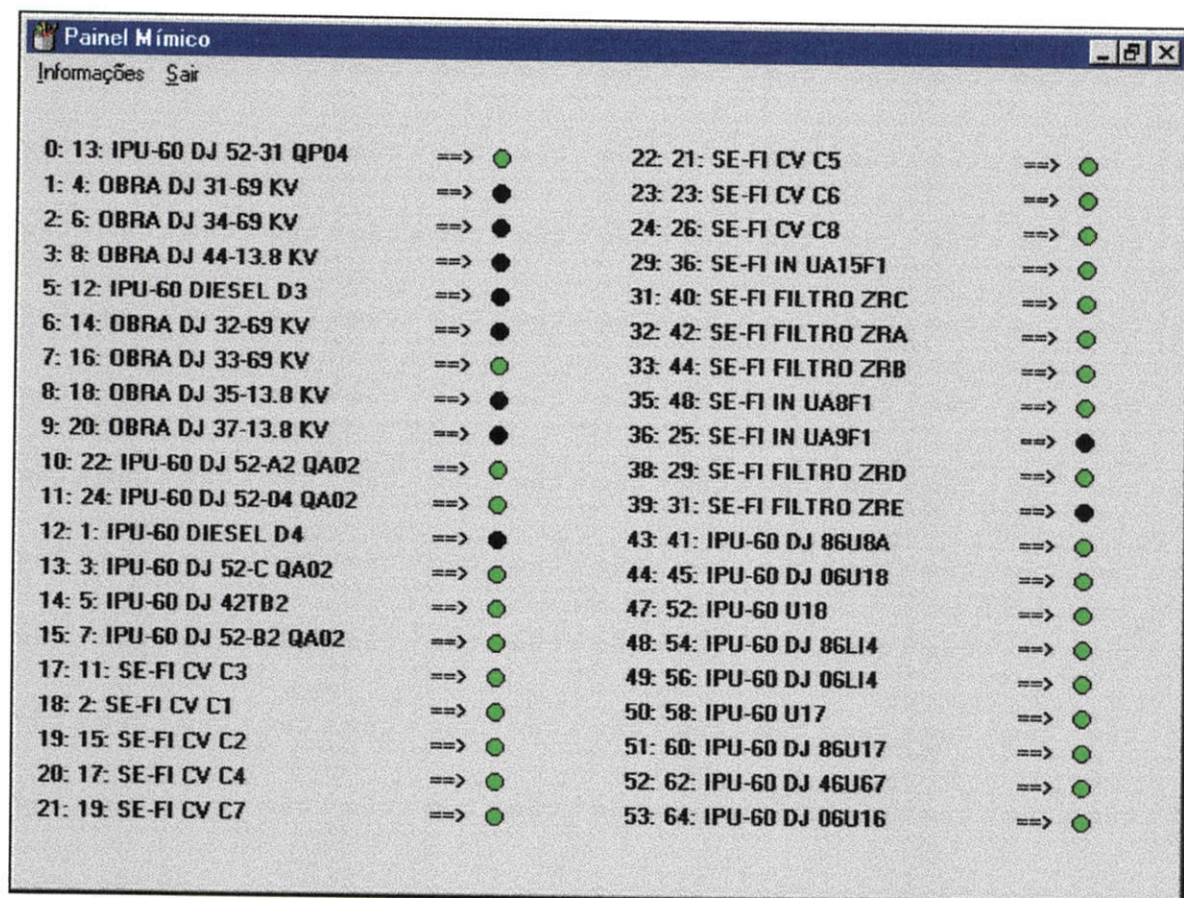


Figura VI.3 - Tela de Apresentação dos Pontos Digitais

Point ID	Description	Value	Point ID	Description	Value
200:	85: C. TOTAL VERT.	142	379:	13: IPU-50 U07 - MW	48
209:	118: DESCARGA TOTAL-IPU	0	380:	15: IPU-50 U08 - MW	12
210:	106: INTERC IPU-ANDE MW	86	381:	17: IPU-50 U09 - MW	28
211:	110: INTERC IPU50-FU MW	630	382:	61: IPU-60 BARRA A3-KV	632
212:	108: INTERC IPU60-FU MW	1506	383:	30: IPU-60 BARRA A4-KV	500
213:	79: IPU - S. BRUTO	115.00	384:	61: IPU-60 BARRA B3-KV	500
214:	23: IPU-50 BARRA A1-KV	362	387:	69: IPU-60 LI-FI-1 MW	232
217:	23: IPU-50 BARRA B2-KV	363	388:	71: IPU-60 LI-FI-2 MW	401
218:	77: IPU-50 CAUDAL TUB.	530	389:	73: IPU-60 LI-FI-3 MW	410
219:	35: IPU-50 LI-FI-1 MW	201	390:	75: IPU-60 LI-FI-4 MW	463
220:	37: IPU-50 LI-FI-2 MW	391	391:	59: IPU-60 MW - TOTAL	323
221:	31: IPU-50 LT-MD-1 MW	146	541:	39: IPU-60 U 10 - MW	42
222:	33: IPU-50 LT-MD-2 MW	217	542:	41: IPU-60 U 11 - MW	34
223:	21: IPU-50 MW - TOTAL	294	543:	43: IPU-60 U 12 - MW	47
373:	1: IPU-50 U01 - MW	49	544:	45: IPU-60 U 13 - MW	45
374:	3: IPU-50 U02 - MW	15	545:	47: IPU-60 U 14 - MW	39
375:	5: IPU-50 U03 - MW	40	546:	49: IPU-60 U 15 - MW	28
376:	7: IPU-50 U04 - MW	31	547:	51: IPU-60 U 16 - MW	36
377:	9: IPU-50 U05 - MW	34	548:	53: IPU-60 U 17 - MW	35
378:	11: IPU-50 U06 - MW	35	549:	55: IPU-60 U 18 - MW	17

Figura VI.4 - Tela de Apresentação dos Pontos Analógicos

Além das telas de apresentação dos pontos do sistema, há, ainda, uma janela de informações, onde são destacados alguns aspectos do comportamento do processo, podendo-se citar:

- Indicação do recebimento de um novo pacote de dados, correspondente à última varredura do sistema;
- Número de varreduras realizadas, ou seja, quantidade de pacotes de dados lidos e exteriorizados ao Painel Mímico;
- Número de bytes esperados e número de bytes recebidos da Estação Central; estes valores devem ser idênticos, para a validação das informações do sistema;

Através dela, o usuário tem acesso às demais telas, visualizando o valor, a descrição, e a posição dos pontos no banco de dados principal do sistema. A figura VI.5 ilustra a tela de informações do Painel Mímico.

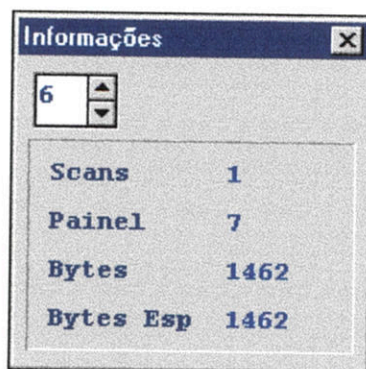


Figura VI.5 - Tela de Informações do Software do Painel Mímico

## VI.5. Testes e Validação do Sistema

Os testes realizados no Software do Painel Mímico tiveram o propósito de validar o seu funcionamento, de forma a garantir a recepção de dados confiáveis da Estação Central, e disponibilizá-los de maneira adequada para visualização.

O ambiente computacional do software em questão foi testado em conjunto com o Software da Estação Central, que simulou o comportamento do sistema, enviando pacotes de dados pré-estabelecidos ao processo.

A tabela a seguir identifica os testes que auxiliaram na sua validação.

TESTES	RESULTADOS
Armazenamento em disco, a cada três segundos, de pacotes contendo dados dos pontos analógicos e digitais do sistema (atividade realizada pelo Software da Estação Central)	Visualização, na interface gráfica do Painel Mímico, dos dados relativos aos pacotes recebidos, como valor e descrição dos pontos, número de scans e número de bytes recebidos
Mudança nos parâmetros (valor e status) de determinados pontos, na Estação Central	Aceitação dos novos parâmetros, alterando o valor dos pontos, e passando o status dos mesmos para Normal ou Inválido, conforme indicado na Estação Central
Verificação do funcionamento geral do sistema	Acompanhamento da evolução do processo, analisando, conjuntamente, as informações disponibilizadas nas telas dos softwares da Estação Central e do Painel Mímico, garantindo a validade dos dados apresentados ao sistema

Os testes realizados serviram para validar as informações disponibilizadas pelo Software da Estação Central.

Além disso, garante-se a exteriorização de dados confiáveis ao Painel Mímico, possibilitando ao usuário o acesso a informações úteis para a monitoração da Hidrelétrica de ITAIPU. Destaca-se, entretanto, que esta validação só será definitiva quando o software for definitivamente integrado ao painel.

## **VI.6. Considerações**

O Software do Painel Mímico é instalado em um equipamento isolado, com o intuito de não gerar interdependência com a Estação Central.

Devido às facilidades de comunicação via rede, como descreve o capítulo II (figura II.8), o Software da Estação Central pode ser executado em diferentes estações de trabalho, sem estar conectado diretamente ao painel mímico.

## **VI.7. Conclusão**

Este capítulo definiu o funcionamento do Software do Painel Mímico, finalizando a estruturação dos quatro subsistemas componentes do SSO.

Feito um estudo completo de todo o processo, desde as unidades terminais remotas, até o painel mímico, conclui-se o trabalho proposto, onde se procurou utilizar os conhecimentos de automação industrial e de técnicas de engenharia de programas, para criar um ambiente seguro, dentro dos critérios de qualidade exigidos para supervisionar os processos de uma empresa de grande porte, como é a ITAIPU Binacional.

## Capítulo VII

### Conclusão

Este trabalho abordou um ambiente para desenvolvimento de software, orientado à área de supervisão, com enfoque para o setor de geração e transmissão de energia elétrica.

Devido ao aumento da complexidade dos sistemas elétricos a serem supervisionados, os sistemas digitais apresentam benefícios que tornam a sua utilização incontestável. Desta forma, a Usina Hidrelétrica de ITAIPU iniciou o processo de automatização de seus sistemas. Como os pequenos sistemas, ou sistemas “caseiros” de supervisão, constituem atualmente uma boa opção para a implementação de melhorias no processamento das informações necessárias para a tomada de decisões sobre um processo, é clara a necessidade do software desenvolvido, capaz de indicar, em tempo-real, o comportamento dos diversos pontos de operação da usina.

Através de uma interface humana amigável, com as informações expostas ergonometricamente, obtém-se um sistema que permite ao usuário a utilização de todo o seu potencial. As telas apresentadas indicam o funcionamento do processo em diferentes locais supervisionados, possibilitando a atuação sobre o mesmo, por intermédio de alteração dos valores das grandezas monitoradas, definição de novos limites operacionais, visualização de pontos alarmados, inibição da varredura dos pontos em lugares específicos, entre outros.

Os softwares das Unidades Remotas, do Front-End, da Estação Central e do Painel Mímico constituem, desta forma, o Sistema de Supervisão da Operação da Hidrelétrica de ITAIPU, apresentando-se como um ambiente robusto, responsável pela monitoração da usina até a aquisição de um sistema de grande porte.

O sistema desenvolvido entrará em operação no presente ano. A sua aceitação por parte do usuário final, além de comprovar a eficácia desta tecnologia, será um estímulo ao



início de novos estudos nesta área.

Toda a teoria de desenvolvimento de sistemas estudada, assim como o conhecimento sobre aspectos práticos da automação industrial, serviram de base para as implementações práticas e complementaram os estudos feitos anteriormente.

Através dos resultados obtidos, conclui-se que o projeto é estratégico no sentido de gerar uma tecnologia que melhorará as condições operacionais da empresa em questão. A automatização da operação evolui sem novos processos de compra, e a curto prazo.

Para a melhoria do ambiente proposto, pode-se destacar, ainda, como extensões para trabalhos futuros:

- ⇒ Implementação de técnicas de controle, inexistentes no trabalho realizado, a fim de complementar o sistema desenvolvido, transformando-o em um **sistema de supervisão e controle** em tempo real;
- ⇒ Anexação de novas funcionalidades ao Sistema de Supervisão da Operação (por exemplo, um estimador de estado), proporcionando maiores facilidades ao usuários, aumentando a aplicabilidade do produto;
- ⇒ Aumento do número de pontos supervisionados pelo sistema, através da confecção de novas placas de aquisição de dados;
- ⇒ Aplicação dos conhecimentos e resultados obtidos no desenvolvimento de novos ambientes automatizados.

## **Apêndice A**

### **Banco de Dados Principal do SSO**

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	TIPO	CLASSE	UTR
0.0	IPU-60 DJ 52-31 QP04	0.0	DJ	0.0
1.0	OBRA DJ 31-69 KV	0.0	DJ	0.0
2.0	OBRA DJ 34-69 KV	0.0	DJ	0.0
3.0	OBRA DJ 44-13.8 KV	0.0	DJ	0.0
4.0	IPU-60 DJ 52-A4 QP04	0.0	DJ	0.0
5.0	IPU-60 DIESEL D3	0.0	GE	0.0
6.0	OBRA DJ 32-69 KV	0.0	DJ	0.0
7.0	OBRA DJ 33-69 KV	0.0	DJ	0.0
8.0	OBRA DJ 35-13.8 KV	0.0	DJ	0.0
9.0	OBRA DJ 37-13.8 KV	0.0	DJ	0.0
10.0	IPU-60 DJ 52-A2 QA02	0.0	DJ	0.0
11.0	IPU-60 DJ 52-04 QA02	0.0	DJ	0.0
12.0	IPU-60 DIESEL D4	0.0	GE	0.0
13.0	IPU-60 DJ 52-C QA02	0.0	DJ	0.0
14.0	IPU-60 DJ 42TB2	0.0	DJ	0.0
15.0	IPU-60 DJ 52-B2 QA02	0.0	DJ	0.0
16.0	IPU-60 CV HF-02	0.0	PO	0.0
17.0	SE-FI CV C3	0.0	PO	0.0
18.0	SE-FI CV C1	0.0	PO	0.0
19.0	SE-FI CV C2	0.0	PO	0.0
20.0	SE-FI CV C4	0.0	PO	0.0
21.0	SE-FI CV C7	0.0	PO	0.0
22.0	SE-FI CV C5	0.0	PO	0.0
23.0	SE-FI CV C6	0.0	PO	0.0
24.0	SE-FI CV C8	0.0	PO	0.0
25.0	SE-FI LT FI-IV-1	1.0		0.0
26.0	SE-FI LT FI-IV-2	1.0		0.0
27.0	SE-FI LT FI-IV-3	1.0		0.0
28.0	SE-FI LT FI-IV-4	1.0		0.0
29.0	SE-FI IN UA15F1	0.0	DJ	0.0
30.0	SE-FI LI MD-FI-1	1.0		0.0
31.0	SE-FI FILTRO ZRC	0.0	FI	0.0
32.0	SE-FI FILTRO ZRA	0.0	FI	0.0
33.0	SE-FI FILTRO ZRB	0.0	FI	0.0
34.0	SE-FI LI MD-FI-2	1.0		0.0
35.0	SE-FI IN UA8F1	0.0	DJ	0.0
36.0	SE-FI IN UA9F1	0.0	DJ	0.0
37.0	SE-FI LI IPU-50HZ-1	1.0	HZ	0.0
38.0	SE-FI FILTRO ZRD	0.0	FI	0.0
39.0	SE-FI FILTRO ZRE	0.0	FI	0.0
40.0	SE-FI LI IPU-50HZ-2	1.0	HZ	0.0
41.0	SE-FI LI IPU-60HZ-1	1.0	HZ	0.0
42.0	SE-FI LI IPU-60HZ-2	1.0	HZ	0.0
43.0	IPU-60 DJ 86U8A	0.0	DJ	2.0
44.0	IPU-60 DJ 06U18	0.0	DJ	2.0
45.0	SE-FI LI IPU-60HZ-3	1.0	HZ	0.0
46.0	SE-FI LI IPU-60HZ-4	1.0	HZ	0.0
47.0	IPU-60 U18	0.0	GE	2.0
48.0	IPU-60 DJ 86LI4	0.0	DJ	2.0
49.0	IPU-60 DJ 06LI4	0.0	DJ	2.0
50.0	IPU-60 U17	0.0	GE	2.0

51.0	IPU-60 DJ 86U17	0.0	DJ	2.0
52.0	IPU-60 DJ 46U67	0.0	DJ	2.0
53.0	IPU-60 DJ 06U16	0.0	DJ	2.0
54.0	IPU-60 U16	0.0	GE	2.0
55.0	IPU-60 DJ 86LI3	0.0	DJ	2.0
56.0	IPU-60 DJ 06LI3	0.0	DJ	2.0
57.0	IPU-60 DJ 86TA2	0.0	DJ	2.0
58.0	IPU-60 DJ 06TA2	0.0	DJ	2.0
59.0	IPU-60 U15	0.0	GE	2.0
60.0	IPU-60 DJ 86U15	0.0	DJ	2.0
61.0	IPU-60 DJ 46U45	0.0	DJ	2.0
62.0	IPU-60 DJ 06U14	0.0	DJ	2.0
63.0	IPU-60 U14	0.0	GE	2.0
64.0	IPU-60 DJ 86B34	0.0	DJ	2.0
65.0	IPU-60 DJ 06A34	0.0	DJ	2.0
66.0	IPU-60 DJ 86LI2	0.0	DJ	2.0
67.0	IPU-60 DJ 06LI2	0.0	DJ	2.0
68.0	IPU-60 U13	0.0	GE	2.0
69.0	IPU-60 DJ 86U13	0.0	DJ	2.0
70.0	IPU-60 DJ 46U23	0.0	DJ	2.0
71.0	IPU-60 DJ 06U12	0.0	DJ	2.0
72.0	IPU-60 U12	0.0	GE	2.0
73.0	IPU-60 DJ 86LI1	0.0	DJ	2.0
74.0	IPU-60 DJ 06LI1	0.0	DJ	2.0
75.0	IPU-60 U11	0.0	GE	2.0
76.0	IPU-60 DJ 86U11	0.0	DJ	2.0
77.0	IPU-60 DJ 46U01	0.0	DJ	2.0
78.0	IPU-60 DJ 06U10	0.0	DJ	2.0
79.0	IPU-60 U10	0.0	GE	2.0
80.0	IPU-50 IN 85U9A	0.0	DJ	2.0
81.0	IPU-50 IN 05U09	0.0	DJ	2.0
82.0	IPU-50 U09	0.0	GE	2.0
83.0	IPU-50 U08	0.0	GE	2.0
84.0	MD-500 IN 44L44	0.0	DJ	0.0
85.0	IPU-50 IN 85U08	0.0	DJ	2.0
86.0	IPU-50 IN 45U78	0.0	DJ	2.0
87.0	IPU-50 IN 05U07	0.0	DJ	2.0
88.0	IPU-50 U07	0.0	GE	2.0
89.0	MD-500 IN 84LI4	0.0	DJ	0.0
90.0	MD-500 IN 04L04	0.0	DJ	0.0
91.0	IPU-50 IN 85LI2	0.0	DJ	2.0
92.0	IPU-50 IN 05LI2	0.0	DJ	2.0
93.0	IPU-50 U06	0.0	GE	2.0
94.0	MD-500 IN 44L33	0.0	DJ	0.0
95.0	IPU-50 IN 85U06	0.0	DJ	2.0
96.0	IPU-50 IN 45U56	0.0	DJ	2.0
97.0	IPU-50 IN 05U05	0.0	DJ	2.0
98.0	IPU-50 U05	0.0	GE	2.0
99.0	MD-500 IN 84LI3	0.0	DJ	0.0
100.0	MD-500 IN 04L03	0.0	DJ	0.0
101.0	IPU-50 IN 85LI1	0.0	DJ	2.0
102.0	IPU-50 IN 05LI1	0.0	DJ	2.0
103.0	MD-500 IN 84B21	0.0	DJ	0.0
104.0	MD-500 IN 04A21	0.0	DJ	0.0

105.0	IPU-50 IN 85B12	0.0	DJ	2.0
106.0	IPU-50 IN 05A12	0.0	DJ	2.0
107.0	IPU-50 U04	0.0	GE	2.0
108.0	MD-500 IN 44L22	0.0	DJ	1.0
109.0	IPU-50 IN 85U04	0.0	DJ	2.0
110.0	IPU-50 IN 45U34	0.0	DJ	2.0
111.0	IPU-50 IN 05U03	0.0	DJ	2.0
112.0	IPU-50 U03	0.0	GE	2.0
113.0	MD-500 IN 84LI2	0.0	DJ	1.0
114.0	MD-500 IN 04L02	0.0	DJ	1.0
115.0	IPU-50 IN 85L02	0.0	DJ	2.0
116.0	IPU-50 IN 05L02	0.0	DJ	2.0
117.0	IPU-50 U02	0.0	GE	2.0
118.0	MD-500 IN 44L11	0.0	DJ	1.0
119.0	IPU-50 IN 85U02	0.0	DJ	2.0
120.0	IPU-50 IN 45U12	0.0	DJ	2.0
121.0	IPU-50 IN 05U01	0.0	DJ	2.0
122.0	IPU-50 U01	0.0	GE	2.0
123.0	IPU-60 DJ 52-03 HF01	0.0	DJ	0.0
124.0	IPU-50 IN 52-B QA01	0.0	DJ	0.0
125.0	IPU-50 IN 52-03 HF02	0.0	DJ	0.0
126.0	IPU-50 IN 52-A QA01	0.0	DJ	0.0
127.0	IPU-50 IN 52-C QA01	0.0	DJ	0.0
128.0	MD-500 IN 84LI1	0.0	DJ	1.0
129.0	MD-500 IN 04L01	0.0	DJ	1.0
130.0	IPU-50 IN 85L01	0.0	DJ	2.0
131.0	IPU-50 IN 05L01	0.0	DJ	2.0
132.0	IPU-50 IN 85TA1	0.0	DJ	2.0
133.0	IPU-50 IN 05TA1	0.0	DJ	2.0
134.0	MD-220 IN 03T06	0.0	DJ	1.0
135.0	MD-220 IN 43T67	0.0	DJ	1.0
136.0	MD-220 IN 83T07	0.0	DJ	1.0
137.0	MD-500 IN 04T01	0.0	DJ	1.0
138.0	MD-500 IN 44T12	0.0	DJ	1.0
139.0	MD-220 IN 03T01	0.0	DJ	1.0
140.0	MD-220 IN 43TL1	0.0	DJ	1.0
141.0	MD-220 IN 83LI1	0.0	DJ	1.0
142.0	MD-500 IN 84T02	0.0	DJ	1.0
143.0	MD-220 IN 03T02	0.0	DJ	1.0
144.0	MD-220 IN 43TL2	0.0	DJ	1.0
145.0	MD-220 IN 83LI2	0.0	DJ	1.0
146.0	MD-220 IN 03T03	0.0	DJ	1.0
147.0	MD-220 IN 43TL3	0.0	DJ	1.0
148.0	MD-220 IN 83LI3	0.0	DJ	1.0
149.0	MD-500 IN 04T03	0.0	DJ	1.0
150.0	MD-500 IN 44T34	0.0	DJ	1.0
151.0	MD-220 IN B. A1/A2	0.0	DJ	0.0
152.0	MD-220 IN B. B1/B2	0.0	DJ	0.0
153.0	MD-500 IN 84T04	0.0	DJ	0.0
154.0	MD-220 IN A2-T04	0.0	DJ	0.0
155.0	MD-220 IN T04-LI4	0.0	DJ	0.0
156.0	MD-220 IN B2-LI4	0.0	DJ	0.0
157.0	MD-500 IN A2-T05	0.0	DJ	0.0
158.0	MD-500 IN T05-LT1	0.0	DJ	0.0

159.0	MD-220 IN A2-LI5	0.0	DJ	0.0
160.0	MD-220 IN LI5/LI6	0.0	DJ	0.0
161.0	MD-220 IN B2-LI6	0.0	DJ	0.0
162.0	MD-500 IN B2-LI1	0.0	DJ	0.0
163.0	MD-220 IN A2-T05	0.0	DJ	0.0
164.0	MD-220 IN T05-LI7	0.0	DJ	0.0
165.0	MD-220 IN B2-LI7	0.0	DJ	0.0
166.0	MD-500 IN A2-LI2	0.0	DJ	0.0
167.0	MD-500 IN LI2/LI3	0.0	DJ	0.0
168.0	MD-500 IN B2-LI3	0.0	DJ	0.0
169.0	MD-500 IN A2-LI4	0.0	DJ	0.0
170.0	MD-500 IN LI4/LI5	0.0	DJ	0.0
171.0	MD-500 IN B2-LI5	0.0	DJ	0.0
172.0	CH-ACY IN 70	0.0	DJ	0.0
173.0	CH-ACY IN 80	0.0	DJ	0.0
174.0	CH-ACY FILTRO	0.0	FI	0.0
175.0	CH-ACY CV CF-02	0.0	PO	0.0
176.0	CH-ACY U 01	0.0	GE	0.0
177.0	CH-ACY U 02	0.0	GE	0.0
178.0	CH-ACY U 03	0.0	GE	0.0
179.0	CH-ACY U 04	0.0	GE	0.0
180.0	OBRA IN 99	0.0	DJ	0.0
181.0	OBRA SC 06	0.0	SC	0.0
182.0	OBRA SC 16	0.0	SC	0.0
183.0	MD-66 IN 02T07	0.0	DJ	1.0
184.0	MD-66 IN 02T06	0.0	DJ	1.0
185.0	SE-FI IN ZA928	0.0	DJ	0.0
186.0	OBRA IN 90	0.0	DJ	0.0
187.0	OBRA IN 80	0.0	DJ	0.0
188.0	OBRA IN 70	0.0	DJ	0.0
189.0	MD-66 IN 02A12	0.0	DJ	1.0
190.0	IPU-50 DIESEL D1	0.0	GE	0.0
191.0	MD-66 IN 02LI1	0.0	DJ	1.0
192.0	MD-66 IN 02L01	0.0	DJ	1.0
193.0	OBRA SC 92LILB	0.0	SC	0.0
194.0	IPU-50 IN 42TB1	0.0	DJ	0.0
195.0	IPU-50 DIESEL D2	0.0	GE	0.0
196.0	ACY-66 IN 90	0.0	DJ	0.0
197.0	ACY-66 IN 80	0.0	DJ	0.0
198.0	ACY-66 IN 70	0.0	DJ	0.0
199.0	IPU-50 CV HF-01	0.0	PO	0.0
200.0	C. TOTAL VERT.	1.0		0.0
201.0	CH-ACY SC 58	0.0	SC	0.0
202.0	CH-ACY SC 63	0.0	SC	0.0
203.0	CH-ACY SC 64	0.0	SC	0.0
204.0	CH-ACY SC 65	0.0	SC	0.0
205.0	CH-ACY SC 81	0.0	SC	0.0
206.0	CH-ACY SC 82	0.0	SC	0.0
207.0	CH-ACY SC T10	0.0	SC	0.0
208.0	CH-ACY SC T11	0.0	SC	0.0
209.0	DESCARGA TOTAL-IPU	1.0		6.0
210.0	INTERC IPU-ANDE MW	1.0	MW	6.0
211.0	INTERC IPU50-FU MW	1.0	MW	6.0
212.0	INTERC IPU60-FU MW	1.0	MW	6.0

213.0	IPU - S. BRUTO	1.0		6.0
214.0	IPU-50 BARRA A1-KV	1.0	KV	2.0
215.0	IPU-50 BARRA A2-KV	1.0	KV	2.0
216.0	IPU-50 BARRA B1-KV	1.0	KV	2.0
217.0	IPU-50 BARRA B2-KV	1.0	KV	2.0
218.0	IPU-50 CAUDAL TUB.	1.0		0.0
219.0	IPU-50 LI-FI-1 MW	1.0	MW	2.0
220.0	IPU-50 LI-FI-2 MW	1.0	MW	2.0
221.0	IPU-50 LT-MD-1 MW	1.0	MW	2.0
222.0	IPU-50 LT-MD-2 MW	1.0	MW	2.0
223.0	IPU-50 MW - TOTAL	1.0	MW	6.0
224.0	IPU-50 SC 15L01	0.0	SC	0.0
225.0	IPU-50 SC 15L01T	0.0	SC	0.0
226.0	IPU-50 SC 15L01T1	0.0	SC	0.0
227.0	IPU-50 SC 15L02	0.0	SC	0.0
228.0	IPU-50 SC 15L02T	0.0	SC	0.0
229.0	IPU-50 SC 15L02T1	0.0	SC	0.0
230.0	IPU-50 SC 15LI1	0.0	SC	0.0
231.0	IPU-50 SC 15LI1T	0.0	SC	0.0
232.0	IPU-50 SC 15LI1T1	0.0	SC	0.0
233.0	IPU-50 SC 15LI2	0.0	SC	0.0
234.0	IPU-50 SC 15LI2T	0.0	SC	0.0
235.0	IPU-50 SC 15LI2T1	0.0	SC	0.0
236.0	IPU-50 SC 15TA1	0.0	SC	0.0
237.0	IPU-50 SC 15TA1T	0.0	SC	0.0
238.0	IPU-50 SC 15U01	0.0	SC	0.0
239.0	IPU-50 SC 15U01T	0.0	SC	0.0
240.0	IPU-50 SC 15U03	0.0	SC	0.0
241.0	IPU-50 SC 15U03T	0.0	SC	0.0
242.0	IPU-50 SC 15U05	0.0	SC	0.0
243.0	IPU-50 SC 15U05T	0.0	SC	0.0
244.0	IPU-50 SC 15U07	0.0	SC	0.0
245.0	IPU-50 SC 15U07T	0.0	SC	0.0
246.0	IPU-50 SC 15U09	0.0	SC	0.0
247.0	IPU-50 SC 15U09T	0.0	SC	0.0
248.0	IPU-50 SC 32TB1	0.0	SC	0.0
249.0	IPU-50 SC 32TB1T1	0.0	SC	0.0
250.0	IPU-50 SC 35U12	0.0	SC	0.0
251.0	IPU-50 SC 35U12T	0.0	SC	0.0
252.0	IPU-50 SC 35U12T1	0.0	SC	0.0
253.0	IPU-50 SC 35U34	0.0	SC	0.0
254.0	IPU-50 SC 35U34T	0.0	SC	0.0
255.0	IPU-50 SC 35U34T1	0.0	SC	0.0
256.0	IPU-50 SC 35U56	0.0	SC	0.0
257.0	IPU-50 SC 35U56T	0.0	SC	0.0
258.0	IPU-50 SC 35U56T1	0.0	SC	0.0
259.0	IPU-50 SC 35U78	0.0	SC	0.0
260.0	IPU-50 SC 35U78T	0.0	SC	0.0
261.0	IPU-50 SC 35U78T1	0.0	SC	0.0
262.0	IPU-50 SC 35U9A	0.0	SC	0.0
263.0	IPU-50 SC 35U9AT	0.0	SC	0.0
264.0	IPU-50 SC 35U9AT1	0.0	SC	0.0
265.0	IPU-50 SC 55U12	0.0	SC	0.0
266.0	IPU-50 SC 55U12T	0.0	SC	0.0

267.0	IPU-50 SC 55U34	0.0	SC	0.0
268.0	IPU-50 SC 55U34T	0.0	SC	0.0
269.0	IPU-50 SC 55U56	0.0	SC	0.0
270.0	IPU-50 SC 55U56T	0.0	SC	0.0
271.0	IPU-50 SC 55U78	0.0	SC	0.0
272.0	IPU-50 SC 55U78T	0.0	SC	0.0
273.0	IPU-50 SC 75L01	0.0	SC	0.0
274.0	IPU-50 SC 75L01T	0.0	SC	0.0
275.0	IPU-50 SC 75L02	0.0	SC	0.0
276.0	IPU-50 SC 75L02T	0.0	SC	0.0
277.0	IPU-50 SC 75LI1	0.0	SC	0.0
278.0	IPU-50 SC 75LI1T	0.0	SC	0.0
279.0	IPU-50 SC 75LI2	0.0	SC	0.0
280.0	IPU-50 SC 75LI2T	0.0	SC	0.0
281.0	IPU-50 SC 75TA1	0.0	SC	0.0
282.0	IPU-50 SC 75TA1T	0.0	SC	0.0
283.0	IPU-50 SC 75TA1T1	0.0	SC	0.0
284.0	IPU-50 SC 75U02	0.0	SC	0.0
285.0	IPU-50 SC 75U02T	0.0	SC	0.0
286.0	IPU-50 SC 75U02T1	0.0	SC	0.0
287.0	IPU-50 SC 75U04	0.0	SC	0.0
288.0	IPU-50 SC 75U04T	0.0	SC	0.0
289.0	IPU-50 SC 75U04T1	0.0	SC	0.0
290.0	IPU-50 SC 75U06	0.0	SC	0.0
291.0	IPU-50 SC 75U06T	0.0	SC	0.0
292.0	IPU-50 SC 75U06T1	0.0	SC	0.0
293.0	IPU-50 SC 75U08	0.0	SC	0.0
294.0	IPU-50 SC 75U08T	0.0	SC	0.0
295.0	IPU-50 SC 75U08T1	0.0	SC	0.0
296.0	IPU-50 SC 75U9A	0.0	SC	0.0
297.0	IPU-50 SC 75U9AT	0.0	SC	0.0
298.0	IPU-50 SC 75U9AT1	0.0	SC	0.0
299.0	IPU-50 SC 95U01	0.0	SC	0.0
300.0	IPU-50 SC 95U01T	0.0	SC	0.0
301.0	IPU-50 SC 95U02	0.0	SC	0.0
302.0	IPU-50 SC 95U02T	0.0	SC	0.0
303.0	IPU-50 SC 95U03	0.0	SC	0.0
304.0	IPU-50 SC 95U03T	0.0	SC	0.0
305.0	IPU-50 SC 95U04	0.0	SC	0.0
306.0	IPU-50 SC 95U04T	0.0	SC	0.0
307.0	IPU-50 SC 95U05	0.0	SC	0.0
308.0	IPU-50 SC 95U05T	0.0	SC	0.0
309.0	IPU-50 SC 95U06	0.0	SC	0.0
310.0	IPU-50 SC 95U06T	0.0	SC	0.0
311.0	IPU-50 SC 95U07	0.0	SC	0.0
312.0	IPU-50 SC 95U07T	0.0	SC	0.0
313.0	IPU-50 SC 95U08	0.0	SC	0.0
314.0	IPU-50 SC 95U08T	0.0	SC	0.0
315.0	IPU-50 SC 95U09	0.0	SC	0.0
316.0	IPU-50 SC 95U09T	0.0	SC	0.0
317.0	IPU-50 SC a5A01	0.0	SC	0.0
318.0	IPU-50 SC a5A01T	0.0	SC	0.0
319.0	IPU-50 SC a5A01T1	0.0	SC	0.0
320.0	IPU-50 SC a5A01T2	0.0	SC	0.0



321.0	IPU-50 SC a5A02	0.0	SC	0.0
322.0	IPU-50 SC a5A02T	0.0	SC	0.0
323.0	IPU-50 SC a5A02T1	0.0	SC	0.0
324.0	IPU-50 SC a5A02T2	0.0	SC	0.0
325.0	IPU-50 SC a5L01	0.0	SC	0.0
326.0	IPU-50 SC a5L01T	0.0	SC	0.0
327.0	IPU-50 SC a5L02	0.0	SC	0.0
328.0	IPU-50 SC a5L02T	0.0	SC	0.0
329.0	IPU-50 SC a5LI1	0.0	SC	0.0
330.0	IPU-50 SC a5LI1T	0.0	SC	0.0
331.0	IPU-50 SC a5LI2	0.0	SC	0.0
332.0	IPU-50 SC a5LI2T	0.0	SC	0.0
333.0	IPU-50 SC a5TA1	0.0	SC	0.0
334.0	IPU-50 SC a5TA1T	0.0	SC	0.0
335.0	IPU-50 SC a5U01	0.0	SC	0.0
336.0	IPU-50 SC a5U01T	0.0	SC	0.0
337.0	IPU-50 SC a5U03	0.0	SC	0.0
338.0	IPU-50 SC a5U03T	0.0	SC	0.0
339.0	IPU-50 SC a5U05	0.0	SC	0.0
340.0	IPU-50 SC a5U05T	0.0	SC	0.0
341.0	IPU-50 SC a5U07	0.0	SC	0.0
342.0	IPU-50 SC a5U07T	0.0	SC	0.0
343.0	IPU-50 SC a5U09	0.0	SC	0.0
344.0	IPU-50 SC a5U09T	0.0	SC	0.0
345.0	IPU-50 SC b5B01	0.0	SC	0.0
346.0	IPU-50 SC b5B01T	0.0	SC	0.0
347.0	IPU-50 SC b5B01T1	0.0	SC	0.0
348.0	IPU-50 SC b5B01T2	0.0	SC	0.0
349.0	IPU-50 SC b5B02	0.0	SC	0.0
350.0	IPU-50 SC b5B02T	0.0	SC	0.0
351.0	IPU-50 SC b5B02T1	0.0	SC	0.0
352.0	IPU-50 SC b5B02T2	0.0	SC	0.0
353.0	IPU-50 SC b5L01	0.0	SC	0.0
354.0	IPU-50 SC b5L01T	0.0	SC	0.0
355.0	IPU-50 SC b5L02	0.0	SC	0.0
356.0	IPU-50 SC b5L02T	0.0	SC	0.0
357.0	IPU-50 SC b5LI1	0.0	SC	0.0
358.0	IPU-50 SC b5LI1T	0.0	SC	0.0
359.0	IPU-50 SC b5LI2	0.0	SC	0.0
360.0	IPU-50 SC b5LI2T	0.0	SC	0.0
361.0	IPU-50 SC b5TA1	0.0	SC	0.0
362.0	IPU-50 SC b5TA1T	0.0	SC	0.0
363.0	IPU-50 SC b5U02	0.0	SC	0.0
364.0	IPU-50 SC b5U02T	0.0	SC	0.0
365.0	IPU-50 SC b5U04	0.0	SC	0.0
366.0	IPU-50 SC b5U04T	0.0	SC	0.0
367.0	IPU-50 SC b5U06	0.0	SC	0.0
368.0	IPU-50 SC b5U06T	0.0	SC	0.0
369.0	IPU-50 SC b5U08	0.0	SC	0.0
370.0	IPU-50 SC b5U08T	0.0	SC	0.0
371.0	IPU-50 SC b5U9A	0.0	SC	0.0
372.0	IPU-50 SC b5U9AT	0.0	SC	0.0
373.0	IPU-50 U01 - MW	1.0	MW	2.0
374.0	IPU-50 U02 - MW	1.0	MW	2.0

375.0	IPU-50 U03 - MW	1.0	MW	2.0
376.0	IPU-50 U04 - MW	1.0	MW	2.0
377.0	IPU-50 U05 - MW	1.0	MW	2.0
378.0	IPU-50 U06 - MW	1.0	MW	2.0
379.0	IPU-50 U07 - MW	1.0	MW	2.0
380.0	IPU-50 U08 - MW	1.0	MW	2.0
381.0	IPU-50 U09 - MW	1.0	MW	2.0
382.0	IPU-60 BARRA A3-KV	1.0	KV	0.0
383.0	IPU-60 BARRA A4-KV	1.0	KV	2.0
384.0	IPU-60 BARRA B3-KV	1.0	KV	2.0
385.0	IPU-60 BARRA B4-KV	1.0	KV	0.0
386.0	IPU-60 DJ 52TB2	0.0	DJ	0.0
387.0	IPU-60 LI-FI-1 MW	1.0	MW	2.0
388.0	IPU-60 LI-FI-2 MW	1.0	MW	2.0
389.0	IPU-60 LI-FI-3 MW	1.0	MW	2.0
390.0	IPU-60 LI-FI-4 MW	1.0	MW	2.0
391.0	IPU-60 MW - TOTAL	1.0	MW	6.0
392.0	IPU-60 SC 16LI1	0.0	SC	0.0
393.0	IPU-60 SC 16LI1T	0.0	SC	0.0
394.0	IPU-60 SC 16LI1T1	0.0	SC	0.0
395.0	IPU-60 SC 16LI2	0.0	SC	0.0
396.0	IPU-60 SC 16LI2T	0.0	SC	0.0
397.0	IPU-60 SC 16LI2T1	0.0	SC	0.0
398.0	IPU-60 SC 16LI3	0.0	SC	0.0
399.0	IPU-60 SC 16LI3T	0.0	SC	0.0
400.0	IPU-60 SC 16LI3T1	0.0	SC	0.0
401.0	IPU-60 SC 16LI4	0.0	SC	0.0
402.0	IPU-60 SC 16LI4T	0.0	SC	0.0
403.0	IPU-60 SC 16LI4T1	0.0	SC	0.0
404.0	IPU-60 SC 16TA2	0.0	SC	0.0
405.0	IPU-60 SC 16TA2T	0.0	SC	0.0
406.0	IPU-60 SC 16U10	0.0	SC	0.0
407.0	IPU-60 SC 16U10T	0.0	SC	0.0
408.0	IPU-60 SC 16U12	0.0	SC	0.0
409.0	IPU-60 SC 16U12T	0.0	SC	0.0
410.0	IPU-60 SC 16U14	0.0	SC	0.0
411.0	IPU-60 SC 16U14T	0.0	SC	0.0
412.0	IPU-60 SC 16U16	0.0	SC	0.0
413.0	IPU-60 SC 16U16T	0.0	SC	0.0
414.0	IPU-60 SC 16U18	0.0	SC	0.0
415.0	IPU-60 SC 16U18T	0.0	SC	0.0
416.0	IPU-60 SC 36U01	0.0	SC	0.0
417.0	IPU-60 SC 36U01T	0.0	SC	0.0
418.0	IPU-60 SC 36U01T1	0.0	SC	0.0
419.0	IPU-60 SC 36U23	0.0	SC	0.0
420.0	IPU-60 SC 36U23T	0.0	SC	0.0
421.0	IPU-60 SC 36U23T1	0.0	SC	0.0
422.0	IPU-60 SC 36U45	0.0	SC	0.0
423.0	IPU-60 SC 36U45T	0.0	SC	0.0
424.0	IPU-60 SC 36U45T1	0.0	SC	0.0
425.0	IPU-60 SC 36U67	0.0	SC	0.0
426.0	IPU-60 SC 36U67T	0.0	SC	0.0
427.0	IPU-60 SC 36U67T1	0.0	SC	0.0
428.0	IPU-60 SC 36U8A	0.0	SC	0.0

429.0	IPU-60 SC 36U8AT	0.0	SC	0.0
430.0	IPU-60 SC 36U8AT1	0.0	SC	0.0
431.0	IPU-60 SC 56U01	0.0	SC	0.0
432.0	IPU-60 SC 56U01T	0.0	SC	0.0
433.0	IPU-60 SC 56U23	0.0	SC	0.0
434.0	IPU-60 SC 56U23T	0.0	SC	0.0
435.0	IPU-60 SC 56U45	0.0	SC	0.0
436.0	IPU-60 SC 56U45T	0.0	SC	0.0
437.0	IPU-60 SC 56U67	0.0	SC	0.0
438.0	IPU-60 SC 56U67T	0.0	SC	0.0
439.0	IPU-60 SC 76LI1	0.0	SC	0.0
440.0	IPU-60 SC 76LI1T	0.0	SC	0.0
441.0	IPU-60 SC 76LI2	0.0	SC	0.0
442.0	IPU-60 SC 76LI2T	0.0	SC	0.0
443.0	IPU-60 SC 76LI3	0.0	SC	0.0
444.0	IPU-60 SC 76LI3T	0.0	SC	0.0
445.0	IPU-60 SC 76LI4	0.0	SC	0.0
446.0	IPU-60 SC 76LI4T	0.0	SC	0.0
447.0	IPU-60 SC 76TA2	0.0	SC	0.0
448.0	IPU-60 SC 76TA2T	0.0	SC	0.0
449.0	IPU-60 SC 76TA2T1	0.0	SC	0.0
450.0	IPU-60 SC 76U11	0.0	SC	0.0
451.0	IPU-60 SC 76U11T	0.0	SC	0.0
452.0	IPU-60 SC 76U11T1	0.0	SC	0.0
453.0	IPU-60 SC 76U13	0.0	SC	0.0
454.0	IPU-60 SC 76U13T	0.0	SC	0.0
455.0	IPU-60 SC 76U13T1	0.0	SC	0.0
456.0	IPU-60 SC 76U15	0.0	SC	0.0
457.0	IPU-60 SC 76U15T	0.0	SC	0.0
458.0	IPU-60 SC 76U15T1	0.0	SC	0.0
459.0	IPU-60 SC 76U17	0.0	SC	0.0
460.0	IPU-60 SC 76U17T	0.0	SC	0.0
461.0	IPU-60 SC 76U17T1	0.0	SC	0.0
462.0	IPU-60 SC 76U8A	0.0	SC	0.0
463.0	IPU-60 SC 76U8AT	0.0	SC	0.0
464.0	IPU-60 SC 76U8AT1	0.0	SC	0.0
465.0	IPU-60 SC 96U10	0.0	SC	0.0
466.0	IPU-60 SC 96U10T	0.0	SC	0.0
467.0	IPU-60 SC 96U11	0.0	SC	0.0
468.0	IPU-60 SC 96U11T	0.0	SC	0.0
469.0	IPU-60 SC 96U12	0.0	SC	0.0
470.0	IPU-60 SC 96U12T	0.0	SC	0.0
471.0	IPU-60 SC 96U13	0.0	SC	0.0
472.0	IPU-60 SC 96U13T	0.0	SC	0.0
473.0	IPU-60 SC 96U14	0.0	SC	0.0
474.0	IPU-60 SC 96U14T	0.0	SC	0.0
475.0	IPU-60 SC 96U15	0.0	SC	0.0
476.0	IPU-60 SC 96U15T	0.0	SC	0.0
477.0	IPU-60 SC 96U16	0.0	SC	0.0
478.0	IPU-60 SC 96U16T	0.0	SC	0.0
479.0	IPU-60 SC 96U17	0.0	SC	0.0
480.0	IPU-60 SC 96U17T	0.0	SC	0.0
481.0	IPU-60 SC 96U18	0.0	SC	0.0
482.0	IPU-60 SC 96U18T	0.0	SC	0.0

483.0	IPU-60 SC a6A03	0.0	SC	0.0
484.0	IPU-60 SC a6A03T	0.0	SC	0.0
485.0	IPU-60 SC a6A03T1	0.0	SC	0.0
486.0	IPU-60 SC a6A03T2	1.0		0.0
487.0	IPU-60 SC a6A03T2	0.0	SC	0.0
488.0	IPU-60 SC a6A04	0.0	SC	0.0
489.0	IPU-60 SC a6A04T	0.0	SC	0.0
490.0	IPU-60 SC a6A04T1	0.0	SC	0.0
491.0	IPU-60 SC a6A04T2	0.0	SC	0.0
492.0	IPU-60 SC a6LI1	0.0	SC	0.0
493.0	IPU-60 SC a6LI1T	0.0	SC	0.0
494.0	IPU-60 SC a6LI2	0.0	SC	0.0
495.0	IPU-60 SC a6LI2T	0.0	SC	0.0
496.0	IPU-60 SC a6LI3	0.0	SC	0.0
497.0	IPU-60 SC a6LI3T	0.0	SC	0.0
498.0	IPU-60 SC a6LI4	0.0	SC	0.0
499.0	IPU-60 SC a6LI4T	0.0	SC	0.0
500.0	IPU-60 SC a6TA2	0.0	SC	0.0
501.0	IPU-60 SC a6TA2T	0.0	SC	0.0
502.0	IPU-60 SC a6U10	0.0	SC	0.0
503.0	IPU-60 SC a6U10T	0.0	SC	0.0
504.0	IPU-60 SC a6U12	0.0	SC	0.0
505.0	IPU-60 SC a6U12T	0.0	SC	0.0
506.0	IPU-60 SC a6U14	0.0	SC	0.0
507.0	IPU-60 SC a6U14T	0.0	SC	0.0
508.0	IPU-60 SC a6U16	0.0	SC	0.0
509.0	IPU-60 SC a6U16T	0.0	SC	0.0
510.0	IPU-60 SC a6U18	0.0	SC	0.0
511.0	IPU-60 SC a6U18T	0.0	SC	0.0
512.0	IPU-60 SC b6B03	0.0	SC	0.0
513.0	IPU-60 SC b6B03T	0.0	SC	0.0
514.0	IPU-60 SC b6B03T1	0.0	SC	0.0
515.0	IPU-60 SC b6B03T2	0.0	SC	0.0
516.0	IPU-60 SC b6B03T2	1.0		0.0
517.0	IPU-60 SC b6B04	0.0	SC	0.0
518.0	IPU-60 SC b6B04T	0.0	SC	0.0
519.0	IPU-60 SC b6B04T1	0.0	SC	0.0
520.0	IPU-60 SC b6B04T2	0.0	SC	0.0
521.0	IPU-60 SC b6LI1	0.0	SC	0.0
522.0	IPU-60 SC b6LI1T	0.0	SC	0.0
523.0	IPU-60 SC b6LI2	0.0	SC	0.0
524.0	IPU-60 SC b6LI2T	0.0	SC	0.0
525.0	IPU-60 SC b6LI3	0.0	SC	0.0
526.0	IPU-60 SC b6LI3T	0.0	SC	0.0
527.0	IPU-60 SC b6LI4	0.0	SC	0.0
528.0	IPU-60 SC b6LI4T	0.0	SC	0.0
529.0	IPU-60 SC b6TA2	0.0	SC	0.0
530.0	IPU-60 SC b6TA2T	0.0	SC	0.0
531.0	IPU-60 SC b6U11	0.0	SC	0.0
532.0	IPU-60 SC b6U11T	0.0	SC	0.0
533.0	IPU-60 SC b6U13	0.0	SC	0.0
534.0	IPU-60 SC b6U13T	0.0	SC	0.0
535.0	IPU-60 SC b6U15	0.0	SC	0.0
536.0	IPU-60 SC b6U15T	0.0	SC	0.0

537.0	IPU-60 SC b6U17	0.0	SC	0.0
538.0	IPU-60 SC b6U17T	0.0	SC	0.0
539.0	IPU-60 SC b6U8A	0.0	SC	0.0
540.0	IPU-60 SC b6U8AT	0.0	SC	0.0
541.0	IPU-60 U 10 - MW	1.0	MW	2.0
542.0	IPU-60 U 11 - MW	1.0	MW	2.0
543.0	IPU-60 U 12 - MW	1.0	MW	2.0
544.0	IPU-60 U 13 - MW	1.0	MW	2.0
545.0	IPU-60 U 14 - MW	1.0	MW	2.0
546.0	IPU-60 U 15 - MW	1.0	MW	2.0
547.0	IPU-60 U 16 - MW	1.0	MW	2.0
548.0	IPU-60 U 17 - MW	1.0	MW	2.0
549.0	IPU-60 U 18 - MW	1.0	MW	2.0
550.0	IPU-60 VAZ. TURB.	1.0		0.0
551.0	MD-220 BARRA A1-KV	1.0	KV	1.0
552.0	MD-220 BARRA B1-KV	1.0	KV	1.0
553.0	MD-220 LI ACY-1 MW	1.0	MW	1.0
554.0	MD-220 LI ACY-2 MW	1.0	MW	1.0
555.0	MD-220 LI MD-LIM	1.0		1.0
556.0	MD-220 SC 13T01	0.0	SC	1.0
557.0	MD-220 SC 13T02	0.0	SC	1.0
558.0	MD-220 SC 13T03	0.0	SC	1.0
559.0	MD-220 SC 13T06	0.0	SC	1.0
560.0	MD-220 SC 33T67	0.0	SC	1.0
561.0	MD-220 SC 33TL1	0.0	SC	1.0
562.0	MD-220 SC 33TL2	0.0	SC	1.0
563.0	MD-220 SC 33TL3	0.0	SC	1.0
564.0	MD-220 SC 53T67	0.0	SC	1.0
565.0	MD-220 SC 53TL1	0.0	SC	1.0
566.0	MD-220 SC 53TL1T1	0.0	SC	1.0
567.0	MD-220 SC 53TL2	0.0	SC	1.0
568.0	MD-220 SC 53TL2T1	0.0	SC	1.0
569.0	MD-220 SC 53TL3	0.0	SC	1.0
570.0	MD-220 SC 53TL3T1	0.0	SC	1.0
571.0	MD-220 SC 73LI1	0.0	SC	1.0
572.0	MD-220 SC 73LI2	0.0	SC	1.0
573.0	MD-220 SC 73LI3	0.0	SC	1.0
574.0	MD-220 SC 73T07	0.0	SC	1.0
575.0	MD-220 SC a3A01	0.0	SC	1.0
576.0	MD-220 SC a3T01	0.0	SC	1.0
577.0	MD-220 SC a3T02	0.0	SC	1.0
578.0	MD-220 SC a3T03	0.0	SC	1.0
579.0	MD-220 SC a3T06	0.0	SC	1.0
580.0	MD-220 SC b3B01	0.0	SC	1.0
581.0	MD-220 SC b3LI1	0.0	SC	1.0
582.0	MD-220 SC b3LI2	0.0	SC	1.0
583.0	MD-220 SC b3LI3	0.0	SC	1.0
584.0	MD-220 SC b3T07	0.0	SC	1.0
585.0	MD-500 BARRA A2-KV	1.0	KV	1.0
586.0	MD-500 BARRA B2-KV	1.0	KV	1.0
587.0	MD-500 LI MD-FI-1 MW	1.0	MW	1.0
588.0	MD-500 LI MD-FI-2 MW	1.0	MW	1.0
589.0	MD-500 LI MD-FI-3 MW	1.0	MW	6.0
590.0	MD-500 LI MD-FI-4 MW	1.0	MW	6.0

591.0	MD-500 SC 14L01	0.0	SC	1.0
592.0	MD-500 SC 14L02	0.0	SC	1.0
593.0	MD-500 SC 14T01	0.0	SC	1.0
594.0	MD-500 SC 14T03	0.0	SC	1.0
595.0	MD-500 SC 34L11	0.0	SC	1.0
596.0	MD-500 SC 34L22	0.0	SC	1.0
597.0	MD-500 SC 34T12	0.0	SC	1.0
598.0	MD-500 SC 34T34	0.0	SC	1.0
599.0	MD-500 SC 54L11	0.0	SC	1.0
600.0	MD-500 SC 54L22	0.0	SC	1.0
601.0	MD-500 SC 54T12	0.0	SC	1.0
602.0	MD-500 SC 54T34	0.0	SC	1.0
603.0	MD-500 SC 74LI1	0.0	SC	1.0
604.0	MD-500 SC 74LI2	0.0	SC	1.0
605.0	MD-500 SC 74T02	0.0	SC	1.0
606.0	MD-500 SC 94L01	0.0	SC	1.0
607.0	MD-500 SC 94L01T	0.0	SC	1.0
608.0	MD-500 SC 94L02	0.0	SC	1.0
609.0	MD-500 SC 94L02T	0.0	SC	1.0
610.0	MD-500 SC 94LI1	0.0	SC	1.0
611.0	MD-500 SC 94LI1T	0.0	SC	1.0
612.0	MD-500 SC 94LI2	0.0	SC	1.0
613.0	MD-500 SC 94LI2T	0.0	SC	1.0
614.0	MD-500 SC 94T01	0.0	SC	1.0
615.0	MD-500 SC 94T01T	0.0	SC	1.0
616.0	MD-500 SC 94T02	0.0	SC	1.0
617.0	MD-500 SC 94T02T	0.0	SC	1.0
618.0	MD-500 SC 94T03	0.0	SC	1.0
619.0	MD-500 SC 94T03T	0.0	SC	1.0
620.0	MD-500 SC a4L01	0.0	SC	1.0
621.0	MD-500 SC a4L02	0.0	SC	1.0
622.0	MD-500 SC a4T01	0.0	SC	1.0
623.0	MD-500 SC a4T03	0.0	SC	1.0
624.0	MD-500 SC b4LI1	0.0	SC	1.0
625.0	MD-500 SC b4LI2	0.0	SC	1.0
626.0	MD-500 SC b4T02	0.0	SC	1.0
627.0	MD-500 SC b4T04	0.0	SC	1.0
628.0	MD-66 LI FI MW	1.0	MW	1.0
629.0	MD-66 LT IPU MW	1.0	MW	1.0
630.0	MD-66 SC 12L01	0.0	SC	1.0
631.0	MD-66 SC 12L01T1	0.0	SC	1.0
632.0	MD-66 SC 12LI1	0.0	SC	1.0
633.0	MD-66 SC 12LI1T1	0.0	SC	1.0
634.0	MD-66 SC 12T06	0.0	SC	1.0
635.0	MD-66 SC 12T07	0.0	SC	1.0
636.0	MD-66 SC 92L01	0.0	SC	1.0
637.0	MD-66 SC 92LI1	0.0	SC	1.0
638.0	MD-66 SC a2A01	0.0	SC	1.0
639.0	MD-66 SC a2A02	0.0	SC	1.0
640.0	MD-66 SC a2L01	0.0	SC	1.0
641.0	MD-66 SC a2LI1	0.0	SC	1.0
642.0	MD-66 SC a2T06	0.0	SC	1.0
643.0	MD-66 SC a2T07	0.0	SC	1.0
644.0	NIVEL A. ABAJO	1.0		2.0

645.0	NIVEL EMBALSE	1.0		2.0
646.0	POLO 1 (MW)	1.0	MW	0.0
647.0	POLO 2 (MW)	1.0	MW	0.0
648.0	POLO 3 (MW)	1.0	MW	0.0
649.0	POLO 4 (MW)	1.0	MW	0.0
650.0	SE-FI SC ZA926	0.0	SC	0.0
651.0	SE-FI SC ZA927	0.0	SC	0.0
652.0	UNIDADE CORTE - 10	0.0	DJ	0.0
653.0	UNIDADE CORTE - 11	0.0	DJ	0.0
654.0	UNIDADE CORTE - 12	0.0	DJ	0.0
655.0	UNIDADE CORTE - 13	0.0	DJ	0.0
656.0	UNIDADE CORTE - 14	0.0	DJ	0.0
657.0	UNIDADE CORTE - 15	0.0	DJ	0.0
658.0	UNIDADE CORTE - 16	0.0	DJ	0.0
659.0	UNIDADE CORTE - 17	0.0	DJ	0.0
660.0	UNIDADE CORTE - 18	0.0	DJ	0.0
661.0	VAZAO TURB.TOTAL-IPU	1.0		0.0
662.0	IPU-60 TA-02	1.0		0.0
663.0	IPU-50 TA-01	1.0		0.0
664.0	LI IPU 50 Hz FI3	0.0	DJ	0.0
665.0	LI IPU 50 Hz FI4	0.0	DJ	0.0
666.0	LI IPU 50 Hz FI1	0.0	DJ	0.0
667.0	LI IPU 50 Hz FI2	0.0	DJ	0.0
668.0	LI IPU 60 Hz FI1	0.0	DJ	0.0
669.0	LI IPU 60 Hz FI2	0.0	DJ	0.0
670.0	LI IPU 60 Hz FI3	0.0	DJ	0.0
671.0	LI IPU 60 Hz FI4	0.0	DJ	0.0
672.0	SE-FI LT FI-IV-1	0.0	DJ	0.0
673.0	SE-FI LT FI-IV-2	0.0	DJ	0.0
674.0	SE-FI LT FI-IV-3	0.0	DJ	0.0
675.0	SE-FI LT FI-IV-4	0.0	DJ	0.0
676.0	LI MD-FI-3	1.0		0.0
677.0	LI MD-FI-4	1.0		0.0
678.0	C. GUAIRA	1.0		0.0
679.0	C. CAPANEMA	1.0		0.0
680.0	C. MONDAY	1.0		0.0
681.0	MD-200 T01-R01	1.0		0.0
682.0	MD-200 T02-R02	1.0		0.0
683.0	MD-200 T03-R03	1.0		0.0
684.0	IPU-50 IN 52-A CS01	0.0	DJ	0.0
685.0	IPU-50 IN 52-B CS01	0.0	DJ	0.0
686.0	IPU-60 DJ 52-02 QA02	0.0	DJ	0.0
687.0	IPU-60 DJ 52-A CS02	0.0	DJ	0.0
688.0	IPU-60 DJ 52-B CS02	0.0	DJ	0.0
689.0	IPU-60 DJ 52-C CS02	0.0	DJ	0.0
690.0	CH-ACY IN 82	0.0	DJ	0.0
691.0	CH-ACY IN 92	0.0	DJ	0.0
692.0	CH-ACY IN 94	0.0	DJ	0.0
693.0	CH-ACY IN 83	0.0	DJ	0.0
694.0	CH-ACY IN 88	0.0	DJ	0.0
695.0	CH-ACY IN 89	0.0	DJ	0.0
696.0	CH-ACY IN 86	0.0	DJ	0.0
697.0	CH-ACY IN 87	0.0	DJ	0.0
698.0	CH-ACY IN T2	0.0	DJ	0.0

699.0	CH-ACY SC 04	0.0	SC	0.0
700.0	CH-ACY SC 03	0.0	SC	0.0
701.0	CH-ACY SC 42	0.0	SC	0.0
702.0	CH-ACY SC 31	0.0	SC	0.0
703.0	CH-ACY SC 24	0.0	SC	0.0
704.0	CH-ACY SC 25	0.0	SC	0.0
705.0	CH-ACY SC 40	0.0	SC	0.0
706.0	CH-ACY SC 39	0.0	SC	0.0
707.0	CH-ACY SC 56	0.0	SC	0.0
708.0	CH-ACY SC 53	0.0	SC	0.0
709.0	CH-ACY SC 38	0.0	SC	0.0
710.0	CH-ACY SC 37	0.0	SC	0.0
711.0	CH-ACY SC 26	0.0	SC	0.0
712.0	CH-ACY SC 29	0.0	SC	0.0
713.0	CH-ACY SC 30	0.0	SC	0.0
714.0	CH-ACY SC 31A	0.0	SC	0.0
715.0	CH-ACY SC 26A	0.0	SC	0.0
716.0	CH-ACY SC 27	0.0	SC	0.0
717.0	CH-ACY SC 56A	0.0	SC	0.0
718.0	CH-ACY SC 37A	0.0	SC	0.0
719.0	CH-ACY SC 60	0.0	SC	0.0
720.0	CH-ACY SC 59	0.0	SC	0.0
721.0	CH-ACY SC 66	0.0	SC	0.0
722.0	IPU-50 BARRA A1 - Hz	1.0		2.0
723.0	IPU-50 BARRA B2 - Hz	1.0		2.0
724.0	IPU-60 BARRA A3 - Hz	1.0		2.0
725.0	IPU-60 BARRA B4 - Hz	1.0		2.0
726.0	MD-220 LI-MD-LIM-A	1.0		0.0
727.0	MD-220 MD-LIM-MVAr	1.0		0.0
728.0	MD-220 LI-MD-LIM-kV	1.0		1.0
729.0	IPU-50 U01 - MVAr	1.0		2.0
730.0	IPU-50 U02 - MVAr	1.0		2.0
731.0	IPU-50 U03 - MVAr	1.0		2.0
732.0	IPU-50 U04 - MVAr	1.0		2.0
733.0	IPU-50 U05 - MVAr	1.0		2.0
734.0	IPU-50 U06 - MVAr	1.0		2.0
735.0	IPU-50 U07 - MVAr	1.0		2.0
736.0	IPU-50 U08 - MVAr	1.0		2.0
737.0	IPU-50 U09 - MVAr	1.0		2.0
738.0	IPU-50 BARRA A2-Hz	1.0		0.0
739.0	IPU-50 BARRA B1-Hz	1.0		0.0
740.0	IPU-50 LT-MD-1 MVAr	1.0		2.0
741.0	IPU-50 LT-MD-2 MVAr	1.0		2.0
742.0	IPU-50 LT-FI-1 MVAr	1.0		0.0
743.0	IPU-50 LT-FI-2 MVAr	1.0		0.0
744.0	IPU-60 U10 - MVAr	1.0		2.0
745.0	IPU-60 U11 - MVAr	1.0		2.0
746.0	IPU-60 U12 - MVAr	1.0		2.0
747.0	IPU-60 U13 - MVAr	1.0		2.0
748.0	IPU-60 U14 - MVAr	1.0		2.0
749.0	IPU-60 U15 - MVAr	1.0		2.0
750.0	IPU-60 U16 - MVAr	1.0		2.0
751.0	IPU-60 U17 - MVAr	1.0		2.0
752.0	IPU-60 U18 - MVAr	1.0		2.0



753.0	IPU-60 BARRA A4-Hz	1.0		0.0
754.0	IPU-60 BARRA B3-Hz	1.0		0.0
755.0	IPU-60 LI-FI-1 MVAr	1.0		2.0
756.0	IPU-60 LI-FI-2 MVAr	1.0		2.0
757.0	IPU-60 LI-FI-3 MVAr	1.0		2.0
758.0	IPU-60 LI-FI-4 MVAr	1.0		2.0
759.0	MD-220 BARRA A1-Hz	1.0		0.0
760.0	MD-220 LI ACY-1 MVAr	1.0		0.0
761.0	MD-220 LI ACY-2 MVAr	1.0		0.0
762.0	MD-220 BARRA B1-Hz	1.0		0.0
763.0	MD-220 TR T06 - MW	1.0	MW	1.0
764.0	MD-220 TR T06 MVAr	1.0		0.0
765.0	MD-220 TR T07 - MW	1.0	MW	1.0
766.0	MD-220 TR T07-MVAr	1.0		0.0
767.0	MD-500 LI MDFI1 MVAr	1.0		1.0
768.0	MD-500 LI MDFI2 MVAr	1.0		1.0
769.0	MD-500 TR T01 MVAr	1.0		0.0
770.0	MD-500 TR T02 MVAr	1.0		0.0
771.0	MD-500 TR T03 MVAr	1.0		0.0
772.0	MD-220 BARRA A2-KV	1.0	KV	0.0
773.0	MD-220 BARRA B2-KV	1.0	KV	0.0
774.0	MD-220 REG R01-LTC	1.0		1.0
775.0	MD-220 REG R02-LTC	1.0		1.0
776.0	MD-220 REG R03-LTC	1.0		1.0
777.0	MD-500 TR T01 - MW	1.0	MW	1.0
778.0	MD-500 TR T02 - MW	1.0	MW	1.0
779.0	MD-500 TR T03 - MW	1.0	MW	1.0
780.0	MD-500 LI MD-FI-1 A	1.0		1.0
781.0	MD-500 LI MD-FI-1 KV	1.0	KV	1.0
782.0	MD-500 LI MD-FI-2 A	1.0		1.0
783.0	MD-500 LI MD-FI-2 KV	1.0	KV	1.0
784.0	MD-220 LI ACY-1 KV	1.0	KV	1.0
785.0	MD-220 LI ACY-2 KV	1.0	KV	1.0
786.0	MD-66 LI FI A	1.0		1.0
787.0	MD-66 LT IPU KV	1.0	KV	1.0
788.0	MD-66 LI FI KV	1.0	KV	1.0
789.0	R1	1.0		0.0
790.0	R2	1.0		0.0
791.0	R3	1.0		0.0
792.0	RMIN-50	1.0		0.0
793.0	RMIN-60	1.0		0.0
794.0	HOLGURA GEN 50	1.0		6.0
795.0	HOLGURA GEN 60	1.0		6.0
796.0	HOLGURA GEN TOT	1.0		6.0
797.0	PLIM MW - U01	1.0	MW	0.0
798.0	PLIM MW - U02	1.0	MW	0.0
799.0	PLIM MW - U03	1.0	MW	0.0
800.0	EST. REMOTA TCC50	0.0	DJ	0.0
801.0	EST. REMOTA TCC60	0.0	DJ	0.0
802.0	EST. REMOTA TMD	0.0	DJ	0.0
803.0	PLIM MW - U04	1.0	MW	0.0
804.0	PLIM MW - U05	1.0	MW	0.0
805.0	PLIM MW - U06	1.0	MW	0.0
806.0	PLIM MW - U07	1.0	MW	0.0

807.0	PLIM MW - U08	1.0	MW	0.0
808.0	PLIM MW - U09	1.0	MW	0.0
809.0	PLIM MW - U10	1.0	MW	0.0
810.0	PLIM MW - U11	1.0	MW	0.0
811.0	PLIM MW - U12	1.0	MW	0.0
812.0	PLIM MW - U13	1.0	MW	0.0
813.0	PLIM MW - U14	1.0	MW	0.0
814.0	PLIM MW - U15	1.0	MW	0.0
815.0	PLIM MW - U16	1.0	MW	0.0
816.0	PLIM MW - U17	1.0	MW	0.0
817.0	PLIM MW - U18	1.0	MW	0.0
818.0	PMAX Q.B.	1.0		6.0
819.0	PMIN Q.B.	1.0		6.0
820.0	TOTAL MVA <sub>r</sub> 50	1.0		6.0
821.0	TOTAL MVA <sub>r</sub> 60	1.0		6.0
822.0	TOTAL MVA <sub>r</sub>	1.0		6.0
823.0	TOTAL MW	1.0	MW	6.0
824.0	MW LIM IAR 1, 2 E 3	1.0	MW	0.0
825.0	MW LIM IAR 4 A 18	1.0	MW	0.0
826.0	SOBRE AVISO	1.0		0.0
827.0	GER DISP 50	1.0		6.0
828.0	GER DISP 60	1.0		6.0
829.0	GER DISP TOTAL	1.0		6.0
830.0	MD-220 LI MD-IRY-LIM	1.0		6.0
831.0	MD-220 LI ITK2 KV	1.0	KV	0.0
832.0	TEMPO U10	1.0		6.0
833.0	TEMPO U11	1.0		6.0
834.0	TEMPO U12	1.0		6.0
835.0	TEMPO U13	1.0		6.0
836.0	TEMPO U14	1.0		6.0
837.0	TEMPO U15	1.0		6.0
838.0	TEMPO U16	1.0		6.0
839.0	TEMPO U17	1.0		6.0
840.0	TEMPO U18	1.0		6.0
841.0	ICAMPO U10	1.0		6.0
842.0	ICAMPO U11	1.0		6.0
843.0	ICAMPO U12	1.0		6.0
844.0	ICAMPO U13	1.0		6.0
845.0	ICAMPO U14	1.0		6.0
846.0	ICAMPO U15	1.0		6.0
847.0	ICAMPO U16	1.0		6.0
848.0	ICAMPO U17	1.0		6.0
849.0	ICAMPO U18	1.0		6.0
850.0	MD-220 LI IRY MVA	1.0		0.0
851.0	MD-220 LI MD-LIM MW	1.0	MW	0.0
852.0	MD-220 IN 83LI4	0.0	DJ	0.0
853.0	MD-220 SC 73LI4	0.0	SC	0.0
854.0	VTerminal U01	1.0		0.0
855.0	VTerminal U02	1.0		0.0
856.0	VTerminal U03	1.0		0.0
857.0	VTerminal U04	1.0		0.0
858.0	VTerminal U05	1.0		0.0
859.0	VTerminal U06	1.0		0.0
860.0	VTerminal U07	1.0		0.0

861.0	VTerminal U08	1.0		0.0
862.0	VTerminal U09	1.0		0.0
863.0	VTerminal U10	1.0		6.0
864.0	VTerminal U11	1.0		6.0
865.0	VTerminal U12	1.0		6.0
866.0	VTerminal U13	1.0		6.0
867.0	VTerminal U14	1.0		6.0
868.0	VTerminal U15	1.0		6.0
869.0	VTerminal U16	1.0		6.0
870.0	VTerminal U17	1.0		6.0
871.0	VTerminal U18	1.0		6.0
872.0	DIF. FLUXO 50Hz	1.0		0.0
873.0	DIF. FLUXO 60Hz	1.0		6.0
874.0	MD-220 LL MD-ACY 1 CON/DESCON	0.0	DJ	1.0
875.0	MD-220 LI MD-ACY 1	0.0	DJ	1.0
876.0	MD-220 LTC CL-VR1	0.0	DJ	1.0
877.0	MD-220 LTC DESC. VR1	0.0	DJ	1.0
878.0	MD-220 LTC CR-VR1	0.0	DJ	1.0
879.0	MD-220 LTC V.Master 1 CON/DESC	0.0	DJ	1.0
880.0	MD-220 LL T06/T07	0.0	DJ	1.0
881.0	MD-66 LL MD-FI CONECT/DESCONET	0.0	DJ	1.0
882.0	MD-66 LI MD-IPU CONEC/DESCONEC	0.0	DJ	1.0
883.0	MD-66 LI MD-FI	0.0	DJ	1.0
884.0	04T03/44T34 DISP P/PROT	0.0	AL	1.0
885.0	04T03/44T34 ALAR GENERAL	0.0	AL	1.0
886.0	04T03/44T34 SUP DISPARO	0.0	AL	1.0
887.0	04T03/44T34 PRES MINIM	0.0	AL	1.0
888.0	04T03/44T34 BAJ DENS SF6	0.0	AL	1.0
889.0	TRAFO T03 FALLA ALIM PROTEC	0.0	AL	1.0
890.0	04T03/44T34 FALL CIR AUX	0.0	AL	1.0
891.0	TRAFO T03 ALARMA GENERAL	0.0	AL	1.0
892.0	TRAFO T03 ALTA TEMP ACEI/DEVAN	0.0	AL	1.0
893.0	TRAFO T03 FALTA ALIM CA/CC	0.0	AL	1.0
894.0	TRAFO T03 PROT PRIM/ALT ACTUO	0.0	AL	1.0
895.0	TRAFO T03 BUCHOLZ OPERADO	0.0	AL	1.0
896.0	TRAFO T03 FALLA CIRCUI ACEITE	0.0	AL	1.0
897.0	T1/T2/T3/T6/T7/R1/R2/R3 PR INC	0.0	AL	1.0
898.0	MD220 BAR A1/B1 DISP PROT P/A	0.0	AL	1.0
899.0	MD220 BAR A1/B1 BLOQ PROT P/A	0.0	AL	1.0
900.0	03T01/43TL1/83LI1 DISP P/PROT	0.0	AL	1.0
901.0	03T01/43TL1/83LI1 DISC FASE	0.0	AL	1.0
902.0	03T01/43TL1/83LI1 ALAR GENERAL	0.0	AL	1.0
903.0	REG R01 FALLA CIRCUI ACEITE	0.0	AL	1.0
904.0	REG R01 ALARMA GENERAL	0.0	AL	1.0
905.0	LIMDACY1 FALLA PROT PR/ALT	0.0	AL	1.0
906.0	LIMDACY1 RELE 21 PP/PA DISP	0.0	AL	1.0
907.0	REG R01 ALTA TEMP ACEIT/DEVAN	0.0	AL	1.0
908.0	MD-500 PANEL 2C1 FALTA ALIM	0.0	AL	1.0
909.0	MD-500 BAR A2/B2 DISP PROT P/A	0.0	AL	1.0
910.0	MD-500 BAR A2/B2 BLOQ PROT P/A	0.0	AL	1.0
911.0	AISL FORZ TON MO PERD CANALES	0.0	AL	1.0
912.0	FIP2 INT AUXILIAR ABIERTO	0.0	AL	1.0
913.0	AISL FORZ-DISPARO PROTECCION	0.0	AL	1.0
914.0	AISL FORZ-DISCORDANCIA RELES	0.0	AL	1.0

915.0	04L01/44L11/84LI1 DISP P/PROT	0.0	AL	1.0
916.0	04L01/44L11/84LI1 ALAR GENERAL	0.0	AL	1.0
917.0	04L01/44L11/84LI1 SUP DISPARO	0.0	AL	1.0
918.0	04L01/44L11/84LI1 PRES MINIM	0.0	AL	1.0
919.0	04L01/44L11/84LI1 INT AUX ABIE	0.0	AL	1.0
920.0	LIs IPU-MD-FI1 PLC-M.O. FALLA	0.0	AL	1.0
921.0	LIs IPU-MD-FI1 RELE 21P/A DISP	0.0	AL	1.0
922.0	LIs IPU-MD-FI1 PROT P/A S/ALIM	0.0	AL	1.0
923.0	LIs IPU-MD-FI1 CCPD DIS INTAUX	0.0	AL	1.0
924.0	LIs IPU-MD-FI1 BLOQ POR OSCIL	0.0	AL	1.0
925.0	03T02/43TL2/83LI2 DISP P/PROT	0.0	AL	1.0
926.0	03T02/43TL2/83LI2 DISC FASE	0.0	AL	1.0
927.0	03T02/43TL2/83LI2 ALAR GENERAL	0.0	AL	1.0
928.0	REG R02 FALLA CIRCUI ACEITE	0.0	AL	1.0
929.0	REG R02 ALARMA GENERAL	0.0	AL	1.0
930.0	LIMDACY2 FALLA PROT PR/ALT	0.0	AL	1.0
931.0	LIMDACY2 RELE 21 PP/PA DISP	0.0	AL	1.0
932.0	LIMDACY2 BLOQ POR OSCILACION	0.0	AL	1.0
933.0	LIMDACY2 PLC PP/PA FALLA RECEP	0.0	AL	1.0
934.0	REG R02 BUCHOLZ OPERADO	0.0	AL	1.0
935.0	REG R02 ALTA TEMP ACEIT/DEVAN	0.0	AL	1.0
936.0	REG R02 FALLA ALIMENTACION CA	0.0	AL	1.0
937.0	REG R02 CONMUT FUERA SINCRONIS	0.0	AL	1.0
938.0	03T03/43TL3/83LI3 DISP P/PROT	0.0	AL	1.0
939.0	03T03/43TL3/83LI3 DISCORD FASE	0.0	AL	1.0
940.0	03T03/43TL3/83LI3 ALAR GENERAL	0.0	AL	1.0
941.0	REG R03 FALLA CIRCUI ACEITE	0.0	AL	1.0
942.0	REG R03 ALARMA GENERAL	0.0	AL	1.0
943.0	REG R03 BUCHOLZ OPERADO	0.0	AL	1.0
944.0	REG R03 ALTA TEMP ACEIT/DEVAN	0.0	AL	1.0
945.0	REG R03 FALLA ALIMENTACION CA	0.0	AL	1.0
946.0	REG R03 CONMUT FUERA SINCRONIS	0.0	AL	1.0
947.0	04L02/44L22/84LI2 DISP P/PROT	0.0	AL	1.0
948.0	04L02/44L22/84LI2 ALAR GENERAL	0.0	AL	1.0
949.0	04L02/44L22/84LI2 SUP DISPARO	0.0	AL	1.0
950.0	04L02/44L22/84LI2 PRES MINIM	0.0	AL	1.0
951.0	04L02/44L22/84LI2 INT AUX ABIE	0.0	AL	1.0
952.0	LIs IPU-MD-FI2 PLC-M.O. FALLA	0.0	AL	1.0
953.0	LIs IPU-MD-FI2 RELE 21P/A DISP	0.0	AL	1.0
954.0	LIs IPU-MD-FI2 PROT P/A S/ALIM	0.0	AL	1.0
955.0	LIs IPU-MD-FI2 CCPD DIS INTAUX	0.0	AL	1.0
956.0	LIs IPU-MD-FI2 BLOQ POR OSCIL	0.0	AL	1.0
957.0	04T01/44T12/84T02 DISP P/PROT	0.0	AL	1.0
958.0	04T01/44T12/84T02 ALAR GENERAL	0.0	AL	1.0
959.0	04T01/44T12/84T02 SUP DISPARO	0.0	AL	1.0
960.0	04T01/44T12/84T02 PRES MINIM	0.0	AL	1.0
961.0	04T01/44T12/84T02 BAJ DENS SF6	0.0	AL	1.0
962.0	04T01/44T12/84T02 FALL CIR AUX	0.0	AL	1.0
963.0	TRAFOS T01 FALTA ALIM CA/CC	0.0	AL	1.0
964.0	TRAFOS T01/T02 PROT PR/AL ACTU	0.0	AL	1.0
965.0	TRAFOS T01/T02 BUCHOLZ OPERADO	0.0	AL	1.0
966.0	TRAFOS T01/T02 ALTA TEMP ACEIT	0.0	AL	1.0
967.0	TRAFOS T01/T02 ALARMA GENERAL	0.0	AL	1.0
968.0	TRAFOS T01/T02 FALL CIRCU ACEIT	0.0	AL	1.0

969.0	TRAFOS T01/T02 FALL ALIM PROT	0.0	AL	1.0
970.0	03T06/43T67/83T07 DISP P/PROTE	0.0	AL	1.0
971.0	03T06/43T67/83T07 DISC FASE	0.0	AL	1.0
972.0	03T06/43T67/83T07 ALAR GENERAL	0.0	AL	1.0
973.0	TRAFOS T6/T7 ALT TEMP ACEI/DEV	0.0	AL	1.0
974.0	TRAFOS T06/T07 FALLA ALI CC/CA	0.0	AL	1.0
975.0	TRAFOS T06/T07 ALARMA GENERAL	0.0	AL	1.0
976.0	TRAFOS T06/T07 BUCHOLZ OPERADO	0.0	AL	1.0
977.0	TRAFOS T06/T07 BUCHOLZ OPERADO	0.0	AL	1.0
978.0	TRAFOS T06/T07 FALL PROT PP/PA	0.0	AL	1.0
979.0	TRAFOS T06/T07 FALLA TIER TERC	0.0	AL	1.0
980.0	ABERTURA DO DISTRIBUIDOR	1.0		0.0

## **Apêndice B**

### **Interface Gráfica do SSO**

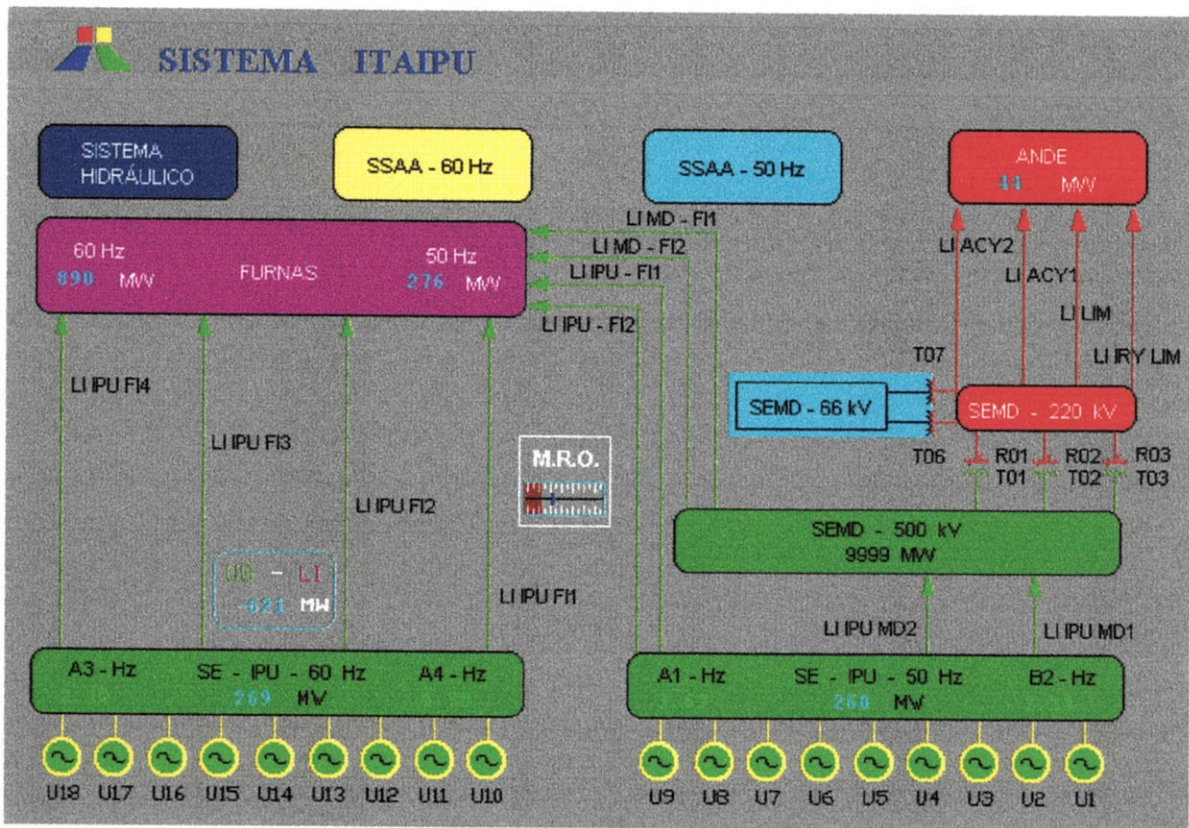
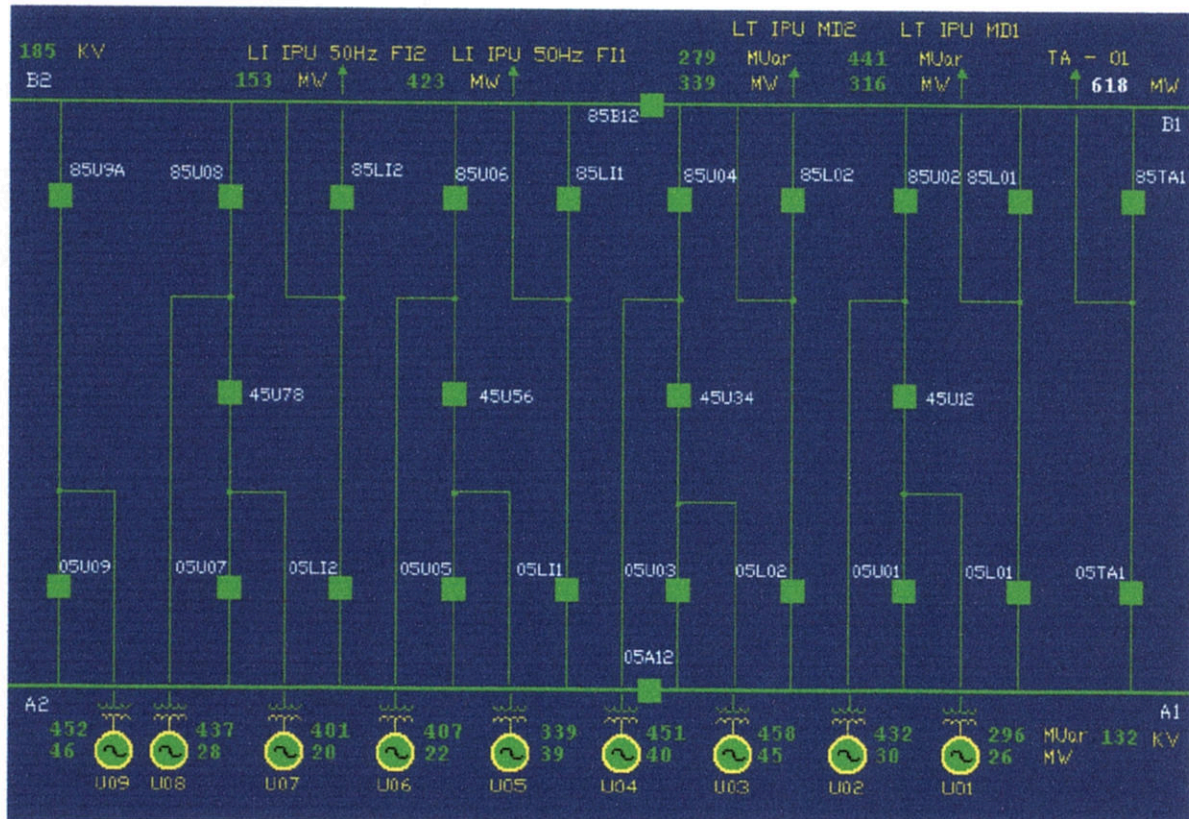
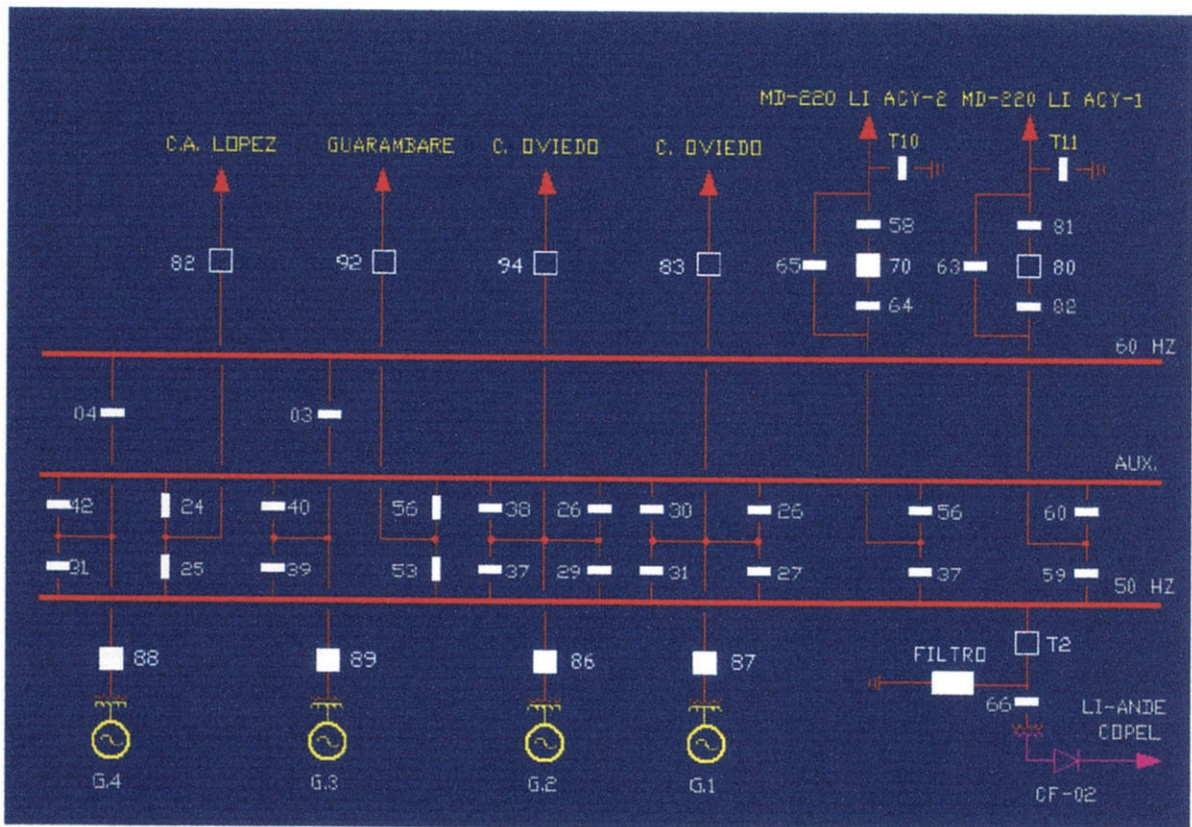


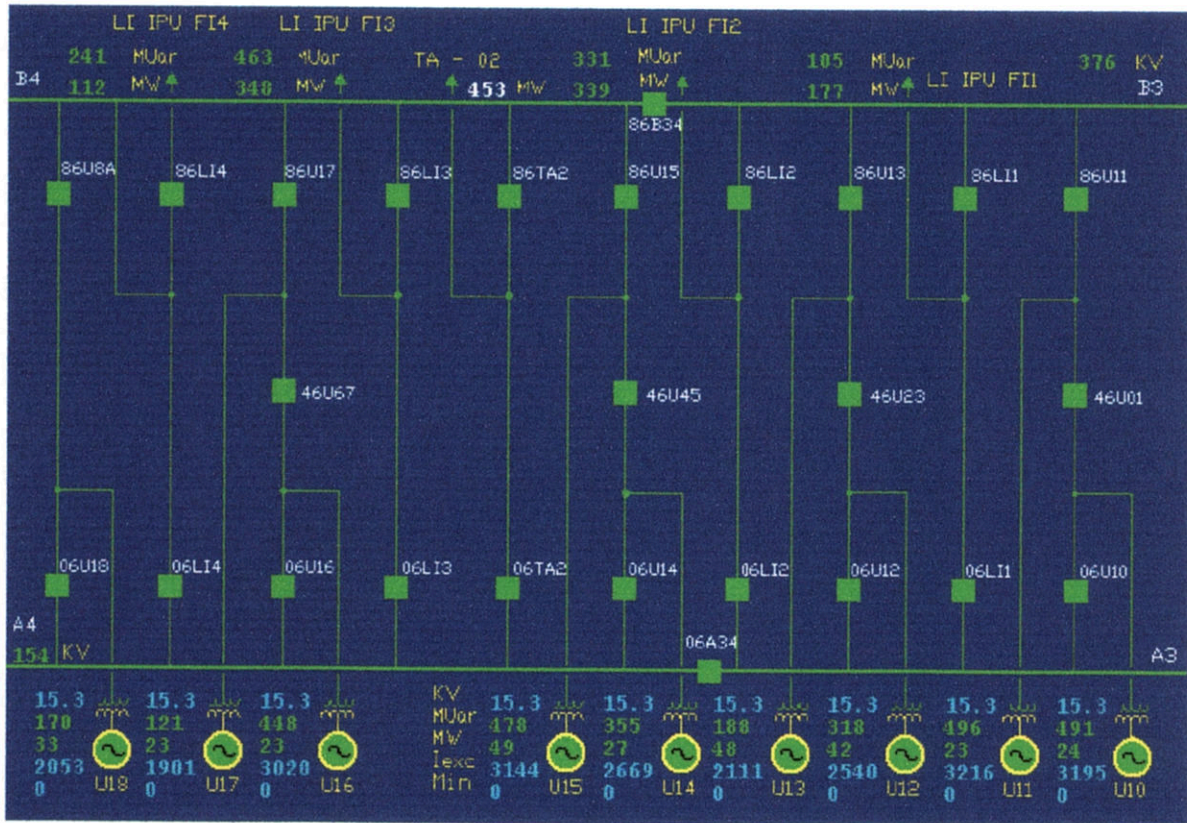
DIAGRAMA PRINCIPAL



SE - IPU - 50 HZ - U1 a U9

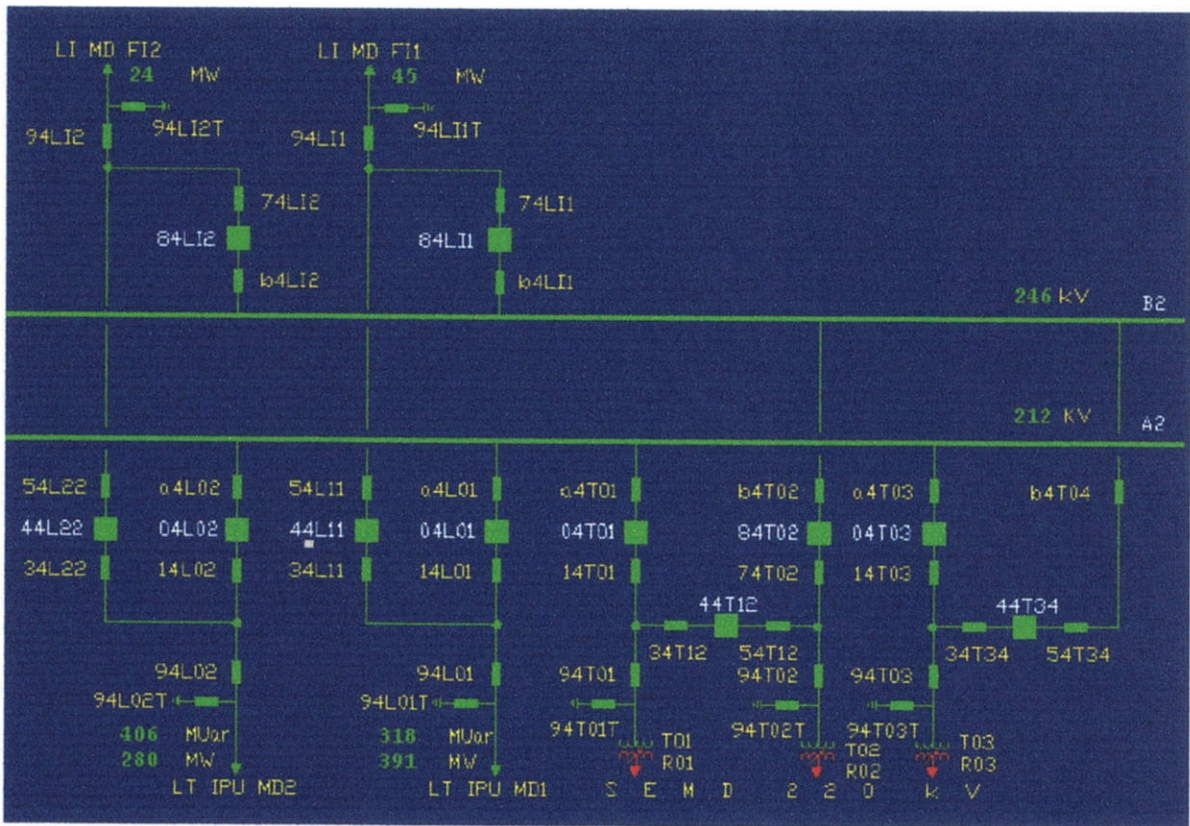


CENTRAL ACARAY - ANDE

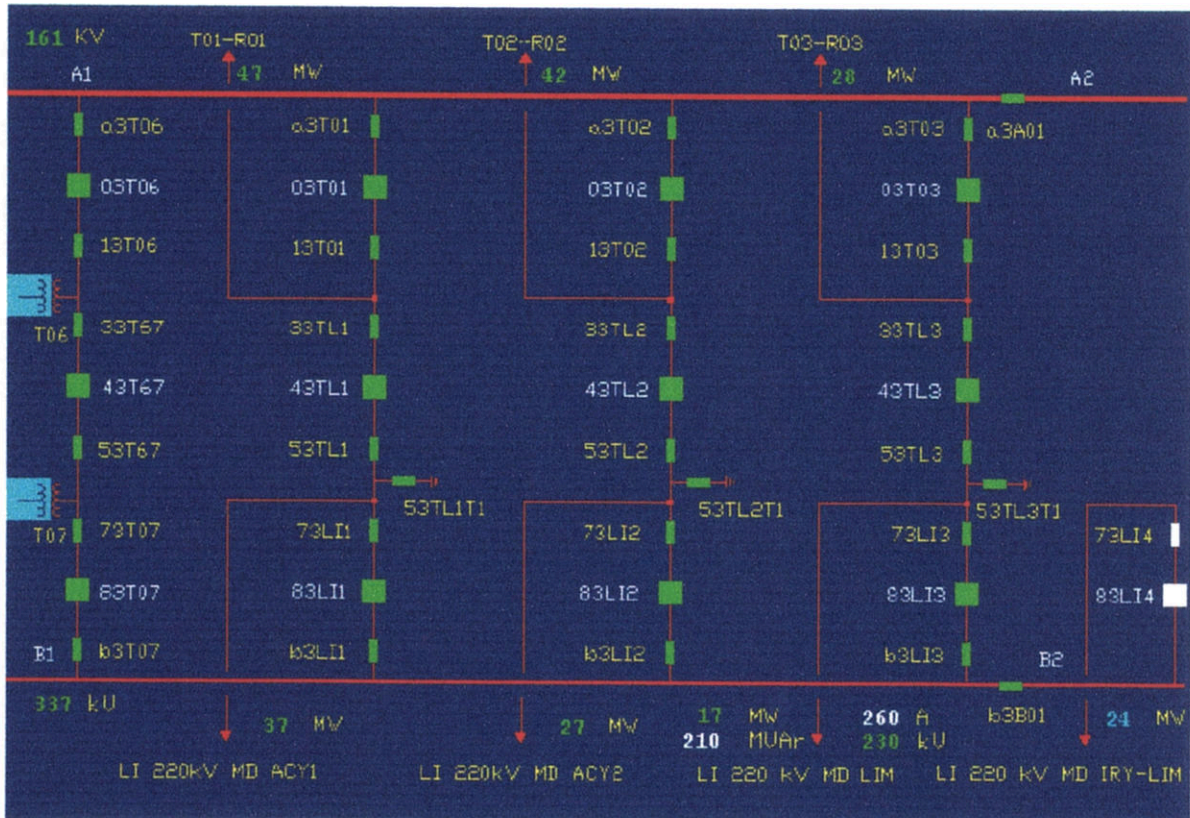


SE - IPU - 60 HZ - U10 a U18

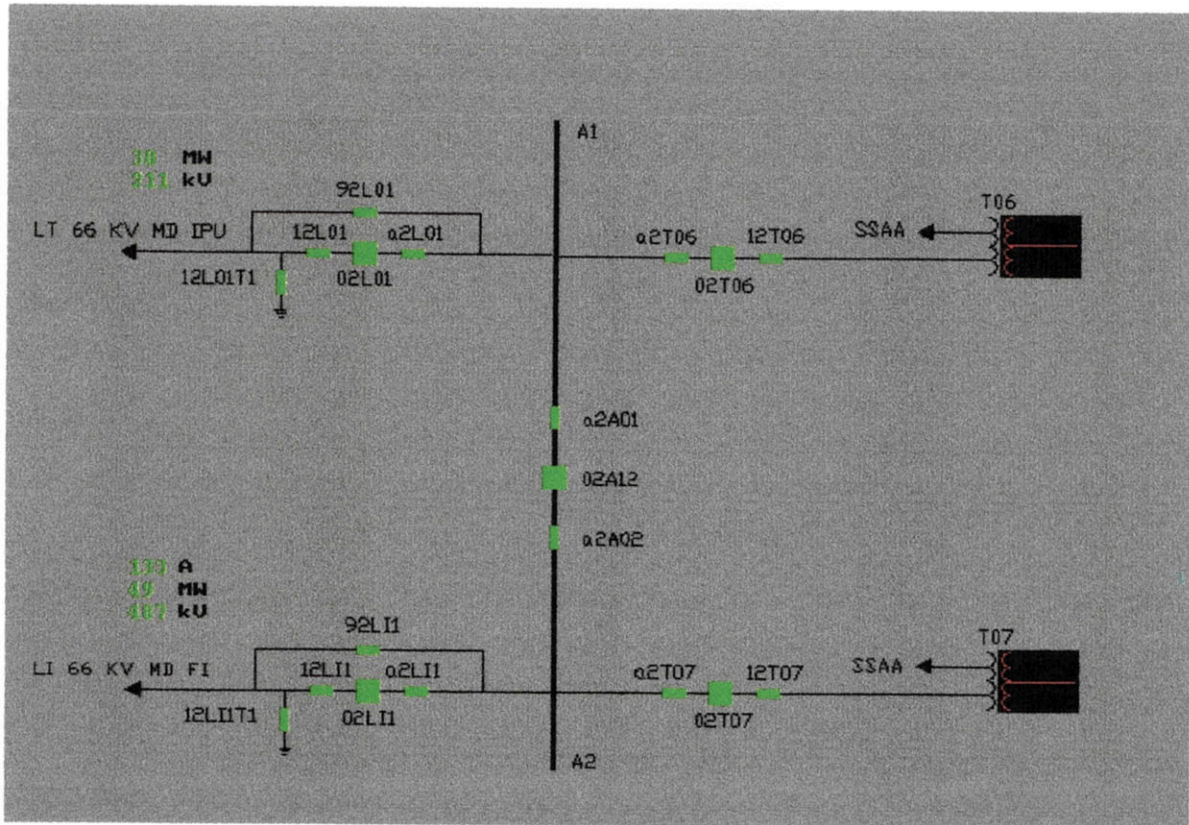




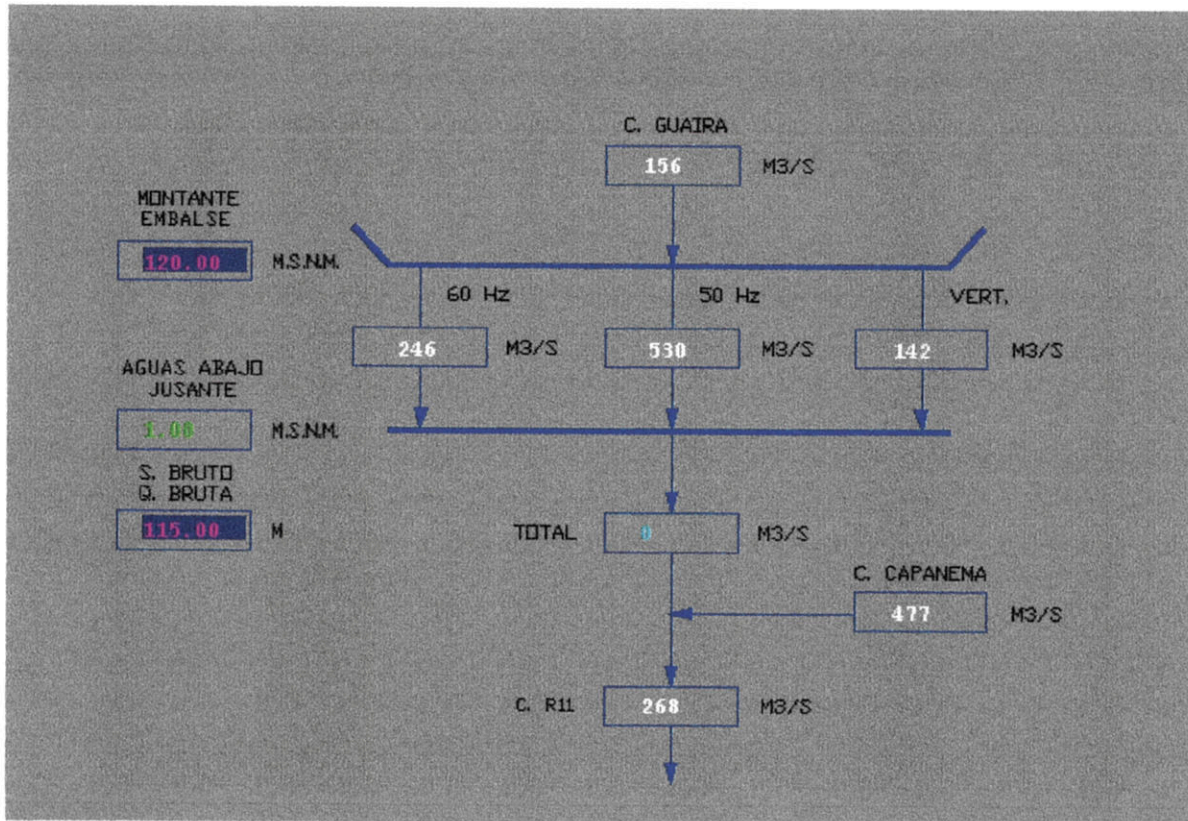
SE - MD - 500 KV



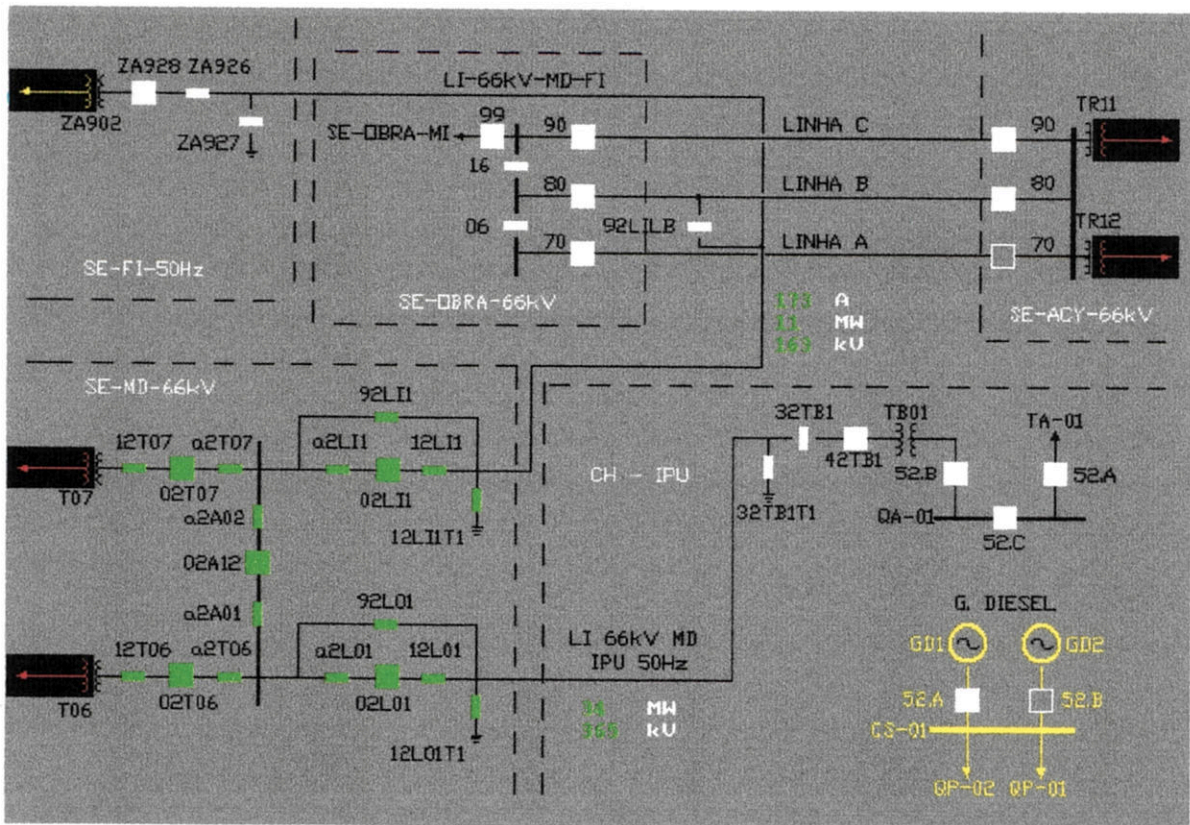
SE - MD - 220 KV



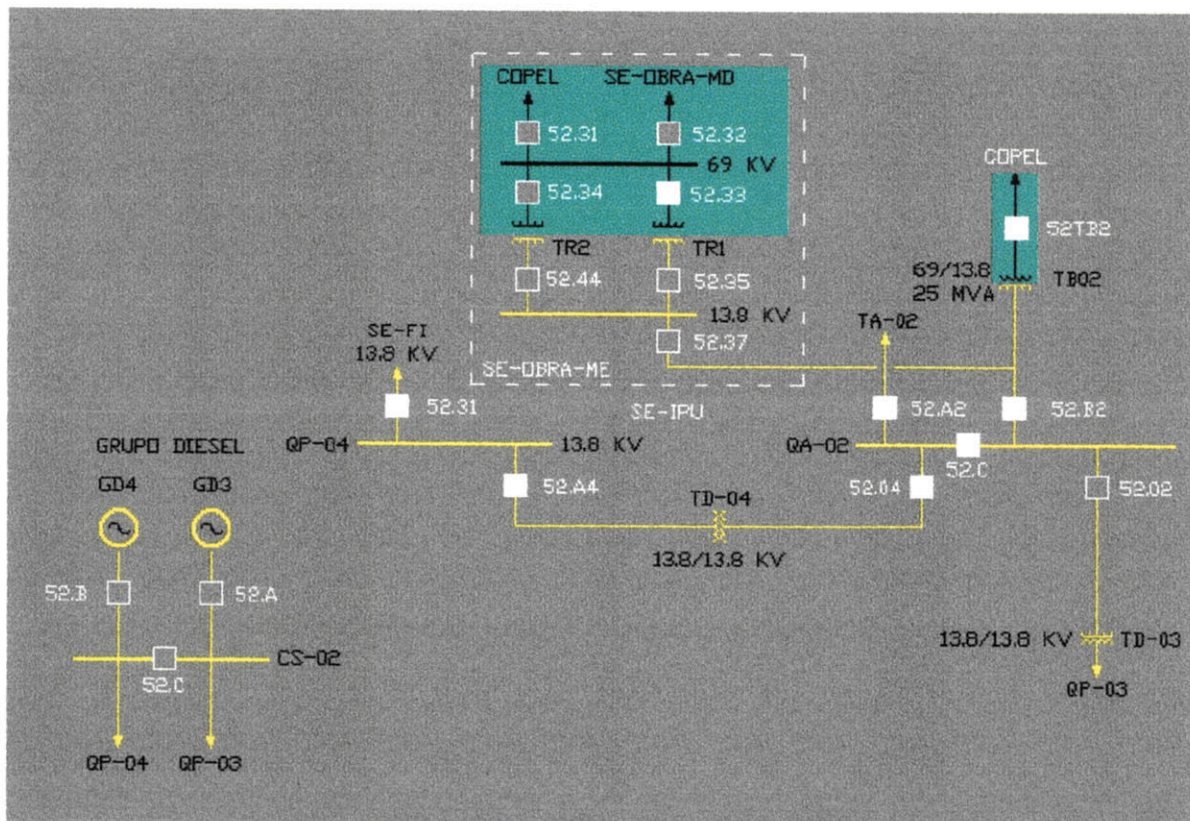
SE - MD - 66 KV



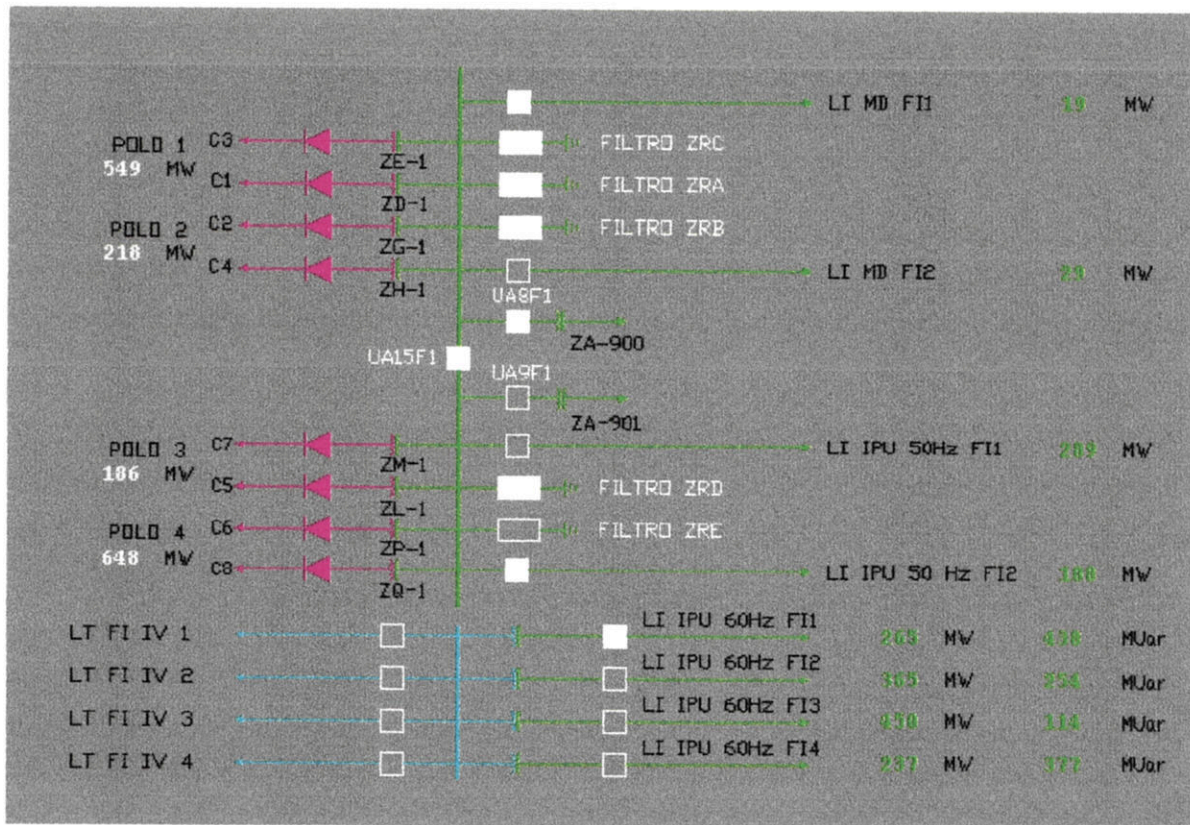
SISTEMA HIDRÁULICO



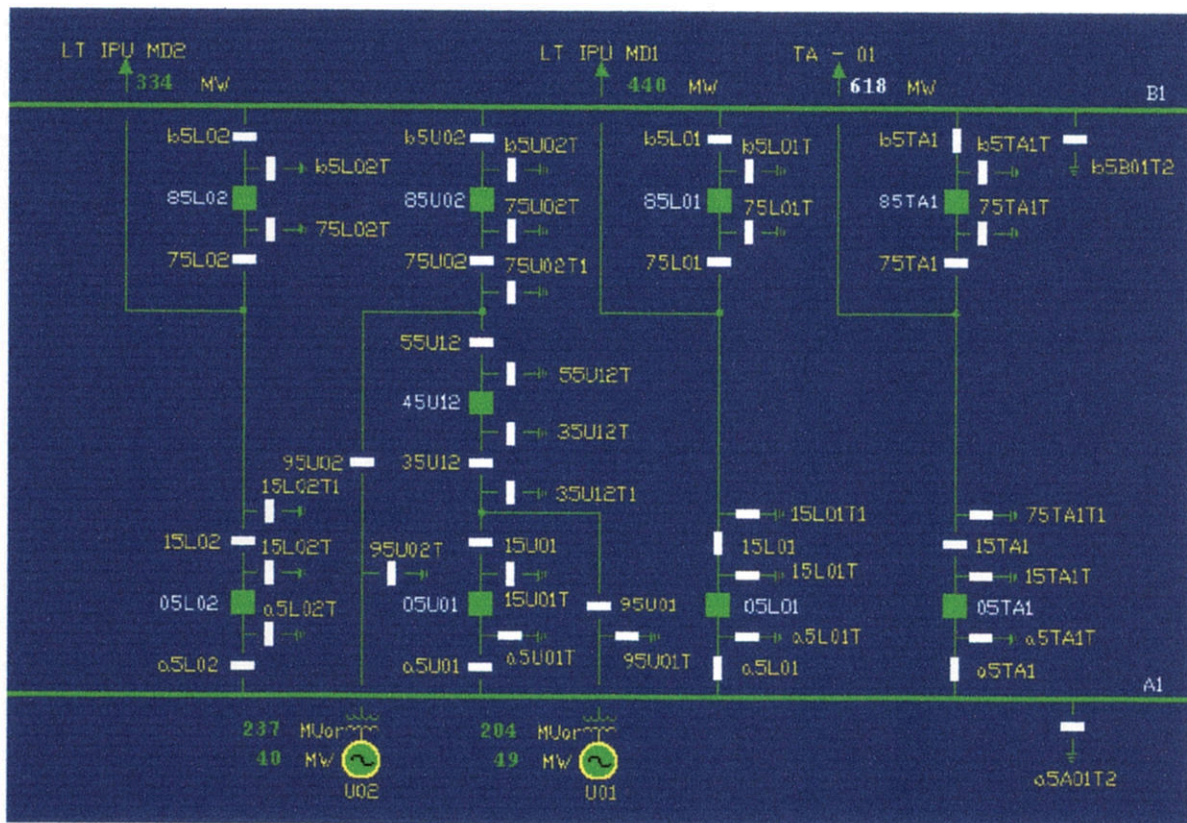
SERVIÇOS AUXILIARES - SETOR 50 HZ



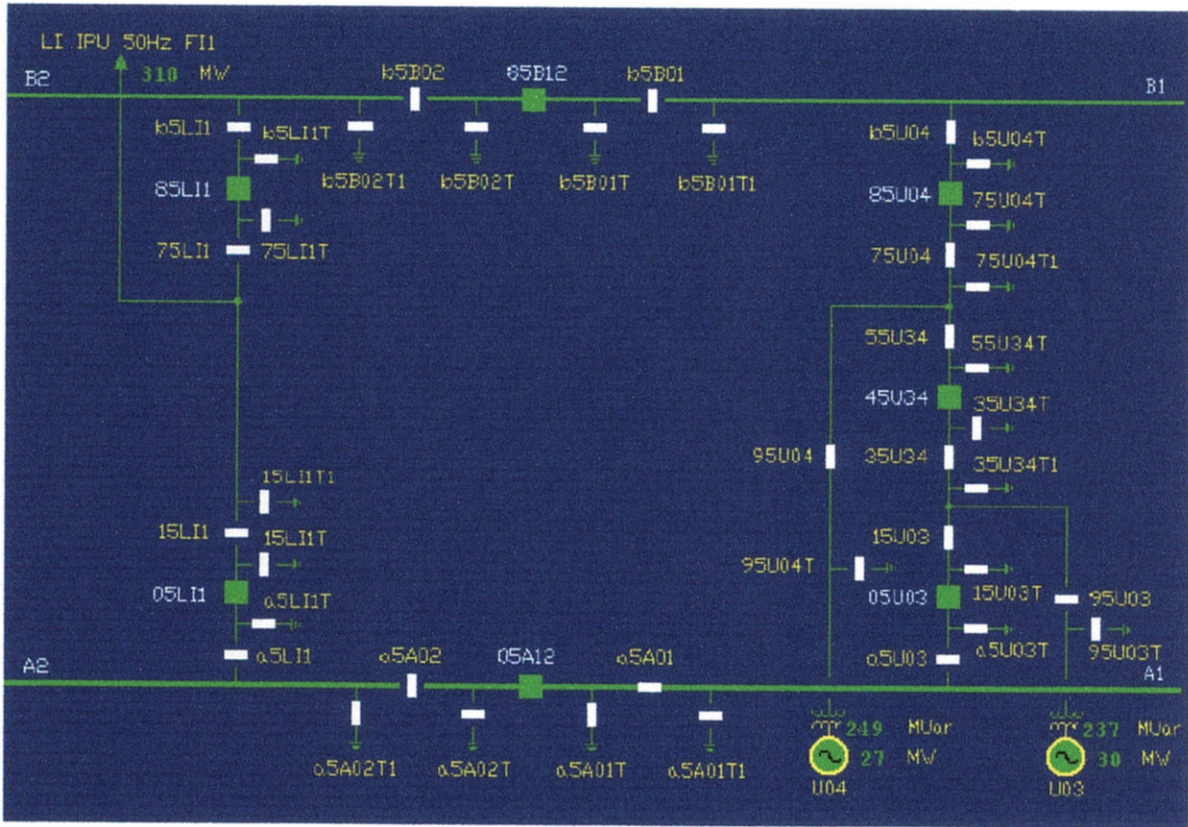
SERVIÇOS AUXILIARES - SETOR 60 HZ



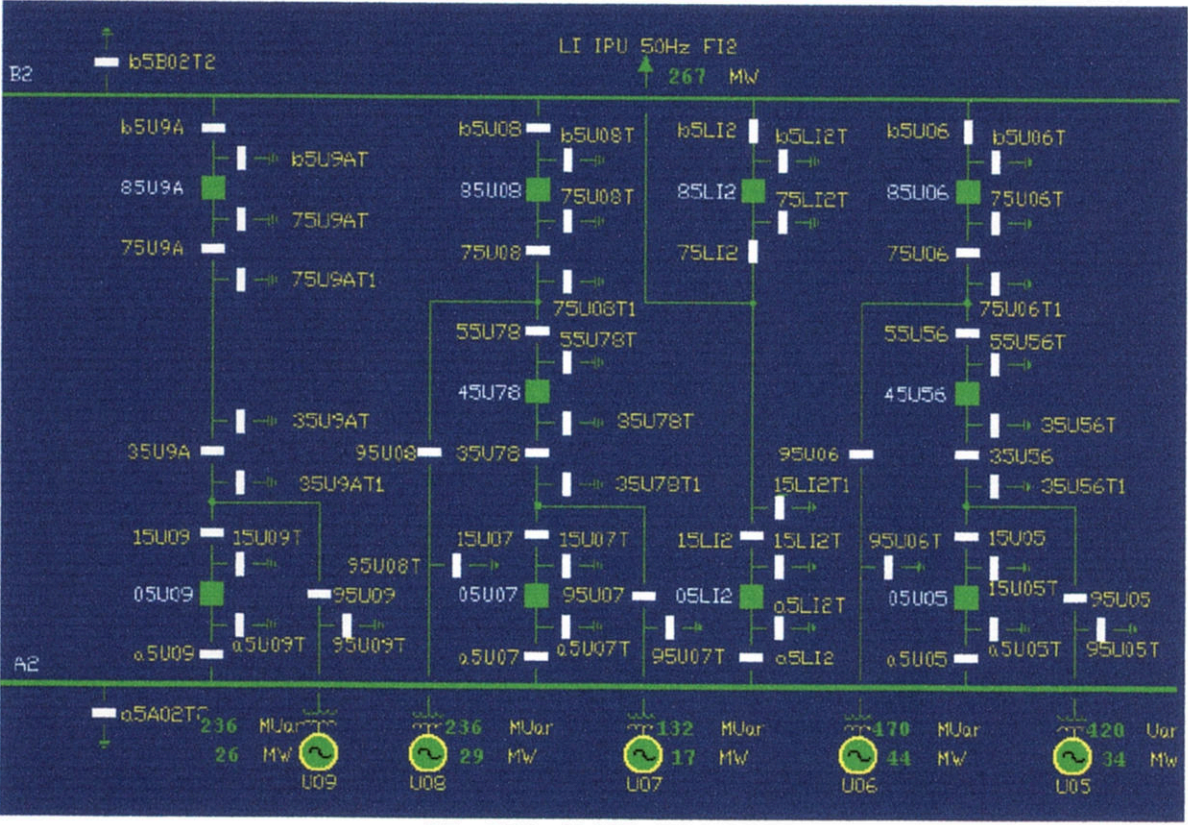
FURNAS



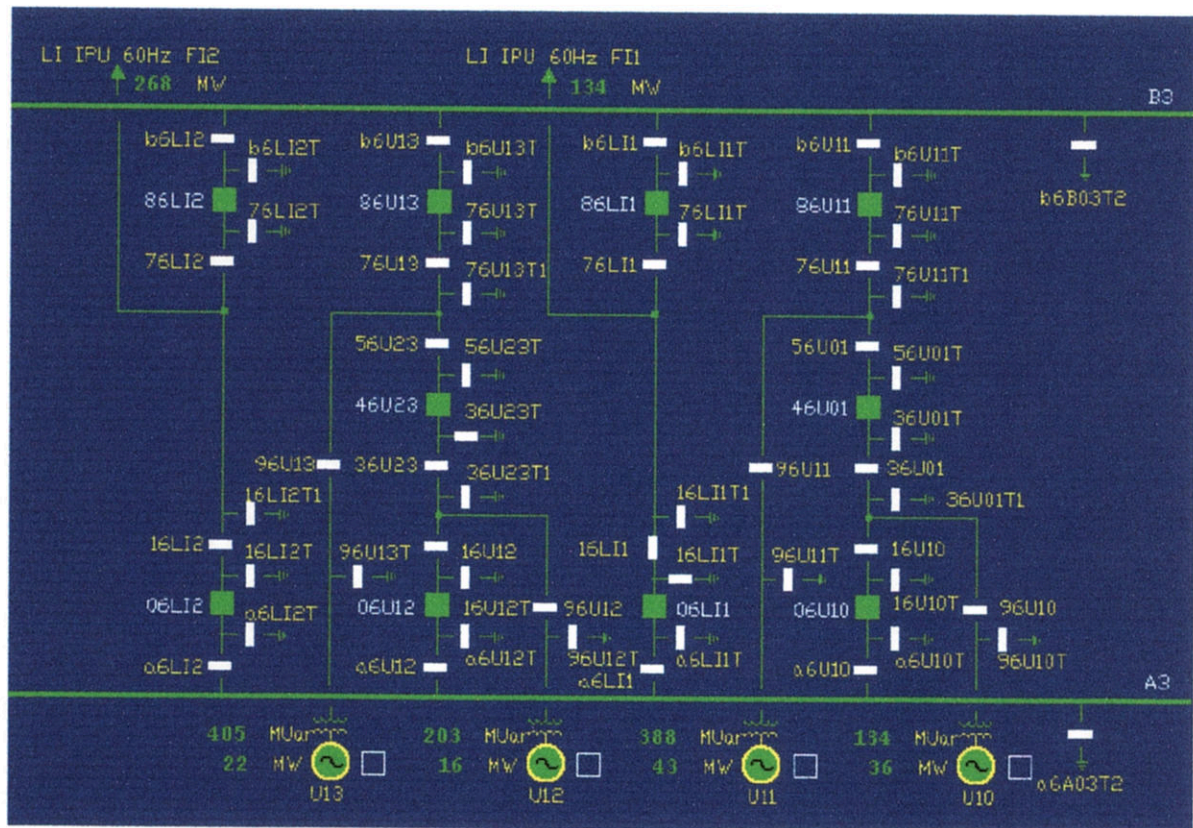
SE - IPU - 50 HZ - U1 e U2



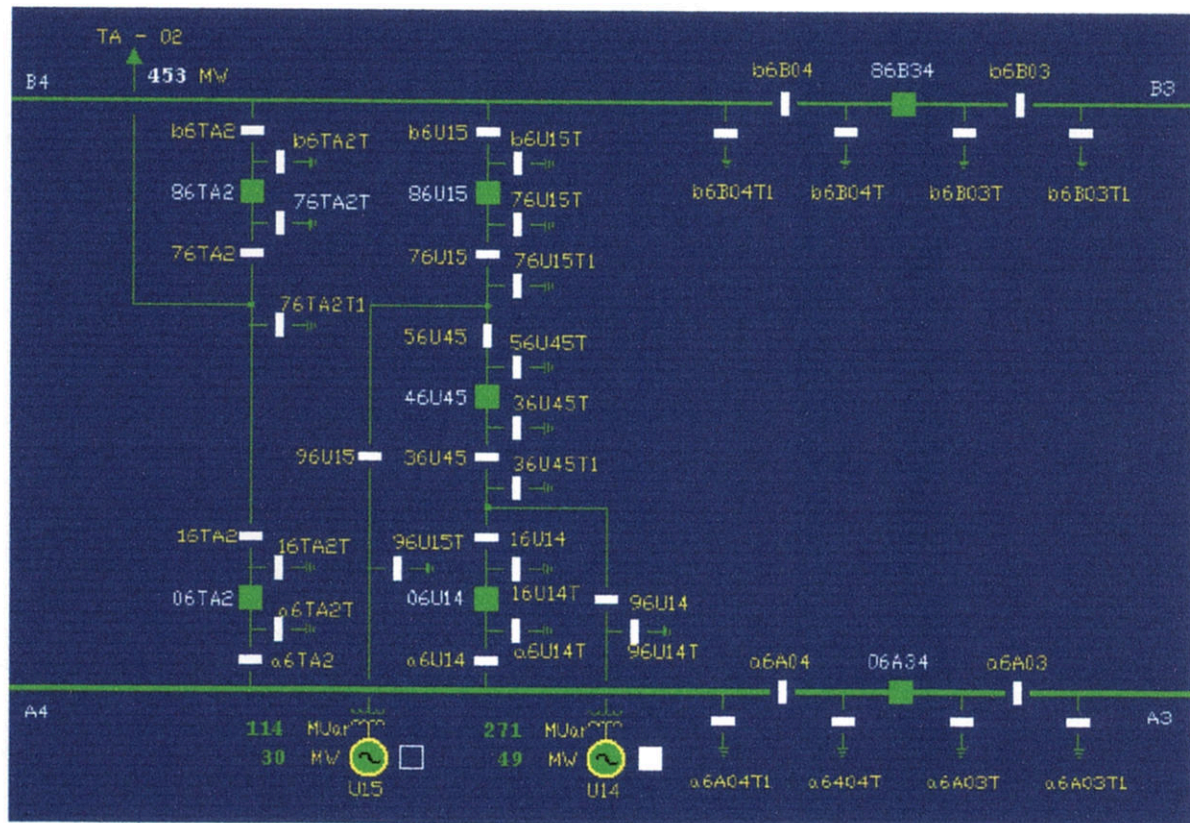
SE - IPU - 50 HZ - U3 e U4



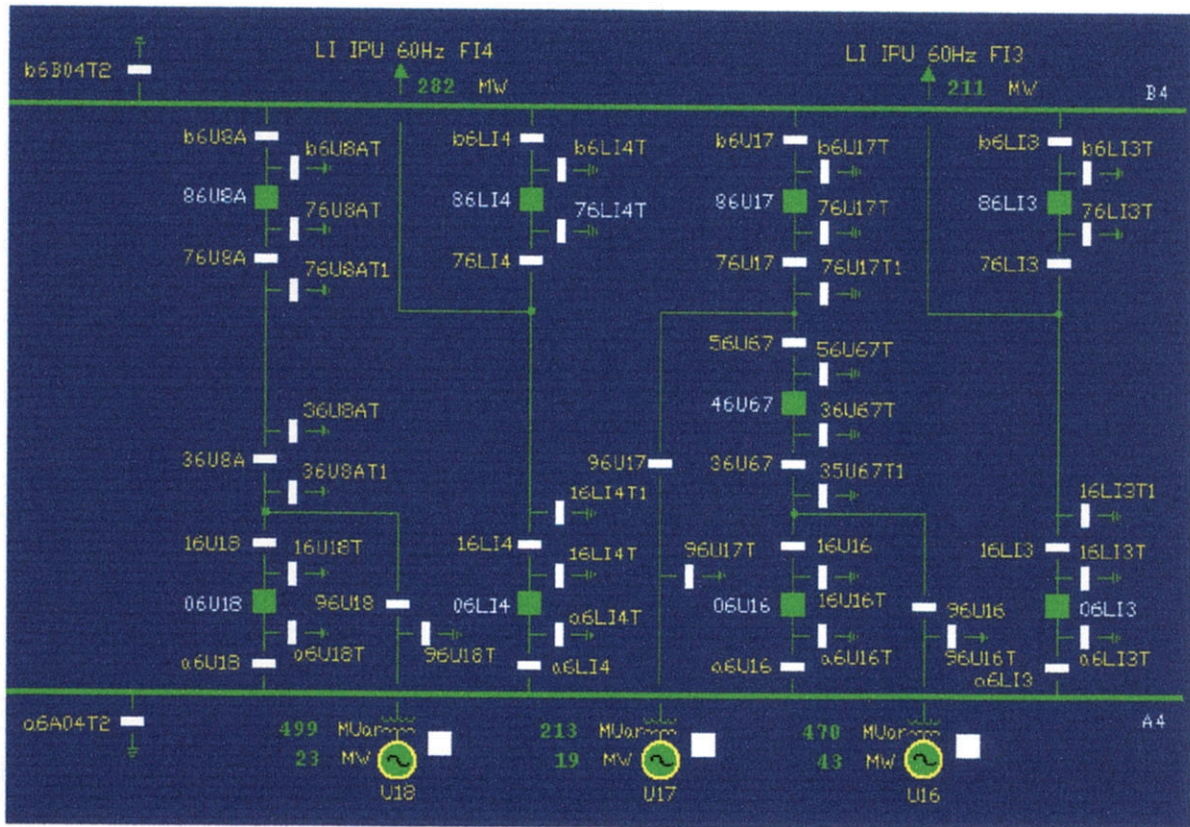
SE - IPU - 50 HZ - U5 a U9



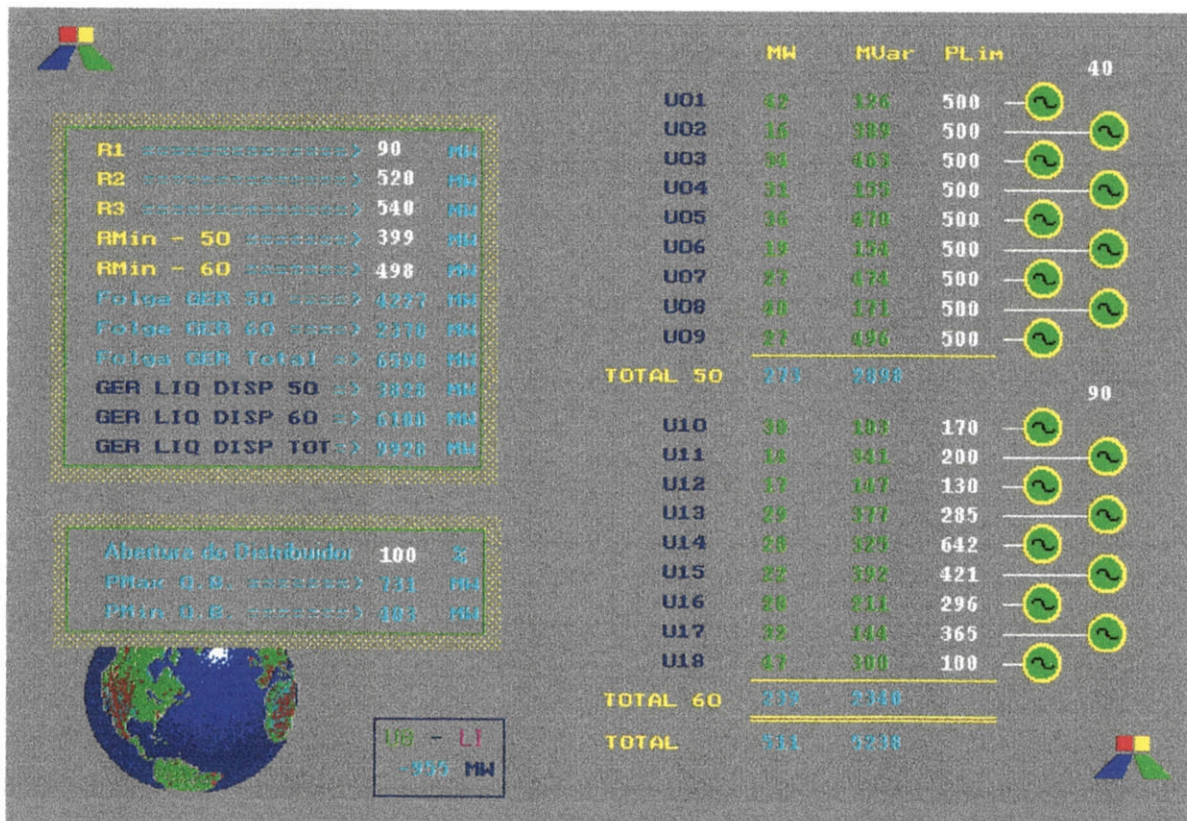
SE - IPU - 60 HZ - U10 a U13



SE - IPU - 60 HZ - U14 e U15



SE - IPU - 60 HZ - U16 a U18



MRO

## PONTOS SEM TELA DEFINIDA

MD-66 LI FI MW	==>	44	MD-500 TR T02 - MW	==>	24
MD-66 LT IPU MW	==>	16	MD-500 LI MD-FI-1 A	==>	150
MD-220 TR T06 - MW	==>	16	MD-500 LI MD-FI-1 KU	==>	399
MD-220 TR T07 - MW	==>	11	MD-500 LI MD-FI-2 A	==>	180
MD-500 LI MDFI1 MWAr	==>	22	MD-500 LI MD-FI-2 KU	==>	411
MD-500 LI MDFI2 MWAr	==>	39	MD-220 LI ACY-1 KU	==>	619
MD-220 REG R01-LTC	==>	372	MD-220 LI ACY-2 KU	==>	495
MD-220 REG R02-LTC	==>	240	MD-66 LI FI A	==>	434
MD-220 REG R03-LTC	==>	257	MD-66 LT IPU KU	==>	187
MD-500 TR T01 - MW	==>	15	MD-66 LI FI KU	==>	260
MD-500 TR T02 - MW	==>	41	IPU-50 BARRA A2-KU	==>	195
MD-500 LI MD-FI-3 MW	==>	0	IPU-50 BARRA B1-KU	==>	422
MD-500 LI MD-FI-4 MW	==>	0			

## PONTOS SEM TELA

## PONTOS ALARMES

04T03/44T34 DISP P/PROT	==>	AL	03T01/43TL1/83LI1 DISP P/PROT	==>	AL
04T03/44T34 ALAR GENERAL	==>	AL	03T01/43TL1/83LI1 DISC FASE	==>	AL
04T03/44T34 SUP DISPARO	==>	AL	03T01/43TL1/83LI1 ALAR GENERAL	==>	AL
04T03/44T34 PRES MINIM	==>	AL	REG R01 FALLA CIRCUI ACEITE	==>	AL
04T03/44T34 BAJ DENS SF6	==>	AL	REG R01 ALARMA GENERAL	==>	AL
TRAF0 T03 FALLA ALIM PROTEC	==>	AL	LINDACY1 FALLA PROT PR/ALT	==>	AL
04T03/44T34 FALL CIR AUX	==>	AL	LINDACY1 RELE Z1 PP/PA DISP	==>	AL
TRAF0 T03 ALARMA GENERAL	==>	AL	REG R01 ALTA TEMP ACEIT/DEVAN	==>	AL
TRAF0 T03 ALTA TEMP ACEIT/DEVAN	==>	AL	MD-500 PANEL 2C1 FALTA ALIM	==>	AL
TRAF0 T03 FALTA ALIM CA/CC	==>	AL	MD-500 BAR A2/B2 DISP PROT P/A	==>	AL
TRAF0 T03 PROT PRIM/ALT ACTUO	==>	AL	MD-500 BAR A2/B2 BLOQ PROT P/A	==>	AL
TRAF0 T03 BUCHOLZ OPERADO	==>	AL	AISL FOR2 TON NO PERD CANALES	==>	AL
TRAF0 T03 FALLA CIRCUI ACEITE	==>	AL	FIP2 INT AUXILIAR ABIERTO	==>	AL
T1/T2/T3/T6/T7/R1/R2/R3 PR INC	==>	AL	AISL FOR2-DISPARO PROTECCION	==>	AL
MD220 BAR A1/B1 DISP PROT P/A	==>	AL	AISL FOR2-DISCORDANCIA RELES	==>	AL
MD220 BAR A1/B1 BLOQ PROT P/A	==>	AL	04L01/44LI1/84LI1 DISP P/PROT	==>	AL

Pág: 1

## PONTO ALARME



## PONTOS ALARMES

04L01/44L11/84L11 ALAR GENERAL	==>	AL	LINDACY2 BLOQ POR OSCILACION	==>	AL
04L01/44L11/84L11 SUP DISPARO	==>	AL	LINDACY2 PLC PP/PA FALLA RECEP	==>	AL
04L01/44L11/84L11 PRES MINIM	==>	AL	REG R02 BUCHOLZ OPERADO	==>	AL
04L01/44L11/84L11 INT AUX ABIE	==>	AL	REG R02 ALTA TEMP ACEIT/DEVAN	==>	AL
LI <sub>s</sub> IPU-MD-FI1 PLC-M.O. FALLA	==>	AL	REG R02 FALLA ALIMENTACION CA	==>	AL
LI <sub>s</sub> IPU-MD-FI1 RELE 2IP/A DISP	==>	AL	REG R02 CONMUT FUERA SINCRONIS	==>	AL
LI <sub>s</sub> IPU-MD-FI1 PROT P/A S/ALIM	==>	AL	03T03/43TL3/83LI3 DISP P/PROT	==>	AL
LI <sub>s</sub> IPU-MD-FI1 CCPD DIS INTAUX	==>	AL	03T03/43TL3/83LI3 DISCORD FASE	==>	AL
LI <sub>s</sub> IPU-MD-FI1 BLOQ POR OSCIL	==>	AL	03T03/43TL3/83LI3 ALAR GENERAL	==>	AL
03T02/43TL2/83LI2 DISP P/PROT	==>	AL	REG R03 FALLA CIRCUI ACEITE	==>	AL
03T02/43TL2/83LI2 DISC FASE	==>	AL	REG R03 ALARMA GENERAL	==>	AL
03T02/43TL2/83LI2 ALAR GENERAL	==>	AL	REG R03 BUCHOLZ OPERADO	==>	AL
REG R02 FALLA CIRCUI ACEITE	==>	AL	REG R03 ALTA TEMP ACEIT/DEVAN	==>	AL
REG R02 ALARMA GENERAL	==>	AL	REG R03 FALLA ALIMENTACION CA	==>	AL
LINDACY2 FALLA PROT PP/ALT	==>	AL	REG R03 CONMUT FUERA SINCRONIS	==>	AL
LINDACY2 RELE 2I PP/PA DISP	==>	AL	04L02/44L22/84LI2 DISP P/PROT	==>	AL

Página 2

## PONTO ALARME

## PONTOS ALARMES

04L02/44L22/84LI2 ALAR GENERAL	==>	AL	TRAF05 T01/T02 PROT PP/AL ACTU	==>	AL
04L02/44L22/84LI2 SUP DISPARO	==>	AL	TRAF05 T01/T02 BUCHOLZ OPERADO	==>	AL
04L02/44L22/84LI2 PRES MINIM	==>	AL	TRAF05 T01/T02 ALTA TEMP ACEIT	==>	AL
04L02/44L22/84LI2 INT AUX ABIE	==>	AL	TRAF05 T01/T02 ALARMA GENERAL	==>	AL
LI <sub>s</sub> IPU-MD-FI2 PLC-M.O. FALLA	==>	AL	TRAF0 T01/T02 FALL CIRCUI ACEIT	==>	AL
LI <sub>s</sub> IPU-MD-FI2 RELE 2IP/A DISP	==>	AL	TRAF05 T01/T02 FALL ALIM PROT	==>	AL
LI <sub>s</sub> IPU-MD-FI2 PROT P/A S/ALIM	==>	AL	03T06/43T67/83T07 DISP P/PROTE	==>	AL
LI <sub>s</sub> IPU-MD-FI2 CCPD DIS INTAUX	==>	AL	03T06/43T67/83T07 DISC FASE	==>	AL
LI <sub>s</sub> IPU-MD-FI2 BLOQ POR OSCIL	==>	AL	03T06/43T67/83T07 ALAR GENERAL	==>	AL
04T01/44T12/84T02 DISP P/PROT	==>	AL	TRAF05 T6/T7 ALT TEMP ACEI/DEV	==>	AL
04T01/44T12/84T02 ALAR GENERAL	==>	AL	TRAF05 T06/T07 FALLA ALI CC/CA	==>	AL
04T01/44T12/84T02 SUP DISPARO	==>	AL	TRAF05 T06/T07 ALARMA GENERAL	==>	AL
04T01/44T12/84T02 PRES MINIM	==>	AL	TRAF05 T06/T07 BUCHOLZ OPERADO	==>	AL
04T01/44T12/84T02 BAJ DENS SFE	==>	AL	TRAF05 T06/T07 BUCHOLZ OPERADO	==>	AL
04T01/44T12/84T02 FALL CIR AUX	==>	AL	TRAF05 T06/T07 FALL PROT PP/PA	==>	AL
TRAF0 T01 FALTA ALIM CA/CC	==>	AL	TRAF05 T06/T07 FALLA TIER TERC	==>	AL

Página 3

## PONTO ALARME

## **Apêndice C**

### **Objetos para Representação do Banco de Dados**

## **Objeto Elemento do Banco de Dados**

### **Type**

```
PBDElemento = ^TBDElemento;  
TBDElemento = Object (TObject)  
  Cor : LongInt;  
  Codigo,  
  PtFe_Ec,  
  PtPMimico,  
  Status,  
  StatusAnt,  
  Origem,  
  Lista,  
  ListaAnt,  
  Janela,  
  Nivel : Integer;  
  Ativo,  
  OldAtivo,  
  PrintAL,  
  Reconhecido,  
  Redesenha : Boolean;  
  Descricao : String;  
  ByteSet : Byte;  
  Constructor Init (XCodigo, XPtFe_Ec, XPtPMimico, XStatus, XOrigem : Integer;  
    XAtivo, XPrintAL : Boolean; XDescricao : String);  
  Procedure ShowOpcoes (Var DMain: TDataSource; XMouse, YMouse : Integer); virtual;  
  Procedure ShowTela (Var DMain: TDataSource; XMouse, YMouse : Integer); virtual;  
  Procedure SetCor; virtual;  
  Procedure PosicionaTela (XMouse, YMouse: Integer); virtual;  
  Procedure ObterDados; virtual;  
  Procedure ProcessaScan; virtual;  
  Procedure ProcessaDump; virtual;  
  Procedure TrataPonto (TipoPonto: OrigemSet); virtual;  
  Procedure ListaAlarme; virtual;  
  Procedure PacotePMimico; virtual;  
  Function OkToProcess : Boolean; virtual;  
  Procedure SetLogEventos; virtual;  
  Procedure AtualizaDados; virtual;  
  Procedure ProcessaPontos; virtual;  
  Procedure SetInvalido; virtual;  
  Procedure LogValor (Var DMain : TDataSource); virtual;  
End;
```

### **Type**

```
PBDAnalogico = ^TBDAnalogico;  
TBDAnalogico = Object (TBDElemento)  
  Valor,
```

```

ValorTemp,
LimSupRaz,
LimInfRaz,
LimSupOp,
LimInfOp,
DeltaSup,
DeltaInf,
OldLimSup,
OldLimInf,
OldDeltaSup,
OldDeltaInf,
OldRazSup,
OldRazInf : Real;
Multiplica,
Ncasas,
NDigitos : Integer;
Constructor Init (XCodigo, XPtFe_Ec, XPtPMimico, XStatus, XOrigem : Integer;
  XAtivo, XPrintAl : Boolean; XDescricao : String;
  XValor, XLimSupRaz, XLimInfRaz, XLimSupOp, XLimInfOp, XDeltaSup,
  XDeltaInf : Real; XMultiplica : Integer);
Procedure ShowTela (Var DMain : TDataSource; XMouse, YMouse : Integer); virtual;
Procedure LogLimites (Var DMain : TDataSource);
Procedure LerValoresValidos;
Procedure GravarValoresBD (Var DMain : TDataSource);
Procedure PacotePMimico; virtual;
Procedure SetOldValor;
Procedure OnClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction); virtual;
Procedure PosicionaTela (XMouse, YMouse : Integer); virtual;
End;

```

```

PBDAnalogManual = ^TBDAnalogManual;
TBDAnalogManual = Object (TBDAnalogico)
  Procedure ShowOpcoes (Var DMain : TDataSource; XMouse, YMouse : Integer); virtual;
  Procedure ShowTela (Var DMain : TDataSource; XMouse, YMouse : Integer); virtual;
  Procedure SetCor; virtual;
  Procedure LogValor (Var DMain : TDataSource); virtual;
  Procedure ProcessaScan; virtual;
  Procedure PacotePMimico; virtual;
End;

```

```

PBDAnalogAutomatico = ^TBDAnalogAutomatico;
TBDAnalogAutomatico = Object (TBDAnalogico)
  Visivel : Integer;
  MaiorValor,
  MenorValor: Real;
  VetorPtosGraf : PVPontosLast;
  PontosXY : PVPontosXY;
  EscalaLimOp,
  OnLine : Boolean;
  Constructor Init(XCodigo, XPtFe_Ec, XPtPMimico, XStatus,

```

```

XOrigem : Integer; XAtivo, XPrintAl : Boolean; XDescricao : String; XValor,
XLimSupRaz, XLimInfRaz, XLimSupOp, XLimInfOp, XDeltaSup, XDeltaInf : Real;
XMultiplica : Integer; XOnLine : Boolean);
Destructor Done; virtual;
Procedure ShowOpcoes (Var DMain : TDataSource; XMouse, YMouse : Integer); virtual;
Procedure ShowTela (Var DMain : TDataSource; XMouse, YMouse : Integer); virtual;
Procedure SetCor; virtual;
Procedure LogValor (Var DMain : TDataSource); virtual;
Procedure AtualizaX;
Procedure ProcessaScan; virtual;
Procedure ProcessaDump; virtual;
Procedure TrataPonto (TipoPonto: OrigemSet); virtual;
Procedure PacotePMimico; virtual;
Procedure ObterDados; virtual;
Function OkToProcess : Boolean; virtual;
Procedure AtualizaDados; virtual;
Procedure SetInvalido; virtual;
Procedure OnClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction); virtual;
End;

```

#### Type

```

PBDDigital = ^TBDDigital;
TBDDigital = Object (TBDElemento)
Valor,
ValorTemp,
ValorDefault : Byte;
QByte,
QBit : Integer;
CorNormal : LongInt;
Constructor Init (XCodigo, XPtFe_Ec, XPtPMimico, XStatus, XOrigem : Integer;
XAtivo, XPrintAl : Boolean; XDescricao : String;
XValor, XDefault : Byte; XQByte, XQBit : Integer);
Procedure ProcessaScan; virtual;
Procedure TrataPonto (TipoPonto: OrigemSet); virtual;
Procedure PacotePMimico; virtual;
Procedure ObterDados; virtual;
Function OkToProcess : Boolean; virtual;
Procedure AtualizaDados; virtual;
Procedure SetInvalido; virtual;
Procedure PosicionaTela (XMouse, YMouse : Integer); virtual;
End;

```

```

PBDGerador = ^TBDGerador;
TBDGerador = Object (TBDDigital)
Procedure ShowOpcoes (Var DMain : TDataSource; XMouse, YMouse : Integer); virtual;
Procedure ShowTela (Var DMain : TDataSource; XMouse, YMouse : Integer); virtual;
Procedure LogValor (Var DMain : TDataSource); virtual;
Procedure LogCondicaoNormal (Var DMain : TDataSource);
End;

```

```

PBDGeradorManual = ^TBDGeradorManual;
TBDGeradorManual = Object (TBDGerador)
  Procedure ShowOpcoes (Var DMain : TDataSource; XMouse, YMouse : Integer); virtual;
  Procedure ShowTela (Var DMain : TDataSource; XMouse, YMouse : Integer); virtual;
  Procedure SetCor; virtual;
  Procedure ProcessaScan; virtual;
  Procedure PacotePMimico; virtual;
End;

```

```

PBDGeradorAutomatico = ^TBDGeradorAutomatico;
TBDGeradorAutomatico = Object (TBDGerador)
  Procedure ShowOpcoes (Var DMain : TDataSource; XMouse, YMouse : Integer); virtual;
  Procedure ShowTela (Var DMain : TDataSource; XMouse, YMouse : Integer); virtual;
  Procedure SetCor; virtual;
  Procedure PacotePMimico; virtual;
  Procedure LogValor (Var DMain : TDataSource); virtual;
End;

```

```

PBDNaoGerador = ^TBDNaoGerador;
TBDNaoGerador = Object (TBDDigital)
  Procedure ShowTela (Var DMain : TDataSource; XMouse, YMouse : Integer); virtual;
  Procedure LogValor (Var DMain : TDataSource); virtual;
End;

```

```

PBDNaoGeradorManual = ^TBDNaoGeradorManual;
TBDNaoGeradorManual = Object (TBDNaoGerador)
  Procedure ShowOpcoes (Var DMain : TDataSource; XMouse, YMouse : Integer); virtual;
  Procedure ShowTela (Var DMain : TDataSource; XMouse, YMouse : Integer); virtual;
  Procedure SetCor; virtual;
  Procedure ProcessaScan; virtual;
  Procedure PacotePMimico; virtual;
End;

```

```

PBDNaoGeradorAutomatico = ^TBDNaoGeradorAutomatico;
TBDNaoGeradorAutomatico = Object (TBDNaoGerador)
  Procedure ShowOpcoes (Var DMain : TDataSource; XMouse, YMouse : Integer); virtual;
  Procedure ShowTela (Var DMain : TDataSource; XMouse, YMouse : Integer); virtual;
  Procedure SetCor; virtual;
  Procedure PacotePMimico; virtual;
  Procedure LogValor (Var DMain : TDataSource); virtual;
  Procedure LogCondicaoNormal (Var DMain : TDataSource);
End;

```

#### Type

```

PBDAutomaticoCalc = ^TBDAutomaticoCalc;
TBDAutomaticoCalc = Object (TBDAnalogAutomatico)

```

```

Pontos : Array[0..20] Of Integer;
NPontos : Integer;
Constructor Init(XCodigo, XPtFe_Ec, XPtPMimico, XStatus,
  XOrigem : Integer; XAtivo, XPrintAl : Boolean; XDescricao : String;
  XValor, XLimSupRaz, XLimInfRaz, XLimSupOp, XLimInfOp, XDeltaSup,
  XDeltaInf : Real; XMultiplica : Integer; XOnLine : Boolean);
Procedure SetCor; virtual;
Procedure ObterDados; virtual;
Function OkToProcess : Boolean; virtual;
Procedure ProcessaDump; virtual;
End;

```

```

PBDCalcBasico = ^TBDCalcBasico;
TBDCalcBasico = Object (TBDAutomaticoCalc)
  Procedure ObterDados; virtual;
End;

```

```

PBDCalcVTerminal = ^TBDCalcVTerminal;
TBDCalcVTerminal = Object (TBDAutomaticoCalc)
  XT,
  TAP,
  SBASE,
  VBASE : Real;
  GEEstado,
  GEMW,
  GEMVar,
  GEVT,
  GEPLim,
  V500, V500A, V500B : Integer;
  MWpu, MVarpu, V500pu : Real;
  Constructor Init(XCodigo, XPtFe_Ec, XPtPMimico, XStatus,
    XOrigem : Integer; XAtivo, XPrintAl : Boolean; XDescricao : String;
    XValor, XLimSupRaz, XLimInfRaz, XLimSupOp, XLimInfOp, XDeltaSup,
    XDeltaInf : Real; XMultiplica : Integer; xOnLine : Boolean);
  Procedure ObterDados; virtual;
  Function FY (VT : Real) : Real;
  Function GetZero (AX, BX : Real; Tol : Real) : Real;
  Procedure SetPontos; virtual;
Private
  A,B,C,D,E,FA,FB,FC,XM,P,Q,R,S : Real;
End;

```

```

PBDCalcIExcitacao = ^TBDCalcIExcitacao;
TBDCalcIExcitacao = Object (TBDAutomaticoCalc)
  XD,
  XQ,
  XLD,
  DG,
  BG,

```

```

IFBASE : Real;
GEEstado,
GEMW,
GEMVar,
GEVT,
GEPLim : Integer;
MWPu, MVarPu, V500Pu : Real;
Constructor Init(XCodigo, XPtFe_Ec, XPtPMimico, XStatus,
  XOrigem : Integer; XAtivo, XPrintAl : Boolean; XDescricao : String;
  XValor, XLimSupRaz, XLimInfRaz, XLimSupOp, XLimInfOp, XDeltaSup,
  XDeltaInf : Real; XMultiplica : Integer; xOnLine : Boolean);
Procedure ObterDados; virtual;
Procedure SetPontos; virtual;
Private
IA,
Teta,
Delta,
VTPu,
VQ,
ID,
ELQ,
IC : Real;
End;

```

```

PBDCalcTempo = ^TBDCalcTempo;
TBDCalcTempo = Object (TBDAutomaticoCalc)
GEIE : Integer;
Constructor Init(XCodigo, XPtFe_Ec, XPtPMimico, XStatus,
  XOrigem : Integer; XAtivo, XPrintAl : Boolean; XDescricao : String;
  XValor, XLimSupRaz, XLimInfRaz, XLimSupOp, XLimInfOp, XDeltaSup,
  XDeltaInf : Real; XMultiplica : Integer; xOnLine : Boolean);
Procedure ObterDados; virtual;
Procedure SetPontos; virtual;
End;

```

```

PBDMWLimitesOp = ^TBDMWLimitesOp;
TBDMWLimitesOp = Object (TBDAutomaticoCalc)
Abertura,
QBruta : Integer;
Constructor Init(XCodigo, XPtFe_Ec, XPtPMimico, XStatus,
  XOrigem : Integer; XAtivo, XPrintAl : Boolean; XDescricao : String;
  XValor, XLimSupRaz, XLimInfRaz, XLimSupOp, XLimInfOp, XDeltaSup,
  XDeltaInf : Real; XMultiplica : Integer; xOnLine : Boolean);
End;

```

```

PBDMWSuperior = ^TBDMWSuperior;
TBDMWSuperior = Object (TBDMWLimitesOp)
Procedure ObterDados; virtual;
End;

```



```

PBDMWInferior = ^TBDMWInferior;
TBDMWInferior = Object (TBDMWLimitesOp)
  Procedure ObterDados; virtual;
End;

```

```

PBDFolga = ^TBDFolga;
TBDFolga = Object (TBDAutomaticoCalc)
  MWTotal,
  MWMax : Integer;
  GEEestado,
  GEPLim : Array[1..9] Of Integer;
  CapMax : Real;
  Constructor Init(XCodigo, XPtFe_Ec, XPtPMimico, XStatus,
    XOrigem : Integer; XAtivo, XPrintAl : Boolean; XDescricao : String;
    XValor, XLimSupRaz, XLimInfRaz, XLimSupOp, XLimInfOp, XDeltaSup,
    XDeltaInf : Real; XMultiplica : Integer; xOnLine : Boolean);
  Procedure ObterDados; virtual;
  Procedure SetPontos; virtual;
  Procedure SetDados (Indice, xGEEestado, xGEPLim : Integer);
  Private
    CORRETOR : Real;
End;

```

```

PBDMWLi4 = ^TBDMWLi4;
TBDMWLi4 = Object (TBDAutomaticoCalc)
  R777, R778, R779,
  R628, R553, R554,
  R555, R140, R141,
  R144, R145, R147,
  R148 : Integer;
  Constructor Init(XCodigo, XPtFe_Ec, XPtPMimico, XStatus,
    XOrigem : Integer; XAtivo, XPrintAl : Boolean; XDescricao : String;
    XValor, XLimSupRaz, XLimInfRaz, XLimSupOp, XLimInfOp, XDeltaSup,
    XDeltaInf : Real; XMultiplica : Integer; xOnLine : Boolean);
  Procedure ObterDados; virtual;
End;

```

## **Objeto para Visualização Gráfica dos Elementos do Banco de Dados**

**Type**

```
PElemento = ^TElemento;  
TElemento = Object (TObject)  
  Left,  
  Top,  
  Height,  
  Width,  
  ApBD : Integer;  
  Cor,  
  CorFundo : LongInt;  
  constructor Init;  
  destructor Done; virtual;  
  procedure Draw (Canvas : TCanvas; X0, Y0: Integer) ; virtual;  
  Procedure Processa (Var DMain : TDataSource; Canvas : TCanvas;  
    X0, Y0, XMouse, YMouse : Integer); virtual;  
  procedure DrawFundo (Canvas : TCanvas; X0, Y0: Integer; clCor : LongInt);  
  function MouseIn (X, Y : Integer) : Boolean;  
  function AreaIn (X1, Y1, X2, Y2 : Integer) : Boolean;  
  function IsSensivel : Boolean; Virtual;  
  Function DiagonalInArea (A1, B1, A2, B2, X1, Y1, X2, Y2 : Integer) : Boolean;  
End;
```

```
PSensivel = ^TSensivel;  
TSensivel = Object (TElemento)  
  Constructor Init;  
  Procedure Processa (Var DMain : TDataSource; Canvas : TCanvas;  
    X0, Y0, XMouse, YMouse : Integer); virtual;  
  Procedure Draw(Canvas : TCanvas; X0, Y0: Integer); virtual;  
  function IsSensivel : Boolean; Virtual;  
End;
```

```
PAnalogico = ^TAnalogico;  
TAnalogico = Object (TElemento)  
  Digitos,  
  Casas : Integer;  
  Constructor Init;  
  Procedure Processa (Var DMain : TDataSource; Canvas : TCanvas;  
    X0, Y0, XMouse, YMouse : Integer); virtual;  
  Procedure Draw(Canvas : TCanvas; X0, Y0: Integer); virtual;  
End;
```

```
PDisjuntor = ^TDisjuntor;  
TDisjuntor = Object (TElemento)  
  Constructor Init;
```

```

Procedure Processa (Var DMain : TDataSource; Canvas : TCanvas;
    X0, Y0, XMouse, YMouse : Integer); virtual;
Procedure Draw(Canvas : TCanvas; X0, Y0: Integer); virtual;
End;

```

```

PGerador = ^TGerador;
TGerador = Object (TElemento)
    Constructor Init;
    Procedure Processa (Var DMain : TDataSource; Canvas : TCanvas;
        X0, Y0, XMouse, YMouse : Integer); virtual;
    Procedure Draw(Canvas : TCanvas; X0, Y0: Integer); virtual;
End;

```

```

PSeccionadora = ^TSeccionadora;
TSeccionadora = Object (TElemento)
    H, W : Integer;
    Constructor Init;
    Procedure Processa (Var DMain : TDataSource; Canvas : TCanvas;
        X0, Y0, XMouse, YMouse : Integer); virtual;
    Procedure Draw(Canvas : TCanvas; X0, Y0: Integer); virtual;
End;

```

```

PSeccHorz = ^TSeccHorz;
TSeccHorz= Object (TSeccionadora)
    Constructor Init;
    Procedure Processa (Var DMain : TDataSource; Canvas : TCanvas;
        X0, Y0, XMouse, YMouse : Integer); virtual;
    Procedure Draw(Canvas : TCanvas; X0, Y0: Integer); virtual;
End;

```

```

PSeccVert = ^TSeccVert;
TSeccVert = Object (TSeccionadora)
    Constructor Init;
    Procedure Processa (Var DMain : TDataSource; Canvas : TCanvas;
        X0, Y0, XMouse, YMouse : Integer); virtual;
    Procedure Draw (Canvas : TCanvas; X0, Y0: Integer); virtual;
End;

```

```

PFiltro = ^TFiltro;
TFiltro = Object (TElemento)
    Constructor Init;
    Procedure Processa (Var DMain : TDataSource; Canvas : TCanvas;
        X0, Y0, XMouse, YMouse : Integer); virtual;
    Procedure Draw (Canvas : TCanvas; X0, Y0: Integer); virtual;
End;

```

```

PPolo = ^TPolo;
TPolo = Object (TElemento)
  Constructor Init;
  Procedure Processa (Var DMain : TDataSource; Canvas : TCanvas;
    X0, Y0, XMouse, YMouse : Integer); virtual;
  Procedure Draw (Canvas : TCanvas; X0, Y0: Integer); virtual;
End;

```

```

PPoloEsq = ^TPoloEsq;
TPoloEsq = Object (TPolo)
  Constructor Init;
  Procedure Processa (Var DMain : TDataSource; Canvas : TCanvas;
    X0, Y0, XMouse, YMouse : Integer); virtual;
  Procedure Draw (Canvas : TCanvas; X0, Y0: Integer); virtual;
End;

```

```

PPoloDir = ^TPoloDir;
TPoloDir = Object (TPolo)
  Constructor Init;
  Procedure Processa (Var DMain : TDataSource; Canvas : TCanvas;
    X0, Y0, XMouse, YMouse : Integer); virtual;
  Procedure Draw (Canvas : TCanvas; X0, Y0: Integer); virtual;
End;

```

```

PAlarme = ^TAlarme;
TAlarme = Object (TElemento)
  Constructor Init;
  Procedure Processa (Var DMain : TDataSource; Canvas : TCanvas;
    X0, Y0, XMouse, YMouse : Integer); virtual;
  Procedure Draw (Canvas : TCanvas; X0, Y0: Integer); virtual;
End;

```

## Bibliografia

- [Cantù 96] Cantù, Marco. *Dominando o Delphi*. Makron Books, São Paulo, 1996.
- [Delphi 95] Delphi for Windows - User's Guide, 1995.
- [El Khouri 91] El Khouri, Jorge Habib Hanna. *Proposta de Processo de Desenvolvimento para Sistemas de Comando e Controle*. Dissertação de Mestrado - Instituto Tecnológico de Aeronáutica - São José dos Campos, 1991.
- [El Khouri 93] El Khouri, Jorge Habib Hanna. *Sistema Especialista de Apoio ao Despacho de Carga da Usina de Itaipu*. V Encontro Regional Latino-Americano da Cigre - Ciudad del Este, Paraguay, 1993.
- [Fortunato 90] Fortunato, Luiz Alberto Machado; et alii. *Introdução ao Planejamento da Expansão e Operação de Sistemas de Produção de Energia Elétrica*. EDUFF, Niterói: Universidade Federal Fluminense, 1990.
- [Gaidzinski 96] Gaidzinski, Vladimir Hartenias. *Os Sistemas de Supervisão no Contexto da Automação Industrial*. Projeto de Fim de Curso - Engenharia de Controle e Automação Industrial - Florianópolis, 1996.
- [Korth 93] Korth, Henry F. & Silberschatz, Abraham. *Sistema de Banco de Dados*. Makron Books, 2ª ed, São Paulo, 1993.
- [Marchetti 95] Marchetti, Nelson Branco. *Análise Técnico-Econômica de Sistemas Digitais de Proteção e Controle de Subestações*. XIII SNPTEE - Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica - Balneário Camboriú, 1995.
- [Melgarejo 93] Melgarejo, Carlos J. *Complemento a la Operacion: Tratamiento de Imagenes y Efectos Visuales*. V Encontro Regional Latino-Americano da Cigre - Ciudad del Este, Paraguay, 1993.

[Mellor 85] Mellor, Stephen J.; Ward, Paul T. Structured Development for Real-Time Systems. Yourdon Press, vol. 1-3, 1985.

[Menhem 91] Menhem, Angelo Fares; et alii. Uma Nova Arquitetura para COS Digitalizados com Uso de Processamento Distribuído. XI SNPTEE - Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica - Rio de Janeiro, 1991.

[Meyer 88] Meyer, Bertrand. Object-Oriented Software Construction. Prentice Hall, Inglaterra, 1988.

[Pina 93] Pina, Félix; et alii. Sistema de Telesupervision y Adquisición de Bajo Costo para Redes Electricas, Basado en Remotas Inteligentes Autonomas. V Encontro Regional Latino-Americano da Cigre - Ciudad del Este, Paraguay, 1993.

[Pressman 95] Pressman, Roger S. Engenharia de Software. Makron Books, São Paulo, 1995.

[Ripps 90] Ripps, David L. An Implementation Guide to Real-Time Programing. Prentice Hall, New Jersey, 1990.

[Saad 95] Saad, João; et alii. Sistema de Aquisição e Processamento de Dados para a Integração da Supervisão, Controle e Proteção. XIII SNPTEE - Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica - Balneário Camboriú, 1995.

[SCADA 95] System of Supervision and Control by Computer (SCADA/EMS) - Technical Specifications for Elaboration of Bidding Documentation. Foz do Iguaçu, ITAIPU, 1995.

[Silva 95] Silva, Jorge Henrique C.; et alii. A Solução Adotando Arquitetura Distribuída para Centro de Operação e Supervisão da CELESC. XIII SNPTEE - Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica - Balneário Camboriú, 1995.

[Siqueira 95] Siqueira, Gilberto Roberto. Utilização de Tecnologia Digital para Melhoria das Condições Operacionais de Subestações em Operação, Concebidas Originalmente de Forma Convencional. XIII SNPTEE - Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica - Balneário Camboriú, 1995.

[Staa 87] Staa, Arndt Von. Engenharia de Programas. LTC- Livros Técnicos e Científicos Editora SA, 2ª ed, Rio de Janeiro, 1987.

[Stevenson 78] Stevenson, William D. *Elementos de Análise de Sistemas de Potência*. McGraw-Hill do Brasil, São Paulo, 1978.

[Taniguchi 93] Taniguchi, Heitor Shigeru. *O Passado e o Futuro dos Sistemas Digitais de Supervisão e Controle na CESP*. V Encontro Regional Latino-Americano da Cigre - Ciudad del Este, Paraguay, 1993.