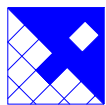




**MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA**



INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais



FUNCATE - Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais



**PROJETO DE TRANSPOSIÇÃO DE
ÁGUAS DO RIO SÃO FRANCISCO PARA
O NORDESTE SETENTRIONAL**

PROJETO BÁSICO

**TRECHO III – EIXO NORTE
R9 – SISTEMA DE SUPERVISÃO**



**TRECHO III – EIXO NORTE
R9 – SISTEMA DE SUPERVISÃO**

PROJETO DE TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUAS DO RIO SÃO FRANCISCO PARA O NORDESTE SETENTRIONAL

PROJETO BÁSICO

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL

Ministro de Estado da Integração Nacional: **Ciro Ferreira Gomes**

Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica

Secretário de Infra-Estrutura Hídrica: **Hypérides Pereira de Macêdo**

Coordenador Geral: **João Urbano Cagnin**

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Diretor: **Luiz Carlos Moura Miranda**

FUNCATE – Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

Gerente: **José Armando Varão Monteiro**

Coordenador Técnico: **Antônio Carlos de Almeida Vidon**

Coordenador Técnico Adjunto: **Ricardo Antônio Abrahão**

São José dos Campos, setembro de 2003

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais - FUNCATE

Projeto de transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional – Projeto Básico; Trecho III – Eixo Norte – R9 – Sistema de Supervisão. - São José dos Campos: Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais – FUNCATE, 2003.

49 p

1. Transposição de Águas; Telecomunicações
- I. Trecho III - Eixo Norte – R9 – Sistema de Supervisão.

CDU 556.18:621.39

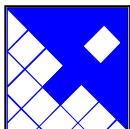
FUNCATE:

Av. Dr. João Guilhermino, 429, 11º Andar – Centro

São José dos Campos – SP

CEP: 12210-131

Telefone: (0XX 12) 3925 1399 Fax: (0XX 12) 3941 2829



FUNCATE

**Fundação de Ciência,
Aplicações e Tecnologia
Espaciais**

| | | |
|----------------|---------------------|---------------|
| Projeto | SC | Data SET/2003 |
| Verificação | RAA | Data SET/2003 |
| Aprovação | ACAV | Data SET/2003 |
| Aprovação | JAVM | Data SET/2003 |
| Código FUNCATE | EN.B/III.RF.EL.0001 | |



MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL

| | | |
|-------------|--|------|
| Verificação | | Data |
| Aprovação | | Data |

**PROJETO DE TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUAS
DO RIO SÃO FRANCISCO PARA O
NORDESTE SETENTRIONAL**

PROJETO BÁSICO

**TRECHO III - EIXO NORTE
R9 - SISTEMA DE SUPERVISÃO**

**Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco
para o Nordeste Setentrional**
Projeto Básico

Equipe

José Armando Varão Monteiro: Gerente

Antônio Carlos de Almeida Vidon: Coordenador Técnico

Ricardo Antônio Abrahão: Coordenador Técnico Adjunto

Geverson Luiz Machado: Chefe da Equipe de Geotecnia
Clóvis Ribeiro de Moraes Leme: Engenheiro

Aloysio Accioly de Senna Filho: Chefe da Equipe de Geologia

Rafael Guedes Valença: Chefe da Equipe de Hidráulica
Anibal Young Eléspuru: Engenheiro

José Carlos Degaspare: Chefe da Equipe de Estrutura

José Ricardo Junqueira do Val: Chefe da Equipe de Orçamento e Planejamento

Bernd Dieter Lukas: Chefe da Equipe de Engenharia Mecânica

Sidnei Collange: Chefe da Equipe de Engenharia Elétrica

Equipe de Produção

Antonio Carlos Cunha Aguiar – Projetista

Antonio Muniz Neto – Projetista

Leandro Eboli – Projetista

João Luiz Bosso – Projetista

Laryssa Lillian Lopes – Técnica em Geoprocessamento

Mônica de Lourdes Sampaio – Desenhista Projetista

Infra Estrutura e Apoio

Ana Julia Cristofani Belli – Secretária

Célia Regina Pandolphi Pereira – Assistente Adm. Especializada

Andréa Marques Moraes – Aux. Administrativo

Maria Aparecida de Souza – Servente

Consultor

Luiz Antonio Villaça de Garcia



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

APRESENTAÇÃO

O presente documento se constitui no Relatório R9 – SISTEMA DE SUPERVISÃO, parte integrante do **Projeto Básico do Trecho III – Eixo Norte**, referente ao PROJETO DE TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUAS DO RIO SÃO FRANCISCO PARA O NORDESTE SETENTRIONAL, elaborado pela FUNCATE através do contrato INPE/FUNCATE nº 01.06.094.0/99.

O Projeto de Transposição está sendo desenvolvido com base no Convênio nº 06/97-MPO/SEPPE – celebrado entre o MINISTÉRIO DE INTEGRAÇÃO NACIONAL-MI e o MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA-MCT e seu INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS-INPE.

O **Projeto Básico do Trecho III – Eixo Norte** compõe-se dos seguintes relatórios:

- R1 Descrição do Projeto
- R2 Critérios de Projeto
- R3 Usinas Hidrelétricas
- R4 Sistema Adutor
- R5 Sistema de Drenagem
- R6 Bases Cartográficas
- R7 Geologia e Geotecnia
- R8 Estudos Hidrológicos
- R9 Sistema de Supervisão
- R10 Modelo Hidrodinâmico e Esquema Operacional
- R11 Sistema Elétrico
- R12 Canteiros e Sistema Viário
- R13 Cronograma e Orçamentos
- R14 Dossiê de Licitação
- R15 Memoriais de Cálculo
- R16 Linhas de Transmissão
- R17 Caderno de Desenhos



| ÍNDICE | PG. |
|---|----------|
| 1 . OBJETO E OBJETIVO..... | 1 |
| 2 . CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES..... | 1 |
| 2.1 Centro de Controle e Operação - CCO..... | 1 |
| 2.2 Subestações Elevadoras 6,9 -69 kV | 1 |
| 2.3 Subestações Elevadoras 69-230 kV | 1 |
| 2.4 Usinas Hidrelétricas | 2 |
| 2.5 Estruturas de Controle | 2 |
| 2.6 Tomadas D'Água de Uso Difuso..... | 2 |
| 3 . DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS INTEGRANTES DAS TELECOMUNICAÇÕES..... | 3 |
| 3.1 Sistema de Telefonia | 3 |
| 3.2 Sistema de Transmissão..... | 3 |
| 4 . DESCRIÇÃO DO SISTEMA DIGITAL DE SUPERVISÃO E CONTROLE..... | 3 |
| 4.1 Estrutura Hierárquica do Sistema | 3 |
| 4.1.1 Nível 1 | 3 |
| 4.1.2 Nível 2 | 4 |
| 4.1.3 Nível 3 Centro de Controle e Operação – CCO | 4 |
| 4.2 Requisitos de Comunicação..... | 5 |
| 4.3 Requisitos Funcionais do SDSC | 5 |
| 4.3.1 Modos de Funcionamento dos Consoles..... | 5 |
| 4.3.2 Recursos de Exibição de Imagens..... | 6 |
| 4.3.3 Recursos de Atuação dos Operadores..... | 7 |
| 4.3.4 Funções de Aplicação | 8 |
| 4.3.5 Cálculos Estatísticos sobre Equipamentos do Processo..... | 10 |
| 4.3.6 Geração de Relatórios..... | 11 |
| 4.3.7 Funções de Suporte | 11 |
| 4.3.8 Coleta e Aquisição de Dados..... | 12 |
| 4.3.9 Tratamento de Dados e Formação da Base de Dados | 12 |
| 4.3.10 Comando de Dispositivos do Processo | 14 |
| 4.3.11 Armazenamento de Dados..... | 15 |
| 4.3.12 Armazenamento Histórico de Variáveis..... | 15 |
| 4.3.13 Cálculo de Valores sobre Grandezas da Base de Dados..... | 15 |
| 4.3.14 Análise de Tendência de Variáveis | 16 |
| 4.3.15 Gerenciamento de Alarmes e Eventos..... | 16 |
| 4.3.16 Ativação de um Sinal Sonoro. | 17 |
| 4.3.17 Seqüência de Eventos..... | 18 |
| 4.3.18 Gerenciamento de Configuração..... | 18 |
| 4.3.19 Sincronização de Horário Calendário | 19 |
| 4.3.20 Funções de Configuração..... | 21 |
| 4.3.21 Definição da Arquitetura e dos Sinais | 22 |
| 4.3.22 Parametrização dos Sinais e da Base de Dados..... | 23 |
| 4.3.23 Definição de Imagens e Relatórios..... | 23 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

| | | |
|--------|---|----|
| 4.3.24 | Definição dos Arquivos..... | 24 |
| 4.3.25 | Definição da Comunicação..... | 24 |
| 5 | DETALHAMENTO DE SISTEMA DE TELECOMUNICAÇÕES..... | 25 |
| 5.1 | Sistema de Transmissão de Fonia e Dados - STFD..... | 25 |
| 5.1.1 | Arquitetura Básica do STFD..... | 26 |
| 5.1.2 | Dimensionamento do Sistema..... | 27 |
| 5.1.3 | Distribuição de Fibras Ópticas..... | 27 |
| 5.1.4 | Equipamentos do Centro de Controle e Operação CCO..... | 27 |
| 5.1.5 | Equipamentos das Usinas Hidráulicas..... | 27 |
| 5.1.6 | Características Técnicas dos Equipamentos de STFD..... | 27 |
| 5.2 | Sistema de Telefonia..... | 29 |
| 5.2.1 | Arquitetura do Sistema..... | 30 |
| 5.2.2 | Equipamentos..... | 30 |
| 5.2.3 | Características Técnicas do Sistema de Telefonia..... | 31 |
| 5.2.4 | Equipamentos do Tipo Key System - KS..... | 31 |
| 5.2.5 | Distribuidores Gerais..... | 32 |
| 5.2.6 | Rede Interna de Cabos Telefônicos..... | 32 |
| 5.3 | Sistema de Comunicação Via Satélite..... | 32 |
| 5.3.1 | Arquitetura Básica Sistema de Comunicação Via Satélite..... | 32 |
| 5.3.2 | Equipamentos..... | 33 |
| 5.3.3 | Características Técnicas/Operacionais..... | 33 |
| 5.3.4 | Equipamentos de TX/RX..... | 34 |
| 5.3.5 | Características dos Carregadores de Baterias..... | 34 |
| 6 | DETALHAMENTO DO SISTEMA DIGITAL DE SUPERVISÃO E CONTROLE..... | 35 |
| 6.1 | Sistema Digital de Supervisão e Controle..... | 35 |
| 6.1.1 | Arquitetura Básica do Sistema Digital de Supervisão e Controle..... | 35 |
| 6.1.2 | Equipamentos do SDSC..... | 35 |
| 6.1.3 | Medidores de Vazão e Nível..... | 38 |
| 6.1.4 | Software do SDSC..... | 38 |
| 6.1.5 | Características Técnicas do Sistema Digital de Supervisão e Controle..... | 39 |
| 6.1.6 | Rede de Comunicação..... | 46 |
| 6.2 | Requisitos de Software..... | 47 |
| 6.2.1 | Software das UACs..... | 47 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

1 . OBJETO E OBJETIVO

O objeto deste relatório é o Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional – Eixo Leste. Seu objetivo é o sistema digital de supervisão e controle (SDSC), e do sistema de telecomunicação necessários para a implantação das Usinas Hidrelétricas do Trecho III - Eixo Norte.

2 . CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES

2.1 Centro de Controle e Operação - CCO

O Projeto do Centro de Controle e Operação foi desenvolvido no projeto básico do Trecho I e será construído junto a subestação da estação de bombeamento EBI-1 e terá como função controlar e operar todo o sistema.

O Centro de Controle e Operação é responsável pela supervisão e controle dos equipamentos e sistemas de todo o empreendimento, compreendendo:

- três estações de bombeamento com suas subestações 230-6,9 kV, sistemas de transmissão de 230 e 6,9 kV, estruturas de controle dos reservatórios, tomadas d'água de uso difuso e postos de medição remotos apresentados no Trecho I;
- cinco usinas hidrelétricas com suas subestações, sistema de transmissão de 69 kV, subestações de Jati/Atalho e Caiçara, sistema de transmissão de 230 kV, estruturas de controle dos reservatórios e tomadas d'água de uso difuso apresentados no Trecho II;
- duas usinas hidrelétricas com suas subestações, sistema de transmissão de 69 kV, estruturas de controle dos reservatórios, tomadas d'água de uso difuso apresentados no Trecho III;

2.2 Subestações Elevadoras 6,9 -69 kV

As subestações serão do tipo convencional, barra simples, 69 kV. Será a partir das subestações elevadoras das usinas hidrelétricas que a energia gerada será transmitida através de linhas de transmissão em 69 kV até subestações elevadoras de 69–230 kV e a partir daí poderá alimentar as Estações de Bombeamento instaladas no Trecho I.

Serão em número de duas, sendo uma para cada usina hidrelétrica.

A tensão de geração será em 6,9 kV e através de um transformador elevador passará esta tensão para 69 kV. As Usinas hidrelétricas de Salgado I e Salgado II serão interligadas por uma linha de transmissão em 69 kV até a subestação elevadora de Caiçara.

2.3 Subestações Elevadoras 69-230 kV

As subestações serão do tipo convencional, barra simples, 230 kV e são comuns ao Trecho II.

Serão em número de duas, a Subestação Caiçara e a Subestação Jati/Atalho.

A subestação de Caiçara receberá a linha de transmissão em 69 kV proveniente das usinas hidrelétricas São Gonçalo, Ávidos I e Ávidos II e a linha de transmissão em 69 kV proveniente do Trecho III e através de um banco de transformadores monofásicos elevará a tensão para 230 kV de onde sairá uma linha de transmissão em 230 kV em sentido a subestação de Jati / Atalho.

A subestação de Jati/Atalho receberá a linha de transmissão em 69 kV proveniente da usina hidrelétrica Atalho e a linha de transmissão em 69 kV proveniente da usina hidrelétrica de Jati e através de um banco de transformadores monofásicos elevará a tensão para 230 kV, receberá ainda uma linha de transmissão em 230 kV proveniente da subestação de Caiçara e sairá com uma linha de transmissão em 230 kV em sentido a subestação EBI - 3 instalada no Trecho I e a partir daí poderá alimentar as Estações de Bombeamento instaladas no Trecho I, que por sua vez alimentarão as Estruturas de Controle e Tomadas de Uso Difuso.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

2.4 Usinas Hidrelétricas

As usinas hidrelétricas previstas neste trecho são as UHE Salgado I e Salgado II que têm saída para o rio Salgado, afluente do Jaguaribe, no estado do Ceará.

As tensões de alimentação dos diversos equipamentos são:

- Geração em média tensão: sistema trifásico em estrela solidamente aterrada, três fios, 6900 V, 60 Hz;
- Auxiliares: sistema trifásico em estrela, neutro solidamente aterrado destinado a suprir circuitos de potência, demarradores, iluminação, aquecimento dos cubículos e tomadas monophasares, quatro fios, 380 / 220 V, 60 Hz;
- Controle, sinalização e emergência: sistema de corrente contínua, isolado, 125 V, faixa de variação da tensão de + 10% a -20%;
- Telecomunicações: sistema de corrente contínua, positivo aterrado, 48 V, (tensão conseguida através de conversor retirada do 125 Vcc);
- Equipamento do sistema de controle e supervisão Digital (SCSD), nível 2, sistema monofásico, com neutro aterrado, dois fios, 220 V, faixa de variação da tensão de + 2% a -2%, 60 Hz;

Os geradores síncronos de eixo horizontal terão instalação abrigada em casa de força e serão em número de quatro por usina hidrelétrica.

Todos os equipamentos elétricos das usinas hidrelétricas serão instalados na casa de força, em galerias localizadas próximo aos pontos de utilização.

A sala de controle de cada usina hidrelétrica será climatizada, as demais áreas da instalação serão apenas ventiladas e de preferência com ventilação natural.

As usinas hidrelétricas poderão operar de maneira assistida ou desassistida. Na condição desassistida serão operadas a partir do Centro de Controle e Operação, CCO, localizado junto à estação de bombeamento, EBI - 3 definido no Trecho I

2.5 Estruturas de Controle

As estruturas de controle serão equipadas, cada uma, com quatro comportas do tipo segmento, com controle de nível a montante e a jusante, controle de vazão, pela abertura ou fechamento de cada comporta, telecomandado, ou operacional por comando local. O acionamento das comportas foi idealizado com dois servomotores óleo-hidráulicos, um em cada lateral da comporta, com uma central de pressurização de óleo única.

A alimentação dos sistemas elétricos das Estruturas de Controle será feita através de uma linha de distribuição de concessionária local e através de grupo diesel gerador.

Nas Estruturas de Controle serão instalados transformadores abaixadores passando a tensão para 380 / 220 V, com potência necessária a cada tipo de instalação.

2.6 Tomadas D'Água de Uso Difuso

O projeto desenvolvido considerou que as tomadas de uso difuso serão de dois tipos diferentes a saber:

- a) Tomadas D'Água de Uso Difuso nas barragens, com capacidade de 2 m³/s e que serão equipadas, cada uma, com dois registros, duas válvulas dispersoras, com controle de vazão, telecomandado, ou operacional por comando local;
- b) Tomadas D'Água de Uso Difuso nos canais, sem bombeamento, com capacidades de 0,1 m³/s, 0,2 m³/s e 0,5 m³/s e que serão equipadas com controle de vazão, telecomandado, ou operacional por comando local.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

A alimentação dos sistemas elétricos das tomadas d' água de uso difuso será feita através de uma linha de distribuição de concessionária local e através de grupo diesel gerador.

Nas Tomadas de Uso Difuso serão instalados transformadores abaixadores passando a tensão para 380 / 220 V, com potência necessária a cada tipo de instalação.

3 . DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS INTEGRANTES DAS TELECOMUNICAÇÕES

Para dar suporte às atividades de operação, manutenção e administração do Trecho III serão instalados os seguintes sistemas de telecomunicações:

3.1 Sistema de Telefonia

Permitirá a comunicação telefônica entre o Centro de Controle e Operação (CCO) e as usinas hidrelétricas, entre as usinas hidrelétricas e o CCO e as usinas hidrelétricas com as Concessionárias de Serviços de Telefonia Locais.

Será constituído de equipamentos tipo KS a serem instalados nas usinas hidrelétricas, interligados através do sistema de transmissão com a central do CCO. Nas usinas hidrelétricas serão instalados os diversos tipos de aparelhos telefônicos (digitais, analógicos, de mesa, de parede, etc.). Existirão Distribuidores Gerais (DGs) e Rede Interna de Telefonia em todas as localidades.

3.2 Sistema de Transmissão

Permitirá a comunicação de voz entre o CCO e as usinas hidrelétricas e a comunicação de dados entre o CCO, as usinas hidrelétricas e as subestações. Permitirá também a comunicação de dados entre as estruturas de controle e tomadas d'água de uso difuso, estações hidrológicas e meteorológicas com o CCO.

A comunicação entre o CCO e as usinas hidrelétricas será feita através de:

Sistema óptico, utilizando cabos tipo OPGW com 24 pares de fibras (cabos de terra das linhas de transmissão com cabos ópticos internos), transdutores eletro - ópticos e *multiplex*.

Serão designadas fibras ópticas dedicadas às transmissões de dados. O *multiplex* será apenas de voz. Esse sistema também disponibiliza fibras para fazer a teleproteção das linhas de transmissão.

A comunicação entre o CCO, as estruturas de controle, tomadas d'água de uso difuso, estações hidrológicas e meteorológicas será feita por meio de Link via satélite, com equipamentos transmissores-satélite-receptores que permitirão a comunicação de dados a até 19.200 bits por segundo.

4 . DESCRIÇÃO DO SISTEMA DIGITAL DE SUPERVISÃO E CONTROLE

4.1 Estrutura Hierárquica do Sistema

A estrutura hierárquica do Sistema Digital de Supervisão e Controle (SDSC) foi concebida em três níveis funcionais:

4.1.1 Nível 1

O nível inferior do SDSC, identificado como nível 1, corresponde aos subsistemas locais de aquisição de dados e controle associados aos elementos das usinas hidrelétricas, subestações, estruturas de controle e tomadas d'água de uso difuso. Os equipamentos do nível 1 do SDSC, quais sejam, as unidades de aquisição e controle (UAC) formam subsistemas funcionalmente autônomos e independentes entre si e dos níveis superiores, no que se refere à execução das funções básicas de controle, automatismo, medições operacionais e de faturamento necessárias à operação correta e segura dos equipamentos.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Estão incluídas as interfaces convencionais que farão a interligação da UAC com o processo e possibilitarão a parada automática convencional das unidades geradoras em caso de falha da UAC.

Existirá uma UAC para cada unidade geradora e a perda de qualquer uma delas resultará na perda da respectiva unidade geradora.

Para cada subestação de 6,9 - 69 kV será prevista uma UAC com processador redundante, que efetuará o controle de um transformador elevador, uma ou duas linhas de transmissão de 69 kV, tomada d'água, serviços auxiliares elétricos e mecânicos.

Através da UAC poderão ser executados os comandos manuais locais ou automáticos de cada equipamento ou sistema elétrico e portanto uma IHM adequada a esse fim será prevista.

Está prevista ainda uma UAC para aquisição de dados para cada estrutura de controle e tomada d'água de uso difuso. Através da UAC serão executados comandos de comportas, válvulas, moto-bombas e aquisições de dados como vazão, níveis, estados, etc.

4.1.2 Nível 2

O nível 2 do SDSC será responsável pela supervisão e controle de sua correspondente usina hidrelétrica e subestação. Desta forma, através dos equipamentos do nível 2, poderão ser controlados os equipamentos principais e auxiliares de cada usina hidrelétrica e equipamentos da subestação 69 kV.

O nível 2 é constituído de duas plataformas computacionais de operação, padrão PC/AT, cada uma com dois monitores, impressora, teclado e mouse, dois roteadores ou plataformas computacionais para a transmissão / recepção de dados do CCO (definido no Trecho I), GPS e dispositivos complementares de sincronização de tempo das várias unidades do SDSC.

As duas plataformas computacionais trabalharão em regime *hot-standby*, podendo o operador efetuar qualquer comando de qualquer uma delas.

As funções de gerenciamento da base de dados, em configuração *dual* e responsável por todos os armazenamentos e processamentos centralizados, poderão ser efetuadas pelas duas plataformas computacionais acima referidas desde que o desempenho requerido para o SDSC seja garantido. Caso contrário, duas plataformas computacionais adicionais serão previstas para essa função.

Existirá um GPS para cada usina hidrelétrica com a finalidade de efetuar a sincronização de tempo de todas as unidades do SDSC, de maneira que a diferença de tempo entre as unidades seja inferior a 3 ms. Estes mesmos GPS efetuarão também a sincronização dos tempos das unidades do sistema digital de proteção.

Está prevista uma fonte de alimentação ininterrupta, constituída de inversor operando conjuntamente com as baterias de 125 Vcc de cada usina hidrelétrica, dimensionada para atender os equipamentos do nível 2 do SDSC.

4.1.3 Nível 3 Centro de Controle e Operação – CCO

O nível 3 definido no Trecho I, será responsável pela supervisão e controle dos equipamentos e sistemas de todo o empreendimento, compreendendo as três estações de bombeamento do Trecho I, cinco usinas hidrelétricas do Trecho II, duas usinas hidrelétricas do Trecho III, sistemas de transmissão de 69 e 230 kV, estruturas de controle, tomadas d'água de uso difuso e postos de medição remotos.

O nível 3 é constituído de duas plataformas computacionais de operação, padrão PC / AT, cada uma com dois monitores, impressora, teclado e mouse, uma plataforma computacional de treinamento, também padrão PC / AT, com dois monitores, teclado e mouse, duas plataformas



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

computacionais para o gerenciamento da base de dados, dois roteadores para a transmissão de dados dos postos de medição remotos via satélite e um GPS para a sincronização de tempo.

As duas plataformas computacionais de operação funcionarão em regime *hot-standby* podendo a operação de qualquer equipamento ser efetuada de qualquer uma delas.

4.2 Requisitos de Comunicação

A comunicação entre as UACs, e entre as UACs e equipamentos do nível 2 será efetuada através de uma rede ótica local de alta velocidade, preferencialmente de 100 Mbits/s, padrão *Ethernet*, configuração em anel, com características do sistema aberto permitindo a comunicação com qualquer outro equipamento que disponha de acesso compatível.

A comunicação entre as UACs e os relés de proteção, regulador de tensão e regulador de velocidade, será serial.

A comunicação entre os SDSC locais e o CCO será efetuada por redes ópticas redundantes de alta velocidade, preferencialmente de 100 Mbits/s, padrão *Ethernet*, com características de sistema aberto, constituído fisicamente de cabos em fibra ótica dispostos nos condutores de proteção contra descargas elétricas nas linhas de transmissão de 230 kV ou 69 kV (OPGW).

A comunicação entre as UACs das estruturas de controle e tomadas d'água de uso difuso será via satélite.

4.3 Requisitos Funcionais do SDSC

4.3.1 Modos de Funcionamento dos Consoles

O sistema é previsto com recursos para que se possa alocar aos consoles do sistema modos distintos de funcionamento. A cada modo de funcionamento definido estará associado um subconjunto das funcionalidades oferecidas pelo sistema.

Estão previstos, como mínimo, os seguintes modos de funcionamento dos consoles, selecionáveis através de senhas *login*:

- Supervisão

Neste modo de funcionamento, o operador terá acesso a todas as funcionalidades associadas à supervisão dos equipamentos controlados, estando bloqueadas as ações de comando e as funções de parametrização e configuração do sistema.

- Controle

Este modo de funcionamento engloba todas as funções correspondentes ao modo supervisão e ainda introduz os recursos de ações de comando sobre os equipamentos dos processos controlados.

- Parametrização

Neste modo de funcionamento o operador acumula, além do recurso do modo controle, o acesso à base de dados para inclusão/alteração *on line* de parâmetros do sistema.

- Configuração/manutenção

Este modo de funcionamento corresponde às atividades de configuração e atualização do sistema (criação/alteração de telas e relatórios, inclusões/alterações da base de dados etc.). A configuração do sistema será feita de forma *on line* e difundida automaticamente aos demais equipamentos.

Reconfigurações do sistema também serão difundidas automaticamente, sendo a versão anterior armazenada em memória de massa.

- Treinamento



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Este modo ficará dedicado unicamente ao ambiente de simulação do processo e treinamento dos operadores.

Exceto o modo configuração/manutenção, todos os demais modos poderão ser alocados em cada console, por um ou mais grupos funcionais da usina hidrelétrica, conforme venham a ser atribuídos na configuração do sistema.

O modo controle poderá ser atribuído simultaneamente a mais de um console para cada um dos grupos funcionais.

Opcionalmente o ambiente de treinamento poderá ser implementado em uma plataforma externa.

4.3.2 Recursos de Exibição de Imagens

O suporte gráfico de interface para os equipamentos de IHM nos consoles, seguirá o padrão de interface baseado em janelas, com suporte para multitarefas.

Oferecerá ao operador uma interface amigável GUI (*Graphic User Interface*) que possibilite ao mesmo executar e manter o controle sobre várias tarefas que rodam concorrentemente, associadas a diferentes janelas dos distintos monitores de vídeo.

Como requisitos de padronização destacam-se:

- Uso extensivo de recursos de áreas sensíveis nas telas para execução e controle da operação, e configuração do sistema.
- Uso de recurso de detalhamento, navegação, etc.
- Substituição das funções classicamente executadas através de teclados funcionais pela noção de *soft keys* associada a *dialog-boxes*.

a) Organização da Tela

As telas serão livremente configuráveis de acordo com as necessidades operacionais. Após configuradas, as telas terão a seguinte divisão, para fins de apresentação das informações:

Regiões pré-definidas com a finalidade de apresentar informações dedicadas tais como:

- Campos de data e hora;
- Campos de identificação de página;
- Áreas de macro-alarmes, constituídas de campos destinados a indicar a existência de alarmes agrupados nas diversas áreas do processo;
- Região variável, usada para exibir as páginas solicitadas pelo operador. De um modo geral, esta região se constituirá por:
 - Uma parte estática correspondente às informações que não se alteram com a evolução da operação do processo.
 - Uma parte dinâmica contendo informações do processo sujeitas a alteração, que são sistematicamente atualizadas visando refletir o estado atual do processo controlado.
 - Campos de controle, que são áreas sensíveis que poderão estar situadas em qualquer ponto desta região da página e que são utilizadas pelo operador, através do posicionamento adequado do cursor, para efetuar uma determinada ação sobre o sistema. Normalmente, esta ação implicará na abertura de uma janela, junto ao campo selecionado, para o detalhamento da ação através de um diálogo homem-máquina de múltipla escolha.

b) Tipos de Símbolos Primitivos



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

As telas são formadas por símbolos oriundos de uma biblioteca de símbolos expansível, tabelas, gráficos, textos etc., livremente configuráveis.

Os formatos, conteúdos de informação e facilidades das telas serão definidos na fase de configuração do sistema.

c) Seleção de Telas

Os seguintes requisitos devem ser atendidos para fins de seleção pelo operador de imagens no monitor de vídeo:

- Seleção através de diretórios contendo menus de telas de sistema, e pela utilização de áreas sensíveis para telas funcionalmente relacionadas.
- Seleção através de teclas funcionais do teclado alfanumérico, para telas importantes à operação, cuja rapidez de acesso à mesma seja um requisito importante.
- Uso do conceito de contexto, ou seja, de uma árvore de telas funcionalmente relacionadas. Por exemplo, telas de uma determinada unidade motobomba.
- Para adição futura de consoles com mais de um monitor de vídeo, serão providos meios seguros para a seleção do monitor sobre o qual se está atuando, que garantam a independência funcional de cada monitor.

4.3.3 Recursos de Atuação dos Operadores

As seguintes funcionalidades existirão nos consoles para viabilizar a ação dos operadores sobre o processo e sobre o próprio SDSC:

- Exibição de Informações para Operação e Manutenção

A exibição de informações aos operadores será efetuada via monitores de vídeo, os quais exibirão estados operativos correntes dos equipamentos e sistemas supervisionados, parâmetros de supervisão, eventos e alarmes detectados, valores calculados, informações históricas, etc.

Tais informações serão exibidas sob a forma de diagramas esquemáticos, tabelas, gráficos e textos em telas, utilizando os recursos gráficos e de cores dos monitores de vídeo.

- Atuação no Processo e no Sistema

A atuação no processo e no próprio SDSC será efetuada via dispositivos de entrada de dados, através de ações dos operadores selecionadas a partir de menus de múltiplas opções e de pontos sensíveis em telas específicas. Isto inclui, dentre outras funções:

- Controle de informações a serem apresentadas;
- Seleção e emissão de telecomandos;
- Definição de *set-points* para variáveis de controle;
- Consulta e alteração de parâmetros de supervisão;
- Edição de mensagens e avisos;
- Reconhecimento de alarmes;
- Solicitação de relatórios ou processamentos específicos;
- Vinculação de monitor de vídeo (quando for utilizada a opção futura de se adicionar mais um monitor em cada console e placa de vídeo processada).



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

4.3.4 Funções de Aplicação

Caberá ao SDSC e suas correspondentes funções e em consonância com o algoritmo a ser previsto, efetuar:

- A seqüência de partida e parada;
- Os cálculos das vazões efluentes e vazões afluentes;
- A monitoração dos níveis de montante e de jusante.

Além disto, o SDSC será provido com, no mínimo, as funções de aplicação discriminadas nos demais tópicos deste relatório.

a) Seqüência de Partida e Parada

O conceito operacional do projeto é o da garantia de suprimento hídrico, o que se dá pelo deslocamento de volumes d'água para os reservatórios que fazem parte da Transposição e que são os responsáveis pelo atendimento das demandas hídricas, ao lado do atendimento das vazões de uso difuso. O acionamento do bombeamento, em paralelo à geração é feito a partir dos níveis de alerta de cada um desses reservatórios, considerando-se o tempo de trânsito da água, desde o Rio São Francisco, até os pontos de entrega. O equacionamento do sistema será baseado, inicialmente, nos estudos deste projeto, e será adaptado sistematicamente com a aquisição dos dados das operações reais.

Assim os níveis em cada reservatório, bem como a vazão em cada tomada d'água de uso difuso deverão ser monitorados para que, conjuntamente com os dados das vazões programadas entre estações elevatórias, usinas hidrelétricas, curvas de tendências, e ainda, levando em consideração os horários autorizados para o bombeamento (fora de pico), o SDSC possa calcular o volume de água a ser recalcado em cada estação de bombeamento e o volume de água a ser turbinado.

O cálculo desses volumes de água é efetuado no nível 3 do SDSC descrito no Trecho I, onde todas as informações estarão disponíveis, inclusive as informações dos açudes mais distantes, que serão enviadas via satélite, pelos postos de medição remotos.

O algoritmo que servirá de base para a programação de todas as operações e cálculos dos volumes de água a serem recalcados nas estações de bombeamento e turbinados nas usinas hidrelétricas será fornecido pela CONTRATANTE.

b) Monitoração dos Níveis e Cálculos das Vazões Efluentes e Afluentes

Os níveis de todos os reservatórios pertencentes ao Trecho II deverão ser monitorados pelo SDSC e, portanto estão previstos medidores de níveis tipo ultra-sônico ou eletromagnéticos para este fim.

Além das funções pertinentes ao Trecho III os níveis serão monitorados pelo SDSC no nível hierárquico 3 e utilização operativa destas informações foram definidas na especificação técnica do SDSC do Trecho I. Esta função tem por objetivo determinar o valor das vazões efluente e afluente nas usinas.

Deverão ser monitorados os valores dos níveis de montante e de jusante. Tendo em vista os requisitos operacionais do ponto de vista hidroenergético e de descargas de cheias.

Para determinação da vazão efluente, a função deverá calcular e incrementar os valores de vazão turbinada, por máquina, e de vazão vertida do vertedouro. A vazão vertida será avaliada a partir do nível do reservatório, e a vazão turbinada será medida através de sensores específicos a serem fornecidos por terceiros.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

A vazão afluente deverá ser computada através da soma algébrica da vazão efluente com a vazão acumulada ou retirada do reservatório, num certo período de tempo. Essa vazão será determinada através de algoritmo a ser fornecido pela CONTRATANTE.

Deverão ser armazenados os valores horários de vazão turbinada por máquina, vertida, vazão efluente e vazão afluente. O sistema deverá armazenar também, os valores calculados de volume vertido por unidade de tempo (valores horários, mensais e anuais).

c) Partida Automática da Unidade Geradora

Esta função tem por objetivo a partida automática da unidade geradora a partir de um comando manual singular, que iniciará uma seqüência de manobras para os diversos equipamentos da unidade geradora.

Esta função deverá atender aos seguintes requisitos:

- Para o início da seqüência das manobras, deverá ser confirmado se as pré-condições de partida estão satisfeitas.
- Depois de iniciada, esta função implementará todas as manobras pré-programadas automaticamente, com opção de intervenção do operador caso ocorra interrupção na seqüência automática.
- Na UAC, deverá ser possível a implementação da seqüência passo a passo, comandada pelo operador.
- Cada passo da seqüência somente poderá ser comandado após a confirmação da conclusão satisfatória do passo anterior. Existirão passos que poderão ser executados em paralelo.
- Em geral, os passos da seqüência deverão ter tempos pré-programados de execução. Em caso de ultrapassagem deste tempo, a seqüência deverá ser interrompida, o operador imediatamente informado da causa da interrupção e o estado atual da unidade geradora, devendo unidade geradora parar automaticamente.
- Deverá ser possível ao operador supervisionar o processo de partida através de informações sumarizadas, tais como:
 - Função inibida.
 - Unidade geradora pronta para partida.
 - Partida iniciada.
 - Partida interrompida, causa da interrupção e estado atual da unidade geradora.
 - Parada automática por defeito iniciada durante o processo de partida.
 - Partida completada.

Deverá ser possível a inibição da função de partida, por solicitação externa.

O tempo de execução de cada passo da seqüência de partida deverá ser parametrizável individualmente na base de dados dos equipamentos locais.

d) Parada Automática da Unidade Geradora

Esta função tem por objetivo a parada automática da unidade geradora a partir de um comando manual singular, que iniciará uma seqüência de manobras para os diversos equipamentos da unidade geradora.

Esta função deverá atender ainda aos seguintes requisitos:



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Deverão ser possíveis várias formas de parada da unidade geradora, como detalhado no item referente à descrição do processo.
- Depois de iniciada, esta função implementará todas as manobras pré-programadas automaticamente, ou com intervenção do operador, caso ocorra falha em alguma entrada.
- Na UAC deverá ser possível a implementação da seqüência passo a passo, comandada pelo operador, a partir de qualquer posição operacional.
- Cada passo da seqüência somente poderá ser comandado após a confirmação da conclusão satisfatória do passo anterior.
- Em geral, os passos da seqüência deverão ter tempos pré-programados de execução. Em caso de ultrapassagem deste tempo, o operador deverá ser imediatamente informado e o estado atual da unidade geradora deverá ser apresentado, devendo a unidade geradora parar automaticamente.
- Deverá ser possível ao operador supervisionar o processo de parada através de informações sumarizadas, tais como:
 - Parada iniciada.
 - Falha na seqüência de parada, causa da falha e estado atual da unidade geradora.
 - Iniciação automática de outra seqüência.
 - Parada completada.
 - Unidade geradora pronta para partida.
 - Tempo de execução de cada passo das seqüências de parada deverá ser parametrizável individualmente na base de dados dos equipamentos locais.
 - Também serão parametrizáveis os eventos ativadores de seqüências automáticas de parada.

4.3.5 Cálculos Estatísticos sobre Equipamentos do Processo

Esta função está associada à computação de dados estatísticos a respeito da operação de equipamentos do processo, com vistas à manutenção preventiva dos mesmos.

Os equipamentos que estarão envolvidos nesta função serão, basicamente, as unidades geradoras, os motores, os disjuntores, os seccionadores e os transformadores.

Esses dados serão contabilizados através de contadores de horas de operação e contadores de manobras assim qualificados:

- Contador de horas de operação para equipamentos rotativos com regime de operação contínua, e transformadores.
- Contador de manobras para equipamentos rotativos com regime de operação intermitente, disjuntores, seccionadores e chaves de terra.

Para cada equipamento com supervisão de tempo de operação estará disponível uma sinalização que identificará o estado ligado ou desligado do mesmo. A períodos determinados (a cada hora, por exemplo), o estado desta sinalização será analisado para fins de incremento ou não deste período ao valor acumulado de tempo de operação.

Para cada equipamento com supervisão de número de manobras estará disponível uma sinalização que identificará o estado ligado ou desligado do mesmo. A cada variação desta grandeza ($0 \rightarrow 1$), o contador de manobras será incrementado em uma unidade.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Para os disjuntores existirão dois contadores, um para número total de manobras e outro para número de manobras por atuação de proteção.

Para cada equipamento supervisionado existirá um valor pré-determinado de tempo máximo de operação e/ou número máximo de manobras, que será periodicamente comparado com o valor atual correspondente, devendo ser sinalizado, por equipamento, quando o valor for atingido.

Será possível ao usuário do sistema zerar os contadores individualmente. Isto será feito com a utilização de senhas de acesso, e após a realização de serviços de manutenção nos equipamentos correspondentes. Após a zeragem de um contador, será iniciada nova contabilização.

Para equipamentos que possuam mais de um intervalo definido de manutenção preventiva (tal como a unidade geradora), existirão múltiplos contadores associados.

Os valores individuais de tempo máximo de operação e o número máximo de manobras serão parametrizáveis individualmente na base de dados.

Para fins de registro histórico serão armazenadas, por equipamento, as datas iniciais da contabilização, as datas e número de manobras ou horas de operação em que cada contador é zerado e o limite correspondente àquele equipamento.

4.3.6 Geração de Relatórios

Corresponde ao registro, em memória de massa e, caso desejado, impresso periodicamente utilizando as impressoras do sistema, ou gravados em CDs, de informações referentes ao processo, à operação e ao próprio sistema de supervisão e controle.

Deverá ser possível a geração de relatórios de forma automática e controlada, e a impressão automática conforme necessário, configurável pelo operador.

Deverá ser possível ao operador a inibição ou interrupção da impressão de qualquer relatório automático.

Deverá ser possível a impressão de relatórios sob demanda do operador.

Os eventos que devam gerar a emissão automática de relatórios deverão ser livremente escolhidos dentre aqueles adquiridos do processo ou calculados pelo sistema.

Os formatos de restituição em impressora deverão ser configuráveis pelo operador privilegiado.

4.3.7 Funções de Suporte

Os equipamentos de nível 1 deverão utilizar suas capacidades de processamento no sentido de diminuir as cargas dos processadores de nível superior e as necessidades de comunicação entre equipamentos componentes da configuração do sistema. Como regra geral, todos os processamentos deverão ser realizados nos níveis mais próximos do processo.

Na estrutura hierárquica do SDSC de cada usina hidrelétrica e estruturas de controle os equipamentos de nível 1 deverão ser responsáveis pela interface com o processo, executando coleta e tratamento de dados (conversão A/D, detecção, datação e sinalização de violações de limites operacionais e inconsistências, etc.), memorização temporária de estados binários e de grandezas analógicas, formação de seqüências de eventos, comandos individuais e seqüências de manobras, intertravamentos de segurança, controle contínuo, e quando aplicável, processando algoritmos de otimização operacional.

Os níveis 2 e 3 do SDSC deverão ser responsáveis pela execução de todas as funções de aplicação referentes ao controle centralizado e ao gerenciamento operacional e de manutenção. O processamento de tais funções é dependente da execução de um conjunto de outras funções qualificadas como de suporte, típicas de sistemas aplicativos configuráveis para o controle de



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

cada usina hidrelétrica, estruturas de controle dos reservatórios, e tomadas d'água de uso difuso, e que estão especificadas a seguir.

4.3.8 Coleta e Aquisição de Dados

A função global de aquisição de dados é realizada em duas instâncias:

Coleta de dados realizada de forma cíclica pelas UAC do nível 1 através de varreduras contínuas dos sinais analógicos e binários do processo, com ciclos de varredura pré-definidos e configuráveis entre intervalos de 1 segundo a 1 hora, tratamento local e atualização da sua base de dados para utilização própria e pelos processadores de nível superior.

Aquisição de dados propriamente dita, por meio de varreduras cíclicas realizadas pelos processadores de nível superior do SDSC, para atualização dos dados de processo e dados calculados, necessários ao desempenho das funções de aplicação.

Os processadores de nível superior deverão efetuar varreduras cíclicas, com frequência de varredura pré-estabelecida e parametrizáveis por tipo/grupo de variáveis, com o objetivo de atualização da base de dados em tempo real do sistema, em coerência com as taxas naturais de variação das grandezas do processo.

A função de aquisição de dados deverá executar uma varredura de iniciação nas seguintes condições:

- Qualquer iniciação do sistema.
- Qualquer iniciação parcial ou total de uma ou mais UAC.
- Restabelecimento de comunicação com qualquer UAC.
- Recolocação de qualquer UAC no ciclo de varredura.

Esta função deverá executar varreduras de integridade de forma cíclica ou por solicitação do operador, sendo o período de varredura um parâmetro configurável da base de dados.

4.3.9 Tratamento de Dados e Formação da Base de Dados

Esta função tem por objetivo efetuar os processamentos necessários aos dados coletados pela função de aquisição de dados, visando atender às necessidades de supervisão, controle e comando que deverão ser oferecidas pelo sistema aos operadores.

As medições analógicas adquiridas do processo deverão ser submetidas ao seguinte processamento:

- Os sinais analógicos deverão ser adquiridos por varreduras cíclicas, a uma taxa fixa. Os sinais analógicos lentos deverão ser submetidos a um processo de validação.
- Processamento de banda morta, para determinação de variação ou não da medida.
- Verificação da existência de inibição de atualização da grandeza, através da pesquisa de atributos, na base de dados, associados aos pontos.
- Atualização da base de dados em tempo real.
- Detecção e sinalização de violações de limites de razoabilidade de dados analógicos digitalizados, baseados em taxas máximas de variação.
- Detecção e sinalização de violações de limites operacionais utilizando-se dos atributos associados a cada grandeza. De um modo geral, para cada grandeza deverão existir dois limites superiores, dois inferiores e um limite de módulo da taxa de variação, cada um deles associado a uma banda morta (configurável na base de dados) que definirá o retorno à normalidade de uma variável, que deverá ser também detectado e sinalizado.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Datação da detecção de violação para fins de registro de eventos.
- Qualificação de dados:
 - Atribuição de *flag* indicativo de valor não confiável aos dados que tenham violado limites de razoabilidade.
 - Atribuição de *flag* indicativo de limites superior ou inferior excedido.
 - Supressão de *flag* após o retorno à normalidade.
 - Grandezas obtidas através de cálculo deverão ter o mesmo tratamento que as adquiridas.
 - Medições numéricas deverão ser submetidas a um processamento equivalente ao das medidas analógicas, conforme a aplicação específica.

Os dados de estado adquiridos do processo deverão ser submetidos ao seguinte processamento:

- Quando detectada uma transição, os sinais binários de eventos deverão ser validados por uma segunda leitura com intervalo entre leituras de aproximadamente 10 ms. O instante associado ao evento será marcado na UAC e será sempre o da primeira leitura. Os sinais binários de eventos deverão sofrer também uma filtragem prévia por *hardware* para eliminação de falsos dados *bouncing*, com tempos que não prejudiquem a seqüência de eventos.
- Deverá haver nas UACs um sistema de verificação de entradas e geração de alarmes de falha de *hardware* em qualquer das entradas quando da varredura cíclica dos canais.
- Os sinais binários deverão ser transmitidos pelas UACs aos processadores de nível superior em mensagens periódicas de solicitação. Para minimizar a taxa de ocupação dos meios de comunicação, é requerida a transmissão por exceção, isto é, somente são transferidos os valores das entradas que variaram desde a última transferência. A transferência integral de dados deverá se dar periodicamente em varreduras de integridade solicitadas pelos processadores de nível superior.
- Quando alguma grandeza binária apresentar mais de uma mudança de estado entre duas varreduras consecutivas dos processadores de nível superior, isto deverá ser reportado pelas UACs. No caso de eventos, os estados intermediários deverão ser informados com a devida datação.
- Todas as associações entre sinais binários, tais como múltiplos sinais para leitura de estado de equipamentos, grupos de sinais para medições numéricas etc., bem como totalização de horas de operação de equipamentos e de sinais de contagem de número de manobras deverão ser tratadas na própria UAC.
- Comparação do estado atual com o existente na tabela de dados, para detecção de alteração de estado.
- Verificação da existência de atributo de inibição de atualização associado ao ponto.
- Datação da alteração detectada, para fins de registro de operação e/ou registro seqüencial de eventos, com referência de tempo da UAC.
- Deverá ser possível identificar alterações de estado por detecção de complementaridade (dois estados complementares caracterizando o estado de um dispositivo), com alarme temporizado programável para os estados instáveis.
- Atualização da base de dados em tempo real.

Dados obtidos através de cálculos deverão ter o mesmo tratamento que os adquiridos.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Banda morta de processamento de grandezas analógicas, taxas de varredura dos processadores centrais e limites deverão ser atributos de configuração do sistema, com acesso apenas ao operador privilegiado.

4.3.10 Comando de Dispositivos do Processo

Esta função objetiva alterar estados de dispositivos e valores de variáveis, a partir de solicitações de atuação efetuadas manualmente pelos operadores ou automaticamente pelo sistema.

As funções de controle nas UACs deverão ser programadas em linguagem de alto nível para controle de processos. Estas funções devem ser plenamente configuráveis e programáveis pelo usuário, utilizando relés internos, temporizadores, comparadores, contadores, registros, blocos funcionais avançados etc.

Cálculos de controle referentes ao seqüenciamento, quando aplicáveis, devem ser executados após cada varredura de variáveis digitais e analógicas associadas a um algoritmo particular de seqüenciamento.

As seleções local-remoto somente poderão ser efetuadas junto ao equipamento controlado ou no painel da UAC respectiva.

O sistema deverá ser projetado de modo que, em caso de falha na comunicação com o processo, seja possível atualizar esta informação manualmente.

Quando o controle estiver em automático, a saída do programa de controle deverá atuar diretamente nos elementos finais de controle associados.

Tendo em vista que o comando de dispositivos do processo é uma função crítica do sistema, a sua execução deverá ser cercada de medidas de segurança proporcionais à responsabilidade do comando a ser efetuado. Dentre os requisitos de segurança a serem observados, destacam-se os seguintes:

Existência na UAC, para um mesmo equipamento, de dois comandos distintos, um para acionar e outro para desacionar o equipamento associado.

Proteções por *software* contra o acionamento de saída que esteja desabilitada ou inibida, e proteção por *hardware* e *software* para acionamento múltiplo simultâneo de saídas.

As UACs deverão possibilitar a execução de funções locais de automatismo através de equações de decisão lógica para realização de estratégias de controle, seqüenciamento de comandos e intertravamento, conforme indicado a seguir. Os automatismos, conforme as necessidades de controle, deverão poder ser ativados pelo operador ou desencadeados por condições específicas que ocorram no processo.

- Implementar a ação de comando em diversas etapas, tais como seleção / execução / confirmação de execução (por *software*).
- Implementar níveis de autoridade para execução do comando, associados ao operador e ao modo de funcionamento dos consoles.
- Implementar esquemas que assegurem ao primeiro solicitante de uma ação de comando, o exclusivo uso deste recurso sobre um mesmo equipamento, setor, área ou região do processo.
- Verificar as condições de permissão para a execução do comando pretendido (intertravamentos), definidas a partir de operações lógicas entre quaisquer variáveis do processo ou seus atributos.
- Execução do comando *check before operate* por *software*.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Implementar, onde aplicável, seleção e confirmação antes da efetiva Implementar "time out" de seleção e de execução do comando.
- Possibilitar o cancelamento de um comando previamente selecionado, até o momento imediatamente anterior à fase de execução.

4.3.11 Armazenamento de Dados

Esta função tem por objetivo a criação e gerenciamento de arquivos destinados ao armazenamento de dados necessários ao acompanhamento da operação e ao processamento dos programas aplicativos.

O operador privilegiado deverá poder configurar a base de dados, de forma supervisionada pelo SDSC, em ambiente de parametrização ou de configuração / desenvolvimento, conforme o nível de abrangência da atualização pretendida.

4.3.12 Armazenamento Histórico de Variáveis

Esta função tem por objetivo o armazenamento e a restituição a longo prazo de variáveis analógicas e binárias características da operação de cada usina hidrelétrica, estruturas de controle dos reservatórios e tomadas d'água de uso difuso.

Este armazenamento deverá ser efetuado em disco magnético. Deverá também ser permitido o arquivamento posterior em disco flexível, fita DAT removíveis ou *compact disk* regraváveis, dos valores correspondentes a períodos selecionáveis, em formato compatível com microcomputadores PC AT, em arquivos tipo ASCII, e em formato compatível com a planilha Microsoft EXCEL.

Os arquivos da função de armazenamento histórico de variáveis servirão também às demais funções que operam sobre valores históricos.

Esta função deverá ser configurável, podendo incluir qualquer sinal adquirido ou calculado, compondo registros cronológicos circulares contínuos, preferencialmente em dispositivos redundantes, onde as informações mais recentes serão as preservadas, quando atingida a capacidade máxima de armazenamento.

Em princípio, prevê-se que o sistema deverá ser dimensionado para um registro de todos os valores analógicos, com periodicidade horária e os valores binários a serem selecionados quando do estabelecimento do *Workstatement*, em suas taxas normais de transição, por um período de tempo total não inferior a 180 dias corridos.

O operador privilegiado deverá poder configurar livremente quais os sinais a serem armazenados e, para os sinais analógicos, as periodicidades do registro.

Os formatos de restituição em tela e em impressora deverão ser configuráveis.

4.3.13 Cálculo de Valores sobre Grandezas da Base de Dados

Esta função deverá prover facilidades para o cálculo de grandezas analógicas ou digitais a partir dos sinais de processo e/ou outras grandezas calculadas.

Os algoritmos de cálculo deverão suportar pelo menos as quatro operações básicas, potenciação, diferenciação, integração, cálculo de valores médios, máximos e mínimos, expressões booleanas e estatísticas de operação.

As grandezas obtidas através de cálculo deverão ter o mesmo tratamento que as adquiridos do processo.

Os dados calculados deverão considerar valores *default* e/ou últimos valores no caso de falha de um sinal físico. A falha deverá ser sinalizada com um atributo de qualidade do valor calculado.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Quando o valor de alguma variável for inserido manualmente, todas as variáveis calculadas a partir desta deverão também levar atributo “manual”.

4.3.14 Análise de Tendência de Variáveis

Esta função tem por objetivo a análise do comportamento de quaisquer sinais do processo convenientemente selecionados, visando à análise do comportamento e da qualidade da operação.

Grupos de variáveis analógicas medidas ou calculadas deverão ser definidas previamente e seus valores ao longo do tempo deverão ser apresentados na forma de gráficos.

Quaisquer variáveis analógicas, adquiridas ou calculadas, poderão fazer parte desta função.

A formação dos grupos de variáveis, definição das periodicidades e os formatos de apresentação deverão ser parametrizados no âmbito da configuração do sistema, assim como o formato de visualização, cores, escalas, etc.

Os valores correspondentes a esta função deverão poder ser armazenados na própria memória principal dos equipamentos computacionais, sendo incorporados à base de dados do sistema.

Deverá ser possível ao operador selecionar livremente a forma de visualização do grupo monitorado, sem interferência no processo de registro.

Os valores das variáveis poderão ser visualizados em monitor de vídeo e impressora, sob a forma de gráfico de barras, gráficos de tendências ou tabelas.

4.3.15 Gerenciamento de Alarmes e Eventos

Para fins de caracterização desta função, o conceito de evento é associado a qualquer ocorrência que seja ocasionada por uma alteração de estado em qualquer sinal binário, uma variável ultrapassando um dos limites operacionais ou retornando à condição normal, uma ação ou um comando solicitado pelo operador ou pelo próprio sistema, uma falha na execução de uma determinada ação, uma alteração de condição funcional do próprio sistema computacional etc., que merecem atenção especial do operador, devendo ser sinalizada no monitor de vídeo.

Um alarme deverá ser considerado como um evento cuja ocorrência caracterize uma condição de anormalidade que venha a requerer a atenção especial e/ou ação, imediata ou não, do operador, devendo ser sinalizada de forma especial, através de sinalização visual e sonora.

Os alarmes deverão ser classificados em níveis de prioridade, de acordo com a gravidade e com o grau de urgência atribuído à intervenção do operador.

Para fins de anunciação ao operador, deverão existir pelo menos três níveis conforme indicado a seguir:

- Alarmes que não requerem a atenção imediata do operador;
- Alarmes que requerem a atenção imediata do operador, porém a sua atuação não é urgente;
- Alarmes que requerem a atenção / atuação imediata do operador.

Deverá ser fornecida ferramenta em tempo real de filtragem de alarmes para determinadas ocorrências operacionais. Nestes casos, deverão ser anunciados nas consoles apenas os alarmes geradores da ocorrência e deverão ser omitidos os conseqüentes. Esta definição das situações em que o citado filtro deverá atuar deverão ser configuráveis pela CONTRATANTE.

A função alarme deverá ser amplamente configurável, ou seja, o sistema deverá prover facilidades para que sejam definidos atributos de anunciação para cada ponto individual da base de dados.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Serão incluídos, em princípio, na função alarme aqueles sinais binários que representam uma condição de anormalidade e informem ao operador sobre a necessidade de uma ação corretiva de qualquer natureza.

Também as ultrapassagens de limites em sinais analógicos serão consideradas como situações de alarme.

A inclusão ou exclusão de sinais no conjunto dos pontos que geram alarmes, a formação dos grupamentos, definição do nível de prioridade etc., deverão ser atributos de configuração do sistema, com acesso apenas ao operador privilegiado.

Também os formatos de restituição em tela e em impressora deverão ser livres, definidos por ocasião da configuração do sistema.

Preferencialmente deverá ser possível definir para cada sinal de alarme se o reconhecimento será global ou confinado a cada console, de forma independente das demais.

Esta função deverá compor registros cronológicos circulares contínuos, onde as informações mais recentes são preservadas quando atingida a capacidade máxima.

A ocorrência de qualquer evento definido para gerar alarme deverá ser anunciada ao operador da seguinte forma:

4.3.16 Ativação de um Sinal Sonoro.

Apresentação de mensagem de macro-alarme na área pré-definida do monitor de vídeo, independente da tela em apresentação ou função sendo desenvolvida pelo operador, identificando o nível de gravidade e a área/sistema da planta em condição de anormalidade.

Apresentação de textos e imagens gráficas identificando a provável situação de emergência identificada pela análise *on-line* de alarmes.

O operador, para obter maiores informações sobre as ocorrências e realizar o reconhecimento dos alarmes, deverá utilizar telas específicas, que poderão ser os diagramas sinóticos nos quais as áreas dinâmicas da tela correspondente aos equipamentos em estado de alarme deverão sinalizar esta condição mediante uma representação diferenciada, ou as próprias listas de alarmes.

A eliminação do sinal sonoro deverá ser possível a partir de tecla funcional, e o reconhecimento através do posicionamento do cursor em áreas específicas onde os alarmes estão representados.

Nas listas, os alarmes deverão ser apresentados na ordem de seu aparecimento, utilizando-se o conceito de páginas para a apresentação ao operador de todos os alarmes presentes.

O reconhecimento de alarmes pelo operador deverá ser possível página a página ou individualmente, a critério do operador.

Deverão ser previstos, pelo menos, os seguintes estados de alarme:

- Alarme presente, sem reconhecimento;
- Alarme presente, reconhecido;
- Alarme normalizado, reconhecido;
- Alarme normalizado, sem reconhecimento.

Sob comando do operador, os alarmes normalizados e reconhecidos, poderão ser removidos da lista de alarmes.

As mensagens de alarme deverão conter, no mínimo, identificação e descrição do sinal, estado do alarme, horário da ocorrência e nível de prioridade dos alarmes.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

O operador deverá poder navegar livremente na lista de alarmes, independentemente de existirem ou não alarmes não reconhecidos em uma determinada página.

As listas de alarmes deverão poder ser configuradas livremente, agrupando-se os tipos de sinal, as áreas/sistemas do processo e o acesso de cada console, de forma arbitrária, de acordo com as conveniências operacionais.

Deverá também ser possível configurar as listas de alarmes para que sejam apresentadas a entrada em alarme e a normalização de um alarme, em mensagens distintas. Neste caso, ambas as ocorrências necessitarão de reconhecimento pelo operador.

Deverá ser possível a impressão contínua das mensagens de alarme, a critério do operador.

O operador deverá também poder comandar a impressão da relação de alarmes presentes no instante da solicitação.

4.3.17 Seqüência de Eventos

Trata-se do registro cronológico do comportamento de variáveis do processo durante perturbações ou operações transitórias, visando a análise da operação. Esta função compreende, basicamente, a detecção, a datação, o arquivamento e a restituição de alterações de valores lógicos de sinais binários.

Qualquer evento ocorrido ou variáveis calculadas deverão ser incluídas na lista de eventos. A aquisição e datação dos sinais dos equipamentos controlados se dará nos próprios equipamentos de nível 1.

Esses equipamentos deverão ser concebidos para aquisição de determinados eventos ocorridos, selecionados para criar um registro seqüencial dos mesmos, com a resolução especificada, e armazená-los em memória local, com marcação de tempo. A cada varredura dos processadores de nível superior, as UACs deverão reportar os registros de seqüência de eventos, de modo a liberar o espaço de memória para novas gravações.

Informações geradas nos níveis 2 e 3 do SDSC e ações do operador deverão ser datadas pelos próprios equipamentos. A resolução para os eventos detectados nas UACs deverá ser de 1ms.

As ocorrências de eventos poderão ser espontâneas e aleatórias, resultado do próprio comportamento do processo ou decorrentes de solicitações/comandos do operador. A aquisição e o registro se darão contínua e automaticamente, sem qualquer agrupamento por área do processo ou por intervalo de tempo.

A inclusão ou exclusão de sinais e os formatos de restituição em monitor de vídeo e em impressora deverão ser atributos de parametrização do sistema, com acesso a operador privilegiado.

4.3.18 Gerenciamento de Configuração

O comportamento operacional de todo o sistema digital será acompanhado através das função de gerenciamento de configurações. Ela visa, portanto, registrar e sinalizar as irregularidades ocorridas em um determinado período e realizar os chaveamentos necessários à preservação da operação, mesmo em presença de uma falha de equipamento, seja ela momentânea, intermitente ou permanente.

Além do tratamento de falhas, esta função deverá prover os meios automáticos para inicialização do sistema e de suas partes, reconfiguração automática e manual, redirecionamento de terminais em caso de indisponibilidade etc., sempre visando a máxima disponibilidade das funções.

Serão incluídas todas as informações detectáveis de falhas e deficiências do sistema.

- Falha de uma interface com o processo;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Falha de um módulo de um equipamento;
- Falha total de um equipamento do sistema;
- Falha de comunicação;
- Falta de energia.

A quantidade de informações distintas de falhas será dada pela tecnologia empregada na implementação do sistema.

É desejável que a detecção de falhas se dê em um nível que a equipe de manutenção seja informada do módulo específico a ser substituído ou procedimento a ser realizado, sem necessidade de testes adicionais, permitindo, desta forma, a pronta restauração do sistema.

A função de gerenciamento da configuração deverá estar continuamente habilitada, realizando automaticamente o chaveamento dos módulos redundantes em caso de falhas e informando ao operador a natureza da falha.

Esta função deverá ser configurável, de forma a refletir a própria configuração do sistema digital, de natureza modular.

Os formatos das imagens representativas do sistema e das mensagens de falha deverão ser livremente configuráveis.

Deverão existir telas representativas do sistema como um todo e de cada equipamento, evidenciando cada módulo substituível. Estas telas deverão indicar ao operador o estado operacional dos módulos e equipamentos, dando também informações precisas sobre sua localização, modelo, etc.

Em caso de falha, além das mensagens de alarme, visualizadas em todos os consoles, deverão ser apresentados para o operador textos descritivos detalhados.

Estes textos, visualizados em monitor de vídeo e impressos sob solicitação do operador, deverão conter, como mínimo, indicação da unidade e função, data, número da folha impressa, identificação do equipamento em falha e respectivo módulo e descrição da falha, das funcionalidades comprometidas e dos procedimentos a serem tomados.

4.3.19 Sincronização de Horário Calendário

a) Objetivo e Descrição da Função

O SDSC terá seu horário calendário, em todos os equipamentos computacionais, referenciado aos sinais de satélites do sistema GPS - *Global Positioning System*.

A captação e difusão do sistema horário deverão ser feitas por meio de central horária, ou seja, equipamento de recepção padrão GPS. Haverá um GPS para cada estação de bombeamento (Trecho I), usina hidrelétrica e CCO.

Como a aplicação em questão diz respeito a um sistema de sincronização estacionário, não necessita de detecção contínua de posicionamento. Assim sendo, o horário deverá permanecer sincronizado mesmo em caso de captação de sinal proveniente de apenas um único satélite.

Em caso de perda total de sinal, a central horária deverá operar de forma autônoma e deverá automaticamente referenciar-se a uma base de tempo própria, estável a cristal.

O sistema horário contrário deverá permitir a sincronização dos relógios das várias unidades do SDSC com uma precisão inferior a 3 ms.

Em caso de perda do sinal oriundo na central horária, os gerenciadores de base de dados deverão divulgar para o SDSC seu relógio próprio, que deverá estar sincronizado com a central horária até o momento imediatamente anterior à falha.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

b) Difusão do Horário para os Equipamentos dos níveis 2 e 3 do SDSC

A central horária deverá difundir seu horário para os equipamentos computacionais do SDSC, de forma que todos os equipamentos que direta ou indiretamente atribuam instantes aos vários eventos e ocorrências associados ao processamento o façam com desvios de tempo dentro de limites especificados.

A difusão do horário da central horária pelos equipamentos dos níveis 2 e 3 do SDSC poderá ser implementada segundo uma dentre as duas possibilidades a seguir descritas:

Através da própria rede de comunicação: neste caso, periodicamente, a central horária (ou equipamento de interface a ela associado) deverá ocupar a rede de comunicação e difundir o horário padrão por meio de mensagem endereçada a todos os equipamentos computacionais (*broadcasting*).

Através de uma interface serial ponto a ponto EIA RS-485 ou IRIG B com o equipamento computacional (*dual*) destinado a gerenciar a base de dados do sistema. Para subsistemas dos níveis 2 e 3, que incluam equipamento servidor de base de dados e este tipo de comunicação com a central horária, a referência de horário deverá ser um registro da base de dados a ser difundido periodicamente pelo servidor de base de dados aos demais equipamentos computacionais por meio de mensagem do tipo *broadcasting*.

Os equipamentos computacionais que realizam atividades associadas ao tempo deverão manter internamente relógios próprios, sincronizáveis pelas mensagens periódicas de horário padrão. Qualquer associação ao tempo, nos processamentos, deverá ser realizada com referência aos relógios próprios, sem necessidade, portanto, do equipamento aguardar a recepção de uma mensagem de horário padrão.

As mensagens de horário padrão deverão ser formadas por duas estruturas de dados. Na primeira, deverá ser informado o novo horário a ser considerado pelos equipamentos do sistema. A transmissão da segunda designará o instante em que o novo horário deverá ser dado como verdadeiro.

Os equipamentos dos níveis 2 e 3, ao receberem a primeira mensagem, deverão desocupar os processamentos de comunicação e deverão se preparar para receber a segunda parte da mensagem e interpretá-la segundo um algoritmo de alta prioridade, preferencialmente ativável por interrupção de *hardware*.

Poderá, alternativamente, existir uma linha de sincronização entre os diversos equipamentos computacionais, no padrão IRIG B e, em cada equipamento, um *firmware* especializado para a sincronização. Neste caso, uma vez que os equipamentos estarão alojados em locais distintos de cada usina hidrelétrica, a linha de sincronização deverá ter suporte físico em fibra óptica. Se for utilizada esta concepção, o sinal deverá ser difundido pela própria central.

c) Difusão do Horário para os Equipamentos do Nível 1 do SDSC

No nível 1 do SDSC existirão equipamentos incluídos neste Fornecimento e equipamentos de Fornecimento de terceiros.

Os equipamentos enquadrados no primeiro caso poderão se comunicar com os equipamentos de nível superior pela própria rede de comunicação ou por canais seriais ou suberdes providos de equipamentos de interface com a rede principal.

Já os equipamentos de terceiros, em sua maioria, se comunicarão com o nível superior do SDSC por canais seriais, com protocolos dedicados, definidos por aqueles Fornecedores. A CONTRATANTE atentar-se-á para que os recursos de sincronização existentes nestes protocolos sejam contratualmente compatíveis com os desvios de tempo máximos especificados.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Os equipamentos de nível 1 que acessam diretamente a rede de comunicação deverão operar, sob o ponto de vista da sincronização, de forma equivalente aos equipamentos computacionais dos níveis 2 e 3, conforme já descrito no item anterior.

No caso de canais seriais ou subseriais, o equipamento de interface com a rede principal deverá transmitir mensagens periódicas de horário para o equipamento de nível 1 formadas por duas estruturas de dados, sendo a primeira para informar o horário e a segunda para informar o exato instante em que este horário deve ser considerado.

Para a sincronização dos equipamentos de nível 1 do próprio Fornecimento, a critério do PROPONENTE poderá ser utilizada uma linha de sincronismo IRIG B a exemplo dos equipamentos dos níveis 2 e 3.

A CONTRATADA deverá, obrigatoriamente, disponibilizar uma linha de sincronismo, que percorrerá todas as instalações de cada usina hidrelétrica, estruturas de controle dos reservatórios e tomadas d'água de uso difuso, aonde existam equipamentos de nível 1.

Esta linha de sincronismo poderá ser utilizada pelos equipamentos de nível 1, do próprio Fornecimento e de terceiros, como referência do exato instante, em substituição à segunda estrutura de dados da mensagem de sincronismo.

4.3.20 Funções de Configuração

O *software* do sistema deverá ser amplamente configurável a partir de um conjunto de funções pré-programadas, formando um sistema aplicativo em tempo real.

Atendendo ao conceito de plena modularidade e expansibilidade, o sistema deverá ser composto por equipamentos e módulos com funções específicas conectados através de barramentos internos, redes locais e enlaces de comunicação padronizados. Uma vez estabelecida a configuração do *hardware* do sistema e a distribuição funcional, o conjunto de programas deverá ser configurado para o atendimento aos requisitos das funções aplicativos. Da mesma forma, sempre que haja uma alteração no sistema, seja de natureza funcional, seja por uma modificação ou ampliação da arquitetura, essa alteração deverá ser seguida de uma atualização da configuração dos programas.

O conjunto de rotinas de *software* destinado ao suporte à configuração do sistema deverá fundamentar-se em um diálogo sistemático com o operador utilizando os recursos de interface homem-máquina disponíveis nos consoles habilitados a esta atividade e, quando necessário, terminais auxiliares ou microcomputadores portáteis que serão conectados aos equipamentos computacionais para fins de configuração.

A configuração deverá se dar por um procedimento administrado pelo sistema onde, para cada fase, o operador optará por uma dentre as várias alternativas exibidas ao mesmo pelo sistema, até a completa configuração.

Assim, deverão ser evitados diálogos através de comandos digitados pelo operador. A necessidade de digitação alfanumérica deverá ser restrita às denominações de variáveis, quando da sua definição, e dos campos que serão exibidos em tela ou em relatórios tal como o operador às digite.

Para os equipamentos de nível 1 do próprio Fornecimento, a configuração dos programas aplicativos deverá poder ser realizada de duas formas distintas:

Localmente, através de microcomputador portátil e programas de configuração próprios.

Forma centralizada, a partir do console de treinamento e engenharia, mediante operações de *down-load* e *up-load*, que respectivamente carregam e recuperam os programas aplicativos das UACs, através dos meios de comunicação.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Para os níveis 2 e 3 é imperativo que procedimentos de reconfiguração possam se dar de forma *on line*, sem a interrupção do processamento das funções aplicativos. Admite-se, porém o conceito de sistemas programáveis de forma *off-line* e parametrizáveis de forma *on-line*. Neste caso, deverão poder ser definidas entidades adicionais parametrizadas como inativas e com capacidade de serem futuramente designadas e ativadas, sem interrupção do sistema, permitindo expansão do mesmo. Tais entidades deverão compreender, como mínimo, sinais de interface com o processo, endereços de equipamentos, telas visualizadas nos monitores de vídeo e relatórios impressos.

Quando de reconfigurações, as novas configurações deverão ser difundidas automaticamente para todos os equipamentos envolvidos.

4.3.21 Definição da Arquitetura e dos Sinais

a) Objetivo da Função

Informar ao conjunto de funções implementadas por *software* a efetiva configuração adotada para o sistema, incluindo os equipamentos e seus módulos constituintes.

Através do armazenamento de códigos identificatórios, a função registrará não só a composição do sistema, como também as configurações internas dos módulos, que venham a influenciar o processamento do *software*. Estes registros servirão de parâmetros às outras funções do sistema, dando suporte à harmonização do processamento com o *hardware* existente.

b) Sinais Envolvidos

A função deverá abranger todos os equipamentos do sistema, identificando todas as suas possibilidades de configuração e os tipos de módulos existentes.

Deverá também definir as tabelas de reconfiguração automática em caso de detecção de falha em um equipamento ou módulo, que conduza à substituição de suas funções por módulos similares, como é o caso de redirecionamento de impressoras.

c) Forma de Inicialização

A equipe de manutenção, quando desejar atualizar a configuração do sistema, procederá à substituição ou ampliação de módulos com os mesmos não configurados, de forma a evitar que o manuseio venha a interferir no processamento do *software*.

Uma vez concluída a atualização do *hardware*, por iniciativa do operador privilegiado, a função será ativada, para a definição da nova configuração.

d) Parametrização

De forma geral, os parâmetros desta função serão os modelos adotados e configurações internas dos equipamentos, módulos e demais dispositivos de *hardware* que caracterizam a arquitetura do sistema.

e) Armazenamento

A função deverá armazenar a descrição da configuração atualizada, de forma redundante em dispositivos de memória de massa independentes.

Sempre que o sistema for energizado, ou quando de uma atualização da configuração, a descrição armazenada servirá à parametrização automática das demais funções do sistema.

f) Formas de Apresentação

Esta função deverá apresentar ao operador gabaritos representativos de cada unidade configurável e listas de possíveis alternativas de configuração, a partir dos quais o operador irá, passo a passo, introduzindo suas opções.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Juntamente com os códigos de identificação, deverão existir descrições auxiliares suficientes para que o operador possa selecionar a opção desejada, sem a necessidade de recorrer a documentação impressa.

A seqüência de definições deverá se dar no sentido do geral para o detalhamento. Assim, serão primeiramente definidos as vias de comunicação e os equipamentos, após o que seus módulos e a seguir suas configurações internas.

A configuração adotada, para o sistema como um todo ou para cada equipamento, poderá ser descrita em relatórios impressos, solicitados pelo operador de forma concorrente com o processamento de supervisão e controle.

4.3.22 Parametrização dos Sinais e da Base de Dados

a) Objetivo da Função

Prover suporte ao operador na definição da base de dados dos sinais do processo.

b) Sinais Envolvidos

Todos os sinais de interface com o processo associados as UACs e todos os sinais calculados a partir dos mesmos deverão ser incluídos na função.

c) Formas de Inicialização

Esta função será ativada por iniciativa do operador.

Deverão existir dois níveis de privilégio para o acesso à parametrização da base de dados. No primeiro, poderão ser atualizados apenas os parâmetros operacionais, como ativação / inibição de sinais. Já no segundo todos os parâmetros estarão disponíveis.

d) Parametrizações

Todas as informações armazenadas na base de dados do sistema deverão ser parametrizáveis pelo operador

e) Armazenamento

O formato e a parametrização da base de dados dos sinais deverão ser armazenados em memória de massa, de forma redundante, em dispositivos independentes.

Entende-se, porém, que as informações dinâmicas da base de dados, em tempo de execução, deverão ser armazenadas nas memórias principais dos equipamentos computacionais.

f) Forma de Apresentação

A configuração da base de dados deverá ser administrada pelo próprio sistema, através do preenchimento pelo operador de tabelas, em um procedimento de múltipla escolha.

Preferencialmente, todo o preenchimento deverá se dar em forma concorrente com as atividades normais de supervisão e controle. Alternativamente, aceita-se que a quantificação de cada tipo de sinal se realize de forma *off-line*, sendo que todas as demais parametrizações possam ser feitas com o sistema operando normalmente.

4.3.23 Definição de Imagens e Relatórios

a) Objetivo da Função

Prover suporte ao operador na formatação dos relatórios a serem gerados e das imagens a serem exibidas nos monitores de vídeo.

b) Sinais Envolvidos



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

De maneira geral, qualquer informação do sistema na base de dados ou arquivos deverá poder ser mostrada nas imagens em tela e nos relatórios.

c) Parametrização

As telas e relatórios deverão poder ser formatados através de biblioteca de símbolos expansível e editor gráfico, sem a necessidade de manipulação de linguagem de programação. Em princípio, os formatos deverão ser livremente definíveis pelo operador, bem como as posições dos campos estáticos e dinâmicos, acrescidos, para as telas, dos menus, campos sensíveis, áreas de alarme, etc.

Além das informações visualizadas, serão também considerados parâmetros dos relatórios e das telas os instantes, eventos ou as ações do operador causadoras da ativação dos mesmos.

4.3.24 Definição dos Arquivos

a) Objetivo da Função

Dar suporte ao operador na definição da estrutura de arquivos do sistema e informações armazenadas por esses arquivos.

b) Informações Envolvidas

Em princípio, qualquer informação necessária ao pleno funcionamento do sistema deverá ser armazenada em memória de massa, na forma de arquivos redundantes, em dispositivos independentes.

c) Forma de Inicialização

Esta função será inicializada pelo operador ao longo do processo de configuração do sistema e sempre que se faça necessário atualizar os formatos de arquivamento.

d) Parametrização

De forma geral, serão parametrizados os diretórios onde estarão os arquivos, os nomes dos arquivos, seu quantitativo e seus conteúdos.

e) Formas de Apresentação

A função definição de arquivos deverá apresentar ao operador, passo a passo, gabarito representativo da árvore de diretórios a ser constituída, solicitando as designações e parâmetros para a criação de cada arquivo.

Uma vez definida a estrutura deverão, no mesmo esquema gerenciado pelo sistema, ser criados os formatos de arquivos. Isto incluirá a designação das variáveis armazenadas, as taxas de armazenamento, etc.

Tais definições serão usadas pelo gerenciador de arquivos, já em tempo de execução, para a atualização dinâmica das informações e consulta das mesmas, por solicitação das demais funções do sistema.

4.3.25 Definição da Comunicação

a) Objetivo da Função

Prover suporte ao operador na definição das informações transacionais entre os diversos equipamentos pertencentes ao sistema, e entre estes e os equipamentos de nível 1 e sistemas computacionais externos.

b) Entidades Envolvidas

Todos os canais ponto a ponto e redes existentes deverão permitir a definição da comunicação através de ferramental de configuração.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

c) Parametrização

Todos os protocolos, endereços, velocidades, conteúdos das mensagens e demais parâmetros das informações deverão poder ser ajustados pelo sistema de configuração da comunicação.

d) Armazenamento

Todas as informações de configuração da comunicação deverão ser armazenadas em memória de massa, de forma permanente e redundante.

e) Forma de Apresentação

Como nas demais funções de configuração, deverá ser utilizado o conceito de diálogo passo a passo com o operador, gerenciado pelo sistema.

Todos os parâmetros relativos à configuração da arquitetura e da base de dados necessários à comunicação deverão ser apresentados ao operador na forma de mnemônicos definidos nas respectivas configurações, sendo, portanto evitados números de ordem ou qualquer outra identificação restrita ao ambiente de configuração.

Deverá ser possível também a definição integral de novos protocolos nos canais com sistemas externos, por programação mediante o uso de linguagem de alto nível.

5 . DETALHAMENTO DE SISTEMA DE TELECOMUNICAÇÕES

5.1 Sistema de Transmissão de Fonia e Dados - STFD

A Arquitetura Básica e os equipamentos que serão fornecidos para cada tipo de estrutura são:



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

5.1.1 Arquitetura Básica do STFD

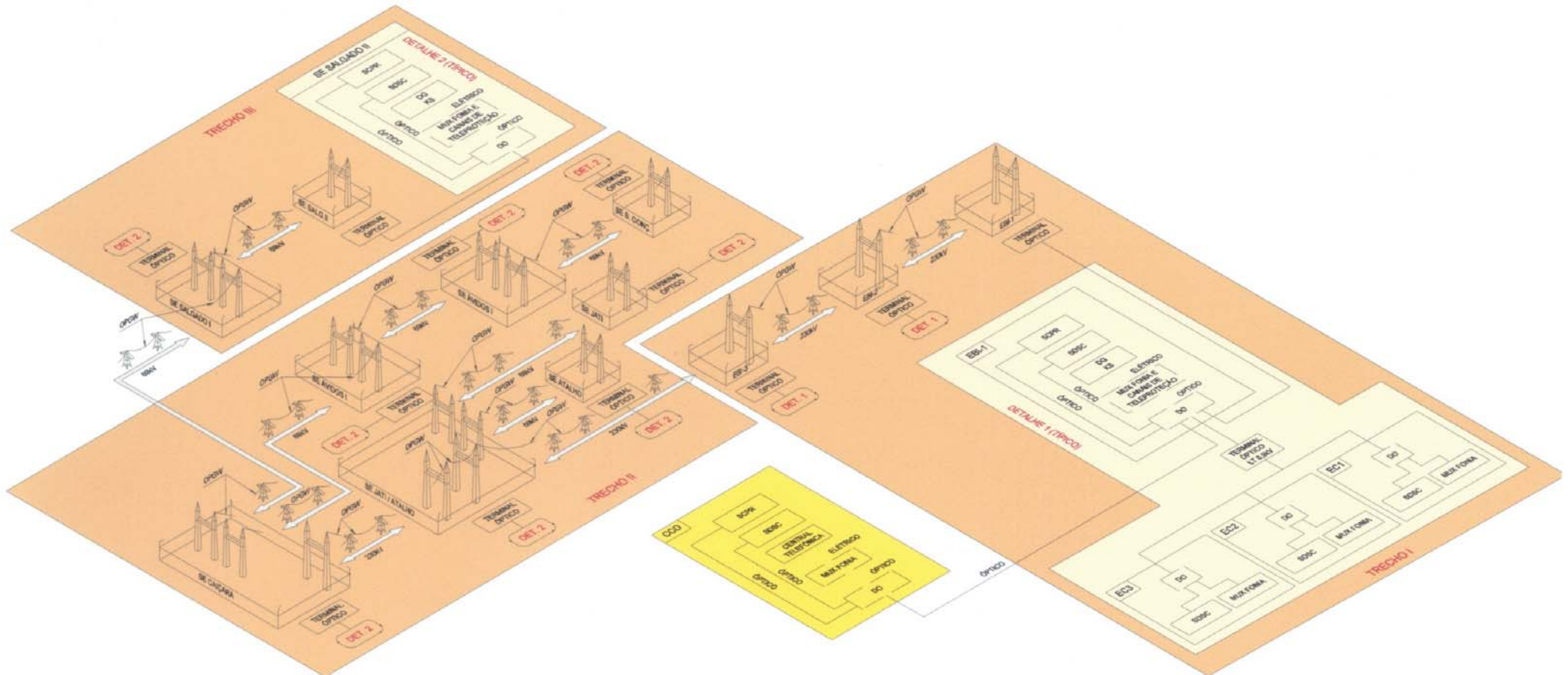


Figura 5.1



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

5.1.2 Dimensionamento do Sistema

O cabo OPGW terá, no mínimo, 12 pares de fibras ópticas e foi dimensionado no Trecho I.

5.1.3 Distribuição de Fibras Ópticas

| SISTEMA | CABO OPGW |
|---|-------------------|
| Transmissão de Dados de Proteção | 1 par de fibras |
| Teleproteção | 2 pares de fibras |
| Sistema Digital de Supervisão e Controle - SDSC | 2 pares de fibras |
| Fonia | 1 par de fibras |
| Reserva Técnica | 6 pares de fibras |

5.1.4 Equipamentos do Centro de Controle e Operação CCO

Os equipamentos existentes no Centro de Controle e Operação está definido no Trecho I.

5.1.5 Equipamentos das Usinas Hidrelétricas

Para cada uma das duas usinas hidrelétricas serão fornecidos os equipamentos e instalações abaixo:

- um distribuidor óptico (DO) para cabos de pares de fibras ópticas.
- um conjunto de equipamentos de *multiplexação* e conversão eletroóptica para fonia e teleproteção.
- um conjunto de interfaces necessárias (conectores, cabos, etc) à interligação do STFD com os seus diversos usuários.

5.1.6 Características Técnicas dos Equipamentos de STFD

a) Equipamentos de Multiplexação e Conversão Eletroóptica

Serão utilizados equipamentos baseados, no mínimo, na tecnologia digital PCM, padrão ITU-TSS na hierarquia necessária, para transmissão por fibras ópticas monomodo.

Os equipamentos *multiplex* atenderão, no mínimo, às seguintes funções:

- Multiplexagem;
- Multiplexagem com derivação/inserção a níveis de canais de 64 Kbps e 2 Mbps.
- Multiplexagem ponto - multi ponto
- Conexões 2/4 fios E & M.

Os diversos tipos de canais que serão fornecidos atenderão as necessidades de interligação do tronco de comunicação de voz e dados entre o CCO, usinas hidrelétricas, estruturas de controle e tomadas d'água de uso difuso.

Em princípio, serão previstos os seguintes canais de comunicação:

- Canal de Assinante:



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Este canal possibilitará a comunicação entre a Central Telefônica do tipo CPA - Temporal no CCO, com as Centrais do tipo KS nas usinas hidrelétricas e subestações;

- Canal de 64 kbps:

Este canal permitirá a transmissão e recepção dos sinais de teleproteção de cada trecho de linha de transmissão de 69 kV e 230 kV.

- Canal de 256 kbps

Trata-se de canal digital reservado para a transmissão de dados.

b) Cabos Ópticos

Os cabos ópticos que interligarão as caixas terminais ópticas instaladas nas subestações aos distribuidores ópticos e destes com os equipamentos possuirão as seguintes características técnicas:

Tipo de cabo: dielétrico

Proteção das Fibras: construção tipo *loose* com geléia composta por "absorvedores" de hidrogênio.

Enfaixamento do núcleo protegido contra penetração de umidade.

Capa externa: material resistente a "ozona" e composto não propagador de chamas.

Tensão mínima admissível na instalação: (kgf)=200.

Número mínimo de fibras:

- 12 pares de fibras ópticas para os cabos que interligarão os distribuidores ópticos do CCO e usinas hidrelétricas às caixas terminais ópticas do cabo OPGW;

c) Fibras Ópticas e Cabos OPGW

Para garantir a eficiência e confiabilidade do STFD as fibras ópticas do cabo especificado no item anterior terão características construtivas que, no mínimo, atendam as normas e recomendações TELEBRÁS e as aqui especificadas.

Tipo monomodo revestidas em acrilato, dispostas em tubos preenchidos com geléia.

Fibra óptica própria para operar em 1310 nm e 1550 nm.

Índice de refração: tipo casca casada.

Atenuação:

- a 1550 nm - 0,21 dB/km.
- Devido à não linearidade: 0,05 dB/km.
- Devido à descontinuidades localizadas: 0,05 dB/km.
- Devido à diferença entre pontas: 0,10 dB/km.
- Devido à sensibilidade à macrocurvatura: 0.1 dB/km.

Comprimento da onda de corte: 1550 (nm).

Diâmetro do campo modal a 1550 nm: $10,5 \pm 1,0$ (μm).

Distribuidores para Cabos Ópticos (DOs) / Caixas Terminais

Os distribuidores ópticos serão instalados no interior de bastidores próprios ou de equipamentos de *multiplexação* na sala técnica. Em qualquer um dos casos será dada especial atenção à entrada dos cabos ópticos nestes bastidores.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

As caixas terminais ópticas e caixas de emendas, serão instaladas nas torres da linha de transmissão de 230 kV, onde houver necessidade.

Tanto os DOs quanto as caixas terminais ópticas e emendas disporão de recursos para:

- Interligar (entrada e saída) os cabos de doze ou seis pares de fibras ópticas.
- Permitir a entrada e saída das derivações dos pares de fibras para o SDSC.
- Permitir o acesso total às fibras ópticas.
- Permitir o re-roteamento de fibras ópticas sem desmanche das emendas por fusão (conceito flexível).
- Possuir dispositivo de armazenamento de fibras ópticas.
- Possuir painel de conectores.
- Apresentar possibilidade de crescimento modular.
- Possuir identificações externa e interna, em locais visíveis.
- Possuir facilidades para interligações diversas, tais como, terminações, jumpeamento com cordões ópticos, inserções/retirada de sinais, derivações, emendas em fibras ópticas, etc.
- Ser dimensionado para receber todos os cabos ópticos inter-estações, cordões ópticos provenientes dos equipamentos locais, emendas, proteções, painéis de conexão e identificação de cabos e fibras.

d) Gerenciador dos Recursos de Transmissão

O sistema de gerenciamento será constituído de um *hardware* tipo PC (CPU, vídeo, teclado, *mouse*, etc.) equipado com *software* adequado, a ser instalado no CCO, e definido no Trecho I

5.2 Sistema de Telefonia

A arquitetura e os equipamentos que serão fornecidos são:



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

5.2.1 Arquitetura do Sistema

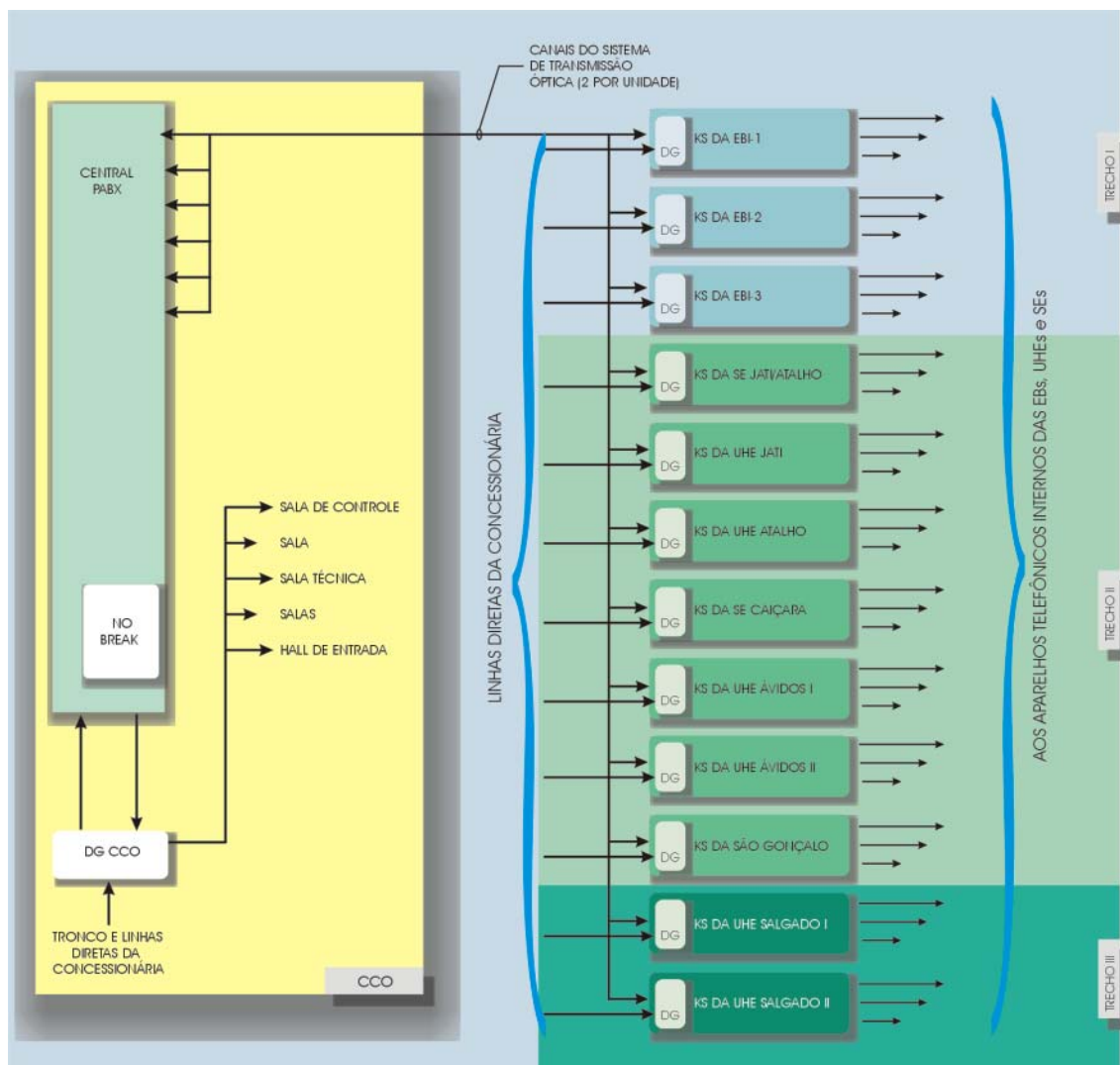


Figura 5.2

5.2.2 Equipamentos

a) Telefonia do CCO

O sistema de telefonia do CCO está definido no Trecho I.

b) Telefonia das Usinas Hidrelétricas

Para atender às necessidades de comunicação telefônica de cada Usina Hidrelétrica serão necessários 7 ramais distribuídos nos seguintes locais:

- Sala de controle e salas técnicas;
- Subestação;
- Transformadores (aparelho instalado em caixa metálica a prova de intempéries);
- Portaria de acesso.

O atendimento das necessidades acima relacionadas implica que cada usina hidrelétrica deverá ser dotada de um equipamento tipo KS interligado (pelo sistema de transmissão) ao CCO através de, no mínimo, 2 canais tipo tronco.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Haverá também um ramal direto da concessionária de telefonia local conectado ao equipamento KS.

Haverá um DG e uma rede interna de cabos para a conexão dos KSs aos aparelhos telefônicos distribuídos pelas usinas hidrelétricas.

5.2.3 Características Técnicas do Sistema de Telefonia

Todas as partes integrantes do Sistema de Telefonia obedecerão às normas do ITU-TSS (antigo CCITT) e TELEBRÁS, atendendo aos requisitos de integração (com sistemas instalados e ampliação da rede), bem como as funções de RDSI, com protocolos e interfaces que oferecerão, no mínimo, as facilidades disponíveis no protocolo DPNSS -1.

5.2.4 Equipamentos do Tipo Key System - KS

a) Requisitos Técnicos Básicos

Os equipamentos do tipo KS deverão ser baseados em tecnologia CPA Digital Temporal PCM de última geração, com capacidade inicial mínima de 50 portas e final mínima de 100 portas.

Além da conexão de 2 canais tipo tronco com a Central PABX do CCO definida no Trecho I, haverá também a entrada de 1 tronco direto da concessionária de telefonia.

As ligações de entrada deverão ter sinalização em todos os ramais através da programação dos aparelhos.

As ligações de saída deverão ter acesso livre em todos os ramais, com supervisão das posições ocupadas através da programação de *software*

As ligações de entrada ou saída deverão ter caráter individual, sem acesso simultâneo por outros ramais.

O equipamento deverá permitir a utilização de dois tipos de troncos analógicos, com as características descritas a seguir:

Troncos discados a 2 fios, visando a interligação com a central pública da Concessionária e/ou ramais remotos da central PABX via sistema privativo de transmissão por fibra óptica.

Canais diretos (ponto a ponto) a 2 fios, via sistema privativo de transmissão por fibra óptica, com a sinalização associada apresentando as seguintes características:

- Quando o assinante B (aparelho telefônico comum em local remoto) levantar o gancho, é enviada uma sinalização contínua, que deverá ocasionar uma sinalização sonora e visual no assinante A (Terminais telefônicos tipo KS a serem fornecidos), até o atendimento deste, com o cadenciamento gerado pela central telefônica objeto da especificação referente ao Trecho I;
- Quando o assinante A seleciona a tecla correspondente ao assinante B no Terminal tipo KS, a central telefônica deverá enviar sinalização cadenciada ao assinante B.

b) Requisitos Operacionais Básicos

Os equipamentos KS deverão dispor, no mínimo, das seguintes facilidades:

- Rechamada automática
- Siga-me
- Conferência
- Chefe-Secretária
- Discagem abreviada



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- *Hot-line* para ramais e troncos
 - Cadeado eletrônico para restrições de acesso
 - Programa eletrônicos para restrições de acesso
 - Programa de diagnósticos de defeito
 - Seleção de rotas de saída a partir de qualquer ramal
 - Porta para telemanutenção
 - Viva voz
- c) Aparelhos Telefônicos
- Para fixação em mesa ou parede
 - Teclas programáveis
 - 18 unidades para as usinas hidrelétricas e estruturas de controle, sendo 04 reservas.

5.2.5 Distribuidores Gerais

Os distribuidores gerais terão por finalidade receber os troncos e linhas diretas da concessionária de serviços de telefonia, os ramais da Central de Telefonia (ou KS) e os distribuir para os aparelhos telefônicos através da rede interna de cabos telefônicos (que, eventualmente, incluirá distribuidores intermediários - DI).

Os distribuidores gerais (DGs) serão do tipo de parede.

5.2.6 Rede Interna de Cabos Telefônicos

Serão utilizados os cabos descritos a seguir de acordo com suas respectivas destinações:

- Cabo CI (utilizado para a distribuição da rede telefônica primária do distribuidor geral até as caixas de distribuição - os condutores serão estanhados e de bitola 0,5 mm);
- Cabo CTP - APL - SN (serão utilizados na rede telefônica primária, nos trechos externos - os condutores serão estanhados e de bitola 0,5 mm);

A fiação que compreende a rede secundária será alimentada através de fio torcido, bitola 2 x 0,6 mm, com condutores de cobre devidamente estanhados, de acordo com os padrões TELEBRÁS; Para os jameamentos intermediários serão utilizados fios FDG-60-2, cujas colorações serão definidas posteriormente em função da utilização.

5.3 Sistema de Comunicação Via Satélite

A Arquitetura Básica e os equipamentos que serão fornecidos para cada tipo de estrutura são:

5.3.1 Arquitetura Básica Sistema de Comunicação Via Satélite



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

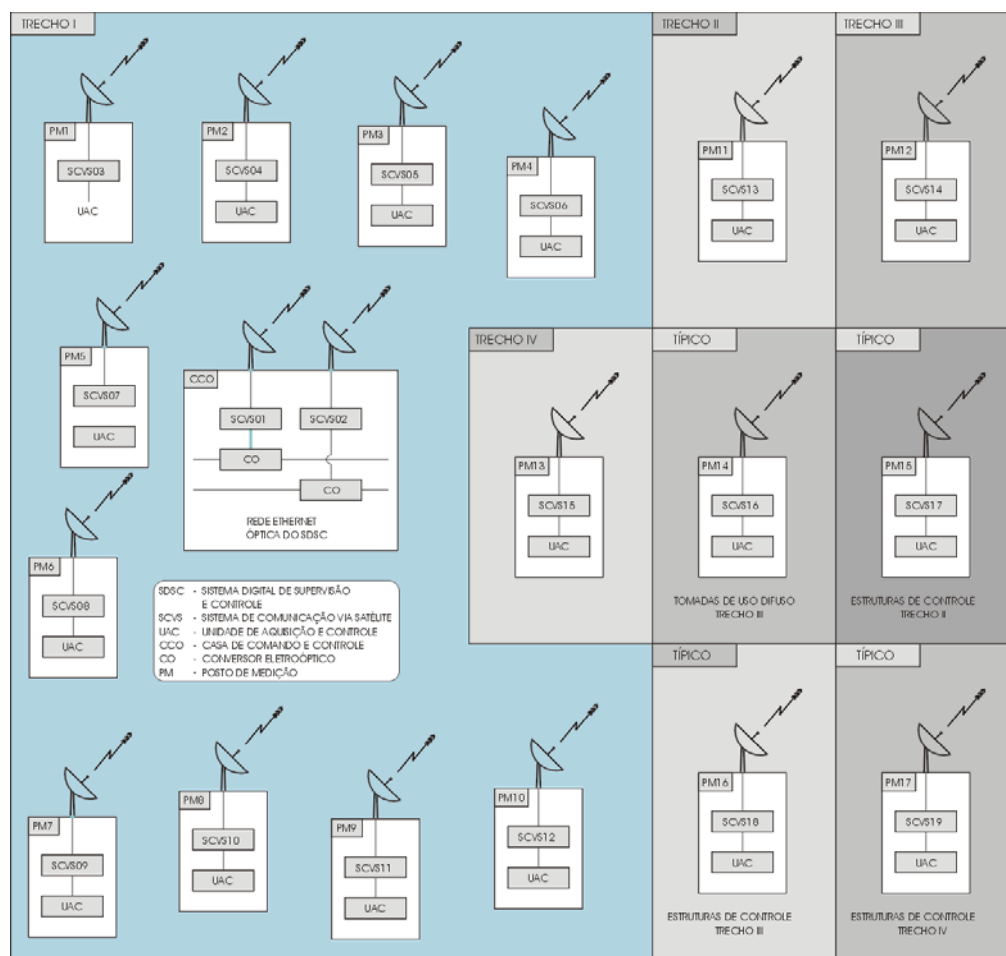


Figura 5.3

5.3.2 Equipamentos

Os equipamentos que serão fornecidos são:

- sete equipamentos de comunicação de dados via satélite, completo, com antena e cabo de conexão da antena ao receptor/transmissor.
- sete carregadores de baterias
- sete baterias

5.3.3 Características Técnicas/Operacionais

Todas as partes integrantes do sistema obedecerão às normas do ITU-TSS (antigo CCITT) e TELEBRÁS, vigentes para este setor de comunicação.

O modo de funcionamento será semiduplex.

A seleção dos equipamentos será por discagem telefônica convencional.

O conjunto transmissor - satélite - receptor permitirá comunicação de dados a até 19.200 *bits* por segundo.

O sistema terá o tempo de acesso (da conclusão da discagem ao estabelecimento da comunicação de dados) inferior a 5 segundos.

A perda de comunicação será inferior a 1 para 5.000.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

A disponibilidade do canal será superior a 99,9 % do tempo

5.3.4 Equipamentos de TX/RX

Cada equipamento será fornecido completo para a operação, dotado de antena e bateria.

Os equipamentos possuirão um indicador de carga de bateria, ou seja, quando a bateria estiver com carga insuficiente e que venha prejudicar as comunicações deste transceptor, existirá sinalização visual do mesmo e transmissão de sinal para o CCO definido no Trecho I.

Os equipamentos serão concebidos para operarem em uma única rede do tipo estrela, tendo o CCO como elemento centralizador e, todos os postes de medição remotos em contato permanente e direto com o CCO.

A estrutura de comunicação permitirá comunicação 24 horas por dia, possibilitando uma monitoração *On Line* dos equipamentos controlados.

As portadoras a serem adotadas serão transparentes aos protocolos de comunicação CCO - Postos de medição remotos e vice versa.

As portadoras e os protocolos adotados para a comunicação não afetarão a lógica de *pooling* adotada para a monitoração do SCVS.

Com a finalidade de, garantir uma operação confiável, o sistema será concebido a partir de processos consagrados comercialmente, principalmente no que diz respeito aos enlaces de comunicação envolvendo os vários módulos do sistema (transmissão e recepção).

Os enlaces de comunicação serão de elevada disponibilidade e devem suportar recursos mínimos que garantam a segurança no processo de comunicação.

Estes recursos são basicamente os seguintes:

- Detecção de erros;
- Correção de erros;
- Técnicas de reconhecimento de mensagem recebida e transmitida sem erro;
- Proteção contra entradas impróprias;
- Técnicas adicionais para assegurar que não ocorram erros não detectáveis que poderiam causar interpretação errônea de dados transmitidos;
- Retransmissão de mensagem para comparação com a mensagem transmitida;
- Endereçamento discreto de todas as comunicações através de um número de identificação único.

As informações transmitidas/recebidas pelos módulos de comunicação nos enlaces existentes em equipamentos internos ao CCO ou nos enlaces do CCO diretamente para os postos de medição remotos, serão garantidas por protocolos de comunicação de alta confiabilidade, com a aplicação de técnicas de verificações que utilizem polinômios de elevada hierarquia no processo de manipulação, verificação e validação das mensagens.

Na elaboração, avaliação, verificação e validação dos vários enlaces de comunicação do SCVS, serão utilizadas as últimas edições das normas de referência aplicadas a sistemas de comunicação suportados por satélite.

5.3.5 Características dos Carregadores de Baterias

Os carregadores de baterias serão do tipo "inteligente" ou seja, que permitam a permanência contínua das baterias no carregador, mesmo após as mesmas atingirem sua carga máxima. E



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

quando forem colocadas baterias com carga remanescente, as mesmas serão previamente descarregadas pelo carregador antes de iniciado o ciclo de carregamento.

Os carregadores serão para alimentação em 220 Vca, 60 Hz.

6 . DETALHAMENTO DO SISTEMA DIGITAL DE SUPERVISÃO E CONTROLE

6.1 Sistema Digital de Supervisão e Controle

A Arquitetura Básica e os equipamentos que serão fornecidos para cada tipo de estrutura são:

6.1.1 Arquitetura Básica do Sistema Digital de Supervisão e Controle

A arquitetura básica para o Sistema Digital de Supervisão e Controle está apresentada nos desenhos EN.B/III.DS.EL.0004 (página 150 do caderno de desenho).

6.1.2 Equipamentos do SDSC

Equipamentos do Nível 1 para cada usina hidrelétrica são:

a) Equipamentos do Nível 1 - Usina Hidrelétrica Salgado I

- quatro Painéis de Supervisão e Controle da Unidade (PSU) para a aquisição de dados, controle e supervisão digital local e parada convencional de emergência das unidades geradoras, cada um com:
 - Entradas digitais: 224;
 - Saídas digitais: 64;
 - Entradas analógicas: 16;
 - Entradas RTD: 24;
 - Fonte de alimentação redundante;
 - Comunicação com rede *Ethernet* de alta velocidade ou outra rede de alta velocidade;
 - Comunicação serial com o regulador de velocidade;
 - Comunicação serial com a excitação;
 - CPU;
 - Relés auxiliares e de bloqueio;
 - IHM gráfica, à cores, com tela de 10,5”.
- um Painel de Supervisão e Controle da Subestação, Transformador Elevador, Serviços Auxiliares e Tomada d’água (PSEA) para a aquisição de dados, controle e supervisão digital local e intertravamentos da subestação e tomada d’água, com:
 - Entradas digitais: 256;
 - Saídas digitais: 64;
 - Entradas analógicas: 16;
 - Entradas RTD: 24;
 - Fonte de alimentação redundante;
 - Comunicação com rede *Ethernet* de alta velocidade ou outra rede de alta velocidade;;
 - CPU;
 - Relés auxiliares e de bloqueio;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- IHM gráfica, à cores, com tela de 10,5”.
- um Equipamento Móvel de Sincronização Manual para Teste com os seguintes dispositivos:
 - Voltímetro duplo;
 - Freqüencímetro duplo;
 - Sincronoscópio;
 - Lâmpadas.
- b) Equipamentos do Nível 1 - Usina Hidrelétrica de Salgado II
 - quatro Painéis de Supervisão e Controle da Unidade (PSU) para a aquisição de dados, controle e supervisão digital local e parada convencional de emergência das unidades geradoras, cada um com:
 - Entradas digitais: 224;
 - Saídas digitais: 64;
 - Entradas analógicas: 16;
 - Entradas RTD: 24;
 - Fonte de alimentação redundante;
 - Comunicação com rede *Ethernet* de alta velocidade ou outra rede de alta velocidade;
 - Comunicação serial com o regulador de velocidade;
 - Comunicação serial com a excitação;
 - CPU;
 - Relés auxiliares e de bloqueio;
 - IHM gráfica, à cores, com tela de 10,5”.
 - um Painel de Supervisão e Controle da Subestação, Transformador Elevador, Serviços Auxiliares e Tomada d’água (PSEA) para a aquisição de dados, controle e supervisão digital local e intertravamentos da subestação e tomada d’água, com:
 - Entradas digitais: 256;
 - Saídas digitais: 64;
 - Entradas analógicas: 16;
 - Entradas RTD: 24;
 - Fonte de alimentação redundante;
 - Comunicação com rede *Ethernet* de alta velocidade ou outra rede de alta velocidade;;
 - CPU;
 - Relés auxiliares e de bloqueio;
 - IHM gráfica, à cores, com tela de 10,5”.
 - um Equipamento Móvel de Sincronização Manual para Teste com os seguintes dispositivos:
 - Voltímetro duplo;
 - Freqüencímetro duplo;
 - Sincronoscópio;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Lâmpadas.
- c) Equipamentos do Nível 1 para as Estruturas de Controle dos Reservatórios, e Tomadas d'água de Uso Difuso
 - um Painél de Supervisão e Controle para a aquisição de dados, controle e supervisão das estruturas de controle de reservatório com comportas, cada um com:
 - Entradas digitais: 32;
 - Saídas digitais: 16;
 - Entradas analógicas: 4;
 - Entradas digitais em BCD: 4;
 - Comunicação via satélite;
 - Relés auxiliares.
 - seis Painéis de Supervisão e Controle para a aquisição de dados, controle e supervisão das tomada d'água de uso difuso sem estação de bombeamento, cada um com:
 - Entradas digitais: 16;
 - Saídas digitais: 8;
 - Entradas analógicas: 2;
 - Entradas digitais em BCD: 2;
 - Comunicação com rede *Ethernet* de alta velocidade ou outra rede de alta velocidade;
 - CPU;
- d) Equipamentos do Nível 2 para cada Usina Hidrelétrica
 - dois consoles de operação para o controle e supervisão da usina hidrelétrica, estruturas de controle dos reservatórios e tomadas d'água de uso difuso, cada um contendo no mínimo:
 - um computador padrão PC/AT, empacotamento industrial, processador atualizado, memória cache 256KB, memória principal SDRAM 256MB, unidade de disco rígido de 19GB com controladora Ultra SCSI, placa controladora de vídeo padrão AGP de 8MB com saída para dois monitores, unidade CD-ROM RW com velocidade 48x, unidade de disco flexível de 3 1/2" polegadas, mouse, teclado, placa de som e conjunto multimídia; ou computador mais recente na época de execução do projeto;
 - dois monitores de vídeo, colorido, 19 polegadas, alta resolução (fullgrafic);
 - uma impressora a jato de tinta, colorida, resolução 1440/720 dpi, tamanho A4;
 - um conjunto de equipamentos GPS, compreendendo a antena, cabos, receptor decodificador, transdutor eletroóptico, etc., necessário a sincronização de tempo de todos os equipamentos dos níveis 1 e 2 do SDSC, via satélite;
 - uma rede *Ethernet*, preferencialmente de alta velocidade, configuração em anel, tendo como meio físico cabos em fibra óptica;
 - Transdutores eletroópticos, hubs, roteadores e demais componentes necessários à comunicação dos equipamentos do nível 2 com os do nível 1 da usina hidrelétrica, estruturas de controle dos reservatórios e tomadas d'água de uso difuso.
 - um móvel integrado modular com três cadeiras com perfil ergométrico para acomodar os dois consoles de operação e seus periféricos, GPS, hubs, roteadores, conversores e demais



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

componentes das redes *Ethernet* de integração dos equipamentos do nível 2 do SDSC com os dos níveis 1 e 3.

- um sistema de alimentação ininterrupta de energia (SAI), incluindo, mas não se limitando-se a um conjunto modular, composto por dois inversores estáticos, chaves estáticas, um transformador, um seccionador de acionamento manual, e um quadro de distribuição geral. O quadro de distribuição geral deverá conter um disjuntor geral e doze disjuntores para a alimentação dos equipamentos dos dois consoles de operação, GPS e demais componentes das redes *Ethernet* de integração dos equipamentos do nível 2 do SDSC com os dos níveis 1 e 3. Este sistema deverá utilizar o conjunto de baterias de 125Vcc comum aos equipamentos de cada usina hidrelétrica.

e) Equipamentos do Nível 3 para o CCO

O *hardware* necessário para atender o Trecho II - Eixo Norte, que será executado normalmente, a partir do Centro de Controle e Operação (CCO) instalado na EBI-3 do trecho I da Transposição do Rio São Francisco através de comunicação em protocolo, já é existente.

6.1.3 Medidores de Vazão e Nível

- três medidores de nível para cada usina, sendo um para montante da tomada d'água, um para jusante da tomada d'água e um para sucção, microprocessados, tipo ultra-sônico, campo de medição de 1 a 20m, resolução 1cm, precisão 2%, uso ao tempo com grau de proteção IP65, tensão auxiliar de 125Vcc, saída serial RS232 ou RS485 com *software* e protocolo compatível com a UAC local, ou saída de 4 a 20mA ou em código BCD, fornecidos completos com suportes e tubos de PVC para sua instalação na obra e ainda *software* operacional e de parametrização para instalação em notebook. Alternativamente poderão ser fornecidos medidores de nível eletromecânicos do tipo bóia e contrapeso.
- quatro medidores de nível para estrutura de controle, microprocessados tipo ultra-sônico, campo de medição de 1 a 20m, resolução 1cm, precisão 2%, uso ao tempo com grau de proteção IP65, tensão auxiliar de 220Vca, 60Hz, saída serial RS232 ou RS485 com *software* e protocolo compatível com a UAC local, ou saída de 4 a 20mA ou em código BCD, fornecidos completos com suportes e tubos de PVC para sua instalação na obra e ainda *software* operacional e de parametrização para instalação em notebook. Alternativamente poderão ser fornecidos medidores de nível eletromecânicos do tipo bóia e contrapeso.
- um medidor de vazão para cada conduto de unidade geradora e um para conduto da válvula dispersora, microprocessado, tipo ultra-sônico, precisão 1%, uso ao tempo com grau de proteção IP65, tensão auxiliar de 125Vcc, saída serial RS232 ou RS485 com *software* e protocolo compatível com sua respectiva UAC, ou saída de 4 a 20mA, fornecidos completos com suportes e tubos para sua instalação no local e ainda *software* operacional e de parametrização para instalação em notebook. Alternativamente poderão ser fornecidos medidores de vazão eletromagnéticos.
- um medidor de vazão com acoplamento rígido para cada saída de uso difuso, microprocessado, tipo ultra-sônico, precisão 1%, uso ao tempo com grau de proteção IP65, tensão auxiliar de 220Vca, 60 Hz, saída serial RS232 ou RS485 com *software* e protocolo compatível com sua respectiva UAC, ou saída de 4 a 20mA, fornecidos completos com suportes e tubos para sua instalação no local e ainda *software* operacional e de parametrização para instalação em *notebook*. Alternativamente poderão ser fornecidos medidores de vazão eletromagnéticos.

6.1.4 Software do SDSC

Licenças de uso de programas básicos, incluindo sistema operacional atualizado e programas de comunicação, rede, base de dados de tempo real (inclusa no *software* SCADA), configuração e



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

auto-diagnose e demais programas básicos necessários, em quantidade igual à de equipamentos em que cada programa é aplicado.

Licenças de uso de programas básicos das UACs, incluindo sistema operacional e programas de comunicação, configuração e auto-diagnose e demais programas básicos necessários, em quantidade igual à de equipamentos em que cada programa é aplicado.

Licenças de uso de programas básicos do microcomputador portátil, incluindo sistema operacional e programas de comunicação, configuração, auto-diagnose, utilitários de desenvolvimento e depuração, linguagens de programação das UACs e demais programas básicos necessários.

Licenças de uso dos programas aplicativos configuráveis, em quantidade igual à de equipamentos em que cada programa é aplicado.

Licenças de uso dos programas aplicativos configuráveis das UACs, em quantidade igual à de equipamentos em que cada programa é aplicado.

Serviços de configuração dos *software* aplicativos configuráveis e desenvolvimento de *software* aplicativos específicos para:

- Console de operação;
- Gerenciadores de Base de Dados;
- *Software* de Rede;
- Interfaces de comunicação com os vários níveis;
- Microcomputador portátil.

Serviços de configuração dos *software* aplicativos configuráveis e desenvolvimento de *software* aplicativos específicos das UACs.

Duas licenças de uso de cada um dos programas utilitários de desenvolvimento e depuração, e de linguagens de programação dos consoles, gerenciadores de base de dados, processadores de comunicação externa, interfaces de comunicação local e microcomputador portátil. A PROPONENTE deverá relacionar os programas ofertados, de forma individualizada, com preços unitários.

Uma licença de uso de todos os programas utilitários de desenvolvimento e depuração, e de linguagens de programação das UACs. O PROPONENTE deverá relacionar os programas ofertados, de forma individualizada, com preços unitários.

6.1.5 Características Técnicas do Sistema Digital de Supervisão e Controle

Todos os equipamentos ofertados serão atuais e, à época do Fornecimento, estarão ainda disponíveis para Fornecimento de linha por seu fabricante original. Equipamentos semelhantes serão de mesmo modelo e versão, exceto as UACs, para as quais são admitidas versões diferentes, desde que sejam de uma mesma "família" e desde que utilizem as mesmas ferramentas para desenvolvimento de aplicativos e a mesma linguagem de programação.

a) UACs - Unidades de Aquisição de Dados e Controle

As UACs serão equipamentos constituídos por módulos funcionais tais como processadores, interfaces com o processo e módulos de comunicação. As UACs terão capacidade para processamento paralelo e possuirão arquitetura interna modular, com pelo menos dois níveis de agrupamentos de módulos:

No primeiro nível, conjuntos de módulos alojados em um mesmo empacotamento mecânico, formarão subunidades controladas por um ou mais módulos processadores, com comunicação por meio de via paralela de dados ou via serial de alta velocidade.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

No segundo nível, existirão subunidades de interface com o processo que poderão ser alojadas tanto em um único painel como em painéis distintos, fisicamente distribuídos. Sempre que uma subunidade estiver alojada em painel não adjacente ao dos módulos centrais, as vias de dados serão em fibra óptica

- Características Técnicas Principais dos Módulos Componentes
 - Unidade Central de Processamento (CPU)
 - Unidades de processamento baseadas em processadores de 32 *bits*, processadores de 16 bits poderão ser aceitos desde que a performance solicitada seja atendida.
 - Frequência mínima do relógio principal de 20 MHz.
 - Capacidade de processamento em ponto flutuante.
 - Capacidades de processamento e de memória compatíveis com as necessidades da aplicação.

Os programas e algoritmos principais de controle, bem como os parâmetros principais de controle serão gravados em memória *FLASH*, sendo carregados via canal serial.

Suporte a interrupções síncronas ou assíncronas, com tratamento de priorização das interrupções externas por componente de *hardware* periférico às CPUs, inicializado por *software*.

Componentes temporizadores interruptivos periféricos às CPUs, com tempos de acionamento ajustáveis em intervalos múltiplos de no máximo 1 ms, para o suporte à escalação de tarefas temporizadas, em um ambiente multitarefa.

Circuitos de interrupção e de temporização de uso geral disponíveis para a utilização pelo *software* aplicativo.

Circuitos temporizadores de reinicialização tipo *watchdog timer*, com tempo de acionamento ajustável por *software*. Para o caso de UACs distribuídas, com módulos remotos microprocessados, cada módulo remoto possuirá seu próprio circuito de temporização tipo *watchdog*.

Bateria seca recarregável para garantir a integridade dos dados armazenados na região volátil da memória, no caso de falta de alimentação da UAC.

Módulos de CPU providos de indicação visual do estado operacional da unidade.

Reset automático em caso de restabelecimento da tensão de alimentação, atuando na unidade de controle e nas interfaces.

Canais seriais ou redes para comunicação com os processadores do nível superior do SDSC.

Canal de comunicação ponto a ponto com equipamento computacional portátil.

CPU com características diferentes das acima especificadas poderão ser aceitas, a critério da CONTRATANTE, desde que todos os desvios sejam explicitados e devidamente justificados.

- Relógio de Tempo Real

As UACs possuirão relógio calendário interno com intervalo de resolução menor ou igual a 1 ms e com capacidade de interrupção dos processadores. O relógio calendário será sincronizado a partir de mensagens periódicas dos processadores do nível superior do SDSC ou por linha de sincronismo comum a todas as UACs. A divergência de horários entre quaisquer duas UACs de um mesmo Fornecimento não poderá ultrapassar a 3 ms.

O desvio acumulativo do relógio calendário interno, quando da perda de comunicação, será inferior a uma parte por milhão, em qualquer condição ambiental de operação.

- Fontes de Alimentação



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

As UACs serão alimentadas por duas fontes de energia elétrica em 125 Vcc +10% - 15%, proveniente dos serviços auxiliares em corrente contínua de cada usina hidrelétrica.

Esses dois ramais suprirão energia a duas fontes estabilizadas de alimentação internas às UACs, responsáveis por gerar as tensões internas necessárias à operação do equipamento e ainda pela tensão de monitoração das entradas binárias. A alimentação dos instrumentos e sensores de campo poderá, opcionalmente, ser provida por duas fontes externas à UAC, porém instaladas dentro do mesmo painel.

Essas fontes de alimentação operarão de forma redundante. O dimensionamento das fontes considerará, além do total de pontos a serem monitorados e alimentados, uma capacidade reserva para mais 30% do total de pontos.

Os módulos de fonte de alimentação serão providos de filtro e proteção contra surtos de tensão e inversão de polaridade na entrada, proteção eletrônica contra curto-circuito e possuirão chave liga/desliga e indicação visual do estado operacional.

Cada fonte será supervisionada por relé com no mínimo dois contatos reversíveis, eletricamente independentes. Em caso de falha de uma qualquer das fontes será produzido alarme.

- Módulos de Interface com a Instrumentação de Campo

Generalidades

Os módulos de entrada e saída, de interface com a instrumentação de campo possuirão as seguintes características comuns:

- Diagnóstico para verificação da correta operação dos pontos de entrada.
- Proteção para que uma falha em um ponto de um cartão não desabilite o cartão como um todo,
- e falha em um cartão não desabilite os demais cartões.
- Módulos para condicionamento de sinais independentes dos respectivos módulos de processamento.
- Possuir proteções individuais contra sobrecorrente em ambos os terminais, e proteção contra sobretensão, surto e/ou inversão de polaridade, cujas atuações não impliquem na necessidade de substituição de componentes.

Entradas Binárias

Padrão de entrada contato livre de potencial, alimentado pela própria UAC.

Distribuição de alimentação dos sinais provida de dois tipos de proteção contra sobrecorrente: individual por módulo de interface e coletiva, para cada fonte de alimentação.

Módulos providos de indicação visual dos estados de cada uma das entradas.

Isoladas eletricamente entre si, a menos da alimentação comum, e dos circuitos internos da UAC preferencialmente por meio de circuitos a acopladores ópticos.

Sinais de contagem contabilizados de forma que não haja perda da totalização e do próprio processo de contagem em caso de falta de energia.

Os sinais binários sofrerão também uma filtragem prévia por *hardware* para eliminação de falsos dados (*bouncing*), com tempos que não prejudiquem a seqüência de eventos.

Entradas Analógicas

Padrões de entrada: corrente 5A, 60Hz ou 4 a 20 mAcc, tensão=115V, 60Hz ou 4 a 20mA e detectores de temperatura tipo termorresistência. Outros padrões poderão ser adotados, conforme requeridos.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

As entradas serão isoladas eletricamente entre si e balanceadas.

Circuitos internos da UAC.

As termoresistências serão alimentadas pelas UACs a 3 fios, podendo ser por fonte comum, sem prejuízo ao requisito de isolamento elétrica dos circuitos internos da UAC.

Todas as entradas analógicas de padrão 4 a 20 mA serão providas de dispositivos que não interrompam o circuito de corrente, no caso de manutenção da UAC, tendo em vista a previsão de compartilhamento do sinal de entrada com instrumentos indicadores externos.

Impedância máxima de entrada de 300 W, para as entradas provenientes de transmissores de corrente.

As entradas serão providas de filtro individual tipo *notch* por entrada com atenuação de 60 dB para componentes de 60 Hz.

Conversão do sinal analógico em digital por meio de conversor A/D de no mínimo 12 bits, e rejeição de modo comum superior a 70 dB a 60 Hz. Verificação e correção da calibragem dos conversores A/D a cada varredura.

As entradas serão providas de dispositivo que detecte curto-circuito ou circuito aberto.

As medidas analógicas apresentarão uma precisão global, a partir do ponto de entrada neste Fornecimento, melhor que 0,5%.

Saídas Binárias

Cada saída binária será configurada com um contato inversor livre de potencial, com proteção contra faiscamento.

Os comandos serão agrupados em saídas binárias independentes, respectivamente para as ordens complementares tais como abrir/fechar.

As saídas serão isoladas eletricamente entre si, e dos circuitos internos da UAC.

Para os relés integrantes dos cartões de saídas binárias, a capacidade de interrupção dos contatos serão de, no mínimo, 40W em 125 V c.c., com carga indutiva (L/R £ 40 ms); a durabilidade mecânica mínima será de 300.000 manobras em 125 Vcc ou 1.000.000 em 24 Vcc.

Configuração de cada saída, individualmente, como saída de pulso ou saída biestável.

Configuração individual em cada saída pulsante, da duração do pulso entre 0 e 60 minutos.

Módulos providos de indicação visual dos estados de cada uma das saídas.

As saídas possuirão suporte por *software* à operação "verifique antes de operar".

Em sendo os relés de saída instantâneos, as temporizações de retenção, parametrizáveis por saída, serão feitas por *software*. Haverá também circuito de proteção que impeça que o estado ativo na saída binária permaneça indefinidamente ativado.

Exceto onde indicado de outro modo, para atuação de contatores, de solenóides etc., as saídas binárias acionarão relés biestáveis incluídos no Fornecimento, e instalados no mesmo painel da UAC.

Todas as UACs possuirão uma saída binária biestável, utilizando pontos dos próprios módulos de saídas, comandada pela própria CPU, indicativa do seu estado operacional, isto é, se estão ou não em perfeitas condições de funcionamento. Todas as falhas sistêmicas das UACs repercutirão nesta saída de estado operacional a qual será utilizada pelo sistema convencional de controle, funcionalmente prioritários sobre as UACs, e iniciarão a parada da respectiva motobomba.

Interface Homem-máquina Local



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

A interface homem-máquina local, serão do tipo *fullgrafic*, com tela plana e teclas de controle e navegação incorporadas e própria para a montagem em painel. A tela será colorida, alta precisão, com no mínimo 10,5 polegadas.

- Unidades de Aquisição de Dados e Controle (UACs)

O projeto das UACs atenderá aos seguintes requisitos:

Modularidade

As UACs terá uma característica modular, devendo seus módulos funcionais ser construídos de placas de circuito impresso do tipo *plug-in*, montadas em armações do tipo gaveta de 19" ou *backplane* passivo, em bastidores metálicos.

Intercambialidade

Serão utilizados módulos idênticos para a realização de idênticas funções, de modo a reduzir a necessidade de tipos de itens sobressalentes. Do mesmo modo, é aceitável o emprego do mesmo tipo de módulo, com diferentes configurações em várias situações no sistema, desde que a mesma possa ser realizada por simples seleção sobre o *hardware* (*dip-switches*, *straps* etc.) ou reconfiguração automática por *software* quando da instalação (*down-loading*).

Manutenibilidade

O projeto dos equipamentos garantirá fácil acesso a todos os componentes internos, principalmente àqueles para os quais serão previstos testes e ajustes.

Os módulos serão providos de sinalização por meio de *LEDs*, em sua parte frontal, visando facilitar a sua monitoração em operação.

Os pontos de monitoração serão escolhidos de forma a minimizar as informações necessárias ao diagnóstico de falhas e facilitar a inspeção do estado operacional do equipamento. Serão providos terminais de teste conectados a pontos significativos de cada módulo, tais como:

- tensão de alimentação do módulo;
- pontos de ajuste de potenciômetros;
- entradas e saídas de cada circuito;
- pontos intermediários importantes de cada circuito;
- Equipamentos dos Níveis 2 e 3

A configuração do *hardware* para o nível 2 do SDSC será baseada no princípio da existência de dois equipamentos gerenciadores de base de dados operando em configuração dual, para suporte ao processamento de todas as funções centralizadas, exceto as funções de comunicação com sistemas computacionais externos e com os equipamentos de nível 1 e funções de interface homem-máquina.

Os critérios de duplicação de equipamentos e funções adotados e os procedimentos automáticos de autodiagnose e reconfiguração assegurarão ao sistema elevado nível de disponibilidade funcional bem como transparência para o usuário de defeitos ocorridos nos sistemas de comunicação de dados. Qualquer falha será prontamente anunciada ao operador através de indicações de alarme.

- Características dos Equipamentos

Gerenciadores da Base de Dados

A configuração dos gerenciadores de base de dados será dual e simétrica. Haverá constante comunicação entre os gerenciadores para intercâmbio de informações armazenadas. Todas as funções de encapsulamento de informações e tratamento de falhas, ficarão restrita aos



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

gerenciadores de base de dados, que serão acessados pelos demais equipamentos como um único servidor integrado.

Processadores de Comunicação Externa

Os servidores de comunicação basear-se-ão em equipamentos computacionais munidos de módulos de processamento de comunicação nos padrões compatíveis com as necessidades de comunicação, caso a caso. Todos os protocolos especificamente desenvolvidos para a aplicação ficarão residentes em memórias não voláteis ou em memória de massa, sendo carregados quando da inicialização.

Os processadores operarão em configuração dual, simétrica, para comunicação com o CCO (definido no Trecho I). Neste caso, ambos os processadores da configuração dual poderão operar simultaneamente ou, em caso de falhas, individualmente. existirão rotinas automáticas sistêmicas de autodiagnose, arbitragem de falhas e reconfiguração sob o comando dos gerenciadores de base de dados.

Equipamentos Processadores dos Consoles - Memória de Massa

Os consoles do SDSC serão formados por plataformas computacionais padrão PC/AT e equipamentos periféricos, as quais poderão acumular as funções de gerenciamento da base de dados desde que o desempenho do SDSC especificação seja mantido.

Monitores de Vídeo

Os monitores de vídeo a serem utilizados nos consoles, serão do tipo policromático, com baixa emissão de radiação, com diagonal de tela não inferior a 19 polegadas e dimensão de *pixel* não superior a 0,30 mm e tela antirreflexiva.

A relação de aspecto será de 4/3 (H/V). A tela será formada por um mínimo de 1750 x 1250 *pixels*.

A frequência de *refresh* da tela não será inferior a 60 quadros por segundo e os monitores operarão em modo não entrelaçado.

Teclados Alfanuméricos

Os teclados dos consoles serão constituídos por quatro grupos de teclas:

- Grupo de teclas de edição, padrão *qwerty*, cobrindo toda a extensão de símbolos da língua portuguesa.
- Grupo de teclas de movimentação de cursor e de comandos.
- Grupo de teclas numéricas.
- Grupo de teclas funcionais programáveis sensíveis a contexto.

Dispositivos de Designação

Os dispositivos de designação serão do tipo *mouse* ou *trackball* em posição fixa no mobiliário.

Poderão ter sua sensibilidade ajustável por *software* e, no mínimo, dois botões de designação, um dos mesmos com função programável por *software* e sensível a contexto. A resolução poderá atingir 300 pontos por polegada linear de deslocamento horizontal e/ou vertical.

Unidades Acionadoras de CD ROM

São os seguintes os principais requisitos técnicos das unidades:

- Capacidade de uma escrita e inúmeras leituras em cada posição do disco.
- Utilização de discos CD de 5,25 polegadas.
- Capacidade mínima de 600 *Mbytes* por disco.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Capacidade de transferência de dados de, no mínimo, 300 *kbytes/s*.

Alarmes Sonoros

Serão fornecidos alarmes sonoros em todos os consoles de operação. As características mínimas são as seguintes:

- Tipo eletrônico;
- Potência sonora de 80 dBA a 3 m;
- Possibilidade de ajuste de taxa de variação do tom emitido (de 1 pulso/s até 4 pulsos/s) e de frequência (500 a 2500 Hz);
- Providos de alto-falantes de saída com controles de volume individuais;
- Cada alarme sonoro terá uma chave liga-desliga e controle de potência sonora.

Como não existirá operação local permanente, opcionalmente será utilizado para a geração de alarmes sonoros, o próprio sistema acústico dos *kits* multimídia dos consoles:

Impressoras

As impressoras do sistema terão as seguintes características básicas:

- Impressão colorida por processo de jato de tinta.
- Para a impressora de jato de tinta, mínimo de dois cartuchos independentes, respectivamente para o pigmento negro e para os das cores primárias.
- Velocidade de impressão de no mínimo 12 páginas por minuto.
- Tração para folhas de papel nos formatos carta, A4 e ofício 1 e 2 alojadas em bandeja com capacidade de, no mínimo 100 folhas soltas.
- Densidade de impressão em modos texto e gráfico de, no mínimo 1440/720 dpi.

Gerador de Hora Padrão

Esta função será desempenhada por uma central horária operando em sincronismo com os sinais de um ou mais satélites dos sistema GPS - *Global Positioning System*.

A central horária garantirá os seguintes valores limites:

- Horário interno à central horária:

Na presença de sinal de satélite GPS: desvio menor do que 100 μ s com relação ao horário padrão universal.

Na ausência de sinal captado: estabilidade melhor que 10⁻⁶, em ambientes de ensaio com temperatura nominal variando entre 0° C e 50° C.

Máximo desvio relativo de horários entre equipamentos computacionais do nível 2, com relação ao horário da central horária, em qualquer condição de ocupação dos meios de comunicação: 2 ms. Excluem-se os equipamentos destinados especificamente a interface homem-máquina, que não realizem direta ou indiretamente atribuições de tempo.

Máximo desvio relativo de horários de qualquer equipamento computacional de nível 1 associado a controle, supervisão e/ou proteção em tempo real, com relação ao horário da central horária, em qualquer condição de ocupação dos meios de comunicação: 2ms.

Máximo desvio entre o término da transmissão da segunda estrutura de dados da mensagem de sincronização gerada pelo equipamento de interface com a rede para o equipamento computacional de nível 1, com relação ao horário da central horária, em qualquer condição de ocupação dos meios de comunicação: 0,5 ms.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Linha de sincronização para os equipamentos de nível 1:

Fonte de sinal: saída de 1 PPS com 0 Vcc, para nível lógico '0' e 24 Vcc, para nível lógico '1', além de uma interface RS-232 ou Rs-285 para interface com os consoles.

Distribuição radial, com dispositivo de terminação adaptado nas extremidades, para evitar o efeito *zig-zag* na propagação do sinal.

Máximo desvio relativo entre o instante final da transição '0' -> '1' e o horário da central horária, em qualquer condição de ocupação dos meios de comunicação: 0,5 ms.

Soma dos tempos de trânsito e tempo de subida: inferior a 0,25 ms em qualquer ponto da linha.

A central horária possuirá função interna para a programação antecipada de transições de horário local (horário de verão, etc.).

A central horária será fornecida com antena provida de proteção plástica e cabo, adequados para sua instalação ao tempo, no telhado de cada usina hidrelétrica, a uma distância aproximada de 70 metros da central horária.

Mobiliário

Os equipamentos de cada console serão alojados em móveis metálicos, ou de compostos de resina reforçado com aço, modulares, com *design* estético e ergonomicamente adequados à operação de sistemas do tipo especificado. Os móveis serão produtos de linha comercial, usualmente empregados em consoles.

Os móveis possuirão recursos mecânicos para a fixação dos equipamentos que compõem o console, como teclados, módulos computacionais, sistemas de alimentação e monitor de vídeo de maneira que tais conjuntos sejam impedidos de se mover sem que os dispositivos de fixação sejam removidos.

Toda a cablagem, tanto de alimentação quanto de sinais será distribuída internamente através de canaletas, tubulações ou dispositivos equivalentes, podendo ficar aparente apenas nas extremidades próximas dos pontos de conexão.

Todas as ligações elétricas entre os equipamentos e entre estes e a cablagem instalada nos móveis serão realizadas por meio de conectores. Os cabos externos acessarão os móveis por sua parte inferior.

Todas as partes metálicas dos móveis estarão interligadas eletricamente e os móveis possuirão um ponto para a conexão à malha de terra.

As superfícies metálicas ferrosas serão devidamente tratadas e pintadas à base de tinta epoxi, quando não forem empregados móveis de compostos de resina com estrutura metálica.

Cantoneiras e demais dispositivos, quando confeccionadas em alumínio, serão anodizadas. Não se permitirá nenhuma operação de corte, furação, dobragem, soldagem ou usinagem após o processo de revestimento superficial.

O móvel do console possuirá, em sua parte interna, espaço para alojar *modems* ópticos e/ou outros acessórios, conforme necessários. Sobre cada móvel será previsto espaço para colocação de pelo menos três telefones fornecidos por terceiros.

6.1.6 Rede de Comunicação

a) Acessórios para Cabos de Fibras Ópticas

- Caixas de Emendas

As caixas de emendas ópticas, quando aplicáveis, possuirão as seguintes características:

Será de construção metálica para montagem em bastidor padrão 19".



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Será próprias para interconexão de cabo de fibra óptica constituído por até 12 pares de fibras e cabos monofibra.

Será fornecidas com monofibras de extensão nos comprimentos necessários às várias interligações.

Conexão interna das fibras pelo processo de fusão, mecanizada e auto verificada em campo.

- Conectores Ópticos

Todas as monofibras derivadas de caixas de conexão serão providas de conectores ópticos do tipo encaixe, ST compatível.

- Modens Ópticos

As principais características dos *modens* ópticos são as seguintes:

Suportarão configuração redundante de comunicação ou acoplamento a dispositivo externo de chaveamento de mídia, como por exemplo um *transceiver* redundante.

Possuirão circuito de proteção temporizado para desocupação da fibra em caso de portadora presente durante um período excessivo.

Possuirão *LEDs* no painel frontal indicativos do estado do *modem* e da atividade dos canais de comunicação.

Serão alimentados por fontes de alimentação próprias, quando instalados em gabinetes próprios ou alimentados pelas próprias interfaces elétricas, quando instalados por conexão nos cartões dos equipamentos.

Possuirão interfaces elétricas compatíveis com os equipamentos aos quais serão conectados, tipicamente EIA RS-232, ou RS-422/485 ou *Ethernet*.

Possuirão interface óptica por meio de conectores independentes para transmissão e recepção, próprios para conectores do tipo ST.

Serão próprios para fibra óptica empregadas no Fornecimento.

Serão compatíveis com enlaces ópticos de até 2 km, no mínimo, nas velocidades de transmissão utilizadas.

Serão compatíveis com as mesmas características ambientais e de funcionamento dos equipamentos junto aos quais estarão instalados.

Serão compatíveis com as mesmas características ambientais e de funcionamento dos equipamentos junto aos quais estarão instalados.

b) Dispositivos de distribuição Ativos de Rede (*hubs*)

Os dispositivos de distribuição ativos de rede operarão em configuração 100% redundante, para cada um dos lados da rede dual, como elementos centralizadores dos diversos segmentos de fibras ópticas que formarão a rede de comunicação do SDSC.

Cada distribuidor ativo utilizado possuirá um mínimo de duas interfaces livres para futuras ampliações da rede.

6.2 Requisitos de Software

6.2.1 Software das UACs

a) Software Básico das UACs

As UACs possuirão sistema operacional multitarefa para aplicações em tempo real, residente em memória não volátil. Todas as chamadas aos recursos de *hardware* pelos programas aplicativos serão efetuadas por diretivas do sistema operacional.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

São os seguintes os requisitos mínimos do sistema operacional:

- Possibilidade de processamento de vários programas de forma concorrente.
- Tempo real, com intervalo de resolução de, no máximo, 1 ms.
- Escalador de tarefas do tipo preemptivo, com escalação por tempo programado, por interrupção e por chamada por outra tarefa.
- Vetorização e priorização das interrupções.
- Diagnóstico automático *on-line*.
- Proteção de memória entre tarefas.
- Comunicação entre tarefas por valores e por ponteiros.
- Interrupção periódica do relógio calendário em intervalos programáveis, incluindo o valor de 1 ms.
- Proteção contra impasses (*dead-locks*).

Composição modular, permitindo a ligação de suas rotinas aos programas aplicativos.

b) *Software* Aplicativo

O suporte para programação das UACs proverá, pelo menos, as seguintes facilidades:

- Uso de linguagem-fonte procedimental de alto nível específica para controle de processos, tal como linguagem seqüencial tipo diagramas *ladder*, ou blocos funcionais.
- Visualização em tela dos blocos individuais de controle, com a interconexão entre blocos e especificações dos parâmetros de controle sendo programados diretamente nos blocos.
- Inclusão de novas malhas de controle contínuo e modificação dos parâmetros das malhas existentes; inclusão ou modificação de lógicas de controle, seqüenciamento e intertravamento.
- Configuração e posterior manutenção da base de dados pela definição dos pontos de entrada e saída físicos associados a cada dado.
- Edição e carregamento parcial do programa.
- Provisão de recursos completos de documentação dos programas e da configuração da UAC.
- Teste da configuração do *software*, em modo simulado, antes do carregamento na UAC.
- Down-loading e up-loading de programas de forma on-line.
- Alteração da configuração da base de dados da UAC de forma *on-line*.
- Fornecer indicação do estado das entradas e saídas, contadores, temporizadores, de forma a permitir a monitoração do programa.
- Permitir visualização do programa residente na UAC e respectiva tabela imagem de entradas e saídas.
- Forçar durante o teste, sem limitação de quantidade, o estado de qualquer ponto da tabela de dados interna da UAC.

Comandar individualmente qualquer saída binária ou analógica da UAC.

c) *Software* dos Níveis 2 e 3

- *Software* Básico



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Os equipamentos computacionais dos níveis 2 e 3 do SDSC possuirão sistema operacional em sua versão mais recente e adequada ao console que será instalado (licenças: *Server*, *Client* ou *Workstation*). Poderá ser apresentada alternativa com sistema operacional aderente à série de recomendações POSIX do IEEE.

Admite-se outro padrão de serviços em tempo real, sempre que compatível com as necessidades e o nível de dinamismo da aplicação, não comprometendo os índices de desempenho especificados.

A rede disponibilizará os protocolos TCP/IP ou UDP. O padrão de protocolo de rede é o IEEE 802.3, adequado ao suporte físico em fibra óptica ou cabo coaxial grosso especificado.

Para a interface com o sistema gráfico serão seguidos os padrões MS-Windows 2000 Professional, ou alternativamente X-Windows e OSF Motif.

O *software* básico comporta também os pacotes de gerenciamento e acesso à base de dados, interfaces homem-máquina, acesso a arquivos etc. Serão utilizados sempre produtos de mercado dos principais fabricantes mundiais, baseados em normas ou padrões “de fato” compatíveis com as diversas plataformas de *hardware* utilizadas. Os serviços de rede preferenciais são o FTP para transferências de arquivos, o SMTP para trocas de mensagens e os NFS e NCS como bancos de dados para ambientes de rede, TELNET para *login* remoto e SQL para interação com o banco de dados não tempo real.

- *Software* Aplicativo

As funcionalidades do SDSC nos níveis 2 e 3 serão fundamentadas em um conjunto de programas aplicativos configurados sobre *software* do tipo SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*). Dar-se-á preferência a programas originalmente desenvolvidos para aplicações em sistemas de supervisão e controle de usinas hidrelétricas e subestações, ou sistemas EMS (*Energy Management Systems*) em Centros de Controle e Operação.

O *software* aplicativo permitirá a inclusão de novas funções desenvolvidas em linguagem C. Existirá um ferramental de desenvolvimento que permita a edição, compilação, depuração e ligação destas funções aplicativos, formando extensões das bibliotecas de funções em tempo real. As novas funções, através de mecanismos amigáveis de desenvolvimento, poderão ser escalonadas por instante, período ou evento e poderão acessar a base de dados do sistema, tanto para leitura, como para escrita, concorrentemente com as funções aplicativos fornecidas.