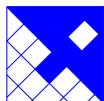




**MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA**



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
R14 – DOSSIÊ DE LICITAÇÃO
TOMO II – ESPECIFICAÇÃO ELÉTRICA – VOLUME 3**



**TRECHO III – EIXO NORTE
R14 – DOSSIÊ DE LICITAÇÃO
TOMO II – ESPECIFICAÇÃO ELÉTRICA – VOLUME 3**

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 – R14 – Dossiê de Licitação – Tomo II – Especificação Elétrica – Volume. 3 - São José dos Campos: Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais – FUNCATE, 2003.

235p

1. Transposição de Águas; Engenharia Elétrica.
 - I. Trecho III – Eixo Norte - R14 – Dossiê de Licitação – Tomo II – Especificação Elétrica – Volume. 3.

CDU 556.18:621:3

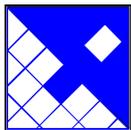
FUNCATE:

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.OR.0005	



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
R14 - DOSSIÊ DE LICITAÇÃO
TOMO II - ESPECIFICAÇÃO ELÉTRICA - VOLUME 3**

**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 R14 – DOSSIÊ DE LICITAÇÃO – TOMO II – ESPECIFICAÇÃO ELÉTRICA – VOLUME 3, 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/SEPRE – 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



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Índice Geral do relatório R14 – Dossiê de Licitação

Tomo I – Especificações Técnicas e Normas de Medição e Pagamento

Tomo II – Especificação Elétrica:

- Parte 1: Transformador Elevador
- Parte 2: Cubículos de Média Tensão
- Parte 3: Quadros de Serviços Auxiliares CA e CC
- Parte 4: Baterias e Carregadores
- Parte 5: Grupo Gerador Diesel
- Parte 6: Sistema de Proteção
- Parte 7: Sistema de Telefonia
- Parte 8: Sistema de Transmissão de Fonia de Dados
- Parte 9: Cabos OPGW
- Parte 10: Sistema de Comunicação Via Satélite
- Parte 11: Sistema Digital de Supervisão e Controle
- Parte 12: Gerador Horizontal
- Parte 13: Equipamento 69 kV

Tomo III: Especificação de Linha de Transmissão

Tomo IV: Especificação Mecânica

- Parte 1: Turbinas
- Parte 2: Equipamentos Hidromecânicos
- Parte 3: Equipamentos de Levantamento e Transporte
- Parte 4: Conduitos Forçados das Usinas Hidrelétricas
- Parte 5: Válvulas Dispensoras
- Parte 6: Sistemas Auxiliares Mecânicos para Usinas Hidrelétricas
- Parte 7: Tomadas D'Água de Uso Difuso

Tomo V: Montagem



ÍNDICE	PG.
PARTE 10: SISTEMA DE COMUNICAÇÃO VIA SATÉLITE.....	1
1 . OBJETIVO.....	1
2 . EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS	1
2.1 Equipamentos, Materiais e Serviços Incluídos no Fornecimento.....	1
2.1.1 Equipamentos Incluídos no Fornecimento	1
2.1.2 Serviços Incluídos no Fornecimento	1
2.1.3 Peças Sobressalentes	1
2.1.4 Embalagem e Transporte.....	1
2.2 Equipamentos, Materiais e Serviços Excluídos do Fornecimento.....	2
3 . COOPERAÇÃO DO CONTRATADO COM TERCEIROS.....	2
4 . NORMAS TÉCNICAS.....	2
4.1 Objetivo.....	2
4.2 Normas.....	2
5 . INTRODUÇÃO.....	2
6 . DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE COMUNICAÇÃO VIA SATÉLITE	3
6.1 Finalidades do Sistema	3
6.2 Descrição Geral.....	3
7 . CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS/OPERACIONAIS.....	3
7.1 Características Básicas do Sistema.....	3
7.2 Características dos Equipamentos de TX/RX	3
7.3 Características dos Carregadores de Baterias	4
8 . REQUISITOS DE CONFIABILIDADE	5
8.1 MTBF	5
8.2 MTTR	5
9 . ATERRAMENTO E CONDIÇÕES AMBIENTAIS.....	5
9.1 Aterramento.....	5
9.2 Condições Ambientais	6
10 . TREINAMENTO E DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA.....	6
10.1 Treinamento	6
10.2 Documentação Técnica.....	7
11 . FABRICAÇÃO E INSTALAÇÃO.....	8



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

12 . ENSAIOS E TESTE DE ACEITAÇÃO	8
13 . MATERIAL SOBRESSALENTE E DE CONSUMO	10
13.1 Sobressalentes	10
13.2 Material de Consumo.....	11
14 . EMBALAGEM	11
15 . GARANTIAS.....	11
PARTE 11: SISTEMA DIGITAL DE SUPERVISÃO E CONTROLE	13
1 . OBJETIVO.....	13
2 . EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS	13
2.1 EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS INCLUÍDOS NO FORNECIMENTO.....	13
2.1.1 Hardware do SDSC	13
2.1.2 Software do SDSC	17
2.1.3 Materiais de Instalação e Cabos.....	18
2.1.4 Documentação	18
2.1.5 Peças Sobressalentes	19
2.1.6 Dispositivos Avulsos.....	19
2.1.7 Equipamentos de Ensaios e Manutenção	19
2.1.8 Embalagem e Transporte	19
2.1.9 Serviços Incluídos no Fornecimento	19
2.1.10 Garantias	20
2.2 Equipamentos, Materiais e Serviços Excluídos do Fornecimento.....	20
3 . REQUISITOS DO SDSC	20
3.1 Estrutura Hierárquica do Sistema	20
3.1.1 Nível 1	20
3.1.2 Nível 2	21
3.1.3 Nível 3	21
3.2 Requisitos de Comunicação.....	22
3.3 Requisitos Funcionais do SDSC	22
3.3.1 Filosofia de Operação	22
3.3.2 Seqüência de Partida e Parada.....	25
3.3.3 Monitoração dos Níveis e Cálculos das Vazões Efluentes e Afluentes.....	25
3.3.4 Partida Automática da Unidade Geradora	25
3.3.5 Parada Automática da Unidade Geradora	26
3.3.6 Cálculos Estatísticos sobre Equipamentos do Processo.....	27
3.3.7 Processos Rotineiros	28
3.3.8 Geração de Relatórios.....	28
3.4 Funções de Suporte	28
3.4.1 Coleta e Aquisição de Dados.....	29
3.4.2 Tratamento de Dados e Formação da Base de Dados	29
3.4.3 Comando de Dispositivos do Processo	31
3.4.4 Armazenamento de Dados.....	32



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

3.4.5 Armazenamento Histórico de Variáveis.....	32
3.4.6 Cálculo de Valores sobre Grandezas da Base de Dados.....	32
3.4.7 Análise de Tendência de Variáveis	33
3.4.8 Gerenciamento de Alarmes e Eventos.....	33
3.4.9 Seqüência de Eventos.....	35
3.4.10 Gerenciamento de Configuração.....	35
3.4.11 Sincronização de Horário Calendário	36
3.5 Funções de Configuração.....	38
3.5.1 Definição da Arquitetura e dos Sinais	39
3.5.2 Parametrização dos Sinais e da Base de Dados.....	40
3.5.3 Definição de Imagens e Relatórios.....	40
3.5.4 Definição dos Arquivos.....	41
3.5.5 Definição da Comunicação	41
3.6 Requisitos dos Equipamentos.....	42
3.6.1 UACs - Unidades de Aquisição de Dados e Controle.....	42
3.6.2 Equipamentos do Nível 2	47
3.6.3 Rede de Comunicação	51
3.7 Requisitos de Software	52
3.7.1 Software das UACs.....	52
3.7.2 Software do Nível 2.....	53
3.8 Requisitos de Confiabilidade e Desempenho	54
3.8.1 Índices de Confiabilidade.....	54
3.8.2 Índice de Disponibilidade.....	54
3.8.3 Vida Útil dos Equipamentos.....	55
3.8.4 Desempenho	56
3.8.5 Inicialização e Reinicialização	59
4 . DESCRIÇÕES BÁSICAS DOS PROCESSOS E DAS FORMAS DE CONTROLE E SUPERVISÃO	59
4.1 Generalidades	59
4.2 Descrições dos Processos - Princípios de Controle.....	61
4.3 Unidades Geradoras	61
4.3.1 Geral.....	61
4.3.2 Válvula Borboleta.....	66
4.4 Subestação de 69 kV, Tomada D'água e Serviços Auxiliares	66
4.4.1 Subestação de 69kV	66
4.4.2 Serviços Auxiliares CA.....	66
4.4.3 Serviços Auxiliares Elétricos em CC	67
4.4.4 Sistemas Auxiliares Mecânicos.....	67
4.4.5 Comportas e Sistemas Auxiliares da Tomada d'Água	68
4.5 Sistema de Alimentação Ininterrupta (SAI)	68
4.5.1 Estruturas de Controle	69
4.5.2 Estrutura de Controle com Comportas.....	69
4.5.3 Tomada D'Água de Uso Difuso.....	69
5 . NORMAS TÉCNICAS.....	69
6 . REQUISITOS TÉCNICOS GERAIS	70



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

6.1 Objetivo.....	70
6.2 Condições Ambientais	70
6.3 Fontes de Tensão Auxiliar	70
6.4 Compatibilidade Eletromagnética	71
6.5 Aterramento e Blindagem	71
6.5.1 Requisitos Gerais	71
6.5.2 Blindagem dos Cabos	72
6.5.3 Blindagem de Módulos.....	72
6.5.4 Quadros	72
7 . REQUISITOS ELÉTRICOS GERAIS	73
7.1 Geral.....	73
7.2 Contatos Elétricos de Equipamentos	73
7.3 Quadros de Equipamentos Elétricos	73
7.3.1 Requisitos Gerais	73
7.3.2 Barramento.....	74
7.3.3 Iluminação	75
7.3.4 Aquecimento	75
7.3.5 Tomadas Multipolares	75
7.3.6 Réguas de Bornes e Acessórios	75
7.3.7 Fiação Interna.....	76
7.3.8 Identificação dos Equipamentos.....	77
7.4 Relés	78
7.4.1 Relés de Disparo.....	78
7.4.2 Relés de Bloqueio.....	79
7.4.3 Relés Auxiliares	79
7.4.4 Relés de Tempo	79
7.5 Transdutores	79
7.5.1 Geral.....	79
7.5.2 Requisitos Específicos.....	80
7.6 Instrumentos Indicadores	80
7.7 Chaves Seletoras e de Comando	81
7.7.1 Geral.....	81
7.7.2 Espelhos	81
7.7.3 Chaves Seletoras	81
7.7.4 Chaves de Comando	82
7.8 Botoeiras de Comando.....	82
7.8.1 Geral.....	82
7.8.2 Cores	82
7.9 Sinalizadores Luminosos.....	82
7.9.1 Geral.....	82
7.9.2 Cores.....	83
7.10 Terminações de Cabos.....	83
7.10.1 Cabos de Potência de Baixa Tensão.....	83
7.10.2 Cabos de Controle e Instrumentação	83
7.10.3 Terminais para Montagem na Obra.....	84



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

7.11 Blocos de Testes	84
7.12 Fusíveis de Baixa Tensão	84
7.13 Tomadas	84
7.14 Pintura.....	84
8 . ENSAIOS DE ACEITAÇÃO	85
8.1 Abrangência dos Ensaios de Aceitação	85
8.2 Ensaios de Aceitação em Fábrica	85
8.2.1 Ensaios de Tipo	85
8.2.2 Ensaios de Rotina	85
8.2.3 Ensaio de Funcionamento Integrado.....	85
8.3 Ensaios de Aceitação em Campo.....	85
8.4 Avaliação de Confiabilidade e Desempenho.....	85
8.5 Metodologia dos Ensaios de Aceitação.....	85
8.5.1 Requisitos Gerais	85
8.6 Conteúdo dos Ensaios de Aceitação	87
8.6.1 Ensaios de Tipo	87
8.6.2 Ensaios de Rotina.....	88
8.6.3 Ensaios de Aceitação em Campo.....	89
9 . PEÇAS SOBRESSALENTES E ASSISTÊNCIA TÉCNICA.....	90
9.1 Sobressalentes para Dispositivos Digitais.....	90
9.2 Sobressalentes para os Dispositivos Eletromecânicos.....	91
9.3 Assistência Técnica.....	92
9.3.1 Generalidades	92
9.3.2 Assistência Técnica Durante a Fase de Implantação.....	93
9.3.3 Assistência Técnica Durante o Período de Garantia.....	93
10 . TREINAMENTO.....	94
11 . DADOS TÉCNICOS	95
11.1 UAC da Unidade Geradora.....	95
11.1.1 UAC da Unidade Geradora de cada Usina.....	95
11.2 UAC Subestação, Tomada D'água e Serviços Auxiliares	96
11.3 UAC de Estrutura de Controle com Comporta e Tomada D'água de Uso Difuso.....	96
11.4 Medidores de Níveis	97
11.5 Medidores de Vazão das Unidades Geradoras	97
11.6 Medidores e Vazão das Estruturas de Uso Difuso	98
11.7 Equipamentos do Nível 2	98
11.8 Equipamentos do Nível 3 para Complementação Referente ao Trecho III.....	100
11.9 Equipamentos, Peças e Ferramentas Especiais.....	100
11.10 Cabos em Fibra Óptica.....	101



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

11.11 Quadros PSUs	101
11.12 Quadros PSEAs	101
11.13 Relés Auxiliares Instantâneos	102
11.14 Relés Auxiliares de Alta Velocidade	102
11.15 Relés Auxiliares Biestáveis	102
11.16 Relés Auxiliares Temporizados	102
11.17 Relé de Supervisão de Tensão	102
11.18 Documentação	102
11.19 Treinamento	103
PARTE 12: GERADOR HORIZONTAL.....	104
1 . OBJETIVO.....	104
2 . EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS	104
2.1 Equipamentos, Materiais e Serviços Incluídos no Fornecimento.....	104
2.2 Cooperação da CONTRATADA com Terceiros	104
3 . REQUISITOS DE PROJETO.....	105
3.1 Descrição.....	105
3.2 Condições Anormais de Operação	105
3.3 Normas.....	105
3.4 Condições de Serviço	106
3.5 Fontes de Tensão Auxiliar	106
3.6 Compatibilidade Eletromagnética	106
3.7 Características Técnicas.....	107
3.7.1 Nominal.....	107
3.7.2 Térmica	108
3.7.3 Elétrica	108
3.7.4 Mecânica.....	108
3.7.5 Rendimento	109
4 . CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS	109
4.1 Tipo e Arranjo.....	109
4.2 Estator.....	109
4.2.1 Carcaça	109
4.2.2 Núcleo	109
4.2.3 Enrolamento	110
4.3 Rotor	111
4.3.1 Requisitos Gerais	111
4.3.2 Condições de Disparo	111
4.3.3 Eixo	112
4.3.4 Pólos	112



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

4.3.5	Isolação.....	112
4.3.6	Enrolamento Amortecedor.....	112
4.3.7	Anéis Coletores e Terminais de Campo	112
4.3.8	Aterramento do Eixo.....	113
4.4	Mancais e Base de Apoio.....	113
4.4.1	Mancais.....	113
4.4.2	Base de Apoio	114
4.5	Aterramento de Segurança	114
5	SISTEMAS AUXILIARES.....	114
5.1	Painéis e Cubículos	114
5.2	Resfriamento do Gerador.....	114
5.2.1	Geral.....	114
5.2.2	Câmara.....	114
5.3	Frenagem da Unidade	115
5.4	Aquecimento da Câmara do Gerador.....	115
5.5	Aterramento do Neutro do Gerador	115
5.6	Proteção Contra Surtos e Transformadores de Potencial.....	116
5.6.1	Descrição.....	116
5.6.2	Transformadores de Potencial	116
5.6.3	Pára-raios e Capacitores.....	117
5.7	Transformadores de Corrente	117
5.7.1	Medição e Proteção	117
6	SUPERVISÃO	118
6.1	Geral.....	118
6.2	Equipamentos montados no Painel de Instrumentos da Unidade.....	118
6.3	Enrolamentos do Estator	118
6.4	Núcleo do Estator	118
6.5	Sistema de Resfriamento do Gerador.....	119
6.6	Rotor	119
6.7	Mancais.....	119
6.8	Sistema de Frenagem.....	119
6.9	Circulação de Corrente pelos Mancais.....	119
6.9.1	Geral.....	119
6.9.2	Aterramento do Eixo.....	120
7	SISTEMA E EXCITAÇÃO	120
7.1	Tipo	120
7.2	Desempenho	120
7.2.1	Operação em Regime Permanente.....	120
7.2.2	Operação em Regime Transitório.....	120
7.2.3	Rejeição de Carga.....	120



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

7.2.4 Ciclo Térmico	120
7.2.5 Curto-circuito na Alta Tensão.....	121
7.3 Requisitos de Projeto	121
7.3.1 Generalidades	121
7.3.2 Componentes Elétricos e Eletrônicos	121
7.3.3 Software.....	121
7.3.4 Comunicação de Dados	121
7.3.5 Interface Homem/Máquina	121
7.3.6 Saídas Especiais para Testes.....	122
7.3.7 Burn-in	122
7.3.8 Proteção contra Descargas Eletrostáticas.....	122
7.3.9 Alimentação para Testes.....	122
7.4 Excitatriz Estática ou “Brushless”	123
7.5 Regulador de Tensão	123
8 . SOBRESSALENTES.....	124
8.1 Peças para Geradores	124
8.2 Peças para Auxiliares	124
8.3 Peças para Sistema de Excitação	125
9 . FERRAMENTAS E DISPOSITIVOS ESPECIAIS.....	125
9.1 Requisitos Gerais	125
9.2 Dispositivos de Montagem.....	125
9.3 Dispositivos de Içamento e Movimentação.....	126
9.4 Ferramentas	126
9.5 Instrumentos de Medição.....	126
10 . INSPEÇÃO E ENSAIOS.....	126
10.1 Gerador	126
10.1.1 Requisitos Gerais	126
10.1.2 Ensaios das Bobinas do Estator	127
10.1.3 Ensaios Preliminares na Fábrica.....	128
10.1.4 Ensaio com a Máquina Montada na Fábrica ou na Obra.....	128
10.1.5 Ensaios na Obra.....	128
10.1.6 Ensaios dos Sistemas Auxiliares	129
10.2 Painéis e Cubículos	130
10.3 Transformadores de Potencial	130
10.4 Pára-Raios	130
10.5 Capacitores	130
10.6 Transformadores	130
10.7 Transformadores de Corrente	130
11 . INTERLIGAÇÕES	131
11.1 Geral.....	131



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

11.2 Conexões	131
11.3 Barramento de Fases Segregadas (se aplicável).....	131
11.3.1 Características Técnicas	131
11.3.2 Características Construtivos	131
11.3.3 Ensaios	133
11.4 Sobressalentes	133
12 . DOCUMENTOS DO PROJETO EXECUTIVO.....	134
12.1 Geral.....	134
12.2 Desenhos do Gerador e Auxiliares	134
12.3 Memoriais de Cálculo e Características do Gerador e Auxiliares.....	135
12.4 Desenhos do Sistema de Excitação e Regulação de Tensão.....	136
12.5 Memoriais de Cálculo do Sistema de Excitação e Regulação de Tensão	136
12.6 Manuais.....	136
13 . TREINAMENTO DO PESSOAL	137
14 . PINTURA DO GERADOR	137
14.1 Preparo de Superfícies	137
14.2 Pintura.....	137
14.3 Cores.....	137
15 . REQUISITOS TÉCNICOS GERAIS DOS COMPONENTES (SE APLICÁVEL).....	138
15.1 Caixas Terminais, Cabines, Painéis de Controle e Cubículos.....	138
15.1.1 Construção	138
15.1.2 Proteção contra condições climáticas.....	139
15.1.3 Arranjo e Montagem de Equipamentos, Instrumentos e Dispositivos	139
15.1.4 Quadros de Terminais do Gerador.....	139
15.2 Botoeiras de Comando.....	140
15.2.1 Geral.....	140
15.2.2 Cores.....	140
15.3 Blocos de Testes	140
15.4 Calhas Plásticas.....	140
15.5 Chaves Seletoras e de Comando	140
15.5.1 Geral.....	140
15.5.2 Espelhos	141
15.5.3 Chaves Seletoras	141
15.5.4 Chaves de Comando	141
15.6 Contatos Elétricos de Equipamentos	141
15.7 Fusíveis de Baixa Tensão	142
15.8 Identificação da Fiação	142
15.9 Instrumentos Indicadores	142
15.10 Placas de Identificação do Quadro	143



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

15.11	Plaquetas de Identificação da Sigla do Equipamento e dos Componentes.....	143
15.11.1	<i>Identificação interna de componentes.....</i>	143
15.11.2	<i>Identificação externa de componentes.....</i>	143
15.11.3	<i>Identificação da Sigla do equipamento.....</i>	143
15.12	Relés de Proteção	144
15.13	Relés de Bloqueio	144
15.14	Relés Auxiliares	145
15.15	Relés de Tempo	145
15.16	Sinalizadores Luminosos.....	145
15.16.1	<i>Geral.....</i>	145
15.16.2	<i>Cores.....</i>	145
15.17	Transdutores	146
15.17.1	<i>Geral.....</i>	146
15.17.2	<i>Transdutores de Tensão</i>	147
15.17.3	<i>Transdutores de Corrente.....</i>	147
15.18	Transformadores de Potencial	147
15.19	Transformadores de Corrente	147
15.20	Tomadas Multipolares	147
15.21	Terminações de Cabos.....	147
15.21.1	<i>Terminações para cabos de potência de média tensão.....</i>	147
15.21.2	<i>Terminais para Cabos de Potência de Baixa Tensão</i>	148
15.21.3	<i>Terminais para Cabos de Controle e Instrumentação.....</i>	148
15.22	Fiação Interna.....	148
15.23	Réguas de Bornes e Acessórios	149
15.24	Iluminação	149
15.25	Motores Elétricos	150
16 .	REQUISITOS MECÂNICOS GERAIS (SE APLICÁVEL).....	150
16.1	Suprimento de Óleos Lubrificante e Hidráulicos na Casa de Força.....	150
16.2	Juntas e Fixadores	151
16.3	Mancais e Buchas	151
16.4	Tubulações e Válvulas	151
16.5	Trocadores de Calor	153
17 .	CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS.....	154
17.1	Geradores	154
17.1.1	<i>Potência Nominal.....</i>	154
17.1.2	<i>Rendimento Garantido e Perdas</i>	154
17.1.3	<i>Reatâncias</i>	155
17.1.4	<i>Forma de onda</i>	155
17.1.5	<i>Efeito de Inércia (GD2) Requerido.....</i>	155
17.1.6	<i>Velocidade de Flutuação do Rotor.....</i>	155
17.1.7	<i>Empuxo Magnético</i>	155



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

17.1.8 Capacidade de Carregamento de Linha.....	155
17.2 Sistema de Excitação e Regulador de Tensão.....	155
17.2.1 Sistema de Excitação	155
17.2.2 Regulador de Tensão	156
17.3 Dados técnicos	156
17.4 Metodologia de Execução.....	157
17.4.1 Garantia de Qualidade.....	157
17.4.2 Cronograma.....	157
17.5 Geradores	158
17.5.1 Gerais.....	158
17.5.2 Características Elétricas Principais	158
17.5.3 Classe de Temperatura de Isolamento	158
17.5.4 Parâmetros do Gerador.....	158
17.5.5 Características Mecânicas Principais.....	160
17.5.6 Elevação de Temperatura	160
17.5.7 Perdas Segregadas (em kW).....	161
17.5.8 Projeto Estrutural.....	161
17.5.9 Dados dos Componentes Principais.....	161
17.5.10 Relés de Proteção.....	169
17.5.11 Coordenação de Isolamento.....	169
17.5.12 Peças Sobressalentes	169
17.5.13 Pesos e Dimensões Principais do Gerador (onde aplicável).....	169
17.5.14 Desenhos	170
17.6 Equipamento de Proteção Contra-Surtos e Transformador de Potencial.....	171
17.6.1 Pára-raios	171
17.6.2 Transformadores	171
17.6.3 Peças Sobressalentes	171
17.7 Sistema de Excitação e Regulação de Tensão	171
17.7.1 Características Gerais do Sistema de Excitação e do Regulador de Tensão	171
17.7.2 Pontes Retificadoras	173
17.7.3 Disjuntor de Campo.....	174
17.7.4 Equipamento de Excitação Inicial	174
17.7.5 Transformadores de Excitação.....	175
17.7.6 Dimensões Principais dos Componentes	175
17.7.7 Desenhos e Documentos	175
17.7.8 Peças Sobressalentes	175
17.8 Equipamentos Eletrônicos.....	176
17.8.1 Unidade de Aquisição de Dados e Controle.....	176
17.8.2 Dados dos Componentes Principais.....	176
PARTE 13: EQUIPAMENTO 69 KV	177
1 . OBJETIVO.....	177
2 . EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS	177
2.1 Equipamentos, Materiais e Serviços Incluídos no Fornecimento.....	177
2.1.1 Subestação de 69kV da Usina Hidrelétrica Salgados I.....	177
2.1.2 Subestação de 69kV da Usina Hidrelétrica Salgados II.....	177
2.1.3 Conectores Instalados nos Terminais de Alta Tensão.....	178



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

2.1.4 Embalagem e transporte	178
2.1.5 Documentação	178
2.1.6 Ensaios	178
2.2 Equipamentos, Materiais e Serviços Excluídos do Fornecimento.....	178
3 . DOCUMENTOS PARA APROVAÇÃO	178
4 . COOPERAÇÃO DO CONTRATADO COM TERCEIROS.....	179
5 . NORMAS TÉCNICAS.....	179
5.1 Objetivo.....	179
5.2 Normas.....	180
6 . REQUISITOS TÉCNICOS	180
6.1 Objetivo.....	180
6.2 Condições de Serviço	180
6.3 Condições Ambientais	180
6.4 Materiais	180
6.5 Qualidade de Execução.....	181
6.6 Intercambiabilidade	181
6.7 Fontes Auxiliares Disponíveis	181
6.8 Características Técnicas dos Equipamentos.....	182
6.8.1 Disjuntores 72 kV.....	182
6.8.2 Transformadores de Corrente 72 kV.....	182
6.8.3 Secionador 72 kV.....	183
6.8.4 Transformadores de Potencial 72 kV.....	184
6.8.5 Pára-Raios ZnO 60 kV.....	185
6.9 Proteção Contra Corrosão	186
6.10 Instruções para Embalagem e Transporte	186
6.10.1 Geral.....	186
6.10.2 Procedimentos para embalagem e transporte.....	186
6.11 Características Construtivas dos Equipamentos	187
6.11.1 Disjuntores 72 kV.....	187
6.11.2 Transformadores de Corrente 72 kV.....	195
6.11.3 Secionadores 72 kV.....	199
6.11.4 Transformadores de Potencial 72 kV.....	206
6.11.5 Pára-Raios ZnO 60 kV.....	209
7 . INSPEÇÃO E ENSAIOS DOS EQUIPAMENTOS.....	212
7.1 Geral.....	212
7.2 Ensaios de Tipo	212
7.3 Ensaios de Rotina nos Disjuntores.....	212
7.4 Ensaios de Rotina nos Transformadores de Corrente.....	213
7.5 Ensaios de Rotina nos Secionadores	213



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

7.6 Ensaios de Rotina nos Transformadores de Potencial.....	214
7.7 Ensaios de Rotina nos Pára-raios	214
8 . INFORMAÇÕES TÉCNICAS.....	215
8.1 Geral.....	215
8.2 Dados de Fabricação.....	215
8.3 Dados Gerais para os Disjuntores	215
8.3.1 <i>Dados de Ensaio</i>	216
8.3.2 <i>Dados Técnicos e Características Garantidas</i>	216
8.4 Dados Gerais para os Transformadores de Corrente	223
8.4.1 <i>Dados de Ensaios</i>	223
8.4.2 <i>Dados Técnicos e Características Garantidas</i>	224
8.5 Dados Gerais para os Secionadores.....	225
8.5.1 <i>Detalhes de construção do seguinte:</i>	225
8.5.2 <i>Dados de Ensaios</i>	226
8.5.3 <i>Dados Técnicos e Características Garantidas</i>	226
8.6 Dados Gerais para os Transformadores de Potencial	228
8.6.1 <i>Dados de Ensaios</i>	229
8.6.2 <i>Dados Técnicos e Características Garantidas</i>	229
8.7 Dados Gerais para os Pára-raios.....	232
8.7.1 <i>Dados de Ensaios</i>	233
8.7.2 <i>Dados Técnicos e Características Garantidas</i>	233



PARTE 10: SISTEMA DE COMUNICAÇÃO VIA SATÉLITE

1 . OBJETIVO

Esta seção abrange a descrição geral do fornecimento, define seus limites e as responsabilidades a serem assumidas pelo CONTRATADO para fornecer o sistema de comunicação via satélite – SCVS, necessários para a implantação das Usinas Hidrelétricas do Trecho III - Eixo Norte.

O fornecimento inclui projeto, fabricação, inspeção, ensaios na fábrica, embalagem para transporte, transporte da fábrica até o canteiro de obras, supervisão de montagem e testes finais de campo para o sistema de comunicação via satélite – SCVS a serem fornecidos completos com acessórios, peças sobressalentes, ferramentas e dispositivos especiais.

2 . EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS

2.1 Equipamentos, Materiais e Serviços Incluídos no Fornecimento

A relação a seguir constitui-se de uma estimativa dos equipamentos, instalações e serviços mínimos necessários ao SCVS, não sendo esta limitativa e ficando a CONTRATADA responsável pelo fornecimento de todos e quaisquer materiais e acessórios necessários ao perfeito funcionamento e instalação do sistema.

2.1.1 Equipamentos Incluídos no Fornecimento

- 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

2.1.2 Serviços Incluídos no Fornecimento

- Execução de todos os testes dos equipamentos fornecidos em fábrica e em campo;
- Embalagem, transporte e armazenamento dos equipamentos até sua completa ativação;
- Treinamento das equipes de manutenção e operação;
- Documentação técnica;
- Garantias técnicas.

Nota: Será de responsabilidade da CONTRATADA a obtenção de quaisquer autorização de operação, aprovação junto a Órgãos Regulamentadores, fornecimento de projetos ou documentos a Órgãos Públicos, apresentação de Homologação de Equipamentos, etc.

2.1.3 Peças Sobressalentes

O Fornecimento inclui os conjuntos de peças sobressalentes conforme especificado nas seções subseqüentes destas Especificações Técnicas.

O CONTRATADO deve discriminar de forma individualizada o Fornecimento.

2.1.4 Embalagem e Transporte

Ficarão a cargo do CONTRATADO a embalagem e o transporte de todos os equipamentos e materiais deste Fornecimento, até o local da obra, em acordo com os requisitos destas Especificações Técnicas, bem como os respectivos seguros.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

2.2 Equipamentos, Materiais e Serviços Excluídos do Fornecimento

Não é escopo deste fornecimento o projeto, fornecimento ou instalação das interfaces com o Sistema Digital de Supervisão e Controle - SDSC.

3 . COOPERAÇÃO DO CONTRATADO COM TERCEIROS

O CONTRATADO deverá cooperar durante o projeto, a fabricação e a montagem na Obra, com os fornecedores de outros equipamentos e com a empresa projetista da usina hidrelétrica para que o projeto e a montagem sejam concluídos a contento e no prazo previsto.

O CONTRATADO deverá cooperar no intercâmbio de todos os desenhos, dimensões, gabaritos e outras informações necessárias para garantir a completa coordenação do projeto, arranjo, fabricação e fornecimento de todas as conexões e equipamentos correlatos.

4 . NORMAS TÉCNICAS

4.1 Objetivo

Esta seção lista as normas técnicas, aplicáveis ao projeto, materiais, fabricação e ensaios dos equipamentos, objeto do Fornecimento.

Sempre que houver divergência entre os valores estipulados nestas Especificações Técnicas e Normas, os valores especificados prevalecem sobre aqueles recomendados nas Normas.

4.2 Normas

Os equipamentos deverão atender as normas e recomendações da Internacional Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector - ITUT-T/CCITT e as Práticas Telebrás aplicáveis.

Deverão obedecer também as normas pertinentes aos equipamentos de comunicação por satélite, em sua última edição.

5 . INTRODUÇÃO

O Trecho III, Eixo Norte é constituído de duas usinas hidrelétricas e um conjunto de canais artificiais, túneis, tubulações, em conjunto com o Trecho I Eixo Norte, levará água captada no Rio São Francisco para Pernambuco, Ceará e Paraíba, em uma extensão aproximada de 200 km.

Existirão linhas de transmissão em 230 kV e 69 kV, para a interligação das subestações de energia elétrica, as quais serão responsáveis pela alimentação das estações de bombeamento e usinas hidrelétricas.

As estações de bombeamento e usinas hidrelétricas serão basicamente automáticas, contudo cada estação permitirá comando local e todo o sistema poderá ser comandado, de forma centralizada, através de um Centro de Controle e Operação (CCO) a ser instalado em um prédio junto a EBI-3 definido no Trecho I.

Postos de medição de níveis de água (e outras grandezas hidrológicas e meteorológicas) serão instaladas ao longo dos canais, reservatórios e açudes.

Cada usina hidrelétrica possuirá basicamente:

- Sala de Controle

Nesta sala existirá um ambiente operacional onde estarão os consoles com os recursos de controle (Estações de trabalho, PCs, impressoras, etc.) e de Comunicações (central telefônica, *mux* óptico, distribuidor geral, distribuidor óptico).



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

6 . DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE COMUNICAÇÃO VIA SATÉLITE

6.1 Finalidades do Sistema

O SCVS terá por finalidade permitir que:

- O sistema de controle centralizado, nível 3 do SDSC, a ser instalado no CCO e especificado no Trecho I, possa selecionar e enviar dados de comando de seleção aos postos de medição remotos.
- Os postos de medição remotos enviam, para o nível 3 do SDSC os seus arquivos de dados com as informações armazenadas.

6.2 Descrição Geral

O SCVS deverá ser constituído de um conjunto de sete equipamentos fixos distribuídos ao longo de toda a extensão do projeto, conforme relacionado a seguir:

- um equipamento na estrutura de controle de saída para o trecho III, no reservatório, com vazão máxima de 45,1 m³/s;
- seis equipamentos nas tomadas d'água de uso difuso.

Será de responsabilidade da CONTRATADA a elaboração, encaminhamento e acompanhamento de aprovação de qualquer documentação, autorização, homologação ou providências junto a ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações), ou outros órgãos regulamentadores ou de concessão de serviços.

Os equipamentos do SCVS destinados aos postos de medição remotos, deverão também serem compatíveis com o SDSC.

Faz também parte do escopo do fornecimento a antena, suportes da antena, cabo de ligação da antena ao receptor/transmissor, suportes do cabo e demais equipamentos e materiais necessários a instalação e testes do SCVS. Atenção especial deverá ser dada às limitações de comprimento e percurso do cabo antena-receptor/transmissor, tendo em vista as características construtivas dos postos de medição remotos.

7 . CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS/OPERACIONAIS

7.1 Características Básicas do Sistema

As características básicas do sistema SCVS serão:

- Todas as partes integrantes do sistema deverão obedecer às normas do ITU-TSS (antigo CCITT) e TELEBRÁS, vigentes para este setor de comunicação.
- O modo de funcionamento deverá ser Semiduplex.
- A seleção dos equipamentos deverá ser por discagem telefônica convencional.
- O conjunto transmissor - satélite - receptor deverá permitir comunicação de dados a até 19.200 bits por segundo.
- O sistema deverá ter o tempo de acesso (da conclusão da discagem ao estabelecimento da comunicação de dados) inferior a 5 segundos.
- A perda de comunicação deverá ser inferior a 1 para 5.000.
- A disponibilidade do canal deverá ser superior a 99,9 % do tempo

7.2 Características dos Equipamentos de TX/RX

As características dos equipamentos de TX/RX serão:



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Cada equipamento deverá ser fornecido completo para a operação, dotado de antena e bateria.
- Os equipamentos deverão possuir 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.
- Os equipamentos deverão ser 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 deverá permitir comunicação 24 horas por dia, possibilitando uma monitoração *On line* dos equipamentos controlados.
- As portadoras a serem adotadas deverão ser transparentes aos protocolos de comunicação CCO – Postos de medição remotos e vice versa.
- As portadoras e os protocolos adotados para a comunicação não deverão afetar a lógica de *pooling* adotada para a monitoração do SCVS.
- Com o objetivo de garantir uma operação confiável, o sistema deverá ser 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 deverão ser de elevada disponibilidade e suportarem 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, deverão ser 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, deverão ser utilizadas as últimas edições das normas de referência aplicadas a sistemas de comunicação suportados por satélite.

7.3 Características dos Carregadores de Baterias

As características dos carregadores de baterias serão:

- Os carregadores de Baterias deverão ser do tipo “inteligente” ou seja, que permitam a permanência contínua das baterias no carregador, mesmo após as mesmas atingirem sua



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

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

- Os carregadores deverão ser para alimentação em 220 Vca, 60 Hz.

8 . REQUISITOS DE CONFIABILIDADE

A confiabilidade dos equipamentos e carregadores será medida pelos MTTR (Mean Time To Repair) e pelo MTBF (Mean Time Between Failure).

MTBF - Tempo Médio entre Falhas, é o tempo entre falhas não interdependentes, que provoquem a perda de funções do equipamento. É a razão entre o tempo em que o equipamento está em operação e o número de falhas que provocaram a perda de função do mesmo.

Nota: Falhas não interdependentes são aquelas na qual a primeira falha não é a causa das falhas seguintes.

MTTR - Tempo Médio de Reparo, é o tempo médio que um técnico ou equipe de manutenção leva para o restabelecimento das funções dos equipamentos, a partir do momento que o técnico ou a equipe chegar ao local onde o mesmo está instalado.

Nota: Serão consideradas como falhas toda perda permanente, momentânea, intermitente ou parcial de qualquer função dos equipamentos, mesmo que não provoquem degradação considerável das especificações técnicas ou funcionais do sistema, mas que exijam intervenção de manutenção. Serão consideradas falhas também as perdas de função decorrentes de problemas de *software*, desde que os mesmos não se originaram por operação errônea por parte de funcionários da CONTRATANTE.

8.1 MTBF

O MTBF dos equipamentos deverão ser iguais ou melhores dos relacionados a seguir:

Equipamento	MTBF(Horas)
Equipamento de TX/RX	20.000
Carregador de Baterias	10.000

8.2 MTTR

O MTTR para todos os equipamentos deverá ser menor ou igual a 0,5 Horas

9 . ATERRAMENTO E CONDIÇÕES AMBIENTAIS

9.1 Aterramento

A CONTRATANTE disponibilizará pontos de terra provenientes da malha de aterramento nas instalações dos postos de medição remotos, para a respectivas conexões aos equipamentos do SCVS.

Todas as conexões elétricas (cabos, conectores e barramentos) entre cada equipamento e o ponto de conexão da malha de terra deverão ser dimensionadas de tal forma a oferecer a menor impedância e resistência elétrica possível e permissível para atender a proteção do equipamento nas condições normais de operação.

Todas as carcaças metálicas deverão ser aterradas para impedir a possibilidade de choques elétricos no pessoal de operação e de manutenção bem como evitar interferências que prejudiquem o funcionamento dos equipamentos.

Cada armário, bastidor e gabinete deverá ser eletricamente isolado dos demais e de qualquer estrutura de suporte comum. A única conexão elétrica comum deverá ser aquela correspondente a ligação ao eletrodo "terra" da edificação.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Os conectores das ligações “terra” dos armários, bastidores e gabinetes deverão possibilitar o seu desligamento para execução de serviços e de testes de isolação.

Deverá ainda ser prevista a utilização de pára-raios e centelhadores para proteção dos equipamentos contra descargas elétricas e atmosféricas, através do emprego de elementos que estejam de acordo com as técnicas atuais de proteção e em conformidade com as normas vigentes.

Deverão ser projetados sistemas de aterramento para os equipamentos, visando:

- segurança do pessoal e dos equipamentos contra tensões perigosas e descargas elétricas;
- limitações de níveis de ruído e espúrios;
- referência de terra para os equipamentos.

Todos os equipamentos instalados nos postos de medição remotos deverão ser protegidos contra descargas elétricas e de natureza eletromagnética.

Para o sistema de proteção contra descarga atmosférica dos equipamentos do sistema deverão ser obedecidas as seguintes normas técnicas, em sua última edição:

- NBR-5419 - Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas
- NBR-5410 - Instalações elétricas de baixa tensão
- IEC-60 - High Voltage Test Techniques
- IEC-1024 - Protection of Structure Against Lighting
- IEC-364 - Electric Installation of Building.

9.2 Condições Ambientais

Os postos de medição remotos, serão construídos em locais onde a altitude é inferior a 1.000 metros em clima temperado.

A temperatura média anual é de 24° C sendo que a temperatura mínima e máxima são 0° C e 40° C, respectivamente.

A umidade relativa do ar pode alcançar valores de até 90 % durante certos períodos do ano.

A velocidade máxima do vento é de 126 km/h a temperatura de 15° C.

A chuva não é bem distribuída durante o ano. A área de maior incidência pluviométrica registra uma média anual de 800 mm.

10 . TREINAMENTO E DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

10.1 Treinamento

- O Treinamento deverá conter uma parte teórica e outra prática
 - Parte teórica: etapa onde será apresentada a configuração detalhada do com definições de todas as funções dos módulos, à nível de *hardware* e *software*. Também pretende-se, nesta etapa, adquirir conhecimentos referentes à interpretação de todos os manuais e documentos entregues como parte do fornecimento.
 - Parte prática: etapa onde pretende-se assimilar os conceitos, fundamentos e procedimentos de operação e manutenção dos equipamentos que serão utilizados. Os equipamentos utilizados serão similares aos do fornecimento.
- No final do curso de treinamento, os treinados estarão habilitados a:
 - Operar o sistema como um todo e individualmente;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Conhecer o funcionamento detalhado dos equipamentos nos seus aspectos de *hardware* e *software*;
- Ministrar todas as rotinas de ajustes, testes e manutenção preventiva prevista para os equipamentos;
- Acompanhar e executar os testes de aceitação em fábrica e no campo;
- Sanar todos os defeitos possíveis de reparo no local ou em laboratório, bem como detectar circuitos e/ou dispositivos necessitando substituição até a nível de componentes;
- Manusear corretamente e com eficiência, todas as facilidades e interpretar adequadamente os indicadores das falhas dos equipamentos;
- Realizar carregamento e inicialização de programas de *software* dos equipamentos;
- Realizar modificações nos equipamentos e programas bem como desenvolver e/ou reconfigurar estratégias operacionais e funcionais;
- Servir de multiplicador de conhecimentos em treinamentos semelhantes.

10.2 Documentação Técnica

Deverão ser fornecidos os documentos abaixo relacionados:

- Cronograma de emissão de documentos;
- Descrição funcional;
- Desenho da configuração;
- Diagrama em blocos geral ;
- Tipo e modelo dos equipamentos propostos;
- Especificações técnicas de cada equipamento, cabos e acessórios, informando, por exemplo, níveis de entrada e saída, frequência de operação, alimentação elétrica, consumo, dimensões físicas, desenhos e cortes, características especiais, etc.;
- Descrição dos equipamentos com características técnicas de funcionamento, nome de fabricantes e sub-fornecedores, tipo de conectores, filtros, teclas, cabos, etc.;
- Relação de todos os equipamentos, módulos, materiais e serviços que comporão o fornecimento;
- Catálogos;
- Documentação de *software* que será fornecida e que nível de interação homem-máquina estará disponível;
- Lista de instrumentos, ferramentas e *softwares* necessários à manutenção dos equipamentos.
- Apresentar memoriais de cálculo, descrições funcionais e técnicas, garantindo o pleno atendimento de todos os requisitos funcionais e técnicos dos equipamentos.
- Listas de sobressalentes;
- Manuais de instruções para instalação dos equipamentos, módulos e acessórios
- Manuais de operação e manutenção;
- Especificações técnicas dos equipamentos;
- Desenhos dimensionais;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Listas de materiais;
- Procedimentos de inspeção e testes em fábrica.

11 . FABRICAÇÃO E INSTALAÇÃO

A fabricação e a instalação dos equipamentos deve obedecer ao descrito a seguir:

- Modularidade e Intercambiabilidade

O projeto deverá prever construção modular e, sempre que possível, a intercambiabilidade de módulos e cartões que executam a mesma função.

Módulos com as mesmas funções não deverão, em princípio, serem particularizados a uma localização, isto é: um cartão de circuito impresso, por exemplo, reparado e pré-ajustado num laboratório deverá ser perfeitamente intercambiável em qualquer gabinete, sem necessidade de calibragem.

Módulos dimensionalmente iguais e que executem funções distintas deverão ser providos de travas mecânicas de modo a evitar a colocação em posição e local indevido.

Excetuam-se as unidades modulares cuja função seja a de casar características específicas dependentes de sua localização como, por exemplo: casadores de impedância, elementos de tempo, geradores e filtros de diferentes frequências, etc. Neste caso, mesmo unidades modulares da mesma série, serão consideradas como módulos distintos e deverão ser particularizadas a sua localização.

- Cartões de Circuito Impresso

Em princípio, os componentes elétricos e eletrônicos deverão ser montados em cartões de circuitos impressos. Os componentes deverão ser fixados nos circuitos impressos de forma a impedir vibrações, esforços mecânicos em seus terminais de ligação elétrica e ônus à robustez mecânica do conjunto. Sempre que as condições acima não forem realizáveis, os componentes deverão ser montados em módulos, com chassi independente e mecanicamente rígido, de dimensões e constituição mecânica, sempre que possível, padronizada.

Os cartões de circuitos impresso deverão ser construídos de tecido de vidro com resina epoxy com espessura suficiente para permitir fácil remoção ou inserção, sem emperramento ou quebra.

O material condutor deverá ser de cobre, protegido contra a exposição ao ar ambiente e a possibilidade de danos decorrentes da presença de umidade ou poeira. Deverão também serem tomadas precauções para impedir danos decorrentes de deterioração química de superfície de contato.

Os cartões de circuito impresso deverão ser implementados de forma que não haja possibilidade de ocorrerem falhas operacionais decorrentes de induções eletromagnéticas entre componentes e outros cartões, bem como aquelas originadas devido a efeitos elétricos quaisquer, tais como: resistência, capacitância ou indutância parasitas.

Na construção de qualquer circuito eletrônico, deverá ser maximizado o uso de circuitos integrados, especialmente com circuitos do tipo "VLSI" e componentes com tecnologia "SMD" e minimizado o uso de componentes discretos. Deverão ser fixados aos cartões através de soquetes, principalmente os circuitos integrados reprogramáveis.

12 . ENSAIOS E TESTE DE ACEITAÇÃO

- A fabricação e a execução dos testes dos equipamentos adquiridos serão fiscalizadas pela CONTRATANTE através de inspetor credenciado para tal fim, conforme as normas aqui estabelecidas. A CONTRATADA deverá enviar à CONTRATANTE, para aprovação, o roteiro de testes previstos para serem realizadas em fábrica. A aprovação pela CONTRATANTE do roteiro de testes em fábrica, não exime a CONTRATADA da responsabilidade de realizar às suas custas, quaisquer testes adicionais requeridos para comprovação das características



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

técnicas especificadas. Os testes de aceitação em fábrica somente terão início após a aprovação das rotinas e protocolos de testes.

- Nem o equipamento, nem quaisquer de seus componentes poderão ser entregues e despachados pela CONTRATADA antes da realização de todos os ensaios e testes de aceitação em fábrica, para determinar a sua conformidade com as normas e especificações adotadas.
- Durante a realização de qualquer teste não será permitido nenhum reparo, modificação ou ajuste do equipamento a não ser com o consentimento explícito da CONTRATANTE. Ocorrendo qualquer ajuste todos os procedimentos de testes deverão ser repetidos. No caso de necessidade de realização de testes complementares em fábrica ou mesmo de repetição de testes realizados, todas as despesas decorrentes do fato, relativas à prorrogação da presença do Inspetor, correrão por conta da CONTRATADA.
- Para a execução dos testes, caberá à CONTRATADA providenciar todos os recursos necessários, tais como: técnicos qualificados e equipamentos de teste. A CONTRATADA deverá permitir o livre acesso do Inspetor às dependências da fábrica e oficinas durante a fabricação e montagem dos equipamentos, para exame visual e dimensional dos materiais e componentes, no estoque ou na linha de montagem, e verificação e obtenção de dados dos ensaios e dos testes.
- CONTRATANTE se reserva o direito de debitar da CONTRATADA quaisquer despesas adicionais com inspeção, ensaio ou teste, quando os equipamentos ou materiais não estiverem prontos na época em que a inspeção estiver prevista.
- Os resultados dos testes deverão ser apresentados de forma a se poder constatar que os equipamentos testados atendem às especificações aplicáveis.
- Qualquer material ou componente que não satisfaça às normas técnicas ou aos documentos de referência, poderão ser rejeitados pelo Inspetor e deverá ser substituído pela CONTRATADA sem ônus para a CONTRATANTE
- Caso a CONTRATADA não disponha de facilidade para realização de todos os testes especificados, deverá providenciar para que estes testes sejam realizados em outros laboratórios, sendo que quaisquer despesas decorrentes serão por sua conta e risco.
- Deverão ser realizados, no mínimo, os seguintes testes e ensaios:
 - Testes de Condições Ambientais: A CONTRATADA deverá submeter uma amostra de cada módulo e uma montagem final de cada conjunto de equipamentos aos testes de condições ambientais externas, de acordo com as normas aplicáveis para este tipo de equipamento, ou a critério da CONTRATADA, apresentar laudos comprobatórios emitidos por entidade oficial, de reconhecimento nacional ou internacional.
 - Testes de Rigidez Dielétrica: Todos os conjuntos de equipamentos e módulos do Fornecimento deverão ser submetidos a testes de rigidez dielétrica de acordo com o procedimento de testes aprovado.
 - Testes de Isolação Elétrica: Todos os conjuntos de equipamentos e módulos do Fornecimento deverão ser submetidos a testes de isolação elétrica de acordo com o procedimento de testes aprovado.
 - Testes Funcionais: Todos os módulos e conjuntos do sistema proposto deverão ter suas funções testadas por um conjunto simulador ao serem recebidos em fábrica. Os testes deverão ser abrangentes para cada módulo específico (teste de cartões e unidades), e sua execução se resumir na simulação das condições reais de trabalho de todas as partes testadas, devendo ser verificadas todas as entradas de dados ou controles de cada módulo,



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

as características técnicas específicas e todos os sinais apropriados das saídas de dados ou controle para cada entrada fornecida.

- Testes Integrados: Os testes integrados deverão contemplar basicamente a verificação do funcionamento interligado de parte dos equipamentos do sistema, em plataforma de ensaio, devendo estarem simuladas as funções do sistema para que se possa verificar seu comportamento. A extensão e os procedimentos para esse teste deverão ser acertadas entre a CONTRATANTE e a CONTRATADA.
- Caso os testes e ensaios previstos se mostrem insuficientes para medir o desempenho de alguma função, novos testes e ensaios serão realizados até que todas as características do equipamento sejam verificadas.
- Os seguintes testes e ensaios adicionais poderão ser necessários dependendo do tipo de equipamento ou material:
 - Ensaio de Vibração e Choque Mecânico;
 - Ensaio de Envelhecimento;
 - Inspeção Mecânica e Visual;
- Durante a execução de um teste exigido para aprovação, nenhum reparo, modificação ou ajuste poderá ser feito. Caso a CONTRATANTE esteja de acordo, poderão ser feitas as correções necessárias e depois todo o procedimento deverá ser repetido, desde o início.

13 . MATERIAL SOBRESSALENTE E DE CONSUMO

13.1 Sobressalentes

- Deverão ser fornecidos sobressalentes dos equipamentos e materiais para manutenção do SCVS para um período de 2 (dois) anos de operação (durante o período em garantia), os quais serão entregues à CONTRATANTE no início da operação do sistema.
- A quantificação destes sobressalentes deverá levar em consideração os índices de confiabilidade para cada tipo de equipamento ou material, sendo que deverá ser fornecida a documentação de comprovação de cálculos.
- Na quantificação de sobressalentes, deverá ser levado em conta a garantia mínima de vida útil de cada equipamento, fixada pelos parâmetros de confiabilidade reais de cada unidade do Fornecimento.
- Todos os equipamentos e materiais incluindo componentes de cada cartão deverão ter a sua disponibilidade garantida por um período de 10 (dez) anos, contados a partir do início da operação.
- Todos os equipamentos, materiais, componentes ou módulos sobressalentes deverão ser da mesma qualidade dos originais e perfeitamente intercambiáveis.
- Durante o período mínimo de doze meses consecutivos de operação dos subsistemas serão reavaliadas junto com a CONTRATADA as quantidades ofertadas a títulos de sobressalentes.
- Caso, durante a vigência da garantia, for constatada uma eventual insuficiência das quantidades propostas, substituições ou reparações de quaisquer equipamentos, componentes, materiais de montagem e de instalação, será efetuado fornecimento adicional , sem ônus para a CONTRATANTE.
- Qualquer equipamento sobressalente, de propriedade da CONTRATANTE, utilizada durante o período de garantia, deverá ser substituída, sem ônus e em tempo hábil, de modo a não



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

comprometer a manutenção dos equipamentos e assegurar que, no término do período de garantia, o lote esteja completo.

- Os sobressalentes adquiridos que perderem sua atualidade face a modificações ou substituições por falha de projeto, por material inadequado ou por mão-de-obra de má qualidade; serão substituídos pela CONTRATADA, sem qualquer ônus para a CONTRATANTE.

13.2 Material de Consumo

A CONTRATADA deverá fornecer material de consumo para atender as necessidades de dois anos, com base no TMEF solicitado sendo que a lista deverá ser apresentada antecipadamente, para aprovação da CONTRATANTE.

14 . EMBALAGEM

A CONTRATADA será a responsável pela embalagem dos equipamentos. Sendo que cada embalagem deverá identificação adequada quanto ao conteúdo, dimensões, peso e cuidados especiais.

15 . GARANTIAS

- O período de garantia exigido para o Fornecimento será de 2 (dois) anos a contar do término de montagem e colocação em operação.
- Esta garantia abrangerá, todo e qualquer defeito de projeto, fabricação e montagem, nos componentes ou equipamentos, ou queda no desempenho dos subsistemas, quando submetidos a uso e conservação normais.
- Em nenhuma hipótese serão encerrados os períodos de garantias de fabricação e instalação antes da obtenção dos TMEF e TMPR especificados.
- A aceitação de qualquer equipamento, material, serviço ou aprovação de documentos pela CONTRATANTE não nos desobriga a CONTRATADA da plena responsabilidade com relação ao projeto integral do sistema, pelo seu perfeito funcionamento, pela sua entrega sem falhas ou omissões que venham a retardar a montagem, colocação em serviço ou bom desempenho em operação.
- A garantia deverá ser independente de todo e qualquer resultado decorrente de ensaios realizados, isto é, quaisquer que tenha sido estes resultados, responderemos por todas as garantias dentro dos seus termos.
- No caso de constatar-se quaisquer defeitos ou deficiências nos equipamentos, a CONTRATANTE terá o direito de operar tais equipamentos até que os mesmos sejam substituídos.
- Esta garantia compreenderá o reparo ou a substituição de qualquer componente defeituoso e sob as seguintes condições:
 - O reparo ou substituição da parte defeituosa será providenciado em até 2 (dois) dias úteis contados a partir da data de recebimento pela CONTRATADA de comunicado por escrito da CONTRATANTE, acompanhado da entrega do equipamento ou componente defeituoso que estará à disposição nas dependências da CONTRATANTE.
 - Os sobressalentes, integrantes do fornecimento, terão as mesmas garantias previstas, contadas a partir das datas de entrega à CONTRATANTE.
- Caso sejam constatados defeitos, falhas ou vícios; sejam resultantes de emprego inadequado de mão-de-obra, equipamentos, materiais ou componentes, ou do processo de fabricação, métodos de construção, montagem ou entrega dos mesmos, durante o período desta garantia, aqui estabelecido, serão feitas as necessárias alterações, substituições e instalações, sem



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

quaisquer ônus para a CONTRATANTE, quando então o prazo de garantia será prorrogado por mais 120 (cento e vinte) dias, para nova comprovação dos índices de confiabilidade estabelecidos.

- Todos os períodos de garantias aqui especificados serão prorrogados por períodos de 120 (cento e vinte) dias a cada interrupção causada por erros de projeto, fabricação, montagem e instalação.



PARTE 11: SISTEMA DIGITAL DE SUPERVISÃO E CONTROLE

1 . OBJETIVO

Esta seção abrange a descrição geral do fornecimento, define seus limites e as responsabilidades a serem assumidas pelo CONTRATADO para fornecer o Sistema Digital de Supervisão e Controle, doravante referenciado por SDSC, necessários para a implantação das usinas hidrelétricas, subestações, estruturas de controle dos reservatórios, e tomadas d'água de uso difuso do Trecho III - Eixo Norte, que deverão ser executados 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.

O fornecimento inclui projeto, fabricação, inspeção, ensaios de plataforma, embalagem para transporte, transporte da fábrica até o canteiro de obras do Sistema Digital de Supervisão e Controle, doravante referenciado por SDSC a serem fornecidos completos com acessórios, peças sobressalentes, ferramentas e dispositivos especiais.

As usinas hidrelétricas são em número de duas, as unidades geradoras na tensão de 6,9 kV, as subestações elevatórias das usinas na tensão de 6,9 – 69 kV conforme apresentado na tabela a seguir:

USINAS	SALGADO I	SALGADO II
UNIDADES GERADORAS	04	04
SE VÃOS DE LINHA	02	01
SE VÃOS DE TRAFOS	01	01

Nos reservatórios e ao longo dos canais existirão estruturas de controle dos reservatórios, com ou sem comportas, tomadas d'água de uso difuso, com ou sem estação de bombeamento e postos de medição remotos, que deverão ser controlados e supervisionados pelo SDSC.

As usinas hidrelétricas e demais, estruturas de controle dos reservatórios e tomadas d'água de uso difuso poderão operar de maneira assistida ou desassistida. Na condição desassistida deverá ser operada a partir do Centro de Controle e Operação, CCO, localizado junto à estação de bombeamento, EBI-3.

2 . EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS

2.1 EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS INCLUÍDOS NO FORNECIMENTO

2.1.1 Hardware do SDSC

O fornecimento de equipamentos, materiais e serviços do SDSC incluem, mas não se limitam aos itens abaixo discriminados. O desenho EN.B/III.DS.EL.0004 (página 150 do caderno de desenhos) ilustra a configuração do SDSC.

2.1.1.1 Equipamentos do Nível 1 - Usina Hidrelétrica Salgado I

a) 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;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- 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".
- b) 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".
- c) um Equipamento Móvel de Sincronização Manual para Teste com os seguintes dispositivos:
- Voltímetro duplo;
 - Freqüencímetro duplo;
 - Sincronoscópio;
 - Lâmpadas.

2.1.1.2 Equipamentos do Nível 1 - Usina Hidrelétrica de Salgado II

- a) 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;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Relés auxiliares e de bloqueio;
 - IHM gráfica, à cores, com tela de 10,5”.
 - b) 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”.
 - c) um Equipamento Móvel de Sincronização Manual para Teste com os seguintes dispositivos:
 - Voltímetro duplo;
 - Freqüencímetro duplo;
 - Sincronoscópio;
 - Lâmpadas.
- 2.1.1.3 Equipamentos do Nível 1 para as, Estruturas de Controle dos Reservatórios, e Tomadas D’água de Uso Difuso
- a) um Painel 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.
 - b) 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 analógica: 2;
 - Entradas digitais em BCD: 2;
 - Comunicação Via Satélite.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

2.1.1.4 Equipamentos do Nível 2 para cada Usina Hidrelétrica

- a) dois consoles de operação para o controle e supervisão da usina hidrelétrica, subestação, 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 Intel Pentium III, 733 MHz, memória cache 256 KB, 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;
- b) 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;
- c) uma rede *Ethernet*, preferencialmente de alta velocidade, configuração em anel, tendo como meio físico cabos em fibra óptica;
- d) Transdutores eletroópticos, *hubs*, roteadores e demais componentes necessários à comunicação dos equipamentos do nível 2 com os do nível 1 da usina hidrelétrica, subestação, estruturas de controle dos reservatórios e tomadas d'água de uso difuso.
- e) um móvel integrado modular com 3 (três) cadeiras com perfil ergométrico para acomodar os dois consoles de operação e seus periféricos, GPS, *hubs*, roteadores, conversores e demais componentes das redes *Ethernet* de integração dos equipamentos do nível 2 do SDSC com os dos níveis 1 e 3.
- f) 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 1 (um) disjuntor geral e 12 (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.

2.1.1.5 Equipamentos do Nível 3 para o CCO

O *hardware* necessário para atender o Trecho III - 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.

2.1.1.6 Medidores de Vazão e Nível

- a) 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.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- b) quatro medidores de nível para cada estrutura de controle do reservatório, microprocessados tipo ultra-sônico, campo de medição de 1 a 20 m, resolução 1 cm, precisão 2 %, uso ao tempo com grau de proteção IP65, tensão auxiliar de 220 Vca, 60 Hz, saída serial RS232 ou RS485 com *software* e protocolo compatível com a UAC local, ou saída de 4 a 20 mA 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. Os medidores deverão disponibilizar também contatos secos (2 níveis) para segurança do sistema
- c) 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.
- d) 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.

2.1.1.7 Equipamentos, Peças e Ferramentas Especiais

Todos os equipamentos, peças e ferramentas especiais para a manutenção, ensaios e programações das unidades do SDSC deverão ser fornecidos.

Caso estas peças e ferramentas especiais já tenham sido fornecidas para atender o Trecho I e forem suficientes para atender também ao trecho III não é necessário um novo fornecimento

2.1.2 Software do SDSC

O Fornecimento de programas informáticos do SDSC inclui, mas não se limita aos itens abaixo discriminados:

- a) Licenças de uso de programas básicos, incluindo sistema operacional tipo Microsoft Windows 2000 Profissional e programas de comunicação, rede, base de dados de tempo real (inclusa no *software* SCADA), configuração e auto-diagnose e demais programas básicos necessários, em quantidade igual à de equipamentos em que cada programa é aplicado.
- b) 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.
- c) 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.
- d) Licenças de uso dos programas aplicativos configuráveis, em quantidade igual à de equipamentos em que cada programa é aplicado.
- e) Licenças de uso dos programas aplicativos configuráveis das UACs, em quantidade igual à de equipamentos em que cada programa é aplicado.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- f) 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 (se não estiver incluso no Windows 2000 Profissional).
 - Interfaces de comunicação com os vários níveis. O PROPONENTE deverá totalizar, em função de sua configuração.
 - Microcomputador portátil.
- g) Serviços de configuração dos *software* aplicativos configuráveis e desenvolvimento de *software* aplicativos específicos das UACs.
- h) 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.
- i) 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.

2.1.3 Materiais de Instalação e Cabos

Estão incluídos no Fornecimento todos os cabos ópticos e elétricos de controle e força de interligação entre equipamentos do SDSC e entre estes e equipamentos de terceiros e respectivos materiais de instalação

O Fornecimento deve incluir também os cabos de controle e força entre equipamentos de terceiros, exceto nos itens indicados em contrário nestas Especificações Técnicas.

2.1.4 Documentação

O Fornecimento inclui a entrega de documentação completa referente a projeto, fabricação, implementação, integração, montagem, testes, treinamento, operação, manutenção e sistema de garantia de qualidade de todos os sistemas, equipamentos e programas, compreendendo desenhos, diagramas funcionais e lógicos detalhados, catálogos, cronogramas, memórias de cálculos, especificações, procedimentos, manuais, descrições e outros do gênero.

O projeto deverá ser completo incluindo os funcionais executivos do SDSC, objeto destas Especificações Técnicas, e funcionais executivos de equipamentos de terceiros, de maneira que através dos documentos deste projeto sejam representados todo o sistema de supervisão, controle e proteção de todos os equipamentos de cada usina hidrelétrica, subestação, estruturas de controle dos reservatórios e tomadas d'água de uso difuso.

Em princípio os seguintes documentos deverão ser executados pela CONTRATADA.

- Unifilares, trifilares, funcionais, diagramas lógicos de blocos, vistas e detalhes construtivos dos painéis, listas de materiais, listas de eventos e alarmes e listas de etiquetas;
- Desenhos de interligação externa de controle e força, entre os equipamentos do SDSC, entre estes e equipamentos de terceiros, entre equipamentos de terceiros;
- Desenhos de disposição dos cabos em fibra óptica nos condutos para cabos;
- Desenhos de instalação dos painéis do SDSC;
- Configuração e parametrização do *software* de todos os equipamentos do SDSC;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Manuais técnicos de todos os equipamentos;
- Manuais de operação e manutenção.
- O PROPONENTE deverá apresentar em sua proposta os certificados de homologação correspondentes a todos os ensaios de tipo especificados para os equipamentos deste Fornecimento.

2.1.5 Peças Sobressalentes

O Fornecimento inclui os conjuntos de peças sobressalentes conforme especificado nas seções subseqüentes destas Especificações Técnicas.

O PROPONENTE deve discriminar de forma individualizada o Fornecimento.

2.1.6 Dispositivos Avulsos

O Fornecimento inclui os seguintes itens avulsos, conforme especificado nas seções subseqüentes destas Especificações Técnicas e Especificações Técnicas Gerais.

Terminais de compressão para cabos e respectivos alicates.

Galões de tintas de fundo, intermediárias e de acabamento, para uso na obra.

O PROPONENTE deve discriminar de forma individualizada o Fornecimento.

2.1.7 Equipamentos de Ensaio e Manutenção

O Fornecimento inclui todos os equipamentos, ferramentas e programas necessários às atividades de manutenção em campo, por terceiros.

O Fornecimento inclui também todos os equipamentos, ferramentas e programas especialmente desenvolvidos para os ensaios em fábrica e na obra que venham a ser úteis nas atividades de manutenção.

O PROPONENTE deve discriminar de forma individualizada o Fornecimento.

2.1.8 Embalagem e Transporte

Ficarão a cargo da CONTRATADA a embalagem e o transporte de todos os equipamentos e materiais deste Fornecimento, até o local da obra, em acordo com os requisitos destas Especificações Técnicas, bem como os respectivos seguros.

2.1.9 Serviços Incluídos no Fornecimento

2.1.9.1 Serviços de Ensaio de Aceitação e Assistência Técnica

Estão incluídos neste Fornecimento todos os serviços necessários à completa realização dos Ensaio de Aceitação de todos os equipamentos, materiais, programas e sistemas do Fornecimento, bem como os serviços de assistência técnica até o final do período de garantia, em acordo com os requisitos destas Especificações Técnicas.

2.1.9.2 Serviços de Montagem e Integração

Estão incluídos todos os serviços de montagem em fábrica necessários à integração em plataforma de ensaios e testes em fábrica e os serviços de supervisão e montagem da instalação em campo, inclusive apoio ao comissionamento.

2.1.9.3 Serviços de Supervisão de Hardware e Software em Campo

Os cabos de alimentação e os cabos de sinais do processo terão seu lançamento e conexões supervisionados pela CONTRATADA.

Os cabos de comunicação (ópticos e/ou metálicos) serão lançados pela CONTRATADA. As conexões destes cabos aos equipamentos de interface com os sistemas incluídos no



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Fornecimento e nos equipamentos fornecidos por terceiros deverão ser realizadas pela CONTRATADA. Também é de responsabilidade da CONTRATADA a execução de todas as emendas dos cabos ópticos e respectivas conectorizações.

O SDSC será o elemento chave para a operação de cada usina hidrelétrica, subestação, estruturas de controle dos reservatórios e tomadas d'água de uso difuso, uma vez que os sistemas de fornecimento de terceiros, em sua maioria, serão controlados pelos equipamentos dos diversos níveis do SDSC e não possuirão sistemas próprios de controle. No Fornecimento estão incluídos todos os serviços de integração em campo bem como todo o suporte ao comissionamento dos sistemas e equipamentos supervisionados e/ou controlados pelo SDSC. Estes serviços incluem a ampla participação conjunta, simultânea e escalonada em campo de todos os fornecedores envolvidos, com responsabilidades solidárias, sobre as implementações das interfaces e dos modelos de operação que garantam o correto funcionamento de todos os sistemas existentes, tanto individualmente quanto integrados, dentro dos prazos contratuais.

2.1.9.4 *Treinamento*

O Fornecimento inclui todos os serviços de treinamento, conforme especificado nas subseqüentes seções destas Especificações Técnicas e demais Documentos de Contrato.

O PROPONENTE deve discriminar de forma individualizada os cursos ofertados.

2.1.10 **Garantias**

A CONTRATADA será responsável pelo sistema de garantia de qualidade, pela garantia das características técnicas do Fornecimento, pela garantia de fornecimento de itens de reposição e pela garantia de assistência técnica durante as várias fases do Fornecimento, conforme estabelecido nas subseqüentes seções destas Especificações Técnicas.

2.2 **Equipamentos, Materiais e Serviços Excluídos do Fornecimento**

Os seguintes itens estão excluídos do Fornecimento e serão providos pela CONTRATANTE ou por terceiros à sua ordem, de forma coordenada com as próprias atividades do Fornecimento:

- Obras civis;
- Fornecimento de energia elétrica.

3 . REQUISITOS DO SDSC

3.1 **Estrutura Hierárquica do Sistema**

A estrutura hierárquica do SDSC das usinas hidrelétricas, subestações, estruturas de controle dos reservatórios e tomadas d'água de uso difuso foi concebida em três níveis funcionais, conforme representado no desenho EN.B/III.DS.EL.0004 (página 150 do caderno de desenhos).

3.1.1 **Nível 1**

O nível inferior do SDSC, identificado como nível 1, corresponde aos subsistemas locais de aquisição de dados e controle relativos aos elementos das usinas hidrelétricas, subestações, estruturas de controle dos reservatórios 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, intertravamentos, automatismos, medições operacionais e de faturamento necessárias à operação correta e segura dos equipamentos.

No Fornecimento deverá ser 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.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

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

Para as subestações de 6,9 – 69 kV deverão ser prevista uma UACs com redundância no processador para cada subestação, que fará o controle de um transformador, um vão de transformador, um ou dois vãos de linhas de transmissão de 69 kV, tomada d'água e serviços auxiliares elétricos e mecânicos.

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

Existirá ainda uma UAC para cada estrutura de controle dos reservatórios, tomada d'água de uso difuso e posto de medição remoto. Estas UACs deverão efetuar a aquisição dos dados de supervisão, medição e controle e efetuar os comandos de ligar e desligar bombas, abrir e fechar comportas ou válvulas. Não serão necessárias IHMs para essas UACs.

3.1.2 Nível 2

O nível 2 do SDSC será responsável pela supervisão e controle de sua correspondente usina hidrelétrica, subestação, estruturas de controle dos reservatórios e tomadas d'água de uso difuso. Desta forma, através dos equipamentos do nível 2, poderão ser controlados os equipamentos principais e auxiliares de cada usina hidrelétrica, tomada d'água, serviços auxiliares e equipamentos da subestação 69 kV, efetuar a medição dos níveis dos reservatórios, controle das comportas ou válvulas das suas estruturas de controle, a supervisão e telecomando das tomadas d'água de uso difuso associadas.

O nível 2 deverá ser 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 e estruturas de controle associadas, GPS e dispositivos complementares de sincronização de tempo das várias unidades do SDSC.

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

As funções de gerenciamento da base de dados, em configuração dual e responsáveis 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 deverão ser previstas para essa função.

Existirá um GPS para cada usina hidrelétrica com a finalidade de efetuar a sincronização de tempo de todas as unidades dos níveis 1 e 2 do SDSC, de maneira que a diferença de tempo entre as unidades seja inferior a 3ms. Estes mesmos GPS efetuarão também a sincronização dos tempos das unidades do sistema digital de proteção, de fornecimento de terceiros.

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, deverá ser prevista.

3.1.3 Nível 3

O nível 3 é o responsável pela supervisão e controle dos equipamentos e sistemas de todo o empreendimento, compreendendo as três estações de bombeamento, sete usinas hidrelétricas, sistemas de transmissão de 230 e 6,9 kV, sistema de transmissão de 69 kV, estruturas de controle dos reservatórios, estruturas de derivação, tomadas d'água de uso difuso e postos de medição remotos.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

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 computacionais para o gerenciamento da base de dados, dois roteadores para a transmissão/recepção de dados dos postos de medição remotos via satélite e um GPS para a sincronização de tempo, sua implantação foi definida na implantação do Trecho I e deverá ter implementado os *softwares* necessários para atender aos Trechos II e III.

3.2 Requisitos de Comunicação

A comunicação entre as UACs e entre as UACs e equipamentos do nível 2 será efetuada através de uma rede óptica 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 das estruturas de controle e tomadas d'água de uso difuso será efetuada via satélite.

A comunicação entre as UACs e os relés de proteção, excitação e reguladores de velocidade poderá ser serial ou paralela.

A comunicação entre o nível 2 do SDSC e o CCO será efetuada por redes ópticas redundantes de alta velocidade, preferencialmente de 100 Mbits/s, padrão *Ethernet*, com características de sistema aberto, constituída fisicamente de cabos em fibra óptica dispostos nos condutores de proteção contra descargas elétricas nas linhas de transmissão de 230 kV e 69 kV (OPGW).

3.3 Requisitos Funcionais do SDSC

3.3.1 Filosofia de Operação

a) Modos de Funcionamento dos Consoles

O sistema deverá prover recursos para que se possa alocar aos consoles do sistema modos distintos de funcionamento. A cada modo de funcionamento definido deverá estar 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 deverá ter 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 deverá ser feita de forma *on line* e difundida automaticamente aos demais equipamentos.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

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

- Treinamento

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

Exceto o modo configuração/manutenção, todos os demais modos deverão poder ser alocados em cada console, por um ou mais grupos funcionais da usina hidrelétrica e da subestação, 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.

- b) Recursos de Exibição de Imagens

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

Deverá oferecer 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*.

- Organização da Tela

As telas deverão ser livremente configuráveis de acordo com as necessidades operacionais da CONTRATANTE. Após configuradas, as telas deverão ter a seguinte divisão, para fins de apresentação das informações:

- Regiões pré-definidas com a finalidade de apresentar informações dedicadas tais como:
- Campos de data (dd mm aaaa) e hora (hh mm ss).
- Campos de identificação de página (nome e número).
- 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



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

implicará na abertura de uma janela, junto ao campo selecionado, para o detalhamento da ação através de um diálogo homem-máquina de múltipla escolha.

- Tipos de Símbolos Primitivos

As telas deverão ser 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.

- 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 geradora.

Para adição futura de consoles com mais de um monitor de vídeo, deverão ser providos meios seguros para a seleção do monitor sobre o qual se está atuando, que garantam a independência funcional de cada monitor.

c) Recursos de Atuação dos Operadores

As seguintes funcionalidades deverão existir 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 deverão exibir 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.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- 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).

d) Funções de Aplicação

Caberá ao SDSC e suas correspondentes funções contempladas no presente Fornecimento, e em consonância com o algoritmo a ser entregue pela CONTRATANTE, efetuar:

- A seqüência de partida e parada;
- Os cálculos das vazões efluente e afluentes;
- A monitoração dos níveis de montante e de jusante.
- Além disto, o SDSC deverá ser provido com, no mínimo, as funções de aplicação discriminadas nos demais tópicos destas Especificações Técnicas.

3.3.2 Seqüência de Partida e Parada

O Trecho III, Eixo Norte é constituído de cinco usinas hidrelétricas e um conjunto de canais artificiais, túneis, tubulações e em conjunto com o Trecho I Eixo Norte, levará água captada no Rio São Francisco para Pernambuco, Ceará e Paraíba, em uma extensão aproximada de 200 km. Neste percurso serão alimentados reservatórios intermediários com ou sem comportas, efetuada a distribuição de água pelos vários consumidores através das estruturas de derivação e tomadas d' água de uso difuso com ou sem bombeamento e abastecidos os açudes existentes na região.

Levando-se em consideração que a velocidade da água prevista será de 1m/s, utilizando-se de curvas de tendências deverá ser possível otimizar o sistema de forma que não se perca água por extravasamentos e nem falte água em pontos do sistema.

Os níveis em cada reservatório, bem como a vazão em cada tomada d'água de uso difuso e em cada estrutura de derivação 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.

3.3.3 Monitoração dos Níveis e Cálculos das Vazões Efluentes e Afluentes

Os níveis de todos os reservatórios pertencentes ao Trecho III deverão ser monitorados pelo SDSC e, portanto estão incluídos no Fornecimento 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 3 e utilização operativa destas informações foram definidas na especificação técnica do SDSC do Trecho I.

3.3.4 Partida Automática da Unidade Geradora

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



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

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.

3.3.5 Parada Automática da Unidade Geradora

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

Esta função deverá atender ainda aos seguintes requisitos:

- 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



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

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.

3.3.6 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 deverão ser 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 deverá ser 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 o mesmo. A cada variação desta grandeza ($0 \rightarrow 1$), o contador de manobras deverá ser incrementado em uma unidade.

Para os disjuntores deverão existir 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 deverá ser periodicamente comparado com o valor atual correspondente, devendo ser sinalizado, por equipamento, quando o valor for atingido.

Deverá ser possível ao usuário do sistema zerar os contadores individualmente. Isto deverá ser 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, deverá ser iniciada nova contabilização.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

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

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

Para fins de registro histórico deverão ser 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 aquele equipamento.

3.3.7 Processos Rotineiros

Processos rotineiros deverão ser previstos como por exemplo:

As válvulas borboleta de cada um dos condutos forçados deverão ser acionadas para manutenção. Na falta de energia, estas válvulas são acionadas normalmente por contra peso, sua restituição é feita por acionamento motorizado.

Por motivo de manutenção, deverá ser prevista uma rotina alertando os operadores para execução desta atividade que deverá ser executada em uma das paradas da unidade geradora, em periodicidade a ser definida no projeto executivo.

Outros processos rotineiros deverão ser previstos e serão realizados em conjunto com o fabricante dos equipamentos e/ou analistas de processos.

3.3.8 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.

3.4 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, subestação 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



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

qualificadas como de suporte, típicas de sistemas aplicativos configuráveis para o controle de cada usina hidrelétrica, subestação, estruturas de controle dos reservatórios, e tomadas d'água de uso difuso, e que estão especificadas a seguir.

3.4.1 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.

3.4.2 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



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

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.

- 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 sequencial 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.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

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

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.

3.4.3 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.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Execução do comando *check before operate* por *software*.
- 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.

3.4.4 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.

3.4.5 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, subestação, 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.

3.4.6 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”.

3.4.7 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.

3.4.8 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:

- 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.

3.4.9 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.

3.4.10 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.

3.4.11 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 souberdes 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 atentará 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 souberdes, 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, subestação, estruturas de controle dos reservatórios e tomadas d'água de uso difuso, aonde existam equipamentos de nível 1.

Esta linha 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.

3.5 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.

3.5.1 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.

3.5.2 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.

3.5.3 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

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



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

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.

3.5.4 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.

3.5.5 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.

c) Parametrização



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

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.

3.6 Requisitos dos Equipamentos

Todos os equipamentos ofertados deverão ser atuais e, à época do Fornecimento, deverão estar ainda disponíveis para Fornecimento de linha por seu fabricante original. Equipamentos semelhantes deverão ser 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.

Os materiais e componentes dos painéis deverão atender aos requisitos dos itens 1.7 e 1.8, destas Especificações Técnicas.

3.6.1 UACs - Unidades de Aquisição de Dados e Controle

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

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

No segundo nível, deverão existir subunidades de interface com o processo que deverão poder 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 deverão ser em fibra óptica.

a) 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 utilizados 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.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Os programas e algoritmos principais de controle, bem como os parâmetros principais de controle deverão ser 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 deverá possuir seu próprio circuito de temporização tipo *watchdog*.

Bateria seca recarregável ou capacitor golden 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 deverão possuir relógio calendário interno com intervalo de resolução menor ou igual a 1 ms e com capacidade de interrupção dos processadores. O relógio calendário deverá poder ser 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, deverá ser inferior a uma parte por milhão, em qualquer condição ambiental de operação.

- Fontes de Alimentação

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 as 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 a UAC, porém instaladas dentro do mesmo painel.

Essas fontes de alimentação deverão operar de forma redundante. O dimensionamento das fontes deverá considerar, 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 deverão ser providos de filtro e proteção contra surtos de tensão e inversão de polaridade na entrada, proteção eletrônica contra curto-circuito e deverão possuir chave liga/desliga e indicação visual do estado operacional.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

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

b) Módulos de Interface com a Instrumentação de Campo

- Generalidades

Os módulos de entrada e saída, de interface com a instrumentação de campo deverão possuir 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 deverão sofrer 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 mA_{cc}, tensão=115V, 60Hz ou 4 a 20mA e detectores de temperatura tipo termoresistência. Outros padrões poderão ser adotados, conforme requeridos.

As entradas deverão ser isoladas eletricamente entre si e balanceadas.

Circuitos internos da UAC.

As termoresistências deverão ser 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 deverão ser 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 Ω , para as entradas provenientes de transmissores de corrente.

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



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

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 deverão ser providas de dispositivo que detecte curto-circuito ou circuito aberto.

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

- Saídas Binárias

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

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

As saídas devem ser 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 deverá ser de, no mínimo, 40 W em 125 V c.c., com carga indutiva ($L/R \leq 40$ ms); a durabilidade mecânica mínima deverá ser 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.

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

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

Todas as UACs deverão possuir 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 deverão repercutir 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 unidade geradora.

c) Interface Homem-máquina Local

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

d) Requisitos de Dimensionamento e Expansibilidade

O dimensionamento das UACs em termos de módulos de entrada e saída deverá atender às necessidades específicas da aplicação.

Adicionalmente se requer que:

- Exista reserva instalada de pontos de entrada do processo em quantidade mínima de 10 % dos pontos totais de entrada utilizados, e reserva instalada de 10 % dos pontos de saída para o processo, bastando para a sua utilização se efetuar as ligações externas e se configurar os seus respectivos parâmetros na base de dados.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Seja possível a expansão da quantidade de pontos de cada tipo das UACs em até 20 % da quantidade instalada, exclusivamente pela incorporação de cartões aos equipamentos existentes, sem necessidade de se acrescentar gavetas, fontes ou cablagem adicional.
- Os módulos eletrônicos não necessitarão estar alojados nos equipamentos, porém deverão ser adicionados ao estoque de itens sobressalentes, quantificados como módulos operativos.
- Em todas as funções e programas deverão estar previstos os sinais de reserva.

A reserva deverá incluir não só os recursos de *hardware* e *software*, mas também as reservas que permitam a inclusão dos módulos de interface com funções e cargas semelhantes aos utilizados, sem prejuízo dos índices de desempenho garantidos.

e) Unidades de Aquisição de Dados e Controle (UACs)

O projeto das UACs deverá atender aos seguintes requisitos:

- Modularidade

As UACs deverão ter 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.

O projeto das UACs deverá garantir:

- Facilidades para expansões futuras pela adição de novos módulos a UAC.
- Rápida detecção de falhas e isolamento de módulos defeituosos. Cada módulo deverá ter seu próprio sistema de proteção e diagnóstico.
- Facilidades de remoção e substituição de um módulo defeituoso, sem necessidade de remoção de outros módulos.
- Facilidades de remoção e instalação de módulos de interface com o processo e quaisquer módulos redundantes sem a desenergização do equipamento.
- Intercambialidade

Deverão ser 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 deverá garantir fácil acesso a todos os componentes internos, principalmente àqueles para os quais serão previstos testes e ajustes.

Os módulos deverão ser providos de sinalização por meio de *Leds*, em sua parte frontal, visando facilitar a sua monitoração em operação.

Os pontos de monitoração deverão ser escolhidos de forma a minimizar as informações necessárias ao diagnóstico de falhas e facilitar a inspeção do estado operacional do equipamento. Deverão ser 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;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- pontos intermediários importantes de cada circuito;
- demais pontos que a CONTRATADA julgar necessários.

Os terminais de teste deverão ser acessíveis na parte frontal do módulo, ser apropriados para pinos de 2 mm, identificados conforme os diagramas do circuito e desacoplados por meio de resistores adequados para proteção.

Toda a manutenção corretiva local deverá ser efetuada pela substituição de unidades modulares, sem que seja necessário interromper o funcionamento do equipamento, desconectar a cablagem dos sinais do processo ou efetuar ajustes locais no novo módulo.

As placas de circuito impresso deverão ser dotadas de dispositivos polarizadores que impeçam a sua colocação de forma indevida.

- Materiais

Todos os materiais utilizados na fabricação dos equipamentos deverão ser comprovadamente de primeira qualidade para as aplicações a que se destinam.

Componentes discretos e circuitos integrados a serem utilizados no Fornecimento deverão atender, no mínimo, aos seguintes requisitos:

- Possuir grau de qualidade equivalente ou superior à classe industrial.
- Ser de tecnologia recente e de remota obsolescência presumível.
- Ser identificados por códigos de aceitação universal.

As matérias primas deverão ser homogêneas, isentas de impurezas e irregularidades, devendo apresentar alto grau de impermeabilidade.

Os materiais deverão possuir características de dureza e resistência mecânica compatíveis com a aplicação, visando evitar desgastes em partes móveis e articulações.

Os materiais utilizados na confecção de circuitos impressos, sempre de fibra de vidro com filetes de cobre prateados, contatos dourados e furos metalizados deverão obedecer à NBR 5096. Os projetos dos cartões deverão atender ao disposto na NBR 8188. Os ensaios das placas deverão estar em acordo com a NBR 5100. As placas de circuito impresso deverão possuir máscara de solda e serigrafia dos componentes em tinta epoxi. Estas normas poderão ser substituídas por certificações da UL, IEC, ANSI/IEEE ou outras entidades internacionalmente reconhecidas.

Todos os cartões de circuito impresso e demais partes aplicáveis deverão ser tratados com substâncias de proteção contra fungo e umidade.

3.6.2 Equipamentos do Nível 2

A configuração do *hardware* para o nível 2 (que é o mesmo do nível 3 já especificado no Trecho I) do SDSC deverá se basear 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 deverão assegurar ao sistema elevado nível de disponibilidade funcional bem como transparência para o usuário de defeitos ocorridos nos sistemas de comunicação de dados. Qualquer falha deverá ser prontamente anunciada ao operador através de indicações de alarme.

A CONTRATADA deverá ofertar uma configuração que contemple todos os requisitos estabelecidos pela CONTRATANTE e que melhor aplique sua tecnologia disponível. As soluções técnicas ofertadas deverão ser comprovadamente adequadas à aplicação e em função das



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

mesmas deverão ser introduzidos pela CONTRATADA todos os equipamentos e/ou funções adicionais necessários.

a) Características dos Equipamentos

- Gerenciadores da Base de Dados

A configuração dos gerenciadores de base de dados deverá ser dual e simétrica. Deverá haver constante comunicação entre os gerenciadores para intercâmbio de informações armazenadas. Todas as funções de encapsulamento de informações e tratamento de falhas deverão ficar restrita aos gerenciadores de base de dados, que deverão ser acessados pelos demais equipamentos como um único servidor integrado.

- Processadores de Comunicação Externa

A função de processador de comunicação externa poderá ser desempenhada pelos próprios Consoles de Operação, para tanto a CONTRATADA deverá dotar estes consoles com os recursos computacionais adicionais necessários para desempenhar esta função, conforme características descritas a seguir. Caso o CONTRATADA opte por fornecer servidores de comunicação dedicados, os mesmos deverão seguir as especificações descritas a seguir.

Os servidores de comunicação deverão se basear 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 deverão ficar residentes em memórias não voláteis ou em memória de massa, sendo carregados quando da inicialização.

Os processadores deverão operar em configuração dual, simétrica, para comunicação com o CCO. Neste caso, ambos os processadores da configuração dual poderão operar simultaneamente ou, em caso de falhas, individualmente. Deverão existir 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 deverão ser 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 deverão ser 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 deverá ser de 4/3 (H/V). A tela deverá ser formada por um mínimo de 1750 x 1250 *pixels*.

A frequência de *refresh* da tela não deverá ser inferior a 60 quadros por segundo e os monitores deverão operar em modo não entrelaçado.

- Teclados Alfanuméricos

Os teclados dos consoles deverão ser 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.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Grupo de teclas funcionais programáveis sensíveis a contexto.
- Dispositivos de Designação

Os dispositivos de designação deverão ser do tipo *mouse* ou *trackball* em posição fixa no mobiliário. Deverão poder 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 deverá poder atingir 300 pontos por polegada linear de deslocamento horizontal e/ou vertical.

- Unidades Acionadoras de CDs 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.
- Capacidade de transferência de dados de, no mínimo, 300 Kbytes/s.
- Alarmes Sonoros

Deverão ser 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;
- Possibilitar 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 deverá ter uma chave liga-desliga e controle de potência sonora.

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

- Impressoras

As impressoras do sistema deverão ter 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 deverá ser desempenhada por uma central horária operando em sincronismo com os sinais de um ou mais satélites do sistema GPS - Global Positioning System.

A central horária deverá garantir os seguintes valores limites:

- Horário interno à central horária:



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

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.

– 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.

O central horária deverá possuir função interna para a programação antecipada de transições de horário local (horário de verão, etc.).

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

- **Mobiliário**

Os equipamentos de cada console deverão ser 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 poderão ser produtos de linha comercial, usualmente empregados em consoles.

Os móveis deverão possuir 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 deverá ser 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 deverão ser realizadas por meio de conectores. Os cabos externos deverão acessar os móveis por sua parte inferior.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

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

As superfícies metálicas ferrosas deverão ser 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, deverão ser anodizadas. Não se permitirá nenhuma operação de corte, furação, dobração, soldagem ou usinagem após o processo de revestimento superficial.

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

3.6.3 Rede de Comunicação

a) Acessórios para Cabos de Fibras Ópticas

- Caixas de Emendas

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

- Ser de construção metálica para montagem em bastidor padrão 19".
- Ser próprias para interconexão de cabo de fibra óptica constituído por até 12 pares de fibras e cabos monofibra.
- Ser 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 deverão ser providas de conectores ópticos do tipo encaixe, ST compatível.

b) Modems Ópticos

As principais características dos modems ópticos são as seguintes:

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

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

Deverão possuir *leds* no painel frontal indicativos do estado do modem e da atividade dos canais de comunicação.

Deverão ser 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.

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

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

Deverão ser próprios para fibra óptica empregadas no Fornecimento.

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



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

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

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

c) Dispositivos de distribuição Ativos de Rede *hubs*

Os dispositivos de distribuição ativos de rede deverão operar 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.

A CONTRATADA poderá optar por uma distribuição radial ou uma distribuição em anel, sempre que garantida a independência integral entre quaisquer dos repetidores associados a um mesmo nó da rede.

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

3.7 Requisitos de Software

3.7.1 Software das UACs

a) Software Básico das UACs

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

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 deverá prover, 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.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- 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.

O PROPONENTE deverá descrever de forma completa os recursos ofertados.

3.7.2 Software do Nível 2

a) Software Básico

Os equipamentos computacionais do nível 2 (que é o mesmo do nível 3 já especificado no Trecho I) do SDSC deverá possuir sistema operacional Microsoft Windows 2000 Profissional, 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 deve disponibilizar 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 devem ser seguidos os padrões MS-Windows 2000 Profissional, 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. Deverão ser 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.

b) Software Aplicativo

As funcionalidades do SDSC no nível 2 (que é o mesmo do nível 3 já especificado no Trecho I) deverá ser fundamentada em um conjunto de programas aplicativos configurados sobre *software* do tipo SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition). Dar-se-á preferência a programas originalmente desenvolvido para aplicações em sistemas de supervisão e controle de usinas



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

hidrelétricas e subestações, ou sistemas EMS (Energy Management Systems) em Centros de Controle e Operação.

Exige-se que apenas um mínimo de funções particulares da CONTRATANTE e das necessidades específicas de interfaceamento sejam programados exclusivamente para este Fornecimento.

O PROPONENTE deverá descrever detalhadamente o produto ofertado e anexar documentos originais que inequivocamente possam permitir a avaliação da adequabilidade do produto à presente aplicação.

O *software* aplicativo deverá permitir a inclusão de novas funções desenvolvidas pela CONTRATANTE em linguagem C. Deverá existir 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, deverão poder ser escalonadas por instante, período ou evento e deverão poder acessar a base de dados do sistema, tanto para leitura, como para escrita, concorrentemente com as funções aplicativos fornecidas.

3.8 Requisitos de Confiabilidade e Desempenho

3.8.1 Índices de Confiabilidade

São os seguintes os limites requeridos:

- Tempo Médio entre Falhas melhor que 40.000 horas, para falhas globais em cada equipamento de nível 1 do SDSC.
- Tempo Médio entre Falhas melhor que 10.000 horas, para falha individual em um sinal qualquer de interface com o processo, em cada equipamento de nível 1 do SDSC.
- Tempo Médio entre Falhas melhor que 20.000 horas, para falhas globais em cada equipamento computacional do nível 2 do SDSC.
- Tempo Médio entre Falhas melhor que 10.000 horas, para falhas globais em cada equipamento do nível 2 do SDSC, exceto computadores.
- Tempo Médio entre Falhas melhor que 5.000 horas, para falhas globais em computadores.
- Tempo médio de reparo de primeiro escalão (substituição da parte defeituosa) menor que 1 hora, para qualquer tipo de falha. Inclui, dentre outros, o atraso do diagnóstico e o reparo propriamente dito, o teste do equipamento e a recolocação em operação.

Para efeitos contratuais, quando se tratar da garantia da CONTRATADA sobre o limite máximo do tempo médio de reparo serão desconsiderados os atrasos não imputáveis à CONTRATADA, tais como os devidos ao transporte da equipe de manutenção até o local e o prazo para a retirada de itens sobressalentes do estoque.

3.8.2 Índice de Disponibilidade

O índice de disponibilidade funcional a ser garantido e demonstrado no Workstatement pela CONTRATADA é de 99,95 %.

No Workstatement do sistema, é requerida a indicação do valor teórico da disponibilidade funcional do sistema, baseada nos valores de tempo médio entre falhas e tempo médio de reparo de primeiro escalão dos equipamentos e módulos componentes, que também deverão ser declarados.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

3.8.3 Vida Útil dos Equipamentos

Os equipamentos integrantes do Fornecimento deverão atender a uma utilização contínua do sistema por um prazo não inferior ao especificado abaixo, até o início do rápido incremento da taxa de falhas devido ao envelhecimento dos componentes e demais partes:

- Equipamentos de nível 1 do SDSC: 20 anos.
- Equipamentos do nível 2 do SDSC: 10 anos.
- Microcomputadores portáteis: 4 anos.

a) Operação Degradada

O SDSC deverá possuir recursos que possibilitem a operação parcial quando da falha de um equipamento ou módulo qualquer, sempre sinalizando esta situação ao operador. Para tanto devem ser consideradas as seguintes situações básicas:

- Falha de aquisição de sinal do processo:

Os sinais correspondentes, exceto os com aquisição duplicada deverão ser considerados desativados e deverão assumir um valor *default* previamente configurado, sendo que este valor também poderá ser o imediatamente anterior à falha, se assim configurado.

- Falha de equipamento de interface com o operador

O sistema deverá permitir redirecionar automaticamente ou manualmente, conforme configurado previamente, as funções alocadas ao equipamento com falha, segundo uma tabela de substituição também configurável.

- Falha de equipamento computacional:

Todos os processamentos correspondentes ao equipamento em falha deverão ser realocados a outro equipamento computacional integrante da configuração, sem interrupção da operação normal e sempre sem que a falha ocasione descontinuidades ou perdas de integridade na base de dados, nos valores históricos armazenados ou nas operações em andamento.

Quando do retorno à operação normal, o equipamento computacional deverá ser atualizado com as informações armazenadas em memória principal do equipamento que assumiu suas funções, durante o tempo em que o mesmo esteve inoperante.

- Falha de comunicação:

Falhas em meios físicos redundantes de comunicação deverão provocar o redirecionamento automático das informações para o meio físico remanescente, sem que ocorra descontinuidade dos processamentos ou perdas de informação.

Falhas não contornáveis em meios físicos singelos ou falhas duplas em meios físicos redundantes deverão produzir o particionamento do sistema. Em todas as partes, todas as funções deverão continuar em andamento, à exceção da específica comunicação comprometida. Sempre que pertinente, as partes deverão se prover de valores *default* previamente definidos para as informações inacessíveis.

Particularmente, em nenhum caso a perda de funcionalidades em algum nível do SDSC poderá comprometer o funcionamento das funções de controle e automatismos dos níveis inferiores.

- Falhas de módulos redundantes:

As falhas em um dos módulos redundantes não deverá se propagar para o outro módulo.

A comutação entre módulos redundantes deverá ser imediata, automática e totalmente transparente para a operação normal do equipamento.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Qualquer comutação entre módulos redundantes deverá ser sinalizada.

A substituição de um módulo redundante defeituoso deverá poder ser realizada com o equipamento em operação e de forma totalmente transparente ao seu funcionamento.

- Falhas de módulos singelos:

Para os módulos singelos não essenciais, os equipamentos deverão possuir recursos que possibilitem a operação parcial do equipamento, sempre sinalizando esta situação.

3.8.4 Desempenho

O sistema deverá apresentar desempenho compatível com a aplicação. Este desempenho será medido sob a forma de tempos de resposta do sistema e das taxas de ocupação dos diversos recursos disponíveis.

Os tempos de resposta e as taxas de ocupação estão definidos com base em duas situações de carregamento do sistema:

- Carregamento normal (CN);
- Carregamento excepcional (CE).

a) Condições de Carregamento do Sistema

Para se estabelecer os tempos de resposta e as taxas de ocupação dos recursos do sistema, são definidas a seguir as condições de carregamento a que o sistema estará submetido.

- Carregamento Normal (CN)

Corresponde ao nível de atividade médio esperado, considerando-se manobras rotineiras na usina e na subestação. Este carregamento é definido então como:

- Ocorrência de variações nas grandezas telemedidas, durante o período de 1 min e de forma repetitiva, distribuídas pelas unidades de aquisição de dados e controle, nas seguintes quantidades:
- 5 % das entradas binárias.
- 25 % das grandezas analógicas, sendo que 10 % destas com violação de limites operacionais.
- Duas ações do operador em qualquer dos consoles.
- Impressão de um relatório.

- Carregamento Excepcional (CE)

Corresponde ao nível de atividade máximo esperado para o sistema, para a contingência mais desfavorável de defeito no processo controlado. O carregamento excepcional é definido, então, como:

- Ocorrência de variações nas grandezas telemedidas, durante o período de 6 min, distribuídas pelas unidades de aquisição de dados e controle, nas seguintes quantidades:
- 30 % das grandezas binárias e 40 % das grandezas analógicas, com 50 % destas ultrapassando limites operativos, no primeiro segundo.
- 15 % das grandezas binárias e 30 % das grandezas analógicas, com 10 % destas ultrapassando limites operativos, no próximo segundo. Retorno à condição de carregamento normal até se completar o período de 6 min, porém com condição de alta atividade da IHM (uma ação do operador a cada 10 s, em qualquer dos consoles).



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Para ambas as condições de carregamento, o sistema será dimensionado para executar, simultaneamente e dentro dos requisitos de desempenho especificados, as seguintes tarefas operativas.
- Comunicação com os níveis hierárquicos inferiores para aquisição de dados, processamento e atualização da base de dados.
- Comunicação de dados com os sistemas computacionais externos, dentro dos requisitos de tempo exigidos pelos respectivos enlaces.
- Monitores de vídeo ativos e apresentando telas independentes em formato e função, sendo atualizadas com a periodicidade especificada.
- Processamento dos programas aplicativos.

b) Requisitos de Desempenho

Nas condições de carregamento anteriormente definidas, o sistema deverá apresentar os seguintes requisitos de desempenho:

- Tempos de autonomia das UACs em caso de perda de alimentação elétrica.
- Sessenta dias para a preservação de memória volátil das UACs.
- Tempos de autonomia das UACs em caso de perda de comunicação com o nível superior do SDSC.
- Autonomia ilimitada para as funções de controle e automatismos.
- Para carregamento normal: autonomia de 5 minutos para as filas de mensagens e registros históricos, de forma a garantir a continuidade operacional e dos históricos quando do restabelecimento da comunicação.
- No cenário de carregamento excepcional: autonomia de 2 minutos para as mesmas funções.
- Resolução da Seqüência de Eventos.

Máximo de 1 ms para eventos na mesma UAC, e de 3 ms para eventos em UACs distintas.

- Ciclos de Varredura das UACs.
 - Ciclo de varredura dos sinais binários de entrada associados a seqüências de eventos compatível com a resolução especificada.
 - Ciclos de varredura para as demais entradas binárias: 500 ms máximo.
 - Ciclos de varredura dos sinais analógicos: compatíveis com os tempos de resposta dos instrumentos sensores e necessidades de operação, sendo que são os seguintes os valores limites:
 - Valores médios elétricos: 10 ms máximo, para sinais provenientes de TCs, TPs e DCPs, e 500 ms máximo para os demais;
 - Entradas em malhas fechadas de controle: 500 ms, máximo;
 - Vazões, pressões e temperaturas: 1 s máximo;
 - Temperaturas ambientais: 5 minutos máximo.

Para efeito de sincronização e validade dos processamentos dos sinais digitalizados, todas as entradas analógicas deverão ser adquiridas no primeiro décimo do ciclo de varredura. Para cada entrada deverá ser preservada uma variação de instante de aquisição *jitter* não superior a um vigésimo do ciclo de varredura.

- Tempo de Apresentação de Alarmes



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Intervalo de tempo decorrido entre a ocorrência de uma situação de alarme e a apresentação do mesmo ao operador através da IHM nos consoles de operação.

- CN: máximo de 2 s
- CE: máximo de 2,5 s.
- Tempo de Implementação de Comando

Intervalo de tempo decorrido entre a conclusão de uma ação de comando na IHM e a ativação do sinal de saída na UAC correspondente, no nível 1.

- CN: máximo de 1 s
- CE: máximo de 1,3 s.
- Tempo de Resposta da IHM

Intervalo de tempo decorrido entre a conclusão da solicitação de uma nova tela e a sua apresentação no monitor de vídeo.

- CN: máximo de 1,5s para sua apresentação completa
- CE: máximo de 2,0s, para a sua apresentação completa.
- Tempo de Atualização de Dados Dinâmicos em Tela do Monitor de Vídeo

Intervalo cíclico de tempo decorrido entre duas atualizações consecutivas dos dados dinâmicos nas telas em apresentação na IHM.

- CN: nominal de 2,5 s
- CE: máximo de 3,5 s.
- Taxa de Ocupação de Qualquer Processador do Sistema
- CN: máximo de 50%
- CE: máximo de 65 %.

Estas taxas deverão ser medidas em qualquer intervalo de 1 s, exceto para ocupação por funções de baixa prioridade, tal como a emissão de relatórios e exercícios de auto-diagnóstico.

- Taxa de Ocupação de Qualquer Canal de Comunicação
- CN: máximo de 35 % medida em qualquer intervalo de 2 s
- CE: máximo de 50 %, medida em qualquer intervalo de 2 s.

Exceção é feita para ocupação do canal por mensagens de baixa prioridade.

Ocupação das Memórias dos Processadores e de Massa

Reserva de memória principal e de massa, medida em qualquer instante, com qualquer condição de carregamento, superior a 50 %.

- Tempo de Recuperação do Sistema

Em caso de chaveamento, reinicialização ou outro mecanismo de recuperação, contado a partir de uma condição de erro, até o restabelecimento total do sistema, menor do que 60 s.

- Tempo de Inicialização

Menor que 4 minutos a partir da energização.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

3.8.5 Inicialização e Reinicialização

Inicialização é o processo de ativação do sistema, completo ou em parte, a partir de sua energização.

A inicialização do sistema deverá ser efetuada de forma descentralizada. A configuração dos equipamentos e demais parâmetros alteráveis, inclusive horário, deverá possuir valores *default* que serão utilizados automaticamente pelo sistema, sem a necessidade de diálogo com o operador.

Ao operador deverão estar disponíveis, mediante sua solicitação, todos os valores *default* atualizados. Estes valores, quando alterados, deverão difundir-se automaticamente por todo o sistema, evitando assim a necessidade de múltiplas inserções.

O processo de inicialização, independente da ordem em que os equipamentos serão energizados, deverá sempre se conduzir automaticamente, passo a passo, através de estados intermediários de operação parcial, até atingir a operação global ou, em caso de falha de algum equipamento, a operação degradada.

Reinicialização é o processo de restabelecimento da operação de alguma parte do sistema temporariamente fora de operação ou substituída por unidade redundante. O processo de reinicialização deverá ser conduzido automaticamente em resposta a um comando único do operador e deverá se dar sem interferência na operação dos demais elementos do sistema.

4. DESCRIÇÕES BÁSICAS DOS PROCESSOS E DAS FORMAS DE CONTROLE E SUPERVISÃO

4.1 Generalidades

Esta seção apresenta descrições básicas dos equipamentos e sistemas principais que compõem a usina hidrelétrica, e das formas de controle e supervisão dos mesmos, através do SDSC.

A interface do SDSC com os equipamentos e sistemas deverá ser efetuada através das UACs.

As UACs deverão ser providas em painéis que, nestas Especificações Técnicas, são designados por siglas, como segue:

- PSU para designar os painéis das UACs das unidades geradoras;
- PSEA para designar os painéis das UACs da subestação, tomada d'água e serviços auxiliares;

As funções de supervisão e controle deverão ser desempenhadas, essencialmente, através das UACs, providas com meios para interface com o processo, interface com o nível hierárquico superior do SDSC, interface homem-máquina (IHM), e demais recursos requeridos nestas Especificações Técnicas.

Cada painel de UAC deverá ser projetado para operar como um centro de supervisão e controle dos equipamentos e sistemas aos quais está vinculado, e deverá ser capaz de realizar suas funções ainda que o nível superior do SDSC esteja indisponível ou que haja perda de comunicação com esse nível. Para este fim, os painéis de UACs deverão ser providos com dispositivos de IHM para operação local.

No painel de cada UAC deverão ser instalados, também, todos os dispositivos eletroeletrônicos convencionais necessários para interface com o processo e com equipamentos fornecidos por terceiros. Deverão ser fornecidos, por exemplo: relés biestáveis, relés auxiliares, conversores de tensão, disjuntores para proteção de circuitos etc., conforme necessários para a interface com o processo e função de parada de emergência da unidade geradora com UAC fora de operação.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

A distribuição das entradas e saídas nos cartões deverá respeitar os critérios de funcionalidade e redundância do sistema controlado. Não é admitido que um mesmo cartão controle partes redundantes de um mesmo sistema.

Ao painel da UAC serão conectados os cabos provenientes da instrumentação do campo (chaves fim de curso, chaves de nível, pressostatos, RTDs, etc.), contatos de relés auxiliares, eletroválvulas, contatos auxiliares e bobinas dos contadores dos demarradores dos motores, bobinas de acionamento de disjuntores etc.

As lógicas para partir-parar motores, para acionamento das eletroválvulas e para seleção dos locais e modos de controle deverão ser elaboradas com base em sistemas do tipo biestável flip-flops.

Na UAC deverá ser efetuada a contagem do número de horas de operação, a contagem do número de partidas de cada motor, e a supervisão do número de partidas consecutivas num determinado intervalo de tempo. A ultrapassagem de limiares pré-estabelecidos deverá gerar mensagens de alarme.

Em vários sistemas mecânicos serão providos dois ou mais conjuntos motobombas, motocompressores ou motoventiladores que poderão operar individualmente ou simultaneamente, com partidas escalonadas, conforme requerido pelo processo. Nestes casos, o sistema de controle deverá prover meios para seleção do conjunto líder e da seqüência de entrada em operação dos demais. A seqüência de operação deverá ser programável, de forma que seja realizada, automaticamente, a otimização das horas trabalhadas para cada conjunto.

O sistema deverá operar normalmente, mesmo estando um ou mais conjuntos de equipamentos em manutenção, isto é, caso haja apenas um conjunto pronto para operar, este deverá ser automaticamente selecionado como líder, e assim sucessivamente.

Caso haja condição de operação e o conjunto chamado a operar pare ou não parta, o sistema deverá provocar a partida automática do conjunto subsequente, e assim sucessivamente. Neste caso, o sistema deverá produzir alarme, com indicação do conjunto com defeito.

Em qualquer caso, o sistema de controle deverá escalonar com tempo ajustável a partida dos motores vinculados a uma mesma UAC e deverá impedir o funcionamento dos mesmos se as condições de segurança para os equipamentos não estiverem satisfeitas.

Ao painel da UAC serão encaminhados dois alimentadores externos em 125 V cc. Para cada alimentador, a CONTRATADA deverá prover conversores C.C./C.C. e C.C./C.A. para gerar, tanto as tensões requeridas para o funcionamento dos sistemas internos ao próprio painel, como aquelas requeridas para alimentar os instrumentos e dispositivos de controle (como eletroválvulas) externos ao mesmo, conforme aplicável.

Deverá ser provido um circuito de transferência automática dos alimentadores. Cada alimentador deverá possuir supervisão de tensão.

Exceto onde explicitamente indicado em contrário, os solenóides das eletroválvulas fornecidas por terceiros deverão ser alimentados a partir das fontes de alimentação e circuitos instalados no painel da UAC. No caso dos disjuntores e contadores dos demarradores nos quadros de serviços auxiliares elétricos, comandados através das UACs, entretanto, as fontes de alimentação para todas as bobinas de fechamento, abertura e atuação serão providas nos próprios quadros elétricos fornecidos por terceiros. Cabe à CONTRATADA, neste caso, prover e instalar, nos painéis das UACs, os relés cujos contatos (secos) atuarão nos circuitos de comando das bobinas.

Para controle dos motores deverão ser providos relés biestáveis, controlados pela UAC; para controle dos demais equipamentos também deverão ser providos relés biestáveis, porém nos casos em que a transição de estado (no processo) dure menos que 5 segundos, poderão ser



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

aceitos relés monoestáveis. Estes relés deverão ser externos aos cartões de saídas binárias e, exceto onde indicado de outro modo, deverão ser instalados no painel da UAC. Os relés biestáveis não deverão operar com as respectivas bobinas energizadas continuamente. Os contatos secos de saída para os contatores dos demarradores dos motores deverão ser adequados para 220 V ca.; para controle dos demais equipamentos deverão ser adequados para 125 V cc.

Todos os alimentadores dos dispositivos internos e externos ao painel da UAC deverão ser protegidos por disjuntores e possuir supervisão de tensão.

O painéis das UACs deverão ser autoportantes e projetados para instalação afastados da parede; deverão incluir uma porta com chave, idêntica para todos os painéis de UACs.

A CONTRATADA deverá submeter à aprovação da CONTRATANTE desenho mostrando o arranjo de todos os módulos eletrônicos e dos demais dispositivos instalados no painel de cada UAC.

4.2 Descrições dos Processos - Princípios de Controle

Os detalhes das seqüências de controle e das lógicas de controle e supervisão dos vários sistemas deverão ser desenvolvidos pela CONTRATADA. Previamente à implementação, todos os programas de controle e supervisão deverão ser submetidos à aprovação da CONTRATANTE.

Por outro lado, considerando a responsabilidade global da CONTRATADA pelo bom desempenho de todas as funções de controle, supervisão e proteções requeridas em cada usina hidrelétrica, estruturas de controle dos reservatórios e tomadas d'água de uso difuso, o mesmo deverá solicitar à CONTRATANTE, durante a fase de elaboração do projeto executivo, as informações adicionais que julgar necessárias para que possa desenvolver a contento o seu trabalho.

4.3 Unidades Geradoras

4.3.1 Geral

Para cada unidade geradora deverá ser provida uma UAC, instalada em um painel. Esta UAC deverá ser responsável pela execução das funções de controle e supervisão e, parcialmente, proteção de todos os equipamentos e sistemas pertinentes à unidade geradora a que está vinculada.

À UAC serão encaminhados os sinais de corrente (0 - 5A) e de tensão (115 V) produzidos nos secundários dos TCs e TPs da unidade geradora para cálculo de corrente, tensão, fator de potência, potência e energia.

Nesta UAC deverão ser efetuadas as lógicas de partida/parada da unidade geradora, sinalização, anúncio de alarmes e demais funções requeridas nestas Especificações Técnicas.

a) Modos de Controle e Supervisão da Unidade Geradora

O sistema requerido neste Fornecimento deverá ser elaborado com flexibilidade suficiente para permitir vários modos de controle e supervisão, visando a efetivação das seqüências de partida, sincronização, parada e controle de carga.

Com o nível 2 e 3 do SDSC íntegro, o modo de controle a partir dos consoles de operação será o automático, em que a intervenção do operador consistirá em iniciar o processo.

O controle direto a partir do PSU será sempre automático, porém o operador deverá utilizar dispositivos de interface homem-máquina (IHM) instalados no próprio PSU.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Em todos os modos de controle as funções de seqüenciamento e de intertravamento deverão ser elaboradas de modo a garantir atendimento aos requisitos de segurança. Nos casos mais críticos deverão ser adotados intertravamentos por fiação convencional, em adição aos elaborados por programação na UAC.

b) Seqüências de Controle

Uma seqüência de controle deverá se iniciar com a seleção, pelo operador, da unidade geradora a ser controlada. O SDSC deverá informar então o estado em que a unidade se encontra, sendo as seguintes as condições operacionais estáveis ("estados") normais previstas:

- unidade parada, pronta para partir;
- unidade pronta para o giro mecânico;
- unidade à velocidade nominal, não excitada;
- unidade à velocidade nominal e tensão nominal (pronta para sincronizar);
- unidade ligada ao sistema, sem carga;
- unidade ligada ao sistema, com carga (operação como gerador).

O operador deverá ter a opção de comandar a transição da unidade geradora de um estado para o outro. Após comandar a execução automática de uma transição, o operador deverá ter ainda a opção de comandar o *reset* ("retorno"), para interromper a seqüência em progresso e fazer a máquina regredir ao ponto estável mais próximo.

A seguir são relacionadas as condições necessárias para que a unidade parada seja considerada "pronta para partir" e, após, são descritas resumidamente as seqüências de controle correspondentes às transições entre os vários estados. O SDSC deverá monitorar e registrar o tempo despendido na execução automática de cada transição.

c) Preparação para Partida

Na UAC do PSU deverá estar residente o programa para efetuar automaticamente a seqüência de operações que precedem o giro mecânico da unidade. Este programa deverá ser ativado quando o operador optar pelo modo automático de partida.

Quando a opção for pela partida passo a passo, cada etapa só deverá ser executada após o comando do operador.

Após a confirmação de que todos os comandos foram executados, a seqüência de preparação para partida estará completada, e a unidade deverá permanecer neste estado, caso o operador tenha comandado a execução apenas desta etapa. Caso o operador tenha comandado a partida completa, a seqüência seguinte deverá ser executada.

d) Partida dos Equipamentos Auxiliares da Unidade

Os primeiros passos da partida da unidade deverão ser executados de acordo com a seqüência a seguir no modo automático. No modo manual passo-a-passo, alguns passos poderão ser paralelos ter a seqüência invertida em função de requisitos do fabricantes da turbina e gerador.

Abertura da água de resfriamento, partida das bombas de óleo de regulação, aplicação de freios (caso a unidade permaneça parada sem freios) partida da bomba de injeção de óleo no mancal escora (alguns desses sistemas poderão não existir ou ainda existir outros sistemas dependendo dos fabricantes da turbina e gerador).

e) Giro Mecânico da Unidade



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

A partida propriamente dita deverá iniciar-se com a retirada dos freios, desbloqueio hidráulico do regulador e (após a confirmação da retirada da trava do distribuidor) o envio de sinal para ativação do circuito de partida do regulador de velocidade, que tomará o controle da aceleração da máquina.

Após a confirmação de que todos os comandos foram executados, a seqüência correspondente ao giro mecânico estará completada, e a unidade deverá permanecer neste estado ("unidade à velocidade nominal, não excitada"), caso o operador tenha comandado a execução apenas desta etapa. Caso o operador tenha comandado a partida completa, a seqüência seguinte deverá ser executada.

f) Excitação do Gerador

A excitação do gerador é efetuada com o fechamento do disjuntor de campo (se este estiver aberto), seguido da aplicação da excitação inicial (após confirmação de que a velocidade da máquina é superior a 95 %), e da alimentação do rotor do gerador através das pontes de tiristores, controladas pelo regulador automático de tensão.

Em condições normais, o regulador de tensão levará a tensão do gerador a um valor tal que, a tensão seja muito próxima à do sistema.

Após a confirmação de que todos os comandos foram executados, a seqüência correspondente à excitação do gerador estará completada, e a unidade deverá permanecer neste estado ("unidade pronta para sincronizar"). A seqüência de partida estará, então, completada. Caso o operador deseje conectar a máquina ao sistema, a seqüência seguinte ("sincronização") deverá ser executada.

g) Sincronização Automática

Estando a unidade na condição "pronta para sincronizar", o operador deverá selecionar o disjuntor da mesma para sincronizar.

A sincronização pelo SDSC será sempre automática. Após aceitar a seleção de sincronização, o sistema de controle deverá ativar o sincronizador automático e o verificador de sincronismo. O sincronizador automático enviará, então, pulsos aumentar/diminuir para o regulador de velocidade e para o regulador de tensão, até que os fasores do gerador (*incoming*) e do sistema (*running*) satisfaçam às condições estabelecidas de proximidade de módulo, frequência e fase. Uma vez alcançadas estas condições, o sincronizador enviará um comando de fechamento para o disjuntor da unidade.

Imediatamente após o fechamento do disjuntor da unidade o sistema de controle deverá expedir sinais de "unidade ligada à rede" para os reguladores de velocidade e de tensão.

Após a confirmação de que todos os comandos foram executados, a seqüência correspondente à sincronização estará completada, configurando-se um novo estado da unidade ("unidade ligada ao sistema, sem carga").

Caso o processo de sincronização não seja concluído após um tempo pré-definido, o processo deverá ser interrompido, devendo esta situação ser sinalizada ao operador.

h) Sincronização Manual para Teste

Este conjunto deverá constar de:

- dispositivos de sincronização (voltímetro duplo, freqüencímetro duplo, sincronoscópio, lâmpadas);
- lâmpada de teste do comando de fechamento (para ativação com a chave na posição "Teste").



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Com a chave na posição "Teste", os sinais para ajuste da frequência e da tensão continuarão sendo produzidos pelo sincronizador automático, entretanto o comando de fechamento, desde que tenha continuidade através do verificador de sincronismo, deverá ser encaminhado para a lâmpada de sinalização na caixa de teste, ao invés de ser dirigido para o circuito de fechamento do disjuntor.

i) Colocação da Unidade em Carga

Em geral, após a sincronização, a unidade geradora deverá assumir um mínimo pré-estabelecido de carga ativa. Para tal fim, deverá ser implantada, no SDSC, uma rotina capaz de comandar automaticamente a tomada de carga logo após a sincronização. A rotina deverá trabalhar com "set-point" e usar o valor medido de potência como realimentação.

O ajuste das potências ativa e reativa subsequentes poderá ser feito normalmente a partir dos consoles de operação do SDSC nos níveis 2 ou 3. Em todos estes casos, os sinais de ajuste deverão ser encaminhados ao regulador de velocidade e ao regulador de tensão como saídas binárias da UAC do PSU (além de estarem disponíveis para transmissão através dos canais de comunicações digitais com os reguladores).

Após a confirmação de que os comandos foram executados, a seqüência correspondente à tomada de carga estará completada, e a unidade deverá permanecer neste estado ("unidade ligada ao sistema, com carga"), até que seja comandada a transição para novo ponto operacional.

j) Parada da Unidade

É responsabilidade da CONTRATADA avaliar as quantidades de relés auxiliares (relés instantâneos, relés temporizados, relés biestáveis), diodos e outros dispositivos de controle e de supervisão, de modo a prover conjuntos completos de equipamentos, capazes de efetuar todas as funções requeridas nestas Especificações. Todas as possíveis revisões nas quantidades de relés, dispositivos de comando, de sinalização etc. necessárias para o bom desempenho das funções requeridas deverão ser efetuadas pela CONTRATADA, durante o projeto executivo, sem custo extra para a CONTRATANTE.

A CONTRATADA deverá assumir inteira responsabilidade pelos equipamentos de seu Fornecimento e pela coordenação com os equipamentos controlados, supervisionados e protegidos, fornecidos por terceiros.

Tanto na parada voluntária como na parada involuntária (por atuação da proteção), o seqüenciamento dos equipamentos se fará através de programas residentes na UAC do PSU. As seqüências de parada involuntária serão sempre automáticas.

Todos os sinais de proteção que determinem parada da unidade deverão atuar simultaneamente na UAC e através de relés de bloqueio convencionais, instalados nos PSU. A atuação dos relés de bloqueio deverá produzir, através de lógica convencional, comandos para todos os sistemas auxiliares da unidade, até que a respectiva seqüência de parada total ou parcial da unidade esteja completa. Os mesmos comandos deverão ser produzidos também via UAC.

- Seqüência de parada normal ou de parada de emergência mecânica (sem rejeição de carga)

Estes dois tipos de parada implicarão no prévio descarregamento da unidade segundo taxas pré-estabelecidas (com possibilidade, no caso de parada normal, de descarregamento controlado pelo operador).

Os sinais de proteção que provocam a parada de emergência mecânica deverão atuar no relé de bloqueio 86M.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

O sistema de controle deverá comandar, no regulador de velocidade, a redução, até um valor próximo de zero, da potência ativa da unidade. Quando for atingida esta condição, deverá ser expedido o sinal de abertura do disjuntor da unidade.

Na UAC deverá estar residente o programa para efetuar automaticamente, após a abertura do disjuntor da unidade, a seqüência de operações destinadas a levar a unidade da velocidade síncrona até a parada total. As ações que deverão ser comandadas pela lógica convencional a relés resumem-se às mínimas necessárias para garantir a parada segura da unidade nestes casos, ou seja: redução de carga, abertura de disjuntor de grupo, abertura disjuntor de campo, comando de parada para o regulador de velocidade, bloqueio do regulador hidráulico, ligar bomba de injeção de óleo no mancal escora e aplicação de freios. Não necessitando de atuação nos equipamentos auxiliares da unidade (como fechar válvula de água de resfriamento, desligar bomba de óleo do regulador, desligar bomba de injeção de óleo no mancal escora e soltar freios).

Deverá ser possível a repartida da unidade após rearme dos relés de bloqueio. Para tanto, deverá ser previsto o comando de rearme dos relés de bloqueio através da console de operação e também a lógica de repartida, interrompendo uma parada total para levar a unidade a marcha em vazio.

- Seqüência de parada de emergência elétrica (com rejeição de carga)

A seqüência de parada de emergência elétrica se dará a partir da atuação dos dispositivos de proteção da unidade ou pôr iniciativa do operador, e será iniciada com a abertura do disjuntor da unidade e do disjuntor de campo. As demais ações deverão ser equivalentes às da parada de emergência mecânica.

Os sinais de proteção que provocam a parada de emergência elétrica deverão atuar no relé de bloqueio 86U, instalado no PSU.

- Seqüência de parada de emergência hidráulica (com rejeição de carga)

A seqüência de parada de emergência hidráulica se dará a partir da atuação dos dispositivos de proteção da unidade ou pôr iniciativa do operador, e será iniciada com o comando de fechamento de emergência da comporta da tomada d'água, a abertura do disjuntor da unidade e do disjuntor de campo. As demais ações deverão ser equivalentes às da parada de emergência mecânica.

Os sinais de proteção que provocam a parada de emergência hidráulica deverão atuar no relé de bloqueio 86H, instalado no PSU.

- Paradas parciais

"Paradas parciais" serão aquelas decorrentes de atuações de proteções que não exijam a parada total da máquina. O disjuntor da unidade deverá ser aberto, com ou sem prévio descarregamento da potência ativa, conforme o tipo de parada parcial. Ao final da seqüência, a máquina deverá ficar rodando à velocidade nominal, desligada da rede, sem tensão.

- Seqüência de parada parcial, com rejeição de carga

Este tipo de parada parcial terá origem na atuação de dispositivos de proteção que detectam falha no sistema de excitação ou de proteções que detectam falhas externas à unidade. A seqüência será iniciada com a abertura do disjuntor da unidade, seguida da abertura do disjuntor de campo.

Os sinais de proteção que provocam a parada parcial, com rejeição de carga e com desexcitação deverão atuar no relé de bloqueio 86PR, instalado no PSU.

- k) Interface com o Sistema de Proteção da Unidade



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Os painéis de Proteção das Unidades e de linhas (QPUs e QPTLs) estão especificados em caderno separado. Os PSU deverão ser providos com módulos de entrada binária para receber as informações individualizadas sobre os principais eventos e alarmes referentes às proteções (partida, desligamento, falta de tensão auxiliar, defeito no relé etc.) através de ligações fio a fio.

No PSU, além das funções de alarme, desligamento, registro histórico etc. requeridas nestas Especificações, deverá ser realizada a função seqüência de eventos.

Durante a fase de detalhamento do projeto a CONTRATANTE informará ao Fornecedor a lista definitiva dos eventos que serão registrados pela função "seqüência de eventos".

4.3.2 Válvula Borboleta

O controle e supervisão de cada válvula borboleta será efetuado pela UAC da correspondente unidade geradora.

A abertura e fechamento de cada válvula borboleta poderão ser executadas através da IHM da respectiva UAC e IHMs dos níveis 2 e 3. O fechamento poderá também ser feito pelo sistema de proteção, independentemente do SDSC.

Além de todos os eventos, tais como defeitos, posição aberta/fechada da válvula borboleta, deverá ser previsto a medição da vazão da água turbinada de cada unidade geradora.

O solenóide da válvula de fechamento de emergência deverá ter dupla alimentação em corrente contínua, deverá ter supervisão de tensão em ambos os alimentadores, e deverá possuir supervisão de continuidade através de relé instalado na UAC. O relé de supervisão de continuidade deverá produzir alarme após temporização.

Uma vez comandado o fechamento de emergência por qualquer meio, dois contatos secos deverão ser ativados: um para atuar na UAC, e outro para atuar sobre o relé de bloqueio de parada da unidade geradora.

4.4 Subestação de 69 kV, Tomada D'água e Serviços Auxiliares

4.4.1 Subestação de 69kV

As subestações de 69 kV das usinas hidrelétricas serão do tipo barra simples, com um ou dois vãos de saídas de linha de transmissão e um vão de transformação 69/ 6,9 kV, conforme mostrado nos diagramas unifilares das usinas hidrelétricas.

Uma UAC com processador redundante a ser instalada no painel PSEA, está prevista para o controle e supervisão de cada subestação. Esta UAC deverá controlar o vão do transformador elevador de 69/6,9 kV, um ou dois vãos das linhas de transmissão de 69 kV, tomada d'água e serviços auxiliares.

A UAC deverá controlar todos os equipamentos dos vãos, compreendendo os transformadores, disjuntores, seccionadoras, proteção, etc...

Na UAC da subestação deverão ser implantados todos os intertravamentos e automatismos requeridos nestas Especificações Técnicas.

É necessário que o fornecimento de *Check* Sincronismo, porém deverá ser considerado a energização do sistema de transmissão em determinado sentido, e portanto deverá haver supervisão do fechamento dos disjuntores das linhas de transmissão de 69 kV com Linha Viva – Barra Morta ou Linha Morta – Barra Viva.

O controle dos disjuntores poderá ser efetuado no local, através da IHM das respectivas UAC ou através das IHMs dos níveis 2 e 3 do SDSC.

4.4.2 Serviços Auxiliares CA

a) Geral



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

O sistema de serviços auxiliares em corrente alternada de cada usina hidrelétrica e subestação, quadros QDCA e QDSE, está mostrado no desenho EN.B/III.DS.EL.0002 (página 153 do caderno de desenhos) Diagrama Unifilar Simplificado.

Os alimentadores correspondentes às cargas dos auxiliares de cada unidade geradora serão controlados e supervisionados através da UAC da própria unidade geradora. Os demais, através da UAC dos serviços auxiliares.

Os equipamentos de serviços auxiliares das, estruturas de controle dos reservatórios e tomadas d'água de uso difuso, serão controlados e supervisionados por UACs instaladas nos locais.

b) Funções de Controle e Supervisão

O QDCA será provido com recursos próprios para comando, controle, intertravamento, automatismos, medição e sinalização independentes do sistema digital e portanto a UAC dos serviços auxiliares deverá executar apenas as funções de comando e supervisão.

Os QDCA e QDSE poderão funcionar no modo de controle automático ou manual. Quando em manual, seus disjuntores de entrada e interligação de barras poderão ser comandados através da IHM da UAC dos serviços auxiliares e IHM do nível 2 ou 3.

Além do comando dos disjuntores, deverá ser previsto a seleção do modo de controle automático/manual dos QDCA e QDSE através da UAC e IHM do nível 2 ou 3.

O grupo diesel de emergência também será controlado da UAC dos serviços auxiliares e IHM do nível 2 ou 3. Sendo assim poderá ser selecionado o modo de controle automático/manual, partir/parar e efetuar o carregamento do gerador diesel através destes três postos de comando.

No SDSC também deverão estar disponíveis as medições de tensão e de corrente nas três fases de cada alimentador de entrada e as medições de tensão nas duas barras. Todas as medições serão efetuadas a partir dos sinais de transdutores com saída 4 – 20 mA, fornecidos por terceiros.

As correntes nas três fases, tensão, frequência e potência ativa do grupo diesel de emergência também deverão estar disponíveis no SDSC.

Para o TRSA1, deverá haver apenas supervisão através do SDSC.

4.4.3 Serviços Auxiliares Elétricos em CC

O sistema de serviços auxiliares em corrente contínua de cada usina hidrelétrica está mostrado no desenho EN.B/III.DS.EL.0003 (página 154 do caderno de desenho) Diagrama Unifilar Simplificado – 125 Vcc.

Este sistema é composto essencialmente de carregadores de baterias de 125 V, conjuntos de baterias em 125 V e painel de distribuição de corrente contínua em 125 V.

Para supervisão destes equipamentos será utilizada a UAC dos serviços auxiliares.

Para todos os equipamentos deverá haver apenas supervisão de estado, de anormalidades e medição através do SDSC, ou seja, nenhuma função de controle será requerida. Todas as medições serão efetuadas a partir dos sinais de transdutores com saída 4 – 20 mA, fornecidos por terceiros, quando se tratar de quadros não incluídos no Fornecimento.

4.4.4 Sistemas Auxiliares Mecânicos

Os sistemas auxiliares mecânicos da Casa de Força deverão ser controlados e supervisionados pelo SDSC através da UAC da subestação, tomada d'água e serviços auxiliares. Nesta UAC deverão ser implementados todos os programas e cálculos necessários para a execução das funções de controle e supervisão requeridas.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

4.4.5 Comportas e Sistemas Auxiliares da Tomada d'Água

a) Acionamento das Comportas da Tomada d'Água

O controle e a supervisão de cada comporta deverão ser efetuados essencialmente através da UAC da subestação, tomada d'água e serviços auxiliares instalada no PSEA.

Além das lógicas de acionamento, deverá conter no mínimo chave seletora, com duas posições, marcadas "Local" e "Remoto", *led* para sinalização de "comando remoto bloqueado", botoeira com tampa para comando de fechamento de emergência, relé de supervisão de continuidade para solenóide da válvula de fechamento de emergência.

Estes dispositivos deverão atuar via UAC, porém a botoeira de fechamento de emergência deverá atuar, adicionalmente, por fiação convencional, diretamente sobre a eletroválvula respectiva.

Uma vez comandado o fechamento de emergência por qualquer meio, dois contatos secos deverão ser ativados: um para atuar na UAC do PSEA, e outro para atuar sobre o relé de bloqueio (86 H) de parada hidráulica instalado no PSU, na Casa de Força.

A posição normal da chave será "Remoto". Nesta posição deverão ficar habilitados os comandos a partir do nível 2 e 3 do SDSC. Na posição "Local" deverão ficar habilitados apenas os comandos efetuados a partir do próprio painel local. Os comandos de fechamento de emergência deverão ficar habilitados independentemente da posição da chave.

A comutação da chave para a posição "Local" deverá provocar alarme no nível 2 e 3 do SDSC.

b) Fechamento de Emergência

O fechamento de emergência deverá poder ser comandado a partir dos vários postos de controle, e deverá ocorrer automaticamente pela atuação da proteção da unidade.

Os comandos de fechamento de emergência a partir do sistema de proteção e dos relés convencionais deverão ser encaminhados diretamente à eletroválvula respectiva por fiação convencional.

c) Sistema de Monitoração

Para cada comporta deverá ser implementado, pelo FORNECEDOR, na UAC respectiva, um programa computacional de monitoração para fins de diagnóstico como segue:

- monitoração do tempo despendido em cada reposição de pressão ou da comporta e do intervalo de tempo entre as reposições;
- monitoração do tempo de fechamento de emergência;
- monitoração do tempo de abertura e da variação da pressão de bombeamento ao longo da abertura, com registro da pressão no início e no final de cada estágio;
- monitoração do tempo de enchimento do conduto forçado.

4.5 Sistema de Alimentação Ininterrupta (SAI)

Subsistema de alimentação ininterrupta constituído por equipamento no-break microprocessado, com operação *on-line*, incluindo 2 (dois) inversores, chave estática de *by-pass* com controle de sincronismo rede/no-break e transformador, seccionador de acionamento manual e um quadro de distribuição geral, apresentando ainda interface de comunicação RS-232 e *software* embarcado de supervisão da rede elétrica e shutdown automático de aplicativos, para utilização em redes locais em ambiente Windows 2000 Profissional, apresentando ainda as seguintes características elétricas:

- Entrada: 380 Vca (fase-fase);



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Freqüência: 60 Hz;
- Saída: 220 Vca;
- Potência: 8 kVA;
- Fator de Potência: 0,8;
- Regulação estática: +/-1 % Vnom;
- Distorção Harmônica Total: <2 %;

O quadro de distribuição geral deverá ter um disjuntor de entrada, de alimentação geral e 12 disjuntores de saída, para a alimentação dos equipamentos do nível 2.

4.5.1 Estruturas de Controle

Os reservatórios e canais são providos de estruturas de controle para a regulação dos seus níveis e distribuição da água através dos vários canais, em atendimento ao programa de consumo de água a ser estabelecido para a região.

Existirão estruturas de controle com comportas e tomadas d'água de uso difuso sem estação de bombeamento.

Para cada estrutura de controle deverá ser previsto uma UAC que será responsável pela aquisição dos dados de medição, supervisão e controle dos equipamentos e instalações do local.

Os sistemas auxiliares mecânicos instalados nas estruturas de controle dos reservatórios e tomadas d'água de uso difuso serão controlados e supervisionados pelas UACs instaladas nos locais.

4.5.2 Estrutura de Controle com Comportas

Este tipo de estrutura esta previsto para os reservatórios intermediários. Cada uma destas estruturas tem quatro comportas e quatro posto de medição de nível.

As comportas poderão ser controladas do local, através dos painéis fornecidos por seus próprios fabricantes e através das IHMs dos níveis 2 e 3 do SDSC.

Nas comportas estarão disponíveis, para aquisição pela UAC, os pontos de supervisão tais como comporta aberta/fechada, falta tensão, defeito motor etc. e medição de posição das comportas em código BCD. A UAC também deverá efetuar a aquisição de dados de medição do nível do reservatório e supervisão do acesso e local onde estão instalados os equipamentos, tais como porta aberta, cerca violada, falta tensão ou defeito nos auxiliares, etc.

A medição da vazão vertida deverá ser calculada pela UAC através dos dados dos níveis do reservatório e posição de abertura das comportas.

4.5.3 Tomada D'Água de Uso Difuso

As válvulas motorizadas poderão ser controladas do local, através dos painéis fornecidos por seus próprios fabricantes e através das IHMs dos níveis 2 e 3 do SDSC.

Nestas estruturas deverá ser feita a aquisição dos dados de supervisão dos serviços auxiliares e local das instalações e ainda a medição dos níveis e vazões fornecidos pela instrumentação incluída neste Fornecimento.

5 . NORMAS TÉCNICAS

Os equipamentos e serviços constantes do Fornecimento em questão, para fins de projeto, fabricação, emprego de matéria prima e de componentes e testes, deverão satisfazer as condições destas Especificações Técnicas. Para os itens não abrangidos, e/ou omissos, deverão ser adotadas



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

as normas e recomendações das seguintes instituições, desde que não contrariem esta especificação:

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Onde as Normas da ABNT forem omissas ou inexistentes, serão aceitas as normas apropriadas e recentes da:

- ANSI – American National Standard Institute;
- ASTM – American Society for Testing and Material;
- CCITT – Comité Consultatif International de Télégraphique et Téléphonique;
- EIA – Electronic Industries Association;
- IEC – International Electrotechnical Commission;
- IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers;
- IPC – Institute for Interconnecting and Packing Electronic Circuits;
- IPCEA – Insulated Power Cable Engineers Association;
- ISA – Instrument Society of América;
- ISO – International Standards Organization;
- NEMA – National Electrical Manufacturers Association.

A CONTRATADA poderá seguir normas de outras instituições não mencionadas, desde que devidamente justificadas e aprovadas pela CONTRATANTE.

Para materiais, componentes e métodos de fabricação, as normas e recomendações usualmente empregadas pela CONTRATADA, desde que submetidas previamente à aprovação da CONTRATANTE, poderão ser utilizadas e complementadas, quando necessário, por outras normas das instituições mencionadas.

Em qualquer caso, quando instruções específicas forem mencionadas nestas Especificações Técnicas, estas terão preferência sobre as normas.

6 . REQUISITOS TÉCNICOS GERAIS

6.1 Objetivo

Esta seção fixa os requisitos técnicos para o projeto e fabricação dos equipamentos objeto desse Fornecimento.

6.2 Condições Ambientais

As usinas hidrelétricas, subestações, estruturas de controle e tomadas d'água de uso difuso serão construídas em locais, onde a altitude é inferior a 1.000 m em clima temperado. A temperatura média anual é de 24° C, sendo que as temperaturas mínima e máxima são 0° C e 40° C, respectivamente.

A umidade relativa do ar pode alcançar valores de até 90 % durante certos períodos do ano. A velocidade máxima do vento é de 126 km/h a temperatura de 15° C.

A chuva não é bem distribuída durante o ano. A área de maior incidência pluviométrica registra uma média anual de 800 mm.

6.3 Fontes de Tensão Auxiliar

As seguintes tensões serão utilizadas no projeto:



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Auxiliares: sistema trifásico em estrela, neutro solidamente aterrado destinado a suprir circuitos de potência, demarradores, iluminação, aquecimento painéis e tomadas monopolares, 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 -15 %;
- Telecomunicações: sistema de corrente contínua, positivo aterrado, 48 V, (tensão conseguida através de conversor retirada do 125 Vcc);
- Equipamentos do SDSC, níveis 2 e 3 sistema monofásico com neutro aterrado, dois fios, 220 V, faixa de variação da tensão de + 2 % a -2 %, 60 Hz;

A CONTRATADA deverá fornecer todos os dispositivos necessários para proteger e garantir o perfeito funcionamento dos equipamentos elétricos e eletrônicos contra interferências e surtos de tensão que possam ocorrer nas alimentações fornecidas por terceiros.

Deverá ser levado em conta que, sob determinadas condições de serviço, durante curto espaço de tempo, tais como durante a partida de grandes motores, as tensões especificadas podem atingir valores abaixo dos acima especificados.

6.4 Compatibilidade Eletromagnética

A utilização de equipamentos eletrônicos para realização de funções de controle e proteção de equipamentos em processos de usinas hidrelétricas e subestações de alta-tensão conduz à necessidade de elevados índices de confiabilidade para tais equipamentos, que não podem ser conseguidos unicamente pela utilização de técnicas de redundância visto que, em operação em ambientes caracterizados por altos níveis de interferências eletromagnéticas, estas interferências podem afetar simultaneamente os equipamentos redundantes.

Requer-se atenção especial da CONTRATADA no sentido de avaliar os requisitos contidos nestas Especificações Técnicas Gerais e determinar requisitos adicionais que considerar necessários à garantia da compatibilidade eletromagnética dos equipamentos, no que se refere principalmente a:

- Características de projeto e construtivas dos equipamentos (blindagem) quanto ao nível de suportabilidade aos efeitos das interferências eletromagnéticas.
- Tipo e características dos cabos de interligação e blindagens.
- Recursos físicos de caminhamento dos cabos, tanto para a fiação interna aos painéis, quanto para a de interligação com dispositivos no campo.
- Características de blindagem e aterramento dos equipamentos.

Adicionalmente, de forma a assegurar que os equipamentos operarão de forma satisfatória nas condições ambientais previstas para o local da instalação, os mesmos deverão ser submetidos a testes de interferência cujos resultados avaliarão a sua compatibilidade ao ambiente de operação.

Por outro lado, a presença, no campo, de condições ambientais mais favoráveis que as exigidas na norma, não será aceita como argumento para algum relaxamento nos níveis de severidade relativos à compatibilidade eletromagnética exigidos nestas Especificações Técnicas Gerais para os equipamentos

6.5 Aterramento e Blindagem

6.5.1 Requisitos Gerais

Todos os painéis, quadros elétricos onde sejam previstas a instalação de equipamentos eletrônicos deverão ser construídos com técnicas de blindagem eletromagnética, mesmo



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

operando com as portas abertas. As técnicas de aterramento sugeridas a seguir deverão ser cuidadosamente analisadas pela CONTRATADA no sentido de empregá-las em sua totalidade ou melhoradas, de acordo com a sua experiência em implantação de sistemas eletrônicos. Todas as técnicas a serem empregadas no projeto de aterramento dos equipamentos deverão estar claramente descritas no documento de descrição do equipamento, bem como as recomendações para sistemas de aterramento não pertencentes ao Fornecimento mas diretamente relacionados com o mesmo.

6.5.2 Blindagem dos Cabos

Deverá ser utilizada blindagem metálica nos cabos de controle, de modo a reduzir os efeitos de interferências eletromagnéticas.

A continuidade da blindagem deverá ser mantida ao longo de todo o percurso do cabo, inclusive na passagem pelas caixas de passagem ou de junção.

Os cabos com blindagem simples deverão ser aterrados em ambas as extremidades.

6.5.3 Blindagem de Módulos

Os módulos eletrônicos sensíveis a interferências eletromagnéticas deverão ser blindados individualmente mediante planos de terra nos circuitos impressos e coberturas laminares metálicas de forma a torná-los compatíveis com os níveis dos campos a que estarão submetidos.

Também os módulos e componentes geradores de campos eletromagnéticos, tais como osciladores, transformadores, bobinas, capacitores e fontes de alimentação deverão ser adequadamente blindados, com a finalidade de reduzir os níveis de emissão.

Todas as placas eletrônicas deverão possuir filtragem local protetora contra a propagação de ruídos pelas linhas de alimentação devido a variações abruptas de consumos de energia e presença de cargas reativas. Os filtros deverão ser passivos, implementados por meio de indutâncias em série e capacitores derivação e não deverão introduzir resistências nas linhas de alimentação que comprometam a estabilidade das tensões de alimentação.

Os componentes amplificadores de sinal de baixa tensão deverão possuir encapsulamento metálico e deverão ser sempre baseados em amplificadores operacionais balanceados. As rotas das pistas nos circuitos impressos e cablagem deverão ser curtas e simétricas de forma a minimizar as interferências em modo comum.

6.5.4 Quadros

Todas as partes metálicas que compõem os equipamentos (perfis de sustentação, chapas de instalação, portas, laterais etc.) não sujeitas a potencial deverão ser arranjadas de forma a proporcionar um caminho elétrico eficaz à terra.

Todas as carcaças metálicas dos equipamentos deverão ser adequadamente aterradas, de forma a eliminar a possibilidade de choque elétrico ao pessoal de manutenção.

Os vários subsistemas de terra internos ao equipamento deverão ser isolados entre si e ligados à barra de terra.

Os quadros deverão possuir na sua parte inferior interna uma barra de cobre, com seção mínima de 70 mm², ou igual a das barras das fases, para conexão da fiação de aterramento e da blindagem dos cabos de controle. Esta barra deverá ser dotada de dois conectores para cabos de cobre nu com seção de 16 a 70 mm² do sistema de aterramento da usina hidrelétrica.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

7 . REQUISITOS ELÉTRICOS GERAIS

7.1 Geral

Será de total responsabilidade da CONTRATADA o dimensionamento de todos os dispositivos e equipamentos, tais como disjuntores, fusíveis, barramentos, fiação, etc.

7.2 Contatos Elétricos de Equipamentos

Os contatos elétricos de todos os equipamentos de controle, medição, proteção e supervisão (relés, chaves fim de curso, botões de comando, chaves seletoras e de controle etc.), deverão operar à tensão nominal de 125 V, corrente contínua e 220 V, corrente alternada, 60Hz, ser eletricamente independentes, operar corretamente mesmo quando submetidos a vibração e deverão atender às recomendações da norma IEC-947.

Os contatos deverão ter as seguintes características técnicas, conforme definido na norma IEC-947-5-1:

Categoria de utilização	DC-13
Características elétricas	P600
vida mecânica	1 milhão de operações
Operações em carga	120 por hora

7.3 Quadros de Equipamentos Elétricos

Esta seção cobre os requisitos gerais aplicáveis ao projeto, fabricação e montagem de painéis de equipamentos elétricos a serem fornecidos de acordo com as Especificações Técnicas. Daqui a diante denominados simplesmente como painéis.

7.3.1 Requisitos Gerais

a) Requisitos Construtivos

Os painéis deverão ser do tipo multi-cubículos, conforme definido em NBR-6808, fabricados em chapa de aço lisa, livre de quaisquer imperfeições, de espessura não inferior a 2,5 mm (nº 12 MSG) para as estruturas, e 1,9 mm (nº 14 MSG) para as chapas externas e chapas internas. Os quadros para sistemas eletrônicos deverão ser construídos em acordo com as normas DIN 41494/EIA RS-310 (padrão de 19 polegadas).

Os painéis deverão ser projetados e dimensionados para garantir ao conjunto rigidez e capacidade de absorção de vibrações mecânicas a que estarão submetidos no transporte e no local de operação, e facilidade de acesso aos componentes internos.

Os painéis deverão ser construídos em seções, de modo a possibilitar a sua separação para transporte e acesso ao local de instalação. Após a montagem, o alinhamento entre as seções deverá ser perfeito.

As portas deverão proporcionar fácil acesso aos equipamentos de cada seção. Deverão possuir trinco com fechadura tipo Yale, do tipo cremona, de três pontos de fechamento. As portas deverão ser facilmente removíveis e possuir uma junta de neoprene para vedação. Todos os painéis deverão ter grau de proteção IP-41 para instalação abrigada, conforme NBR-6146.

Os racks, projetados de acordo com as dimensões dos cartões de circuito impresso, deverão ser montados nos bastidores visando o fácil acesso pelo pessoal de manutenção. Todos os racks deverão ser devidamente identificados. O acesso normal aos módulos funcionais deverá se dar pela parte frontal. Por questões de facilidade de manutenção, deverá ser possível também o acesso pela parte posterior, também através de porta.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

A porta frontal deverá ter janela de vidro de maneira que o operador possa visualizar todos os equipamentos montados nos racks.

No piso de cada seção dos painéis, deverá ser prevista tampa removível, de chapa de material não magnético, providas de vedação adequada, próprias para receber os prensa-cabos adequados para vedação da entrada de cabos. O fabricante deverá dedicar especial atenção ao dimensionamento da área do quadro dedicada à passagem dos cabos externos, de forma a evitar o acúmulo de cabos sobre uma seção do quadro. A CONTRATADA deverá submeter à aprovação da CONTRATANTE, um desenho detalhando as tampas e o espaço para instalação dos prensa-cabos.

Nos casos em que sejam necessárias venezianas de ventilação, estas deverão ser providas com tela de malha fina e filtro, a fim de impedir a entrada de insetos e pó. O filtro deverá ser facilmente removível para limpeza.

Cada seção para transporte dos painéis deverá possuir dispositivos que permitam o içamento, para fins de carga e descarga, e uma base de fixação em perfil U ou chapa dobrada. Esta base deverá ter 80 mm de altura e receber pintura resistente a abrasão e a impactos. Os dispositivos para fixação dos quadros ao piso ou parede deverão estar incluídos no Fornecimento. Os desenhos detalhados da base e da maneira de fixação ao piso ou parede deverão ser submetidos à aprovação da CONTRATANTE.

Para o caso de aplicações futuras, se houver, as furações para equipamentos de embutir, feitas nas chapas ou portas externas deverão ser fechadas provisoriamente com uma chapa do mesmo material e na mesma cor dos painéis.

b) Projeto e Montagem

O projeto e o sistema de montagem dos painéis deverá permitir ampliações do sistema e acesso para manutenção de forma irrestrita a todos os seus componentes.

Se os painéis possuírem equipamentos de potência e de controle, estes deverão ser separados entre si, definindo-se uma seção para cada finalidade (potência ou controle).

Com este objetivo, circuitos de automatismo, intertravamento, proteção, alarme, sinalização, medição e outros do gênero, deverão ocupar seções distintas dos circuitos de potência. Os equipamentos destes circuitos deverão ser montados em chassis e a posição de cada dispositivo definida por coordenadas que deverão constar nos projetos de arranjo dos painéis.

Deverão ser enviados à CONTRATANTE para aprovação, desenhos dos detalhes de arranjo e fixação dos equipamentos e cortes dos painéis.

c) Proteção dos Circuitos

Toda alimentação auxiliar externa deverá ser protegida por disjuntores tipo caixa moldada, dimensionados de acordo com o circuito que esteja alimentando.

Os circuitos de comando e proteção deverão ser protegidos por mini-disjuntores, e possuir no ponto eletricamente mais remoto da fonte um relé auxiliar, normalmente energizado, para alarme caso ocorra abertura do disjuntor ou descontinuidade na fiação.

7.3.2 Barramento

a) Geral

Os barramentos deverão ser executados em cobre eletrolítico, de seção compatível com a corrente nominal de cada painel, e fixados de forma a suportar os esforços dinâmicos e térmicos resultantes da máxima corrente de curto-circuito especificada e deverão estar em conformidade com a norma NBR-6808.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

O barramento de neutro deverá possuir a mesma capacidade daqueles das fases e ser isolado da estrutura metálica de cada painel.

Todas as uniões ou derivações deverão ser parafusadas e ter suas superfícies prateadas ou estanhadas.

As barras deverão ser montadas em suportes isolantes, e a passagem entre os compartimentos deverá ser feita por meio de barreiras individuais, de material isolante. Placas metálicas removíveis ou portas articuladas e parafusadas deverão ser providas em cada seção do quadro para permitir acesso para manutenção e inspeção do barramento.

Não deverá ser necessário reaperto das uniões ou derivações após a colocação em operação do equipamento.

b) Capacidade térmica, dinâmica e momentânea

Com base nos valores das correntes de curto-circuito em cada painel, a CONTRATADA deverá efetuar o dimensionamento dos barramentos. As memórias de cálculo deverão ser submetidas à aprovação da CONTRATANTE.

7.3.3 Iluminação

Deverá ser prevista internamente a cada seção do quadro, duas ou mais lâmpadas do tipo PL, 20 W, tensão de 220 V, comandada por um microinterruptor acionado ao abrir a porta. Os receptáculos para lâmpadas incandescentes deverão ser de porcelana branca, reforçados, rosca Edison E-27.

7.3.4 Aquecimento

Deverá ser instalada, em cada compartimento do quadro, uma resistência com potência adequada para que a temperatura interna se mantenha 5° C acima da temperatura ambiente.

A resistência deverá ser do tipo blindada para operação em 220 V, com superfície de dissipação suficiente para a emissão térmica requerida, sem sobreaquecimento.

7.3.5 Tomadas Multipolares

As tomadas multipolares deverão ser do tipo pino-tomada, de múltiplos pinos, possuir guia para polarização e trava para fixação. As tomadas deverão ter capacidade para 20 A, em regime permanente, e serem de classe 250 V.

As tomadas deverão ser identificadas de maneira indelével. Não serão aceitas identificações por meio de etiquetas gomadas, fitas adesivas etc.

7.3.6 Réguas de Bornes e Acessórios

As réguas de bornes deverão possuir os suportes isolantes fabricados de um composto não rígido, termofixo, moldado, classe 750 V, montadas sobre perfil metálico (DIN-46277).

Os bornes deverão ser fornecidos completos, com todos os acessórios. O sistema de fixação dos terminais deverá garantir uma pressão eficaz e uniforme mesmo quando submetidos a vibrações. Não serão aceitos bornes para solda.

Todos os bornes deverão ser apropriados para os terminais do condutor que irá conectar.

As réguas de bornes deverão ser separadas em réguas para circuitos de potência e para circuitos de controle, comando e instrumentação. Deverão ser convenientemente distribuídas dentro do quadro, obedecendo-se a separação entre potência e controle. As réguas de controle, comando e instrumentação interna, também deverão ser separadas das de controle, comando e instrumentação externa. Os desenhos de arranjo e distribuição das réguas de bornes dentro das seções de potência e controle, mostrando também as entradas de cabos, deverão ser submetidos à aprovação do CONTRATANTE.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

As régua deverão ser locadas de tal modo que o acesso às mesmas seja feito sem necessidade de desmontagem de qualquer equipamento ou parte do quadro e que haja espaço suficiente para que a fiação interna e externa seja realizada com folga e sem dificuldades.

Cada régua de bornes deverá possuir 20 % de bornes de reserva de cada tipo empregado naquela régua.

Os bornes para os circuitos de controle e comando (220 Vca e 125 Vcc), deverão ser com conexão por grampo-parafuso de pressão indireta, com dispositivo para travamento automático do parafuso.

Os bornes para instrumentação (TPs, TCs, voltímetros e amperímetros) deverão ser com conexão por parafuso ou pino passante, terminal olhal. Nos locais sujeitos a vibração os bornes para instrumentação deverão ser dotados de contraporca adicional.

Os bornes para potência (380 V ca e 125 Vcc) deverão ser com conexão por parafuso ou pino passante, para terminal olhal.

Os bornes para aterramento deverão ter o corpo isolante nas cores verde e amarela.

Todos os bornes e régua deverão ser claramente identificados por meio de marcadores indelévels, fabricados especialmente para esta finalidade.

7.3.7 Fiação Interna

a) Geral

A fiação interna do quadro deverá atender aos requisitos da norma NBR-6808 e permitir livre acesso aos equipamentos sem a desmontagem de qualquer parte do quadro ou a retirada de qualquer equipamento.

A fiação deverá ser totalmente executada nas instalações da CONTRATADA. Toda a fiação interna deverá ser tipo B, classe II, conforme definido pela norma NBR-6808.

O arranjo da fiação dentro do quadro deverá prever a segregação da fiação de controle e instrumentação da de potência. A fiação de controle e instrumentação externa deverá ser disposta de modo a ficar afastada, no mínimo, 30 centímetros da de potência, de controle e da instrumentação internos ao quadro. A CONTRATADA deverá prover todos os meios adequados para evitar os problemas de interferências eletromagnéticas.

Os conectores deverão garantir conexão elétrica e mecânica dos fios de ligação, mesmo sujeitos a vibrações e deverão possuir resistência à corrosão sob as condições ambientais presentes nos locais de operação. Todas as conexões dos cabos externos deverão ser feitas por meio de conectores terminais, não sendo aceitas ligações diretas aos dispositivos internos ao quadro.

As interligações entre seções do quadro, quando este for dividido em partes para transporte, deverão ser feitas por meio de régua de interligação. O mesmo processo deverá ser utilizado para interconexão entre quadros e/ou equipamentos de um mesmo Fornecimento e que fazem parte de um sistema.

A fiação interna deverá ser totalmente executada em calhas plásticas não propagantes de fogo. Não serão aceitos chicotes, ganchos adesivos, fitas perfuradas, helicóides metálicas etc. A fiação deverá ter comprimento suficiente de modo a evitar esforços mecânicos nos pontos de conexão e fixação. Nos locais em que não for possível utilizar calhas plásticas, a passagem deverá ser executada dentro de mangueiras flexíveis apropriadas, cuja ocupação não deverá ser superior a 40 % de sua área útil.

Para fiação das entradas digitais, os fios de sinal e de retorno deverão corresponder ao mesmo par. Não será aceito retorno comum para grupo de entradas digitais.

As interligações entre bornes deverão ser realizadas pela CONTRATADA.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Não serão aceitas emendas ou avarias na fiação.

Deve ser projetado para conectar somente um terminal por borne para as ligações externas.

Caso haja necessidade de multiplicar os pontos elétricos deve ser usada barra de interligação metálica entre os bornes.

b) Condutores

Os condutores utilizados na fiação interna deverão ser extra-flexíveis, unipolares, de cobre eletrolítico, têmpera mole, formação de no mínimo 19 fios, isolados com material termoplástico (PVC 70° C), isolamento 750 V. Todas as extremidades dos condutores deverão ser providas das terminações para cabos, conforme especificado.

A seção dos condutores utilizados para controle não poderá ser inferior a 1,5 mm². Para TPs e TCs a seção mínima deverá ser 2,5 mm².

A seção dos condutores utilizados para iluminação deverá ser no mínimo 2,5 mm².

Os condutores de aterramento deverão ser isolados na cor verde com faixas amarelas, com seção não inferior a 6 mm².

Para as terminações das resistências anti-condensação deverão ser utilizados cabos resistentes ao calor, com seção mínima do condutor de 2,5 mm² e isolamento 750 V.

Para equipamentos eletrônicos, ficará a cargo da CONTRATADA a determinação da forma, tipo e nível de isolamento da fiação interna a cada equipamento e dos conectores terminais a serem empregados no Fornecimento. Tais características deverão ser submetidas à CONTRATANTE para aprovação.

Conexões em Painéis que Possuem Equipamentos Eletrônicos.

Todas as interconexões entre módulos deverão ser feitas com a utilização de conectores.

Todos os sinais de interface com o campo deverão ingressar nos equipamentos em bornes de ligação mecanicamente independentes dos módulos funcionais.

Todos os pontos de conexão elétrica de conectores de módulos deverão ser revestidos em ouro, devendo ser tomados todos os cuidados mecânicos de forma a se evitar mau contato.

c) Calhas Plásticas

As calhas plásticas deverão ser do tipo recorte aberto, fabricadas em PVC rígido, não inflamável, com tampa facilmente removível.

Cada calha plástica deverá ter no máximo 60% da sua área útil ocupada.

Deverão ser instaladas calhas plásticas para execução da fiação de interligação ao lado das régua de bornes para a fiação externa. Neste caso também deverá ser prevista a segregação da fiação, conforme descrito anteriormente.

d) Identificação da Fiação

Toda extremidade de cabos deverá ser identificada com o número do terminal ao qual é ligada.

7.3.8 Identificação dos Equipamentos

Cada dispositivo utilizado, interna ou externamente aos painéis, deverá ser identificado por uma plaqueta que conterá o código do equipamento. Estas plaquetas deverão ser de plástico laminado, com 3 mm de espessura, com inscrições brancas indeléveis em fundo preto. Estas plaquetas deverão ser sempre internas aos painéis, e localizadas de forma a permitir uma fácil visualização. No caso de equipamentos extraíveis, exceto fusíveis, deverão ser providas duas



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

plaquetas, uma localizada no quadro e outra no equipamento. A primeira deverá ser localizada em posição tal que seja visível mesmo com o equipamento inserido.

Externamente aos painéis deverão ser providas plaquetas que identifiquem, através de códigos consagrados internacionalmente ou conforme os documentos de Contrato, cada equipamento que seja visível externamente ao quadro. Em todas as seções dos painéis deverão ser providas plaquetas de identificação das mesmas, e também no centro do conjunto deverá ser provida uma plaqueta, de no mínimo 200 x 120 mm, que identifique o conjunto. Estas plaquetas deverão ser de plástico laminado ou acrílico de 3 mm de espessura, com inscrições brancas indeléveis em fundo preto e fixadas por parafusos de cabeça preta. As plaquetas de identificação dos painéis, deverão ser providas nas suas partes frontal e posterior.

A CONTRATADA deverá fornecer uma placa de identificação para cada um dos painéis. As placas de identificação de marca, tipo e características deverão ser rígidas, de metal não corrosível, e fixadas por meio de rebites adequados, na parte frontal dos mesmos. As placas deverão incluir, mas não limitar-se às seguintes informações:

Nome do fabricante ou marca

- Tipo e designação do painel
- Número de série e ano de fabricação
- Tensão nominal do circuito principal (V ou kV) (quando aplicável)
- Corrente nominal do circuito principal (A) (quando aplicável)
- Freqüência nominal (Hz) (quando aplicável)
- Capacidade de curto-circuito (kA) (quando aplicável)
- Grau de proteção

Os detalhes de tamanho, localização e fixação da placa deverão ser aprovados pela CONTRATANTE. As inscrições deverão ser feitas na língua portuguesa.

Em época oportuna a CONTRATANTE informará as gravações a serem feitas nestas plaquetas.

Deverão também ser identificados com plaqueta ou inscrição irremovível e indelével todos os componentes internos aos quadros eletrônicos, como módulos, circuitos impressos, racks, conectores, régua de terminais, fios e cabos, módulos sobressalentes e qualquer outra parte do equipamento cuja rápida localização seja necessária para maximizar a eficiência dos trabalhos de manutenção. As identificações deverão conter, como mínimo, as seguintes informações:

- Identificação do fabricante e da CONTRATADA.
- Modelo e versão.
- Data da fabricação e, quando aplicável, data de validade para entrada em operação.
- Número de série da CONTRATADA.

Os módulos consumíveis deverão ser fornecidos acompanhados das mesmas informações. Para estes itens, admite-se a utilização de etiquetas fixadas nas embalagens dos produtos. Itens adquiridos em lotes poderão ser identificados globalmente nas embalagens.

7.4 Relés

7.4.1 Relés de Disparo

Os relés de disparo deverão ser do tipo extraível e possuir a máxima confiabilidade disponível. A corrente nominal de fechamento dos contatos deverá ser pelo menos 10 A com capacidade de conduzir continuamente 30 A durante 3 segundos. A corrente de interrupção nominal num



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

circuito indutivo deverá ser pelo menos 0,5 A em 125 VCC. O tempo de fechamento dos contatos deverá ser no máximo 4 (quatro) milissegundos.

As bobinas dos relés de disparo deverão ser adequadas para operação em 125 Vcc, em regime contínuo e deverão ser equipadas com diodos de supressão de surtos.

7.4.2 Relés de Bloqueio

Os relés de bloqueio deverão ser de alta velocidade, extraível, com recursos para rearme manual local e rearme elétrico. Os relés deverão ser fornecidos com número suficiente de contatos NA e contatos NF para cumprir sua função. Não serão aceitos relés multiplicadores de contatos.

Os contatos dos relés de bloqueio deverão ter capacidade de condução contínua de 20 A, sem exceder o limite de elevação de temperatura de 30° C. A capacidade de interrupção das cargas indutivas deverá ser de no mínimo 10 A em 125 V, corrente contínua ou alternada.

As bobinas dos relés de bloqueio deverão ser adequadas para operação em 125 Vcc, deverão ser equipadas com diodos de supressão de surtos

7.4.3 Relés Auxiliares

Os relés auxiliares deverão ser do tipo extraível e operar corretamente mesmo quando submetidos a vibração.

As bobinas deverão ser tropicalizadas, resistentes a óleo, umidade e fungos, sem resistências em série para redução da tensão. Deverão operar à tensão de 125 Vcc, ou 220 Vca, em regime contínuo, e ser equipados com diodos de supressão de surtos. Deverão suportar as flutuações de tensão dos serviços auxiliares CA e CC de cada usina hidrelétrica.

Os relés auxiliares deverão possuir no mínimo 4 (quatro) contatos reversíveis.

Os relés auxiliares normais devem ter tempo de operação inferior a 30 ms. Os relés auxiliares rápido deverão ter tempo de operação inferior a 4 ms.

7.4.4 Relés de Tempo

Os relés auxiliares temporizados deverão ser do tipo estático, extraível, providos de temporização na energização ou na desenergização, conforme requerido pelo circuito e deverão ser fornecidas com a quantidade e tipo de contatos de acordo com a necessidade do projeto mais 1 (um) contato de reserva.

Todos os seus componentes deverão ser de estado sólido. O dispositivo de ajuste de tempo deverá ser um dial calibrado, externo à caixa do relé.

7.5 Transdutores

7.5.1 Geral

Os transdutores serão utilizados para converter sinais analógicos diversos em sinais analógicos padrão de 4 a 20 mA; deverão ser eletrônicos, dotados de separação galvânica entre os circuitos de alimentação, entrada e saída de sinal, sem partes móveis e não deverão requerer manutenção.

Os transdutores deverão ser resistentes à umidade, ao choque, protegidos contra surtos, correntes parasitas, campos magnéticos, e deverão poder operar sem sofrer danos, com o circuito de saída aberto (sem carga).

Os transdutores deverão atender aos seguintes requisitos:

- tensão auxiliar 125 Vcc
- classe de isolamento 600 V ca



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- classe de exatidão mínima 0,25 %
- sinal de saída 4 a 20 mA
- impedância da carga 500 ohms
- erro de linearidade 1,0 %
- influência da temperatura (menor ou igual) 0,5 %/10° C
- tempo de resposta 500 ms
- sensibilidade (valor final do campo de medição) 0,05 %.

Os transdutores deverão possuir níveis adequados de sobrecarga, de acordo com sua utilização.

7.5.2 Requisitos Específicos

a) Transdutores de Tensão

Os transdutores de tensão deverão ser adequados para ligação a secundários de transformadores de potencial de 115 V ou 115/√3 V, 60 Hz.

b) Transdutores de Corrente

Os transdutores de corrente deverão ser adequados para ligação a secundários de transformadores de corrente de 5 A, 60 Hz e deverão ser providos com bornes adequados para terminais tipo olhal.

7.6 Instrumentos Indicadores

Todos os instrumentos indicadores deverão ser próprios para montagem semi-embutida em quadro, na posição vertical, leitura direta, conexão traseira.

Os instrumentos analógicos deverão ser quadrados com 96 mm de lado, caixa e moldura em preto-fosco com dispositivo de ajuste de zero externo e acessível pela frente do instrumento e deverão estar de acordo com a norma NBR-5180. O ângulo de deflexão do ponteiro deverá ser de 90° e a escala deverá ser facilmente intercambiável e deverá ter inscrições em preto sobre fundo branco.

Os instrumentos digitais, poderão ser microprocessados, deverão ter display de alta visibilidade, 3 ½ dígitos, classe de exatidão $\pm 0,25$ % do span + 1 dígito significativo (DMS), erro de linearidade $\leq 0,2$ %, influência da temperatura ambiente $\leq 0,05$ % /° C, tempo de resposta ≤ 500 ms, sensibilidade $\leq 0,05$ %, estabilidade $\pm 0,02$ % /° C, tensão de alimentação 125 Vcc e classe de isolamento de 2,5 kV, conforme IEC-255-5/77. Os instrumentos deverão ser imunes a ruídos, tais como surtos, campos eletromagnéticos, bem como possuir isolamento galvânica entre entrada, saída e alimentação.

As caixas dos instrumentos deverão ter grau de proteção IP-65, conforme NBR-6146 e o vidro de proteção deverá ser do tipo anti-ofuscante.

A exatidão dos instrumentos indicadores deverá ser de 1,5 % da plena escala, ou melhor.

Os instrumentos para corrente alternada deverão ser projetados para circuitos de 60 Hz, e deverão ser adequados e calibrados para conexão a secundários de transformadores de potencial de 115 V ou 115/√3 V, e/ou a secundários de transformadores de corrente de 5 A.

Os amperímetros para corrente contínua deverão ser adequados para conexão a shunts de 60 mV. Os voltímetros para corrente contínua deverão ser adequados para conexão direta.

Os instrumentos indicadores para ligação a transdutores deverão ser adequados para sinal de 4 a 20 mA.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

A CONTRATADA deverá determinar as escalas apropriadas para as condições normais de operação e o ponto normal de operação deverá se localizar no terço médio da escala. A CONTRATADA deverá submeter à aprovação da CONTRATANTE as escalas de cada instrumento fornecido.

Todos os instrumentos ou dispositivos deverão ter conectores para fiação de seção adequada, porém não inferior a 1,5 mm².

7.7 Chaves Seletoras e de Comando

7.7.1 Geral

Todas as chaves seletoras e de comando deverão ser do tipo rotativa para montagem em quadros, com punhos de cor preta na parte frontal, mecanismo de operação na parte posterior e vida mecânica não inferior a 1 milhão de manobras. As chaves deverão ser parafusadas aos painéis com parafusos de cabeça preta. Cada chave deverá ter estágios de operação separados por no mínimo 30° e *comes* em arranjo tal que permita cumprir suas funções. Os contatos de todas as chaves deverão ser auto-ajustáveis e deverão operar sob a ação de molas. Deverá ser previsto um dispositivo adequado para manter a pressão nos contatos quando os mesmos estão fechados, e as molas de compressão não podem ser elementos condutores de corrente. Todas as chaves seletoras e de comando deverão ser adequadas para 600 V, corrente alternada, ou 250 V, corrente contínua e ter grau de proteção IP-54, conforme NBR-6146.

O sentido de rotação das chaves seletoras e de comando deverá obedecer a seguinte tabela:

SENTIDO	
ANTI -HORÁRIO	HORÁRIO
Abrir	Fechar
Desligar	Ligar
Parar	Partir
Teste	Normal
Local	Remoto
Manual	Automático
Secundária	Principal
Diminuir	Aumentar

7.7.2 Espelhos

Cada chave seletora e de comando deverá ser provida de um espelho, marcado clara e indelévelmente com as posições de operação. Os espelhos deverão ser quadrados com 72 mm de lado.

7.7.3 Chaves Seletoras

As chaves seletoras deverão ter o número de posições requerido pelo circuito, contatos estáveis e punhos tipo *knob*.

As chaves seletoras, quando usadas para transferência de comando, deverão ter duas posições LOCAL-REMOTO. Estas chaves serão providas de bloqueio que permitirá a extração do punho na posição REMOTO.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

7.7.4 Chaves de Comando

As chaves de comando tipo partida-parada serão de três posições, com retorno por mola à posição central, e punho tipo *knob*.

As chaves de comando tipo liga-desliga serão de quatro posições, sendo duas estáveis, com retorno por mola às posições centrais, punho tipo pistola, e memória da última operação.

As chaves de comando deverão ter sinalização de discrepância entre a posição da chave e a do equipamento comandado, quando aplicável.

7.8 Botoeiras de Comando

7.8.1 Geral

Os botoeiras de comando deverão ser do tipo pulsante, com blocos de contatos facilmente permutáveis e vida mecânica não inferior a 1 milhão de manobras. Todos os botões deverão ser redondos, com 36 mm de diâmetro, para 600 V, corrente alternada, ou 250 V, corrente contínua, contatos com capacidade para conduzir 20 A continuamente sem exceder uma elevação de temperatura de 30° C e ter grau de proteção IP-54, conforme NBR-6146. Todas as botoeiras deverão possuir pelo menos um par de contatos (um NA e um NF) de reserva, disponíveis para utilização pela CONTRATANTE.

7.8.2 Cores

Todos os botões de comando deverão ter as cores conforme estipulado abaixo, porém os botões de uma mesma cor não poderão ter variações de tonalidade:

COR	FUNÇÃO
Vermelha	Ligar ou fechar
Verde	Desligar, abrir ou parar
Preta	Reposição
Amarela	Conhecimento ou rearme
Azul	Teste
Cinza	Funções múltiplas

7.9 Sinalizadores Luminosos

7.9.1 Geral

Toda a sinalização de estado deverá ser feita através de *LEDs* (Diodos Emissores de Luz) montados em armações apropriadas.

As armações para sinalização deverão ser próprias para montagem em quadro, com lentes apropriadamente coloridas. As lentes deverão ser de um material que não venha a sofrer deformações ou mudança de coloração com o tempo.

As armações de sinalização e os *Leds* deverão formar um conjunto que indique claramente se estão acesas ou não, mesmo quando sujeitas à incidência direta da luz solar.

As legendas dos sinalizadores deverão ser em português e previamente aprovadas pela CONTRATANTE.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

7.9.2 Cores

Todas as armações de sinalização deverão ter as cores conforme estipulado abaixo, porém as armações de uma mesma cor não poderão ter variações de tonalidades:

- Posição de Equipamento de Manobra:

COR	FUNÇÃO
verde	aberto
vermelha	fechado
amarela	em teste/manutenção

- Geral

COR	FUNÇÃO
Amarela	condição anormal
Vermelha	equipamento energizado (ligado)
Verde	equipamento desenergizado (desligado)
Verde	relé de bloqueio armado (normal)
Verde	supervisão de bobina (normal)
Amarela	discrepância
Vermelha	bomba principal

- Válvulas

COR	FUNÇÃO
vermelha	aberta
verde	fechada
amarela	em movimento
amarela	em manutenção

7.10 Terminações de Cabos

7.10.1 Cabos de Potência de Baixa Tensão

A CONTRATADA deverá fornecer todas as terminações para os cabos de 1 kV que chegam aos equipamentos de seu Fornecimento. As terminações deverão ser do tipo pressão para cabos de cobre nas bitolas adequadas. A CONTRATADA deverá submeter a aprovação da CONTRATANTE, desenhos que indiquem claramente o percurso proposto para os cabos de comando e força, que chegam ao quadro.

7.10.2 Cabos de Controle e Instrumentação

Os terminais para condutores com seção igual ou menor que 6 mm², deverão ser de compressão anular, fabricados em cobre eletrolítico, estanhados e pré-isolados.

Todas as ligações dos condutores deverão ser feitas por meio de terminais adequados à seção do condutor, adotando-se os critérios a seguir:



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

tipo pino: conexão por grampo-parafuso de pressão indireta, permitindo a ligação de um único terminal.

tipo anel: conexão a terminação tipo parafuso ou pino passante, permitindo ligação de no máximo 2 (dois) terminais em um mesmo ponto.

tipo slip-on: conexão a terminação de equipamentos, bases de relés etc., que possuam a característica de receber este tipo de terminal.

7.10.3 Terminais para Montagem na Obra

O fabricante deverá fornecer em avulso, para utilização na obra pela CONTRATANTE, o seguinte material:

a) Terminais de compressão:

- 20 % (vinte por cento) do total de terminais de compressão, de cada tipo e tamanho, utilizados na fiação interna de comando de todos os equipamentos fornecidos;
- 150 % (cento e cinquenta por cento) do número total de terminais, de cada tipo e tamanho, a serem utilizados na fiação a ser executada na Obra, incluindo os terminais de conexão direta a equipamentos.

b) Alicates:

- três alicates manuais de cada tipo e/ou tamanho, necessários para a instalação dos terminais de compressão fornecidos para os cabos de comando;
- dois alicates manuais de cada tipo e/ou tamanho, necessários para a instalação dos terminais de compressão fornecidos para os cabos de potência.

Este material não é considerado como sobressalente ou reserva, e sim o normal para instalação.

7.11 Blocos de Testes

Os blocos de testes deverão ser de conexão traseira, montagem semi-embutida em quadro, dotados de tampa frontal fixa por parafusos imperdíveis.

As caixas dos blocos de testes deverão ser a prova de pó e dotadas de identificação imperdível e indelével do circuito a que pertencem. Os blocos de testes deverão ser da classe 600 V, capacidade de condução mínima de 20 A, continuamente, sem exceder o limite de elevação de temperatura de 30° C.

A CONTRATADA deverá fornecer todos os plugues compatíveis com os blocos de testes fornecidos.

7.12 Fusíveis de Baixa Tensão

Os fusíveis de baixa tensão deverão ser do tipo limitador de corrente, de ação retardada, instalados em corpo cerâmico preenchido com areia de quartzo e equipados com indicador de fusão (tipo cartucho), de ação rápida, normal ou retardada conforme a carga.

Deverão ser montados em base apropriada para fusível tipo seccionador.

7.13 Tomadas

As tomadas unipolares para 133 V deverão ser isoladas para 250 V, 10 A, na cor preta, para dois pinos chatos e/ou redondos para fase e neutro, e um terceiro pino para terra, conforme NBR-6147.

7.14 Pintura

A cor de acabamento de todos os quadros deverá ser:



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Externa: cinza – MUMSELL N 6,5;
- Interna: cinza – MUMSELL N 6,5.

O esquema de pintura para os equipamentos deverá ser submetido à aprovação da CONTRATANTE.

8 . ENSAIOS DE ACEITAÇÃO

8.1 Abrangência dos Ensaios de Aceitação

Deverão ser submetidos a ensaios de aceitação todos os itens do Fornecimento. Deverão existir, no mínimo, os ensaios de aceitação a seguir apresentados. A CONTRATADA deverá propor a realização de ensaios adicionais que considere necessários. Os ensaios deverão ser realizados na ordem em que estão expostos a seguir e um ensaio só poderá ter início após a finalização e aprovação, pela CONTRATANTE do ensaio anterior.

8.2 Ensaios de Aceitação em Fábrica

Consiste no seguinte conjunto de ensaios:

8.2.1 Ensaios de Tipo

Deverão ser apresentados os certificados de homologação correspondentes a todos os ensaios de tipo especificados. Tais certificados deverão ter sido emitidos por entidades vinculadas ao INMETRO ou a outras entidades certificadoras reconhecidas internacionalmente, e deverão ser referentes a espécimes idênticas aos que forem utilizados no Fornecimento. Os ensaios de tipo poderão ser realizados em fábrica ou em laboratório idôneo aprovado pela CONTRATANTE.

8.2.2 Ensaios de Rotina

Todos os itens do Fornecimento, sejam destinados à operação imediata ou a compor o estoque de sobressalentes, deverão ser submetidos a testes comprobatórios de seu funcionamento e construção conforme requerido nestas Especificações Técnicas.

8.2.3 Ensaio de Funcionamento Integrado

Cada sistema completo deverá ser submetido a testes para a comprovação de seu funcionamento em situação semelhante à que encontrará quando da operação normal. Os ensaios de rotina e de funcionamento integrado em plataforma deverão ser realizados nas instalações da CONTRATADA.

8.3 Ensaios de Aceitação em Campo

Cada sistema deverá ser submetido a ensaios para a comprovação de seu funcionamento, já instalado em seu local de operação definitivo e integrado a todos os equipamentos do processo.

8.4 Avaliação de Confiabilidade e Desempenho

Os sistemas deverão ser analisados quanto ao atendimento dos seguintes aspectos contratuais: índices de confiabilidade, índices de desempenho, conformidade das características técnicas e suficiência da documentação.

8.5 Metodologia dos Ensaios de Aceitação

8.5.1 Requisitos Gerais

Os ensaios de aceitação terão o acompanhamento de inspetores da CONTRATANTE.

Antes do início de cada ensaio de aceitação em Fábrica ou em Campo, a CONTRATADA deverá entregar à CONTRATANTE, com antecedência de pelo menos 30 dias, carta solicitando a realização do ensaio, indicando a data e hora prevista, a duração prevista para a realização



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

completa do ensaio e os locais de realização. Na carta deverá ser solicitada a identificação dos inspetores da CONTRATANTE que participarão dos ensaios de aceitação.

Caso a CONTRATANTE decida excepcionalmente não acompanhar qualquer etapa de ensaios para os quais se programou, isto não implica em diminuição da responsabilidade da CONTRATADA quanto à realização e à apresentação dos resultados do ensaio e à qualidade do sistema fornecido.

Antes do início de cada ensaio de aceitação em Fábrica ou em Campo, os inspetores da CONTRATANTE deverão ser devidamente treinados pela CONTRATADA, em uma palestra de apresentação do equipamento ou sistema objeto do ensaio e do próprio programa de ensaios e recursos utilizados, de forma que possam qualificar-se plenamente para o acompanhamento dos ensaios.

Para efeito de dimensionamento de custos, a CONTRATADA deverá considerar que a equipe de inspetores da CONTRATANTE será formada por três profissionais.

Todos os ensaios de aceitação deverão ter documentos próprios de acompanhamento, que preenchidos pelos representantes da CONTRATANTE, em conjunto com os representantes da CONTRATADA. Tais documentos deverão conter o programa do ensaio, e deverão possuir, em item independente, as folhas de resultados onde serão anotados, pelos responsáveis, todos os resultados obtidos e eventuais problemas que ocorram durante o ensaio.

Os ensaios de aceitação deverão ter natureza modular, divididos em vários ensaios comprobatórios das características técnicas que serão verificadas.

Qualquer correção de problemas encontrados só poderá ser executada após todos os representantes da CONTRATANTE terem julgado finalizado ou interrompido um ensaio. Após a correção autorizada, deverá ser repetida toda a seqüência de testes, e deverão ser atualizados todos os resultados dos testes prévios que tenham sido alterados.

A equipe de inspetores da CONTRATANTE terá autoridade para pedir a repetição, alteração ou complementação de qualquer ensaio ou mesmo da totalidade de qualquer ensaio de aceitação já realizado, quantas vezes for necessário, até que fiquem comprovados resultados completos e plenamente satisfatórios.

A aprovação em qualquer ensaio de aceitação poderá, a qualquer momento, ser revista unilateralmente pela CONTRATANTE, caso surjam indícios de que os resultados, embora considerados satisfatórios quando da execução do ensaio, tornaram-se posteriormente duvidosos.

Deverá ficar disponível à equipe de inspetores da CONTRATANTE o suporte de serviços de escritório da CONTRATADA durante o tempo em que lá permanecerão, tais como: trabalhos de digitação, execução de cópias, envio e recebimento de correspondência e utilização de telefone, FAX e microcomputador.

A CONTRATADA deverá permitir o acesso da equipe de inspetores, devidamente acompanhada, aos locais de fabricação, armazenamento, embalagem, expedição, recebimento, controle de qualidade e demais áreas operacionais da empresa a título de acompanhar o sistema produtivo e os métodos de garantia da qualidade existentes.

À CONTRATANTE caberá o direito de realizar qualquer tipo de alterações e inclusões nos procedimentos de ensaios de aceitação ou recusar em parte ou totalmente os procedimentos apresentados. Nenhum teste poderá ser iniciado à revelia da CONTRATANTE ou sem sua aprovação por escrito, assinada pelos responsáveis legais da CONTRATANTE.

Os itens que deverão ser submetidos ao ensaio de aceitação e os recursos acessórios deverão estar disponíveis, já testados e ajustados pela CONTRATADA antes do início do ensaio, sob pena de os inspetores da CONTRATANTE, unilateralmente, cancelarem sua realização, com



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

todos os custos e demais conseqüências deste cancelamento totalmente a cargo da CONTRATADA.

Antes da realização dos ensaios de rotina, e dos ensaios subseqüentes, todos os projetos deverão estar aprovados, pela CONTRATANTE, e a fabricação de todos os itens em teste deverá estar concluída.

A finalização da etapa correspondente aos ensaios de aceitação em fábrica e em campo será marcada pela emissão de documento firmado pela CONTRATANTE em que este declara sua aprovação aos resultados dos ensaios a que os equipamentos foram submetidos.

8.6 Conteúdo dos Ensaios de Aceitação

8.6.1 Ensaios de Tipo

Os certificados de homologação a serem fornecidos deverão comprovar a suportabilidade dos equipamentos, objeto destas Especificações Técnicas nos ensaios de tipo abaixo especificados.

- Ensaio de Impulso de Tensão

Deverá ser realizado pela aplicação de um impulso de tensão de 5 kV, 1,2x50 μ s conforme IEC 60255-5 para equipamentos, ou partes destes, que têm interfaces com o processo, e 1 kV 1,2x50 μ s para os demais equipamentos.

- Ensaio de Imunidade a Ondas Oscilatórias

Deverá ser realizado conforme a norma IEC 61000-4-12, nível de severidade 1, tanto para o ensaio de *ring wave* como para o ensaio de onda oscilatória amortecida, para estações de trabalho e equipamentos afins. UACs e equipamentos afins deverão ser compatíveis com a norma IEC 60255-22-1, classe III.

- Ensaio de Tensão Transitória Rápida Repetitiva

Deverá ser realizado em conformidade com a norma IEC 61000-4-4, nível de severidade 2 para interfaces de comunicações, estações de trabalho e equipamentos afins, e conforme a norma IEC 60255-22-4, classe IV, para as UACs e equipamentos ligados diretamente ao processo.

- Ensaio de Descargas Eletrostáticas

Deverá ser realizado conforme a norma IEC 61000-4-2, classe 3. Especificamente para as UACs e equipamentos ligados diretamente ao processo os testes deverão ser conforme a norma IEC 60255-22-2, classe III.

- Ensaio de Imunidade à Radiação Eletromagnética

Deverá ser realizado conforme a norma IEC 61000-4-3, classe 3, para um campo de 10 V/m. Para as UACs e equipamentos ligados diretamente ao processo os testes deverão ser conforme a norma IEC 60255-22-3, classe III.

- Ensaio de Imunidade a Campos Magnéticos

Deverá ser realizado conforme a norma IEC 61000-4-8, nível de severidade 2 para os monitores de vídeo em geral, para estações de trabalho e equipamentos afins. Os demais equipamentos deverão ser compatíveis com o nível de severidade 5 da referida norma.

- Ensaio de Suportabilidade a Campos Elétricos

Deverá verificar o desempenho do equipamento quando operando em ambiente submetido à influência de campos elétricos de até 5 kV/m.

Os cabos ópticos incluídos no Fornecimento deverão ser submetidos ao ensaio de ciclo térmico, de acordo com a norma EIA TIA-455-22.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Ensaios de Suportabilidade a Vibrações e a Choques Mecânicos

Estes ensaios deverão ser executados em conformidade com as normas

IEC 60068-2-6, teste Fc, e IEC 60068-2-27, teste Ea, ou IEC 60255-21-1, classe 1 e IEC 60255-21-2, classe 1.

- Ensaios Climáticos

Ensaio de armazenagem e operação em ambiente frio: deverá ser realizado conforme a norma IEC 60068-2-1. O nível de severidade para o ensaio de armazenamento deverá ser de -10°C e duração de 96 horas (teste Ab). O nível de severidade para o ensaio de operação deverá ser de $+5^{\circ}\text{C}$ com duração mínima de 2 horas.

Ensaio de operação em ambiente quente: deverá ser realizado conforme a norma IEC 60068-2-2 (teste Bd). O nível de severidade deverá ser de $+60^{\circ}\text{C}$ com duração mínima de 2 horas.

Ensaio de operação em ambiente com calor úmido acelerado: deverá ser realizado conforme a norma IEC 60068-2-14. O nível de severidade deverá ser de $+5^{\circ}\text{C}$ a $+55^{\circ}\text{C}$, em dois ciclos com gradiente de temperatura de $3^{\circ}\text{C}/\text{min}$.

- Ensaio dos Graus de Proteção

Deverá ser realizado conforme a norma IEC 60529. Deverão ser comprovados os graus de proteção estabelecidos nestas Especificações Técnicas e os declarados pela CONTRATADA, sujeitos à aprovação pela CONTRATANTE.

- Ensaio de Interrupção de Fonte de Alimentação

Os equipamentos alimentados em corrente alternada deverão ser ensaiados conforme a IEC 61000-4-11 nível de severidade de "0 %" UT por um período, conforme tabela 1 da referida norma. Para equipamentos alimentados em corrente contínua o ensaio deverá ser feito conforme IEC 60255, com tempo de duração da interrupção de 20 ms.

8.6.2 Ensaios de Rotina

Deverão ser incluídos os seguintes aspectos nos ensaios de rotina:

- Inspeção visual.
- Ensaio de continuidade
- Ensaio de Variação da Tensão de Alimentação

Deverá verificar o funcionamento do equipamento quando da variação da tensão de alimentação entre os extremos da faixa especificada pelo fabricante em seus catálogos técnicos.

- Ensaio de Resistência de Isolamento

Deverá ser realizado utilizando-se um Megger de 500 V, conforme IEC 60255-5. O valor da resistência de isolamento medida deverá ser maior que $5\text{ M}\Omega$.

- Ensaio de Rigidez Dielétrica

Para todos os equipamentos ou partes destes, que tenham interface com o processo, deverá ser aplicada uma tensão de 2 kV, 60 Hz, durante 1 minuto, entre os circuitos do quadro interconectados e a terra. Os módulos eletrônicos com tensão nominal de isolamento de 60V ou menos deverão ser submetidos a 500V, 60Hz, durante 1 minuto. Os ensaios deverão ser realizados conforme a norma IEC 60255-5.

- Ensaio em Cabo Óptico

Os cabos ópticos incluídos no Fornecimento deverão ser submetidos aos seguintes ensaios:



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Atenuação, uniformidade de atenuação, abertura numérica e largura de banda: de acordo com as "Práticas Telebrás" 235-350-501, 235-350-507 e 235-350-713.
- Tensão Mecânica Constante (*Proof Test*): conforme norma EIA TIA-455-31.
- Comprimento e Características Dimensionais: de acordo com as "Práticas Telebrás" 235-350-501 e 235-350-507, e de acordo com a Rec. G651 da CCITT.
- Ensaio de Energização

Todos os circuitos de controle do quadro, tanto os de corrente contínua quanto os de corrente alternada, deverão ser energizados em suas tensões nominais respectivas, com todos seus equipamentos e dispositivos conectados durante, no mínimo, 24 horas, de modo a verificar a integridade dos componentes em suas tensões nominais. Todos os circuitos deverão ser energizados e ensaiados simultaneamente de modo a comprovar que não existem curto-circuitos entre eles.

Os circuitos que serão ligados aos secundários dos transformadores de corrente e de tensão, com todos seus relés, instrumentos e dispositivos conectados, devem permanecer energizados em seus valores nominais de tensão ou corrente (circuito multipolar para dispositivos multipolares), durante um período não inferior a 8 horas de modo a verificar a integridade de seus componentes em suas tensões ou correntes nominais. Durante este ensaio todos os circuitos de corrente alternada e corrente contínua deverão permanecer energizados durante um período não inferior a uma hora, com o objetivo de verificar a fiação.

Os dispositivos que aparentarem sobreaquecimento, ao término deste ensaio de energização, deverão ter a temperatura de seu invólucro e/ou fiação medida. Se a temperatura for maior que a permitida pela norma IEC 60439, a fiação e/ou o dispositivo deverão ser substituídos.

Ensaio de funcionamento (plataforma) completo com todas as unidades do SDSC, para a comprovação do seu desempenho.

8.6.3 Ensaio de Aceitação em Campo

Os ensaios de aceitação em campo englobarão todos os equipamentos e demais materiais instalados de todos os sistemas do Fornecimento. O ensaio de aceitação em campo deverá ser realizado progressivamente, incluindo todos os itens do Fornecimento. Os sistemas fornecidos deverão já estar integrados aos sistemas computacionais externos ao Fornecimento e interligados ao processo.

Para o início do ensaio de aceitação em campo são necessárias as seguintes condições:

- Recebimento em campo dos itens do Fornecimento pertinentes, inclusive dos itens sobressalentes em reserva de consumíveis.
- Conclusão de todos os fornecimentos e serviços de integração e instalação. Nenhuma pendência será admitida.
- Aprovação dos documentos pertinentes relativos à instalação de fato realizada (*as-built*).
- Disponibilidade dos equipamentos e sistemas de outros fornecimentos vinculados operacionalmente com o sistema em teste. Caso o Fornecimento se adiante em relação aos fornecimentos correlatos, o teste poderá ser adiado até a ocorrência desta condição.

Como mínimo, os ensaios de aceitação em campo deverão incluir:

- Verificação completa da instalação.
- Verificação dos estados de conservação de todos os equipamentos e módulos.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Verificação das respostas funcionais dos sistemas a variações em cada sinal de entrada e das ações das funções de comando ou proteção em cada sinal de saída, na interface com o processo controlado ou protegido.
- Verificação funcional de todas as comunicações internas e externas.
- Verificação completa de todos os modos de operação bem como interações homem-máquina.
- Verificação completa de todas as funcionalidades dos sistemas para a detecção de falhas e reconfiguração automática.
- Verificações de todos os tempos de respostas, taxas de ocupação e velocidades pertinentes.

9 . PEÇAS SOBRESSALENTES E ASSISTÊNCIA TÉCNICA

9.1 Sobressalentes para Dispositivos Digitais

Deverão ser providos sobressalentes para todos os itens do Fornecimento. Deverão ser incluídos não somente os módulos funcionais, como também os módulos estruturais, cablagem etc.

O PROPONENTE deverá incluir na Proposta, a relação de preços unitários e quantidade de módulos e acessórios necessários à manutenção de todos os equipamentos por um período de cinco anos.

As quantidades propostas deverão ser baseadas no MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) e no tempo de Fornecimento e manutenção de peças sobressalentes (TMR - Tempo Médio de Reposição).

Deverão ser fornecidos os dados relativos ao MTBF do equipamento proposto.

A CONTRATADA deverá indicar a metodologia adotada e as memórias de cálculo para o dimensionamento dos módulos e componentes em função do MTBF informado.

Para os itens consumíveis, e itens cuja vida útil seja inferior a 5 (cinco) anos, em lugar do MTBF, deverão ser considerados nos cálculos a expectativa de vida ou o inverso da taxa média de consumo, conforme aplicável. Para itens consumíveis sujeitos a envelhecimento o tempo médio de reparo deverá ser limitado ao tempo máximo de estocagem (validade) dos módulos.

Todos os módulos deverão possuir pelo menos uma unidade sobressalente, mesmo que os cálculos estatísticos indiquem quantidade necessária nula.

Os cálculos estatísticos não restringem a quantidade de sobressalentes nem excluem da CONTRATADA a responsabilidade pelo suprimento do estoque adequado de itens sobressalentes.

Caso o MTBF observado pela CONTRATANTE seja inferior ao informado pela CONTRATADA, considerando-se um período de até 2 (dois) anos após a entrada em operação dos equipamentos, a CONTRATANTE deverá ser ressarcido em número de módulos e peças de reposição suficientes para garantir o seu estoque de manutenção, bem como para garantia da confiabilidade de todo o sistema instalado sem ônus adicional.

Todos os materiais sobressalentes deverão ser embalados de forma a suportar sem deterioração os danos de armazenagem por longos períodos. Deverão ser embalados em caixas separadas das peças originais. Inscricões claramente visíveis em cada caixa deverão indicar o nome dos componentes, código do fabricante e o detalhamento da aplicação. Peças pequenas sujeitas a perdas deverão ser acondicionadas em sacos plásticos fechados com inscrições indicando sua utilização. Materiais sujeitos a oxidação ou a ataque de fungos deverão ser devidamente protegidos e acondicionados em sacos selados fechados com inscrições indicando



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

sua utilização. Estes sacos poderão então ser acondicionados em caixas junto com peças maiores.

Todas as inscrições feitas nas caixas e sacos plásticos deverão ser em língua portuguesa. O tamanho e o conteúdo das inscrições deverão ser submetidas à aprovação da CONTRATANTE. No manual de instruções para manutenção deverá constar uma lista de materiais sobressalentes indicando obrigatoriamente a caixa ou o saco onde o mesmo poderá ser encontrado.

As listas de sobressalentes deverão ser elaboradas com o nome do fabricante, código internacional e equipamento a que pertence.

Os módulos sobressalentes deverão ser entregues juntamente com os módulos do Fornecimento principal e deverão ser submetidos aos mesmos testes e procedimentos de aceitação individual que estes últimos.

Todos os novos módulos fornecidos em substituição a módulos irreparáveis, bem como os módulos originais recebidos da CONTRATADA após a manutenção corretiva de segundo escalão serão submetidos a testes de aceitação equivalentes aos testes de aceitação em fábrica.

A CONTRATANTE se reserva o direito de aumentar, diminuir ou eliminar determinados sobressalentes, de acordo com suas necessidades. Eventuais alterações nas listas não deverão afetar o preço unitário, o qual deverá ser fornecido para todos os itens do Fornecimento.

A CONTRATADA deverá garantir o suprimento de qualquer sobressalente por um período mínimo de 10 anos a contar da emissão do Certificado de Aceitação Final.

9.2 Sobressalentes para os Dispositivos Eletromecânicos

Para os dispositivos eletromecânicos, a CONTRATADA deverá apresentar uma lista de sobressalentes dimensionada de forma a garantir a manutenção dos equipamentos por um período mínimo de 5 anos, contados a partir da emissão do Certificado de Aceitação Final, considerando-se a simples substituição de partes (módulos) do equipamento, sem ser efetuado qualquer reparo das partes substituídas para sua reutilização. Pelo menos os seguintes módulos, sempre que aplicável, deverão constar da lista:

- dez por cento dos relés auxiliares de cada tipo (inclusive relés de supervisão de tensão) utilizado nos painéis (no mínimo dois de cada tipo);
- dez por cento do número total de cada tipo de placa de identificação utilizada (a ser fornecida sem inscrição) incluindo os parafusos de fixação (no mínimo duas de cada tipo e modelo);
- dez por cento do número total de contatos e bobinas para cada tipo e tamanho de relés utilizados;
- dez por cento da quantidade total utilizada de cada tipo (no mínimo duas unidades) das seguintes peças:
 - botoeiras;
 - chaves de comando, seletoras etc.;
 - transdutores;
 - disjuntores de proteção de ramais alimentadores;
- no mínimo um transformador auxiliar de cada tipo;
- no mínimo um relé de verificação de sincronismo, com duplo canal e um sincronizador automático, com duplo canal;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- dez por cento de cada tipo de bornes terminais, acessórios para fixação de cabos, para fixação de relés, para identificação de condutores etc.

9.3 Assistência Técnica

9.3.1 Generalidades

A CONTRATADA deverá prover a assistência técnica sobre o Fornecimento, em conformidade com o aqui estabelecido.

A CONTRATADA deverá prover serviços de manutenção com o objetivo de preservar as características técnicas de todo o sistema e de suas partes. Isto inclui todos os requisitos técnicos relacionados explicitamente nos documentos de licitação e de contratação e todas as características técnicas que direta ou indiretamente contribuam para o atendimento a esses requisitos e para a qualidade do Fornecimento.

Após o reparo ou substituição, qualquer item submetido à manutenção corretiva, deverá passar por ensaios de aceitação equivalentes aos dos itens originais de mesma natureza.

Todos os módulos do Fornecimento receberão fichas cadastrais que serão utilizadas para o seu acompanhamento. No instante do primeiro teste de aceitação individual em fábrica do item, a sua ficha cadastral deverá ser aberta e deverá ser assinada pelos responsáveis pela abertura, tanto da CONTRATADA quanto da CONTRATANTE.

As fichas cadastrais deverão conter os seguintes campos, que serão preenchidos gradualmente, ao longo das fases do Fornecimento e da utilização do item:

- Identificação do fabricante e da CONTRATADA;
- Modelo e versão;
- Número de série do fabricante;
- Data da fabricação e, quando aplicável, data de validade para entrada em operação;
- Data de realização do cadastro;
- Data da realização dos ensaios de aceitação;
- Resultados dos ensaios de aceitação;
- Codificação da CONTRATANTE: número do contrato, sistema aplicado, sigla do órgão responsável, número seqüencial por tipo de item;
- Em forma de histórico:
- Datas da primeira instalação e das instalações subseqüentes;
- Datas dos envios para reparos e retornos e nomes dos responsáveis;
- Tipos de defeitos encontrados, reparações realizadas, relação de materiais e instrumentos utilizados e responsáveis;
- Situação e localização atual do módulo;
- Data, motivo e responsável pelo descarte do item, caso isto ocorra.

Qualquer intervenção que altere alguma informação entre as relacionadas acima deverá implicar na atualização da ficha cadastral do item.

A manutenção corretiva de segundo escalão deverá ser realizada através da troca do componente defeituoso ou substituição completa do módulo por módulo novo, fabricado segundo os mesmos critérios e especificações que os módulos originais. Em nenhuma hipótese será aceita a manutenção corretiva por intercâmbio de módulos com o estoque rotativo de sobressalentes da CONTRATANTE. Os itens irrecuperáveis, quando substituídos continuam



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

sendo de propriedade da CONTRATANTE e devem ser devolvidos juntamente com os itens que os substituírem.

Para a manutenção deverão ser alocados profissionais com formação mínima de engenheiro ou tecnólogo ou técnico 2º grau, conforme as suas atribuições dentro da equipe e com conhecimento pleno do *hardware* e do *software* do sistema bem como das condições contratuais que conformam os procedimentos de manutenção.

Todos os equipamentos auxiliares de teste, ferramentas e instrumentos necessários à manutenção preventiva e à manutenção corretiva de primeiro escalão deverão ser incluídos no Fornecimento, em quantidades adequadas.

9.3.2 Assistência Técnica Durante a Fase de Implantação

Desde a assinatura do contrato até o término do ensaio de aceitação em campo, toda a manutenção do sistema deverá ser realizada pela CONTRATADA, com seus recursos e materiais próprios, sem prejuízo da rastreabilidade de itens e abrangência dos ensaios de aceitação.

Durante este período todas as intervenções preventivas ou corretivas realizadas em itens do Fornecimento já submetidos ao ensaio de aceitação individual em fábrica deverão ser relacionadas nas fichas cadastrais.

Assim, neste período, as fichas cadastrais ficarão sob a guarda da CONTRATADA, com cópia na CONTRATANTE. As fichas cadastrais serão entregues a CONTRATANTE quando do término do ensaio de aceitação em campo ou, caso a caso, antecipadamente, se a CONTRATANTE assim o requisitar. Quando da inclusão de qualquer informação em uma ficha cadastral, uma nova cópia da ficha atualizada deverá ser entregue à CONTRATANTE em prazo não superior a 48 horas.

O extravio ou rasura de uma ficha cadastral será considerado como falta grave, sujeitando a CONTRATADA à suspensão do Fornecimento até a repetição completa de todos os ensaios de aceitação sobre o item correspondente. Todos os custos decorrentes serão atribuídos à CONTRATADA.

9.3.3 Assistência Técnica Durante o Período de Garantia

Durante o período de garantia, a CONTRATADA deverá assumir integralmente a manutenção corretiva e preventiva e todos os custos decorrentes, em acordo com os procedimentos de manutenção estabelecidos.

A assistência técnica sobre o *software* deverá cobrir o que diz respeito a correções de projeto e reinstalação dos programas em mídia com falha. Não inclui atualização de funções ou reconfiguração que não as decorrentes de defeitos, falhas ou vícios do Fornecimento.

Em caso de necessidades de modificações no projeto decorrentes da manutenção, todos os documentos abrangidos deverão ser atualizados pela CONTRATADA.

A equipe de manutenção da CONTRATANTE trabalhará em conjunto com a CONTRATADA na manutenção. Deverá inventariar o Fornecimento, rastreando os itens individualmente com auxílio das fichas cadastrais, realizar/supervisionar os procedimentos de manutenção, realizar treinamentos internos teóricos e práticos, manter a documentação do sistema e os sobressalentes sempre disponíveis, emitir as ordens de reparo e reposição, gerar estatísticas de falha e consumo etc.

Durante o período de garantia, a CONTRATANTE, quando da detecção de um defeito, uma falha ou uma não conformidade no sistema, acionará a CONTRATADA. O prazo de atendimento da CONTRATADA a chamadas para manutenção corretiva não deverá ser superior a 48 horas, considerados inclusive os feriados e fins de semana.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

A equipe da CONTRATANTE, previamente treinada e capacitada pela CONTRATADA, normalmente tentará realizar a manutenção de primeiro escalão. Quando possível com os elementos disponíveis em campo, esta equipe isolará o módulo defeituoso e o retirará do sistema, substituindo-o por um módulo do estoque de sobressalentes.

Os serviços de manutenção deverão ser realizados sempre que possível em campo. Quando estritamente necessário, a CONTRATANTE admite o deslocamento do módulo defeituoso para ser reparado nas instalações da CONTRATADA.

Todos os deslocamentos de itens do Fornecimento de e para as instalações da CONTRATADA deverão se dar segundo os procedimentos formais da CONTRATANTE e com emissão de documentos fiscais aplicáveis, e terão todos os seus custos atribuídos à CONTRATADA. Caberá à CONTRATADA prover seguro dos itens durante os períodos de manutenção externa à CONTRATANTE, incluindo o prazo de transporte, com valores compatíveis e atualizados.

Durante o período de garantia, a CONTRATADA deverá se incumbir também da manutenção preventiva conforme as programações e com as abrangências estabelecidas contratualmente.

A manutenção preventiva deverá incluir, como mínimo:

- Verificação de perfeito funcionamento de todo o sistema e suas partes através dos recursos de auto-diagnose e do exercício de todas as funções documentadas.
- Inspeção visual do estado de conservação dos módulos e equipamentos.
- Medições e ajustes dos valores e tolerâncias elétricos e mecânicos. Verificação de estabilidade.
- Ensaio de alimentação.
- Ensaio de continuidade e isolamento dos sinais de campo.
- Inspeção visual e teste de funcionamento dos módulos sobressalentes.
- Verificação do nível de desgaste dos itens sujeitos a desgastes.
- Verificação dos níveis de consumo dos itens consumíveis.

Durante o período de garantia, as fichas cadastrais ficarão sob a guarda da equipe de manutenção da CONTRATANTE e serão atualizadas pela CONTRATANTE em conjunto com a CONTRATADA. Para isto, todas as intervenções da CONTRATADA deverão ser documentadas por sua equipe em fichas de manutenção individuais para cada item do Fornecimento, que deverão conter os mesmos campos das fichas cadastrais e deverão ser preenchidas, assinadas e entregues à CONTRATANTE ao término da intervenção.

10 . TREINAMENTO

O treinamento a ser fornecido para a CONTRATANTE deverá cobrir a totalidade do Fornecimento do SDSC, com nível de detalhamento adequado, nos diversos aspectos abordados, quais sejam, operação, manutenção e configuração.

Deverão ser previstos cursos distintos para os equipamentos do SDSC e para os equipamentos de comunicação.

Todos os custos decorrentes do Fornecimento dos cursos de treinamento e da infra-estrutura necessária à participação no desenvolvimento ficarão por conta da CONTRATADA. Os custos referentes à presença, deslocamentos e estadia da equipe da CONTRATANTE no período de realização dos mesmos serão por conta da CONTRATANTE.

Para os cursos de treinamento, a CONTRATADA deverá indicar o custo por participante adicional aos números indicados.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Nos cursos e participações realizados nas instalações da CONTRATADA, este deverá prover instalações de escritório para a equipe CONTRATANTE.

A CONTRATADA deverá permitir a visita da equipe de participantes, devidamente acompanhada, aos locais de fabricação, armazenamento, embalagem, expedição, recebimento, controle de qualidade e demais áreas operacionais da empresa a título de acompanhar o sistema produtivo e os métodos de garantia da qualidade existentes.

A CONTRATADA deverá enviar para aprovação, com antecedência mínima de 90 dias antes da data prevista para o início de cada curso, a documentação do mesmo, cabendo a CONTRATANTE o prazo de 30 dias para sua análise. A CONTRATANTE, neste prazo, encaminhará à CONTRATADA uma cópia da documentação com o carimbo "APROVADA", ou, em caso de não aprovação, um documento em anexo descrevendo os motivos da não aprovação. Neste caso, caberá à CONTRATADA realizar as correções e reapresentar a documentação em um prazo máximo de 15 dias. Pôr sua vez a CONTRATANTE terá mais 15 dias para a realização de nova análise e, assim pôr diante, até que a documentação seja integralmente aprovada pela CONTRATANTE.

Quando da realização de qualquer curso, todos os documentos já emitidos pela CONTRATADA, bem como os manuais dos equipamentos deverão estar disponíveis para a consulta da equipe.

Todos os cursos expositivos deverão ser devidamente apostilados. As apostilas deverão sempre que possível serem compostas pôr partes ou pela totalidade dos próprios documentos do Fornecimento, tais como manuais, desenhos de projeto, documentos originais dos subfornecimentos etc.

Os instrutores deverão possuir capacitação comprovada nos temas letivos, deverão pertencer ao quadro de profissionais da CONTRATADA ou de seus subcontratadas alocados no Fornecimento (à exceção dos cursos em linguagens de programação que poderão ser ministrados por instrutores contratados) e deverão ter experiência didática anterior. A CONTRATADA deverá explicitar os casos em que os instrutores não pertencem ao seu próprio quadro de profissionais.

Deverão ser providos cursos separados de:

- Manutenção dos equipamentos do SDSC;
- Manutenção dos sistemas de comunicação, com duração mínima de 40 horas.

Deverão ser considerados cinco participantes em cada um dos cursos.

11 . DADOS TÉCNICOS

Juntamente com sua proposta o PROPONENTE deverá informar todos os dados relacionados a seguir. Os documentos e dados deverão apresentar-se suficientemente claros e detalhados para que se possa efetuar uma avaliação completa dos equipamentos que estão sendo propostos em atendimento às Especificações Técnicas. Esclarecemos que os números entre parênteses correspondem aos valores mínimos especificados.

Uma relação de exceções e alternativas deverá ser anexada à proposta quando os equipamentos propostos apresentarem desvios em relação às especificações técnicas. A relação deverá ser apresentada na forma de um sumário em separado, onde cada item indicará explicitamente a qual tópico o seção das especificações técnicas a exceção se refere, juntamente com justificativas detalhadas que expliquem os desvios. O PROPONENTE deverá declarar que todas as exigências das especificações técnicas que não tenham sido incluídas nessa relação de exceções e alternativas serão por ele cumpridas.

11.1 UAC da Unidade Geradora

11.1.1 UAC da Unidade Geradora de cada Usina

Número de entradas digitais (192)

Número de saídas digitais (48)



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Número de entradas analógicas (16)	_____
Número de entradas RTD (24)	_____
Número de fontes de alimentação (2)	_____
Rede <i>Ethernet</i> (preferencialmente 100Mbits/s)	_____
Tipo de CPU (32 bits/s)	_____
Capacidade de CPU	_____
Resolução da UAC (1ms)	_____
Tensão da alimentação da UAC (125Vcc)	_____
IHM (gráfica, colorida, 10,5")	_____
Tipo	_____
Modelo	_____
Fabricante	_____
<i>Software</i> operacional	_____
<i>Software</i> aplicativo	_____
<i>Software</i> de parametrização	_____
11.2 UAC Subestação, Tomada D'água e Serviços Auxiliares	
Número de entradas digitais (256)	_____
Número de saídas digitais (64)	_____
Número de entradas analógicas (16)	_____
Número de entradas RTD (24)	_____
Número de fontes de alimentação (2)	_____
Rede <i>Ethernet</i> (preferencialmente 100Mbits/s)	_____
Tipo de CPU (32 bits/s)	_____
Capacidade de CPU	_____
Resolução da UAC (1ms)	_____
Tensão da alimentação da UAC (125Vcc)	_____
IHM (gráfica, colorida, 10,5")	_____
Tipo	_____
Modelo	_____
Fabricante	_____
<i>Software</i> operacional	_____
<i>Software</i> aplicativo	_____
<i>Software</i> de parametrização	_____
11.3 UAC de Estrutura de Controle com Comporta e Tomada D'água de Uso Difuso	
Número de entradas digitais (32)	_____
Número de saídas digitais (16)	_____



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Número de entradas analógicas (4)	_____
Número de entradas digitais em BCD (4)	_____
Número de fontes de alimentação (2)	_____
Rede <i>Ethernet</i> (preferencialmente 100Mbits/s)	_____
Tipo de CPU (32 bits/s)	_____
Capacidade de CPU	_____
Resolução da UAC (1ms)	_____
Tensão da alimentação da UAC (220Vca)	_____
Tipo	_____
Modelo	_____
Fabricante	_____
<i>Software</i> operacional	_____
<i>Software</i> aplicativo	_____
<i>Software</i> de parametrização	_____
11.4 Medidores de Níveis	
Processador	_____
Tipo (ultra-sônico)	_____
Campo de medição (1 a 20m)	_____
Resolução (1cm)	_____
Precisão (2 %)	_____
Grau de proteção (IP65)	_____
Tensão de alimentação (125Vca, 60Hz)	_____
Saída serial (RS232 ou RS485)	_____
Suporte, dutos e materiais de instalações (sim)	_____
<i>Software</i> operacional (sim)	_____
<i>Software</i> de parametrização (sim)	_____
11.5 Medidores de Vazão das Unidades Geradoras	
Processador	_____
Tipo (ultra-sônico)	_____
Precisão (2 %)	_____
Grau de proteção (IP65)	_____
Tensão auxiliar (125Vcc)	_____
Saída serial (RS232 ou RS485)	_____
Suporte e dutos para sua instalação	_____
<i>Software</i> operacional (sim)	_____
<i>Software</i> de parametrização (sim)	_____



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Diâmetro do conduto (1600 mm) _____

11.6 Medidores e Vazão das Estruturas de Uso Difuso

Processador _____

Tipo (ultra-sônico) _____

Precisão (2 %) _____

Grau de proteção (IP65) _____

Tensão auxiliar (125Vcc) _____

Saída serial (RS232 ou RS485) _____

Suporte e dutos para sua instalação _____

Software operacional (sim) _____

Software de parametrização (sim) _____

Diâmetro do conduto (10", 16" e 24") _____

11.7 Equipamentos do Nível 2

- Computador

Processador (Intel Pentium III, 733 MHz) _____

Memória cache (256KB) _____

Memória SDRAM (256MB) _____

Disco Rígido (19GB) _____

Controladora do disco rígido (ultra SCSI) _____

Placa de vídeo (AGP de 8MB) _____

Velocidade do CD ROM RW (48x) _____

Capacidade de CPU _____

Disco flexível (3 1/2") _____

Placa de som (sim) _____

Conjunto multimídia (sim) _____

Tipo _____

Modelo _____

Fabricante _____

Software operacional _____

Software aplicativo _____

Software de parametrização _____

- Monitor

Dimensão da tela (19") _____

Resolução (1750/1250) _____

Tipo _____

Modelo _____



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Fabricante	_____
• GPS	
Tipo da antena	_____
Fabricante	_____
Tipo receptor	_____
Fabricante	_____
Tipo transdutor eletro/óptico	_____
Fabricante	_____
• Rede <i>Ethernet</i>	
Configuração (anel)	_____
Velocidade (preferencialmente 100Mbps/s)	_____
Meio físico (fibra óptica)	_____
Tipo	_____
Modelo	_____
Fabricante	_____
• Transdutor Eletro/óptico	
Tipo	_____
Modelo	_____
Fabricante	_____
• Hub	
Tipo	_____
Modelo	_____
Fabricante	_____
• Roteadores	
Tipo	_____
Modelo	_____
Fabricante	_____
• Móvel integrado	
Largura	_____
Altura	_____
Profundidade	_____
Tipo	_____
Modelo	_____
Fabricante	_____
• Cadeiras	
Largura	_____



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Altura	_____
Profundidade	_____
Tipo	_____
Modelo	_____
Fabricante	_____
• Sistema de Alimentação Ininterrupta	
Tensão	_____
Potência	_____
Número de inversores (2)	_____
Número de chaves estáticas (1)	_____
Quadro de distribuição	_____
Nível de harmônicas	_____
Tipo	_____
Modelo	_____
Fabricante	_____
Software operacional	_____
Software aplicativo	_____
Software de parametrização	_____
11.8 Equipamentos do Nível 3 para Complementação Referente ao Trecho III	
Software operacional	_____
Software aplicativo	_____
Software de parametrização	_____
11.9 Equipamentos, Peças e Ferramentas Especiais	
• Caixa de injeção de corrente e tensão	
Tensão de alimentação	_____
Corrente de saída (0 a 100A)	_____
Tensão de saída (0 a 200V)	_____
Tipo	_____
Modelo	_____
Fabricante	_____
Software operacional	_____
Software aplicativo	_____
• Caixa de injeção de corrente	
Tensão de alimentação	_____
Corrente de saída (0 a 200mA)	_____
Tipo	_____



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Modelo	_____
Fabricante	_____
• <i>Notebook</i>	
Processador (Intel Pentium III, 733 MHz)	_____
Memória cache (256KB)	_____
Memória SDRAM (128MB)	_____
Disco Rígido (10GB)	_____
Controladora do disco rígido (ultra SCSI)	_____
Placa de vídeo (AGP de 8MB)	_____
Velocidade do CD ROM RW (32x)	_____
Disco flexível (3 1/2")	_____
Dimensão da tela (12,1")	_____
Tipo	_____
Modelo	_____
Fabricante	_____
<i>Software</i> operacional	_____
<i>Software</i> aplicativo	_____
11.10 Cabos em Fibra Óptica	
Tipo	_____
Modelo	_____
Fabricante	_____
11.11 Quadros PSUs	
Tipo	_____
Modelo	_____
Fabricante	_____
classe de tensão (kV)	_____
tensão suportável nominal à frequência industrial, 1 minuto (kV)	_____
capacidade de curto-circuito simétrico (kA)	_____
• dimensões	
Altura	_____
Largura	_____
Profundidade	_____
11.12 Quadros PSEAs	
Tipo	_____
Modelo	_____
Fabricante	_____



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

classe de tensão (kV) _____

tensão suportável nominal à frequência industrial, 1 minuto (kV) _____

capacidade de curto-circuito simétrico (kA) _____

- dimensões

Altura _____

Largura _____

Profundidade _____

11.13 Relés Auxiliares Instantâneos

Fabricante _____

Tipo _____

Modelo _____

Catálogo ref _____

11.14 Relés Auxiliares de Alta Velocidade

Fabricante _____

Tipo _____

Modelo _____

Catálogo ref _____

11.15 Relés Auxiliares Biestáveis

Fabricante _____

Tipo _____

Modelo _____

Catálogo ref _____

11.16 Relés Auxiliares Temporizados

Fabricante _____

Tipo _____

Modelo _____

Catálogo ref _____

11.17 Relé de Supervisão de Tensão

Fabricante _____

Tipo _____

Modelo _____

Catálogo ref _____

11.18 Documentação

Unifilares, trifilares, funcionais, diagramas lógicos de blocos, vistas e detalhes construtivos dos painéis, listas de materiais, tabelas de interligação interna, listas de eventos e alarmes e listas de etiquetas (sim); _____



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Desenhos de interligação externa de controle e força, entre os equipamentos do SDSC, entre estes e equipamentos de terceiros, entre equipamentos de terceiros (sim); _____

Dimensionamento dos cabos de controle e força (sim); _____

Dimensionamento dos transformadores dos serviços auxiliares(sim); _____

Dimensionamento dos carregadores e baterias de 125Vcc (sim); _____

Desenhos de disposição dos cabos em fibra óptica nos condutos para cabos (sim); _____

Dimensionamento do grupo diesel de emergência (sim); _____

Desenhos de instalação dos painéis do SDSC (sim); _____

Configuração e parametrização do *software* de todos os equipamentos do SDSC (sim); _____

Manuais técnicos de todos os equipamentos (sim); _____

Manuais de operação e manutenção (sim). _____

11.19 Treinamento

Treinamento para operação (sim) _____

Treinamento para configuração (sim) _____

Treinamento para manutenção (sim) _____



PARTE 12: GERADOR HORIZONTAL

1 . OBJETIVO

Esta seção abrange a descrição geral do fornecimento, define seus limites e as responsabilidades a serem assumidas pelo CONTRATADO para fornecer os geradores de instalação horizontal, sistemas de excitação e auxiliares necessários para a implantação das Usinas Hidrelétricas do Trecho III – Eixo Norte.

O fornecimento inclui projeto, fabricação, inspeção, ensaios na fábrica, embalagem para transporte, transporte da fábrica até o canteiro de obras, dos geradores, sistemas de excitação e auxiliares a serem fornecidos completos com acessórios, peças sobressalentes, ferramentas e dispositivos especiais.

2 . EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS

2.1 Equipamentos, Materiais e Serviços Incluídos no Fornecimento

- Geradores síncronos completos, com sistema de resfriamento do ar em circuito fechado, bases de apoio, chumbadores para o estator, mancais e bases, elementos de acoplamento ao eixo do gerador ou turbina conforme item 4;
- Sistemas de frenagem acoplado ao eixo da unidade (para cada unidade geradora);
- Equipamentos de aterramento do neutro dos geradores (para cada unidade geradora);
- Equipamentos de proteção contra surtos e transformadores de potencial (para cada unidade geradora);
- Transformadores de corrente para proteção, controle e supervisão, reguladores de tensão e velocidade, conforme item 5.7;
- Equipamentos de proteção contra circulação de corrente pelos mancais da unidade (para cada unidade geradora);
- Sistemas de excitação completo com reguladores de tensão automático digital e transformadores de excitação (para cada unidade geradora);
- Conjuntos de instrumentos, sensores e dispositivos de supervisão dos equipamentos e sistemas auxiliares acima relacionados (para cada unidade geradora);
- Sistemas de monitoramento contínuo das oscilações do eixo e temperaturas da unidade (para cada unidade geradora).

2.2 Cooperação da CONTRATADA com Terceiros

A CONTRATADA deverá cooperar durante o projeto, a fabricação e a montagem na Obra, com os fornecedores de outros equipamentos e com a empresa projetista da Usina para que o projeto e a montagem sejam concluídos a contento e no prazo previsto.

A CONTRATADA deverá cooperar no intercâmbio de todos os desenhos, dimensões, gabaritos e outras informações necessárias para garantir a completa coordenação do projeto, arranjo, fabricação e fornecimento de todas as conexões e equipamentos correlatos. Nenhuma compensação adicional será devida pelas modificações efetuadas para se adequar aos equipamentos de outros fornecedores. Todas as adaptações do equipamento ou componentes que forem necessárias para a adequada coordenação entre fornecedores deverão ser efetuadas sem custo adicional.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

3 . REQUISITOS DE PROJETO

3.1 Descrição

O gerador deverá ser de corrente alternada, síncrono de pólos salientes, trifásico conectado em estrela, classe de isolamento F e de utilização B, autoventilado, sistema de resfriamento do ar em circuito fechado, sistema de excitação com regulador digital, eixo acoplado a turbina.

Caso o momento de inércia próprio do gerador mais turbina seja inferior ao valor requerido para garantir a estabilidade quando operando em sistema isolado e manter níveis suportáveis de sobrepessão no conduto e sobre-velocidade nas partes rotativas, deverá ser adicionado um volante na linha de eixo para complementar esse valor.

O fornecedor deverá desenvolver e submeter à aprovação a análise de velocidades críticas, onde deverão ser consideradas todas as massas, a flexibilidade dos mancais inclusive a do óleo, o empuxo magnético desbalanceado do gerador e as forças radiais não equilibradas e torques pulsantes que atuam no rotor da turbina.

Deverão ser computadas as freqüências naturais relativas aos diversos estados de carga considerados, discriminando a flexional direta de 1ª ordem, a torcional e as correspondentes composições paramétricas.

A velocidade crítica da unidade deverá se situar acima da velocidade máxima de rejeição de carga, com afastamento igual ou maior que 25 % dessa velocidade e da velocidade de disparo da unidade.

As unidades irão operar normalmente em carga plena, com os geradores interligados à rede de 69 kV através de um transformador elevador, devendo ter seu rendimento máximo ajustado para a condição de operação nominal.

A partida do gerador não deverá exigir nenhuma fonte de energia auxiliar além da alimentação de 125 Vcc para comando e excitação inicial.

O gerador será instalado em poço de concreto de casa de força tipo abrigada em altitude inferior a 1.000 m acima o nível do mar, com temperatura ambiente variando entre 0 a 40° C e temperatura máxima de água para resfriamento de 25° C.

A disposição geral e arranjo orientativo da unidade estão mostrados nos Desenhos de Contrato.

3.2 Condições Anormais de Operação

O gerador deverá ser capaz de suportar:

- Curto-circuito a 105 % da tensão nominal nos terminais e desbalanceamento contínuo de corrente de acordo com os requisitos item 9 da ANSI C-50-12;
- Sincronização 120° elétricos fora de fase quando ligada a uma barra infinita através de uma impedância de 8 % referida à potência do gerador;
- Curto-circuito em metade dos pólos do rotor;
- Velocidade de disparo durante 30 minutos.

3.3 Normas

O gerador e equipamentos associados deverão atender os requisitos aplicáveis da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, da ANSI – American National Standard Institute e IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers.

O fornecedor poderá adotar a EIC, CSA, DIN, VDI, VDE, NEMA ou outras normas internacionais desde que declare formalmente essa adoção.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

3.4 Condições de Serviço

As condições de serviço são normais para equipamentos ao tempo, de acordo com as Normas IEC 517 e IEC 694.

Os equipamentos deverão ser projetados e construídos para instalação em região de clima tropical, nas seguintes condições ambientais:

– Altitude inferior a 1000 m

Temperaturas:

– Mínima 5° C

– Média 20° C

– Máxima 40° C

– Umidade relativa do ar (média anual) até 90 %

– Qualidade do ar baixa salinidade

– Nível de poluição (IEC 71-2 tabela I) não significativa

– Velocidade máxima do vento 130 km/h a 15° C

As condições acima contribuem à formação de fungos e à oxidação. Os equipamentos deverão ser projetados e construídos tendo em vista estas condições.

3.5 Fontes de Tensão Auxiliar

As seguintes tensões serão utilizadas na Usina e na Subestação:

– Distribuição em Média Tensão: sistema trifásico em estrela solidamente aterrada, três fios, 6900 V, 60 Hz;

– Potência: sistema trifásico em estrela, neutro solidamente aterrado, quatro fios, 380 V, 60 Hz;

– Auxiliares: sistema monofásico em estrela, neutro solidamente aterrado destinado a suprir circuitos de iluminação, aquecimento dos painéis e tomadas, 220 V, 60 Hz;

– Controle, Sinalização e Emergência: sistema de corrente contínua, isolado, 125 V, faixa de variação da tensão de + 10 % a -15 %;

– Equipamento do Sistema de Controle e Supervisão Digital (SCSD), sistema monofásico com neutro aterrado, dois fios, 220 V, faixa de variação da tensão de + 2 % a -2 %, 60 Hz.

A CONTRATADA deverá fornecer todos os dispositivos necessários para proteger e garantir o perfeito funcionamento dos equipamentos elétricos e eletrônicos contra interferências e surtos de tensão que possam ocorrer nas alimentações fornecidas pela CONTRATANTE.

Deverá ser levado em conta que, sob determinadas condições de serviço, durante curto espaço de tempo, tais como durante a partida de grandes motores, as tensões especificadas podem atingir valores abaixo dos acima especificados.

3.6 Compatibilidade Eletromagnética

A utilização de equipamentos eletrônicos para realização de funções de controle e proteção de equipamentos em processos de usinas hidrelétricas e subestações de alta-tensão conduz à necessidade de elevados índices de confiabilidade para tais equipamentos, que não podem ser conseguidos unicamente pela utilização de técnicas de redundância visto que, em operação em ambientes caracterizados por altos níveis de interferências eletromagnéticas, estas interferências podem afetar simultaneamente os equipamentos redundantes.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Requer-se atenção especial da CONTRATADA no sentido de avaliar os requisitos contidos nestas Especificações Técnicas Gerais e determinar requisitos adicionais que considerar necessários à garantia da compatibilidade eletromagnética dos equipamentos, no que se refere principalmente a:

- Características de projeto e construtivas dos equipamentos (blindagem) quanto ao nível de suportabilidade aos efeitos das interferências eletromagnéticas.
- Tipo e características dos cabos de interligação à instrumentação de campo.
- Recursos físicos de caminhamento dos cabos, tanto para a fiação interna aos painéis, quanto para a de interligação com dispositivos no campo.
- Características de blindagem e aterramento dos equipamentos.
- Adicionalmente, de forma a assegurar que os equipamentos operarão de forma satisfatória nas condições ambientais previstas para o local da instalação, os mesmos deverão ser submetidos a testes de interferência cujos resultados avaliarão a sua compatibilidade ao ambiente de operação.
- Por outro lado, a presença, no campo, de condições ambientais mais favoráveis que as exigidas na norma, não será aceita como argumento para algum relaxamento nos níveis de severidade relativos à compatibilidade eletromagnética exigidos nestas Especificações Técnicas Gerais para os equipamentos.

3.7 Características Técnicas

3.7.1 Nominal

O gerador deverá ser capaz de suprir continuamente sua potência nominal à frequência e fator de potência nominais a qualquer tensão compreendida entre 90 % a 150 % da tensão nominal, sem ultrapassar os limites de temperatura constantes dessa especificação.

USINA HIDRELÉTRICA SALGADO I				
	UNIDADE 01	UNIDADE 02	UNIDADE 03	UNIDADE 04
POTÊNCIA NOMINAL	10,00 MVA	10,00 MVA	6,67 MVA	3,33 MVA
ROTAÇÃO	400 rpm	400 rpm	514,29 rpm	720 rpm

USINA HIDRELÉTRICA SALGADO II				
	UNIDADE 01	UNIDADE 02	UNIDADE 03	UNIDADE 04
POTÊNCIA NOMINAL	9,44 MVA	9,44 MVA	6,11 MVA	3,33 MVA
ROTAÇÃO	400 rpm	400 rpm	514,29 rpm	720 rpm

- Fator de Potência Indutivo.....0,90
- Frequência (Hz).....60
- Tensão nominal de geração (kV).....6,9



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

3.7.2 Térmica

As máximas elevações de temperatura para os enrolamentos e anel coletor, deverão atender os requisitos da ANSI C-50.12 para a classe B; núcleos e partes mecânicas em contato ou adjacentes ao isolamento 5° C menos que a elevação de temperatura dos enrolamentos.

O fornecedor deverá submeter cálculos demonstrando as máximas elevações de temperatura esperadas no gerador, com o sistema de resfriamento operando normalmente. Deverá também apresentar cálculo indicando as cargas máximas admissíveis, com um trocador de calor e com todos os trocadores inoperantes, para os limites de temperatura das classes B e F.

As máximas temperaturas absolutas admitidas nos mancais, na condição nominal de operação, considerando a temperatura ambiente absoluta de 40° C, são de 70° C no metal patente e 55° C no óleo contido no reservatório do mancal, com resfriamento natural para o ambiente.

3.7.3 Elétrica

- Reatância síncrona de eixo direto (máximo).....120 %
- Reatância transitória de eixo direto (máximo).....32 %
- Relação entre as reatâncias subtransitórias de eixo em quadratura e de eixo direto.....1,15

Capacidade de suportar desequilíbrio permanente de corrente de acordo com os requisitos item 6.2 da ANSI C-50.12 para $I_2 = 10$ %.

Os fatores de influência telefônica equilibrada e residual e fator de desvio da forma de onda deverão atender os requisitos do item 6 da ANSI C-50.12.

3.7.4 Mecânica

Efeito de inércia das partes girantes (GD^2) conforme item 4 desta especificação.

Rigidez dos mancais de cavalete tal que os níveis de vibração atendam a VDI 2056.

Ruído conforme ISO 1680 igual ou menor a 80 dB.

No caso de ser constatado ruído magnético a causa deverá ser investigada e corrigida.

O dimensionamento estrutural deverá ser elaborado considerando a potência ativa em regime contínuo e a máxima no eixo ditada pela turbina em regime de tempo limitado de 90 minutos, a velocidade de disparo e os esforços magnéticos do entreferro, e habilitar as estruturas a suportar sem danos as condições anormais de operação, citadas no item 4 dessa especificação.

USINA HIDRELÉTRICA SALGADO I				
	UNIDADE 01	UNIDADE 02	UNIDADE 03	UNIDADE 04
POTÊNCIA ATIVA	9,0 MW	9,0 MW	6,0 MW	3,0 MW

USINA HIDRELÉTRICA SALGADO II				
	UNIDADE 01	UNIDADE 02	UNIDADE 03	UNIDADE 04
POTÊNCIA ATIVA	8,5 MW	8,5 MW	5,5 MW	3,0 MW

O fornecedor deverá submeter a CONTRATANTE memória de cálculo e desenhos construtivos específicos para o presente fornecimento.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

3.7.5 Rendimento

O projeto deve objetivar obter o maior rendimento do gerador na condição nominal de operação e deve atender os requisitos item 7 da ANSI C-50.12, desconsiderando a faixa permissível de variação de tensão.

O valor mínimo requerido em toda a faixa de 85 a 100 % da carga nominal com fator de potência nominal é de 96,5 % e de 97,0 % para a condição nominal, aplicando-se as Normas ANSI C50-12 e IEEE 115 na sua determinação.

4 . CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

4.1 Tipo e Arranjo

O gerador deverá ter grau de proteção IP44 conforme NBR 6146. O gerador deverá ser autoventilado com sistema de ventilação em circuito fechado resfriado a água, com trocador (es) de calor.

A retirada do rotor do interior do estator deverá ser realizada com o mínimo de desmontagem e o projeto deverá incluir dispositivo próprio para essa operação. Toda parte que necessite ser desmontada deve retornar ao seu local original através de guias.

Os mancais deverão ser de cavalete do tipo bipartido, de forma a facilitar a desmontagem e manutenção das faces deslizantes dos segmentos.

O alinhamento entre os centros magnéticos do estator e do rotor deverá ser garantido através de mancal escora ajustado na montagem para a melhor centragem em plena carga a quente do gerador.

4.2 Estator

4.2.1 Carcaça

A carcaça e estruturas associadas deverão ser projetadas para suportar o torque pleno no entreferro devido a qualquer tipo de curto-circuito nos terminais do gerador ou no enrolamento e outras condições anormais de operação e transferir os esforços resultantes para a base de apoio.

Deverá ser dimensionado para suportar, sem deformações, as tensões causadas pelo içamento do gerador e as tensões e vibrações decorrentes do ensaio de indução do núcleo.

4.2.2 Núcleo

O núcleo do estator deverá ser composto de chapas de aço silício, não degradáveis com o tempo, teor de carbono máximo 0,001 %, com espessura não inferior a 0,50 mm e perda específica garantida de 3,85 W/kg a 1,5 Tesla, 60 Hz. Cada chapa deverá ser lisa, sem protuberâncias, sem rebarbas de estampagem, plana e desempenada, e recoberta em ambos os lados com verniz isolante, para minimizar perdas por corrente parasitas; deverá também ter permeabilidade e perda magnética que garantam o atendimento dos requisitos térmicos e de rendimento desta especificação.

O material isolante de recobrimento deverá ser resistente à abrasão, ao óleo e aos solventes minerais usuais, devendo estar perfeitamente curado antes de se efetuar o empilhamento. As arestas das chapas, inclusive aquelas de furos e ranhuras estampadas, deverão apresentar um acabamento de boa qualidade, com tratamento anti-corrosivo.

As chapas deverão ser vinculadas à carcaça por meio de tirantes ou chavetas cauda-de-andorinha e prensadas para manter compactação uniforme por meio de dedos e placas de pressão ou anéis. Os processos de prensagem e de fixação das lâminas deverão assegurar distribuição uniforme da pressão das lâminas, considerando inclusive as características



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

mecânicas do verniz isolante, vinculação completa das laminações e dos pacotes entre si e ausência de regiões com chapas frouxas.

Também não deverão permitir partes soltas, sujeitas à vibração, e movimentos de ajuste ou de acomodação durante a operação do gerador.

Os dedos de pressão e os espaçadores deverão ser de material não magnético.

A disposição dos dutos de ventilação no núcleo deverá assegurar a correta circulação de ar com perdas de carga minimizadas.

4.2.3 Enrolamento

4.2.3.1 Geral

O enrolamento do estator deverá ser projetado para ligação em estrela simétrica e aterrada através do equipamento de aterramento do neutro para minimizar perdas de aquecimento.

As conexões entre barras ou bobinas deverão ser fixadas, braseadas e isoladas, de modo a proporcionar juntas mecanicamente robustas e de baixa resistência elétrica.

O enrolamento, anéis de ligação e elementos de fixação deverão suportar, sem danos, os efeitos das condições anormais de operação. Todos os suportes dos anéis de ligação deverão ser fabricados em materiais não magnéticos.

4.2.3.2 Isolação

O enrolamento do estator deverá ser isolado, calçado e suportado com material classe "F", segundo definição da norma ANSI C-50.10, e os limites de elevação de temperatura deverão estar em conformidade com estas Especificações Técnicas.

Os materiais usados para isolamento do enrolamento, os calços, suportes, cordas e fitas, deverão ser resistentes à propagação de chama. As barras ou bobinas deverão ser impregnadas com material de qualidade que resulte numa isolação densa, homogênea, livre de vazios e bolhas de ar e outros tipos de descontinuidade.

O enrolamento deverá ser tratado de modo a evitar dano permanente devido à exposição temporária a 100 % de umidade e a limitar as descargas por corona em condições normais de operação e durante os testes.

O fornecedor deverá submeter à aprovação da CONTRATANTE o sistema de instalação das barras ou bobinas, enchimento das ranhuras e cunhagem do enrolamento, bem como o de desmontagem das barras ou bobinas.

4.2.3.3 Terminais

Ambas as extremidades de cada enrolamento do estator deverão possuir terminais acessíveis por fora da carcaça. A designação dos terminais deverá ser:

- terminais de fase.....T1, T2 e T3
- terminais de neutro.....T4, T5 e T6

da direita para a esquerda de quem os observa externamente ao estator.

Os terminais deverão ser tratados com uma película de prata.

O projeto deverá prever nos terminais, espaço para instalação e posterior acesso para manutenção dos transformadores de corrente necessários à medição e proteção de unidade.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

4.2.3.4 Transformadores de Corrente

Os transformadores de corrente deverão ser do tipo seco, encapsulados em resina sintética, e deverão seguir os requisitos aplicáveis da norma ABNT NBR 6856, com classe da exatidão 10B200 para proteção e 0,3C50 para medição, fator térmico igual a 1,2.

Os transformadores de corrente deverão ser de relação singela, tipo janela.

A potência dos transformadores de corrente deverá ser claramente indicada. Os transformadores de corrente tipo janela deverão ter um nível de isolamento de acordo com a tensão do gerador.

Todos os transformadores de corrente deverão ser adequados para operação contínua a plena tensão e corrente nominal, na frequência de 60 Hz e dimensionados para suportar, sem danos, os esforços térmicos e dinâmicos resultantes das correntes de curto-circuito onde estão instalados.

O fornecedor deverá submeter à aprovação da CONTRATANTE todos os memoriais de cálculo utilizados para a definição das características dos transformadores de corrente.

4.3 Rotor

4.3.1 Requisitos Gerais

O rotor deverá suportar, sem danos, os efeitos da velocidade de disparo, de curto-circuito de metade dos pólos e outras condições anormais de operação, sem ocorrências de contato entre o estator e o rotor e sem qualquer dano dos mancais.

O conjunto girante não deve possuir, nem induzir no estator, frequência de batimento e/ou de ressonância perceptível em qualquer regime de operação ou de excitação.

O rotor deverá prover locais para adição de pesos de balanceamento nas duas extremidades, para permitir correção de balanceamento no campo, caso requerido.

As tolerâncias de usinagem, do acoplamento e de alinhamento dos eixos deverão ser submetidas à aprovação da CONTRATANTE.

O alinhamento combinado com o eixo da turbina deverá ser realizado na fábrica do Fornecedor do gerador, sob sua responsabilidade. Quaisquer correções necessárias para o alinhamento e/ou acoplamento, deverão ser imediatamente realizadas pelo Fornecedor do gerador e o custo imputado ao Fornecedor do equipamento que determinou a necessidade da correção.

Todos os dispositivos de fixação tais como parafusos, pinos e outras peças removíveis devem ser imperdíveis, mesmo quando as fixações estiverem frouxas, evitando que se soltem com a unidade em movimento.

4.3.2 Condições de Disparo

O projeto do rotor deverá ser feito visando impedir quaisquer deformações indevidas, em qualquer condição de operação do gerador, inclusive na velocidade de disparo.

A construção do rotor deverá ser tal que ele mantenha sua rigidez estrutural em todas as condições de operação, inclusive a velocidade de disparo estabelecida pela turbina, e que, neste caso, o gerador possa ser imediatamente recolocado em operação, sem necessidade de reparo.

O enrolamento, a isolamento e as conexões entre pólos deverão ser capazes de suportar todas as tensões mecânicas impostas pela máxima velocidade de disparo, sem deformação ou escorregamento das espiras devido à força centrífuga sobre as interligações.

No caso de excitação sem escovas, também a parte rotativa da excitação deverá ser projetada para suportar a velocidade de disparo da unidade.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

4.3.3 Eixo

O eixo deverá ser construído de aço forjado com flange integralmente forjada para acoplamento com o eixo da turbina.

A seleção do diâmetro do eixo, da flange e demais componentes para acoplamento com a turbina deve ser coordenado com o Fornecedor da turbina, de forma a atender os requisitos de projeto descritos no item 4 desta especificação.

4.3.4 Pólos

Os pólos devem ser removíveis e as bobinas polares substituíveis no campo. Devem ser fornecidos todos os desenhos, instruções, dispositivos e materiais sobressalentes necessários à substituição da bobina polar no campo. Caso sejam necessários materiais perecíveis, estes devem ser claramente especificados no desenho de montagem.

As interligações entre pólos deverão ser feitas por conexões parafusadas, facilmente removíveis e acessíveis para inspeção e testes, resistentes à vibração e aos ciclos térmicos, e não deverão deformar-se permanentemente e/ou de forma prejudicial a outras partes, mesmo na velocidade de disparo. As superfícies de contato parafusadas deverão ser prateadas.

4.3.5 Isolação

O enrolamento do rotor deverá ser isolado com material classe "F" em conformidade com a norma ANSI C-50.10, exceto que os limites de elevação de temperatura deverão ser mantidos de conformidade com estas Especificações Técnicas. Nenhum material de classe inferior a "F" poderá ser utilizado na isolação do rotor.

Os materiais usados na isolação do enrolamento, calços e suportes deverão ter características não propagantes de chama.

4.3.6 Enrolamento Amortecedor

Deverá ser provido um enrolamento amortecedor com baixa resistência ôhmica de construção robusta. O aquecimento do enrolamento amortecedor devido à circulação de harmônicos na corrente de campo não deverá causar elevação de temperatura que reduzam a vida do gerador.

O enrolamento amortecedor deverá ser tal que atenda as características especificadas do gerador e as ligações entre suas seções deverão ser resistentes à vibração e aos ciclos térmicos e não deverão deformar-se de forma indevida na velocidade máxima de disparo. As superfícies de contato parafusadas deverão ser prateadas.

4.3.7 Anéis Coletores e Terminais de Campo

Caso aplicável, o conjunto deverá ser fornecido completo, incluindo porta-escovas, terminais e cabos especiais para ligação até o painel de excitação do gerador.

A seção da escova deverá ter (20 x 30) mm, tolerância das dimensões segundo IEC 136/3. A quantidade de cinza no material da escova não deverá passar dos 0,2 %.

Os porta-escovas de cada anel coletor deverão ser espaçados ao redor do anel para permitir acesso durante a inspeção da unidade na manutenção. Os anéis deverão ter suficiente espaçamento entre si.

A concepção adotada deverá minimizar a possibilidade de ocorrência de curto-circuito devido a deposição de material de desgaste, substituição ou ajustagem incorreta das escovas e porta-escovas, independentemente de desgaste das mesmas em serviço.

O projeto do sistema de escovas e anéis coletores deverá ser feito de modo que a elevação de temperatura da superfície de contato dos anéis, à máxima corrente de excitação em regime permanente, não exceda 80° C, em relação à temperatura ambiente de 40° C. As escovas e os



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

anéis deverão ser projetadas para desgaste e centelhamento reduzidos, com especial atenção para a relação de dureza entre os anéis e as escovas.

Deverá ser previsto um sistema de segregação do material de desgaste, de forma a evitar que o mesmo entre na ventilação principal e contamine os núcleos e enrolamentos. O sistema estará sujeito à aprovação da CONTRATANTE.

Os anéis coletores, respectivos suportes, ligações, anéis separadores e demais componentes de fixação também deverão ser isolados. Todo o material isolante deverá ser de classe "F", exceto que os limites de elevação de temperatura deverão ser mantidos em conformidade com estas Especificações Técnicas.

Opcionalmente, a proposta poderá oferecer um sistema de excitação *BRUSHLESS*, com proteção dos componentes de potência (diodos/tiristores).

4.3.8 Aterramento do Eixo

Deverá ser fornecido um jogo de escovas de baixa resistência para aterramento do rotor, ligado ao eixo do gerador no lado do acoplamento gerador/turbina, de forma a garantir a não circulação de corrente induzida no eixo, através dos mancais da turbina.

4.4 Mancais e Base de Apoio

4.4.1 Mancais

O rotor do gerador deverá ser suportado por dois mancais de cavalete, do tipo bipartido, axialmente livre. Os mancais deverão ser montados na base de apoio, que deverá ser chumbada ao concreto para conservar o alinhamento e nivelamento entre os eixos do gerador e da turbina.

Os níveis de vibração dos mancais não deverão exceder os limites definidos pela VDI 2056.

Os mancais deverão ser providos de tampas com selo para impedir a aspiração do vapor de óleo pela ventilação do gerador e evitar contaminação do isolamento.

O mancal do lado não acoplado deverá ser isolado de forma a garantir a não circulação da corrente induzida no eixo do gerador.

A lubrificação do mancais deverá ser efetuada pelo óleo bombeado pelo próprio movimento do eixo. O resfriamento do óleo deverá ser feito naturalmente por meio de troca de calor ou meio ambiente.

Cada mancal deverá ser provido de um visor e de uma chave eletrônica de nível de óleo e de detetores de temperatura para medição, alarme e desligamento, no óleo e no metal, conforme detalhado no item 6 Supervisão.

O óleo deverá ser resfriado por meio de troca de calor natural com o ambiente na temperatura de 40° C, portanto o sistema de lubrificação deverá ser projetado de forma que a temperatura do óleo não ultrapasse a 55° C e dos mancais no ponto mais quente não exceda 70° C, quando em operação contínua e a plena carga. Se o projeto requerer resfriamento adicional com trocador água/óleo, a água será obtida do conduto forçado, sem válvulas redutoras de pressão, em trocadores de calor preferencialmente alojados dentro dos pedestais dos mancais.

Se houver a necessidade de circulação forçada do óleo, os trocadores deverão ser tipo placas, em inox, fora dos pedestais dos mancais.

A alimentação de água durante a execução do projeto executivo de água de resfriamento.

Os mancais deverão operar continuamente sem danos ou avarias em velocidades compreendidas entre 0 e 150 % (zero e cento e cinquenta por cento) da rotação nominal. Estes deverão também funcionar corretamente durante meia hora com a unidade na velocidade de disparo e com velocidades compreendidas entre 5 e 50 % da nominal.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

O Fornecedor deverá prover todo o óleo necessário para encher o sistema de lubrificação dos mancais, acrescido de 10 %. O tipo de óleo utilizado deverá ser coordenado com o gerador de modo que seja usado óleo com a mesma especificação para os sistemas de lubrificação da turbina, do gerador e do sistema de regulação.

4.4.2 Base de Apoio

A base de apoio deverá ser rígida suficiente para o transporte, alinhada e desempenada para permitir um perfeito assentamento dos mancais e da carcaça, de modo a conservar o alinhamento entre eixos e o alinhamento e concentricidade entre o estator e o rotor do gerador.

O Fornecedor deverá fornecer a base de apoio e os respectivos chumbadores, completos, necessários para vincular e montar a carcaça do estator à base e transferir para o concreto e os esforços decorrentes das condições anormais da operação. Deverá também fornecer a instrução de chumbamento da base e a especificação do material a ser aplicado (*grouting*), sob sua responsabilidade.

A base deverá ser provida de acessórios adequados para o nivelamento e centragem do estator. Deverá ser projetada com área horizontal e vertical de dimensões adequadas, para que as tensões não ultrapassem os limites permitidos para o concreto.

4.5 Aterramento de Segurança

As partes do gerador, como carcaça, tampas, e outras partes metálicas acessíveis deverão ser ligadas à malha de terra da Casa de Força. Cada parte deverá ser provida de dois terminais em lados opostos, com condutores tipo grampo para cabo de cobre de 70 mm².

5 . SISTEMAS AUXILIARES

5.1 Painéis e Cubículos

O gerador deverá ser fornecido com todos os painéis, cubículos caixas de terminais ou de interligações, quadros e acessórios aos requisitos desta especificação técnica.

5.2 Resfriamento do Gerador

5.2.1 Geral

O sistema deverá ser concebido de forma a garantir distribuição o mais uniforme possível de temperatura nos enrolamento e partes do circuito magnético.

O sistema deverá ser totalmente fechado, com trocador (es) de calor a água para resfriamento do ar impulsionado pelo rotor do gerador. A temperatura máxima da água para resfriamento será 25° C.

Deverá ser prevista a supervisão da vazão, da temperatura e pressão da água de resfriamento, de temperatura do ar e a instalação de dispositivo que indique a necessidade de limpeza dos trocadores de calor, a partir do diferencial de temperatura do ar ou da pressão de água, o que for mais apropriado.

O (s) trocador (es) de calor deverão atender os requisitos desta especificação, com capacidade de troca térmica reduzida para 90 % por efeito de sujeira e incrustações. Deverão ser construídos com material resistente à corrosão, manter a velocidade de água interna não superior a 2,0 m/s; conter tampas facilmente removíveis para limpeza e inspeção, e conter purgador e dreno.

5.2.2 Câmara

Deverão ser eliminados todos os bolsões de ar que agregam perdas sem produzir trabalho.

O fornecedor deverá prover todos os suportes, guias, tampas e defletores necessários à estanqueidade e ao correto funcionamento do sistema de resfriamento do gerador.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Nenhum componente do conjunto deverá produzir ruído causado por vibração ou estrangulamento do circuito de ventilação.

5.3 Frenagem da Unidade

Deverá ser instalado sistema de frenagem adaptado ao eixo. O mesmo deverá segregar totalmente os resíduos de desgaste e permitir sua limpeza sem necessidade de paralização da unidade.

A pista de frenagem deverá permitir fácil ajuste e troca dos elementos de desgaste. Os mesmos deverão permitir, no mínimo, 300 frenagens sem necessidade de substituição.

O sistema deverá ser alimentado a partir de pressão de ar de 550 a 700 kPa e deverá ter capacidade de parar o conjunto girante a partir de 30 % da velocidade nominal, dentro de 5 minutos após a aplicação do freio, sem dano por aquecimento ou desgaste indevido do anel de frenagem.

O projeto deverá prever supervisão da pressão de ar comprimido e das posições do freio, para liberar a partida da unidade.

O sistema de frenagem não deverá promover esforços axiais a serem suportados pelo mancal da unidade.

5.4 Aquecimento da Câmara do Gerador

Deve ser previsto instalar na parte inferior da carcaça resistores de aquecimento e termostato para ligar os mesmos, quando a unidade estiver fora de operação. Os resistores devem ser dimensionados para manter os núcleos e enrolamentos no mínimo a 5 e no máximo a 15° C acima da temperatura ambiente.

A fiação dos instrumentos e outros elementos sensíveis à temperatura que fiquem próximos dos resistores deverão ser protegidos da irradiação através de barreiras.

Os cabos para os circuitos de iluminação ou aquecimento deverão ser singelos, com condutor formado por fios de cobre, encordamento classe B, isolamento para 600 V, isolação classe F, constituída por suas camadas helicoidais e uma capa externa trançada, todas de fibra de vidro impregnada com verniz resistente ao calor.

5.5 Aterramento do Neutro do Gerador

Deverá ser fornecido um conjunto de equipamento de aterramento de alta impedância neutro do gerador, incluindo um cubículo.

O Fornecedor deverá submeter à aprovação da CONTRATANTE uma memória de cálculo detalhando o dimensionamento dos equipamentos de aterramento.

O transformador de aterramento deverá ser monofásico, para interior tipo seco, com resfriamento natural e atender os requisitos das normas NBR 5356 da ABNT e ANSI C.57.18.

O transformador deverá ter as seguintes características:

- Tensão nominal do enrolamento AT, igual à do gerador.
- Tensão nominal do enrolamento BT, igual a 230 V.
- Freqüência 60 Hz.

A potência de curta duração do transformador deverá ser baseada na capacitância do enrolamento do estator e no tempo de 1 (um) minuto; o cálculo deve ser submetido à aprovação da CONTRATANTE.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

O resistor deverá ser resistente à corrosão, inquebrável, com baixo coeficiente de temperatura, Deverá ser firmemente parafusado ao cubículo e completamente isolado das hastes de montagem e da terra.

O resistor deverá ter as seguintes características:

- Tensão nominal.....130 V
- Tempo.....1 minuto
- Potência.....conforme norma IEEE nº 32

O seccionador deverá ser monofásico com contatos auxiliares para sinalização remota de posição.

O seccionador deverá ter as seguintes características:

- Tensão nominal.....7,2 kV
- Corrente nominal.....630 A

5.6 Proteção Contra Surtos e Transformadores de Potencial

5.6.1 Descrição

O equipamento de proteção contra surtos deverá ser coordenado com o isolamento do enrolamento do gerador; dos transformadores de excitação e com o pára-raios do transformador elevador com relação a surtos de manobra. Deverá ser coordenado também com a proteção de sobretensão fornecida com o equipamento de excitação.

O Fornecedor deverá submeter à aprovação da CONTRATANTE uma memória de cálculo detalhando o dimensionamento dos equipamentos de proteção contra surtos.

Os pára-raios, capacitores, transformadores de potencial e acessórios deverão estar contidos em cubículo, com as seguintes características nominais:

- Classe de tensão – conforme a tensão do gerador;
- Tensão nominal – conforme a tensão do gerador;
- Frequência – 60 Hz;
- Tensão suportável à frequência nominal, a seco, por 1 minuto – conforme IEEE 27;
- Tensão suportável de impulso atmosférico – conforme IEEE 27;
- Grau de proteção – IP 43, conforme NBR 6146.

O cubículo deverá ser adequado para conexão conforme mostrado nos Desenhos de Contrato.

5.6.2 Transformadores de Potencial

Os transformadores de potencial deverão ser do tipo seco, encapsulados em resina sintética, com blindagem eletrostática entre os enrolamentos, e deverão seguir os requisitos aplicáveis da norma ABNT NBR 6855, exceto se algo for especificado em contrário nestas Especificações Técnicas. Deverão ser providos de proteção nos secundários através de disjuntores termomagnéticos.

Os disjuntores termomagnéticos de proteção dos secundários dos transformadores de potencial deverão ser instalados no compartimento de baixa tensão. O conjunto composto dos transformadores de potencial deverá ser montado em uma estrutura fixa.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Cada fase deverá ser fornecida com um transformador de potencial, com dois enrolamentos secundários, cada secundário com uma derivação. O lado primário do transformador deverá ser ligado em estrela aterrada e em sistema com neutro não eficazmente aterrado.

Os transformadores de potencial deverão ter as seguintes características:

- Classe de tensão – conforme a tensão nominal do gerador.
- Tensão nominal do primário – conforme a tensão nominal do gerador;
- Relação nominal – a ser definida pela CONTRATANTE, conforme a tensão nominal do gerador;
- Freqüência nominal – 60 Hz;
- Classe de exatidão na derivação, simultânea para cada secundário – 0,3 P 200 (norma NBR 6855 da ABNT);
- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico, conforme norma NBR 6855;
- Potência térmica nominal do primário – não inferior a 182 VA.

Os transformadores de potencial deverão suportar os esforços térmicos e mecânicos de um curto-circuito nos terminais secundários, com tensão nominal no primário, por um segundo.

O Fornecedor deverá suprir todos os dados necessários à verificação do efeito de ferroressonância entre a indutância do transformador de potencial e as capacitâncias do sistema, durante sobretensões causadas por manobra ou curto-circuito desequilibrado.

5.6.3 Pára-raios e Capacitores

O cubículo deverá ser fornecido com um conjunto de pára-raios e capacitores. Por fase, com características adequadas para a proteção do gerador contra surtos de tensão, para ligação fase-terra em sistema com neutro não eficazmente aterrado. O pára-raios deverá ser do tipo estação, especificamente projetado para proteção de máquinas girantes, e suas características estarão sujeitas à aprovação da CONTRATANTE.

Os pára-raios serão conectados entre cada fase do barramento principal e a barra de terra do painel. Esta conexão deverá ser feita com barras de cobre, com dimensões e fixações adequadas para suportar os efeitos térmicos e mecânicos da corrente de descarga. As características dos pára-raios deverão estar de acordo com os requisitos das normas NEMA, LA1.

Os pára-raios deverão ser à prova de poeira e de umidade, do tipo óxido de zinco e deverá ser provido de contador de descarga.

Os capacitores deverão ser em fluido isolante biodegradável e não inflamável, providos de resistores de descarga interna, buchas de AT e terminal para aterramento, especificamente projetados para proteção de máquinas girantes.

5.7 Transformadores de Corrente

5.7.1 Medição e Proteção

Deverá ser fornecido 03 (três) transformadores de corrente no lado da fase e 03 (três) transformadores de corrente no lado do neutro.

USINA HIDRELÉTRICA SALGADO I				
RELAÇÃO	UNIDADE 01	UNIDADE 02	UNIDADE 03	UNIDADE 04
LADO FASE	900-5-5-5 A	900-5-5-5 A	600-5-5-5 A	300-5-5-5 A
LADO NEUTRO	900-5-5 A	900-5-5 A	600-5-5 A	300-5-5 A



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

USINA HIDRELÉTRICA SALGADO II				
RELAÇÃO	UNIDADE 01	UNIDADE 02	UNIDADE 03	UNIDADE 04
LADO FASE	850-5-5-5 A	850-5-5-5 A	600-5-5-5 A	300-5-5-5 A
LADO NEUTRO	850-5-5 A	850-5-5 A	600-5-5 A	300-5-5 A

Os secundários dos transformadores de corrente deverão ser fornecidos com classe de exatidão 10B200 para proteção e 0,3C50 para medição, conforme especificados a seguir:

<u>Lado</u>	<u>Finalidade</u>	<u>Quantidade</u>
Neutro	Proteção diferencial gerador	3
Neutro	Regulador de tensão/velocidade	3
Fase	Demais proteções	3
Fase	Proteção diferencial gerador	3
Fase	Medição	3

6 . SUPERVISÃO

6.1 Geral

O gerador deverá ser fornecido com instrumentos, dispositivos de proteção, controle e alarme, de forma a garantir a operação segura e desassistida da unidade.

O fornecedor poderá propor instrumentos adicionais, conforme seu padrão, desde que os mesmos preencham no mínimo os requisitos destas Especificações Técnicas.

6.2 Equipamentos montados no Painel de Instrumentos da Unidade

- Um indicador de temperatura do segmento de cada mancal com seletor apropriado e compatível com o sensor especificado. O seletor deverá ser de duas posições sendo uma para teste. Um resistor de precisão, calibrado para uma indicação de 100° C deverá ser fornecido e ligado ao seletor na posição “teste”.
- Um indicador da temperatura do óleo de cada mancal, com seletor apropriado e compatível com o sensor especificado. O seletor deverá ser de duas posições sendo uma para o sensor montado no reservatório de óleo do mancal e uma para teste. Um resistor de precisão, calibrado para uma indicação de 100° C deverá ser fornecido e ligado ao seletor na posição “teste”.
- Relés auxiliares para as chaves de nível, chaves de fim de curso, pressostatos, chaves de fluxo, etc, conforme necessidade do projeto.

6.3 Enrolamentos do Estator

Doze detetores, distribuídos uniformemente ao longo do perímetro do núcleo, divididos entre as três fases, alojados entre as barras superior e inferior ou lado da bobina de mesma fase.

Três detetores, sendo um de cada fase, serão usados para proteção.

Nove detetores, sendo três de cada fase, serão usados para supervisão remota.

6.4 Núcleo do Estator

Seis detectores deverão ser uniformemente distribuídos ao longo do perímetro do núcleo, no centro magnético do estator.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

6.5 Sistema de Resfriamento do Gerador

Deverão ser fornecidos (4 X T) detectores de temperatura, onde T significa o número de trocadores ar-água.

Os detectores deverão ser localizados na entrada e na saída do ar, na entrada e na saída de água dos trocadores, um para cada função.

Deverá ser fornecido um detector de cada tipo como reserva, para uso futuro.

Deverá ser fornecida chave de fluxo a ser instalada na saída de água dos trocadores de calor e elemento sensor que indique a necessidade de limpeza dos trocadores de calor.

6.6 Rotor

À medição de temperatura do enrolamento do rotor deverá ser pelo método da resistência, de acordo com a ANSI-C-50.10.

6.7 Mancais

Os sensores ou dispositivos montados no interior do reservatório de óleo e nos segmentos dos mancais do gerador deverão ser instalados de maneira adequada e permitir seu manuseio ou substituição sem esgotar o óleo do reservatório.

Um RTD de cada função (metal ou óleo) deverá alimentar o indicador no PIU – Painel de Instrumentos da Unidade e o outro o SDSC – Sistema Digital de Supervisão e Controle.

Um termostato de cada função (metal ou óleo) e um nível de óleo deverá alimentar o SDSC – Sistema Digital de Supervisão e Controle e outro para utilização no sistema de Parada de Emergência.

Deverão ser previstos para cada mancal do gerador:

- Dois detectores de temperatura (RTD) e dois termostatos para o metal do segmento na região onde se espera a maior temperatura. Cada termostato deverá possuir dois contatos sendo um para alarme e um para desligamento;
- Dois detectores de temperatura (RTD) e dois termostatos para o óleo do reservatório, na região onde se espera a maior temperatura. Cada termostato deverá possuir dois contatos sendo um para alarme e um para desligamento;
- Um visor para indicação local do nível de óleo do reservatório;
- Uma chave de nível para supervisão do nível de óleo no reservatório do mancal. Essa chave deverá atuar para nível baixo.

6.8 Sistema de Frenagem

Deverá ser prevista a supervisão da linha de ar comprimido e das posições de freio aplicado e desaplicado para liberar a partida da unidade.

6.9 Circulação de Corrente pelos Mancais

6.9.1 Geral

O fornecedor deverá suprir e instalar equipamento para detectar a circulação de correntes parasitas pelo eixo da unidade e proteger os mancais da unidade contra a passagem de corrente pelos mesmos. Os relés deverão ser instalados no PIU – Painel de Instrumentos da Unidade, e deverão enviar um sinal de alarme remoto.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

6.9.2 Aterramento do Eixo

Deverá ser fornecido um jogo de escovas de baixa resistência para aterramento do rotor, ligado ao eixo do gerador no lado do acoplamento gerador/turbina, de forma a garantir a não circulação de corrente induzida no eixo através dos mancais da turbina.

7 . SISTEMA E EXCITAÇÃO

7.1 Tipo

O gerador deverá ser fornecido com um sistema de excitação completo, incluindo regulador de tensão automático digital e transformador de excitação. O sistema de excitação poderá ser do tipo estático microprocessado ou sem escovas *brushless* com regulador de tensão microprocessado, de ação contínua, com tempo de resposta inferior a 0,2 segundos, alimentado através de transformadores ligados diretamente aos terminais do gerador.

7.2 Desempenho

O sistema de excitação deverá ser capaz de desempenhar as seguintes funções, quando sob controle automático, com temperatura dentro do cubículo compreendida entre 0 e 40° C:

7.2.1 Operação em Regime Permanente

Manter a tensão média trifásica, nos terminais do gerador dentro da faixa de $\pm 0,5$ % do valor ajustado, sem que esta oscile, operando em regime permanente, nas seguintes condições:

- Com qualquer carga dentro da faixa de operação do gerador;
- Qualquer tensão nos terminais do gerador na faixa de 80 a 110 % do valor nominal;
- Com qualquer frequência na faixa de + 5 % do valor nominal;
- Quando operando em vazio, com a velocidade na faixa de 95 a 145 % da nominal.

7.2.2 Operação em Regime Transitório

Com o gerador operando com qualquer carga entre zero e 95 % da nominal, deverá suportar a aplicação brusca de uma carga de 50 % da nominal, fator de potência 0,4 indutivo, com queda de tensão máxima de 15 % medida nos terminais do gerador, e recuperar 100 % da tensão ajustada em, no máximo, um segundo.

7.2.3 Rejeição de Carga

O tempo para o retorno da tensão nos terminais do gerador a um valor de 105 % do valor ajustado não deverá ser superior a 0,2 segundo.

A tensão de regime permanente deverá estabilizar, sem oscilações, dentro da faixa de + 0,5 % do valor ajustado, já considerada a compensação de corrente reativa.

7.2.4 Ciclo Térmico

Ser capaz de suportar o ciclo de trabalho, sem exceder a temperatura máxima do enrolamento de campo e 75 % da temperatura máxima dos tiristores, com:

- Operação do gerador à potência, fator de potência e tensão nominais, por tempo suficiente para que todos os componentes atinjam a temperatura em regime permanente.
- Falta trifásica com duração de 200 ms na barra de 69 kV.
- Operação subsequente nas condições nominais.

O sistema de excitação deverá ser previsto para suportar sem danos uma falta trifásica nos terminais do gerador, extinta por uma seqüência de desligamento que inclua a abertura do disjuntor de campo.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

7.2.5 Curto-circuito na Alta Tensão

Para um curto-circuito no lado de alta tensão do transformador elevador, o sistema de excitação deverá ser capaz de manter a tensão de excitação em 20 % (vinte por cento) do valor de teto quando a tensão nos terminais do gerador for 20 % (vinte por cento) do valor nominal.

7.3 Requisitos de Projeto

7.3.1 Generalidades

O grupo deverá poder ser operado localmente ou do SDSC – Sistema Digital de Supervisão e Controle.

O fornecedor deverá submeter a CONTRATANTE toda documentação referente ao sistema de excitação, tais como:

- Desenhos dimensionais e construtivos dos cubículos e painéis;
- Diagramas elétricos;
- Diagramas de bloco do sistema digital;
- Especificações funcionais;
- Lista de dispositivos de supervisão.

Os controles do sistema de excitação não deverão requerer nenhum ajuste, durante a partida do grupo, para ajustar a tensão do gerador no valor nominal. Não será permitido nenhum ajuste manual da excitação durante as seqüências automáticas normais de partida ou parada.

O sistema de excitação não deverá depender de nenhuma fonte auxiliar externa de tensão durante a partida e operação do gerador, exceto da fonte de corrente contínua e/ou alternada para os circuitos de comando e de pré-excitação.

7.3.2 Componentes Elétricos e Eletrônicos

Os componentes elétricos e eletrônicos utilizados na construção do regulador deverão ser de linha, de fabricação normal, tipo comercial.

Deverão ser providos pontos de medição, para que cada circuito possa ser verificado em funcionamento. Estes pontos deverão permitir a medição dos níveis de saída dos amplificadores, pontos e ajuste de medição deverão ser previstos de modo que as medições não interfiram no funcionamento. Os pontos deverão ser para pinos de teste com 2 mm de diâmetro. Todos os pontos deverão ser identificados conforme indicado no diagrama funcional do respectivo módulo.

Todos os circuitos deverão ser protegidos por disjuntores, exceto as pontes de tiristores que deverão ser protegidas por fusíveis extra-rápidos.

7.3.3 Software

O *software* do regulador de tensão deverá ser em linguagem de alto nível (blocos de funções, diagramas lógicos, diagramas *ladder*) e do tipo aberto para permitir manutenção pela CONTRATANTE. Não serão aceitos programas desenvolvidos em linguagem *Assembler*. Os programas deverão ser armazenados em memória EEPROM.

7.3.4 Comunicação de Dados

O regulador de tensão deverá ser interligado ao Sistema de Supervisão e Controle da usina.

7.3.5 Interface Homem/Máquina

O regulador deverá possuir interface com microcomputador tipo IBM-PC fornecido para o regulador de velocidade para permitir o ajuste de parâmetro, programação, alteração na lógica de comando e supervisão.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

No painel do regulador de tensão deverão ser instalados os seguintes indicadores analógicos e botoeiras de comando:

- Tensão de excitação;
- Corrente de excitação;
- Potência ativa;
- Potência reativa;
- Tensão do gerador;
- Ligar/desligar excitatriz;
- Aumentar/diminuir corrente de campo;
- Transferência de canal;
- Abertura do disjuntor de campo.

Deverá ser instalado ainda um anunciador de alarmes, seqüência ISA 2C, com indicadores tipo *led*.

A interface com o microcomputador de manutenção (ajuste e programação) deverá ser independente da interface com o sistema de comando e supervisão.

7.3.6 Saídas Especiais para Testes

Deverão ser fornecidas 6 (seis) saídas analógicas, com capacidade para no mínimo 10 mA, protegidas contra curto-circuito, faixa de tensão de -10 a +10 V.

As entradas devem ser próprias para conversão digital/analógica (mínimo 12 bits), acesso ao barramento de dados, permitir a escolha da grandeza a ser monitorada, ajuste de ganho e *off-set* por *software*, para as seguintes grandezas:

- Tensão do gerador
- Tensão excitação
- Corrente excitação
- Potência ativa
- Potência reativa
- Reserva

7.3.7 Burn-in

Todos os circuitos eletrônicos deverão ser submetidos ao ensaio de envelhecimento *Burn-in*, conforme STD MIL-202.

7.3.8 Proteção contra Descargas Eletrostáticas

Cada coluna do painel, onde forem montados circuitos eletrônicos deverá ser equipada com terminal de terra, próprio para pino "banana". Deverá ser incluído no fornecimento:

- dois cordões de aterramento, 2 m, 1 M Ω , terminais apropriados.
- duas pulseiras condutivas.

7.3.9 Alimentação para Testes

O sistema de excitação deverá ser projetado de modo a permitir a alimentação de todos os seus circuitos de força, incluindo o circuito de corrente de campo, pelos serviços auxiliares 380 Vca



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Esta alimentação será usada exclusivamente para testes tanto do regulador de tensão como do gerador. Deverão ser incluídos no fornecimento todos os equipamentos necessários para possibilitar esta ligação (transformadores, disjuntores, cabos de força, cabos de corrente, etc.).

7.4 Excitatriz Estática ou “Brushless”

A excitatriz deverá ser composta de ponte(s) de tiristores trifásicos, circuitos de comando, circuitos de desexcitação rápida (disjuntor de campo, resistor de descarga de campo e equipamentos de manobra e proteção associados), transformador de excitação, unidade de pré-excitação (com equipamento de transferência automática para duas fontes de alimentação), dispositivos de proteção, controle e medição, montados e interligados dentro de um cubículo, designado CEG – Cubículo de Excitação do Gerador.

Não é requerida a instalação de uma ponte de tiristores trifásicos de reserva “quente”.

O transformador de excitação deverá ser trifásico do tipo seco, com isolamento classe F e deverá estar instalado também no CEG.

A excitatriz “brushless” deverá ter os equipamentos acima mencionados instalados no circuito de campo da excitatriz auxiliar.

O projeto geral e arranjo interno do cubículo deverão ser submetidos à aprovação da CONTRATANTE.

7.5 Regulador de Tensão

O regulador deverá poder operar em controle automático ou manual, alimentado por duas fontes independentes de corrente contínua. Cada fonte deverá ter capacidade para alimentar todos os circuitos do sistema de excitação, possuir supervisão de tensão com alarme e proteção contra sobre-corrente. A alimentação das fontes deverá ser derivada do transformador de excitação.

O regulador automático de tensão deverá ser do tipo digital microprocessado, sem zona morta, auto-resfriado, devidamente compensado e estabilizado, com ganho suficiente para atender as características do sistema de excitação, com característica de no mínimo PID.

Os circuitos de comando deverão ser efetuados de forma digital microprocessada, baseada em controlador lógico programável. No caso de emergência deverá ser permitida a abertura do disjuntor de campo, independente do sistema digital microprocessado.

O regulador deverá ser constituído de dois canais, isto é, Automático e Manual.

O canal automático deverá possuir as seguintes funções:

- Ajuste da tensão de referência, a partir de comando local ou remoto do SDSC, com indicador de posição graduado e possibilidade de retorno automático à posição de tensão nominal em vazio;
- Compensador de corrente reativa;
- Limitadores da razão tensão/frequência, de corrente mínima e máxima de excitação;
- Equalização de tensões (máquina/rede) para sincronização (voltage matching).

O canal manual deverá possuir as seguintes funções:

- Transferência automática em caso de falha na realimentação do controle automático;
- Ajuste da corrente de referência em qualquer valor entre zero e máxima corrente do enrolamento;
- Circuito seguidor que limita o degrau de tensão, no caso de transferência, à no máximo 1 % da tensão anterior.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Sinal adicional estabilizados (Power System Stabilizer – PSS), do tipo derivado da integral da potência acelerante, sintetizado a partir da rotação do eixo ou frequência da tensão interna, no eixo em quadratura, e potência ativa. O PSS deve ser provido de seguidor de rampa para não permitir que a realimentação do regulador de tensão, devido a eventuais variações bruscas na potência ativa, provoque variação maior que 2 % na tensão do gerador.

Além destas funções, deverão ser incluídas a proteção de terra rotor e medição de temperatura do rotor, inclusive no caso de excitatriz *brushless*.

O fabricante deverá fornecer um conjunto de extensões, de acordo com os tipos de conectores utilizados nos cartões dos diversos módulos de circuitos eletrônicos, para permitir medições e verificações nos mesmos fora do bastidor. As extensões deverão ser executadas com chapas de circuito impresso do mesmo tipo utilizado na fabricação dos cartões do regulador, com cabos multicondutores paralelos construídos com condutores de cobre estanhados, têmpera mole, com isolamento em PVC para tensão nominal não inferior a 300 V, e providos de chaves tipo miniatura para interrupção dos circuitos.

8 . SOBRESSALENTES

8.1 Peças para Geradores

Apresentamos uma lista que o Proponente deverá analisar complementando ou excluindo itens conforme a necessidade de seu projeto e sua experiência.

- Um lote (10 % da quantidade instalada em um gerador) de bobinas do estator com a isolação e acessórios necessários.
- Um lote (50 % da quantidade instalada em um gerador) de cunhas, contra-cunhas, calços e eventuais acessórios. Esta quantidade deverá estar disponível, com a CONTRATANTE, ao expirar a garantia da unidade, não incluindo, portanto, eventuais reposições necessárias durante recunhagens realizadas durante o período de garantia.
- Dois jogos de anéis isolantes, chavetas, molas e dispositivos de montagem de um pólo.
- Dois conjuntos de cunhas para cunhagem de pólo
- Um parafuso, porca e respectivos acessórios de acoplamento.
- Dois jogos completos de escovas para anéis coletores.
- Um jogo de suportes de escovas para anéis coletores.
- Um jogo de escovas de aterramento.
- Um dinamômetro com sensor piezoelétrico com escala graduada de 0 a 2000 gf/cm², para medição da pressão da mola e porta escova através da inserção do sensor entre a escova e o anel coletor.
- Um jogo completo de segmentos para o mancal de guia.

8.2 Peças para Auxiliares

Apresentamos uma lista que o Proponente deverá analisar complementando ou excluindo itens conforme a necessidade de seu projeto e sua experiência.

- Dois jogos completos de gaxetas para trocadores ar-água.
- Dois jogos completos de gaxetas para os coletores e conexões entre os coletores e os trocadores ar-água.
- Dois jogos completos de sapatas de freio.
- Dois jogos completos de lonas de freio.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Dois jogos completos de gaxetas de freio.
- Um jogo completo de molas de retenção do freio.
- Uma válvula solenóide do sistema de frenagem.
- Um jogo completo de contatos, molas e bobinas requeridas para cada tipo de termômetro, relé, contatos, disjuntor, chave auxiliar e elemento de controle.
- Um aquecedor para câmara do gerador.
- Três detectores de temperatura para o enrolamento.
- Dois detectores de temperatura para o núcleo.
- Dois detectores de temperatura para o ar da câmara do gerador.
- Um detector de temperatura do metal de cada tipo de segmento de mancal.
- Um detector de temperatura do óleo de cada reservatório do mancal.
- Um detector de temperatura da água de resfriamento do gerador.
- Um termostato para cada função.
- Dois termopares para cada função.
- Uma chave de nível, completa, para o reservatório de cada mancal.
- Uma bóia ou sonda capacitativa para nível de óleo, do reservatório de cada mancal.
- Uma chave de fluxo de vazão, completa, para cada função.
- Um manômetro para cada função.
- Um pressostato para cada função.

8.3 Peças para Sistema de Excitação

Apresentamos uma lista que o Proponente deverá analisar complementando ou excluindo itens conforme a necessidade de seu projeto e sua experiência.

- Dois conjuntos de contatos do disjuntor de campo.
- Duas bobinas de cada tipo usadas no disjuntor de campo.
- Um resistor de descarga,
- Três fusíveis de proteção dos tiristores das pontes.
- Um cartão eletrônico de cada tipo fornecido para o sistema de excitação, tais como fonte, CPU, entradas/saídas, comunicação, etc.
- Um supressor de surto e resistor para cada tipo fornecido.
- Uma ponte de diodos rotativas (para *Brushless*).

9 . FERRAMENTAS E DISPOSITIVOS ESPECIAIS

9.1 Requisitos Gerais

Ferramentas e dispositivos especiais deverão ser fornecidos como aqui especificados, porém sem se limitar a, para inspeção, montagem na obra, comissionamento e manutenção.

9.2 Dispositivos de Montagem

- Bases de apoio completas com chumbadores e dispositivos de nivelamento, para montagem do estator, do rotor e para o que mais for necessário.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Dispositivo de sacar o rotor de dentro do estator constituído de extensões de eixo, com flanges e viga de içamento. Dependendo do espaço disponível, essas extensões deverão ser fornecidas em carretéis flangeados.
- Dispositivo de sacar pólo do rotor.
- Dispositivo de inserção e remoção de bobinas do estator.
- Ferramentas e outros dispositivos especiais necessários à montagem e desmontagem de qualquer parte do gerador e equipamentos associados.

9.3 Dispositivos de Içamento e Movimentação

Deverão ser providos meios para o pronto manuseio de todas as partes durante a montagem ou manutenção.

Deverão ser fornecidos dispositivos de içamento, cabos, parafusos de olhal e outros. Conexões mecânicas e dispositivo de içamento com pinos deverão ser adequadamente coordenados com os ganchos da ponte.

9.4 Ferramentas

O Fornecedor deverá fornecer um jogo completo de ferramentas de aço temperado, idêntico ao que foi utilizado para montagem, acondicionadas em caixa de aço.

9.5 Instrumentos de Medição

- Medidor vetorial (três componentes) e de dose de campos elétricos e magnético, que estabeleça os três componentes do campo magnético e do tempo elétrico em relação a distância e tempo de exposição. Deverá ser portátil e permitir a comunicação com micro tipo PC, para a transferência, acumulação e extração de resultados na forma de relatórios e/ou gráficos. Este medidor deverá vir acompanhado dos seguintes periféricos: *carrying pouch*; *serial port interface cable*; *software*, *users manual and training* vídeo, *magnetic field generator* e dos acessórios *enhanced wheel* e *plot software*.
- Analisador de isolamento controlado por micro processador com impressora acoplada – 4 (quatro) faixas de tensão 500 – 1000 – 2500 – 5000 V – precisão de capacitância +/- 3 % (típico 100 pF a 10 µF) – resistência aparente +/- 3 % a 10 % típico (início para fim de escala) com cabo de terra de 3 m e cabo coaxial com conector guard de 3 m – tensão de alimentação 115 V.
- Um ohmímetro digital para baixas resistências com fonte de corrente de 100 A.
- Balança eletrônica de precisão, faixa de pesagem de 0 a 4200 g, sensibilidade 0,1 g.

10 . INSPEÇÃO E ENSAIOS

10.1 Gerador

10.1.1 Requisitos Gerais

O gerador deverá ser montado parcialmente e ensaiado nas instalações do Fornecedor, conforme NBR 5052 da ABNT.

O Fornecedor deverá submeter para aprovação o programa de ensaios, os procedimentos propostos para os ensaios e onde aplicável, deverá fazer referência específica aos parágrafos aplicáveis das normas. Adicionalmente, todos os níveis de referência (grandezas físicas utilizadas como limites) adotados, deverão estar justificados através de normas ou publicações específicas.

Todos os ensaios de fábrica deverão ser realizados com técnicos e instrumentos próprios do Fornecedor, com acompanhamento da CONTRATANTE. Os ensaios na Obra deverão ser



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

realizados pela equipe da CONTRATANTE, com sua instrumentação própria, na presença de pelo menos um supervisor de ensaio do Fabricante. Todos os ensaios deverão ser de responsabilidade total do Fabricante. O engenheiro de ensaio deverá prestar todo e qualquer esclarecimento, bem como colaborar com a CONTRATANTE para atendimento do cronograma de ensaios e obter resultados compatíveis com os requisitos dos Documentos de Contrato.

O engenheiro de ensaios do Fornecedor deverá manter registro de todos os valores medidos, instruir e aconselhar com relação a quaisquer correções ou ajustes a serem feitos.

Deverão ser fornecidas três cópias certificadas dos relatórios dos ensaios na obra. Os relatórios deverão incluir resultados dos ensaios, curvas, cálculos de verificação e fórmulas utilizadas na determinação dos resultados dos ensaios.

10.1.2 Ensaios das Bobinas do Estator

a) Ensaio de Homologação do Sistema de Isolamento de Barra – *Voltage Endurance Teste*

- Em amostra protótipo

Ensaio para verificar o desempenho do sistema de isolamento sob tensão em corrente alternada e temperatura ao nível de $4 \times UN/\sqrt{3}$, 60 Hz e 100° C respectivamente, sendo UN a tensão nominal entre fases. Este ensaio deverá ser executado em 4 bobinas, sendo que 3 delas deverão suportar 400 h, podendo uma das amostras falhar depois de 250 h.

O sistema supressor de corona deverá suportar no mínimo 100 h sem apresentar indícios de deterioração. Antes de realizar este ensaio, as amostras devem ser submetidas aos ensaios de isolamento tais como: tensão aplicada de 3 UM, tangente de delta, TIP-UP, capacitância, resistência de isolamento e descargas parciais.

b) Rotina

- Inspeção visual em 100 % das bobinas.
- Curto-circuito entre fios antes de fazer a isolação principal com 110 V, 60 Hz em 100 % das bobinas.
- Controle dimensional da isolação e verificação de identificação em 100 % das bobinas.
- Medição da resistência ôhmica da pintura condutora da parte reta em 3 pontos em 100 % das bobinas. Os valores deverão estar compreendidos na faixa entre 1,2 e 8,0 kΩ por quadrado.
- *Surge test* em 100 % das bobinas, com tensão de 2.500 V, sendo os resultados definidos por comparação da forma de onda.
- Tensão aplicada em corrente alternada ao nível de 3 UN, 60 Hz, durante 01 (um) minuto, à temperatura ambiente, em 100 % das bobinas.
- Fator de dissipação: Medição dos valores de tangente de delta de 0,2 UN a 1,2 UN em degraus de 0,2 UN a temperatura ambiente, em 100 % das barras, sendo UN a tensão nominal entre fases. Os valores limites aceitáveis são:
 - O valor máximo admissível de tangente de delta, para 0,2 UN, deverá ser menor ou igual a 15×10^{-3} .
 - O incremento máximo de tangente de delta (variação da tangente de delta), para intervalos de 0,2 UN, deverão ser menor ou igual a 3×10^{-3}
 - O valor máximo admissível de TIP-UP (definido por 0,6 UN – 0,2 UN) deverá ser menor ou igual a 4×10^{-3} .



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

OBS.: As bobinas deverão ser relacionadas em duas listas em ordem decrescente de resultados de ensaios, sendo uma de descargas parciais relacionada ao TIP-UP e FP a 0,2 UN e outra TIP-UP relacionada a descargas parciais e FP a 0,2 UN.

- a) Descargas parciais a 1,0 UN em 100 % das bobinas.
- b) Capacitância a 1,0 UN em 100 % das bobinas.

10.1.3 Ensaios Preliminares na Fábrica

c) Núcleo Estatórico

- Inspeção e verificação no núcleo de aço silício, quanto ao controle geral de qualidade das chapas e montagem.
- Ensaio de indução magnética no núcleo a 1 Tesla, conforme norma IEEE-56, com manutenção de temperatura com equipamento de termovisão e sensores termopares.

d) Enrolamento do Estator

- Medição da resistência ôhmica do enrolamento por fase de acordo com a norma IEEE 115.
- Ensaio de resistência de isolamento, índice de polarização e índice de absorção, com megger de 5 kV de acordo com a norma IEEE 43.
- Ensaio de tensão aplicada na fase completa contra a terra, ao nível de tensão (2 UN + 3) kV, 60 Hz, durante 1 minuto, de acordo com a norma IEC 43.1, com tensão modificada para (2 UN + 3) kV.
- Ensaio de tangente delta no enrolamento e medição de capacitância por fase com tensão de 1,0 UN.
- Ensaio de corona visual, sendo que o nível de extinção deverá ser maior ou igual a 1,1 da tensão nominal fase terra.

e) Rotor

- Medição da resistência ôhmica do enrolamento completo de acordo com a norma IEEE 115.
- Ensaio de resistência de isolamento, com megger de 5 kV de acordo com a norma IEEE 43.
- Ensaio de tensão aplicada 5 kV, 60 Hz, 1 min conforme norma ANSI C-50.10, com tensão modificada para 5 kV.
- Ensaio de polaridade das bobinas, curto-circuito entre espirais (métodos da impedância IEEE 56 e surto).
- Balanceamento e disparo na fábrica.

10.1.4 Ensaio com a Máquina Montada na Fábrica ou na Obra

- a) Saturação em vazio conforme norma IEEE 115.
- b) Fator de influência telefônica conforme norma IEEE 115.
- c) Verificação de seqüência de fase.
- d) Saturação em curto-circuito conforme norma IEEE 115.

10.1.5 Ensaios na Obra

- a) Balanceamento em conjunto com a turbina. (a partir desse ensaio inclusive, todos deverão ser realizados no campo).
- b) Sobrevelocidade para ajuste das proteções/rejeição de carga a 100 %.
- c) Nível de ruído conforme norma ISSO 1680.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- d) Medição de entreferro.
- e) Isolamento elétrico dos mancais.
- f) Determinação das reatâncias síncronas de eixo direto saturada e não saturada pelo método do levantamento da reta de curto e saturação à vazio, conforme norma IEEE 115.
- g) Determinação das reatâncias subtransitórias de eixo direto e em quadratura (não saturada) pelo método da tensão aplicada com máquina parada, conforme norma IEEE 115.
- h) Determinação da reatância e resistência de seqüência zero pelo método de aplicação de tensão nos enrolamentos conectados em série, conforme norma IEEE 115.
- i) Determinação da reatância transitória de eixo direto, reatância de eixo em quadratura, constantes de tempo transitória e subtransitória de eixo direto à circuito aberto e subtransitória de eixo em quadratura à circuito aberto deverão ser determinadas pelo método de rejeição de carga, cujos procedimentos deverão ser acordados entre a CONTRATANTE e o Fabricante.
- j) Aquecimento, medido na condição de carga nominal conforme norma IEEE 115.
- k) Perdas segregadas, em conformidade com a norma IEEE 115. As perdas no sistema de excitação e no transformador de excitação deverão ser incluídas no cálculo das perdas máximas garantidas.

Todas as perdas ôhmicas deverão ser computadas para resistência dos enrolamentos corrigida para 95° C. Deverão ser computadas as perdas irradiadas pelas superfícies externas do gerador.

A perda considerada para efeito de garantia deverá ser a soma das seguintes perdas parciais:

- Perdas no cobre do enrolamento do estator ($I^2 R$);
- Perdas por dispersão;
- Perdas no núcleo;
- Perdas no cobre do enrolamento de campo ($I^2 R$);
- Perdas por ventilação;
- Perdas por atrito nos mancais;
- Perdas correspondentes ao consumo dos sistemas auxiliares, diretamente ligados ao gerador;
- Perdas no sistema de excitação, incluindo perdas no transformador e nos tiristores.

10.1.6 Ensaios dos Sistemas Auxiliares

- Frenagem.
- Sistema de lubrificação dos mancais.
- Resfriamento.
- Aquecedores.

No final do período de garantia, antes do seu término, a CONTRATANTE irá medir as dimensões registradas no controle durante a montagem na obra, para verificar as eventuais deformações ou deslocamentos ocorridos durante a operação. Além disso, irá verificar as superfícies deslizantes de segmentos dos mancais, conexões entre pólos, cunhagem de enrolamento do estator e outras partes consideradas críticas.

O Fornecedor deverá presenciar estas medições e verificações.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

10.2 Painéis e Cubículos

Os painéis e cubículos e todos os seus componentes deverão ser completamente montados, e ensaiados na fábrica.

10.3 Transformadores de Potencial

Cada transformador de potencial deverá ser submetido a ensaio de tensão aplicada, exatidão, tensão induzida e polaridade, em conformidade com NBR 6820.

Deverão ser fornecidos dados de aplicação, conforme especificado na NBR 6855. Curvas típicas e dados de ensaio poderão ser aceitos se tiverem sido obtidos a partir dos ensaios reais efetuados em transformador do mesmo modelo e capacidade.

10.4 Pára-Raios

Os pára-raios deverão ser ensaiados, conforme a norma IEEE CG 2-11/P819/D5 de 1985 "Standard for Metal Oxide Surge Arrester for Alternating Current Power Circuit".

10.5 Capacitores

Cada capacitor deverá ser submetido a ensaio de tensão aplicada e capacitância em conformidade com a norma NBR 5289 da ABNT.

10.6 Transformadores

Cada transformador deverá ser submetido aos seguintes ensaios, em conformidade com a norma ANSI C57.18:

- Resistência ôhmica;
- Relação de transformação;
- Polaridade;
- Perdas ferro e corrente de excitação em vazio;
- Perdas de cobre e impedância;
- Aquecimento (ensaio de tipo);
- Tensão aplicada;
- Nível de tensão de rádio interferência;
- Estanqueidade e resistência à pressão;
- Fator de potência do isolamento (ensaio de tipo);
- Deslocamento angular;
- Tensão induzida;
- Isolamento;
- Dimensional;
- Óleo isolante – ensaio físico-químico antes e após contato;
- Impulso (ensaio de tipo);
- Ruído (ensaio de tipo).

10.7 Transformadores de Corrente

Os transformadores de corrente deverão ser ensaiados em conformidade com as normas NBR 6856 e NBR 6821 da ABNT. Poderão ser aceitos, a critério da CONTRATANTE, certificados de ensaios realizados em transformadores de corrente idênticos.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Deverão ser fornecidos dados de aplicação completos, em conformidade com a norma NBR 6856 da ABNT.

11 . INTERLIGAÇÕES

11.1 Geral

A interligação entre o gerador e o transformador elevador e derivações para transformadores de excitação, transformador de serviço auxiliar deverão ser executada em cabos ou barramento de fases segregadas, passando pelo cubículo de média tensão 6,9 kV.

Se for em barramento de fases segregadas os acessórios a serem fornecidos com o barramento deverão incluir todos os suportes de barramentos, elementos de aço ou alumínio, braçadeiras com parafusos, porcas e arruelas, molduras e placas de piso e parede, buchas passa-parede, grades amortecedoras, conexões flexíveis removíveis incluindo todos os parafusos, porcas e arruelas, elos de desconexão, chumbadores e parafusos para montagem, juntas de expansão para o condutor e para o invólucro e todos os demais acessórios requeridos para uma instalação completa.

11.2 Conexões

Deverão ser incluídas no fornecimento, todas as conexões interligações dos equipamentos aos cabos ou barramento.

11.3 Barramento de Fases Segregadas (se aplicável)

11.3.1 Características Técnicas

a) Tipo

O barramento deverá ser de fases segregadas, trifásico, com invólucro eletricamente contínuo e auto resfriado. Todas as conexões deverão ser parafusadas e as áreas de contato dos condutores serão prateadas, e deverão atender os requisitos da Norma ANSI C37.20.

b) Previsão para Seccionamento

Os condutores e o invólucro do barramento deverão ser seccionáveis próximos as conexões com os equipamentos visando facilitar a desmontagem em caso de manutenção.

c) Térmicas

A máxima elevação de temperatura das várias partes do barramento em relação à temperatura ambiente de 40° C com corrente nominal em regime contínuo e auto-resfriado, não deverá exceder a 55° C nas conexões do barramento e 30° C no invólucro.

11.3.2 Características Construtivos

a) Conexões do Barramento

Em todas as conexões do barramento com os equipamentos deverão ser utilizadas conexões flexíveis e removíveis.

As conexões flexíveis condutoras de corrente deverão ser parafusadas, utilizando arruelas de pressão tipo cônico ou similar, para garantir pressão constante e travamento na posição, em toda a faixa de variação de temperatura do barramento.

As superfícies de contato deverão ser adequadamente dimensionadas e recobertas com prata, de modo a impedir sobreaquecimento localizado.

b) Condutores do Barramento

Todos os condutores deverão ser de cobre eletrolítico com teor de pureza de 99,9 %. Não será permitido solda nas emendas de condutores.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

c) Invólucro do Barramento

As chapas de aço do invólucro deverão ser lisas, espessura não inferior a 2,5 mm (12 SMG) e atender os requisitos técnicos de pintura, acabamento e revestimento de proteção (o PROPONENTE deverá apresentar seu método para aprovação da CONTRATANTE).

d) Isoladores Suporte

O isolador deverá suportar os esforços desenvolvidos por correntes de curto-circuito desbalanceadas, e os efeitos térmicos durante as condições normais e de falta. Todos os isoladores deverão ser facilmente substituíveis.

e) Barras de Curto-Circuito

O Fornecedor deverá fornecer um conjunto de três barras e todos os acessórios necessários para curto-circuitar os condutores junto aos transformadores elevadores.

f) Estruturas Suporte, Itens Embutidos e Acessórios de Montagem

O arranjo e detalhes dos itens embutidos deverão ser mostrados no desenho de arranjo geral a ser submetido para aprovação. As estruturas suporte deverão ser arranjadas de modo que a tensão nelas induzida e a corrente que nelas circula, por efeito do campo magnético residual, sejam as menores possíveis. Cintas de curto-circuito deverão ser fornecidas, onde necessário. Os dispositivos de fixação deverão possuir isoladores para evitar essas correntes onde necessário. A estrutura deverá ser fornecida com as suas dimensões finais requerendo o mínimo de usinagem e soldagem no campo.

As estruturas de suporte deverão suportar as cargas devidas ao peso do equipamento, operações de manutenção e curto-circuitos desbalanceados.

A distribuição da carga deverá ser uniforme para evitar excessiva deflexão do equipamento, principalmente nos lances do barramento principal.

O Fornecedor deverá fornecer um excesso não inferior a 10 % (dez por cento) de cada tipo e tamanho de parafusos, arruelas, porcas, juntas, anéis "O" e acessórios similares necessários para a montagem no campo e instalação de todo o equipamento.

g) Aterramento

O Fornecedor será responsável pela concepção, dimensionamento e correto desempenho do sistema de aterramento do barramento de fases segregadas e de seus acessórios.

O sistema de aterramento deverá ser projetado em conformidade com a última revisão da norma IEEE nº 80, especialmente no que se refere à segurança de pessoal. As tensões de toque e de passo, em condições normais ou de falta, não deverão exceder os valores calculados conforme determina essa norma.

- Todas as conexões a terra deverão ser facilmente acessíveis para inspeção e manutenção.
- As conexões entre metais diferentes deverão ser feitas com conectores adequados a essa finalidade.
- Todos os pontos de conexão a terra deverão ser fornecidos com conector adequado para cabo de cobre com seção de 70 a 120 mm².

Deverão ser fornecidos os conectores, cabos e acessórios de fixação necessários para a completa interligação dos componentes do Fornecimento. A CONTRATANTE fornecerá as conexões entre os pontos de aterramento do barramento e de seus acessórios à malha de terra.

Todos os detalhes do sistema de aterramento deverão ser claramente indicados nos desenhos submetidos para aprovação.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

11.3.3 Ensaios

a) Pré-montagem na Fábrica

Cada lance de barramento deverá ser conectado ao adjacente na fábrica, para assegurar ajuste adequado para o barramento e todos os seus componentes.

Deverá ser feita uma verificação dimensional de cada parte do barramento para confirmar as exatas dimensões entre terminais e conexões.

Todas as seções, subconjuntos e componentes deverão ser adequadamente identificados de forma casada, onde necessário, de modo a permitir rápida montagem das seções do barramento na usina, e deverão ser providos de meios adequados para possibilitar içamento.

Os ensaios na fábrica deverão incluir, mas não se limitar, aos ensaios a seguir listados.

b) Ensaios Dielétricos

O barramento, incluindo uma derivação, deverá ser submetido a um ensaio de suportabilidade a tensão de frequência industrial e suportabilidade a tensão de impulso, conforme prescrições da ANSI C37.20.

c) Ensaios Térmicos

O barramento principal, com invólucro, deverá ser submetido a ensaio térmico.

A elevação de temperatura nas juntas de expansão deverá ser medida por meio de termopares e/ou dispositivos de detecção infra-vermelha colocados em locais especificados pelo Inspetor.

d) Ensaio de Isolador

Os isoladores de barramento deverão ser ensaiados na fábrica de acordo com a norma ANSI C29.1, ou fornecidos relatórios certificados relativos a ensaios anteriores realizados em isoladores idênticos, mostrando que o equipamento que está sendo fornecido atende os requisitos dos ensaios.

Todos os isoladores, inclusive os sobressalentes, deverão ser submetidos à aplicação da tensão nominal à frequência industrial e estar isentos de descargas parciais.

e) Ensaios na Obra

Após a instalação completa dos barramentos na usina, eles deverão ser submetidos a ensaios a serem realizados pela CONTRATANTE e as custas da mesma, sob a supervisão do representante autorizado do Fornecedor.

- Ensaios Dielétricos

O barramento completo, quando instalado no campo, com todos os seus componentes, deverá ser submetido a um ensaio de tensão a frequência industrial de acordo com a ANSI 37.20.

- Ensaio de Resistência de Isolação

A resistência de isolamento deverá ser medida com megohmetro e corrigida para a temperatura ambiente.

11.4 Sobressalentes

Apresentamos uma lista que o Proponente deverá analisar complementando ou excluindo itens conforme a necessidade de seu projeto e sua experiência.

- Um conjunto de conexões flexíveis de cada tipo utilizado para a ligação dos condutores do barramento aos equipamentos, inclusive parafusos, porcas, arruelas e demais acessórios necessários. Entende-se por conjunto todos os componentes necessários em um ponto de conexão.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Seis isoladores de cada tipo e tamanho fornecido.

12 . DOCUMENTOS DO PROJETO EXECUTIVO

12.1 Geral

Além dos documentos listados nos Documentos de Contrato para serem enviados a CONTRATANTE, o Fornecedor deverá submeter à aprovação os seguintes documentos específicos, necessários para definir e/ou justificar o atendimento aos requisitos constantes desta especificação.

12.2 Desenhos do Gerador e Auxiliares

- Conjunto Geral.
- Dimensões externas – Cortes longitudinal e transversal.
- Plano de montagem – diagramas de içamento.
- Dimensões e pesos para içamento dos principais componentes.
- Especificação de limpeza, proteção e pintura.
- Lista de identificação dos instrumentos e terminais.
- Diagramas funcionais e esquemas elétricos com descrição dos princípios operativos e de funcionamento.
- Localização de todos os instrumentos e acessórios do gerador.
- Placas de fundação, com indicação das cargas estáticas e dinâmicas e instruções para montagem e concretagem.
- Localização e arranjo dos terminais do gerador.
- Caixas terminais – Detalhes.
- Carcaça do estator:
 - Vista geral, com os cortes necessários à perfeita compreensão.
 - Acessórios.
- Núcleo do estator:
 - Estampagem e empilhamento das chapas.
 - Detalhes de fixação na carcaça.
 - Detalhes de instalação dos detectores de temperatura.
- Enrolamento do estator:
 - Esquema de enrolamento.
 - Bobinas – Detalhes e cortes.
 - Montagem das bobinas, conexões, terminais, amarrações e acessórios.
 - Detalhes de instalação dos detectores de temperatura.
- Roda polar (cubo + braços + anel magnético):
 - Vista geral, com os cortes necessários à perfeita compreensão.
 - Caldeiraria, usinagem e soldas.
 - Acessórios.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Detalhes de fixação ao eixo.
- Pólos:
 - Vista geral.
 - Estampagem.
 - Bobinas polares, com detalhes de montagem.
 - Detalhes de fixação ao anel magnético da rola polar.
 - Conexões do enrolamento de campo.
 - Detalhes do enrolamento amortecedor.
- Ventiladores:
 - Vista geral.
 - Detalhes de fixação.
- Eixo.
- Caldeiraria e usinagem.
- Detalhes de ligação dos terminais de campo aos diodos girantes do gerador de excitação, caso aplicável.
- Freio:
 - Vista geral, com os cortes necessários à perfeita compreensão.
 - Detalhes de fixação ao eixo.
- Rotor completo:
 - Com todos os detalhes principais.
- Mancais:
 - Vista geral, com os cortes necessários à perfeita compreensão.
 - Caldeiraria e usinagem.
 - Instalação de detectores de temperatura, relés de temperatura e indicador de nível de óleo.
- Desenhos dos dispositivos e das ferramentas especiais de montagem e manutenção.
- Placa de características.

12.3 Memoriais de Cálculo e Características do Gerador e Auxiliares

- Determinação das características eletromagnéticas.
- Determinação das perdas, do rendimento e das elevações de temperatura dos enrolamentos e do núcleo do gerador.
- Curvas de saturação em vazio e de curto-circuito.
- Curvas de capacidade para tensões de 95 %, 100 % e 105 % da nominal.
- Determinação dos conjugados e esforços transmitidos à fundação.
- Dimensionamento do sistema de ventilação do gerador.
- Dimensionamento do resfriador ar-água.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Determinação dos esforços e tensões na roda polar (cubo + braços + anel magnético).
- Determinação dos esforços e tensões nos pólos, inclusive elementos de fixação dos pólos ao anel magnético.
- Cálculo do GD^2 do gerador.
- Dimensionamento do eixo.
- Dimensionamento dos anéis coletores.
- Dimensionamento do freio, incluindo cálculos de elevações de temperatura no disco de freio e dos tempos de frenagem.
- Dimensionamento do mancal de guia.
- Dimensionamento dos dispositivos de içamento do estator e do rotor do gerador.
- Dimensionamento do transformador e resistor de aterramento.

12.4 Desenhos do Sistema de Excitação e Regulação de Tensão

- Esquemas de princípio do sistema de excitação e regulação de tensão, com descrição detalhada de seu funcionamento.
- Diagrama de blocos completo do sistema de excitação e regulação de tensão, mostrando todas as realimentações e indicando, para cada bloco, a correspondente expressão da função de transferência e a faixa de ajustagem de cada parâmetro ajustável.
- Diagramas unifilares e funcionais do sistema.
- Desenhos de interligação do sistema.
- Desenhos detalhados referentes aos principais equipamentos do sistema, particularmente do gerador de excitação.
- Desenhos do cubículo com indicação dos dispositivos de controle, medição e sinalização e dos relés instalados no painel frontal.
- Desenhos de instalação do cubículo.
- Lista de materiais completa relativa ao sistema.

12.5 Memoriais de Cálculo do Sistema de Excitação e Regulação de Tensão

- Determinação das correntes de campo e tensões nos terminais do gerador no caso de curto-circuitos nos terminais do gerador e no lado de alta tensão do transformador elevador.
- Dimensionamento do gerador de excitação.
- Dimensionamento dos diodos girantes, caso aplicável.
- Dimensionamento das proteções contra surtos nos lados de corrente alternada e corrente contínua.
- Dimensionamento do circuito de escorvamento de campo.

12.6 Manuais

- Manuais de montagem e comissionamento do gerador e auxiliares.
- Manuais de operação e manutenção do gerador e auxiliares.
- Manuais de montagem e comissionamento do sistema de excitação e regulação de tensão.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

13 . TREINAMENTO DO PESSOAL

O Contratado deverá treinar o pessoal de Manutenção e Operação do Contratante. Este treinamento visará instruir o pessoal quanto ao modo de operação de todas as funções do sistema de regulação de tensão, e compreenderá, no mínimo, uma semana de teoria e análise dos desenhos, mais uma semana de treinamento no manuseio do equipamento nos cubículos.

O programa de treinamento deverá ser submetido à aprovação da CONTRATANTE.

14 . PINTURA DO GERADOR

14.1 Preparo de Superfícies

Para carcaça do estator, núcleo, enrolamento, guias de ar, anel magnético e pólos do rotor, trocadores de calor, cilindro de freio, sistema de aquecimento, motores elétricos, bombas, transformadores de aterramento do neutro, de excitação, poderá ser adotado o padrão do fabricante para o preparo da superfície, desde que aprovado pela CONTRATANTE.

As superfícies das tampas superiores e inferiores, portas, passarelas, cobertura dos anéis coletores, cubo e aranha do rotor, cruzetas, tubulação de óleo e de água, cilindros, suportes, tubulação do sistema de combate a incêndio do gerador e demais componentes do gerador, deverão receber limpeza com jato abrasivo ao metal branco – Grau Sa 3, especificado na norma NBR 7348 da ABNT.

14.2 Pintura

O PROPONENTE deverá apresentar para aprovação do CONTRATANTE os processos de pintura para:

- Superfícies dos equipamentos e acessórios;
- Superfícies internas de reservatórios e de cubas de óleo;
- Superfícies das tubulações;
- Superfícies dos painéis e cubículos.

14.3 Cores

As cores na pintura de acabamento deverão ser as seguintes, nas respectivas partes do fornecimento:

- Superfícies das tampas superiores e inferiores (internas e externas), das portas do gerador (externas), passarelas, guias de ar, cobertura dos anéis coletores (interna), cubo e aranha do rotor, cruzetas, bombas e motores elétricos, cilindros de freio e transdutores: cinza claro, notação Munsell 5 BG 7/0.4.
- Superfície interna das portas do gerador: laranja, notação Munsell 2.5 YR 6/14.
- Cobertura dos anéis coletores (superfície externa), pára-raios, cilindros e suportes dos cilindros do sistema de combate a incêndio do gerador: vermelho, notação Munsell 5 R 4/14.
- Trocadores de calor e tubulações de óleo, água e ar comprimido: alumínio deverão receber faixas indicativas.
- Superfícies internas e externas dos cubículos deverão ter tintas de acabamento na cor Munsell N 6,5.
- Anel magnético e pólos do rotor, resistores do sistema de aquecimento do gerador e transformadores de corrente poderão ter a tinta de acabamento na cor padrão do fabricante.
- Núcleo e enrolamento do estator na cor padrão do fabricante.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

15 . REQUISITOS TÉCNICOS GERAIS DOS COMPONENTES (SE APLICÁVEL)

15.1 Caixas Terminais, Cabines, Painéis de Controle e Cubículos

15.1.1 Construção

A estrutura, incluindo as divisórias entre compartimentos e/ou seções deverá ser de aço laminado, reforçado onde necessário, de modo a dar rigidez e resistência. Distâncias de segurança elétricas (*clearances*) deverão ser obtidas sem recortar estruturas adjacentes.

Painéis deverão ser aparafusados no fundo a vigas de aço em “U” que devem ser fornecidas como parte do painel de controle, as quais, em conjunto com a estrutura e tirantes de reforço devem manter toda a montagem rígida, formando uma estrutura autoportante.

Para evitar o empenamento dos painéis, todos os dispositivos deverão ser sustentados por cantoneiras ou tirantes.

Painéis para uso ao tempo devem ser de chapa rígida e nivelada, isentos de depressões rasgos e manchas, e não deverão ser soldadas ou furadas, para cabos ou dispositivos de fixação, onde tais furos ou fixações forem visíveis pela parte frontal do painel.

Deverão ser previstos meios de ventilação para o painel, considerando-se o grau específico de proteção especificado. Aberturas ou venezianas deverão ser colocadas de tal modo que elas não depreciem a aparência do painel de controle. Todas as aberturas de ventilação deverão ser cobertas com telas metálicas resistentes a corrosão para impedir a entrada de insetos e roedores.

Portas articuladas com punhos cromados deverão ser fornecidas para acesso de componentes e conexões.

Fechaduras para travamento deverão ser fornecidas para todas as portas. As chaves deverão ser removíveis das fechaduras em ambas as posições, travada e aberta. Para cada fechadura deverão ser fornecidas duas chaves.

Painéis articulados e/ou braçadeiras deverão ser fornecidos no interior do painel de controle para a montagem de relés auxiliares e outros dispositivos. Os painéis articulados ou braçadeiras deverão ter um arranjo tal que não obstrua o acesso às conexões na parte traseira de relés instrumentos e outros dispositivos montados nos painéis frontais e traseiros.

As dobradiças para todas as portas deverão ser do tipo completamente embutido e devem permitir que o ângulo de abertura das portas não seja inferior a 105° a partir da posição fechada a menos que indicado de outro modo nos desenhos de especificação. Devem ser fornecidas quando necessário, travas para limitar a oscilação das portas ou painéis articulados e evitar danos as articulações ou equipamento adjacente

Peças de articulação ou peças móveis nas quais a pintura possa descascar ou ser arranhada, deverão ser feitas de metal não ferroso, tal como latão ou bronze, ou de aço inoxidável. Pinos e arruelas para articulações deverão ser de aço inoxidável.

A entrada dos cabos nos painéis deverá ser feita normalmente pela parte superior. Onde requisitos específicos de arranjo tornarem necessária a entrada pela parte inferior, deverá ser indicado pela projetista no desenho de contorno que o mesmo submeterá para liberação.

Um ponto de iluminação incandescente para 220 V ca, com base Edison E27, deverá ser provido no teto de cada seção de painel e deverá ser controlado ou por uma chave limite de porta ou por interruptores localizados dentro do painel de controle e próximos a cada porta.

Uma tomada de 15 A, 220 V ca, de localização conveniente para ligação de ferramentas manuais, deverá servir para plugues de pino chato e redondo.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Todos os circuitos de iluminação, tomada e aquecimento deverão ser protegidos por disjuntores de caixa moldada adequados.

Todos os circuitos de supervisão, proteção e controle deverão ser protegidos por disjuntores de caixa moldada adequados, com um contato auxiliar que fecha quando o disjuntor abre por defeito.

Deverá ser fornecida uma barra de aterramento, de cobre chata, de seção transversal não-inferior a 70 mm² estendendo-se por todo o comprimento do painel. Onde os painéis forem instalados lado a lado a barra de aterramento deve ser contínua entre os painéis, sempre que possível. Deverão ser providos conectores de aterramento em cada extremidade da barra. Os conectores deverão ser adequados para ligação de cabos de aterramento de cobre de 50 mm².

Os limites de temperatura para a barra de terra e conexões deverão estar de acordo com a norma ANSI C37.20.1.

O aterramento de todos os condutores secundários de transformadores de potencial e de corrente e detetores de temperatura por resistência deverão ser efetuados no painel. Os circuitos de transformadores auxiliares deverão ser aterrados somente no painel.

Todas as peças metálicas não energizáveis deverão ser eletricamente contínuas e aterradas.

15.1.2 Proteção contra condições climáticas

O painel deverá ser exposto a condições de alta temperatura, alta umidade, chuvas pesadas e meio ambiente propício a formação de mofo e fungos.

Deverão ser fornecidos aquecedores em todos os compartimentos para minimizar a condensação. Os aquecedores deverão ser chaveados e controlados por termostato. O termostato, com o ajuste adequado, deverá ser provido de modo a manter a temperatura uniforme. Deverão ser providos meios para desligar o circuito dos aquecedores.

O FONECEDOR deverá prover meios para conectar uma fonte de alimentação externa para o circuito de aquecimento de cada embalagem separada de painel para transporte, durante o período de armazenagem.

Materiais e dispositivos tropicalizados deverão estar de acordo com a norma ANSI C37.20.1, item 1.4.3, e devem estar sujeitos a aprovação do CONTRATANTE.

15.1.3 Arranjo e Montagem de Equipamentos, Instrumentos e Dispositivos

Os arranjos dos equipamentos, instrumentos, dispositivos e entradas para fiação nos painéis deverão ser submetidos a aprovação do CONTRATANTE.

Todos os equipamentos, instrumentos e dispositivos montados dentro dos painéis, deverão ser facilmente acessíveis para manutenção ou substituição do item completo ou de peças defeituosas.

Manutenção de rotina, ensaios e ajustes deverão ser possíveis sem a remoção do equipamento, instrumento ou dispositivo em questão e sem efetuar qualquer alteração na fiação.

15.1.4 Quadros de Terminais do Gerador

Um quadro de terminais deve ser fornecido com blocos de terminais adequados para as extremidades de todos os cabos que entram no gerador, tais como condutores de controle e medição, de suprimento de c.a. para os aquecedores, circuitos de iluminação e tomadas etc., excetuados os cabos de campo do gerador que devem ser ligados diretamente aos cubículos da excitação.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

O quadro de terminais devem ser de dimensões amplas, à prova de poeira, com portas articuladas e fechaduras embutidas e instalada na parte externa do gerador, no mesmo piso da sala de máquinas.

15.2 Botoeiras de Comando

15.2.1 Geral

Os botoeiras de comando deverão ser do tipo pulsante, com blocos de contatos facilmente permutáveis e vida mecânica não inferior a 1 milhão de manobras. Todos os botões deverão ser redondos, com 36 mm de diâmetro, para 600 V, corrente alternada, ou 250 V, corrente contínua, contatos com capacidade para conduzir 20 A continuamente sem exceder uma elevação de temperatura de 30° C e ter grau de proteção IP-54, conforme norma NBR-6146. Todas as botoeiras deverão possuir pelo menos um par de contatos (um NA e um NF) de reserva, disponíveis para utilização pela CONTRATANTE.

15.2.2 Cores

Todos os botões de comando deverão ter as cores conforme estipulado abaixo, porém os botões de uma mesma cor não poderão ter variações de tonalidade:

15.3 Blocos de Testes

Os blocos de testes deverão ser de conexão traseira, montagem semi-embutida em quadro, dotados de tampa frontal fixa por parafusos imperdíveis.

As caixas dos blocos de testes deverão ser a prova de pó e dotadas de identificação imperdível e indelével do circuito a que pertencem. Os blocos de testes deverão ser da classe 600 V, capacidade de condução mínima de 20 A, continuamente, sem exceder o limite de elevação de temperatura de 30° C.

O CONTRATADO deverá fornecer todos os plugues compatíveis com os blocos de testes fornecidos.

15.4 Calhas Plásticas

As calhas plásticas deverão ser do tipo recorte aberto, fabricadas em PVC rígido, não inflamável, com tampa facilmente removível.

Cada calha plástica deverá ter no máximo 60 % da sua área útil ocupada.

Deverão ser instaladas calhas plásticas para execução da fiação de interligação ao lado das régua de bornes para a fiação externa. Para a fiação externa deverá ser prevista a segregação da fiação.

15.5 Chaves Seletoras e de Comando

15.5.1 Geral

Todas as chaves seletoras e de comando deverão ser do tipo rotativa para montagem em quadros, com punhos de cor preta na parte frontal, mecanismo de operação na parte posterior e vida mecânica não inferior a 1 milhão de manobras. As chaves deverão ser parafusadas ao quadro com parafusos de cabeça preta. Cada chave deverá ter estágios de operação separados por no mínimo 30° e *comes* em arranjo tal que permita cumprir suas funções. Os contatos de todas as chaves deverão ser auto-ajustáveis e deverão operar sob a ação de molas. Deverá ser previsto um dispositivo adequado para manter a pressão nos contatos quando os mesmos estão fechados, e as molas de compressão não podem ser elementos condutores de corrente. Todas as chaves seletoras e de comando deverão ser adequadas para 600 V, corrente alternada, ou 250 V, corrente contínua e ter grau de proteção IP-54, conforme norma NBR-6146.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Todas as chaves deverão suportar satisfatoriamente o teste de 10 mil operações, com corrente nominal. As chaves deverão ser previstas para operação contínua sob corrente de 20 A, sem exceder um aumento de temperatura de 30° C. A capacidade de interrupção de cargas indutivas deverá ser de no mínimo 10 A em 125 V corrente contínua ou alternada.

O sentido de rotação das chaves seletoras e de comando deverá obedecer a seguinte tabela:

SENTIDO	
ANTI -HORÁRIO	HORÁRIO
Abrir	Fechar
Desligar	Ligar
Parar	Partir
Teste	Normal
Local	Remoto
Manual	Automático
Secundária	Principal
Diminuir	Aumentar

15.5.2 Espelhos

Cada chave seletora e de comando deverá ser provida de um espelho, marcado clara e indelevelmente com as posições de operação. Os espelhos deverão ser quadrados com 72 mm de lado.

15.5.3 Chaves Seletoras

As chaves seletoras deverão ter o número de posições requerido pelo circuito, contatos estáveis e punhos tipo *knob*.

As chaves seletoras voltimétricas deverão ter quatro posições DESL-AB-BC-CA.

As chaves seletoras, quando usadas para transferência de comando, deverão ter duas posições LOCAL-REMOTO. Estas chaves serão providas de bloqueio que permitirá a extração do punho na posição REMOTO.

15.5.4 Chaves de Comando

As chaves de comando tipo partida-parada serão de três posições, com retorno por mola à posição central, e punho tipo *knob*.

As chaves de comando tipo liga-desliga serão de quatro posições, sendo duas estáveis, com retorno por mola às posições centrais, punho tipo pistola, e memória da última operação.

As chaves de comando deverão ter sinalização de discrepância entre a posição da chave e a do equipamento comandado, quando aplicável.

15.6 Contatos Elétricos de Equipamentos

Os contatos elétricos de todos os equipamentos de controle, medição, proteção e supervisão (relés, chaves fim de curso, botões de comando, chaves seletoras e de controle etc.), exceto, eventualmente, os contatos de saídas binárias das Unidades de Aquisição de Dados e Controle, deverão operar à tensão nominal de 125 V, corrente contínua, ser eletricamente independentes,



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

operar corretamente mesmo quando submetidos à vibração e deverão atender às recomendações da norma IEC-947.

Os contatos deverão ter as seguintes características técnicas, conforme definido na norma IEC-947-5-1:

Categoria de utilização	DC-13
Características elétricas	P600
Vida mecânica	1 milhão de operações
Operações em carga	120 por hora

15.7 Fusíveis de Baixa Tensão

Os fusíveis de baixa tensão deverão ser do tipo limitador de corrente, de ação retardada, instalados em corpo cerâmico preenchido com areia de quartzo e equipados com indicador de fusão (tipo cartucho).

Deverão ser montados em base apropriada para fusível tipo seccionador

15.8 Identificação da Fiação

Toda extremidade de cabos deverá obrigatoriamente ser identificada com o número do ponto elétrico constante nos diagramas esquemáticos. Os marcadores deverão ser montados no interior de tubos de plástico translúcido, e este sobre os cabos. Os tubos deverão ser adequados a dimensão dos cabos.

15.9 Instrumentos Indicadores

Todos os instrumentos indicadores deverão ser próprios para montagem semi-embutida em painel, na posição vertical, leitura direta, conexão traseira.

Os instrumentos analógicos deverão ser quadrados com 96 mm de lado, caixa e moldura em preto-fosco com dispositivo de ajuste de zero externo e acessível pela frente do instrumento e deverão estar de acordo com a norma NBR-5180. O ângulo de deflexão do ponteiro deverá ser de 90° e a escala deverá ser facilmente intercambiável e deverá ter inscrições em preto sobre fundo branco.

Os instrumentos digitais, poderão ser microprocessados, deverão ter display de alta visibilidade, 3 ½ dígitos, classe de exatidão $\pm 0,25$ % do span + 1 dígito significativo (DMS), erro de linearidade * 0,2 %, influência da temperatura ambiente * 0,05 % /° C, tempo de resposta * 500 ms, sensibilidade * 0,05 %, estabilidade $\pm 0,02$ % /° C, tensão de alimentação 125 V cc e classe de isolamento de 2,5 kV, conforme IEC-255-5/77. Os instrumentos deverão ser imunes a ruídos, tais como surtos, campos eletromagnéticos, bem como possuir isolamento galvânica entre entrada, saída e alimentação e deverão atender ao especificado adiante para as UACs, onde aplicável.

As caixas dos instrumentos deverão ter grau de proteção IP-65, conforme NBR-6146 e o vidro de proteção deverá ser do tipo antiofuscante.

A exatidão dos instrumentos indicadores deverá ser de 1,5 % da plena escala, ou melhor.

Os instrumentos para corrente alternada deverão ser projetados para circuitos de 60 Hz, e deverão ser adequados e calibrados para conexão a secundários de transformadores de potencial de 115 V ou 115/ V, e/ou a secundários de transformadores de corrente de 5 A.

Todos os wattímetros e varímetros para conexão a transformadores de potencial e de corrente deverão ser trifásicos, três elementos e três fios. Os varímetros deverão ser fornecidos com



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

transformador defasador. Os varímetros deverão ter escala com zero central e os wattímetros com zero à esquerda.

Os instrumentos indicadores para ligação a transdutores deverão ser adequados para sinal de 4 a 20 mA.

15.10 Placas de Identificação do Quadro

O CONTRATADO deverá fornecer uma placa de identificação para cada um dos cubículos.

As placas de identificação de marca, tipo e características deverão ser rígidas, de metal não corrosível, e fixadas por meio de rebites adequados, na parte frontal dos mesmos. As placas deverão incluir, mas não se limitar às seguintes informações:

- Número do Contrato da CONTRATANTE.
- Nome do fabricante ou marca;
- Tipo e designação do equipamento;
- Número de série e ano de fabricação;
- Grau de proteção;
- Tensão nominal do circuito principal (V ou kV) (quando aplicável);
- Corrente nominal do circuito principal (A) (quando aplicável);
- Frequência nominal (Hz) (quando aplicável);
- Capacidade de curto-circuito (kA) (quando aplicável).

Os detalhes de tamanho, localização e fixação da placa deverão ser aprovados pela CONTRATANTE. As inscrições deverão ser feitas na língua portuguesa.

15.11 Plaquetas de Identificação da Sigla do Equipamento e dos Componentes

15.11.1 Identificação interna de componentes

Cada dispositivo utilizado, interna ou externamente ao quadro, deverá ser identificado por uma plaqueta que conterá o código do equipamento. Estas plaquetas deverão ser sempre internas ao quadro, e localizadas de forma a permitir uma fácil visualização. No caso de equipamentos extraíveis, exceto fusíveis, deverão ser providas duas plaquetas, uma localizada no painel e outra no equipamento. A primeira deverá ser localizada em posição tal que seja visível mesmo com o equipamento inserido.

As plaquetas de identificação deverão ser de plástico laminado, com 3 mm de espessura, com inscrições brancas indeléveis em fundo preto.

15.11.2 Identificação externa de componentes

Externamente ao quadro deverão ser fixadas plaquetas que identifiquem cada componente, através de códigos consagrados internacionalmente ou conforme os desenhos de Projeto. As plaquetas devem ser visíveis externamente ao quadro.

As plaquetas de identificação deverão ser de plástico laminado, com 3 mm de espessura, com inscrições brancas indeléveis em fundo preto.

15.11.3 Identificação da Sigla do equipamento

Na parte superior do quadro deverá ser provida uma plaqueta, de no mínimo 200 x 120 mm, que identifique o conjunto.

As plaquetas deverão ser de acrílico de 3 mm de espessura, com inscrições brancas indeléveis em fundo preto e fixadas por parafusos de cabeça preta.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

As plaquetas de identificação da sigla do equipamento deverão ser providas na parte frontal e posterior do mesmo.

15.12 Relés de Proteção

Todos os relés de proteção deverão ser do tipo estático (estado sólido) ou digital numérico e deverão atender ao especificado para os sistemas eletrônicos.

Todos os relés de proteção deverão ser adequados para conexão aos secundários de 5 A dos transformadores de corrente e de 115 V dos transformadores de potencial, ou ainda, à saída de transdutores de corrente e de tensão de campo. A tensão auxiliar disponível para os relés de proteção é de 125 V corrente contínua.

Os ajustes dos relés de proteção deverão ser feitos pela parte frontal dos mesmos, não se admitindo a remoção do relé para executar tal operação. Os dispositivos de ajuste deverão ser facilmente acessíveis e claramente identificados.

A operação de cada elemento do relé deverá ser identificada por um *LED* (Diodo Emissor de Luz). Os *Leds* deverão ser coordenados com o projeto do circuito, para garantir operação correta quando um ou mais elementos do relé atuarem simultaneamente.

Os contatos de saída dos relés deverão ser de material a prova de corrosão e de vibração. Cada relé deverá ser provido de pelo menos dois contatos eletricamente independentes para cada tipo de saída.

A curva real de operação de qualquer relé de proteção não deverá variar mais que 5 % das curvas de tempo publicadas em catálogos.

As bobinas dos relés de saída ou de quaisquer outros relés deverão ser providas de dispositivos supressores de surtos.

O sistema de 125 V cc da CONTRATANTE apresenta ruídos e harmônicos próprios de uma instalação industrial. Caso os relés de proteção sejam sensíveis a isto, o fabricante deverá prover filtros adequados para que os relés de proteção operem dentro das características garantidas.

O local de instalação dos relés de proteção está sujeito a vibrações provocadas por grandes máquinas rotativas, bem como a poeira de ambientes altamente poluídos. O fabricante deverá adequar o projeto dos relés para que os mesmos operem dentro das garantias estabelecidas no ambiente acima descrito.

Pelo menos dois módulos de teste automático e periódico dos relés deverão ser fornecidos para cada bastidor. Estes módulos deverão assinalar claramente por sinal luminoso quando um ou mais relés ou o próprio módulo apresentar defeito.

No caso de utilização de relés digitais, os mesmos deverão estar funcionalmente integrados aos equipamentos eletrônicos do fornecimento, para fins de supervisão e ajuste remotos.

15.13 Relés de Bloqueio

Os relés de bloqueio deverão ser de alta velocidade, rearme manual, local. Os relés deverão ser fornecidos com número suficiente de contatos NA e contatos NF para cumprir sua função. Não serão aceitos relés multiplicadores de contatos.

Os contatos dos relés de bloqueio deverão ter capacidade de condução contínua de 20 A, sem exceder o limite de elevação de temperatura de 30° C. A capacidade de interrupção das cargas indutivas deverá ser de no mínimo 10 A em 125 V, corrente contínua ou alternada.

As bobinas dos relés de bloqueio deverão ser adequadas para operação em 125 V cc, deverão ser equipadas com proteção contra os surtos de tensão (filtros RC ou supressor de surtos) e serem supervisionadas por *Leds* de sinalização.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

15.14 Relés Auxiliares

Os relés auxiliares deverão ser do tipo fixo, e deverão operar corretamente mesmo quando submetidos a vibração.

As bobinas deverão ser tropicalizadas, resistentes a óleo, umidade e fungos, sem resistências em série para redução da tensão. Deverão operar à tensão de 125 V, corrente contínua ou 115 V, corrente alternada, conforme requerido, ser equipadas com proteção contra os surtos de tensão (filtros RC ou supressor de surtos) e deverão suportar as flutuações de tensão do circuito de comando.

Os relés auxiliares deverão possuir no mínimo 3 (três) contatos eletricamente independentes, não aterrados, auto limpantes, em liga de prata, facilmente conversíveis de NA para NF, e vice-versa. Deverão ainda possuir vida mecânica não inferior a 10 milhões de manobras, ser de categoria DC-11, corrente mínima de interrupção de 0,2 ampéres, 125 V cc, L/R < 40 ms, de acordo com IEC-337.1.

15.15 Relés de Tempo

Os relés auxiliares temporizados deverão ser do tipo estático, providos de temporização na energização ou na desenergização, conforme requerido pelo circuito e deverão atender às mesmas recomendações especificadas para os relés auxiliares, e as tolerâncias especificadas a seguir:

- repetibilidade, melhor que.....2 %
- desvio para Un variando de 80 a 110 %.....2 %
- desvio para variação da temperatura.....2 %

Todos os seus componentes deverão ser de estado sólido. O dispositivo de ajuste de tempo deverá ser um dial calibrado, externo à caixa do relé.

15.16 Sinalizadores Luminosos

15.16.1 Geral

Toda a sinalização de estado deverá ser feita através de *LEDs* (Diodos Emissores de Luz) montados em armações apropriadas. Não serão aceitos sinalizadores com lâmpadas incandescentes.

As armações para sinalização deverão ser próprias para montagem em painel, com lentes apropriadamente coloridas. As lentes deverão ser de um material que não venha a sofrer deformações ou mudança de coloração com o tempo.

As armações de sinalização e os *Leds* deverão formar um conjunto que indique claramente se estão acesas ou não, mesmo quando sujeitas à incidência direta da luz solar.

As legendas dos sinalizadores deverão ser em português e previamente aprovadas pela CONTRATANTE.

15.16.2 Cores

Todas as armações de sinalização deverão ter as cores conforme estipulado abaixo, porém as armações de uma mesma cor não poderão ter variações de tonalidades:

- Posição de Equipamento de Manobra:

COR	FUNÇÃO
verde	Aberto
vermelha	Fechado



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

branca	em teste
branca	mola carregada
azul	em manutenção
amarela	porta aberta

– Geral

COR	FUNÇÃO
amarela	condição anormal
vermelha	equipamento energizado (ligado)
verde	equipamento desenergizado (desligado)
verde	carregador/bateria em flutuação
vermelha	carregador/bateria em carga
amarela	carregador/bateria fim de carga
branca	posição de chave seletora
branca	relé de bloqueio armado (normal)
branca	supervisão de bobina (normal)
branca	Discrepância
vermelha	bomba principal

15.17 Transdutores

15.17.1 Geral

Os transdutores serão utilizados para converter sinais analógicos diversos em sinais analógicos padrão de 4 a 20 mA, deverão ser eletrônicos, dotados de separação galvânica entre os circuitos de alimentação, entrada e saída de sinal, sem partes móveis e não deverão requerer manutenção.

Os transdutores deverão ser adequados para o sinal analógico a ser convertido, resistentes à umidade, ao choque, protegidos contra surtos, correntes parasitas, campos magnéticos, e deverão poder operar sem sofrer danos, com o circuito de saída aberto (sem carga).

Os transdutores deverão atender aos seguintes requisitos:

- Tensão auxiliar 125 V cc
- Classe de isolamento 600 V ca
- Classe de exatidão mínima 0,25 %
- Sinal de saída 4 a 20 mA
- Impedância da carga 500 ohms
- Erro de linearidade 1,0%
- Influência da temperatura (menor ou igual) 0,5 %/10° C
- Tempo de resposta 500 ms



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Sensibilidade (valor final do campo de medição)..... 0,05 %

Os transdutores deverão possuir níveis adequados de sobrecarga, de acordo com sua utilização.

15.17.2 Transdutores de Tensão

Os transdutores de tensão deverão ser adequados para ligação a secundários de transformadores de potencial de 115 V ou 115/ V.

15.17.3 Transdutores de Corrente

Os transdutores de corrente deverão ser adequados para ligação a secundários de transformadores de corrente de 5 A e deverão ser providos com bornes adequados para terminais tipo olhal.

15.18 Transformadores de Potencial

Os transformadores de potencial deverão ser do tipo seco, encapsulados em resina sintética, e deverão seguir os requisitos aplicáveis da norma NBR-6855, exceto se algo for especificado em contrário nas Especificações Técnicas. A carga nominal dos transformadores de potencial deverá ser claramente indicada. Deverão ser providos de mini disjuntores na proteção secundária.

15.19 Transformadores de Corrente

Os transformadores de corrente deverão ser do tipo seco, encapsulados em resina sintética e deverão seguir os requisitos aplicáveis da norma NBR-6856, exceto se algo for especificado em contrário nas Especificações Técnicas. A fiação secundária dos transformadores de corrente sempre deverá ser levada a bornes terminais curto-circuitáveis. Estes deverão ser localizados de forma tal que curto-circuitem o terminal secundário sem exigir acesso ao compartimento das barras primárias.

A carga nominal dos transformadores de corrente deverá ser claramente indicada. Os transformadores de corrente tipo janela, ou de bucha, deverão ter um nível de isolamento de 7,2 kV, quando instalados e deverão estar de acordo com os requisitos da classe de isolamento do painel onde estão instalados, e de teste de tensão aplicada entre os barramentos e os terminais secundários dos transformadores. Todos os transformadores de corrente deverão ser adequados para operação contínua a plena tensão e corrente nominal, na frequência de 60 Hz. Todos os transformadores de corrente deverão ser dimensionados para suportar, sem danos, os esforços térmicos e dinâmicos resultantes das correntes de curto-circuito onde serão instalados. O CONTRATADO deverá submeter a aprovação da CONTRATANTE todas as memórias de cálculo utilizadas para a definição das características dos transformadores de corrente.

15.20 Tomadas Multipolares

As tomadas multipolares deverão ser do tipo pino-tomada, de múltiplos pinos, possuir guia para polarização e trava para fixação. As tomadas deverão ter capacidade para 20 A, em regime permanente, e serem de classe 250 V.

As tomadas deverão ser identificadas de maneira indelével e imperdível. Não serão aceitas identificações por meio de etiquetas gomadas, fitas adesivas etc.

15.21 Terminações de Cabos

15.21.1 Terminações para cabos de potência de média tensão

As terminações deverão ser do tipo seco, para uso interno, para cabos de cobre monofásicos, isolados em borracha etileno-propileno, blindadas, com capa de PVC. As terminações deverão ser próprias para conexão cabo-barras. Os cabos externos aos painéis de média tensão serão fornecidos por terceiros.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

15.21.2 Terminais para Cabos de Potência de Baixa Tensão

As terminações deverão ser do tipo pressão para cabos de cobre nas bitolas adequadas. No caso de cabos que chegam diretamente aos terminais dos equipamentos, o fabricante deverá prever meios para fixá-los ao longo de todo o percurso, internamente ao painel e o terminal do cabo deverá estar situado no terminal do equipamento, porém em situação tal, que permita uma fácil instalação e posterior manutenção. O CONTRATADO deverá submeter a aprovação da CONTRATANTE, desenhos que indiquem claramente o percurso proposto para os cabos de comando e força, que chegam ao quadro.

15.21.3 Terminais para Cabos de Controle e Instrumentação

Os terminais para condutores com seção igual ou menor que 6 mm^2 , deverão ser de compressão anular, fabricados em cobre eletrolítico, estanhados e pré-isolados.

Todas as ligações dos condutores deverão ser feitas por meio de terminais adequados à seção do condutor, adotando-se os critérios a seguir:

- tipo pino: conexão por grampo-parafuso de pressão indireta, permitindo a ligação de um único terminal;
- tipo anel: conexão a terminação tipo parafuso ou pino passante, permitindo ligação de no máximo 2 (dois) terminais em um mesmo ponto;
- tipo *slip-on*: conexão a terminação de equipamentos, bases de relés etc., que possuam a característica de receber este tipo de terminal.

15.22 Fiação Interna

A fiação interna do quadro deverá atender aos requisitos da norma NBR-6808 e permitir livre acesso aos equipamentos sem a desmontagem de qualquer parte do painel ou a retirada de qualquer equipamento.

A fiação deverá ser totalmente executada nas instalações do CONTRATADO. Toda a fiação interna deverá ser tipo B, classe II, conforme definido pela norma NBR-6808.

O arranjo da fiação dentro do painel deverá prever a segregação da fiação de comando, controle e instrumentação da de potência, através de compartimentação metálica. O CONTRATADO deverá prover todos os meios adequados para evitar os problemas de interferências eletromagnéticas.

Os condutores utilizados na fiação interna deverão ser extraflexíveis, unipolares, de cobre eletrolítico, têmpera mole, formação de no mínimo 19 fios, isolados com material termoplástico (PVC 70° C), isolamento 750 V. Todas as extremidades dos condutores deverão ser providas das terminações para cabos, conforme especificado.

A seção dos condutores utilizados para controle não poderá ser inferior a $1,5 \text{ mm}^2$. Para TPs e TCs a seção mínima deverá ser $2,5 \text{ mm}^2$.

A seção dos condutores utilizados para iluminação e tomadas deverá ser no mínimo $2,5 \text{ mm}^2$. Para as terminações das resistências anticondensação deverão ser utilizados cabos resistentes ao calor, com seção mínima do condutor de $2,5 \text{ mm}^2$ e isolamento 750 V.

Os condutores de terra deverão ser isolados na cor verde com faixas amarelas.

Para equipamentos eletrônicos, ficará a cargo do CONTRATADO a determinação da forma, tipo e nível de isolamento da fiação interna a cada equipamento e dos conectores terminais a serem empregados no Fornecimento. Tais características deverão ser submetidas à CONTRATANTE para aprovação.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

15.23 Réguas de Bornes e Acessórios

As réguas de bornes deverão possuir os suportes isolantes fabricados de um composto não rígido, termofixo, moldado, classe 750 V, montadas sobre perfil metálico.

Os bornes deverão ser fornecidos completos, com todos os acessórios. O sistema de fixação dos terminais deverá garantir uma pressão eficaz e uniforme mesmo quando submetidos a vibrações. Não serão aceitos bornes para solda.

Todos os bornes deverão ser apropriados para os terminais do condutor que irá conectar.

As réguas de bornes deverão ser separadas em réguas para circuitos de potência e para circuitos de controle, comando e instrumentação. Deverão ser convenientemente distribuídas dentro do painel, obedecendo-se a separação entre potência e controle. As réguas de controle, comando e instrumentação internas também deverão ser separadas das de controle, comando e instrumentação externas. Os desenhos de arranjo e distribuição das réguas de bornes dentro das seções de potência e controle, mostrando também as entradas de cabos, deverão ser submetidos à aprovação da CONTRATANTE.

O CONTRATADO deverá levar em consideração que todos os cabos de controle e instrumentação externos aos painéis serão blindados, portanto, as réguas de bornes que receberão estes cabos, deverão ser previstas com bornes para aterramento das blindagens nas quantidades adequadas.

As réguas deverão ser locadas de tal modo que o acesso às mesmas seja feito sem necessidade de desmontagem de qualquer equipamento ou parte do painel e que haja espaço suficiente para que a fiação interna e externa seja realizada com folga e sem dificuldades.

Cada régua de bornes deverá possuir 20 % de bornes de reserva de cada tipo empregado naquela régua.

Os bornes para os circuitos de controle e comando (220 V ca e 125 V cc), deverão ser com conexão por grampo-parafuso de pressão indireta, com dispositivo para travamento automático do parafuso.

Os bornes para instrumentação (TPs, TCs, voltímetros e amperímetros) deverão ser com conexão por parafuso ou pino passante, terminal olhal, seccionáveis tipo faca. Nos locais sujeitos a vibração os bornes para instrumentação deverão ser dotados de contraporca adicional.

Os bornes para potência (380 V ca e 125 V cc) deverão ser com conexão por parafuso ou pino passante, para terminal olhal.

Os cabos ligados a termômetros de resistência deverão ser conectados a terminais de passagem para cabos de 2,5 mm², com lingüeta para blindagem.

Os bornes para aterramento deverão ter o corpo isolante nas cores verde e amarela

Todos os bornes e réguas deverão ser claramente identificados por meio de marcadores imperdíveis, fabricados especialmente para esta finalidade

15.24 Iluminação

Deverá ser prevista internamente a cada seção do painel, uma ou mais lâmpadas com potência adequada, tensão de 220 V, comandada por um microinterruptor acionado ao abrir a porta. Os receptáculos para as lâmpadas deverão ser de porcelana branca, reforçados, rosca Edison E-27.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

15.25 Motores Elétricos

Todos os motores elétricos deverão ser de indução de categoria N e estar de acordo com os requisitos das normas ABNT 7094. A proteção deverá ser do tipo IP-54 conforme especificado na norma IEC-34-5, a menos que requerido de outro modo nas ESPECIFICAÇÕES.

A potência nominal em kW de cada motor deverá ser tal que ele poderá conduzir continuamente a carga máxima desenvolvida sob quaisquer condições operativas especificadas, sem exceder o valor de placa e sem o benefício do fator de serviço.

As tensões nominais relativas às saídas nominais deverão ser como segue:

- 1 kW e acima: 380 V ca, trifásico;
- menor do que 1 kW: 220 V ca, monofásico.

Os motores deverão ser projetados para partida à tensão plena.

O isolamento do motor deverá ser de classe térmica de isolação F, resistente à umidade e a óleo e plenamente tropicalizado.

Os motores deverão incorporar aquecedores anticondensação com meios para serem ligados quando o motor estiver parado.

A lubrificação de mancais de rolamento lubrificados a graxa deverá ser possível sem desmontar o motor, de modo a permitir a lubrificação em serviço.

As caixas terminais deverão ser adequadas para conexão de eletroduto. Deverá ser fornecido um conector de aterramento para cabo de cobre de até 35 mm² na carcaça do motor, próximo à caixa terminal.

Os motores deverão ser submetidos aos ensaios de rotina especificados nas normas: ABNT, NBR-7094 e NBR-5383 O FONECEDOR deverá apresentar todos os certificados de teste de tipo.

O rendimento deverá ser medido em 100, 75 e 50 por cento da potência nominal.

Para motores de potências nominais maiores do que 18,5 kW, o fator de potência deve ser verificado em 100, 75 e 60 por cento da potência nominal.

Uma chave de controle LIGA-DESLIGA-REMOTO deverá ser fornecida e instalada próximo a cada motor elétrico. Estas chaves de controle deverão ser providas de um mecanismo de bloqueio com chaves, removível apenas na posição REMOTO.

16 . REQUISITOS MECÂNICOS GERAIS (SE APLICÁVEL)

16.1 Suprimento de Óleos Lubrificante e Hidráulicos na Casa de Força

Todos os mancais, o regulador de velocidade e o sistema de macacos das unidades geradoras, deverão ser abastecidos com o mesmo óleo.

Os óleos lubrificante e hidráulicos serão fornecidos pelo CONTRATADO e às suas expensas, e deverão ser de tipos disponíveis no mercado nacional. Serão fornecidos com excesso de 10 % para compensar eventuais perdas durante a montagem e comissionamento.

O CONTRATADO deverá especificar em sua proposta os tipos de óleo (grau ISO, marca comercial, etc.) a serem utilizados em cada equipamento com suas respectivas características físico químicas, entre as quais pode-se destacar: densidade, cor, viscosidade (curva de variação com a temperatura), índice de viscosidade, ponto de fulgor, ponto de fluidez, metais e eventualmente o espectro infravermelho da batelada.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

16.2 Juntas e Fixadores

Todas as faces das juntas deverão ser usinadas. Componentes de construção soldada com superfícies usinadas que devem permanecer em alinhamento preciso e/ou onde deva ser mantida a estanqueidade entre as faces da junta, deverão ser submetidas a tratamento térmico para alívio de tensão antes da usinagem.

Pinos de guia para alinhar de uma conicidade padrão conhecida ou parafusos de ajuste, deverão ser usados para assegurar a correta remontagem de peças correspondentes no local, sem que seja necessário o realinhamento.

No mínimo dois de tais pinos ou parafusos de ajuste deverão ser fornecidos em juntas aparafusadas entre flanges usinados. Meios para remoção deverão ser providos na extremidade maior de todos os pinos.

Todos os parafusos, pinos e porcas deverão ser de uma norma reconhecida. Todos os parafusos, pinos e porcas deverão ser acabados. Deverá ser usado bronze ou aço resistente à corrosão para pinos e porcas, em todo o trabalho. Quando um ou ambos estiverem sujeitos a corrosão e/ou ajustes ou remoções freqüentes.

Assentamentos para cabeça de parafusos e porcas ou superfícies não acabadas deverão ser faceadas

Componentes fabricados de peças que suportem esforços maiores, fabricadas de chapas de aço, deverão ter a direção de tensões principais coincidente com a direção de laminação da chapa.

16.3 Mancais e Buchas

Os mancais autolubrificadas deverão atender aos requisitos e ser identificados de acordo com a norma corrente da "Anti-friction Bearing Manufacturers Association Inc.", AFBM ou normas equivalentes. Pinos temperados deverão ser usados onde o pino forma a face interna. Conexões de graxa devem estar de acordo com uma norma aprovada.

O bronze deverá ser utilizado para buchas de mancais substituíveis. As buchas deverão ser autolubrificadas ou ter juntas para lubrificação e deverão ser travadas seguramente no lugar, com parafusos sem cabeça.

Gaxetas para vedação onde exequível deverão ser de um produto comercial de alta qualidade com teor de fluorcarbono (Teflon ou equivalente) adequado para a aplicação e para uma vida útil longa da vedação.

16.4 Tubulações e Válvulas

O FONECEDOR deverá fornecer todas as tubulações e válvulas para ar, óleo, água de resfriamento e de drenagem necessárias ao projeto. Elas deverão ser fornecidas completas com todos os pinos parafusos, porcas, arruelas, juntas, suportes etc.

O projeto e a fabricação de sistemas de tubulação deverão estar de acordo com os requisitos da norma ANSI B31.1 ou outro código equivalente aprovado pela CONTRATANTE, e deverão estar baseados na pressão máxima de operação do sistema. A velocidade dos fluídos nos tubos deverá estar entre 1,8 e 5,5 m/s.

A menos que especificado de outro modo nas ESPECIFICAÇÕES a tubulação deverá atender aos seguintes requisitos:

Tubulações para água e óleo deverão ser de tubo de aço preto ASTM A53, conforme norma ANSI B 36.10 com acessórios para solda de encaixe, para bitolas nominais de tubos de 2 polegadas e menor, e acessórios com solda de topo ou flanges soldados para 2 1/2 polegadas e maiores.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Tubulações para instrumentação e controle deverão ser de tubos de aço inoxidável.

A menos que especificado de outro modo nas Especificação, as válvulas deverão atender aos seguintes requisitos:

- Válvulas para água e ar a baixa pressão até 2 polegadas deverão ser de latão ou bronze. Válvulas de bitolas de 2 1/2 polegadas ou maiores deverão ser de aço fundido com latão, bronze ou retificado de aço inoxidável.
- Válvulas para óleo e ar a alta pressão deverão ser de aço fundido ou aço forjado com latão, bronze ou retificado de aço inoxidável.
- Todas as válvulas deverão ter preferencialmente conexões flangeadas.
- Todas as válvulas gaveta deverão ser do tipo de cunha sólida com haste de levantamento ou parafuso externo e trava. Válvulas gaveta em linhas de pressão de bitolas nominais de 4 polegadas e maiores deverão ser providas com derivação embutida para equalização de pressão.
- Válvulas de retenção deverão ser do tipo de portinhola.
- Todas as válvulas não localizadas dentro de um compartimento normalmente trancado, tal como o alojamento do gerador, deverão ser do tipo blindado ou fornecidas com um dispositivo de travamento para evitar a operação não autorizada.

O arranjo da tubulação e a localização das válvulas e juntas deve ser tal que minimize a interferência com outros serviços, quando o equipamento for desmontado ou peças forem removidas para inspeção ou reparo. Em todos os pontos onde a tubulação deva ser desconectada, durante tais operações, deverão ser providas juntas ou uniões flangeadas aparafusadas.

Nos limites do FORNECIMENTO, onde devem ser feitas conexões a tubulações e válvulas fornecidas por outros, toda a tubulação fornecida pelo FORNECEDOR deverá ser terminada por flanges conforme a série de normas ANSI B.16, ou por flanges de pescoço completos com parafusos, porcas e gaxetas. Este mesmo requisito deve ser aplicado a flanges terminada por flanges conforme a série de normas ANSI B.16, ou por flanges de pescoço, completos com parafusos, porcas e gaxetas. Este mesmo requisito deve ser aplicado a flanges de instrumentos supridas avulsas para instalação no sistema de tubulação da casa de força. As conexões dentro do FORNECIMENTO deverão estar conforme um conjunto conjunto de normas da escolha do FONECEDOR.

Todo o sistema de tubulações deverá ser pré-fabricado na medida do possível, deixando apenas àquelas conexões de junta que possam ser necessárias para montagem ou possível subsequente desmontagem para reparo. Tubulações de óleo devem ser fornecidas em peças que podem ter possibilidade de ajuste apenas em uma extremidade. As peças deverão ser fabricadas de tal modo que minimize o uso de conexões soldadas. Todas as soldas deverão ser acessíveis para limpeza interna por esmerilhamento ou escova de aço, portanto conexões flangeadas devem ser providas próximo a curvas e tês.

Onde exeqüível, curvas de tubo de raio longo deverão ser utilizadas no lugar de acessórios para tubos

Toda a tubulação deverá ser totalmente limpa antes da remessa. Tubos para óleo deverão ser totalmente lavados e lubrificados com óleo para prevenir oxidação. Tampas de flange de madeira, ou outros meios adequados deverão ser fornecidos nas extremidades de tubos e válvulas para impedir a entrada de material estranho durante o transporte ou enquanto estiver aguardando a instalação.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Todo o conjunto de tubulações deverá ser ensaiado à pressão de 1,5 vezes a pressão máxima de trabalho.

As seguintes normas deverão ser consideradas para o projeto de tubulação e válvulas e respectivas fabricações:

- ANSI B16.5. "Pipe flanges and flanges fittings";
- ANSI B16.9. "Factory-made wrought steel butt welding fittings";
- ANSI B16.11. "Forged Steel Fittings, Socket Welding and Threaded";
- ANSI B16.21. "Nonmetallic gaskets or pipe flanges";
- ANSI B16.25. "Butt welding ends";
- ANSI B18.2.1. "Square and hex bolts and screws";
- ANSI B18.2.2. "Square and hex nuts";
- ANSI B36.10. "Welded and Seamless wrought steel pipe".

16.5 Trocadores de Calor

O FORNECEDOR deverá prover todos os trocadores de calor utilizando óleo, água e ar necessários à operação satisfatória do equipamento.

A quantidade e capacidade dos trocadores de calor deverão ser tais que permitam a operação dentro dos limites de temperatura especificados do equipamento em sua capacidade nominal com um trocador de calor fora de serviço, considerando-se a temperatura da água de resfriamento de 30° C, e a taxa de transferência de calor dos trocadores restantes reduzida em 10 % devido as incrustações externas e/ou internas dos tubos ou placas.

Cada sistema de resfriamento de água deverá ser projetado no sentido de evitar depósitos de sedimentos, e deverá ser adequado para limpeza por fluxo reverso. Válvulas, juntas, vedações e dispositivos diversos não deverão ser danificados pelo fluxo reverso. Os trocadores de calor, tubulações e válvulas deverão ser previstos de forma a que cada seção deverá permanecer cheia de água quando o fornecimento for interrompido. Cada trocador deverá ser independente proporcionando facilidades de remoção e troca para manutenção e reparos, sem interferir com a operação dos trocadores de calor restantes e o equipamento principal correspondente.

Trocadores de calor de água e óleo deverão ser do tipo de placas e deverão ser fabricadas de acordo com a ASME ou ANSI "Unfired Pressure Vessel Code" -Seção VIII. As placas deverão ser de um material adequado para a qualidade e condições da água de resfriamento. O FORNECEDOR deverá testar o desempenho dos materiais e deverá submeter o resultado à aprovação da CONTRATANTE.

Os trocadores de calor deverão ser testados à pressão de 150 % da pressão máxima de operação.

Cada trocador de calor deverá ser fornecido com os seguintes itens:

- Uma abertura de ar, com válvula de liberação de ar independente, para evitar acúmulo de ar;
- Um dreno com válvula, que irá permitir a drenagem completa do trocador de calor;
- Dispositivos para levantamento para facilitar o manuseio.

Válvulas de isolamento deverão ser previstas tanto nas entradas quanto nas conexões de cada trocador de calor. A válvula de saída deverá ser adequada para o controle da vazão de água.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Caso seja imprescindível o uso de trocador de calor de tubos, com a aprovação do CONTRATANTE, as aletas dos tubos deverão ser de cobre ou alumínio. Deverá ser permitido o movimento relativo entre a chapa do tubo e a tubulação devido ao ciclo térmico e movimentos térmicos entre as diferentes peças de cada trocador de calor.

17 . CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS

17.1 Geradores

17.1.1 Potência Nominal

Potência nominal contínua, dentro da faixa de tensão de 0,95 a 1,05 da tensão nominal, com fator de potência nominal indutivo de 0,90 e frequência nominal de 60 Hz, sem exceder as temperaturas abaixo indicadas, com a temperatura do ar de resfriamento na saída dos trocadores de calor ar-água igual a 40° C, a temperatura da água de resfriamento igual a 30° C e o sistema de circulação de óleo operando normalmente.

- | | | |
|---|---------------------|-------|
| a) Enrolamento do estator medido com RTD, não superior a | (° C) | _____ |
| b) Enrolamento de campo, medição indireta por tensão e corrente, não superior a | (° C) | _____ |
| c) Núcleo do estator e outras partes em contato com os enrolamentos, medido com RTD, não superior a | (° C) | _____ |
| d) Anéis coletores | (° C) | _____ |
| e) Metal do mancal de guia | (° C) | _____ |
| f) Óleo do mancal de guia | (° C) | _____ |
| g) Vazão total de água de resfriamento, não superior a | (m ³ /s) | _____ |

17.1.2 Rendimento Garantido e Perdas

Nas condições de tensão, frequência e fator de potência nominais, o rendimento garantido não deverá ser menor que 97,0 % correspondente à potência igual a 95 % da potência nominal, e nem as perdas totais deverão ser maiores que os valores indicados no quadro abaixo.

PERDAS	VALOR (kW)
Enrolamento do estator	
Enrolamento do rotor	
Perdas suplementares	
Perdas no núcleo	
Perdas por ventilação e atrito	
Perdas no mancal de guia	
Perdas no sistema de excitação	

As perdas deverão ser medidas pelo método calorimétrico, em conformidade com a Norma IEEE-115.

As perdas totais deverão incluir as perdas no cobre do enrolamento do estator e do enrolamento do rotor (temperatura de referência 75° C), perdas suplementares, perdas no núcleo, perdas por ventilação e atrito, perdas no mancal de guia e potência da moto-bomba de circulação externa de óleo, perdas do sistema de excitação e potência dos ventiladores para resfriamento e a potência consumida por qualquer equipamento auxiliar que operar continuamente.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

O valor do rendimento, a ser garantido pelo PROPONENTE, deverá ser declarado em percentual.

17.1.3 Reatâncias

Todos os valores de reatâncias, informados em porcentagem, deverão estar referidos aos valores de potência e tensão nominais do gerador.

Reatância síncrona de eixo direto à corrente nominal e na linha do entreferro, não saturado, não superior a

X_{du} (%) _____

Reatância transitória de eixo direto à corrente nominal, não saturado, não superior a

X'_{du} (%) _____

Reatância subtransitória de eixo direto à corrente nominal, não saturado, não superior a

X''_{du} (%) _____

Reatância subtransitória de eixo direto à tensão nominal e na linha do entreferro, saturado

X''_d (%) _____

17.1.4 Forma de onda

a) Fator de influência telefônica equilibrada, não superior a

(%) _____

b) Fator de influência telefônica residual, não superior a

(%) _____

c) Fator de desvio da forma de onda, entre fases, a circuito aberto, a tensão e frequência nominais, não superior a

(%) _____

17.1.5 Efeito de Inércia (GD²) Requerido

O efeito de inércia das partes girantes não será menor que

MD² (tm²) _____

17.1.6 Velocidade de Flutuação do Rotor

A velocidade de flutuação do rotor, ou seja, aquele a partir da qual a interferência mecânica entre a aranha e o anel magnético torna-se nula, já tendo sido previamente o gerador submetido aos ensaios de sobrevelocidade, não será menor que

(rpm) _____

17.1.7 Empuxo Magnético

O máximo empuxo eletromagnético desbalanceado aplicado radialmente ao centro de gravidade do rotor, estando o entreferro com a máxima excentricidade nominal é de

(mm/kN) _____

17.1.8 Capacidade de Carregamento de Linha

Capacidade de carregamento contínuo de linha de transmissão, em vazio, com tensão e frequência nominais, sem se auto-excitar ou operar de maneira instável e sem ultrapassar as elevações de temperatura especificadas

(kvar) _____

17.2 Sistema de Excitação e Regulador de Tensão

17.2.1 Sistema de Excitação

a) Tempo de resposta do sistema de excitação, não maior que

(s) _____



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- b) Tensão teto do sistema de excitação:
- teto positiva, não menor que (V) _____
 - teto negativa, não menor que (V) _____
- c) Valor contínuo da tensão e da corrente nos terminais do conversor de potência, à temperatura ambiente de 40° C, com um módulo da ponte paralela de cada fase fora de operação, com resfriamento normal:
- tensão não menor que (V) _____
 - corrente não menor que (A) _____
- d) Elevação da temperatura do ponto mais quente na junção do tiristor acima da temperatura ambiente de 40° C, com um módulo da ponte paralela de cada fase fora de operação, com resfriamento normal, não maior que (° C) _____
- e) Corrente de campo necessária para manter a potência nominal do gerador a 105 % da tensão nominal e fator de potência nominal (A) _____
- f) Eficiência da ponte de tiristores (%) _____
- 17.2.2 Regulador de Tensão**
- a) Tempo de resposta (ms) _____

17.3 Dados técnicos

Juntamente com sua proposta, o PROPONENTE deverá informar todos os dados relacionados a seguir. Os desenhos e dados deverão apresentar-se suficientemente claros e detalhados para que se possa efetuar uma avaliação completa dos equipamentos que estão sendo propostos em atendimento às especificações técnicas.

Uma relação de exceções e alternativas deverá ser anexada à proposta quando os equipamentos propostos apresentarem desvios em relação às especificações técnicas. A relação deverá ser apresentada sob a forma de um sumário em separado, onde cada item indicará explicitamente a qual tópico ou seção das especificações técnicas a exceção se refere, juntamente com justificativas detalhadas que expliquem os desvios. O PROPONENTE deverá declarar que todas as exigências das especificações técnicas que não tenham sido incluídas nessa relação de exceções e alternativas serão por ele cumpridas.

Exceções que apareçam na proposta sem terem sido incluídas na relação de exceções e alternativas, não serão aceitas ou levadas em consideração no julgamento das propostas.

Quaisquer alterações das características dos equipamentos discriminadas a seguir, que venham a ser consideradas necessárias, depois da aceitação desta Proposta, para que o PROPONENTE forneça os equipamentos e os materiais de acordo com os documentos contratuais, estarão sujeitas à aprovação do CONTRATANTE e de modo nenhum eximirão o PROPONENTE de sua obrigação de fornecê-los aos preços estabelecidos nas planilhas de preços.

Em caso de discrepâncias entre os dados declarados e os requisitos das Especificações Técnicas e demais Documentos de Contrato, O CONTRATANTE se reserva o direito de considerar desabilitada a Proposta. Havendo discrepâncias entre dados declarados pelo Proponente, prevalecerão aqueles que, a critério do CONTRATANTE, correspondam mais precisamente aos requisitos das Especificações Técnicas e demais Documentos de Contrato.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

17.4 Metodologia de Execução

17.4.1 Garantia de Qualidade

- a) Descrição detalhada da metodologia a ser empregada no Sistema de Garantia da Qualidade a ser adotado para todos os itens do Fornecimento, englobando projeto, provisionamento de matéria-prima e componentes, fabricação, montagem, ensaios e colocação em serviço. ref. _____
- b) Lista de Normas, Padrões e Procedimentos a serem utilizados para projeto, fabricação, testes e ensaios no campo do equipamento objeto do fornecimento, contemplando os seguintes itens: geradores, cubículos de proteção contra surtos, cubículo de neutro, sistema de excitação e regulador de tensão, sistema de supervisão do gerador, equipamentos eletrônicos e sistema contra incêndio. ref. _____

17.4.2 Cronograma

- a) Cronograma de projeto: deverá ser apresentado em forma de cronograma de barras, completo, abrangendo todas as atividades de projeto ref. _____
- b) Cronograma de fabricação dos geradores: deverá ser apresentada em forma de cronograma de barras, completo, abrangendo as atividades de fabricação (incluindo, conforme aplicável, suprimento de matérias-primas e subcomponentes, traçagem, pré-montagem, soldagem, usinagem, acabamentos, preparo para transporte e transporte até a obra), com ênfase nos seguintes componentes: carcaça do estator, núcleo do estator, enrolamento do estator, núcleo do rotor, pólos do rotor, mancal de guia, sistemas de resfriamento de óleo do mancal de guia, sistemas de resfriamento do gerador, demais componentes como um todo. ref. _____
- c) Cronograma de Fabricação dos cubículos de proteção contra surtos. ref. _____
- d) Cronograma de Fabricação dos sistemas de excitação e reguladores de tensão, incluindo os transformadores de excitação. ref. _____
- e) Cronograma de fabricação dos painéis de supervisão do gerador e de controle e instrumentação. ref. _____
- f) Cronograma de montagem: deverá ser apresentado um cronograma de barras contendo as fases de pré-montagem e montagem dos estatores, cruzetas dos mancais e rotores na obra, bem como uma sugestão para o cronograma de montagem dos demais componentes na obra. ref. _____



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

17.5 Geradores

17.5.1 Gerais

- a) Descrição detalhada do gerador proposto, incluindo arranjo físico com cortes com indicação das dimensões do gerador ref. _____
- b) Descrição detalhada das instalações fabris que serão empregadas pelo PROPONENTE, incluindo aquelas dos principais subfornecedores, na execução do fornecimento, enfatizando as sequências de fabricação e os processos básicos que serão adotados na manufatura da carcaça do estator, no núcleo do estator, núcleo do rotor, enrolamento do estator, enrolamento do rotor, pólos e mancal de guia. ref. _____

17.5.2 Características Elétricas Principais

- a) Potência nominal contínua à tensão, fator de potência e frequência nominais, sem exceder as elevações de temperatura especificadas (kVA)
- b) Tensão nominal entre fases (kV)
- c) Variação máxima da tensão nominal à potência, velocidade e fator de potência nominais sem exceder as elevações de temperatura especificadas (%) 5
- d) Fator de potência nominal indutivo 0,90
- e) Número de fases 3
- f) Frequência nominal (Hz) 60
- g) Ligações do enrolamento do estator: estrela com neutro acessível formado fora da carcaça Y
- h) Fator de influência telefônica equilibrada, não superior a (%) _____
- i) Fator de influência telefônica residual, não superior a (%) _____
- j) Fator de desvio da forma de onda, entre fases, a circuito aberto, a tensão e frequência nominais, não superior a (%) _____
- k) Capacidade de carregamento contínuo de linha de transmissão em vazio, na tensão e velocidade nominais e fator de potência zero, sem se auto-excitar ou operar de maneira instável e sem exceder as elevações de temperatura especificadas (kvar) _____
- l) Número de circuitos paralelos por fase _____

17.5.3 Classe de Temperatura de Isolamento

- a) Enrolamento do estator ref. _____
- b) Enrolamento do rotor ref. _____

17.5.4 Parâmetros do Gerador

Todos os valores de reatâncias e de resistências informados em percentagem (%) deverão estar referidos aos valores de potência e tensão nominais do gerador.

- a) Reatância síncrona de eixo direto à corrente nominal e na linha do entreferro, não saturado Xdu (%) _____



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

b)	Reatância transitória de eixo direto à corrente nominal, não saturado	X'_{du}	(%)	_____
c)	Reatância subtransitória de eixo direto à corrente nominal	X''_{du}	(%)	_____
e)	Relação entre a reatância subtransitória de eixo em quadratura à corrente nominal e a reatância subtransitória de eixo direto à corrente nominal, não superior a	X''_q/X''_d	(%)	_____
f)	Reatância de eixo em quadratura, não superior a	X''_q	(%)	_____
g)	Constante de tempo transitória, em vazio, não superior a	T'_{do}	(s)	_____
h)	Constante de tempo subtransitória de eixo direto, em vazio, não inferior a	T''_{do}	(s)	_____
i)	Constante de tempo subtransitória de eixo em quadratura, em vazio, não inferior a	T''_{qo}	(s)	_____
j)	Reatância síncrona de eixo direto à tensão nominal e na linha do entreferro, saturado	X_d	(%)	_____
k)	Reatância síncrona de eixo em quadratura	X_q	(%)	_____
l)	Reatância transitória de eixo direto à tensão nominal, não saturado	X'_d	(%)	_____
m)	Reatância subtransitória de eixo direto à tensão nominal	X''_d	(%)	_____
n)	Reatância de seqüência negativa	X_2	(%)	_____
o)	Reatância de seqüência zero	X_0	(%)	_____
p)	Reatância de Potier	X_p	(%)	_____
q)	Constante de tempo transitória, de eixo direto, em curto-circuito	T'_d	(s)	_____
r)	Constante de tempo transitória, de eixo direto em quadratura, em circuito aberto	T'_{qo}	(s)	_____
s)	Constante de tempo transitória, de eixo direto em quadratura, em curto-circuito	T'_q	(s)	_____
t)	Constante de tempo subtransitória, de eixo direto, em curto-circuito	T''_d	(s)	_____
u)	Resistência do enrolamento do estator, por fase, a 75° C	R_s	(ohm)	_____
v)	Resistência de enrolamento de campo	R_f	(ohm)	_____
x)	Resistência ca de seqüência positiva da armadura	R_1	(%)	_____
y)	Resistência cc de seqüência positiva da armadura	R_a	(%)	_____
w)	Resistência de seqüência negativa da armadura	R_2	(%)	_____
z)	Capacitância do enrolamento do estator para terra, por fase		(picoF)	_____



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

aa)	Tensão de terceira harmônica, fase-terra, em porcentagem da tensão nominal	(%)	_____
ab)	Curva de capacidade da máquina, mostrando as curvas de estabilidade teórica para reatância externa nula, traçada em escala que permita a perfeita leitura dos limites de operação, na tensão nominal e nos limites de tensão	ref.	_____
ac)	Curva de saturação em vazio	ref.	_____
ad)	Curva de saturação em curto-circuito	ref.	_____
ae)	Tempo suportável de curto-circuito trifásico nos terminais, quando operando à potência nominal, com 105 % da tensão nominal e com excitação constante, não inferior a	(s)	_____
af)	Valor da integral do produto $(I_2)^2 t$ do gerador segundo ANSI C50.12, não inferior a		_____

17.5.5 Características Mecânicas Principais

a)	Velocidade síncrona	n	(rpm)	_____
b)	Velocidade máxima de disparo	nd	(rpm)	_____
c)	Sentido de rotação quando visto de cima			_____
d)	Efeito de inércia das partes girantes, não menor que	MD ²	(tm ²)	_____
e)	Constante de inércia	H		_____
f)	Tempo de suportabilidade aos esforços resultantes da operação com a velocidade de disparo		(s)	_____

17.5.6 Elevação de Temperatura

a)	Máxima elevação de temperatura acima da temperatura de 40° C do ar de resfriamento na saída dos trocadores de calor com o gerador fornecendo a potência nominal, em regime contínuo, com fator de potência e frequência nominais, com qualquer tensão compreendida entre 95 e 105 % da nominal			
	Enrolamento do estator (medição por RTD)		(° C)	_____
	Enrolamento de campo (medição por resistência)		(° C)	_____
	Núcleo do estator e outras partes em contato ou adjacente à isolação (detector mais quente)		(° C)	_____
	Anéis coletores		(° C)	_____
b)	Vazão de água de resfriamento		(m ³ /s)	_____
c)	Máxima temperatura absoluta em pontos localizados do mancal de guia, nas condições mais desfavoráveis de empuxo hidráulico e desbalanceamento eletromagnético, mecânico e hidráulico, considerando a temperatura absoluta de 40° C e temperatura da água de resfriamento de 30° C			
	Metal Patente		(° C)	_____
	Óleo contido no reservatório do mancal		(° C)	_____



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

17.5.7 Perdas Segregadas (em kW)

	POTÊNCIA (%)	100	95	80	70
a)	Perdas no cobre: estator (a 75°C)				
b)	Perdas no cobre: rotor (a 75°C)				
c)	Perdas no núcleo do estator				
d)	Perdas no núcleo do rotor				
e)	Perdas suplementares				
f)	Perdas por ventilação				
g)	Perdas por atrito				
H	Perdas no sistema de excitação *				
i)	Perdas no transformador de excitação (banco monofásico) *				
j)	Perdas no mancal de guia				
k)	Perdas no sistema externo de circulação forçada de óleo do mancal				
l)	Perdas irradiadas pelas superfícies externas do gerador				
	PERDAS TOTAIS				

*As perdas no sistema de excitação (item h) deverão incluir as perdas de todos os equipamentos auxiliares. As perdas no transformador de excitação deverão ser apresentadas em separado (item i).

17.5.8 Projeto Estrutural

- a) Descrição detalhada dos critérios adotados na definição de tensões admissíveis ref. _____
- b) Descrição dos programas computacionais e equipamento de informática que serão empregados na elaboração do projeto estrutural, com ênfase naqueles utilizados nos cálculos pelo método dos elementos finitos e/ou elementos de fronteira ref. _____
- c) Avaliação preliminar das tensões máximas de projeto no rotor e no estator, discriminando as condições de carregamento consideradas ref. _____
- d) Níveis de vibrações ref. _____
- e) Níveis de ruídos ref. _____

17.5.9 Dados dos Componentes Principais

Estator

- a) Descrição completa da carcaça e do núcleo, inclusive o método de fixação do núcleo à carcaça e os meios adotados para evitar ondulações do núcleo. ref. _____
- b) Chapas de aço silício do núcleo do estator:



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Descrição e características	ref.	_____
Espessura da chapa	(mm)	_____
Espessura do isolamento da chapa	(mm)	_____
Curvas B x H	ref.	_____
Curvas de perdas para 60 Hz	ref.	_____
c) Pressão de empacotamento do núcleo magnético	(kPa)	_____
d) Descrição completa do método de fabricação, ensaios e controle de qualidade das barras, inclusive experiência no uso do tipo de isolamento proposto	ref.	_____
e) Valor máximo esperado dos resultados dos ensaios para determinação da tangente delta, delta-tangente delta ou qualquer outra grandeza de controle, para as barras projetadas para os geradores deste fornecimento:		
Tangente delta a $0,2 U_n$, não superior a	%	_____
Delta-tangente delta (tip up)		_____
$(0,6 \times U_n - 0,2 \times U_n) / 2$, não superior a	%	_____
Incremento máximo do delta-tangente delta para intervalos $0,2 \times U_n$, não superior a	%	_____
f) Descrição do enrolamento do estator (incluindo tipo, localização dos RTDs, métodos de apoio dos enrolamentos, método de transposição das espiras, método de isolamento das cabeças das bobinas, método de interligação das barras, método de inserção e substituição de barras, método de fechamento das ranhuras, descrição das cunhas, enchimentos laterais, separadores etc.)	ref.	_____
g) Resultados de ensaio de surgimento e extinção de corona e métodos de correção adotados		
f) Materiais componentes e as respectivas normas aplicáveis	ref.	_____
Transformadores de Corrente		
a) TCs dos terminais de linha do gerador para proteção e medição		
Descrição técnica	ref.	_____
Tipo		_____
Quantidade		_____
Número de enrolamento secundários:		
- para proteção		_____
- para medição		_____
Frequência nominal	(Hz)	_____
Corrente nominal do enrolamento primário	(A)	_____



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Corrente nominal dos enrolamentos secundários	(A)	_____
Corrente térmica nominal em regime contínuo	(%)	_____
Corrente térmica nominal de curta duração, um segundo (valor eficaz)	(kA)	_____
Corrente dinâmica nominal (valor de crista)	(kA)	_____
Classe de exatidão e carga		
- enrolamentos para proteção		_____
- enrolamentos para medição		_____
Curva de excitação		
- para proteção	ref.	_____
- para medição	ref.	_____
Magnetismo remanente em percentagem da densidade de fluxo correspondente à excitação	(%)	_____
- para proteção	(%)	_____
- para medição		
b) TCs dos terminais de neutro do gerador para proteção	ref.	_____
Descrição técnica	ref.	_____
Tipo		_____
Quantidade		_____
Número de enrolamento secundários:		_____
Frequência nominal	(Hz)	_____
Corrente nominal do enrolamento primário	(A)	_____
Corrente nominal dos enrolamentos secundários	(A)	_____
Corrente térmica nominal em regime contínuo	(%)	_____
Corrente térmica nominal de curta duração, um segundo (valor eficaz)	(kA)	_____
Corrente dinâmica nominal (valor de crista)	(kA)	_____
Classe de exatidão e carga		_____
Curva de excitação	ref.	_____
Magnetismo remanente, em percentagem da densidade de fluxo correspondente à saturação	(%)	_____
c) TCs do transformador de excitação, para proteção		
Descrição técnica	ref.	_____
Tipo		_____
Quantidade		_____
Número de enrolamento secundários:		_____
Frequência nominal	(Hz)	_____



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Corrente nominal dos enrolamentos secundários	(A)	_____
Corrente térmica nominal em regime contínuo	(%)	_____
Corrente térmica nominal de curta duração, um segundo (valor eficaz)	(kA)	_____
Corrente dinâmica nominal (valor de crista)	(kA)	_____
Classe de exatidão e carga		_____
Curva de excitação	ref.	_____
Magnetismo remanente, em percentagem da densidade de fluxo correspondente à saturação	(%)	_____
Tempo para saturar, considerando a carga real do secundário do TC	(ms)	_____

Rotor

a) Descrição do material de isolamento do enrolamento de campo, incluindo características elétricas, mecânicas e térmicas	ref.	_____
b) Descrição de detalhes construtivos do rotor, (incluindo peculiaridades do anel magnético do rotor, aranha, pólos, enrolamentos de campo, enrolamento amortecedor, método de fixação dos pólos ao anel magnético, método de fixação do anel magnético a aranha). Esta descrição deverá conter desenho com as dimensões preliminares de projeto, tais como altura total, altura do núcleo magnético, altura dos pólos etc.	ref.	_____
c) Descrição do método de substituição dos pólos	ref.	_____
d) Empuxo magnético		_____
Nas condições nominais e com excentricidade de 10 % do entreferro	(kN)	_____
Máximo na condição de curto-circuito na metade dos pólos	(kN)	_____
e) Desalinhamento máximo do anel coletor (<i>run out</i>)	(mm)	_____
f) Densidade de corrente no enrolamento do rotor com o gerador operando em vazio	(A/mm ²)	_____
g) Velocidade de início de flutuação do anel magnético do rotor	(rpm)	_____
h) Esforço decorrente do máximo desbalanceamento mecânico admitido	(kN)	_____
i) Pressão de empacotamento do núcleo magnético:		
- do rotor	(kPa)	_____
- do pólo	(kPa)	_____

Extensão do Eixo

a) Máximo desalinhamento do eixo (<i>run out</i>), com a unidade operando nas condições nominais	(mm)	_____
b) Máximo desalinhamento do eixo (<i>run out</i>), em condições de velocidade de disparo	(mm)	_____



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- | | | | |
|----|---|------|-------|
| c) | Descrição e montagem da cruzeta suporte | ref. | _____ |
| d) | Dimensões do eixo | | |
| | diâmetro externo do eixo | (mm) | _____ |
| | diâmetro do mancal do gerador | (mm) | _____ |
| | diâmetro do flange do eixo | (mm) | _____ |
| | diâmetro do furo central | (mm) | _____ |
| | comprimento total do eixo | (mm) | _____ |
| | material | | _____ |

Sistema de Resfriamento do Gerador

- | | | | |
|----|---|---------------------|-------|
| a) | Descrição do sistema de resfriamento incluindo circuito fechado de ventilação, trocadores de calor ar-água, tubulação, montagem e ensaios na obra | ref. | _____ |
| b) | Vazão de água de resfriamento necessária, supondo todos os trocadores de calor em operação | (m ³ /h) | _____ |
| c) | Perdas totais efetivamente consideradas para efeito de dimensionamento do sistema de resfriamento do gerador | (kW) | _____ |
| d) | Trocadores de calor | | |
| f) | número de trocadores de calor | | _____ |
| | Tipo | | _____ |
| | Tubulação dos trocadores de calor | | |
| | - diâmetro interno | (mm) | _____ |
| | - material | | _____ |
| | - normas aplicáveis | | _____ |
| | vazão de água de resfriamento em cada trocador | (m ³ /h) | _____ |
| | velocidade da água em cada trocador | (m/s) | _____ |
| | velocidade da água nos tubos coletores | (m/s) | _____ |
| | pesos: total | (kg) | _____ |
| | de cada trocador | (kg) | _____ |
| | perda de carga no trocador de calor: | | |
| | - do ar | (kPa) | _____ |
| | - da água | (kPa) | _____ |
| | perda de carga no sistema da água (até interface) | (kPa) | _____ |
| | diferença entre a saída e entrada nos trocadores de calor para as condições nominais de operação: | | |
| | - do ar | (° C) | _____ |
| | - da água | (° C) | _____ |



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Temperatura máxima do ar dos trocadores de calor, com um trocador inoperante e os demais em operação

- na entrada (° C) _____

- na saída (° C) _____

pressões de água de resfriamento:

- de projeto (kPa) _____

- máxima admitida (kPa) _____

- mínima necessária a jusante do sistema (kPa) _____

desenho de um trocador de calor ref. _____

Sistema de Frenagem e Levantamento (se aplicável)

a) Descrição do sistema de frenagem e levantamento ref. _____

b) Temperaturas:

no anel de frenagem:

- máxima normal (° C) _____

- máxima (° C) _____

na sapata

- máxima normal (° C) _____

- máxima (° C) _____

c) Pressões

de ar comprimido

- nominal (kPa) _____

- mínima requerida (kPa) _____

de óleo de elevação

- nominal (kPa) _____

- máxima permitida (kPa) _____

d) Consumo de ar comprimido para um ciclo completo de frenagem à mínima pressão de ar comprimido (m³) (CNTP) _____

e) Velocidade recomendada para aplicação dos freios

- nominal (rpm) _____

- máxima (rpm) _____

f) Tempo para parada a partir da aplicação dos freios (s) _____

g) Número de sapatas _____



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- h) Curso da sapata
para frenagem:
- nominal (mm) _____
- máxima (mm) _____
para elevações:
- nominal (mm) _____
- máxima (mm) _____
entre o topo da lona e o anel de frenagem
- nominal (mm) _____
- máxima (mm) _____
- i) Dimensões
diâmetro do anel de frenagem:
- interno (mm) _____
- externo (mm) _____
diâmetro da linha de centro de apoio das sapatas (mm) _____
- j) Esforços em cada sapata:
- na frenagem (vertical) (kN) _____
- na elevação (vertical) (kN) _____
- k) Materiais, componentes e normas técnicas aplicáveis aos mesmos ref. _____
- l) Pesos:
- total (kN) _____
- um conjunto de freio-macaco (kN) _____
- uma sapata (kN) _____

Equipamento de Aterramento do Neutro

- a) Transformador de distribuição
potência nominal (kVA) _____
Tensão nominal primária (kV) _____
Tensão suportável nominal à frequência nominal (1 minuto),
valor eficaz (kV) _____
Tensão suportável nominal de impulso atmosférico, onda plena
(valor de crista) (kV) _____
corrente nominal (A) _____



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

	Tensão nominal secundária	(V)	_____
	duração associada ao fator de sobrecarga	(min)	_____
b)	Resistor		
	material		_____
	potência nominal (1 minuto)	(kW)	_____
	resistência a frio	(ohm)	_____
	Tensão nominal	(kV)	_____
	Tensão suportável nominal à frequência industrial (1 minuto), valor eficaz	(kV)	_____
	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico, onda plena (valor de crista)	(kV)	_____
	corrente nominal	(A)	_____
	Tensão nominal	(kV)	_____
	duração do ciclo de operação	(min)	_____
c)	Secionador		
	Tensão nominal	(kV)	_____
	Tensão suportável nominal à frequência industrial (1 minuto), valor eficaz	(kV)	_____
	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico, onda plena (valor de crista)	(kV)	_____
	corrente nominal	(A)	_____
	dimensões externas do cubículo:		
	- altura	(mm)	_____
	- largura	(mm)	_____
	- profundidade	(mm)	_____

Sistema de Aquecimento

a)	Memorial descritivo de operação do sistema incluindo as funções de todos os sensores e equipamentos que atuam no processo	ref.	_____
b)	Número de aquecedores		_____
c)	Potência consumida, por aquecedor, a 460 V ca trifásico	(W)	_____
d)	Desenho de um aquecedor típico com indicação do material empregado	ref.	_____



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

17.5.10 Relés de Proteção

- a) Descrição dos relés de proteção proposto para o gerador e para o sistema de excitação, com listagem e características dos relés (anexar catálogos e folhas de dados de todos os relés).
- b) Proteção, Tipo e Descrição Técnica
- | | | |
|---|------|-------|
| Terra no rotor | ref. | _____ |
| curto-circuitos nos anéis coletores | ref. | _____ |
| sobretensão no campo | ref. | _____ |
| Sobrecorrente do transformador de excitação | ref. | _____ |
| Sobrecorrente no eixo | ref. | _____ |

17.5.11 Coordenação de Isolamento

- | | | |
|--|------------|-------|
| a) Impedância de surto, por fase | (ohm/fase) | _____ |
| b) Número de espiras por ranhura | | _____ |
| c) Comprimento da espira | (mm) | _____ |
| d) Comprimento da ranhura | (mm) | _____ |
| e) Velocidade de propagação na ranhura | (km/s) | _____ |
| f) Velocidade de propagação na extremidade da espira | (km/s) | _____ |
| g) Tensão suportável entre espiras na mesma ranhura | (kV) | _____ |
| h) Tensão suportável nominal a impulso de 1,2 x 50 μ s (valor da crista) | (kV) | _____ |

17.5.12 Peças Sobressalentes

- a) Listagem completa das peças sobressalentes, conforme relação contida nas especificações técnicas ref. _____
- b) Listagem complementar contendo eventual relação de peças sobressalentes consideradas imprescindíveis pelo PROPONENTE, mas que não foram solicitadas na Especificação Técnica. ref _____

17.5.13 Pesos e Dimensões Principais do Gerador (onde aplicável)

- | | | |
|--|------|-------|
| a) Diâmetro externo do rotor com pólos | (mm) | _____ |
| b) Diâmetro externo do estator: | | |
| sem os trocadores de calor | (mm) | _____ |
| com os trocadores de calor | (mm) | _____ |
| c) Altura do gerador totalmente montado, desde a face superior das chapas de fundação até o ponto mais elevado do conjunto | (mm) | _____ |
| d) Altura da carcaça do estator acima das chapas de fundação | (mm) | _____ |
| e) Rotor | | |



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- altura total	(mm)	_____
- altura do núcleo magnético	(mm)	_____
- altura dos pólos	(mm)	_____
f) Cota necessária para os ganchos principais das pontes rolantes, para realizar as seguintes operações na área de montagem:		
Transporte de um rotor sobre outro rotor	(m)	_____
Transporte de um estator sobre outro estator	(m)	_____
Transporte de um estator sobre um rotor	(m)	_____
g) Peso total do rotor completamente montado incluindo extensão do eixo	(kN)	_____
h) Peso total do estator completamente montado	(kN)	_____
i) Peso total do gerador incluindo trocadores de calor	(kN)	_____
j) Peso da peça mais pesada a ser manipulada pelas pontes rolantes da Casa de Força, incluindo viga de içamento	(kN)	_____
k) Peso da viga de içamento do rotor	(kN)	_____
l) Peso da carcaça e núcleo do estator sem o enrolamento	(kN)	_____
m) Peso do eixo superior	(kN)	_____
q) Peso da cruzeta inferior	(kN)	_____
r) Dimensões do cubículo de aterramento do neutro do gerador		
Largura	(mm)	_____
altura	(mm)	_____
profundidade	(mm)	_____
s) Dimensões do painel de terminais de campo		
Largura	(mm)	_____
altura	(mm)	_____
profundidade	(mm)	_____

17.5.14 Desenhos

Todos os desenhos a seguir solicitados deverão ser apresentados nas escalas requeridas, indicando todas as principais dimensões pertinentes, configurando inequivocamente as geometrias básicas propostas, e devem contemplar as informações mínimas necessárias que definam o Fornecimento.

- a) Projeto preliminar das fundações e ancoragem, mostrando todos os esforços máximos verticais, radiais e tangenciais, estáticos e dinâmicos, que serão impostos à estrutura da Casa de Força, através:

Do estator

ref. _____



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- | | | |
|---|------|-------|
| Do sistema de frenagem e levantamento | ref. | _____ |
| Da cruzeta do mancal de guia do gerador | ref. | _____ |
| b) Desenho mostrando vista superior do gerador, indicando as dimensões principais, incluindo diâmetro interno mínimo do poço do gerador | ref. | _____ |
| c) Desenho mostrando dimensões da maior peça a ser transportada para o local da obra, com peso e posição do centro da gravidade | ref. | _____ |
| d) Desenho mostrando seção transversal do gerador completamente montado, com todas as dimensões principais, incluindo aquelas especificadas nos itens b, c, d, e, f, i e j, da seção 2.2.14 | ref. | _____ |

17.6 Equipamento de Proteção Contra-Surtos e Transformador de Potencial

17.6.1 Pára-raios

- | | | |
|----------------------------------|------|-------|
| a) Tipo | | _____ |
| b) Tensão nominal (valor eficaz) | (kV) | _____ |

17.6.1.1 Capacitores

- | | | |
|----------------------------------|------------|-------|
| a) Tipo | | _____ |
| b) Tensão nominal (valor eficaz) | (kV) | _____ |
| c) Capacitância (por fase) | (μ F) | _____ |

17.6.2 Transformadores

- | | | |
|------------------------------|------|-------|
| a) Quantidade | | _____ |
| b) Tensão nominal primária | (kV) | _____ |
| c) Tensão nominal secundária | (V) | _____ |
| d) Classe de exatidão | | _____ |
| e) Ligação | | _____ |

17.6.3 Peças Sobressalentes

- | | | |
|--|------|-------|
| a) Listagem completa das peças sobressalentes, conforme relação contida nas especificações técnicas | ref. | _____ |
| b) Listagem complementar contendo eventual relação de peças sobressalentes consideradas imprescindíveis pelo PROPONENTE, mas que não foram solicitadas | ref. | _____ |

17.7 Sistema de Excitação e Regulação de Tensão

17.7.1 Características Gerais do Sistema de Excitação e do Regulador de Tensão

- | | | |
|---|-----|-------|
| a) Tensão de excitação para operação do gerador sem carga, com tensão nominal | (V) | _____ |
| b) Corrente de excitação para operação do gerador sem carga, com tensão nominal | (A) | _____ |
| c) Corrente de excitação sobre a reta do entreferro, correspondente ao gerador sem carga à tensão nominal | (A) | _____ |



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

d)	Resistência ôhmica do campo a 75° C	(ohm)	_____
e)	Tensão de teto positiva	(V)	_____
		(pu)	_____
f)	Tensão de teto negativa	(V)	_____
		(pu)	_____
g)	Tempo de resposta do sistema de excitação	(ms)	_____
h)	<i>Response ratio</i> do sistema de excitação		_____
i)	Tempo de duração máxima da tensão de teto positiva	(s)	_____
j)	Para regime contínuo, nas condições nominais de potência, tensão, frequência e fator de potência:		
	- tensão de excitação	(V)	_____
	- corrente de excitação	(A)	_____
	- temperatura de enrolamento de campo	(° C)	_____
k)	Para regime contínuo, para 1,05 da tensão nominal, potência, frequência e fator de potência nominais:		
	- tensão de excitação	(V)	_____
	- corrente de excitação	(A)	_____
	- temperatura do enrolamento de campo	(° C)	_____
l)	Limite da corrente de excitação para o regulador manual	(A)	_____
m)	Diagrama de blocos do sistema de controle com funções de transferência, com faixas de ajustes dos parâmetros	ref.	_____
n)	Grau de proteção:		
	- dos cubículos de excitação	(IP)	_____
	- do cubículo do disjuntor de campo	(IP)	_____
	- do painel do regulador automático	(IP)	_____
o)	Diagrama de blocos para o sistema de excitação, com valores dos parâmetros e ajustes, conforme modelo indicado no "IEEE Transaction PAS-87/1986 Computer Representation of Excitation Systems"	ref.	_____
p)	Tempo de resposta do regulador automático de tensão	(ms)	_____
r)	Precisão do regulador automático de tensão	(%)	_____
s)	Periodicidade da ação de controle do regulador automático de tensão	(ms)	_____
t)	Periodicidade da aquisição e medições de sinais do regulador automático de tensão	(ms)	_____



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- | | | | |
|----|---|---------|-------|
| u) | Freqüência de corte do regulador automático de tensão | (rad/s) | _____ |
| v) | Faixa de ajuste do regulador automático | (% Un) | _____ |
| w) | Faixa de tensão de saída de ajuste | (V) | _____ |
| x) | Descrição do regulador de tensão e de corrente | ref. | _____ |
| y) | Descrição do sistema de excitação | ref. | _____ |

17.7.2 Pontes Retificadoras

- | | | | |
|----|---|-----------|-------|
| a) | Número de pontes retificadoras em paralelo | | _____ |
| b) | Número de pontes retificadores em serviço | | _____ |
| c) | Número de braços de tiristores em paralelo, por fase, em cada ponte retificadora | | _____ |
| d) | Número de tiristores em cada braço | | _____ |
| e) | Número total de tiristores por ponte retificadora | | _____ |
| f) | Tensão de pico inversa (PIV) do tiristor | (V) | _____ |
| g) | Corrente nominal contínua da excitatriz, com todas as pontes retificadoras em paralelo estando em serviço e com resfriamento normal | (A) | _____ |
| h) | Corrente nominal contínua da excitatriz, com todas as pontes retificadoras em paralelo estando em serviço, sem resfriamento | (A) | _____ |
| i) | Corrente nominal contínua da excitatriz, com uma das pontes retificadoras em paralelo de cada fase fora de serviço, e com resfriamento normal nas demais | (A) | _____ |
| j) | Temperatura máxima permitida na junção dos tiristores | (° C) | _____ |
| k) | Elevação da temperatura do ponto mais quente da junção dos tiristores, em relação à temperatura ambiente de 50° C, com o gerador operando nas condições nominais: | | |
| | - com todas as pontes em serviço e com resfriamento normal | (° C) | _____ |
| | - com uma ponte fora de serviço e com resfriamento normal | (° C) | _____ |
| | - com todas as pontes em serviço, mas sem o sistema de resfriamento operando | (° C) | _____ |
| l) | Máximo desequilíbrio de corrente entre tiristores | (%) | _____ |
| m) | Resistência térmica do tiristor | | |
| | - junção | (ohm/° C) | _____ |
| | - junção – invólucro | (ohm/° C) | _____ |
| | - invólucro - ar ambiente | (ohm/° C) | _____ |
| n) | Potência dissipada ao ambiente: | | |
| | - pontes retificadoras | (kW) | _____ |
| | - outras | (kW) | _____ |



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- | | | |
|--|---------------------|-------|
| o) Número de moto ventiladores por ponte | | _____ |
| p) Vazão de ar de cada ventilador | (m ³ /h) | _____ |
| q) Motor de cada ventilador: | | |
| - potência nominal | (kW) | _____ |
| - frequência nominal | (Hz) | _____ |
| - tensão nominal | (V) | _____ |
| - corrente nominal | (A) | _____ |
| - corrente de partida | (A) | _____ |

17.7.3 Disjuntor de Campo

- | | | |
|--|------|-------|
| a) Tensão nominal | (V) | _____ |
| b) Tensão de curta duração dos contatos principais | (V) | _____ |
| c) Tensão máxima de interrupção dos contatos principais | (V) | _____ |
| d) Corrente nominal contínua dos contatos principais | (A) | _____ |
| e) Corrente de interrupção dos contatos principais | (A) | _____ |
| - à tensão de curta duração | (A) | _____ |
| - à tensão máxima de interrupção | (A) | _____ |
| f) Corrente de interrupção dos contatos de descarga à tensão nominal | (A) | _____ |
| g) Corrente de curta duração - 0,5s dos contatos principais | (A) | _____ |
| h) Corrente de curta duração – 15 s dos contatos principais | (A) | _____ |
| i) Corrente de curta duração - 0,5 s dos contatos de descarga | (A) | _____ |
| j) Corrente de fechamento dos contatos de descarga | (A) | _____ |
| k) Tensão de controle | (V) | _____ |
| l) Consumo da bobina de fechamento | (W) | _____ |
| m) Tempo de fechamento | (ms) | _____ |
| n) Consumo de cada bobina de abertura | (W) | _____ |
| o) Tempo de abertura | (ms) | _____ |

17.7.4 Equipamento de Excitação Inicial

- | | | |
|--|------|-------|
| a) Consumo durante o tempo de aplicação, lado da fonte | (VA) | _____ |
| b) Tempo de aplicação | (s) | _____ |
| c) Corrente nominal | | |
| - c.c. | (A) | _____ |
| - c.a. | (A) | _____ |



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- | | | |
|--|------|-------|
| d) Tensão nominal | | |
| - c.c. | (A) | _____ |
| - c.a. | (A) | _____ |
| e) Característica da excitação inicial | ref. | _____ |

17.7.5 Transformadores de Excitação

- | | | |
|------------------------------|-------|--------|
| a) Tipo | | a seco |
| b) Potência nominal | (kVA) | _____ |
| c) Tensões nominais | | |
| - enrolamento primário | (V) | _____ |
| - enrolamento secundário | (V) | _____ |
| d) Grupo de ligação do banco | | _____ |
| e) Freqüência nominal | (Hz) | _____ |
| f) Impedância | (%) | _____ |
| g) Peso de cada unidade | (kN) | _____ |

17.7.6 Dimensões Principais dos Componentes

- | | | |
|---|------|-------|
| a) Dimensões do cubículo de excitação completamente montado | | |
| Largura | (mm) | _____ |
| Altura | (mm) | _____ |
| Profundidade | (mm) | _____ |
| b) Dimensões do cubículo do regulador de tensão | | |
| Largura | (mm) | _____ |
| Altura | (mm) | _____ |
| Profundidade | (mm) | _____ |
| c) Dimensões do cubículo do transformador de excitação | | |
| Largura | (mm) | _____ |
| Altura | (mm) | _____ |
| Profundidade | (mm) | _____ |

17.7.7 Desenhos e Documentos

- | | | |
|--|------|-------|
| a) Documentação técnica, catálogos, publicações etc referentes ao sistema de excitação e regulação de tensão | ref. | _____ |
|--|------|-------|

17.7.8 Peças Sobressalentes

- | | | |
|---|------|-------|
| a) Listagem completa das peças sobressalentes, conforme relação contida nas especificações técnicas | ref. | _____ |
|---|------|-------|



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- b) Listagem complementar contendo eventual relação de peças sobressalentes consideradas imprescindíveis pelo PROPONENTE. ref. _____

17.8 Equipamentos Eletrônicos

17.8.1 Unidade de Aquisição de Dados e Controle

Para cada UAC, indicar o valor referente a:

a) Relógio de Tempo Real

- resolução (ms) _____
- divergência de horários entre duas UACs do mesmo Fornecimento

(ms) _____

b) Índices de confiabilidade, em horas

- de cada módulo componente (h) _____
- MTTF para falhas globais (h) _____
- MTTF para falha individual em algum sinal de interface (h) _____
- MTTR de primeiro escalão (h) _____

c. Vida Útil do Equipamento (anos) _____

d. Desempenho

- resolução da seqüência de eventos na mesma UAC (ms) _____
- resolução da seqüência de eventos entre duas UACs distintas (ms) _____

17.8.2 Dados dos Componentes Principais

- a) Apresentar um diagrama esquemático dos circuitos de controle do regulador, com informações básicas para o projeto da fiação externa ref. _____
- b) Descrever o tipo das fibras ópticas, tipo dos cabos de fibras ópticas, e seus acessórios a serem fornecidos tais como caixas de emendas, conectores ópticos etc. ref. _____



PARTE 13: EQUIPAMENTO 69 KV

1 . OBJETIVO

Esta seção abrange a descrição geral do fornecimento, define seus limites e as responsabilidades a serem assumidas pelo CONTRATADO para fornecer os equipamentos necessários para a implantação das Subestações de 69 kV das Usinas Hidrelétricas do Trecho III – Eixo Norte.

O fornecimento inclui projeto, fabricação, inspeção, ensaios na fábrica, embalagem para transporte, transporte da fábrica até o canteiro de obras, supervisão de montagem, testes finais de campo e comissionamento dos equipamentos a serem fornecidos completos com acessórios, peças sobressalentes, ferramentas e dispositivos especiais.

2 . EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS

2.1 Equipamentos, Materiais e Serviços Incluídos no Fornecimento

2.1.1 Subestação de 69kV da Usina Hidrelétrica Salgados I

Conforme diagrama unifilar nº EN.B/III. DS.EL.0006 página 133 do caderno de desenhos.

- Três disjuntores, tripolares, 72kV, 1250 A, 31,5 kA, a gás SF₆ ou sopro de ar, com operação pneumática, mecânica e/ou hidráulica, fornecido com todos os acessórios especificados;
- Três transformadores de corrente monofásicos, 72kV, 60 Hz, relação 300/150-5-5A, classe de precisão de proteção 10B100, de medição 0,3C50, fornecidos com todos os acessórios especificados;
- Três transformadores de corrente monofásicos, 72kV, 60 Hz, relação 600/300-5-5A, classe de precisão de proteção 10B100, de medição 0,3C50, fornecidos com todos os acessórios especificados;
- Dois seccionadores tripolares, motorizados, com lâmina de terra, abertura central, 72kV, 1250A, fornecido com todos os acessórios especificados;
- Seis transformadores de potencial monofásicos, 72kV, 60 Hz, relação 69000-115/115V, classe de precisão de proteção 0,6P100, de medição 0,3P75, fornecidos com todos os acessórios especificados;
- Nove Pára-raios (considerado os pára-raios junto ao transformador elevador), monofásicos, tipo estação, uso externo, de óxido de zinco, tensão nominal 60kV, fornecidos completos com todos os acessórios especificados;
- Um conjunto de estruturas suportes em aço ou concreto para os pórticos de entrada, pórtico para usina, barramentos e para todos os equipamentos;
- Oito conjuntos de ferragens para fixação do cabo guarda (inclusive com fornecimento do cabo guarda);
- Doze cadeias de isoladores de 69kV completas com ferragens para cabo 336,4 MCM (inclusive com fornecimento do cabo).

O fornecimento do transformador elevador faz parte da especificação técnica de transformadores.

2.1.2 Subestação de 69kV da Usina Hidrelétrica Salgados II

Conforme diagrama unifilar nº EN.B/III.DS.EL.0014 página 149 do caderno de desenhos.

- Um disjuntor, tripolar, 72kV, 1250 A, 31,5 kA, a gás SF₆ ou sopro de ar, com operação pneumática, mecânica e/ou hidráulica, fornecido com todos os acessórios especificados;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Três transformadores de corrente monofásicos, 72kV, 60 Hz, relação 300/150-5-5A, classe de precisão de proteção 10B100, de medição 0,3C50, fornecidos com todos os acessórios especificados;
- Um seccionador tripolar, motorizado, com lâmina de terra, abertura central, 72kV, 1250A, fornecido com todos os acessórios especificados;
- Três transformadores de potencial monofásicos, 72kV, 60 Hz, relação 69000-115/115V, classe de precisão de proteção 0,6P100, de medição 0,3P75, fornecidos com todos os acessórios especificados;
- Seis Pára-raios (considerado os pára-raios junto ao transformador elevador), monofásicos, tipo estação, uso externo, de óxido de zinco, tensão nominal 60kV, fornecidos completos com todos os acessórios especificados;
- Um conjunto de estruturas suportes em aço ou concreto para o pórtico de entrada, suportes do cabo guarda e para todos os equipamentos;
- Três conjuntos de ferragens para fixação do cabo guarda (inclusive com fornecimento do cabo guarda).

O fornecimento do transformador elevador faz parte da especificação técnica de transformadores.

2.1.3 Conectores Instalados nos Terminais de Alta Tensão

Todos os equipamentos deverão ser fornecidos com conectores nos terminais de alta tensão.

2.1.4 Embalagem e transporte

O fornecimento inclui às embalagens e os serviços de transporte de todos os equipamentos, materiais e acessórios, a partir dos respectivos locais de origem, no Brasil ou no exterior, até o local da Obra.

2.1.5 Documentação

O fornecimento inclui o conjunto de desenhos, catálogos, manuais e demais documentos técnicos que caracterizam o fornecimento.

2.1.6 Ensaios

O fornecimento inclui a execução, às custas do CONTRATADO, dos ensaios conforme especificado, em fábrica e/ou laboratório independente.

2.2 Equipamentos, Materiais e Serviços Excluídos do Fornecimento

- Fundações e bases de concreto;
- Todas as interligações elétricas e respectivos eletrodutos externo ao equipamento;
- Cabo de aterramento dos equipamentos.

3 . DOCUMENTOS PARA APROVAÇÃO

O CONTRATADO deverá enviar para aprovação os desenhos e outros documentos com dados técnicos aplicáveis a seu Fornecimento, incluindo mas não se limitando aos a seguir relacionados:

- Cronograma de Documentos - Uma lista completa de todos os desenhos, dados técnicos e documentos de projeto, por título e número, que o CONTRATADO irá fornecer, com as respectivas datas de entrega. Este cronograma deverá seguir padrão a ser definido pela CONTRATANTE, deverá ter espaço adequado para registrar o histórico de cada documento.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Lista de Documentos - Documentos com número próprio, na qual deverão estar relacionados todos os Desenhos, Procedimentos e Ensaios, Relatórios de Ensaios e Manuais de Instruções, com os respectivos números e títulos;
- Cronograma de Fabricação e Fornecimento - Documento mostrando as diversas etapas de fabricação, incluindo o provisionamento e ensaios;
- Desenhos de Arranjo Geral - Desenhos de Conjunto, indicando a relação dos componentes, materiais e acessórios do equipamento principal, contendo todos os elementos necessários ao projeto da instalação, montagem e a manutenção, tais como, massas, dimensões, dados para fixação, alturas recomendadas, esforços limites, etc.
- Diagramas Elétricos - Desenhos contendo todos os dados relativos a parte elétrica do equipamento, tais como, esquemático das ligações internas e externas, esquemas de fiação, características dos componentes, etc.
- Relatórios de Ensaios - Documento contendo pelo menos a relação dos ensaios realizados, a quantidade e o número de série dos equipamentos ensaiados. O relatório propriamente dito, deverá fornecer além dos resultados todos os dados necessários para a análise, interpretação e avaliação de cada ensaio.
- Desenhos de Transporte - Desenhos indicando a massa, dimensões máximas externas, centro de gravidade, pontos de içamento, recomendações e cuidados especiais para cada peça isolada ou embalagem a ser utilizada durante o transporte.
- Manual de Controle e Garantia da Qualidade - O CONTRATADO deverá preparar e submeter à aprovação um Manual de Controle de Qualidade, que deverá cobrir todas as atividades que implicarão na qualidade final e desempenho do Fornecimento, conforme diretrizes da norma ISO 9001.
- Manual de Montagem, Manutenção e Operação - O CONTRATADO deverá preparar e submeter à aprovação um Manual de Montagem, Manutenção e Operação contendo todas as informações necessárias para a montagem, manutenção e operação do Fornecimento no campo. Este documento será considerado como único e final, válido para a montagem, manutenção e operação do Fornecimento.
- *Data Book* - Caderno de ocorrências durante a fabricação, montagem e ensaios de cada equipamento, com todos os seus detalhes, principalmente relatórios de ensaios em fábrica e respectivos *data sheet*.

4 . COOPERAÇÃO DO CONTRATADO COM TERCEIROS

O CONTRATADO deverá cooperar durante o projeto, a fabricação e a montagem na Obra, com os fornecedores de outros equipamentos e com a empresa projetista da usina hidrelétrica para que o projeto e a montagem sejam concluídos a contento e no prazo previsto.

O CONTRATADO deverá cooperar no intercâmbio de todos os desenhos, dimensões, gabaritos e outras informações necessárias para garantir a completa coordenação do projeto, arranjo, fabricação e fornecimento de todas as conexões e equipamentos correlatos.

5 . NORMAS TÉCNICAS

5.1 Objetivo

Esta seção lista as normas técnicas, aplicáveis ao projeto, materiais, fabricação e ensaios dos equipamentos, objeto do Fornecimento.

Sempre que houver divergência entre os valores estipulados nestas Especificações Técnicas e Normas, os valores especificados prevalecem sobre aqueles recomendados nas Normas.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

5.2 Normas

A relação de normas a seguir deve ser considerada como requisito geral, não abrangendo exaustivamente todos os materiais a serem empregados. O uso de materiais com características e qualidades diferentes daquelas aqui definidas para as respectivas aplicações poderá, a critério da CONTRATANTE, ser aprovado ou não.

- ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Onde as Normas da ABNT forem omissas ou inexistentes, serão aceitas as normas apropriadas e recentes da:

- ANSI - American National Standards Institute;
- DIN - Deutsche Institut für Normung;
- EIA - Electronics Industries Association;
- IEC - International Electrotechnical Commission;
- NEMA - National Electrical Manufacturers Association;
- VDE - Verband Deutscher Elektrotechniker;
- IEEE - Institute of Electrical and Electronic Engineers;
- UL - Underwriters Laboratories Inc.;
- NEC - National Electrical Code;
- OSHA - Occupational Safety and Health Act.

6 . REQUISITOS TÉCNICOS

6.1 Objetivo

Estas Especificações Técnicas fixam os requisitos técnicos para o projeto, fabricação dos equipamentos objeto desse fornecimento.

6.2 Condições de Serviço

As condições de serviço são normais para equipamentos ao tempo, de acordo com as Normas IEC 517 e IEC 694.

6.3 Condições Ambientais

As subestações serão construídas em locais, onde a altitude é inferior a 1.000 m em clima temperado. A temperatura média anual é de 24°C, sendo que as temperaturas mínima e máxima são 0°C e 40°C, respectivamente.

A umidade relativa do ar pode alcançar valores de até 90% durante certos períodos do ano. A velocidade máxima do vento é de 126 km/h a temperatura de 15°C.

A chuva não é bem distribuída durante o ano. A área de maior incidência pluviométrica registra uma média anual de 800mm.

As condições climáticas locais são favoráveis à corrosão e à formação de fungos; o CONTRATADO deverá tomar cuidados especiais, tais como pintura adequada e aquecedores onde se fizer necessário.

6.4 Materiais

Todos os materiais deverão ser da melhor qualidade técnica, isentos de defeitos e imperfeições, novos e de fabricação recente. Os materiais não especificamente descritos deverão ser os mais apropriados para os fins a que se destinam e deverão atender as últimas Especificações



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

aplicáveis da American Society for Testing and Materials (ASTM) ou outras Normas equivalentes aprovadas.

Todos os materiais, peças e montagem das mesmas, a serem utilizados no fornecimento, salvo onde especificados em contrário, deverão ser ensaiados de conformidade com as exigências das Normas aplicáveis da ABNT, ANSI, IEC, NEMA ou ASTM, ou com o melhor e mais moderno método técnico aprovado para o tipo e classe específicos do serviço.

6.5 Qualidade de Execução

A execução deverá ser da mais alta qualidade e de acordo com a melhor e mais moderna prática de fabricação de equipamentos de alta qualidade, independentemente de quaisquer omissões das presentes Especificações Técnicas. Deverá haver o maior grau possível de intercambiabilidade entre as peças.

A usinagem das peças substituíveis deverá ser rigorosa e segundo as dimensões especificadas de modo que as substituições feitas de acordo com os desenhos possam ser prontamente efetuadas.

As peças a serem soldadas deverão ser cortadas rigorosamente no tamanho adequado, suas arestas aparadas, cortadas a maçarico ou usinadas, de modo a satisfazer o tipo de soldadura exigido e a permitir a penetração da solda.

As peças a serem soldadas deverão estar isentas de ferrugem, graxa ou outros materiais estranhos, a uma distância de 50 mm das arestas preparadas para a solda. Todas as soldas deverão ser executadas pelo método do arco elétrico, de acordo com a Standard Qualification Procedure da AWS, ou Norma equivalente aprovada, e todos os soldadores designados para o serviço deverão estar devidamente qualificados de acordo com a AWS ou Norma equivalente.

6.6 Intercambiabilidade

Todos os equipamentos de mesmo tipo e valores nominais deverão ser física e eletricamente intercambiáveis. Sempre que possível pequenas partes e dispositivos, deverão ser de projeto idêntico, assim como, mutuamente intercambiáveis e substituíveis.

6.7 Fontes Auxiliares Disponíveis

São disponíveis para o que for necessário as seguintes tensões, com respectivas faixas de variação nos terminais do equipamento.

- a) 380 VCA, 60 Hz, sistema trifásico estrela aterrado, fornecido com uma variação de tensão de 342 a 418 V, para acionamento de motores.
- b) 220 VCA, 60 Hz, monofásico, fase-terra, fornecido com uma variação de tensão de mais ou menos 10%, para alimentação de aquecimento e iluminação interna e eventualmente, tomadas.
- c) 125 VCC, não aterrado, com as seguintes faixas de variação de tensão:
 - Circuitos de fechamento, controle e alarme: 90 - 140 VCC.
 - Circuitos de abertura: 90 - 140 VCC.

O CONTRATADO deverá fornecer todos os dispositivos necessários para proteger e garantir o perfeito funcionamento dos equipamentos elétricos e eletrônicos contra interferências e surtos de tensão que possam ocorrer nas alimentações fornecidas pela CONTRATANTE.

Deverá ser levado em conta que, sob determinadas condições de serviço, durante curto espaço de tempo, tais como durante a partida de grandes motores, as tensões especificadas podem atingir valores abaixo dos acima especificados.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

6.8 Características Técnicas dos Equipamentos

6.8.1 Disjuntores 72 kV

Número de pólos.....	3
Tensão Nominal do equipamento, fase-fase (kV-eficaz)	72,5

Nível de isolamento nominal:

Tensão suportável nominal de impulso atmosférico (kV-crista).....	350
Tensão suportável nominal a frequência industrial durante 1 (um) minuto, a seco e sob chuva (kV-eficaz).....	140
Frequência nominal (Hz).....	60
Corrente nominal (A-eficaz)	1250

Corrente de interrupção nominal em curto-circuito:

Componente de corrente alternada (corrente nominal de curto-circuito)(kA-eficaz)	31,5
Componente de corrente contínua (%)	40
Fator de primeiro polo	1,5
Corrente de estabelecimento nominal em curto-circuito (kA-crista)	80
Duração nominal do curto-circuito (s).....	1
Seqüência de operação nominal	0-0,3s-CO-3min-CO
Tempo de interrupção nominal (ciclo).....	3

6.8.2 Transformadores de Corrente 72 kV

Tensões nominais:

– Tensão nominal (fase-fase, kV-eficaz):.....	69,0
– Tensão máxima de operação contínua (fase-fase, kV-eficaz):.....	72,5
Frequência nominal (Hz):.....	60
Neutro do sistema:	Estrela efetivamente aterrado
Polaridade:.....	subtrativa

Níveis de isolamento nominal:

– Tensão suportável a impulso atmosférico (kV-crista):	
Onda plena:	350
Onda cortada, 3 (três) microseg:	385
– Tensão suportável, 60 Hz, 1 (um) minuto a seco e sob chuva (kV-eficaz):.....	140
– Tensão suportável, 60 Hz, 1 (um) minuto entre o enrolamento secundário e a terra e entre os enrolamentos secundários (kV-eficaz):.....	2,5
Nível máximo de descargas parciais internas a tensão fase-terra de 46 kV-eficaz (pC):.....	10

Correntes nominais:

– Corrente mecânica de curta duração (kA-crista):	100
– Corrente térmica de curta duração, 1(um) segundo (kA-eficaz):.....	40



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Fator térmico para todos os enrolamentos para temperatura ambiente de 40 °C:..... 1,2

Números de enrolamentos secundários (um em cada núcleo):

- Proteção:..... 1
- Medição: 1

Relações nominais de corrente:

- Proteção: conforme item 1.1
- Medição: conforme item 1.1

Classe de exatidão (ABNT):

- Proteção (em todas as relações): 10B100
- Medição (em todas as relações): 0,3C50

Fator de Sobrecorrente:..... 20

Outros requisitos:

- Esforço Horizontal no topo do transformador e normal ao eixo do isolador (cantilever)(N):2000
- Esforço horizontal normal ao terminal do transformador(N): 1400
- Esforço vertical no terminal do transformador(N): 1000
- Terminais de alta tensão com conector: 4 furos NEMA
- Distância de escoamento(mm/kV): 23
- Cor da porcelana: marrom
- Elevação de temperatura acima da temperatura ambiente de 40 °C, nos pontos abaixo relacionados, com corrente máxima contínua de 1,3 In:
 - Óleo (°C): 55
 - Ponto mais quente (°C): 65
 - Enrolamentos (°C): 55

6.8.3 Secionador 72 kV

Tensões nominais:

- Tensão nominal (fase-fase, kV-eficaz):..... 69,0
- Tensão máxima de operação contínua (fase-fase, kV-eficaz): 72,5

Frequência nominal (Hz):..... 60

Níveis de isolamento nominal:

- Tensão suportável de impulso atmosférico, a seco (1,2 x 50 microseg):
 - Fechada, para a terra (kV-crista): 325
 - Entre contatos abertos (kV-crista): 375
- Tensão suportável à frequência industrial, 1 (um) minuto a seco e sob chuva::
 - Fechada, para a terra (kV-eficaz): 140
 - Entre contatos abertos (kV-eficaz): 160



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Tensão suportável, 60 Hz, 1 (um) minuto a seco e sob chuva (kV-eficaz):..... 140
- Tensão suportável, 60 Hz, 1 (um) minuto dos circuitos auxiliares e de controle (kV-eficaz): 2,5

Correntes nominais:

- Corrente Nominal (A - eficaz):..... 1250
 - Corrente suportável de curta duração Lâminas principais (kA-eficaz):..... 25
 - Corrente suportável de curta duração, Lâminas de aterramento (kA-eficaz): 25
 - Corrente suportável de crista Lâminas principais (kA-eficaz): 63
 - Corrente suportável de crista, Lâminas de aterramento (kA-eficaz): 63
- Duração admissível de curto-circuito (segundos):..... 1

6.8.4 Transformadores de Potencial 72 kV

Tensões nominais:

- Tensão nominal (fase-fase, kV-eficaz):..... 69,0
- Tensão máxima de operação contínua (fase-fase, kV-eficaz):..... 72,5

Freqüência nominal (Hz):..... 60

Neutro do sistema: Estrela efetivamente aterrado

Polaridade:subtrativa

Ligação do enrolamento primário: fase-terra

Níveis de isolamento nominal:

- Tensão suportável a impulso atmosférico (kV-crista):
 - Onda plena: 350
 - Onda cortada, 3 (três) microseg: 385
 - Tensão suportável, 60 Hz, 1 (um) minuto a seco e sob chuva (kV-eficaz):..... 140
 - Tensão suportável, 60 Hz, 1 (um) minuto entre o enrolamento secundário e a terra e entre os enrolamentos secundários (kV-eficaz):..... 2,5
- Nível máximo de descargas parciais internas a tensão fase-terra de 46 kV-eficaz (pC):..... 10

Correntes nominais:

- Corrente mecânica de curta duração (kA-crista): 100
- Corrente térmica de curta duração, 1(um) segundo (kA-eficaz):..... 40

Números de enrolamentos secundários (um em cada núcleo):

- Proteção:..... 1
 - Medição: 1
- Ligação dos enrolamentos secundários: estrela aterrado

Relações nominais de tensão:

- Proteção:69000-115V
- Medição:69000-115V



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Classe de exatidão e cargas nominais:

- Enrolamento de proteção:.....0,6P100
- Enrolamento de medição:0,3P75

As classes de exatidão acima devem ser mantidas para:

- Variação de tensão de 90% a 110% da tensão nominal do sistema;
- Para tensões inferiores a 90% (até 5%) o TPI deve atender a classe de exatidão definida;
- Variação de frequência:
 - Para enrolamento de proteção mais ou menos 1,8 Hz;
 - Para enrolamento de medição mais ou menos 0,6 Hz;
- Variação de temperatura de - 10 C a + 40 C;
- Variação da carga de 0 (zero) ao valor nominal especificado acima e fator de potência 0,85 (indutivo).

Fator nominal de tensão (Norma IEC public. 186):..... 1,5/30seg

Fator de potência (% à 20 °C): 1

Outros requisitos:

- Esforço Horizontal no topo do transformador e normal ao eixo do isolador (cantilever)(N):2000
- Esforço horizontal normal ao terminal do transformador(N): 1400
- Esforço vertical no terminal do transformador(N): 1000
- Terminais de alta tensão com conector: 4 furos NEMA
- Distância de escoamento(mm/kV): 23
- Cor da porcelana: marrom
- Elevação de temperatura acima da temperatura ambiente de 40 °C, nos pontos abaixo relacionados, com corrente máxima contínua de 1,3 In:
 - Óleo (°C): 55
 - Ponto mais quente (°C):..... 65
 - Enrolamentos (°C): 55

6.8.5 Pára-Raios ZnO 60 kV

- Tipo ZnO sem gap
- Tensão máxima de operação contínua (fase-neutro, kV-eficaz): 41
- Tensão nominal do pára-raios (kV-eficaz): 60
- Corrente nominal de descarga (kA): 10
- Frequência nominal (Hz):..... 60
- Máxima tensão residual para frente de onda de 1x(2-20) s (kV-crista): 240
- Tensão residual a corrente de descarga nominal (máxima) (kV-crista):..... 154
- Tensão residual (máxima) para impulso de manobra (2 kA, kV-crista): 134
- Sobretensão temporária suportável durante 10 segundos (kV-eficaz): 72



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Capacidade de absorção de energia mínima (kJ/kV):	7,8
Classe de descarga de longa duração: (IEC 99-4):	3
Corrente suportável de impulso de alta intensidade (kA-crista):.....	100
Corrente suportável de alívio de pressão:	
Componente da corrente alternada da corrente de alta intensidade (kA-crista):.....	60
Corrente de baixa intensidade (A-eficaz):	700
Características Elétricas - Porcelana	
Tensão suportável de impulso atmosférico nominal (kV-crista):	350
Tensão suportável de frequência industrial nominal, a seco, e sob chuva, 1 (um) minuto (kV-eficaz):	140
Distância mínima de escoamento(mm/kV):	23
Descargas Parciais (pC):	10

6.9 Proteção Contra Corrosão

Os equipamentos a serem fornecidos segundo estas especificações deverão receber um dos seguintes tratamentos:

- Pintura
- Galvanização
- Galvanização e Pintura

O CONTRATADO deverá estabelecer em sua proposta qual dos tratamentos especificados, será utilizado em cada parte metálica de seu equipamento e o processo utilizado.

Os equipamentos para instalação externa quando pintados deverão ser, na cor cinza claro, notação Munsell N6.5.

6.10 Instruções para Embalagem e Transporte

6.10.1 Geral

As embalagens deverão ser suficientes para proteger o conteúdo de danos durante o transporte do local de fabricação até depois da chegada ao local da obra, em condições que envolvam bastante movimentação, transbordo, trânsito por estradas não pavimentadas, armazenamento prolongado, exposição a umidade e a possibilidade de roubo. Essa embalagem deverá estar de acordo com os requisitos mínimos descritos abaixo sem a eles se limitar necessariamente. O CONTRATADO deverá usar seu próprio critério quanto à adequação das exigências solicitadas, sendo o único responsável pela entrega do fornecimento em bom estado e ordem.

6.10.2 Procedimentos para embalagem e transporte

- a) As caixas, engradados e estrados deverão ser construídos de modo adequado às necessidades do embarque, e cintados com fita de aço, *nylon* ou similar. A madeira usada deverá ser de bitola adequada a carga, isenta de falhas e bem seca.
- b) equipamento pesado e/ou suas partes, quando não dispuserem de alças próprias para suspensão ou estas não forem utilizadas, deverão ser colocados e aparafusados sobre estrado devidamente reforçado para suportar e evitar empenos nas peças. Os equipamento para instalação ao tempo, poderão ser embalados em engradados ou caixas abertas.
- c) Os itens deverão ser separados e embarcados em fardos com até 6 (seis) metros de comprimento.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- d) A massa de cada fardo não deverá ultrapassar 1.500 kg e sempre que praticável as extremidades deverão ser protegidas.
- e) Todos os materiais de pequenas dimensões, suscetíveis de extravio, tais como: parafusos, pinos, arruelas, etc., e materiais sujeitos a serem dobrados, riscados ou de qualquer outra forma avariados serão simplesmente acondicionados em caixotes. Cada caixote deverá conter somente material de um único tipo e exibir na parte externa, marcação que identifique o tipo e quantidade do material ali contido.
- f) As porcas deverão vir atarraxadas nos respectivos parafusos.
- g) No caso de mercadorias suscetíveis a danos causados pela umidade, deverão ser usados revestimentos impermeáveis em forma de sacos ou invólucros selados com adesivo impermeável. Deverá ser providenciada proteção adequada mediante um absorvente de umidade como silica-gel, que não danifique os mecanismos. Estes procedimentos são obrigatórios e imprescindíveis no caso de haver transporte marítimo.

Deverá ser dada proteção especial as peças frágeis que deverão ser embrulhadas em almofadas crepe-celulósicas ou em outro material de igual eficiência e colocadas entre palha de madeira ou isopor. Estes itens deverão ser embalados em caixotes de madeira, reforçados com precauções especiais contra o risco de quebra.

6.11 Características Construtivas dos Equipamentos

6.11.1 Disjuntores 72 kV

a) Geral

Esta seção fixa os requisitos para o projeto e fabricação dos disjuntores, tipo gás SF₆, com mecanismo de operação pneumático, mecânico, hidráulico ou gás dinâmico controlados eletricamente.

Deverão ser fornecidos sistemas completos com todos os itens necessários para operação satisfatória dos disjuntores individualmente deverão ser fornecidos, incluindo, mas não se limitando ao seguinte:

- Disjuntor completo, com bases, estruturas de suporte (exceto bases de concreto), terminais e mecanismos de operação.
- Sistemas completos gás SF₆ inclusive tubulações, válvulas e controles.
- Instrumentação, manômetros e outros dispositivos para supervisão da pressão no sistema de gás SF₆.
- Um armário de comando e controle central para cada disjuntor, com todos os dispositivos elétricos necessários neles montados inclusive, fiação para interligação e as necessárias réguas de terminais.
- Fiação para ligação entre pólos, armários ou polo-armários do mesmo disjuntor, fornecidos com terminais devidamente identificados.
- Todas as peças necessárias a uma instalação operativa e completa do disjuntor tais como, terminais, conectores de aterramento, equipamentos de comando e controle e outros dispositivos mesmo que não especificamente aqui mencionados.

b) Arranjo e Estrutura do Disjuntor

O disjuntor deverá ser fornecido com uma estrutura suporte de aço adequada para montagem sobre uma base de concreto.

Os disjuntores deverão observar um espaço de acesso entre fases, para manutenção.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Nos pontos onde os elementos de ligação entre fases estiverem acima do solo, é preferível que os mesmos estejam localizados a uma altura mínima de 2.5 metros acima do nível da base do disjuntor onde este se apóia na base de concreto.

As estruturas a serem fornecidas com os disjuntores deverão ser tal que, a parte energizada mais próxima do solo, esteja a uma altura em relação à base de concreto, de pelo menos 2.5 metros, para os disjuntores de 72 kV.

As caixas de terminais e armários deverão ser montadas de tal modo que sejam facilmente acessíveis do solo, com segurança e, sem a desenergização de qualquer equipamento de alta tensão. Caso contrário estruturas para acesso do solo deverão ser fornecidas com o disjuntor. Estas facilidades deverão ser estendidas aos manômetros, contadores de operação, etc.

Toda a soldagem deverá ser conforme os códigos, especificações e recomendações mais recentes da American Welding Society. Todas as soldas deverão estar adequadamente livres de tensões.

A estrutura inteira do disjuntor deverá ser projetada e construída de modo a suportar com segurança as forças de operação mecânica e de curto-circuito que poderão ser aplicadas à mesma, com a inclusão da força correspondente a velocidade máxima do vento.

c) Contatos Principais

Os contatos deverão ser projetados para terem capacidade térmica e de corrente adequada para o trabalho especificado, e para terem uma expectativa de vida de tal forma que não se tornem necessárias substituições freqüentes devido a queima excessiva. Providências deverão ser tomadas para a rápida dissipação do calor gerado pelo arco, na abertura.

Qualquer dispositivo com função de limitação de corrente, amortecimento de oscilações, prevenção de reacendimento do arco antes da interrupção completa do circuito, ou de limitação de sobretensões no fechamento, deverá ter uma expectativa de vida comparável aquela do disjuntor como um todo.

d) Limitações de Temperatura

Os disjuntores deverão ser projetados de tal forma que, quando operados dentro de suas características nominais, a temperatura de cada parte fique limitada a valores consistentes com uma vida longa para os materiais empregados. As temperaturas não deverão exceder aquelas relacionadas nas Normas ABNT ou IEC aplicáveis.

e) Distâncias Elétricas Mínimas

As partes energizadas expostas deverão corresponder a distâncias compatíveis com os requisitos do National Electrical Safety Code, ANSI C2, aplicáveis ao nível de isolamento especificado.

f) Isolação do Disjuntor

O disjuntor deverá ser livre de reacendimento e tal que na ocorrência de tensões de 60 Hz e de impulso suficientemente elevados para causar descargas, estas deverão ocorrer externamente, e não internamente para terra ou de algum modo através de um polo aberto. Isto se aplica a descargas "estáticas" e "dinâmicas" definidas como segue:

- Uma "descarga estática" é a que ocorre com o disjuntor aberto ou fechado, não tendo o mesmo, pouco antes, interrompido nenhuma corrente, e sem a ocorrência de gases quentes na câmara de interrupção.
- Uma "descarga dinâmica" é a que ocorre imediatamente após o disjuntor ter interrompido uma corrente.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

A coordenação de isolamento, conforme necessária, deverá ser obtida sem a necessidade de centelhadores externos, pára-raios ou outros dispositivos similares.

g) Terminais de Linha, Conectores de Terra e Anéis de Equalização

Cada disjuntor deverá ser fornecido com terminais de saída tipo barra chata com quatro ou 9 (nove) furos NEMA, na posição horizontal próprios para conectores de alumínio.

Os disjuntores deverão ser fornecidos com conectores terminais a serem definidos no projeto executivo.

Onde forem requeridas conexões de cobre com alumínio, as mesmas deverão ser projetadas adequadamente de modo que seja assegurada que qualquer deterioração destas conexões seja mínima e fique restrita a partes não condutoras de corrente ou que não estejam submetidas a esforços.

Os terminais dos disjuntores deverão suportar esforços estáticos de 500N no sentido vertical e 650 N no sentido horizontal (transversal ou longitudinal), respectivamente.

Conectores de aterramento e acessórios para o aterramento do disjuntor estão incluídos no escopo do fornecimento. As estruturas de suporte para cada polo deverão ser providas com duas conexões de aterramento, localizadas em lados opostos. Cada conexão de aterramento deverá ser equipada com um conector terminal de bronze, tipo grampo, fixado com pelo menos dois parafusos. Estes conectores deverão ser adequados para cabo trançado de cobre de 70 mm² (2/0 AWG) até 120 mm² (4/0 AWG).

h) Envolitórios e Suportes de Porcelana

Todos os envoltórios e suportes de porcelana correspondentes aos disjuntores de mesmos valores nominais de tensão e corrente deverão ser intercambiáveis.

Todos os envoltórios de porcelana deverão ser projetados de tal forma que seja evitado esforço em qualquer parte devido a variações de temperatura. Deverão ser previstos meios adequados para compensar as deflexões do condutor e de outras partes condutoras de corrente, resultantes de sobrecargas ou de transitórios.

Toda a porcelana utilizada deverá ser fabricada pelo processo úmido e deverá ser homogênea, livre de laminações, cavidades e de outros defeitos, devendo ser bem vitrificada e impermeável a umidade. O envernizamento deverá ser isento de imperfeições tais como bolhas ou queimaduras. A cor do verniz deverá ser marrom.

Todas as partes dos envoltórios e suportes de porcelana montados, que possam de alguma forma ficar expostos a atmosfera, deverão ser compostas de materiais totalmente não higroscópicos, tais como metal ou porcelana vitrificada.

As porcelanas deverão ter uma distância de escoamento externa mínima de 20 mm/kV nominal do disjuntor.

i) Armários de Controle e Caixas de Terminais

- Geral

Caixas terminais e armários de controle deverão ser equipados com uma tampa ou porta removível, a prova de pó e de tempo. Deverão ser fornecidas portas com dobradiças suficientemente fortes, compatíveis com a massa a ser movimentada. Um olhal ou outro dispositivo adequado deverá ser provido para um cadeado.

Todas as superfícies com gaxetas deverão ser planas, retas e reforçadas, para minimizar distorções e possibilitar uma vedação hermética.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Todas as caixas de terminais e armários de controle, deverão ser projetados para a entrada de conduites na parte inferior dos mesmos através de conexões a prova de pó e de tempo.

Os armários deverão ser fabricados de modo a permitir que os indicadores de posição, contadores de operação, manômetros, etc., neles instalados, sejam facilmente visíveis do solo, mesmo com as portas fechadas.

- Réguas de Terminais e Fiação

Toda a fiação de comando, controle e sinalização deverá ser levada até uma régua de terminais do tipo olhal e parafuso passante, pronto para conexão externa. As réguas de terminais deverão ser providas com pelo menos 10 (dez) por cento de terminais reserva.

Os terminais para conexão externa deverão ser previstos para cabos de cobre, seção mínima 2,5 mm². Poderão ser necessários alguns terminais para cabos de seção maior, principalmente os de alimentação de CC, os quais serão informados por ocasião da aprovação dos Desenhos.

Toda fiação do disjuntor inclusive fiação entre armários e/ou armários-polos, mesmo que executados no campo, deverá ser de condutores de cobre, tipo flexível, seção mínima de 1,5 mm², fornecidos com terminais tipo olhal e devidamente identificados. Não será permitida a utilização de terminais tipo pino.

Toda ligação a equipamento externo deverá acabar em blocos terminais montados dentro dos quadros localizados de tal modo que possa ser feita uma fiação estética e ordenada. Deverão ser previstos meios para formação e apoio dos cabos de entrada, desde o ponto de entrada até os blocos terminais.

- Aquecedores, Lâmpadas e Tomadas do Armário

Deverão ser fornecidos aquecedores de ambiente montados em todos os armários do mecanismo de operação e armários de comando e controle. Todos os aquecedores deverão ser especificados para 380 V e operados em 220 VCA monofásicos.

Os aquecedores deverão ser instalados na parte de potência do armário. As fiações de alimentação dos aquecedores, quando próximo dos mesmos, deverão ter isolamento térmica compatível para que não haja deterioração do seu isolamento.

Deverão ser fornecidas em cada armário de comando e controle uma tomada bipolar e pelo menos uma lâmpada instalada com interruptores de porta. As tomadas deverão ter valores nominais de 15 Amperes e 220 VCA devendo ser adequadas para conectores de pino redondo e achatado.

j) Mecanismo de Operação e Controles

- Geral

O mecanismo de operação deverá consistir de dispositivos de acionamento mecânico, hidráulico, pneumático ou gás dinâmico, comandados eletricamente e montados dentro de um armário de chapa de aço espessura não inferior a 2,5 mm (nº 12 MSG) para as estruturas e a 1,9 mm (nº 14 MSG) para as chapas internas e externas, a prova de pó e de tempo. O grau de proteção deverá ser no mínimo IP-54, conforme norma NBR-6146.. O armário deverá possuir pelo menos uma porta de acesso com dobradiças, gaxetas e um olhal ou outro dispositivo adequado para um cadeado.

Cada mecanismo de operação deverá ser projetado para o ciclo de trabalho especificado e todas as articulações deverão ser construídas com materiais resistentes a corrosão de modo que seja assegurada a operação sem falhas.

Todos os mancais que requerem lubrificação periódica deverão ser providos de dispositivos de lubrificação adequados. Quando for recomendada a substituição periódica de vedação, o



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

alojamento dos mancais deverá ser projetado, de forma que seja facilitada sua desmontagem antes da referida substituição.

O mecanismo deverá ser resistente, rígido, sem a necessidade de reapertos ou ajustes críticos, e deverá ser facilmente acessível para manutenção. O projeto deverá ser tal que 10 (dez) operações rápidas e sucessivas de fechamento e abertura não produzam sobreaquecimento dos enrolamentos dos motores ou de outros dispositivos elétricos.

O mecanismo de operação deverá garantir abertura livre, tanto elétrica como mecanicamente, devendo possuir dispositivo de anti-bombeamento.

- Controle e Supervisão

Sistemas Elétricos

Os circuitos de abertura e fechamento deverão ser projetados de maneira a possibilitar o uso de chaves de contato momentâneo e botões de pressão sem risco de operação incompleta do disjuntor. Os componentes dos circuitos deverão ser previstos para energização contínua durante um período de 5 (cinco) minutos.

As bobinas de comando e controle deverão ser de tensão nominal 125 VCC devendo ser capazes de operar dentro da faixa de tensões especificada nesta Especificação.

As referidas bobinas deverão ser projetadas de tal modo que não se sobreaqueçam durante 10 (dez) operações rápidas e sucessivas de fechamento e abertura.

A corrente total requerida para cada circuito de abertura e fechamento não deverá exceder 15 (quinze) Amperes em 125 VCC (5 Amperes por bobina). Os valores das correntes de abertura e fechamento deverão ser claramente indicados na Proposta e nos relatórios de ensaio certificados.

Uma chave seccionadora bipolar deverá ser fornecida para cada circuito de abertura. O circuito de fechamento deverá ser fornecido com um disjuntor de caixa moldada.

Deverá ser fornecido 1 (um) relé de falta de tensão corrente contínua, para cada circuito de abertura, com 2 (dois) contatos normalmente fechados (NF) de alarmes disponíveis. Quando operado, este relé deverá bloquear o fechamento do disjuntor.

O circuito de controle deverá ser provido de um sistema de discordância de pólos (dispositivo 48), temporizado para proteção contra abertura e/ou fechamento incompleto do disjuntor. Os relés temporizados deverão ser utilizados para alarme e energização do relé auxiliar (dispositivo 62X), que deverá ser fornecido com 6 (seis) contatos normalmente abertos para desligamento. Uma vez operado, este dispositivo somente deverá ser desenergizado pela ação do operador, através de botoeira provida de chave.

Deverão ser fornecidos 2 (dois) botões de pressão, identificados por "FECHAR" e "ABRIR", para o comando e controle local do disjuntor. O circuito de fechamento local deverá ser projetado de tal modo que sua operação possa ser bloqueada pelo circuito externo "permissão para operar". O botão de pressão de abertura local deverá ser fornecido com 2 (dois) contatos independentes.

Deverão ser fornecidos 2 (dois) relés auxiliares, cada qual com 3 (três) contatos normalmente abertos e 1 (um) normalmente fechado, para multiplicar os sinais de abertura e fechamento manuais locais. Estas informações serão usadas em circuitos externos ao disjuntor.

O circuito de fechamento deverá ser projetado de forma tal que os dispositivos de anti-bombeamento permaneçam energizados após o fechamento do disjuntor, enquanto o comando de fechamento estiver acionado.

Deverá ser fornecida uma chave identificada por "LOCAL-REMOTO" para a seleção do comando e controle local ou remoto.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Cada polo de disjuntor deverá ser fornecido com uma chave auxiliar que possua um total de 20 (vinte) contatos reversíveis monopolares independentes, com capacidade de corrente nominal em regime contínuo não menor do que 10 Amperes em 125 VCC, e capacidade de interrupção compatíveis com os elementos de controle. A referida chave auxiliar deverá ser montada na fábrica com 10 (dez) contatos normalmente fechados.

Deverá ser fornecido um sistema para supervisão da continuidade do circuito de abertura, com indicação local e remota.

Sistemas de Pressão

Deverá ser fornecido um sistema de comando, controle e supervisão gás SF₆ com a inclusão de todos os alarmes, manômetros, intertravamentos, pressostatos e outros dispositivos necessários.

O Fornecedor deverá definir os ajustes das chaves de pressão, as quais deverão ser do tipo temperatura compensada.

O sistema de operação deverá ser provido (se aplicável) de todas as válvulas de verificação, de segurança e de drenagem de cada parte, devendo ser providas válvulas de fechamento para permitir o isolamento e remoção do compressor, bomba, reservatório e outros equipamentos durante a manutenção sem a necessidade do alívio de pressão do ar, líquido ou gás armazenado.

As válvulas deverão ser de bronze resistente a corrosão ou de aço inoxidável. As partes não metálicas das válvulas, com a inclusão da embalagem, deverão ser de materiais cuja deterioração com o tempo seja mínima, evitando a excessiva manutenção.

Todas as tubulações de líquido, ar e gás, deverão ter resistência compatível com as pressões e sobrepressões de operação. Todas as tubulações deverão ser equipadas com uniões suficientes para possibilitar a fácil remoção das válvulas e a desconexão das referidas tubulações de todos os componentes principais.

Todos os recipientes e reservatórios sob pressão de gás SF₆, óleo ou outros deverão ser fabricados, protegidos e ensaiados de acordo com as exigências correspondentes da ASME-Code For Unfired Pressure Vessels. Cada recipiente deverá ser lacrado ou certificado por um Inspetor autorizado.

Cada recipiente sob pressão ou grupo de recipientes ligados por um coletor comum deverão ser providos com contatos de alarme de pressão, adequados para a utilização em circuitos de 125 VCC. Em qualquer caso não deverá haver menos do que um conjunto de contatos de alarme para cada disjuntor.

Sistema de Acionamento

Deverá ser fornecido um sistema de comando, controle e supervisão do gás SF₆, nitrogênio e/ou óleo hidráulico, com inclusão de todos os alarmes, manômetros (se aplicáveis), intertravamentos e dispositivos necessários para a realização do seguinte:

- Alarme por baixa pressão do gás SF₆, óleo hidráulico e/ou nitrogênio – 1º Estágio.
- Abertura automática do disjuntor caso a pressão do gás SF₆, óleo hidráulico e/ou nitrogênio atinja valor imediatamente superior a pressão mínima de operação – 2º Estágio.
- Bloqueio do disjuntor caso a pressão do gás SF₆, óleo hidráulico e/ou nitrogênio atinja o valor mínimo de operação – 3º Estágio.

NOTA: No caso de bloqueio e/ou abertura automática, deverá ser previsto 2 (dois) contatos para sinalização remota.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Ocorrendo simultaneamente queda de tensão de alimentação e baixa pressão no sistema de acionamento, deverá ser previsto um dispositivo que impeça a abertura lenta dos contatos.

À CONTRATADA fica facultada a proposição de alternativas, correspondentes as suas normas de projeto, para que sejam satisfeitos os requisitos de supervisão de pressão, com a condição de que seja apresentada uma plena justificativa e uma descrição detalhada da operação.

- Requisitos para os Disjuntores a Gás SF₆

Geral

Os disjuntores a gás SF₆ deverão ser de pressão única de SF₆, em circuito fechado.

Estes disjuntores a gás deverão ser dimensionados de tal modo que a capacidade de isolamento nominal plena seja mantida mesmo se a pressão do gás dentro dos interruptores cair até a pressão atmosférica.

Sistema de Comando e Controle do Gás

O sistema de gás deverá ser tal que a densidade correta do gás seja mantida.

A verificação da pressão interna e o abastecimento de gás deverá ser possível sem a interrupção do serviço.

Deverá ser fornecido material absorvente para os produtos de decomposição do gás.

Deverão ser fornecidas válvulas de enchimento e chaves de pressão de tal modo que a pressão de gás possa ser restabelecida com o disjuntor em serviço.

Supervisão de Pressão

Deverá ser fornecido um sistema de controle e supervisão o gás SF₆, com inclusão de todos os alarmes, pressostatos, intertravamentos e dispositivos necessários para realização do seguinte: Com o disjuntor na posição aberta ou fechada e a pressão do gás tendo caído a um valor pré-determinado, deverá ser acionado um sistema de alarme.

Com o disjuntor na posição aberta ou fechada e com a pressão do gás tendo atingido valor ligeiramente superior a sua capacidade de interrupção, o disjuntor deverá ficar bloqueado na posição que estiver, mas com opção de abertura automática. Dois (02) contatos deverão ser previstos para sinalização remota.

Características do Gás SF₆

- Geral

Deverá ser fornecida uma quantidade suficiente de gás SF₆, mais dez (10) por cento, para enchimento de cada disjuntor, incluindo todos seus acessórios tais como tubulações, tanques e bombas deste fornecimento.

As características do gás SF₆ deverão ser conforme os requisitos da Publicação IEC 376, em sua última edição e complementos adicionais.

A concentração de impurezas máxima permissível por isso, deverá ser como abaixo relacionado:

CF4	0,05%
O ₂ + N ₂ , ar	0,05%
Água.....	15 ppm
Acidez (HF).....	3,0 ppm
Fluoretos hidrolisáveis (HF).....	1,0 ppm
Óleo	isento



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Deverão ser fornecidas quatro (4) cópias dos relatórios de ensaios certificados, juntamente com o gás embarcado, provando que as características são compatíveis com as exigências especificadas.

k) Óleo ou gás para Sistemas Hidráulicos de Operação

Deverá ser fornecida a quantidade necessária de óleo ou gás para os mecanismos de operação mais 25%.

Os tipos de óleo ou gás para estes mecanismos deverão ser facilmente encontrados no mercado nacional.

l) Acessórios

Cada Disjuntor deverá ser fornecido, no mínimo, com os seguintes acessórios:

- Contadores de operação.
- Indicador de posição.

m) Placas de Identificação

Placas de Identificação de aço inoxidável, bronze fundido ou latão não sujeito a corrosão deverão ser instaladas em todos os equipamentos. Elas deverão ser gravadas ou cunhadas em Português e deverão conter todas as informações aplicáveis, abaixo especificadas, juntamente com qualquer outra informação relevante que possa ser necessária.

Cada disjuntor deverá estar equipado com Placa de Identificação, contendo, no mínimo, as seguintes informações:

- Nome ou marca registrada do Fabricante.
- Tipo e número de modelo do Fabricante.
- Número de série do Fabricante.
- Ano de fabricação.
- Número de identificação do livro de instrução.
- Tensão nominal.
- Frequência nominal.
- Corrente nominal.
- Nível de isolamento nominal (Tensão suportável de impulso atmosférico e a frequência industrial).
- Capacidade nominal de interrupção.
- Tempo de interrupção nominal.
- Massa por polo ou massa total.
- Seqüência nominal de operações.

Cada mecanismo de operação deverá ser equipado com placa de identificação que deverá ser provida com, pelo menos, as seguintes informações:

- Nome ou marca registrada do Fabricante.
- Tipo ou número de modelo do Fabricante.
- Ano de fabricação.
- Número de identificação do livro de instrução.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Pressões de operação normais (máxima e mínima).
- Tensão e frequência de alimentação dos dispositivos auxiliares CA (faixa de tensão).
- Ajustes dos pressostatos de comando e controle dos compressores (pressões de abertura e fechamento).
- Bobinas de abertura (tensão nominal, faixa de variação da tensão, corrente nominal e potência).
- Bobinas de fechamento (tensão nominal, faixa de variação da tensão, corrente nominal e potência).
- Diagrama de fiação de comando e controle (número do diagrama).

6.11.2 Transformadores de Corrente 72 kV

a) Geral

Estas Especificações Técnicas fixam os requisitos técnicos para o projeto e fabricação dos transformadores de corrente objeto desse fornecimento.

b) Detalhes Gerais de Construção

O conjunto formado pelo equipamento e acessórios deverá ser totalmente auto-suportável para uso externo e apropriado para montagem vertical, sobre um suporte tipo pedestal.

Os transformadores de corrente deverão ser de construção tal que o tanque de aço soldado e a cobertura sejam completamente selados, contra contaminação e a infiltração de umidade.

A placa de base deverá ser fornecida com os furos dos parafusos, para montagem do transformador de corrente na posição vertical. O conjunto completo, incluindo-se a porcelana e todas as outras conexões e acessórios, deverão formar um invólucro selado, capaz de sustentar a pressão total desenvolvida dentro do invólucro, acima ou abaixo da pressão atmosférica, em condições específicas de operação e de temperatura ambiente.

Os transformadores hermeticamente selados deverão ser do tipo de pressão variável ou do tipo de pressão constante.

- Os transformadores do tipo de pressão variável deverão ser imersos em gás ou óleo e não deverão empregar respiradouros, membranas ou fole de qualquer tipo.
- Os transformadores do tipo pressão constante deverão ser hermeticamente selados e completamente imersos em óleo isolante e deverão empregar um fole de metal para manter uma pressão interna relativamente constante.

Cada transformador imerso em óleo deverá ser fornecido com válvula para drenagem e enchimento completo do invólucro e amostragem do óleo do fundo externo do invólucro e um indicador de nível de óleo legível, ao nível do chão, para indicar o nível apropriado do óleo.

Cada transformador imerso em gás deverá ser fornecido com medidor de pressão, com compensação de temperatura e com meios adequados de amostragem, retirada e reabastecimento do gás. Este medidor de pressão deverá ser legível do chão e completo, com um par de contatos, para operar um alarme remoto (fornecido por terceiros) no evento de baixa pressão do gás. Uma válvula deverá também ser fornecida, de forma que o medidor de pressão possa ser isolado do sistema.

O CONTRATADO deverá indicar se o equipamento oferecido inclui ou não um dispositivo de alívio de pressão, a fim de evitar a formação de uma pressão explosiva dentro da porcelana, no evento de um defeito interno. Justificar caso não seja utilizado.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Cada transformador de corrente com primário formado por mais de uma espira deverá ser provido com um protetor derivação no primário ou *gap*, para proteger adequadamente o enrolamento, dos efeitos de surtos. Caso o primário do transformador de corrente consistir de uma espira única, esta será fornecida com um protetor derivação ou *gap*, ou ser capaz de suportar 3 (três) aplicações de uma onda de corrente de 10.000 amperes $10 \times 20 \mu s$ aplicada nos terminais. Caso o primário do transformador de corrente seja do tipo barra reta, nenhum protetor, ensaios de *gap* ou surto deverão ser requeridos. Onde os *gaps* forem fornecidos, estes deverão ser de construção resistente e acessíveis para manutenção.

A polaridade de todos os enrolamentos deverá ser claramente marcada no transformador e em todos os desenhos e diagramas, incluindo placas de identificação.

Os núcleos e as bobinas deverão ser fabricados e montados de acordo com as mais modernas técnicas e os materiais empregados deverão ser da melhor qualidade e do tipo mais indicado para uso no equipamento especificado.

Os núcleos deverão ser a prova de fadiga e deverão ter alta permeabilidade e baixa perda por histerese. As laminações deverão ser adequadamente isoladas e montadas de forma a minimizar as perdas.

As bobinas deverão ser submetidas a um processo aprovado de secagem. O líquido, compound ou verniz empregado deverá proteger totalmente a isolação da ação do ar e da umidade.

c) Invólucro de Porcelana

Todas as buchas ou invólucros de porcelana deverão preencher os requisitos aplicáveis das mais recentes normas C57.13 e C76.1 da ANSI.

A porcelana empregada deverá ser fabricada por processo úmido e deverá ser homogênea, isenta de laminações, cavidades e outras falhas, ser bem vitrificada e impermeável à umidade. A vitrificação deverá ser uniforme na cor e isenta de bolhas, queimaduras e outros defeitos.

Todas as partes de um invólucro de porcelana montado, a menos das vedações, que poderão ser de qualquer forma expostas à atmosfera, deverão ser compostas de material completamente não-higroscópico, tais como o metal ou porcelana vitrificada.

A porcelana deverá ser formada, de preferência, em uma peça. Caso empregue-se a porcelana seccionada para obter-se o NBI especificado, as seções deverão ser ligadas por meio de acessórios de metal vedado e aparafusado. Juntas cimentadas não são aceitáveis.

Toda a porcelana deverá ser projetada e construída para estar em compressão durante todo o tempo, exceto nos esforços associados com as pressões internas de operação do ar ou gás.

Cada invólucro de porcelana deverá ser projetado, de forma que não haja esforço indevido de quaisquer partes, ocasionadas por mudanças de temperatura, e com meios adequados para acomodar a expansão ou deflexão dos condutores e partes transmissoras de corrente, resultantes das condições de sobrecarga ou transitória.

d) Caixas Terminais

As caixas terminais deverão ser fabricadas de aço, com espessura não inferior a 1,9 mm (nº 14 MSG).

As caixas terminais deverão ser providas com uma cobertura ou porta a prova de tempo e a prova de poeira. Um ferrolho ou outro dispositivo adequado deverá ser fornecido para uso com um cadeado.

Todas as caixas terminais deverão ser projetadas, para a entrada de conduites no fundo da caixa. As caixas deverão ser projetadas com amplo espaçamento, a fim de evitar interferência entre a fiação que entra, na parte de baixo e os acessórios montados próximos à caixa.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Todas as entradas para os conduites deverão ser furadas no campo, por terceiros. A caixa deverá ser fornecida com uma chapa no piso, removível, acessível e com vedação para este propósito.

As caixas terminais deverão ser montadas na caixa do transformador e deverão ser acessíveis do chão, com segurança, sem desenergizar quaisquer dos equipamentos de alta tensão.

Uma barra de terra ou parafuso de terra ou alça de terra adequada deverá ser incluída dentro da caixa terminal, com finalidade de aterramento.

e) Terminais de Alta Tensão

Cada transformador de corrente deverá ser fornecido com terminais apropriados a conectores de alumínio.

Os conectores serão definidos por ocasião do projeto executivo.

Onde forem requeridas conexões de cobre com alumínio, as mesmas deverão ser projetadas adequadamente, de modo que seja assegurado que qualquer deterioração destas conexões seja mínima e fique restrita às partes não condutoras de corrente ou que não estejam submetidas a esforços.

f) Ligações à Terra

Um terminal de cobre, provido de um conector de bronze deverá ser fornecido em cada base ou tanque. O conector deverá ser apropriado para cabo de cobre de bitola variando 70 mm² a 120 mm.

g) Terminais de Baixa Tensão

Todos os enrolamentos secundários dos equipamentos deverão ser levados, através de buchas com conexões sem solda, às réguas terminais, embutidas em caixas à prova d'água.

As réguas terminais das caixas terminais deverão possuir dispositivos para que seus terminais se auto-curto-circuitem quando da desconexão da carga.

h) Óleo

O óleo deverá ser de base naftênica e atender a norma CNP-18/85 tipo A do Conselho Nacional do Petróleo.

O óleo deverá ser do tipo mineral e livre de inibidores.

O óleo deverá ser do tipo facilmente encontrado no Brasil.

O Fabricante deverá informar na proposta as características físicas, químicas e elétricas.

i) Esforços

O transformador de corrente deverá suportar uma carga aplicada (Cantilever) no topo do equipamento e normal ao eixo do isolador de porcelana correspondente de 2000N.

O terminal de alta tensão do TC deverá suportar uma carga vertical de 1000N.

O terminal de alta tensão do TC deverá suportar uma carga horizontal de 1400N.

j) Ferroressonância

Deverão ser fornecidos dispositivos para garantir o seguinte desempenho quanto a ferroressonância:

- Com 120% da tensão nominal e carga próxima de zero, decorridos dez ciclos da frequência nominal após a aplicação e remoção repentina de curto-circuito nos terminais secundários, a crista da tensão secundária não deverá desviar-se mais que 10% do seu valor imediatamente anterior à aplicação do curto-circuito.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Com 150% da tensão nominal e carga próxima de zero, após aplicação e remoção repentina de curto-circuito nos terminais secundários, a ferroressonância não deverá ser sustentada por mais de 2 segundos.

k) Acessórios

Cada Transformador de Corrente deverá ser fornecido, no mínimo, com os seguintes acessórios:

- Olhais ou alças para içamento vertical do transformador de corrente com óleo e completamente montado.
- Caixa terminal individual.
- Dispositivos para enchimento, e para drenagem dos compartimentos em que houver óleo.
- Dispositivo de leitura do nível do óleo.
- Dispositivo de alívio de pressão.
- Câmara de expansão do óleo no topo da bucha.
- Protetor derivação no primário ou *gap*, caso requerido pelo projeto.

l) Placas de identificação

Placas de Identificação de aço inoxidável, bronze fundido ou latão não sujeito a corrosão deverão ser instaladas em todos os equipamentos. Elas deverão ser gravadas ou cunhadas em Português e deverão conter todas as informações aplicáveis, abaixo especificadas, juntamente com qualquer outra informação relevante que possa ser necessária.

Cada transformador de corrente deverá ter uma placa de identificação que contenha, no mínimo, as informações relacionadas abaixo:

- A expressão "Transformador de Corrente"
- Nome ou marca registrada do Fabricante.
- Tipo ou modelo do Fabricante.
- Número de série do Fabricante.
- Ano de fabricação.
- Número de identificação do livro de instrução.
- Norma tipo especificação, e ano de sua edição.
- Para uso interno ou externo.
- Diagrama dos enrolamentos, com marcação das relações de transformação e polaridade. Indicação esquemática do número de núcleos magnéticos do TC, bem como os respectivos enrolamentos secundários associados.
- Relações nominais.
- Tensão máxima de operação do equipamento.
- Nível de isolamento.
- Frequência nominal.
- Classe de exatidão e carga nominal de cada enrolamento.
- Fator térmico nominal.
- Massa total.
- Massa e tipo de óleo isolante.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Corrente suportável nominal de curta duração e tempo de duração.
- Valor de crista nominal da corrente suportável.

6.11.3 Secionadores 72 kV

a) Geral

Os secionadores deverão ser tripolares, abertura no ar, instalação externa, montagem horizontal, com operação motorizada ou manual em grupo. As Especificações Técnicas são aplicáveis ao seguinte tipo construtivo de secionador:

- secionador de operação horizontal, motorizado, com lâmina de terra, instalação sobre estrutura, constituído por duas (02) colunas isolantes, sendo as duas colunas móveis, suportes dos contatos móveis, tipo AC da Norma NBR-6935. Nesta e demais seções desta especificação será designado por secionador de ABERTURA CENTRAL;

Os secionadores deverão ser fornecidos completos com bases de aço, para o mecanismo motorizado, um motor, intertravamentos elétrico e mecânico, conectores de terra e todos os outros acessórios necessários para operação adequada, incluindo os parafusos para montagem em estruturas de concreto fornecidas por terceiros.

- secionador de operação horizontal, manual, instalação sobre estrutura, constituído por duas (02) colunas isolantes, sendo as duas colunas móveis, suportes dos contatos móveis, tipo AC da Norma NBR-6935. Nesta e demais seções desta especificação será designado por secionador de ABERTURA CENTRAL;

Os secionadores deverão ser fornecidos completos, intertravamentos elétrico e mecânico, conectores de terra e todos os outros acessórios necessários para operação adequada, incluindo os parafusos para montagem em estruturas de concreto fornecidas por terceiros.

b) Projeto Físico

Cada base do secionador deverá constituir-se de uma estrutura ou conjunto de aço estrutural, de resistência adequada, a fim de fornecer um suporte rígido. Cada base individual de polo do secionador deverá ter dois ou quatro olhais de içamento nas extremidades opostas, equidistantes do centro de gravidade do polo completo do secionador e de resistência suficiente, para suspender o polo completo do secionador. As bases de todos os secionadores deverão ter parafusos de nivelamento, para ajuste das lâminas e dos contatos.

O projeto dos secionadores deverá fornecer um controle positivo da lâmina, em todas as posições, com esforço mecânico mínimo nos isoladores.

Todos os secionadores deverão ser projetadas de tal forma que as lâminas de aterramento, possam ser prontamente acrescentadas.

Todas as partes dos secionadores deverão ser projetadas, para suportar esforços mecânicos, devido as correntes nominais suportáveis de crista e de curta duração, de magnitudes especificadas e velocidade do vento, simultaneamente, como especificado.

O projeto do secionador não deverá resultar no indevido esforço das colunas de isoladores, a fim de assegurar a pressão adequada do contato na posição fechada.

c) Contatos Principais

Os contatos dos secionadores deverão ser usinados e auto- alinháveis.

A pressão do contato deverá ser aumentada e liberada por um movimento longitudinal ou rotativo, ou ambos, da lâmina ou hastes. Outras maneiras podem ser consideradas, para o aumento e liberação da pressão do contato, nos contatos principais, desde que sejam fornecidas



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

com a proposta suficientes informações do projeto, com finalidade de determinar sua aceitabilidade.

Os contatos deverão ser auto-alinháveis, porém, deverão ser de tal forma projetados, para que a ação da limpeza não cause arranhão ou abrasão nocivos a superfície do contato. A ação de limpeza deverá ser suficiente para remover qualquer camada de óxido, que venha a se formar. Os contatos deverão ser feitos de elementos sólidos, de prata, de pelo menos um milímetro de espessura. Os contatos revestidos de prata pelo processo eletrolítico são aceitáveis.

Os contatos deverão ser projetados e fabricados de forma a transportarem a corrente nominal, em operação contínua, ao longo dos anos, sem sobre-aquecimento. A elevação máxima de temperatura dos contatos sobre 40 °C de temperatura ambiente, na corrente nominal, deverá ser de acordo com a Tabela 10 da Norma NBR 6935 JAN/1985.

O projeto dos contatos deverá ser tal que as forças magnéticas, durante as correntes nominais suportáveis de crista e de curta duração, não tendam a abrir o seccionador.

d) Lâminas de Aterramento

As lâminas de aterramento, fornecidas, deverão ter a mesma capacidade de corrente nominais suportáveis de crista e de curta duração que a lâminas principais.

As lâminas de aterramento deverão ter a mesma qualidade de material e acabamento que as lâminas principais. Os contatos da lâmina de aterramento deverão ser usinados com precisão e ser auto-alinháveis. Os contatos deverão ser auto-limpáveis para remover qualquer camada de óxido que venha a se formar, porém projetados de forma que a ação não causará arranhão ou abrasão nocivos a superfície do contato.

Os contatos deverão ser projetados de forma que as forças magnéticas durante as correntes suportáveis de crista e de curta duração não tendam a abrir a lâmina.

As lâminas de aterramento devem preferencialmente operar em um plano paralelo definido pelo polo completo do seccionador, porém lâminas de operação perpendicular são aceitáveis.

Cada lâmina de aterramento do seccionador deverá ser provida de uma extensão para ligar a lâmina de aterramento à terra. A cordoalha de cobre ou cordoalhas deverão ter a mesma capacidade de correntes nominais suportáveis de crista e de curta duração, conforme especificado para a lâmina de aterramento. Uma das extremidades da cordoalha de cobre flexível deverá ser presa com segurança a lâmina de aterramento perto da articulação. A outra extremidade da cordoalha flexível ou cordoalhas deverá ser presa na base do seccionador.

e) Requisitos de Corona

Os contornos das partes metálicas deverão ser tais que eliminem as áreas de alta concentração do fluxo eletrostático. Todas as superfícies deverão ser lisas sem pontas de projeção ou irregularidades que possam causar corona.

f) Capacidade de Interrupção para Corrente de Intensidade Desprezível

Os contatos principais de todos os seccionadores deverão ser capazes de interromper a corrente de magnetização do transformador de força ou de um sistema de barras bastante extenso, ao qual podem estar ligados transformadores de instrumento, transformadores de potencial capacitivos e outros elementos, que contribuem para um acréscimo da corrente de intensidade desprezível.

O Proponente deverá incluir na sua proposta, a informação sobre a capacidade de interrupção da corrente de carga de seus seccionadores.

g) Terminais de Alta Tensão e Conectores de Aterramento



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Cada seccionador deverá ser fornecido com terminais do tipo barra chata, com 4 ou 9 furos, padrão NEMA, espessura de 16 a 20 mm, adequados para instalação de conectores de alumínio. Cada terminal deverá suportar esforços de 300 N na vertical e 500 N na horizontal, conforme normas IEC e ABNT.

Os tipos de conectores a serem fornecidos serão especificados no projeto executivo.

A base de cada polo, de cada seccionador, deverá ser fornecida com um conector terminal de bronze, tipo grampo, próprios para cabos de cobre trançado de 70 a 120 mm², localizado na extremidade e fixado a base do polo com pelo menos dois parafusos.

h) Isoladores

As colunas de sustentação deverão ser fornecidas para todos os seccionadores. Cada coluna de sustentação deverá consistir de unidades, tipo isolador cilíndrico de núcleo sólido, (ANSI C29.9 1971), aparafusadas juntas para formar uma coluna. As unidades tipo isolador multicone ou núcleo sólido (IEC 273/168) são aceitáveis. Os isoladores deverão ser feitos por um Fabricante reconhecido, de primeira classe e suas possibilidades de intercâmbio deverão ser indicadas na proposta, fornecendo o tipo e o número do catálogo.

A distância mínima de escoamento é de 20 mm/kV nominal.

A cor da porcelana deverá ser marrom.

i) Requisitos Dielétricos

Os seccionadores montados deverão ser de tal forma projetados que a tensão suportável das partes vivas para a terra, com as lâminas principais na posição aberta ou fechada e as lâminas de aterramento totalmente abertas, não seja menor do que a tensão suportável a impulso atmosférico das colunas de isoladores especificada.

As partes energizadas expostas deverão ter espaçamentos compatíveis com as características dielétricas especificadas.

O *gap* aberto entre a extremidade de uma lâmina de aterramento e a parte energizada mais próxima, durante qualquer porção do percurso da lâmina de aterramento, deverá ser tal que suporte a tensão suportável a frequência industrial, a seco e sob chuva conforme especificado.

O uso de *gaps* de proteção não é permitido.

j) Mecanismo de Operação

Cada seccionador deverá ser completo, tripolar, movimento simples, operação simultânea tripolar. Esta operação simultânea tripolar poderá ser obtida através de um mecanismo comum de operação.

Cada seccionador deverá ser fornecido completo, com todas as engrenagens mancais, eixos de articulação, alavancas de operação, bases e acessórios para operação a motor e/ou manual. O seccionador será montado sobre uma estrutura, a uma altura a ser definida nos desenhos de arranjo da subestação.

A haste de operação vertical deverá ser do tipo torsional. O Proponente deverá fornecer todos os suportes e guarnições para as engrenagens de redução, manivelas de operação e outras partes dos seccionadores necessários para a instalação completa dos seccionadores nas estruturas de suporte.

O mecanismo deverá ser de tal forma projetado que todas as hastes, eixos, tubos, articulações, conectores, alavancas de operação e acessórios sejam capazes de transmitir o torque ou esforço inerente à operação do seccionador sem falha, distorção apreciável ou perda de movimento a fim de assegurar operação positiva e confiável e para assegurar que todas as



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

lâminas das três fases do seccionador estejam sob controle positivo e operem simultaneamente durante todo o ciclo de operação.

Cada seccionador deverá abrir ou fechar sem qualquer impacto ou vibração apreciável, deverá estar isento de qualquer solavanco ou movimentação não uniforme e não deverá ir de encontro aos limitadores de abertura e fechamento com uma força suficientemente grande para distorcer qualquer parte do mecanismo de operação. Os seccionadores deverão ser providos com um mecanismo adequado de compensação a fim de facilitar a abertura e o fechamento destes. O seccionador deverá ser projetado de forma que todo o contato e a capacidade de corrente estejam seguros de qualquer ponto dentro da tolerância máxima do deslocamento angular do mecanismo de operação, prevista pelo fabricante.

Todas as hastes ou eixos entre polos (fase-fase) deverão ter apenas os acoplamentos necessários, localizados nas extremidades. As hastes ou eixos verticais de operação deverão ser providos de guias adequadas de tubo e mancais presos as hastes de até 3 metros. Os acoplamentos tipo grampo presos as hastes ou eixos de operação deverão ser equipados com parafusos de retenção auto-travantes ou possuir parafusos com porca a fim de evitar o deslizamento das peças.

Todos os pinos das articulações, contrapinos, parafusos de retenção auto-apertáveis, parafusos de porca e arruelas de pressão deverão ser de metal resistente a corrosão tais como o bronze-silício ou aço inoxidável. Todos os orifícios nas manivelas e articulações com pinos móveis deverão ser aparafusados a fim de assegurar uma adaptação precisa. As partes metálicas com espessura de até 6,5 mm poderão ser perfuradas e aparafusadas.

Os mancais localizados na base das colunas de isoladores rotativas, deverão ser do tipo de cilindro. Os mancais base das colunas de isoladores rotativas deverão ser adequadamente protegidos do tempo a fim de evitar a entrada de poeira ou umidade. Todos os mancais deverão ser tais que, mantenham o devido alinhamento, assegurem fácil operação e sejam seguros contra corrosão ou mau funcionamento sob todas as condições de tempo e de operação. Todas as engrenagens deverão estar contidas em caixas a prova de tempo projetadas para conter o lubrificante para cobri-las. As partes que requeiram periódica lubrificação a graxa deverão ser providas de dispositivos que permitam o uso de engraxadeiras.

Todo o projeto deverá ser tal que, os esforços de cantilever ou de torção, impostos a quaisquer colunas de isoladores pela operação do seccionador, não excedam os limites conservativos de segurança das colunas.

Um dispositivo mecânico, indicando as posições "Aberto" e "Fechado" das lâminas do seccionador, deverá ser provido na extremidade mais baixa da haste vertical ou eixo de operação para as lâminas principal e de aterramento. O indicador deverá ser de metal, localizado onde possa ser facilmente visível do chão.

Todos os seccionadores deverão ser fornecidos com um mecanismo operado a motor e/ou um manual, para operação das lâminas principais. Deverá ser fornecido um mecanismo completo e independente de operação manual, para as lâminas de aterramento.

A operação manual das lâminas deverá ser realizada por meio de uma manivela ou volante de manobra, conectado a uma haste ou eixo vertical de operação, através do arranjo da caixa de engrenagem. O mecanismo de operação quando acionado a motor deverá ser projetado de forma que, durante a operação manual do seccionador, o motor ficará inoperante e deverá ser desacoplado eletricamente de forma segura.

Os operadores manuais deverão requerer uma força de até 250 N, aplicada na extremidade da manivela ou volante de manobra de operação, para as lâminas principais e de aterramento para operação efetiva do seccionador sob condições normais de operação.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

O armário de proteção da engrenagem do mecanismo de operação deverá ser feito de material resistente a corrosão. As engrenagens e os mancais, feitos de metal resistente a corrosão, deverão ser recobertos com graxa adequada tipo silicone a prova d'água, quando da montagem na Fábrica, ou deverão ser totalmente imersos em um lubrificante apropriado. As engrenagens e os mancais juntamente com o lubrificante deverão ser selados no armário, a fim de produzir um mecanismo que não requeira manutenção. A parte inferior do mecanismo, independente do tipo de lubrificante empregado, deverá ser fornecida com um orifício de drenagem e bujão.

Os limitadores de abertura e de fechamento, fornecidos no mecanismo, deverão ser ajustáveis e ser projetados de tal forma que não possam ser ultrapassados. Estes limitadores deverão ser elétricos e mecânicos. Os limitadores elétricos deverão ser independentes dos contatos auxiliares. Os limitadores mecânicos terão a função de bloquear a operação do motor na falha do limitador elétrico.

O sistema de acoplamento entre haste vertical e caixa de comando deverá ser tal que não exista a possibilidade de se efetuar o acoplamento entre eles quando se encontraram em posições opostas como, por exemplo, lâmina fechada e mecanismo operador na posição aberta.

k) Motores e Controle

O motor deverá ser do tipo indução, 60 Hz, trifásico e deverá operar corretamente com tensões entre os valores indicados no item Fontes Auxiliares Disponíveis.

Cada circuito de alimentação do motor deverá ser equipado com um disjuntor tripolar, com disparador magnético, para proteção contra curto-circuitos.

Cada alimentador de motor deverá ser fornecido com relé de falta de tensão e proteção contra perda de fase e sobrecarga. O circuito de selo dos contatores do motor deverá ser supervisionado pelo relé de sub-tensão de CA para evitar a partida automática do motor após uma perda de CA.

Uma chave seletora de controle deverá ser fornecida no armário do mecanismo de operação a fim de permitir a seleção entre a operação "Local" e "Remota". Quando a chave seletora estiver na posição "Local", todo o controle remoto do seccionador será totalmente bloqueado.

O mecanismo de operação do seccionador tripolar motorizado deverá ser fornecido com dois botões de pressão, montados no armário do mecanismo de operação, ligados ao circuito do controle e identificados com "Abrir" e "Fechar", para permitir abertura e fechamento elétrico do seccionador no local.

Um disjuntor bipolar, montado no armário do mecanismo de operação, deverá ser fornecido para proteger o circuito de controle do seccionador. Um contato da botoeira de fechamento deverá interromper o circuito da botoeira de abertura e vice-versa.

O CONTRATADO deverá prover um circuito de selo para os contatores do motor, de forma a permitir que os mesmos sejam acionados por contatos tipo momentâneo das chaves de comando (Remoto) e das botoeiras (Local).

l) Armário do Mecanismo de Operação, controle e caixas terminais

As caixas terminais e os armários de controle deverão ser feitos de aço, com espessura não inferior a 1,9 mm (nº 14 MSG).

As caixas terminais e os armários de controle deverão ser providos com uma porta removível, vedada com gaxeta, a prova de tempo e de poeira. Uma porta com articulações resistentes, adequadas, deverá ser prevista, caso sua massa seja acima de 5 quilogramas. Um ferrolho ou outro dispositivo adequado deverá ser fornecido para uso com cadeado.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

O mecanismo de controle e os controles locais deverão ser abrigados em um armário, a prova de água, equipado com uma porta removível. A porta removível deverá ser provida de um ferrolho ou dispositivo adequado, a fim de permitir o fechamento com cadeado.

Todas as superfícies vedadas com gaxeta deverão ser lisas, exatas e reforçadas, onde necessário, a fim de minimizar a distorção e fornecer uma selagem segura.

Todas as caixas terminais e armários de controle deverão ser projetados, para a entrada de conduíte da parte inferior, através de conexões a prova de tempo e de poeira. As caixas e armários deverão ser projetadas com espaçamento adequado, a fim de evitar a interferência entre a entrada e a fiação da parte inferior e quaisquer blocos terminais ou acessórios, montados na caixa ou no armário.

As entradas de tubulações deverão ser furadas no fundo da caixa ou do armário pelo CONTRATADO, a fim de receber qualquer conduíte por ele fornecido. A entrada para quaisquer outros conduítes deverá ser furada no campo por terceiros. O fundo da caixa ou do armário, onde especificado e em todos os casos onde a furação não pode ser convenientemente feita no local, deverá ser provido com uma placa removível, vedada com gaxeta, que deverá ser furada no campo para receber os conduítes.

As caixas terminais e os armários deverão ser montados, para serem prontamente acessíveis do chão e deverão ser acessíveis com segurança, sem desenergizar qualquer equipamento de alta tensão.

O armário de controle deverá ser equipado com aquecedores totalmente selados, para proteção contra umidade excessiva. Os aquecedores deverão ser operados em 220 V, corrente alternada, monofásica, mas deverão ter uma tensão nominal não inferior a 240 V. Cada aquecedor deverá ser provido de um termostato de controle e protegido por meio de um disjuntor termomagnético. Os aquecedores deverão ser instalados de modo a não causarem risco aos equipamentos ou a fiação.

Todo equipamento do mecanismo de operação a motor deverá ser ligado a um bloco terminal tipo olhal e parafuso passante sempre que possível, pronto para conexão aos circuitos externos. O bloco terminal deverá ser fornecido com terminais sobressalentes, na quantidade de pelo menos 10% do número empregado, porém não inferior a 10 terminais sobressalentes.

A tensão de controle deverá ser de 125 Volts, corrente contínua. O circuito de controle deverá ser projetado para operação local ou remota, devendo uma chave "Local-Remoto" ser prevista no armário de controle do seccionador.

m) Aterramento

Um conector tipo grampo ou tipo compressão, adequado para um condutor de cobre trançado 70 mm² a 120 mm², completo, com um condutor flexível de cobre não inferior a 70 mm², de comprimento suficiente, deverá ser fornecido, ligado à extremidade inferior da haste ou eixo vertical de operação, próximo da manivela de operação manual, para aterramento do mecanismo de operação à malha de terra.

A capacidade de condução de corrente dos condutores flexíveis de cobre não deverá ser inferior do que aquela relativa a 70 mm² de cabo de cobre nú. Uma virola, com um orifício de um centímetro de diâmetro deverá ser fornecida na extremidade livre do condutor flexível, para permitir anexação à base do seccionador. Todos os acessórios necessários para isto deverão ser fornecidos.

n) Intertravamento

O mecanismo de operação, de todos os seccionadores com lâminas de aterramento deverá incluir um arranjo de intertravamento mecânico para evitar o fechamento simultâneo das lâminas principal e de aterramento. Para se assegurar um intertravamento positivo, o mecanismo deverá



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

ser estruturalmente adequado, quando montado na estrutura proposta, a fim de resistir a força máxima que pode ser aplicada a ele pelo mecanismo de operação especificado, sendo este uma manivela de operação diretamente conectada, engrenagem atuada a manivela ou motor. Os eixos mecânicos de intertravamento deverão ser fornecidos com guias ou mancais adequados.

o) Contatos auxiliares

Cada seccionador deverá ser equipado com uma chave auxiliar com 10 contatos, independentes e monopolares, para os intertravamentos externos e indicações. Cada seccionador deverá ser montado na fábrica com 5 contatos normalmente abertos e 5 contatos normalmente fechados.

Quatro contatos auxiliares deverão ser ajustáveis no campo ($2n_a + 2n_f$) para regulação com as lâminas principais (atuação antecipada) e deverão ser completos, com todos os links de ligação e acessórios.

Os contatos auxiliares dos seccionadores deverão ser isolados, monopolares, CA e CC nominal nominal de 250 V, com uma capacidade contínua de condução de 10 A em 125Vcc e com valores nominais de interrupção de 10 A em 240 V, 3 A não indutivos em 125 Vcc e 1,5 A indutivos em 125 Vcc.

Os contatos auxiliares deverão ser instalados no armário do mecanismo de operação do motor ou em um armário separado, a prova de tempo, com três entradas de conduites de 1 1/2 polegada no fundo do armário. Quando os contatos auxiliares estão contidos em um armário separado, o armário deverá ser montado de forma que o ajuste e a manutenção das chaves auxiliares possam ser feitos diretamente do chão.

A parte móvel dos contatos auxiliares deverá ser presa ao eixo principal de operação por soldagem, pinagem ou outros meios positivos, a fim de evitar o deslizamento acidental e conseqüentemente mau ajuste dos contatos auxiliares. O ajuste de regulação do contato deverá ser realizado mudando-se a posição dos contatos estacionários. Outras configurações poderão ser analisadas mediante apresentação do sistema na proposta técnica.

Todos os contatos auxiliares do seccionador deverão ser ligados por fio ao bloco terminal para ligação aos circuitos externos.

p) Falha no Suprimento da Alimentação em CA

O controle deverá ser projetado de forma que, quando a alimentação retorna, depois de uma perda de suprimento de CA, as lâminas do seccionador deverão permanecer na posição mantida anteriormente à perda no suprimento da alimentação até ser dado um novo comando.

q) Conexões de cobre com Alumínio

Onde forem necessárias conexões de cobre com alumínio, estas deverão ser devidamente projetadas, para assegurar que qualquer deterioração da conexão seja mantida a um mínimo e restrita a porções que não conduzam corrente ou estejam sob esforços mecânicos.

r) Componentes Mecânicos

Os parafusos de porca, porcas, arruelas e pinos usados na montagem das partes não ferrosas deverão ser de bronze-silício, de acordo com a Norma ASTM-B-98-76.

As molas de compensação e de pressão de contato, que estão expostos ao tempo, deverão ser de metal resistente a corrosão, tais como bronze-silício ou aço inoxidável.

s) Placas de Identificação

Placas de Identificação de aço inoxidável, bronze fundido ou latão não sujeito à corrosão deverão ser instaladas em todos os equipamentos. Elas deverão ser gravadas ou cunhadas em Português e deverão conter todas as informações aplicáveis, abaixo especificadas, juntamente com qualquer outra informação relevante que possa ser necessária.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Cada seccionador deverá estar equipado com placas de identificação, contendo as seguintes informações:

- Nome ou marca registrada do Fabricante.
- Tipo e número de modelo do Fabricante.
- Número de série do Fabricante.
- Ano de fabricação.
- Número de identificação do livro de instrução.
- Tensão nominal.
- Tensão máxima.
- Freqüência nominal.
- Tensão suportável a impulso atmosférico.
- Tensão suportável a freqüência industrial.
- Corrente nominal.
- Corrente nominal suportável de crista.
- Corrente nominal suportável de curta duração (3 segundos).
- Duração nominal do curto-circuito.
- Carga mecânica no terminal.
- Massa por polo ou massa total.
- Tensão do circuito de controle.
- Tensão de alimentação do motor.

6.11.4 Transformadores de Potencial 72 kV

a) Geral

Estas Especificações Técnicas fixam os requisitos técnicos para o projeto e fabricação dos transformadores de potencial indutivo objeto desse fornecimento.

b) Detalhes Gerais de Construção

O conjunto formado pelo equipamento e acessórios, deverá ser auto-suportante para uso externo e apropriado para montagem vertical, sobre um suporte do tipo pedestal.

Se o enrolamento primário do transformador de potencial tiver uma tensão nominal superior a 4 kV, o transformador deverá ser contido por um recipiente de óleo, hermeticamente selado, completo com todos os dispositivos necessários para permitir o enchimento, a drenagem e amostragem do óleo no campo. Um dispositivo de indicação do nível do óleo, deverá ser fornecido para o TPI.

Os circuitos secundários cujos terminais tenham a mesma polaridade do terminal de alta tensão, deverão ser fornecidos com mini disjuntores na base do transformador de potencial indutivo. Estes disjuntores deverão ser utilizados para assegurar a continuidade de serviço de um enrolamento secundário, quando no circuito de outro enrolamento ocorrer um curto-circuito, assim como proteger o transformador de potencial indutivo e os circuitos a ele ligados, de danos durante um curto-circuito secundário.

Os transformadores de potencial indutivos deverão incluir dispositivos de alívio de pressão, para prevenir pressão excessiva dentro da porcelana, no caso de ocorrer um defeito interno, onde a



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

produção de gás é intensa. Para compensar a pressão interna, devido a variação de temperatura é permitido fornecer um tipo de câmara com nitrogênio pressurizado, desde que as juntas de vedação fiquem abaixo do nível mínimo de óleo.

Deverão ser adotadas medidas destinadas a total supressão dos efeitos de ferroressonância, bem como a ter uma boa resposta aos transitórios, tais que satisfaçam as condições dos itens 42 e 43 da publicação 186A da IEC.

c) Invólucro de Porcelana

O isolador de porcelana deverá ser um conjunto completo e uma unidade selada, capaz de ser substituída no campo, sem ocorrer desgaseificação ou remoção do líquido isolante.

O topo do tanque do transformador de potencial indutivo, com a respectiva vedação, poderá ser usado para selar o fundo do isolador de porcelana mais baixo, entretanto, o líquido isolante destes dois conjuntos deverá ser separado.

Deverão ser usados flanges de metal para interligar os isoladores de porcelana e para fixar o isolador mais baixo a base do tanque. Juntas cimentadas não são aceitáveis.

A porcelana deverá ser fabricada por processo úmido e deverá ser homogênea, livre de cavidades por laminação, defeitos, ser bem vitrificada e impermeável a umidade. A vitrificação deverá ser uniforme na cor, livre de bolhas, rebarbas e outros defeitos. A cor do verniz deverá ser marrom.

d) Caixa Terminal

A caixa terminal deverá ser fabricada em chapa de aço de bitola com espessura não inferior a 1,9 mm (nº 14 MSG).

A caixa terminal deverá ser provida com uma cobertura ou com uma porta vedada com gaxeta, a prova de tempo e a prova de pó. Um ferrolho ou outro dispositivo apropriado deverá ser fornecido para utilização com cadeado .

A caixa terminal deverá ser projetada para a entrada de conduítes pelo fundo. Nestes locais deverá ter chapa removível com vedação para furação no campo. A caixa deverá ser projetada com ampla folga, para evitar interferência entre a fiação e os acessórios montados próximos a caixa.

Uma barra de terra apropriada ou um parafuso de terra deverá ser incluído dentro das caixas terminais, com finalidade de aterramento.

e) Terminais de Alta Tensão

O transformador de potencial indutivo deverá ser fornecido com terminal chato de 4 (quatro) furos, segundo recomendações das Normas NEMA, posição vertical na sua parte superior.

O transformador de Potencial Indutivo deverá ser fornecido com conector terminal reto, em liga de Alumínio, barra chata quatro (04) furos NEMA e 01 (um) cabo de alumínio (a ser definido no projeto executivo).

O conector de alta tensão deverá ser de alumínio. Por conseguinte, onde for requerida conexão de cobre com alumínio, a mesma deverá ser projetada de modo que qualquer deterioração desta conexão seja a mínima, ou que não fique submetida a esforços.

f) Ligações à Terra

- Aterramento de TPI.

O terminal do neutro (isolação 4.000 volts, eficaz) do primário do transformador de potencial intermediário deverá ser firmemente aterrado em uma posição visível e acessível.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Aterramento da caixa de terminal.

A caixa de terminal deverá ser firmemente aterrada ao tanque do TPI.

- Aterramento do TP.

Um terminal de cobre, provido de um conector tipo grampo de bronze deverá ser fornecido no tanque do TPI, para fins de aterramento do TP. O conector deverá ser apropriado para cabo de bitola variando de 70 mm² a 120 mm². Este terminal de aterramento do TP deverá ser fornecido com 4 furos e os espaçamentos entre eles deverão estar de acordo com as normas NEMA.

Todas as interligações, exceto "Aterramento do TP", deverão ser providas pelo fabricante.

g) Terminais de Baixa Tensão

Todos os enrolamentos secundários do TP deverão ser levados através de buchas com conexões sem solda, as réguas terminais embutidas em caixas à prova de tempo, adequadas para receber cabos com terminais tipo olhal. Esta réguas terminais deverão ser identificadas com caracteres alfanuméricos.

h) Esforços

O transformador de potencial indutivo deverá suportar uma carga aplicada (Cantilever) no topo do equipamento e normal ao eixo do isolador de porcelana correspondente de 2000N.

O terminal de alta tensão do TP deverá suportar uma carga vertical de 1000N.

O terminal de alta tensão do TP deverá suportar uma carga horizontal de 1400N.

i) Óleo

O óleo isolante deverá ser de base naftênica e atender a NORMA CNP-18/85, tipo A do Conselho Nacional do Petróleo.

O óleo deverá ser do tipo mineral, livre de inibidores.

O óleo deverá ser de tipo facilmente encontrado no Brasil.

O CONTRATADO deverá informar na Proposta as características físicas, químicas e elétricas do(s) óleo(s) proposto(s).

j) Ferroressonância

Deverão ser fornecidos dispositivos para garantir o seguinte desempenho quanto a ferroressonância:

- com 120% da tensão nominal e carga próxima de zero, decorridos dez ciclos da frequência nominal após a aplicação e remoção repentina de curto-circuito nos terminais secundários, a crista da tensão secundária não deverá desviar-se mais que 10% do seu valor imediatamente anterior à aplicação do curto-circuito.
- com 150% da tensão nominal e carga próxima de zero, após aplicação e remoção repentina de curto-circuito nos terminais secundários, a ferroressonância não deverá ser sustentada por mais de 2 segundos.

k) Acessórios

O Transformador de Potencial Indutivo deverá ser fornecido, no mínimo, com os seguintes acessórios:

- Centelhador ou pára-raios para o transformador de potencial.
- Olhais ou alças para içamento.
- Caixa de terminal individual.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Dispositivos para enchimento e para drenagem dos compartimentos em que houver óleo.
- Dispositivos de leitura de nível de óleo.
- Centelhador ou pára-raios para bobina de drenagem.
- Dispositivo de alívio de pressão.
- Câmara de expansão do óleo no topo da bucha.

l) Placas de identificação

Placas de Identificação de aço inoxidável, bronze fundido ou latão não sujeito a corrosão deverão ser instaladas em todos os equipamentos. Elas deverão ser gravadas ou cunhadas em Português e deverão conter todas as informações aplicáveis, abaixo especificadas, juntamente com qualquer outra informação relevante que possa ser necessária.

A placa de identificação deverá conter, no mínimo, as seguintes informações:

- A expressão “Transformador de Potencial Indutivo”.
- Nome do Fabricante.
- Ano de fabricação.
- Número de série.
- Tipo ou modelo.
- Uso interno ou externo.
- Norma e ano de sua edição.
- Frequência nominal.
- Tensão máxima do equipamento.
- Nível de isolamento.
- Fator de sobretensão contínuo.
- Fator de sobretensão contínuo e por 30 s.
- Relações nominais
- Tensões secundárias nominais (Usec).
- Exatidão, classe e carga.
- Carga de exatidão simultânea.
- Potência térmica nominal.
- Tensão primária nominal do TPI de tensão intermediária.
- Grupo de ligação.
- Massa total (M-total).
- Massa do líquido isolante.
- Número do manual de instruções.
- Diagrama de ligação.

6.11.5 Pára-Raios ZnO 60 kV

a) Geral



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Os pára-raios deverão ser auto-suportantes tipo estação, para instalação externa e fornecidos completos com base isolante e contador de descaga.

b) Detalhes de Montagem

Os pára-raios deverão ser providos de todos os dispositivos necessários para a sua montagem vertical sobre uma estrutura de concreto.

O CONTRATADO deverá fornecer todos os conectores, isoladores, ferragens, parafusos, porcas e arruelas necessários para a instalação e/ou montagem isolada conforme requerida nas seguintes partes:

- Seções de pára-raios.
- Contador de descargas automático ou medidor de descargas.

Para o pára-raios, provido com contador de descargas, o CONTRATADO deverá fornecer uma sugestão de montagem considerando que o pára-raios deverá ser montado em estruturas com alturas que variam desde 2,25 m até 6 m. A proposta deverá incluir o fornecimento de todos os itens constantes da sugestão com as recomendações para a montagem do pára-raios e acessórios de forma adequada, de modo a garantir uma operação correta.

c) Invólucro de Porcelana

A porcelana de cada seção proporcional do pára-raios, deverá ser fabricada numa única peça, e equipada com flanges metálicos em ambos os seus extremos, para a sua vedação completa e para a conexão da mesma série com as outras seções proporcionais, para constituírem o pára-raios com as características nominais requeridas.

A porcelana utilizada deverá ser conforme a ASTM-D116-65 devendo ser porcelana homogênea obtida pelo processo úmido, deverá ter alta resistência mecânica e dielétrica, deverá ser quimicamente inerte e deverá ter alto ponto de fusão.

A superfície do invólucro de porcelana deverá ser vitrificada e envernizada na cor marron.

O envernizamento deverá ser livre de imperfeições tais como bolhas e queimaduras.

A temperatura máxima permissível na porcelana do pára-raios será projetada para alcançar até 60°C, quando em condições de operação nominais.

d) Vedação dos Invólucros

Peças fundidas de extremidade deverão ser unidas a superfície rugosa do invólucro de porcelana por meio de cimento de endurecimento rápido, mantido sob pressão contínua.

Para ser assegurada a manutenção de uma atmosfera sem umidade em torno dos componentes internos dos pára-raios, poderão ser utilizadas gaxetas de material e elasticidade adequados cuja segurança e durabilidade tenham sido comprovadas em experiências de campo.

e) Esforço de Cantilever

Os pára-raios deverão ser capazes de suportar uma carga não inferior a 1000N, aplicada no topo do terminal de alta tensão e normal ao eixo do invólucro de porcelana.

f) Distâncias

O FABRICANTE deverá informar as distâncias mínimas de segurança a serem mantidas entre os pára-raios e os dispositivos adjacentes ou superfícies e ângulos dos cones de expulsão para os dispositivos de alívio de pressão do pára-raios.

g) Base Isolante



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Cada pára-raios deverá ser isolado da estrutura de montagem, através de uma base adequada de material isolante.

h) Contador de Descargas Automático ou Medidor de Descargas

Cada pára-raios deverá ser fornecido com um contador de descargas automático para registrar o número de descargas de surto atmosférico e de manobra além de dispor de tomada ou outro meio que permita medir a corrente de escoamento dos pára-raios. O contador de descargas deverá ser provido de um visor de vidro a prova de tempo e de conectores de tipo grampo e isoladores adequados para esta montagem.

i) Terminais de Ligação

Os terminais de linha dos pára-raios deverão ser do tipo barra chata, com quatro furos NEMA na posição vertical, próprios para conectores de alumínio. Cada terminal deverá suportar o cantilever especificado.

O tipo dos conectores terminais serão fornecidos por ocasião do projeto executivo.

Onde e quando forem necessárias conexões de cobre com alumínio estas deverão ser adequadamente projetadas, para assegurar que qualquer deterioração na conexão, seja mantida a um mínimo e restrita as porções que não conduzem corrente ou sub esforços mecânicos.

Em cada acessório intermediário, tais como contador de descargas, deverão ser fornecidos os conectores necessários, para permitir uma ligação adequada entre eles.

j) Conectores de Aterramento

Na base suporte de cada pára-raios e nos terminais do contador de descargas, deverão ser fornecidos conectores do tipo terminal aparafusado, com pelo menos dois furos para fixação, adequado para cabo de cobre nu bitola de 70 mm² a 120 mm².

k) Facilidades de Alívio de Pressão

O sistema de alívio de pressão deverá ter a capacidade suficiente para eliminar a sobrepressão através de exaustores em cada seção de pára-raios sem danificar a porcelana ainda para as piores correntes de descarga bem como para correntes baixas de falta que provoquem um aumento de pressão gradativa excessiva no seu interior. O Fabricante deverá explicar em detalhes o comportamento do sistema de alívio de pressão, incluindo a forma de reconhecer que o dispositivo operou e qual é o procedimento de manutenção, ou indicar que é recomendada sua imediata substituição.

l) Acessórios

Cada pára-raios deverá ser fornecido, no mínimo, com os seguintes acessórios:

- Contador de descargas com terminais e conectores.
- Base isolante suporte, com terminal de terra e conector.

m) Placa de identificação

Placas de Identificação de aço inoxidável, bronze fundido ou latão não sujeito a corrosão deverão ser instaladas em todos os pára-raios. Elas deverão ser gravadas ou cunhadas em Português e deverão conter todas as informações aplicáveis, abaixo especificadas, juntamente com qualquer outra informação relevante que possa ser necessária.

Cada seção proporcional e pára-raios completos deverá ter uma placa de identificação que contenha, no mínimo, as informações relacionadas abaixo:

- Nome ou marca registrada do Fabricante.
- Tipo e número de modelo do Fabricante.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Número de série do Fabricante.
- Ano de fabricação.
- Número de identificação do livro de instrução.
- Tensão nominal.
- Freqüência nominal.
- Tensão de operação contínua
- Tensão residual correspondente a corrente de descarga nominal
- Momento de cantilever na base.
- Massa do pára-raios completamente montado com acessórios
- Tensão de referência
- Corrente de referência.

7 . INSPEÇÃO E ENSAIOS DOS EQUIPAMENTOS

7.1 Geral

Os equipamentos de 69kV, deverão ser submetidos aos ensaios de rotina e de tipo como requerido nesta Especificação Técnica.

O custo dos ensaios de rotina e aqueles de tipo em que o CONTRATADO não tenha relatórios de ensaios como requerido, deverão ser incluídos no preço dos equipamentos.

Todos os equipamentos a serem fornecidos deverão estar de acordo com todos os requisitos de ensaios e valores especificados, comprovados pelos relatórios certificados de ensaios de tipo, referentes a ensaios atuais realizados em equipamentos de mesmo projeto, características nominais, material e tecnologia. Caso contrário, o CONTRATADO deverá realizar os ensaios faltantes sem custo adicional.

Os dados de ensaio deverão ser completos e acompanhados da indicação dos desenhos que possam servir de referência aos mesmos e das datas de execução dos ensaios correspondentes.

7.2 Ensaios de Tipo

Um equipamento de cada tipo, completamente montado, inclusive com seus acessórios e opcionais, deverá ser submetido aos ensaios de tipo.

Nota: Se o CONTRATADO apresentar os relatórios de ensaios de tipo como descritos, em modelo semelhante, a realização destes ensaios será dispensada.

7.3 Ensaios de Rotina nos Disjuntores

Os seguintes ensaios de rotina serão realizados na fábrica, em todos os disjuntores a serem fornecidos, serão realizados de acordo com a Norma ABNT-NBR-7118 e/ou IEC-56.

- Ensaio de tensão suportável à freqüência industrial, a seco, no circuito principal;
- Ensaio de tensão suportável nos circuitos de comando e controle e circuitos auxiliares;
- Medição das resistências ôhmicas do circuito principal;
- Ensaio de funcionamento mecânico;
- Verificações gerais;
- Aderência e espessura da pintura (1 unidade);



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Ensaio de grau de proteções dos armários de comando e controle. Os armários a serem fornecidos, deverão ser submetidos aos ensaios de grau de proteção, conforme Norma NBR 6146.

7.4 Ensaios de Rotina nos Transformadores de Corrente

Os seguintes ensaios de rotina serão realizados na fábrica, em todos os Transformadores de Corrente a serem fornecidos, serão realizados de acordo com a Norma NBR 6856 e 6821 e ANSI C57.13.

- Visual;
- Dimensional;
- Ensaio de descargas parciais internas;
- Ensaio de potencial aplicado ao primário;
- Ensaio de potencial aplicado ao secundário;
- Ensaio de potencial induzido;
- Ensaio de estanqueidade;

Todos os transformadores de corrente completamente montados, incluindo as coberturas, buchas, superfícies seladas por gaxetas e suportadas por flanges e com todos os demais elementos devidamente posicionados, deverão suportar uma pressão de óleo ou de ar de 0,07 MPa na superfície do óleo, durante um período de 1:00 h.

- Ensaio de polaridade;
- Ensaio de medição de resistência dos enrolamentos;
- Ensaio de medição do isolamento;
- Ensaio de fator de potência do isolamento;
- Ensaio de exatidão;
- Levantamento das curvas de saturação para os núcleos de proteção;
- Aderência e espessura da pintura (1 unidade);
- Ensaio de grau de proteções dos armários de comando e controle. Os armários a serem fornecidos, deverão ser submetidos aos ensaios de grau de proteção, conforme Norma NBR 6146.

7.5 Ensaios de Rotina nos Secionadores

Os seguintes ensaios de rotina serão realizados na fábrica, em todos os seccionadores a serem fornecidos, serão realizados de acordo com a Norma NBR 6935/1985.

- Ensaio de tensão suportável a frequência industrial, a seco, no circuito principal;
- Ensaio de tensão aplicada nos circuitos auxiliares e de controle;
- Medição da resistência do circuito principal;
- Ensaio de operação mecânica;
- Aderência e espessura da pintura (1 unidade);
- Ensaio de grau de proteções dos armários de comando e controle. Os armários a serem fornecidos, deverão ser submetidos aos ensaios de grau de proteção, conforme Norma NBR 6146.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Após a montagem do seccionador, deverá ser medido o tempo de ajuste efetuado por 1 (um) técnico especializado, o qual não deverá ser superior a 5 (cinco) horas. O tempo e outros detalhes específicos do ajuste deverão constar no relatório de inspeção.

Os ensaios de tensão aplicada nos circuitos auxiliares e de controle e medição da resistência do circuito principal deverão ser realizados em todas as unidades, enquanto que os ensaios de tensão suportável a frequência industrial a seco, no circuito principal e operação mecânica, deverão ser executados em 1 seccionador de cada tipo a ser fornecido. Nos ensaios a serem realizados por amostragem, os seccionadores deverão ser totalmente montados, inclusive com seus acessórios.

7.6 Ensaios de Rotina nos Transformadores de Potencial

Os seguintes ensaios de rotina serão realizados na fábrica, em todos os transformadores de potencial a serem fornecidos, serão realizados de acordo com a Norma ANSI C93.2, C93.1 e NBR-8017.

- Capacitância e Fator de dissipação do isolamento;
- Tensão Induzida;
- Tensão suportável a freq. industrial a seco;
- Descargas parciais internas - ensaio de acordo com a norma IEC-270, 358 e 44.4;
- Polaridade;
- Exatidão;
- Verificação do(s) supressor(es) de surto;
- Estanqueidade/Todos os TPI's, completamente montados, incluindo as aberturas, buchas, superfícies seladas por gaxetas e suportadas por flanges e com todos os demais elementos devidamente posicionados, deverão suportar uma pressão de óleo ou de ar de 0,07 MPa acima da pressão normal de operação, por uma hora sem vazamento ou queda de pressão.
- Medição da resistência do isolamento;
- Resistência ôhmica dos enrolamentos e bobina de drenagem;
- Fator de potência do TPI;
- Aderência e espessura da pintura (1 unidade).

7.7 Ensaios de Rotina nos Pára-raios

Os seguintes ensaios de rotina serão realizados na fábrica, em todos os pára-raios a serem fornecidos, serão realizados de acordo com a Norma IEC 99-4.

- Medição da tensão de referência;
- Tensão residual de Impulso atmosférico;
- Ensaio de sobretensão de curta duração suportável (10seg), com medição de corrente de fuga;
- Medição de descargas parciais;
- Aderência e espessura da pintura (1 unidade);

Além dos ensaios mencionados acima, devem ser verificados os seguintes requisitos:

- medição do valor da resistência de isolamento do pára-raios e das bases isolantes com megger, para referência futura;
- funcionamento dos contadores de descarga.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

8 . INFORMAÇÕES TÉCNICAS

8.1 Geral

Juntamente com sua proposta o proponente deverá apresentar todas as informações abaixo relacionadas. Desenhos e dados deverão apresentar-se suficientemente claros e detalhados para possibilitarem uma avaliação completa e efetiva de como foram atendidas as disposições da presente especificação.

Uma vez aceita a Proposta, quaisquer correções ou modificações que possam vir a tornar-se necessárias nas informações prestadas, com a finalidade de atender todas as exigências deste contrato, estarão sujeitas a aprovação.

8.2 Dados de Fabricação

Tipo e designação do Fabricante.

Lista de Normas que o Proponente pretende que sejam consideradas na fabricação.

Histórico de serviço dos disjuntores que o Proponente tenha anteriormente fabricado, cujas características nominais sejam idênticas ou comparáveis aquelas dos equipamentos que estiver sendo ofertado, com a inclusão da descrição, valores nominais, nome dos compradores, locais de instalação, anos de fabricação e datas de energização.

8.3 Dados Gerais para os Disjuntores

Dimensões, desenhos de contorno, fotografias, folhas descritivas e desenhos contendo a descrição clara da construção e instalação dos disjuntores propostos (incluindo desenhos com a indicação das distâncias mínimas a serem mantidas na instalação do equipamento próximo a barramentos energizados).

Descrição do mecanismo de operação, método de interrupção do arco e detalhes da câmara de interrupção.

Descrição da construção, operação, método de instalação e características dos resistores de pré-inserção e capacitores de equalização de potencial, se aplicável.

Declaração de que o disjuntor é mecânica e eletricamente de disparo livre.

Declaração de que o disjuntor pode operar segundo um esquema de anti-bombeamento.

Oscilogramas das operações de fechamento do disjuntor. Todos os traços deverão ser identificados individualmente e claramente marcados para identificar os tempos de operação do disjuntor como estabelecido na Tabela de Dados Técnicos.

Declaração de que não haverá reacendimento para todos os ciclos de interrupção e manobra, como especificado.

Nome do Fabricante da porcelana, tipo, designação e desenho da bucha e/ou suporte de porcelana.

Descrição do equipamento de preservação do óleo com a definição do tipo e do Fabricante do óleo (para os disjuntores com comando hidráulico).

Descrição detalhada do controle e supervisão de pressão com a inclusão dos níveis de pressão para a atuação dos contatos de pressão, a faixa de ajuste do relé de retardamento descrito na Especificação Técnica juntamente com memorial de cálculo.

Desenhos do circuito de controle e arranjo e informação relativa ao sistema de gás SF₆.

Lista dos dispositivos de alarme e supervisão para o sistema de gás SF₆.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Característica fria do disjuntor (curvas rigidez dielétrica x afastamento dos contatos e afastamento dos contatos x tempo ou curva da rigidez dielétrica entre os contatos do disjuntor x tempo).

8.3.1 Dados de Ensaio

Ensaio de controle de qualidade a serem realizados no equipamento e breve descrição da organização de controle de qualidade.

Detalhes dos procedimentos de ensaio que serão seguidos para a comprovação do desempenho do equipamento de acordo com as Normas em referência, bem como uma descrição do local para a realização dos ensaios.

Relatórios de ensaio certificados de tipo completos relativos a equipamento idêntico ao proposto.

8.3.2 Dados Técnicos e Características Garantidas

O Proponente deverá garantir, que as características de cada disjuntor, serão equivalentes ou superiores as marcadas com asterisco.

Todas as informações aqui solicitadas deverão ser fornecidas pelo Proponente, para todos os equipamentos ofertados.

- a) Número de pólos _____
- b) Tensão nominal do equipamento, fase-fase (kV-eficaz):(*) _____
- c) Nível de isolamento:
- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico (kV-crista):(*)
Disjuntor fechado (à terra) _____
Disjuntor aberto (entre contatos)..... _____
 - Tensão suportável nominal de impulso de manobra (kV-crista):(*)
Disjuntor fechado (à terra) _____
Disjuntor aberto (entre contatos):..... _____
 - Tensão suportável nominal à frequência industrial durante 1 (um) minuto, a seco e sob chuva (kV-eficaz)(*)
Disjuntor fechado (à terra) _____
Disjuntor aberto (entre contatos)..... _____
- d) Frequência nominal (Hz):(*) _____
- e) Corrente nominal (A-eficaz):(*) _____
- f) Corrente de interrupção nominal em curto-circuito:(*)
- Componente de corrente alternada (corrente nominal de curto-circuito) (kA-eficaz): _____
 - Componente de corrente contínua (%) _____
 - Número de interrupções em curto-circuito, sem a necessidade de qualquer manutenção:
..... _____
- g) Tensão de restabelecimento transitória nominal para as faltas nos terminais:(*)
- Número de parâmetros _____
 - Fator de primeiro polo _____



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Primeira tensão de referência (U1) (kV-crista)..... _____
- Tempo para ser atingida a tensão U1 (t1) (microseg) _____
- Segunda tensão de referência (TRT)(Uc) (kV-crista) _____
- Tempo para ser atingida a tensão Uc (t2) (microseg)..... _____
- Tempo de retardo (td) (microseg) _____
- Tensão coordenada U' (kV-crista) _____
- Tempo coordenado t' (microseg) _____
- Taxa de crescimento (U1/t1) (kV/microseg)..... _____
- h) Características nominais para faltas na linha:
 - Características nominais da linha: (*)
 - Impedância de surto nominal (Z) (ohms) _____
 - Fator de crista nominal (k) _____
 - Fator de taxa de crescimento da tensão de restabelecimento (s) (kV/microseg.kA) _____
 - Tensão de restabelecimento transitória presumida:(*)
 - Número de parâmetros _____
 - Primeira tensão de referência (U1)(kV-crista)..... _____
 - Tempo para ser atingida a tensão U1 (t1)(microseg) _____
 - Segunda tensão de referência (TRT)(Uc)(kV-crista) _____
 - Tempo para ser atingida a tensão Uc (t2)(microseg)..... _____
 - Tempo de retardo (td)(microseg) _____
 - Tensão coordenada U' (kV-crista) _____
 - Tempo coordenado t'(microseg) _____
 - Taxa de crescimento (U1/t1)(kV/microseg)..... _____
- i) Corrente de estabelecimento nominal em curto-circuito (kA-crista) (*)..... _____
- j) Duração nominal de curto-circuito (s) (*) _____
- k) Seqüência de operação nominal (*)..... _____
- l) Tempo de interrupção nominal (ciclo) (*)..... _____
- m) Interrupção de linha em vazio: (*)
 - Corrente de interrupção nominal de linha em vazio (A-eficaz) _____
 - Tensão de restabelecimento transitório entre contatos do disjuntor para abertura de correntes capacitivas (kV - crista)..... _____
 - Tempo para atingir o valor de crista da TRT (ms) _____
 - Número de operações de interrupção de linha em vazio com a corrente de interrupção nominal de linha em vazio, sem a necessidade de qualquer manutenção dos contatos _____
- n) Tensão de rádio interferência (RIV) (microvolt): (*)
 - Com o disjuntor fechado _____



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Com o disjuntor aberto..... _____
- o) Tensão para a terra aplicada no ensaio de tensão de rádio interferência, correspondente aos valores especificados nos itens acima (kV-eficaz) (*)..... _____
- p) Tensão para a terra de aparecimento e extinção de corona visual (kV-eficaz) (*) .. _____
- q) Manobra em discordância de fases:(*)
 - Corrente de interrupção nominal em discordância de fases (kA-eficaz):..... _____
 - Tensão aplicada em discordância de fases (kV-eficaz)..... _____
 - Tensão de restabelecimento transitória em discordância de fase:
 - Primeira tensão de preferência (U1) (kV-crista)..... _____
 - Tempo para ser atingida a tensão U1 (microseg)..... _____
 - Tensão de restabelecimento transitória (Uc)(kV-crista)..... _____
 - Tempo para ser atingida a tensão Uc (t2)(microseg)..... _____
 - Fator de Amplitude..... _____
- r) Interrupção de corrente indutiva de pequena intensidade: (*)
 - Corrente de interrupção nominal indutiva de pequena intensidade (A-eficaz) _____
 - Sobretensão máxima correspondente a tensão nominal provocada na interrupção da corrente de interrupção nominal indutiva de pequena intensidade (p.u.) _____
- s) Fator de surto de manobra nominal no fechamento de linha (p.u.) (*) _____
- t) Tempo de abertura nominal até o instante da separação dos contatos de arco (ciclo) (*)..... _____
- _____
- u) Tempo de arco nominal de um polo (ciclo) (*) _____
- v) Tempo de arco nominal do disjuntor tripolar (ciclo) (*) _____
- w) Tempo de interrupção para correntes abaixo de 25% da corrente de interrupção nominal em curto-circuito (ciclo):(*) _____
- x) Tempo de fechamento nominal até o instante em que os contatos de arco principais se tocam (ciclo) (*)..... _____
- y) Tempo de fechamento nominal até o instante em que os contatos em série com os resistores de fechamento se tocam (ciclo) (*)..... _____
- z) Tempo de estabelecimento nominal até o instante em que a corrente plena é estabelecida (ciclo) (*)..... _____
- aa) Tempo morto mínimo (t1 e t2) com o qual o disjuntor é capaz de operar (s): (*)
 - Sem diminuição dos valores nominais quando considerado o ciclo de operação 0 - (t1)sCO - 15s - CO(s)..... _____
 - Com diminuição dos valores nominais segundo a ANSI C.37.07 quando considerado o ciclo de operação 0 - (t2)s - CO - 15sCO(s)..... _____
- bb) Intervalo mínimo de tempo necessário para restabelecer as condições requeridas na realização de um outro ciclo de operação 0 - (t1)s - CO - 15s - CO(s)..... _____
- cc) Sincronização interpolar, base 60Hz (ciclo): (*)



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Intervalo de tempo máximo entre a abertura do primeiro e do último módulo sob pressão de operação nominal _____
- Intervalo de tempo máximo entre o fechamento do primeiro e do último módulo, sob pressão de operação nominal _____

dd) Intervalo de tempo polar, base 60Hz (ciclo): (*)

- Intervalo de tempo polar máximo de fechamento trifásico (intervalo de tempo entre o fechamento do circuito na primeira fase e o fechamento do circuito na última fase) sob qualquer pressão dentro da faixa de pressão de operação..... _____
- Intervalo de tempo polar máximo de abertura trifásica (intervalo de tempo entre a abertura do circuito na primeira fase e a abertura do circuito na última fase) sob qualquer pressão dentro da faixa de pressões de operação..... _____

ee) Características do sistema de comando e controle:

Tensões de alimentação dos dispositivos de abertura/fechamento-corrente contínua, não aterrado (V):

- Mínima (*)..... _____
- Nominal..... _____
- Máxima (*)..... _____

Tensões de alimentação dos circuitos auxiliares de corrente alternada, trifásicos, aterrados (V-eficaz):

- Mínima (*)..... _____
- Nominal..... _____
- Máxima (*)..... _____
- Freqüência nominal de alimentação dos circuitos auxiliares (Hz) (*) _____
- Número de elementos de abertura completamente independentes:
 - Válvulas _____
 - Bobinas _____
- Corrente de abertura da bobina do disjuntor, corrente contínua (A)..... _____
- Corrente de disparo de cada bobina de abertura (A): (*)
- Com tensão nominal de corrente contínua no circuito de controle..... _____
- Com tensão mínima de corrente contínua no circuito de controle..... _____
- Com tensão máxima de corrente contínua no circuito de controle..... _____
- Correntes de fechamento (A): (*)
 - Com tensão nominal de corrente contínua no circuito de controle..... _____
 - Com tensão mínima de corrente contínua no circuito de controle..... _____
 - Com tensão máxima de corrente contínua no circuito de controle..... _____
- Contatos auxiliares do disjuntor:
 - Número livre disponíveis..... _____
 - Tensão nominal (V)..... _____



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Corrente nominal (A)..... _____
- Possibilidade de ajuste no campo (sim ou não)..... _____
- Características dos elementos de aquecimento:
 - Potência (W) _____
 - Tensão (V) _____
- ff) Características de buchas e porcelanas suportes:
 - Tensão nominal porcelana suporte/buchas (kV-eficaz)..... _____
 - Corrente nominal buchas (A-eficaz)..... _____
 - Nível de isolamento nominal:
 - Tensão suportável nominal de impulso atmosférico (kV-crista)..... _____
 - Tensão suportável nominal à frequência industrial (kV-eficaz):
 - Um minuto, a seco _____
 - Um minuto, sob chuva _____
 - Distância de escoamento externa mínima (cm): (*)
 - Linha à terra (porcelana suporte)..... _____
 - Através do polo (buchas) _____
- gg) Características construtivas:

Esforço estático máximo permissível no terminal externo da bucha ou do disjuntor nas seguintes direções (kg)

 - Horizontal (longitudinal/transversal)..... _____
 - Vertical _____
 - Inclinado a 45..... _____
 - Contatos principais:
 - Material _____
 - Temperatura máxima admissível (C) (*) _____
 - Nível de ruído sem silenciadores a uma distância de 24 metros do disjuntor a:
 - Frequências de até 1 kHz _____
 - Frequências entre 1 kHz e 16 kHz..... _____
 - Massa do disjuntor tripolar completo incluindo-se a caixa de controle (kg)..... _____
 - Massa de um polo completo (kg) _____
 - Massa mais pesada a ser removida durante a montagem (kg) _____
 - Dimensões externas aproximadas do disjuntor completamente montado (mm):
 - Comprimento total..... _____
 - Largura total _____
 - Altura total..... _____



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Distâncias de arco externas (mm):
 - Linha a terra _____
 - Fase a fase _____
 - Espaçamento recomendado, se aplicável (mm):
 - Linha a terra (metal a metal) _____
 - Fase a fase (linha de centro) _____
 - Carga de impacto do disjuntor durante as operações de abertura e fechamento (kgf) _____
 - Deslocamento máximo no terminal durante a carga de impacto (mm) _____
- hh) Características do sistema de isolamento/extinção e operação:
- Características dos sistemas de gás SF₆ (isolamento e extinção do arco):
 - Tipo _____
 - Pressão nominal de operação no reservatório individual do disjuntor (kg/cm², manométrica) .. _____
 - Pressão máxima e mínima no reservatório individual permissível para operação do disjuntor (kg/cm², manométrica) _____
 - Pressão mínima para interrupção do arco (kg/cm², manométrica) (*) _____
 - Pressão mínima com a qual o nível de isolamento nominal será mantido (kg/cm², manométrica):
 - com contatos do disjuntor abertos _____
 - com contatos do disjuntor fechados _____
 - Pressão mínima com a qual os contatos do disjuntor se fecham na ocorrência de perda acidental do gás SF₆ da câmara de interrupção (Kg/cm², manométrica) _____
 - Características do sistema de operação pneumático:
- Unidades compressoras por disjuntor:**
- Número _____
 - Tipo _____
 - Capacidade (1/min.) _____
 - Pressão nominal (kg/cm²) _____
 - Motor:
 - Tipo _____
 - Número de fases _____
 - Tensão nominal em 60Hz (V) _____
 - Potência nominal (kW) _____
 - Corrente nominal (A) _____
 - Corrente de partida (A) _____



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Dimensões do sistema e componentes (mm):
 - Comprimento..... _____
 - Largura..... _____
 - Altura..... _____
- Características adicionais dos sistemas de gás SF₆:
 - Características do SF₆:
Fabricante _____
 - Tipo do Fabricante _____
 - Quantidade de gás requerida por disjuntor a pressão nominal (kg) _____
- Reservatório por disjuntor:
 - Número _____
 - Capacidade de cada reservatório a pressão nominal (l)..... _____
- Dimensões do sistema e componentes (mm):
 - Comprimento..... _____
 - Largura..... _____
 - Altura..... _____
 - Peso do sistema (kg) _____
 - Perda normal de gás SF₆ (kg/ano)..... _____
- Características dos sistemas de operação Hidráulico:
 - Tipo de acionamento _____
 - Características do gás ou líquido..... _____
- Características do motor acionador:
 - Potência (HP)..... _____
 - Corrente nominal (A)..... _____
 - Corrente de partida (A) _____
 - Tensão de operação (V) _____
- Características do compressor:
 - Pressão nominal de operação (kg/cm²) _____
 - Pressão máxima permissível (kg/cm²) _____
 - Pressão mínima permissível para alarme (kg/cm²)..... _____
 - Pressão mínima permissível para bloqueio (kg/cm²)..... _____
- Características dos acumuladores de operação:
 - Número _____
 - Quantidade de operações do disjuntor com todos os acumuladores, sem operação do motor
..... _____



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Características do óleo (sistema hidráulico):
 - Fabricante _____
 - Tipo do Fabricante _____
 - Quantidade de óleo requerida por disjuntor (l)..... _____
 - Quantidade de óleo requerida por polo (l) _____
- ii) Fatores de potência máximos admissíveis: (*)
 - Câmaras:..... _____
 - Capacitores:..... _____
 - Buchas: _____
 - Colunas:..... _____
 - Hastes:..... _____
 - Disjuntor Completo..... _____
- jj) Processo de Pintura e/ou Galvanização:
 - Estruturas..... _____
 - Armários..... _____

8.4 Dados Gerais para os Transformadores de Corrente

Croquis de dimensões, incluindo a planta da base de montagem e massa.

Descrição geral da construção com detalhes sobre vedação e gaxetamento.

Características eletromagnéticas completas do núcleo, incluindo tipo de aço e classificação ASTM.

Fatores de correção, curvas de ângulo de fase e curvas de excitação, para todas as relações de transformação de cada transformador de corrente.

Especificação para o óleo isolante incluindo a quantidade suficiente para cada unidade. Descrição do sistema de preservação do óleo. Descrição do método de expansão e cumprimento das exigências descritas nesta Especificação.

Esquemático dos enrolamentos primários e secundários com as ligações dos terminais e indicação dos núcleos magnéticos do TC.

Descrição das buchas incluindo nome dos fabricantes, tipo, pesos, dimensões, materiais usados e processos de fabricação, esforço cantilever, distância de escoamento e certificados de testes em buchas similares.

Descrição do sistema de selo das buchas de alta e baixa tensão.

Descrição de todos os acessórios propostos.

8.4.1 Dados de Ensaios

Relatórios completos de ensaios de tipo, relativos aos equipamentos idênticos ao proposto.

Relação e descrição dos ensaios de controle de qualidade dos materiais, acessórios e fabricação destes equipamentos.

Detalhes dos procedimentos, roteiros de ensaios que serão usados para ensaiar a performance do equipamento de acordo com as Normas padrões, bem como a descrição do local de realização dos mesmos.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

8.4.2 Dados Técnicos e Características Garantidas

O CONTRATADO deverá garantir, que as características de cada transformador de corrente, marcadas com asterisco serão equivalentes ou superiores às indicadas.

Todas as informações aqui solicitadas deverão ser fornecidas pelo CONTRATADO, para todos os equipamentos ofertados.

- a) Modelo do Fabricante _____
- b) Tensões nominais:(*)
- Tensão nominal (fase-fase, kV-eficaz): _____
 - Tensão máxima de operação contínua (fase-fase, kV-eficaz):..... _____
- c) Freqüência nominal (Hz):(*)
- d) Polaridade:(*)..... _____
- e) Níveis de isolamento nominal:(*)
- Tensão suportável a impulso atmosférico (kV-crista):
 - Onda plena: _____
 - Onda cortada, 3 (três) microsegundos:..... _____
 - Tensão suportável, 60 Hz, 1 (um) minuto a seco e sob chuva (kV-eficaz):..... _____
 - Tensão suportável, 60 Hz, 1 (um) minuto entre o enrolamento secundário e a terra e entre os enrolamentos secundários (kV-eficaz):..... _____
 - Tensão suportável a impulso de manobra a seco e sob chuva (kV-crista):..... _____
- f) Tensão máxima de rádio interferência à 110% da tensão máxima fase-terra (microvolt):(*)
..... _____
- g) Nível máximo de descargas parciais internas à 110% da tensão máxima fase-terra (pC):(*)
..... _____
- h) Correntes nominais:(*)
- Corrente secundária (A-eficaz _____
 - Corrente mecânica de curta duração (kA-crista) _____
 - Corrente térmica de curta duração, 1 (um) segundo (kA-eficaz) _____
- i) Fator térmico para todos os enrolamentos para temperatura ambiente de 40° C:(*)
- j) Números de enrolamentos secundários (um em cada núcleo):(*)
- Proteção: _____
 - Medição: _____
- k) Relações nominais de corrente:(*)
- Proteção:..... _____
 - Medição: _____
- l) Classe de exatidão:(*)
- Proteção (em todas as relações): _____
 - Medição (em todas as relações):..... _____



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- m) Distância mínima de escoamento (cm):(*)
- n) Fator de sobrecorrente:(*)
- o) Elevação de temperatura acima da temperatura ambiente de 40 °C, nos pontos abaixo relacionados, com corrente máxima contínua de 1,5 In:(*)
- Óleo (°C): _____
 - Enrolamentos (°C) _____
 - Ponto mais quente (°C):..... _____
 - Núcleos (°C):..... _____
- p) Dimensões aproximadas totais externas do TC completo:
- Comprimento (cm): _____
 - Largura (cm):..... _____
 - Altura (cm):..... _____
- q) Esforço para cálculo das fundações:
- Massas aproximadas(kg):
 - TC sem óleo:..... _____
 - Óleo: _____
 - Esforços:(*)
 - Esforço mecânico aplicado no topo do TC (cantilever) (N):..... _____
 - Esforço mecânico aplicado no terminal de alta tensão no sentido vertical (N):..... _____
 - Esforço mecânico aplicado no terminal de alta tensão no sentido horizontal (N):... _____
- r) Óleo
- Tipo:(*) _____
 - Fabricante:(*) _____
- s) Processos de Pintura e/ou Galvanização:
- Tanque..... _____
 - Externa..... _____
 - Interna _____
 - Caixa de terminais _____
 - Topo..... _____

8.5 Dados Gerais para os Secionadores

8.5.1 Detalhes de construção do seguinte:

- Braço de contato.
- Lâmina de aterramento.
- Capacidade de condução de corrente dos contatos móveis e rotativos.
- Mecanismo para ajuste da velocidade dos movimentos de abertura e fechamento e faixa de ajuste, caso haja algum.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Detalhes dos terminais da chave e dos conectores dos condutores.
- Conexões entre polos.
- Mecanismo de operação (descrição completa) incluindo o mecanismo das lâminas de aterramento, intertravamento mecânico e elétrico, motores e controles.
- Contatos auxiliares das lâminas principais e de aterramento (quantidade e possibilidade de ajuste no campo).
- Molas de contato (quantidades para cada tipo).
- Descrição detalhada da permissão para operar o intertravamento.
- Detalhes de montagem do armário.

As seguintes informações deverão ser fornecidas para os isoladores:

- Fabricante e tipo.
- Descrição, dimensões e pesos das unidades de isolamento e das colunas.

8.5.2 Dados de Ensaios

Relatórios completos de ensaios certificados de tipo realizados em equipamentos idênticos ao Equipamento proposto.

Relação e descrição dos ensaios de controle de qualidade dos materiais, acessórios e fabricação destes equipamentos e breve descrição dos métodos organizacionais de Controle de qualidade.

Detalhes dos procedimentos, roteiros de ensaios que serão usados para ensaiar a performance do equipamento de acordo com as Normas padrões, bem como a descrição do local de realização dos mesmos.

8.5.3 Dados Técnicos e Características Garantidas

O CONTRATADO deverá garantir, que as características de cada seccionador, abaixo relacionados, serão equivalentes ou superiores as marcadas com asterisco.

Todas as informações aqui solicitadas deverão ser fornecidas pelo CONTRATADO, para todos os equipamentos ofertados.

a) Tensões nominais:(*)

- Tensão nominal (fase-fase, kV-eficaz): _____
- Tensão máxima operação contínua (fase-fase, kV-eficaz)..... _____

b) Níveis de isolamento:(*)

- Tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 (um) minuto a seco e sob chuva:
 - Fechada, para a terra (kV-eficaz): _____
 - Entre contatos abertos (kV-eficaz):..... _____
- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico, a seco (1,2 x 50 microseg):
 - Fechada, para a terra (kV-crista): _____
 - Entre contatos abertos (kV-crista):..... _____
- Tensão de descarga disruptiva a 50% (U50%) para impulso atmosférico
 - Fechada, para a terra (kV-crista): _____



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Entre contatos abertos (kV-crista):..... _____
- c) Freqüência nominal (Hz):(*)
 - Tensão suportável à freqüência industrial dos circuitos auxiliares e de controle, (um) minuto (kV-eficaz): _____
- d) Número de polos: _____
- e) Correntes nominais:(*)
 - Corrente nominal (A-eficaz): _____
 - Corrente suportável de curta duração, lâminas principais (kA-eficaz):..... _____
 - Corrente suportável de crista, lâminas principais (kA-crista) _____
 - Corrente suportável de curta duração, lâminas de aterramento (kA-eficaz) _____
 - Corrente suportável de crista, lâminas de aterramento (kA-crista)..... _____
- f) Duração admissível de curto-circuito (segundos): _____
- g) Tempo de fechamento (segundos):(*)
 - Lâminas principais _____
 - Lâminas de aterramento: _____
- h) Tempo de abertura, (segundos):(*)
 - Lâminas principais: _____
 - Lâminas de aterramento: _____
- i) Valores nominais e características do motor (das lâminas principais, quando fornecido):
 - Número de fases:..... _____
 - Tensão nominal a 60 Hz (V): _____
 - Potência nominal (kW): _____
- j) Potência e tensão nominais requeridas pelos elementos de aquecimento (W,V): _____
- k) Diagramas típicos de controle _____
- l) Requisitos de controle de potência (W): _____
- m) Aumento da temperatura do contato, acima da temperatura ambiente de 40 °C a corrente nominal normal (°C):(*) _____
- n) Espaçamentos elétricos mínimos:
 - Fase-fase (linha central)(mm): _____
 - Fase-terra (metal a metal)(mm): _____
 - Contatos abertos, lâminas principais (mm):..... _____
 - Entre as partes vivas na posição aberta (mm): _____
 - Contatos abertos, lâminas de aterramento (mm): _____
- o) Capacidade de interrupção da corrente de carga:(*)
 - Máximo em V_n correspondendo a (p Farads)(A): _____
 - Máximo em V_{max} . correspondendo a (p Farads)(A): _____



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- p) Corrente e tensão nominais dos contatos auxiliares das lâminas principais e de ateramento (A,V):
- q) Massa de um mecanismo completo de operação (kg):
- r) Massa de um polo completo (kg):
- s) Forças e torques transmitidos a estrutura de suporte durante a operação do seccionador (N, N. m):
- t) Para as colunas de isoladores:
- Tensão suportável a impulso atmosférico a seco (1,2 x 50 microseg) (kV-crista):(*)
 - Tensão de descarga disruptiva a 50% (U50%) para impulso atmosférico:
 - Fechada, para a terra (kV-crista):
 - Entre contatos abertos (kV-crista):
 - Tensão suportável a frequência industrial, 1 (um) minuto a seco (kV-eficaz):(*)....
 - Tensão mínima de ensaio de rádio interferência (fase-fase, kV-eficaz):(*)
 - Tensão máxima de rádio interferência a 154 kV eficaz, fase-terra (microvolt):(*) ..
 - Esforço mínimo a Cantilever (carga mecânica a flexão)(N):(*)
 - Esforço mínimo a torção (carga mecânica a torção)(N.m):(*)
 - Esforço mínimo à compressão (N):(*)
 - Circunferência dos parafusos da unidade, parte de cima (mm):
 - Circunferência dos parafusos da unidade, parte de baixo (mm):
 - Distância mínima de escoamento (mm):(*)
 - Distância de arco, a seco (mm):
 - Cor da porcelana:
 - Tipo e designação da coluna isolante:
 - Fabricante
- u) Tipo e designação do seccionador:

8.6 Dados Gerais para os Transformadores de Potencial

- Descrição geral da construção com detalhes sobre vedação e gaxetamento.
- Características eletromagnéticas completas do núcleo, incluindo tipo de aço e classificação ASTM.
- Fatores de correção, curvas de ângulo de fase e curvas de excitação, para todas as relações de transformação.
- Especificação para o óleo isolante incluindo a quantidade suficiente para cada unidade. Descrição do método de expansão e cumprimento das exigências descritas nesta Especificação.
- Descrição das buchas incluindo nome dos fabricantes, tipo, pesos, dimensões, materiais usados e processos de fabricação, esforço de cantilever, distância de escoamento e certificados de ensaios em buchas similares.
- Descrição do sistema de selo das buchas de alta e baixa tensão.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Descrição de todos os acessórios propostos.
- Características físicas, químicas e elétricas do óleo isolante utilizado.

8.6.1 Dados de Ensaios

Relatórios completos de ensaios de tipo de equipamentos idênticos em operação.

- Relação e descrição dos ensaios de controle de qualidade dos materiais, acessórios e fabricação destes equipamentos.
- Detalhes dos procedimentos, roteiros de ensaios que serão usados para ensaiar a performance do equipamento de acordo com as Normas, bem como a descrição do local de realização dos mesmos.

8.6.2 Dados Técnicos e Características Garantidas

O CONTRATADO deverá garantir, que as características de cada transformador de potencial indutivo, marcadas com asterísco, serão equivalentes ou superiores as indicadas.

Todas as informações aqui solicitadas deverão ser fornecidas antes da assinatura do contrato, para todos os equipamentos ofertados.

- a) Modelo do Fabricante: _____
- b) Tensões nominais:(*)
- Tensão nominal (fase-fase, kV-eficaz): _____
 - Tensão máxima operação contínua (fase-fase, kV-eficaz _____
- c) Frequência nominal (Hz):(*) _____
- d) Polaridade:(*) _____
- e) Níveis de isolamento nominais:(*)
- f) Frequência nominal (Hz):(*)
- g) Polaridade:(*) _____
- h) Níveis de isolamento nominal:(*)
- Tensão suportável a impulso atmosférico (kV-crista):
 - Onda plena: _____
 - Onda cortada, 3 (três) microsegundos:..... _____
 - Tensão suportável, 60 Hz, 1 (um) minuto a seco e sob chuva (kV-eficaz):..... _____
 - Tensão suportável, 60 Hz, 1 (um) minuto entre o enrolamento secundário e a terra e entre os enrolamentos secundários (kV-eficaz):..... _____
- i) Nível máximo de descargas parciais internas à 110% da tensão máxima fase-terra (pC):(*)
..... _____
- j) Número de enrolamentos secundários:
- Proteção:..... _____
 - Medição: _____
- k) Relações de transformação de cada secundário:(*)
- Proteção: _____
 - Medição: _____



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- l) Classe de exatidão (norma ANSI) e cargas nominais:(*)
- Proteção (em todas as relações): _____
 - Medição (em todas as relações): _____
- As classes de exatidão acima devem ser mantidas para (sim ou não):(*) _____
- Variação da tensão de 90% a 110% da tensão nominal do sistema.
- Para tensões inferiores a 90% (até 5%) o TPI deve atender a classe de exatidão definida pela Norma ANSI. (39.1-90) item 5.2.2.1
- Variação da frequência de:
- Para enrolamento de medição mais ou menos 0,6 Hz.
 - Para enrolamento de proteção mais ou menos 1,8 Hz.
 - Variação da temperatura ambiente de -10 C a + 40°C.
 - Variação da carga de 0 (zero) ao valor nominal especificado acima e fator de potência 0,85 (indutivo).
 - Carga total simultânea
- Distribuição da carga simultânea:(*)
- Enrolamento de proteção(VA) _____
- Enrolamento de medição (VA)..... _____
- Classe de exatidão do TPI para uma variação de tensão primária de 110% a 150%:
- Enrolamento de proteção: _____
- Enrolamento de medição: _____
- Classe de exatidão do TPI para uma variação da frequência de 56 a 69 Hz:
- Enrolamento de proteção: _____
- Enrolamento de medição: _____
- m) Fator nominal de tensão (Norma IEC public. 186):(*)
- 30 segundos: _____
- Contínuo: _____
- n) Potência térmica nominal de cada enrolamento, a temperatura ambiente de 40°C: (*)
- Enrolamento primário (VA): _____
- Enrolamento secundário proteção (VA): _____
- Enrolamento secundário medição (VA): _____
- o) Elevação de temperatura acima da temperatura ambiente de 40 °C à potência térmica nominal e com fator nominal de tensão contínuo(C):(*)
- Óleo (°C): _____
 - Enrolamentos (°C): _____
 - Ponto mais quente (°C):..... _____
 - Núcleos (°C):..... _____
- p) Distância mínima de escoamento, fase-terra (cm):(*) _____



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- q) Dimensões aproximadas totais externas do TPI completo:
- Comprimento (cm):
 - Largura (cm):.....
 - Altura (cm):.....
- r) Esforços para cálculo das fundações:
- Massas aproximadas(kg):
 - TPI sem óleo:
 - Óleo:
 - Esforços:(*)
 - Esforço mecânico aplicado no topo do TPI (cantilever) (N):.....
 - Esforço mecânico aplicado no terminal de alta tensão no sentido vertical (N):.....
 - Esforço mecânico aplicado no terminal de alta tensão no sentido horizontal (N): ..
- s) Óleo
- Tipo:(*)
 - Fabricante:(*)
- t) Fusíveis:
- Corrente do secundário para um curto-circuito nos terminais secundários (I_{cc});
 - Máximo tempo permitido para a corrente de curto-circuito e as recomendações do Fabricante para os fusíveis (descrição do tipo):
 - I_{cc} (A, rms):(*)
 - Máximo tempo permissível (I_{cc})(s):(*)
 - Impedância de curto circuito(medida pelo lado secundario) (ohms)
 - Recomendações do Fabricante para:(*) (tipo de fusível/modelo)
- Secundário 1 (Proteção)**
- relação de transformação 1(.....).....
 - relação de transformação 2(.....).....
- Secundário 2 (Medição)**
- relação de transformação 1(.....).....
 - relação de transformação 2(.....).....
- u) Resistência de aquecimento 220 Vac (W)(*)
- v) Processos de Pintura e/ou Galvanização:
- Tanque.....
 - Externa.....
 - Interna
 - Caixa de terminais
 - Topo.....



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- w) Capacitância parasita total (pF)
- x) Fator de potência do isolamento (% à 20° C): (*)
- Coluna
 - Coluna superior..... _____
 - Intermediária (se aplicável) _____
 - Coluna inferior
 - TPI _____
- y) Resistência/Indutância dos enrolamentos a 20 °C:
- Primário (ohm/mH) _____
 - Secundário 1(Proteção) (ohm/mH)
 - relação de transformação 1(.....)..... _____
 - relação de transformação 2(.....)..... _____
 - Secundário 2 (Medição) (ohm/mH)
 - relação de transformação 1(.....)..... _____
 - relação de transformação 2(.....)..... _____
 - Bobina de drenagem (ohm/mH) _____
- z) Resistência do isolamento entre:(Mohm)
- Primário e secundários _____
 - Primário e massa _____
 - Secundários e massa _____
- aa) Tensão nominal do TPI (kV,rms) _____
- bb) Interligação das colunas de porcelana através de flanges de metal (sim ou não) . _____
- cc) Dispositivos de alívio de pressão (sim ou não) _____
- dd) Quantidade de colunas capacitivas por TPI..... _____
- ee) Frequência de ressonância do TPI (NBR 8017): (*) _____

8.7 Dados Gerais para os Pára-raios

- Tipo de pára-raios e número do modelo.
- Croquis com dimensões, incluindo a planta da base de montagem, anéis de equalização (se aplicável) e massa.
- Número da unidade monopolar do pára-raios.
- Detalhes das distâncias de segurança.
- Detalhes dos terminais e conectores de terra.
- Descrição de detalhes de operação do contador de descarga incluindo o tempo mínimo entre contagens.
- Esforço de flexão do pára-raios, no topo (N).



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Descrição do efeito da contaminação na operação do equipamento e dispositivos a serem incorporados para minimizar esses efeitos.
- Descrição de:
 - A operação do mecanismo de alívio de pressão nas tensões de impulso.
 - A operação do pára-raios durante a solicitação sob impulso e em descarga de linha de transmissão.
- Instruções de manutenção e instalação, incluindo frequência de manutenção e/ou métodos e/ou testes de inspeção e incluindo detalhes sobre fator de potência AC e corrente de fuga DC.
- Máxima corrente de falta de alívio de pressão nominal (tempo de curta duração de corrente simétrica, rms, que o pára-raios poderá suportar sem resultar em explosão violenta da porcelana).
- Lista de referência dos tipos de pára-raios ofertados, que estão em operação, lista dos proprietários e os respectivos anos de instalação.

8.7.1 Dados de Ensaios

Relatórios completos de ensaios de equipamentos idênticos em operação.

Relação e descrição dos ensaios de controle de qualidade dos materiais, acessórios e fabricação destes equipamentos.

Detalhes dos procedimentos, roteiros de ensaios que serão usados para ensaiar a performance do equipamento de acordo com as Normas padrões, bem como a descrição do local de realização dos mesmos.

8.7.2 Dados Técnicos e Características Garantidas

O CONTRATADO deverá garantir, que as características de cada pára-raios, marcadas com asterisco, serão equivalentes ou superiores as indicadas.

Todas as informações aqui solicitadas deverão ser fornecidas pelo CONTRATADO, para todos os equipamentos ofertados.

- a) Modelo do Fabricante _____
- b) Frequência nominal (Hz): _____
- c) Tensão máxima de operação contínua (fase-fase, kV-eficaz): (*) _____
- d) Tensão nominal do pára-raios (kV-eficaz): _____
- e) Características de Proteção - Pára-raios Tipo ZnO - Sem Centelhadores
 - Tensão residual para frente de onda (máxima) (kV-crista):(*) _____
 - Tensão residual para impulso atmosférico (máxima) (kV-crista):(*) _____
 - Tensão residual a corrente de descarga nominal (kV-crista):(*) _____
 - Corrente de descarga nominal (A-crista):(*) _____
 - Classe de descarga de longa duração (Norma IEC 99-4)(*) _____
 - Corrente suportável de impulso de alta intensidade (A-crista):(*) _____
 - Corrente suportável de alívio de pressão:(*)
 - Componente da corrente alternada da corrente de alta intensidade (A-crista): _____



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Primeira meia onda maior da corrente de alta intensidade (A-crista): _____
- Corrente de baixa intensidade (A-eficaz):..... _____
- Tensão de referencia(kV eficaz)(*)
- Valor máximo _____
- Valor mínimo _____
- Corrente de referencia(mA) (*)
- Mínima sobretensão temporária suportável pós descarga por: (kV-eficaz):(*)
- segundos: _____
- segundo: _____
- segundo: _____
- Corrente de fuga a tensão e frequência nominais (mA):(*)
- Máxima:..... _____
- Mínima: _____
- Capacidade de absorção de energia(Kj/Kv): (*) _____
- f) Características Dielétricas
- Tensão suportável de impulso atmosférico, porcelana (kV-crista):(*) _____
- Tensão suportável de frequência industrial nominal, a sêco, e sob chuva, 1 (um) minuto (kV-eficaz):(*)..... _____
- Tensão suportável de impulso de manobra: (*)
- Distância mínima de escoamento (mm):
- g) Dados complementares:
- h) Dimensões externas do pára-raios completamente montado:
- Diâmetro (cm): _____
- Altura (cm):..... _____
- i) Momento cantilever nominal na base (N.m):(*) _____
- j) Massa efetiva do pára-raios completamente montado, com acessórios (kg): _____
- k) Característica do Varistor:
- Área do elemento (ZnO): _____
- Temperatura máxima no transitório do varistor: _____
- Máxima corrente de fuga neste transitório de temperatura (ZnO):..... _____
- Potência dissipada pelo varistor devido a máxima tensão continuamente imposta a 60 Hz:(*)
..... _____
- Confirmação de que o pára-raios manterá suas características entre (-20° C e 85° C):(*)
..... _____
- Valores máximos de tensão residual para ondas de correntes de manobra (kV-crista) para:
- 200A(*)..... _____



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- 500A(*)..... _____
- 1.000A(*)..... _____
- 2.000A(*)..... _____
- Valores máximos de tensão residual para ondas de correntes de 8 x 20 μ s (kV-crista) para:
 - 2.500A(*)..... _____
 - 5.000A(*)..... _____
 - 10.000A(*)..... _____
- l) Características do Contador de Descargas:
 - Corrente mínima de operação: (*)..... _____
 - Forma de Onda: _____
 - Dispositivo para medição de corrente de fuga:..... _____