Nº	DESCRIÇÃO	REVISOR(ES)	APROVAÇÃO	DATA

REVISÕES

ITAIPU BINACIONAL

EMISSÃO INICIAL

ÁREA RESPONSÁVEL

SMIE.DT

Divisão de Engenharia de Manutenção Elétrica

DIRETORIA TÉCNICA

PROJETO/AUTORIA

RGCAC

VERIFICAÇÃO

QUOIRIN

APROVAÇÃO DIVISÃO

MGDM

APROVAÇÃO DEPARTAMENTO

KLEBER

MODERNIZAÇÃO DO PAINEL CTM DA COMPORTA DE SERVIÇO

TOMADA D'ÁGUA E CONDUTO FORÇADO DAS UNIDADES GERADORAS

PAINEL CTM DA COMPORTA DE SERVIÇO DA UNIDADE GERADORA

SUBSTITUIÇÃO DE 18 PAINÉIS DE COMANDO DA CENTRAL HIDRÁULICA DA COMPORTA DA TOMADA D'ÁGUA

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

DATA	CONTROLE DO EMITENTE	FORMATO	CÓDIGO DE ITAIPU	PÁGINA	REVISÃO
06/04/2021	-	A4	6000-20-19002-P	1/51	R0

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 4

2 OBJETIVO 4

3 ESCOPO DO FORNECIMENTO 4

3.1 EQUIPAMENTOS E MATERIAIS FORNECIDOS PELA CONTRATADA 4
3.2 SERVIÇOS EXECUTADOS PELA CONTRATADA 5

4 FILOSOFIA DE OPERAÇÃO ATUAL DO PAINEL CTM 5

5 CRITÉRIOS TÉCNICOS 6

5.1 CRITÉRIOS GERAIS 7
5.2 CRITÉRIOS TÉCNICOS DOS COMPONENTES E ESTRUTURAS 8
5.2.1 Estrutura do painel 8
5.2.1.1 Segurança 10
5.2.1.2 Ergonomia 11
5.2.1.3 Pintura 11
5.2.1.4 Critérios sobre o cabeamento externo 12
5.2.1.5 Cabeamento e canaletas internos 14
5.2.1.6 Borneiras 17
5.2.1.7 Aterramento 18
5.2.1.8 Identificação do painel e componentes 18
5.2.1.9 Identificação dos condutores 19
5.2.2 Dispositivos de manobra, medição e transformador auxiliar 21
5.2.2.1 Interruptor seccionador – Circuito de força (460 Vca) 22
5.2.2.2 Disjuntores – Circuito de força (460 Vca) 22
5.2.2.3 Contatores – Circuito de força (460 Vca) 24
5.2.2.4 Circuito de medição de tensão e corrente – Circuito de força (460 Vca) 24
5.2.2.5 Transformador auxiliar 460/220 Vca – Estrutura de força (460 Vca) 24
5.2.2.6 Disjuntores – Circuito auxiliar (460 Vca ou 220 Vca) 25
5.2.2.7 Disjuntores – Circuito de controle (Corrente contínua) 26
5.2.3 Tomada, iluminação e resistor de aquecimento 26
5.2.4 Circuito de alimentação auxiliar, automatização e controle 27
5.2.4.1 Fontes de alimentação 125/24 Vcc 28
5.2.4.2 Fonte de alimentação 460 Vca/24 Vcc 29
5.2.4.3 Fonte de alimentação 460 Vca/125 Vcc 29
5.2.4.4 Controlador lógico programável (CLP), interface homem-máquina (IHM) e switch 29
5.2.4.5 Relés de interface 37
5.2.4.6 Supervisão das eletroválvulas 38
5.2.4.7 Supervisão de tensão das barras 38
5.2.4.8 Botoeiras e seletoras 39
5.2.4.9 Sinalização local 39
5.2.5 Painel de força móvel 39
5.2.6 Bancada de teste para simulação 40
5.2.7 Notebooks e software do sistema 40

5.3 INSPEÇÕES, ENSAIOS E FISCALIZAÇÕES DO SERVIÇO 40

5.3.1 Ensaios em fábrica 41
5.3.2 Ensaios em campo 42
5.4 WORK STATEMENT 43
5.5 TREINAMENTO 44
5.6 DOCUMENTAÇÃO 44
5.6.1 Manual de operação, manutenção e configuração 45
5.6.2 Desenhos elétricos e construtivos 46
5.6.3 Lista de componentes sobressalentes e fornecimentos 46
5.6.4 Plano de inspeção e testes 48
5.6.5 Memorial de cálculo 48
5.6.6 Procedimento para aprovação de documentos 49
5.6.7 Data book 49
5.7 TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO 49
5.8 CONCLUSÃO E ACEITAÇÃO 50
6 LOCAL DE EXECUÇÃO DO SERVIÇO 50
7 TEMPO DE EXECUÇÃO DO SERVIÇO/TEMPO DO FORNECIMENTO 50
8 ANEXO 51

1 INTRODUÇÃO

A área industrial da ITAIPU conta atualmente com 20 centrais hidráulicas de óleo que, juntamente com um servomotor vertical independente para cada uma, permitem a manobra da comporta de serviço de cada uma das 20 unidades geradoras (U01 a U18A). Esta comporta tem as funções de liberar a passagem da água (armazenada a montante da barragem) em direção ao conduto forçado e à turbina durante a operação normal da unidade geradora, ou conter a mesma para permitir a drenagem da água no conduto forçado durante manutenção ou situações anormais que comprometam a segurança da barragem de ITAIPU.

Para pressurizar o óleo para o servomotor, são utilizadas duas motobombas hidráulicas que, juntamente com o tanque acumulador de óleo, instrumentação, componentes eletro-hidráulicos, direcionamento e controle do fluxo hidráulico, formam a central hidráulica localizada na elevação 214,0 m da barragem. O servomotor, localizado na cota 225,0 m da barragem, tem a função de amplificar essa pressão proveniente da central hidráulica para permitir o movimento vertical da comporta de serviço.

O comando de cada motobomba, válvulas direcionais elétricas, supervisão do circuito hidráulico e do servomotor é atualmente realizado por um único quadro elétrico denominado CTM, instalado em cada unidade geradora.

Cada painel possui atualmente todos os circuitos eletromecânicos de força para a alimentação e proteção de cada motobomba, bem como o circuito de controle e supervisão para o comando de abertura ou fechamento da comporta. Os quadros das unidades geradoras U01 a U18 têm aproximadamente 40 anos de operação, motivo pelo qual seus componentes e acessórios já estão obsoletos, com alto índice de falhas. Os painéis correspondentes às unidades geradoras 9A e 18A possuem o mesmo princípio de funcionamento, mas com componentes mais novos e disponíveis no mercado.

2 OBJETIVO

Substituir os 18 quadros elétricos da comporta de serviço (U01 a U18), juntamente com toda a sua estrutura envolvente, por um sistema tecnologicamente moderno e robusto que cumpra com a mesma função, filosofia operacional e com todos os requisitos das normas técnicas e de segurança vigentes para melhorar sua confiabilidade, segurança e mantenabilidade.

3 ESCOPO DO FORNECIMENTO

Esta especificação técnica estabelece as condições mínimas necessárias para a fabricação, fornecimento, ensaios em fábrica de 18 painéis elétricos da comporta de serviço e acompanhamento do comissionamento nas duas primeiras unidades geradoras, incluindo no fornecimento um painel de comando local móvel e uma bancada de simulação.

O escopo do projeto não inclui a fabricação de novos painéis para as unidades geradoras 9A e 18A, nem a montagem dos novos painéis e infraestruturas no local, nem inclui a substituição dos condutores eléctricos de força, comando e de toda a instrumentação ou componentes instalados na central hidráulica e no servomotor. Toda a fiação e instrumentos atuais permanecerão conforme o projeto original.

3.1 EQUIPAMENTOS E MATERIAIS FORNECIDOS PELA CONTRATADA

a) Fornecimento de 18 conjuntos de quadros de força e controle que atendam às características indicadas no item 5;

b) Fornecimento de um quadro elétrico móvel que atenda às características indicadas no item 5.2.5;
c) Desenvolvimento, fornecimento e instalação do software aplicativo do CLP, IHM e demais componentes na versão mais atual do FABRICANTE com as respectivas licenças de cada componente instalado de acordo com sua necessidade, conforme especificado no item 5;
d) Fornecimento de um notebook com os softwares, licenças e aplicativos necessários, arquivos de configuração, etc., seguindo as indicações do item 5.2.7;
e) Fornecimento de uma bancada de testes para a simulação de entradas e saídas, conforme indicado no item 5.2.6;
f) Fornecimento de peças de reposição para sobressalentes, levando em consideração a quantidade de materiais solicitados, conforme detalhado no item 5.6.3;

3.2 SERVIÇOS EXECUTADOS PELA CONTRATADA

a) Serviço de montagem interna em fábrica dos 18 conjuntos de painés de força e controle, incluindo a configuração, ajustes e transporte dos mesmos até o almoxarifado da ITAIPU;
b) Serviço de montagem interna em fábrica do painel de comando móvel, incluindo o transporte desde a mesma até o almoxarifado de ITAIPU;
c) Elaboração de novos diagramas elétricos funcionais e lógicos, layout, memorial de cálculo do circuito de força interno, work statement, PIT (plano de inspeção e teste), manual de operação e manutenção, lista de materiais sobressalentes, etc., de acordo com as necessidades a fim de contemplar e detalhar o projeto executivo em sua totalidade, observando os requisitos do item 5.6.
d) O serviço inclui o acompanhamento da CONTRATADA durante todo o processo de comissionamento nas duas primeiras unidades geradoras e suporte técnico para configuração do sistema de forma a agilizar a correção de possíveis anormalidades encontradas no painel;
e) Serviço de treinamento teórico-prático antes da montagem do primeiro quadro elétrico, obedecendo, no mínimo, o disposto no item 5.5;
f) Ensaios dos 18 painéis de força e controle, incluindo o gerenciamento e cronogramas para a realização das inspeções em fábrica que serão acompanhadas pela ITAIPU, conforme indicado no item 5.3.1.

4 FILOSOFIA DE OPERAÇÃO ATUAL DO PAINEL CTM

A atual filosofia operacional, sequência de comandos, supervisões e proteções deverão ser mantidas ou melhoradas de acordo com o projeto elaborado e os recursos disponíveis nos componentes fornecidos.

Para a elaboração do projeto, a CONTRATADA deverá basear-se nos documentos 5116-80-B3000-P (Manual de operação e manutenção - Unidade 9A), DDF.EQ.003 (Descrição de funcionamento), 6160-DF-70007-P (desenho funcional do fabricante - Unidades 01 a 18), 6109-DC-06023-P e 6109-DC-06192-P (diagramas de interconexão - Unidade 09), anexos a esta especificação técnica e que servirão apenas como referências para a elaboração da lógica de comandos e previsão de pontos de conexão com equipamentos e componentes externos. Os demais detalhes necessários para cada unidade geradora deverão ser levantados antes da elaboração do work statement, a fim de elaborar um projeto mais preciso e que se adapte a qualquer unidade geradora.

O ajuste dos dispositivos temporizados deverá ser incluído na lógica de controle do novo painel, de acordo com o projeto original e deverá usar como referência os seguintes ajustes de tempo, tensão e temperatura:

Dispositivo	Funcão	Ajuste

KAC	Relé supervisor trifásico	Subtensão: 400V Tempo: 4 s
KSD3T	Relé temporizado comando solenóide SD3	Tempo: 20 s
KFV5T	Relé temporizado fechamento de emergência	Tempo: 10 s
KTC1	Relé temporizado abertura inicial	Tempo: 24 s
KTC2	Relé temporizado abertura inicial	Tempo: 24 s
KFV3A	Relé temporizado auxiliar fechamento normal	Tempo: 2 s
KFV3	Relé temporizado fechamento normal	Tempo: 10 s
KTB	Relé temporizado auxiliar partida bomba 2	Tempo: 5 s
KM1T	Relé temporizado partida bomba 1	Tempo: 10 s
KM2T	Relé temporizado partida bomba 2	Tempo: 10 s
KFC2T	Relé temporizado limite de comporta a deriva	Tempo: 2 s
KX	Relé temporizado do sistema de reposição e deriva	Tempo: 2 s
KPMX	Relé temporizado de baixa pressão	Tempo: 20 s
KCDX	Relé temporizado do circuito de deriva fora de operação	Tempo: 2 s
KTA	Relé temporizado do anunciador de alarme	Tempo: 3 s
TH	Termostato de controle da resistência de aquecimento do painel	Liga: 30°C

Tabela 1 – Ajustes de tempo, tensão e temperatura

Além dos documentos de referência citados acima, este projeto deve prever a instalação de todos os componentes especificados e adequar-se à fabricação do painel conforme solicitado e, adicionalmente, incluir todas as adaptações necessárias indicadas nesta especificação técnica. Quaisquer ajustes ou modificações necessárias para melhoria do sistema poderão ser realizados em conjunto com a CONTRATADA até a instalação do segundo painel na ITAIPU, caso haja necessidade.

5 CRITÉRIOS TÉCNICOS

A seguir são apresentados os critérios técnicos mínimos que a CONTRATADA deve seguir para o fornecimento e os serviços a ser executados. Caso algum componente a ser fornecido não esteja contemplado nesta especificação, a CONTRATADA deverá informar claramente com as recomendações e propostas que correspondam à ITAIPU, que deverá analisar e aprová-las antes de sua implementação.

O projeto, simbologia, materiais, fabricação, ensaios em fábrica e os ensaios de recepção dos equipamentos, componentes e demais acessórios, além de atender a esta especificação, devem atender prioritariamente às últimas revisões das normas ou relatórios técnicos a seguir:

a) NP-2028: instalaciones eléctricas de baja tensión;
b) ABNT NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão;
c) IEC 61439-1: low-voltage switchgear and controlgear assemblies - part 1: general rules;

d) IEC 61439-2: low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 2: Power switchgear and controlgear assemblies;
e) IEC 60947-1: low-voltage switchgear and controlgear - part 1: general rules;
f) IEC 60947-2: low-voltage switchgear and controlgear - part 2: circuit-breakers;
g) IEC 60947-3: low-voltage switchgear and controlgear - part 3: switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units;
h) IEC 60947-4-1: low-voltage switchgear and controlgear - part 4-1: contactors and motor-starters - electromechanical contactors and motor-starters;
i) IEC-62262: degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (ik code);
j) IEC/TR 61641: enclosed low-voltage switchgear and controlgear assemblies - guide for testing under conditions of arcing due to internal fault;
k) NBR 16680: sistemas e revestimentos protetores de invólucros para conjuntos de manobra e controle - requisitos;
l) NBR 15158: limpeza de superfícies de aço por produtos químicos;
m) NBR 13248: cabos de potência e condutores isolados sem cobertura, não halogenados e com baixa emissão de fumaça, para tensões até 1 kV - requisitos de desempenho;
n) NBR-16442: cabos de controle não halogenados e com baixa emissão de fumaça para tensões até 1 kV - requisitos de desempenho;
o) NBR-NM 274: cabos flexíveis isolados com borracha de silicone unipolares sem cobertura e multipolares com cobertura, resistentes ao calor, para tensões nominais até 450/750 V, inclusive;
p) ABNT NBR 15977: cabo flexível, isolado com borracha etilenopropileno (EPR ou HEPR) e coberto com PVC STF, para 90 °C e tensões até 750 V - especificação;
q) NBR 14136: plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20 A/250 V em corrente alternada - padronização;
r) NBR-10443: tintas e vernizes - determinação da espessura da película seca sobre superfícies rugosas - método de ensaio;
s) NBR-11003: tintas - determinação da aderência;
t) IEC 60529: degrees of protection provided by enclosures (IP code);
u) IEC 61131-2: industrial-process measurement and control - programmable controllers - part 2: equipment requirements and tests;
v) IEC 61131-3: programmable controllers - part 3: programming languages;
w) ABNT NBR 6855: transformador de potencial indutivo - requisitos e ensaios;
x) ABNT NBR 6856: transformador de corrente - especificação e ensaios;
y) IEC 61000: electromagnetic compatibility (EMC).

As normas específicas citadas nesta especificação técnica são referências com as quais a CONTRATADA deverá se orientar para a elaboração do projeto e baseada nas quais a ITAIPU aprovará o referido projeto, permitindo a utilização de outras normas locais ou internacionais semelhantes. Caso haja necessidade de utilização de outras normas, a CONTRATADA deverá declarar as mesmas com justificativa para análise, recomendações e aprovação pela ITAIPU.

5.1 CRITÉRIOS GERAIS

Todos os componentes a serem fornecidos pela CONTRATADA devem ser novos e adequados à sua função. Os componentes com a mesma função devem ser todos da mesma versão e modelo para que os painéis sejam 100% similares, de forma que os mesmos sejam intercambiáveis e reduzam o estoque no almoxarifado da ITAIPU. Não serão aceitos componentes e/ou versões de software que não sejam mais fabricados ou desenvolvidos e que já tenham um prazo limite de fabricação ou uso pelo FABRICANTE, devendo ser fornecido o modelo ou versão mais recente disponível no mercado.

Os critérios técnicos adotados para a escolha dos modelos de cada componente devem ser detalhados no Work statement (item 5.4), justificando sua instalação e incluindo todos os recursos disponíveis para cada um.

As características elétricas e as condições ambientais que deverão suportar cada painel elétrico a ser fornecido e seus componentes de acordo com suas funções são as seguintes:

- Tensão nominal do circuito principal …… 460 Vca;
- Número de fases …… 3;
- Tensão de comando …… 125 Vcc;
- Tensão nominal do serviço auxiliar …… 220 Vca;
- Tensão nominal de isolação …… ≥ 600 Vca;
- Frequência nominal …… 50/60 Hz;
- Corrente nominal …… Valor calculado no projeto;
- Corrente nominal de curta duração Icw (1 s) …… Valor declarado no projeto;
- Capacidade nominal de interrupção (CA) …… ≥ 20 kA (440 Vca);
- Capacidade nominal de interrupção (CC) …… ≥ 15 kA (125 Vcc);
- Temperatura de operação …… - 5 °C a 40 °C;
- Umidade relativa do ambiente …… ~ 50% a 90%;
- Ambiente de instalação …… Abrigado*;
- Grau de contaminação …… 3;
- Altitude …… < 1000 m.

Todos os componentes instalados deverão suportar no mínimo as condições citadas acima, a menos que outras necessidades sejam claramente especificadas.

* Nota: Deve-se considerar que embora o ambiente de instalação dos painéis seja fechado, este está sujeito a condições ambientais externas devido à existência de aberturas na barragem principal, estando exposto a ventos, sujeira, poeira, umidade, pingos de chuva, etc.

5.2 CRITÉRIOS TÉCNICOS DOS COMPONENTES E ESTRUTURAS

Para a fabricação de todos os painéis a serem fornecidos, deverão ser atendidos os requisitos das normas IEC 61439-1 e IEC 61439-2 e pelo menos o indicado a seguir:

5.2.1 Estrutura do painel

Para cada unidade geradora é necessária a fabricação de duas estruturas separadas, uma que atenderá todo o circuito de potência (460 Vca, 220 Vca) e outra para o circuito de automação e controle do sistema (125 Vcc, 24 Vcc, 220 Vca), a fim de segregar os compartimentos de força e controle.

Os quadros devem ser projetados e construídos com chapas metálicas de aço para suportar esforços mecânicos, elétricos e térmicos e os efeitos da umidade em condições normais de serviço. As faces externa e interna dos painéis devem ser livres de rugosidade, fissuras e manchas. Os painéis não devem ser perfurados ou soldados em partes visíveis para a fixação de condutores ou equipamentos.

As 18 estruturas de força devem ser projetadas e certificadas para garantir proteção passiva contra arco elétrico interno, conforme o informe técnico IEC/TR 61641, e contra impactos mecânicos com, no mínimo, fator IK08, conforme norma IEC-62262. A estrutura deve ser totalmente rígida sem apresentar deformações em nenhuma de suas paredes. A certificação deve ser entregue à ITAIPU junto com as demais documentações técnicas do projeto, antes da fabricação dos painéis.

As 18 estruturas de controle fornecidas devem ser do mesmo FABRICANTE da estrutura de força com chapa de aço de boa qualidade, que garantam a proteção dos componentes internos, robustez e vida

útil longa das mesmas. Caso esta estrutura não possua certificação contra impactos mecânicos (grau IK) declarada pelo FABRICANTE, as chapas do invólucro deverão ter espessura mínima de 3 mm, com exceção das portas, que deverão ter espessura mínima de 2 mm. As extremidades do painel devem ser dobradas em um raio de 6 mm.

No caso de utilização de componentes ou acessórios sensíveis à temperatura, a CONTRATADA deverá prever a instalação de grades de ventilação com tela metálica compatível com grau IP 55, com capacidade para limitar a temperatura interna do painel.

A fabricação dos quadros somente poderá ser iniciada após a aprovação da documentação técnica pela ITAIPU. Caso não o faça, a CONTRATADA, sob sua inteira responsabilidade e assumindo os custos associados, deverá readequar e/ou refazer os painéis de acordo com os comentários e diretrizes da ITAIPU.

Os painéis serão fixados na parede de concreto por meio de um trilho metálico perfurado na parte traseira, próximo aos quatro vértices do invólucro. Para estes quatro furos, deve ser previsto o fornecimento de algum tipo de arruela de borracha ou acessórios similares que serão utilizados durante a montagem dos painéis para evitar a entrada de água ou poeira.

A porta de cada painel deve contar com dobradiças metálicas de aço inoxidável (incluindo pinos e arruelas) que permitam a fácil remoção da porta durante as atividades de montagem e testes de comissionamento. As dobradiças devem ser do tipo invisível, permitindo que a porta seja aberta com um ângulo não inferior a 105° em relação à posição fechada. A porta deve ter limitadores com trava que evitem danos nas dobradiças (limitadores do tipo telescópico não serão permitidos). Este limitador deverá incluir um bloqueio para a porta na posição aberta para evitar o fechamento durante qualquer manobra ou manutenção. O painel deverá ter acesso apenas pela sua parte frontal.

A abertura da porta deve ser com fechadura metálica em formato "T" semelhante ao da Figura 1, adequada para uso com chave removível tipo Yale com a porta aberta ou fechada. As chaves devem ser idênticas e fornecidas em duas vias para cada painel.

Figura 1 – Modelo de fechadura para a porta

O grau mínimo de proteção para ambas estruturas deverá ser IP-55, em conformidade com a norma IEC 60529 vigente. A certificação deverá ser entregue à ITAIPU junto com as demais documentações técnicas antes da fabricação dos painéis.

A localização interna dos componentes elétricos e/ou eletrônicos e seus acessórios deverá atender a todos os critérios de segurança e ergonomia dos usuários, para que a operação e manutenção dos painéis não seja prejudicada. Não será aceita a instalação de qualquer componente nas laterais do painel.

Fixado na porta da estrutura de controle, deverá ser prevista a instalação de um porta-documentos, com dimensões aproximadas de no mínimo 153 mm (altura) x 225 mm (largura). A fixação deste porta-documentos deverá ser feita por meio de cola própria para metais que garanta alta durabilidade.

O layout dos componentes internos deve ser apresentado na documentação técnica e deverá ser submetido à aprovação da ITAIPU antes da fabricação dos painéis.

Cada estrutura (força e controle) deve possuir dispositivos para içamento do conjunto com olhais de suspensão removíveis, parafusados na parte superior do conjunto para garantir o equilíbrio,

estabilidade e a não-deformação da estrutura durante o levantamento. Solicita-se também a inclusão das recomendações de transporte e segurança para içamento do conjunto, que poderão constar no Work statement ou no Manual de Operação e Manutenção a critério da CONTRATADA, a fim de facilitar o transporte do almoxarifado até o local de instalação , que será executado pela ITAIPU.

Os quadros deverão possuir uma placa de montagem interna removível, onde serão fixados todos os componentes elétricos, eletrônicos e acessórios internos, com exceção da chave fim de curso da iluminação e componentes fixados na porta (IHM, chaves seletoras, botoeiras, sinalizadores, etc.). Esta placa deve ser fixada a uma distância (D) superior a 200 mm da parte inferior e superior do painel (contada a partir da base interna e teto do painel), para permitir e facilitar a entrada dos condutores externos correspondentes tanto na parte superior quanto na parte inferior, conforme indicado na Figura 2. Deve ser previsto o espaço para entrada dos condutores na parte superior e inferior do painel, de forma que os condutores internos não sejam distribuídos nestes espaços.

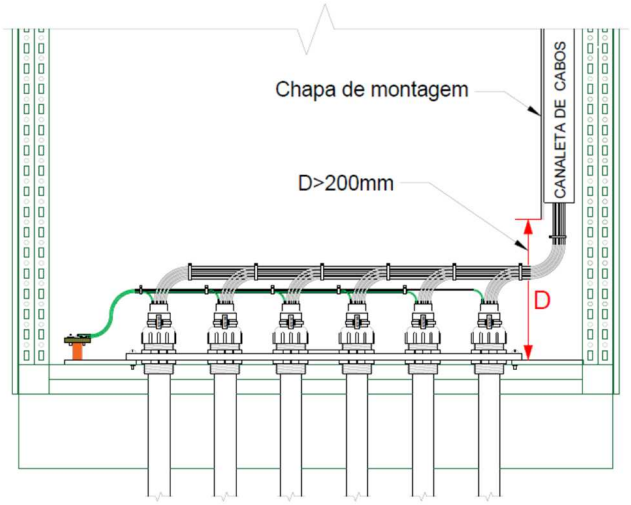

Figura 2 - Posição da placa de montagem

5.2.1.1 Segurança

Todas as partes energizadas acessíveis que sejam passíveis de contato acidental devem incluir uma barreira ou obstáculo que impeça qualquer aproximação não intencional do circuito. Isto se aplica a circuitos alimentados em 460 Vca, 220 Vca e 125 Vcc. Caso o componente, borne ou acessório tenha um potencial elétrico e não forneça essa proteção, a CONTRATADA deverá instalar a referida barreira ou obstáculo, sendo que a mesma deve ser removível para facilitar a manutenção. O material deve ser transparente, não inflamável e isolante para facilitar a inspeção visual.

Se tal barreira for instalada, a mesma deve ser incluída no diagrama de layout interno do quadro.

De preferência, o quadro não deve ter nenhum material com arestas ou cantos vivos, mas nas situações em que isso inevitavelmente ocorra, deve-se prever a colocação de protetores de borracha ou outro material macio para a aresta ou canto, a fim de evitar acidentes e não danificar o isolamento dos condutores agrupados nas proximidades. Esses detalhes serão verificados na fábrica em conjunto com o inspetor da ITAIPU. Para detalhes, consultar a Figura 3.

Figura 3 – Proteção de cantos vivos

5.2.1.2 Ergonomia

Todas as borneiras, seccionador, disjuntores, relés de interface e demais componentes devem ser fixados em trilhos DIN TH35-75, os quais devem ser rebitados na placa interna de montagem do painel, com as exceções mencionadas no item 5.2.1.

Cada estrutura deve ter uma altura máxima de 1400 mm e profundidade máxima de 350 mm. O quadro de força pode ter uma largura de 1000 mm e o quadro de controle uma largura de 1700 mm como dimensões desejáveis. A largura de cada estrutura pode variar, mas em nenhum caso a soma de ambas deve ser superior a 2700 mm. Essas medidas devem ser respeitadas devido às limitações físicas do local de instalação.

Não será aceita a fixação de componentes nas laterais do painel ou em qualquer espaço que dificulte a intervenção no referido componente. Para cada componente, todos os seus pontos de acesso não devem ser obstruídos por outros componentes, condutores ou acessórios do painel.

5.2.1.3 Pintura

Todas as chapas e estruturas metálicas que serão utilizadas para a fabricação dos compartimentos do quadro deverão receber uma limpeza e tratamento visando a retirada de graxa, óleo ou qualquer outra impureza, sendo então protegidas contra oxidação para finalmente receber o revestimento com tinta em pó com acabamento interno e externo na cor cinza RAL-7032 / RAL-7035 ou similar sujeito à aprovação da ITAIPU, com espessura mínima de 80 µm, atendendo a NBR 16680 ou norma similar.

A placa de montagem interna removível deverá pasar pelo mesmo processo de limpeza, tratamento, pintura e acabamento na cor laranja RAL 2004.

Pequenas peças metálicas, como parafusos, porcas, arruelas e acessórios não pintados, deverão ser resistentes à corrosão.

Tanto os processos de limpeza como de pintura devem ser detalhados no projeto executivo (documentos técnicos), sendo aceitos apenas os processos identificados como de melhor prática na área.

A cor, a espessura e o acabamento da tinta de cada parte serão verificados na fábrica em conjunto com o fiscal designado pela ITAIPU, e deverão ser realizados em 100% de todas as estruturas. Este ensaio deve constar de forma explícita no PIT, conforme indicado no item 5.6.4.

Caso haja defeitos ou danos na pintura, tanto durante a fabricação, inspeção ou transporte até o almoxarifado da ITAIPU, caberá à CONTRATADA providenciar o retoque da tinta, de acordo com a norma NBR 16680, que indica a necessidade de submeter a superfície a ser pintada ao processo de limpeza por ação físico-química, conforme ABNT NBR 15158, para remoção de graxa, óleo ou qualquer outra impureza a fim de garantir a aderência satisfatória da nova tinta. Após o retoque da superfície, a mesma deverá apresentar cor e tonalidade uniformes e boa aparência e será submetida à aprovação de ITAIPU.

5.2.1.4 Critérios sobre o cabeamento externo

A fiação externa será lançada e conectada pela ITAIPU, cabendo à CONTRATADA providenciar a instalação da placa removível na parte superior e inferior do quadro. Esta placa deve ter uma área mínima de 600x200 mm^2 disponível em cada estrutura para perfuração e fixação de eletrodutos, que também serão realizadas pela ITAIPU. Esta dimensão deve ser verificada na fábrica em conjunto com o inspetor designado pela ITAIPU em 100% dos painéis. Estas verificações devem constar de forma explícita no PIT, conforme indicado no item 5.6.4.

A CONTRATADA deverá prever a instalação de bornes específicos para a conexão do cabeamento externo, levando em consideração a função dentro do circuito e o nível de tensão.

Na Tabela 2 estão indicadas as dimensões dos condutores existentes e o ponto de entrada (parte superior ou inferior do painel) em que serão conectados ao painel, bem como as quantidades de bornes necessários para a estrutura de força e controle nas 18 unidades geradoras.

Os bornes devem ser distribuídos, separados e localizados de acordo com o local de entrada dos condutores, levando em consideração a função e o nível de tensão. Não será aceita uma arquitetura ou layout da régua de bornes que possa levar a erros ou confusões quanto à sua identificação ou função dentro do circuito. As réguas devem estar claramente identificadas e ter todos os acessórios correspondentes. As características técnicas dos bornes devem estar de acordo com o item 5.2.1.6 desta especificação técnica.

Somente será aceita a dispensa de bornes de entrada para o circuito de 460 Vca, que será conectado diretamente no interruptor seccionador de entrada.

A interligação entre a estrutura de força e controle será realizada pela ITAIPU, e para isto a CONTRATADA deverá prever bornes exclusivos para a conexão de ambos os painéis. Esses bornes poderão estar na parte superior ou na parte inferior de ambas as estruturas. Também devem ser fornecidos condutores com comprimento mínimo de 7 metros para facilitar a referida interligação, que já deverá estar conectada em uma das estruturas. Estes cabos devem ser apropriados para ambiente externo, com cobertura para proteção mecânica, e poderão ser do tipo multicondutor dependendo do circuito a ser interligado. As demais características técnicas destes condutores devem estar de acordo com o item 5.2.1.5. As características, modelos e dimensões devem ser explicitamente declarados no projeto executivo (documentos técnicos), indicado no item 5.6. O atendimento a essas características será verificado na fábrica em conjunto com o inspetor designado pela ITAIPU, conforme item 5.3.1. Devem ser previstos condutores distintos de acordo com o nível de tensão e/ou função dentro do painel.

Estrutura	Função	Dimensão do condutor (mm^2)	Quantidade de bornes necessários	Ponto de entrada
Força	Alimentação entrada 460 Vca	253	0 (zero)	Superior
	Alimentação motor 1 - 460 Vca	85	6	Inferior
	Alimentação motor 2 - 460 Vca	85	6	Inferior
	Aquecimento Motor 1 - 220 Vca	2,5	2	Inferior
	Aquecimento Motor 2 - 220 Vca	2,5	2	Inferior
	Alimentação entrada 220 Vca	6	3	Superior
	Alimentação saída 220 Vca	10	3	Superior
	Alimentação saída 220 Vca	2,5	2	Inferior
Controle	Alimentação entrada 1 - 125 Vcc	35	2	Superior
	Alimentação entrada 2 - 125 Vcc	10	4	Superior
	Alimentação entrada 220 Vca	2,5	2	Inferior
	Alimentação Eletroválvulas SD1/2/3/4 - 125 Vcc	2,5	8	Inferior
	Alimentação Eletroválvulas S1/2/3 - 125 Vcc	2,5	6	Inferior
	Pressostatos da central hidráulica	2,5	14	Inferior
	Chave de nivel do servomotor	2,5	2	Inferior
	Chave de nivel da central hidráulica	2,5	2	Inferior
	Pressostatos do by-pass	2,5	2	Superior
	Fins de curso servomotor	2,5	12	Inferior
	Fins de curso central hidráulica	2,5	6	Inferior
	Fins de curso do by-pass + DPT	2,5	2	Superior
	Comando externo e/ou proteção – 125 Vcc	2,5	8	Superior
	Alarme externo (ULP) – 125 Vcc	2,5	16	Superior
	Supervisão e alarme SCADA	0,5*	52	Superior

Tabela 2 – Condutores externos

*Usar bornes de no mínimo 2,5 mm^2.

5.2.1.5 Cabeamento e canaletas internos

Toda a fiação interna dos painéis deve ser instalada e conectada na fábrica e depois verificada e testada com o inspetor da ITAIPU antes do embarque. Caso algum cabeamento deva ser desconectado para o transporte, a CONTRATADA deverá informar previamente e identificar todos os condutores para facilitar a interpretação das conexões do cabeamento pela ITAIPU.

Para a fiação interna de comando, controle e sinalização, devem ser usados cabos de cobre multifilares flexíveis, classe de encordoamento no mínimo 4, isolação de PVC 70ºC não propagante de chama (BWF) com autoextinção de fogo e gases tóxicos, livre de halogênios, que atenda a norma NBR 13248 ou NBR 16442. A tensão mínima de isolação deve ser de 750 V com seção mínima de 1 mm² para circuitos de controle, entradas de CLP e sinalização. Para circuitos de transformadores de corrente (TC), deve ser usado no mínimo 4 mm² e 2,5 mm² para os outros circuitos auxiliares.

Os cabos dos resistores de aquecimento do painel deverão ter seção mínima de 2,5 mm², isolamento especial para suportar altas temperaturas (200 ºC), encordoamento mínimo classe 4, não propagante de chamas, livre de halogênios e com tensão de isolação mínima de 750 V. Deve atender às normas NBR 13248 e NBR NM 274 para condutores resistentes ao calor.

Os condutores de força na parte interna deverão ser dimensionados de acordo com a carga instalada, levando em consideração os critérios técnicos gerais de dimensionamento. A justificativa e os critérios adotados devem constar explicitamente no memorial de cálculo a ser elaborado pela CONTRATADA, conforme o item 5.6.5 e que deverá ser previamente aprovado pela ITAIPU antes da fabricação dos quadros. De preferência, os condutores de força internos devem ser do tipo flexível com seção circular que atenda a norma ABNT NBR 15977. Porém, por razões técnicas, caso se justifique a utilização de barra rígida para este circuito, esta deverá ser isolada com isolação termocontrátil e suas conexões banhadas em prata para obter baixa resistência e bom contato elétrico. Além disso, deverá ser de cobre eletrolítico, com alto grau de pureza (99,9% de pureza certificada), com seção retangular. A barra rígida deverá ser fixada por meio de suportes isolantes, adequados para suportar esforços eletrodinâmicos e térmicos causados pela corrente de curto-circuito declarada.

Todos os condutores especiais para comunicação de rede e outros circuitos deverão ser declarados no Work statement e lista de materiais, juntamente com seu modelo e características. Terminais especiais também devem constar nestes dois documentos.

Os critérios, modelos ou características técnicas garantidas dos condutores devem constar claramente no Work statement conforme indicado no item 5.4. Durante a fase de revisão da documentação técnica, a CONTRATADA deverá entregar à ITAIPU um certificado de conformidade emitido por órgão ou empresa qualificada quanto ao comportamento do condutor quanto às emissões de gases e extinção de fogo, que devem ser ensaiados de acordo com a norma NBR 13248.

A seção nominal dos condutores para cada circuito deve ser verificada na fábrica com a presença do inspetor da ITAIPU em 100% dos painéis, juntamente com a verificação do condutor de alta temperatura de modo que atenda ao solicitado.

Com relação à montagem, não serão aceitas emendas em nenhum ponto do trajeto dos condutores, devendo ser conectados em bornes ou diretamente aos terminais dos componentes elétricos. Os bornes serão usados apenas para interconectar a fiação interna com a fiação externa que entre ou saia do painel ou caso algum componente elétrico já possua cabo integrado e seu comprimento não seja adequado e exija o uso de um borne auxiliar para sua extensão e conexão. Apenas o circuito de 460 Vca não necessitará borne de entrada, pois o condutor de entrada será conectado diretamente no interruptor seccionador, indicado no item 5.2.2.1.

Os condutores do circuito de controle e auxiliares deverão possuir em cada extremidade terminais de cobre estanhado com proteção isolante de PVC, podendo ser do tipo olhal (redondo) ou tubular, respeitando a seção do condutor e servindo para facilitar a conexão aos bornes ou terminais dos componentes elétricos. Terminais especiais somente serão aceitos em função do componente elétrico ou eletrônico instalado (como CLP, IHM, módulos, relés, bornes, etc.). Para cada par de condutores unipolares que deva ser conectado em um mesmo ponto terminal, ambos deverão ser unidos por meio de um único

terminal especial de compressão ou tipo tubular para dois condutores. Cada condutor que não compartilhe uma conexão terminal com outro condutor deve ter seu próprio terminal de compressão. Não será permitido o agrupamento de mais de dois condutores em um mesmo terminal e no mesmo ponto de conexão, sendo permitido apenas o agrupamento de até dois cabos em um único terminal (caso a seção do condutor e terminal o permita) para conexão dos componentes do painel. Não serão aceitos cabos mal prensados ou com material condutor fora do plástico de proteção do terminal, que comprometam a segurança do pessoal e de todos os componentes.

Toda a fiação interna deve ser agrupada e protegida em canaletas e tampas de plástico não propagantes de chamas, de material de PVC cinza para uma temperatura de trabalho entre -20 °C e 70 °C, levando em conta que as laterais das canaletas deverão permitir a saída dos condutores para seu destino final de conexão. A quantidade de condutores para cada canaleta não deve ultrapassar a taxa de ocupação de 60% do espaço total disponível em cada trecho da canaleta. A largura de cada canaleta deve ser maior que 50 mm e menor que 150 mm. As canaletas com grandes dimensões e grande número de condutores devem utilizar suportes exclusivos para condutores e ser fixados lateralmente, conforme indicado na Figura 4.

Figura 4 - Fixação de condutores em canaletas

As canaletas devem ser agrupadas de forma a separar os condutores de força e controle, incluindo a segregação dos condutores externos e internos ao painel. Não serão aceitas canaletas com ocupação de muito espaço com fiação e que dificulte o acesso ou colocação das tampas. Cada condutor interno na saída de cada borne ou terminal de algum componente elétrico deve necessariamente entrar e percorrer o painel pelo interior das canaletas até seu ponto de conexão final correspondente.

Não serão admitidos condutores tensionados em nenhum ponto de sua trajetória dentro da canaleta, devendo ser deixada uma folga (reserva técnica do condutor) em cada extremidade para não danificar o condutor e que possa facilitar a manutenção ou possível reposicionamento do condutor no futuro. Esta reserva técnica do condutor deve ter um comprimento mínimo de 200 mm. Os condutores devem ser instalados dentro da canaleta de forma organizada, facilitando assim a retirada de qualquer outro condutor sem a necessidade de desconectar outro condutor ou intervir excessivamente nos mesmos. Será aceita uma distância mínima (D) de 50 mm de espaço físico entre o borne ou terminal de componente até a entrada do condutor na canaleta, de forma a facilitar as inspeções e desconexões de toda a fiação. Para detalhes, consultar a Figura 5. Estas dimensões deverão ser verificadas na fábrica em 100% dos painéis (em ambas as estruturas) junto com o inspetor designado pela ITAIPU, somente quando todos os componentes e acessórios estiverem montados em seu interior. Estas verificações deverão constar explicitamente no PIT, conforme indicado no item 5.6.4.

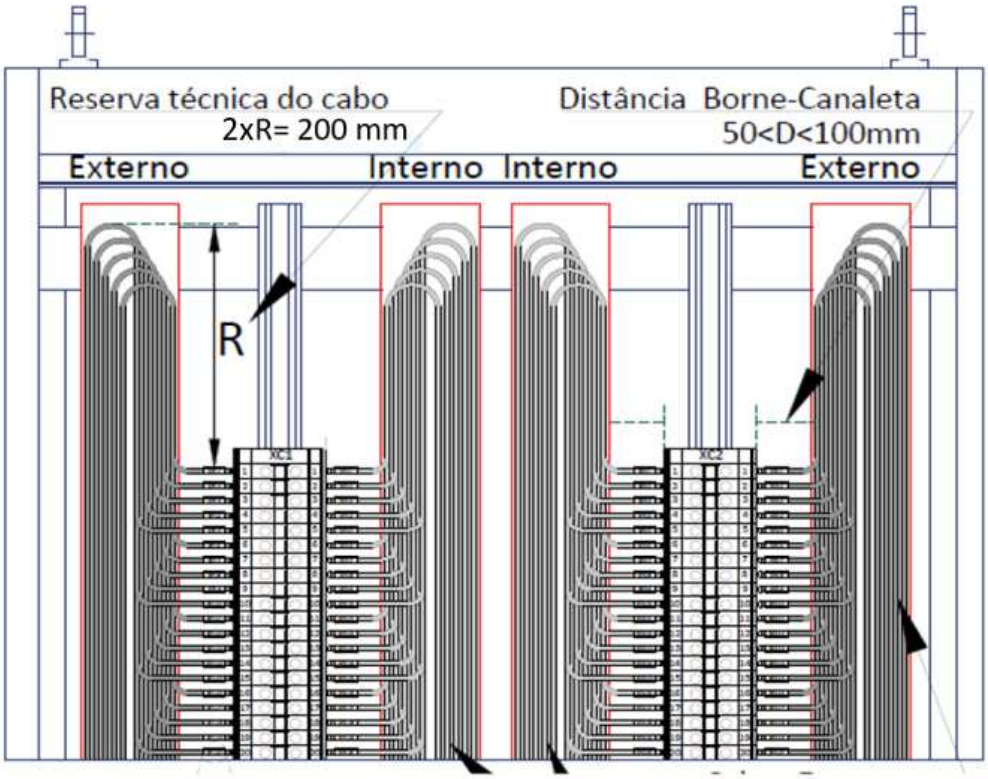

Figura 5 - Requisitos de montagem interna

Em cada canaleta, serão aceitos no máximo três intervalos sucessivos de seção de condutores padronizados. Como exemplo, uma canaleta deve ter apenas condutores com seções de 1 mm², 1,5 mm² e 2,5 mm², ou outra canaleta com seções sucessivas de 1,5 mm², 2,5 mm² e 4 mm².

Para condutores que devam percorrer o caminho até a porta do painel para se conectar com os componentes fixados nela (como sinalizadores, chaves seletoras, IHM, etc.), esse caminho deve ser tal que, quando a porta for aberta, a mesma não comprometa a integridade dos condutores nem os tensione; assim, os condutores devem ter comprimento suficiente e, ao fechar a porta, o condutor deverá formar uma curvatura. O conjunto de cabos que devem ir até os componentes da porta deve ser protegido por articulações projetadas para esse fim ou por uma malha expansível de poliéster. Para cortar essa malha, deve-se usar uma ferramenta de corte a quente de modo a evitar o desprendimento nas extremidades da malha. Para detalhes, ver a Figura 6. Não será permitida a utilização de tubo em espiral para proteção do conjunto de condutores conectados aos componentes fixados na porta do painel.

Figura 6 - Protecão dos condutores

5.2.1.6 Borneiras

Os bornes serão usados apenas para interconectar a fiação interna com a fiação externa que entre ou saia do painel ou caso um componente elétrico já inclua sua própria fiação e seu comprimento não seja adequado e exija o uso de um borne auxiliar para sua extensão e conexão, com exceção do circuito de força de 460 Vca ou circuitos de comunicação de rede, que não requerem bornes de entrada.

Todos os bornes devem ser simples, unipolares, feitos de material termofixo, nível de tensão 800 V, com queda de tensão inferior a 4 mV, conexão push-in na parte frontal adequada para terminal tipo tubular que facilite a inserção e extração do condutor com o uso de uma ferramenta, com duas conexões, retardante de chama (livre de halogênios), classe de inflamabilidade V0, grau de poluição 3, categoria de sobretensão III, faixa de temperatura que atenda às condições ambientais indicadas no item 5.1, para montagem em trilho DIN 35 mm, organizados apenas horizontalmente para a parte superior, e agrupados horizontalmente ou verticalmente para a parte inferior do painel, formando uma única régua de bornes de acordo com o circuito. Cada régua de bornes deve ser separada de acordo com o nível de tensão (460 Vac, 125 Vcc, 220 Vca e 24 Vcc formarão grupos de bornes diferentes) e funcão dentro do circuito (entrada de instrumentos, alarmes externos, circuitos auxiliares formarão grupos de bornes diferentes). Os bornes com alimentação CA ou CC devem estar fisicamente separados e bem identificados de forma a não causar qualquer tipo de confusão e erros durante a manutenção.

Bornes com conexão em dois ou mais níveis sobrepostos (bornes com dois ou mais andares) não serão aceitos em nenhum dos circuitos do painel. Os bornes de terra devem ser diferenciados usando borne verde/amarelo para qualquer um dos circuitos do quadro.

Cada régua de bornes deve ser fornecida com todos os seus acessórios (separadores, postes, jumpers inseríveis, etc.). O sistema de fixação e conexão dos bornes deve garantir uma boa pressão de contato elétrico com os terminais do condutor.

As réguas de bornes devem ser montadas em uma posição de fácil acesso e proporcionar espaço suficiente para que a fiação interna e externa seja realizada de maneira ordenada e sem dificuldades. As réguas de bornes devem estar localizadas muito próximas à entrada dos condutores externos, evitando um longo caminho de condutores com grandes seções ou acumulações dentro do painel.

Reitera-se que a distância livre mínima entre cada borne e canaleta deve ser de no mínimo 50 mm, conforme Figura 5.

Os bornes para os circuitos de corrente devem ser do tipo conexão por parafuso ou por pino passante, adequado para terminal tipo olhal com aleta articulada com porca cega, semelhante ao indicado na Figura 7.

Figura 7 - Borne para circuito de corrente

Os bornes destinados ao circuito de força podem ser do tipo para conexão com terminal olhal (anel) com aleta articulada com porca cega e proteção contra torque simultâneo, ou podem ser utilizados bornes com conexão por parafuso ou com conexão por parafuso e porca. Qualquer borne selecionado deve ser do tipo para circuitos de potência. Caso existam partes expostas, devem ser protegidas com material isolante exclusivo para o tipo de borne fornecido.

As conexões entre bornes adjacentes para pontos com potencial comum devem ser feitas com jumpers plugáveis com proteção isolante, específicos e adequados ao borne fornecido. Todos os bornes

que possuam o mesmo potencial e precisem de jumpers plugáveis deverão estar localizados lado a lado e não de forma intercalada. Não será permitida a conexão entre bornes por meio de cabo condutor para evitar sobrecarregar as canaletas plásticas.

Os bornes devem ser identificados e numerados em sequência no painel conforme indicado nos desenhos elétricos aprovados. As numerações devem ser claramente visíveis em ambos os lados de maneira inequívoca e contar com identificadores nas dimensões adequadas ao tamanho e tipo de borne e firmemente fixadas.

Os bornes do quadro devem ser para no mínimo 2,5 mm², podendo ser maiores dependendo do tipo de condutor a conectar, conforme indicado na Tabela 2. A quantidade de bornes indicada na referida tabela deve ser respeitada. A corrente nominal deve ser em função a cada circuito.

5.2.1.7 Aterramento

Os painéis (ambas as estruturas) deverão ser aterrados através da malha de aterramento da ITAIPU. Para tal, cada painel deverá ter um conector de aterramento na parte lateral inferior externa para receber o condutor de terra. Este conector deverá ser adequado para condutores nus de terra de 70 mm^2. A ITAIPU se encarregará de fornecer e conectar externamente este condutor e a CONTRATADA fornecerá e fixará o conector externo que já deve estar instalado em fábrica.

Além disto, um condutor de terra de cobre nu de mesmas dimensões (70 mm^2) deverá estar conectado no lado interno do painel, desde a estrutura onde chega o cabo externo até uma barra de aterramento interna ao painel. Os condutores internos que chegarem à barra de terra devem ser conectados com terminais de compressão de cobre do tipo olhal (anel) adequados para estes tipos de condutores. Esta conexão já deve ser feita na fábrica pela CONTRATADA.

Esta barra de aterramento deve ser de cobre eletrolítico de geometria plana, com seção mínima de 120 mm^2, sem pintura, fixada firmemente por parafusos com suporte isolante na placa de montagem na parte inferior do quadro. Cada estrutura deve ter sua própria barra de aterramento principal.

Todas as chapas metálicas e componentes aterrados, devem ser conectadas a esta barra de aterramento. O condutor de aterramento deve ter uma seção mínima de 2,5 mm^2, cor verde com linha amarela ou apenas verde, do tipo flexível, classe de encordoamento de no mínimo 4 para componentes internos e estruturas. Para a porta da estrutura de força e controle sujeita a interferência eletromagnética, deve ser conectada uma malha de terra flexível trançada adequada para suportar altas frequências.

O terminal permitido para ligação à barra de terra deve ser de cobre estanhado do tipo "olhal" adequado para condutores com secção de 2,5 mm^2, conectado por parafusos com liga de cobre resistentes à corrosão. A própria barra deve ter orifícios rosqueados apropriados para facilitar a colocação desses parafusos e terminais. Porcas não serão aceitas como meio de fixação dos parafusos.

A CONTRATADA deverá detalhar no projeto executivo (documentos técnicos) o tipo de material e as dimensões selecionadas para o aterramento do painel, justificando-os.

5.2.1.8 Identificação do painel e componentes

As placas de identificação dos painéis, componentes internos e bornes devem ser de poliéster ou outro material plástico laminado não inflamável que não contenha silicone ou halogênios e que atenda às condições ambientais indicadas no item 5.1, com letras gravadas em branco sobre fundo preto ou vice-versa, permitindo uma fácil visualização. O texto das placas de identificação deve ser em espanhol ou português. A identificação com o nome dos componentes deve ser localizada em uma posição que facilite sua visualização, fixada na placa de montagem. Cada componente também deverá ter uma identificação adjunta e fixada ao mesmo, utilizando a mesma placa laminada ou alguns tipos recomendados na Figura 8. Todos os componentes fixados na porta deverão ser identificados tanto na parte frontal externa quanto na parte interna junto ao componente.

A identificação do painel "CTM-XX" (CTM-01 a CTM-18) deve ser feita com a mesma placa de poliéster ou similar da mesma cor utilizada nos componentes, porém entregue como fornecimento

separado. A identificação será fixada pela ITAIPU no próprio local de acordo com a ordem em que os quadros forem instalados. Devem ser fornecidas 36 placas (uma para cada estrutura com o mesmo nome), e cada par com o nome de identificação do painel correspondente.

Figura 8 - Modelos de identificação de componentes aceitos

As placas de identificação devem ser coladas firmemente no painel para fixação, utilizando algum tipo de selador que suporte as condições ambientais mencionadas no item 5.1, de forma que não se desprendam ao longo de sua vida útil.

O texto gravado deve ser o mesmo dos diagramas elétricos e construtivos, a fim de facilitar a identificação dos componentes. O tamanho das placas deve ser dimensionado em função do seu conteúdo para acomodar as informações em linhas de letras e/ou números.

Adicionalmente, cada painel deve possuir uma placa de identificação característica, com informações sobre o fabricante, tipo, número de identificação ou de série, ano de fabricação, tensão nominal, tensão máxima de operação, corrente nominal, frequência nominal, corrente nominal de curta duração Icw (1 s), grau de proteção IP e peso do painel. Para fixar esta placa poderá ser usada cola ou parafusos; neste caso a ponta dos parafusos não deve aparecer de forma a não comprometer a segurança das equipes nem a estética do quadro, garantindo um bom acabamento nos mesmos. Esta placa deve ser de aço inoxidável, com 0,5 mm de espessura, com caracteres na cor preta, sendo fixada na parte lateral interna inferior.

Placas com logotipos ou nomes de fabricantes ou representantes de qualquer marca não devem ser fixadas nos painéis, com exceção da placa característica que deve conter os dados do fabricante.

O conteúdo e as dimensões de todas as placas de identificação fabricadas, dos componentes e amostras das placas gravadas devem constar nos diagramas de layout e ser submetidas à ITAIPU para aprovação antes do início da fabricação das identificações.

5.2.1.9 Identificação dos condutores

Todos os condutores internos conectados em suas extremidades aos componentes internos ou bornes devem possuir identificação com etiquetas plásticas instaladas em porta-etiquetas tipo anel firmemente fixados ao condutor, que possam ser reutilizáveis e uniformes (mesma cor e padrão para todos) com marcações em textos permanentes e resistentes e que indiquem o ponto de conexão. Os porta-etiquetas devem permitir a substituição das etiquetas sem a desconexão dos condutores e devem ter dimensões adequadas ao condutor de maneira que fiquem firmemente presos ao cabo. As etiquetas também devem ficar firmemente presas dentro dos porta-etiquetas. Os tipos recomendados de identificações são mostrados na Figura 9.

Figura 9 - Modelos de identificação de condutores aceitos

O uso de identificações do tipo pressão, termocontrátil ou adesivo, conforme mostrado na Figura 10, não é permitido.

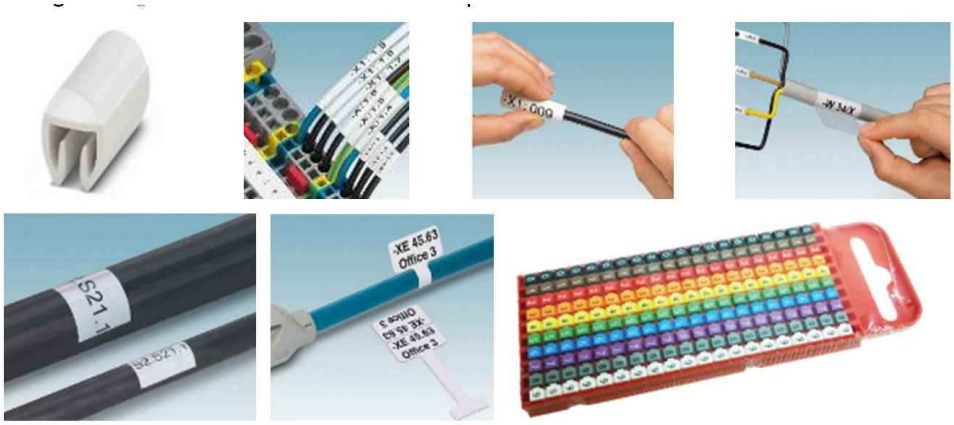

Figura 10 - Modelos de identificação de condutores não permitidos

A identificação de cada condutor deve seguir os seguintes critérios: a primeira parte é a identificação do componente ao qual o cabo está conectado e a segunda parte, separada por um hífen, é a identificação do terminal do componente.

A Figura 11 ilustra a identificação dos cabos conectados a uma régua de bornes, em que o componente é a régua de bornes (identificação: X1).

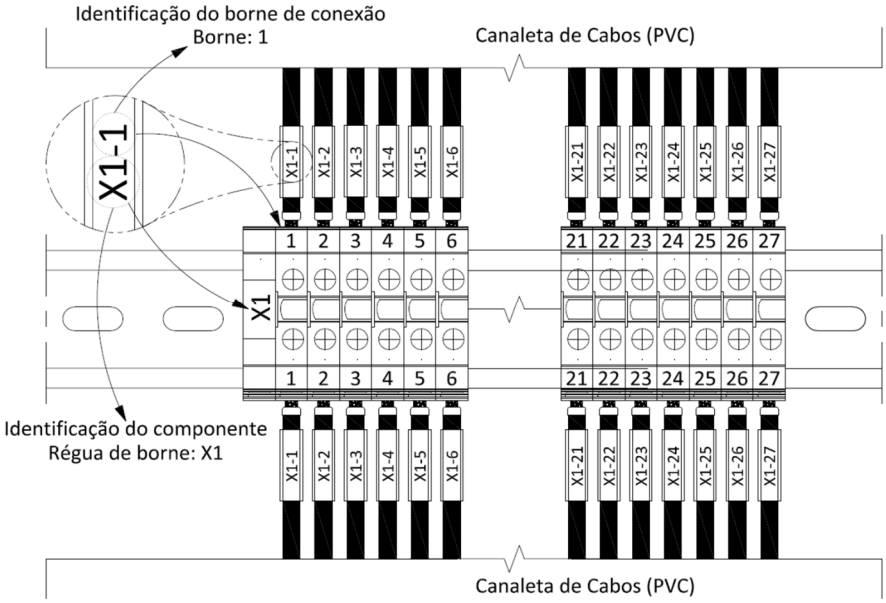

Figura 11 - Critério de identificação de condutores em borneiras

No segundo exemplo, Figura 12, temos a identificação dos cabos conectados a três contatores, que são identificados por K1, K2 e K3. Estes contatores têm terminais identificados de fábrica como 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

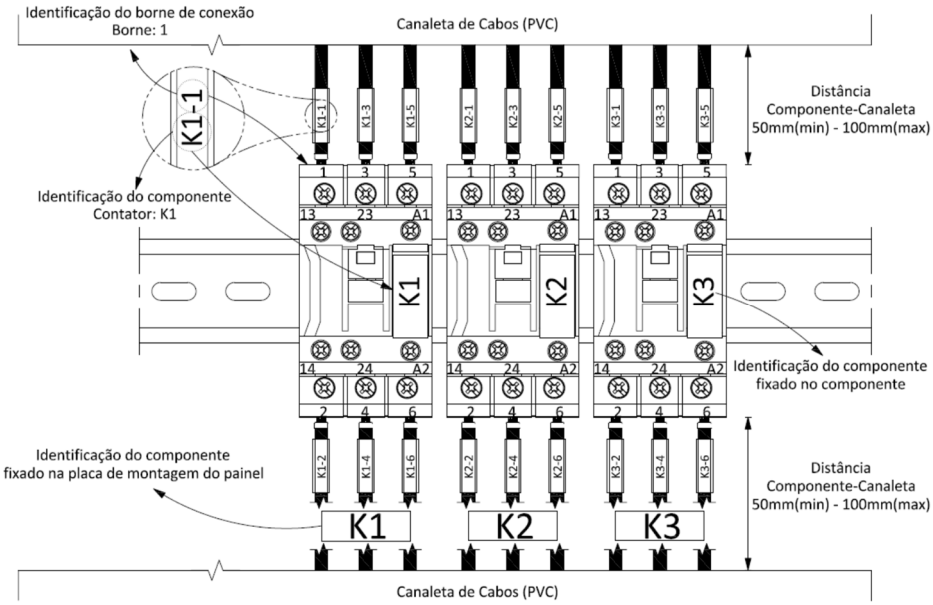

Figura 12 - Critério de identificação de condutores em componentes

A identificação do condutor no painel deve estar orientada da esquerda para a direita e de baixo para cima, conforme os exemplos mostrados. Cada etiqueta de identificação deve indicar apenas o tag do borne ou terminal ao qual está conectado esse extremo do condutor.

5.2.2 Dispositivos de manobra, medição e transformador auxiliar

Todos os componentes citados e especificados neste item deverão ser montados dentro da estrutura de força, de forma a evitar a entrada e/ou saída de condutores de maior tensão (460 Vca) pelo painel de controle.

5.2.2.1 Interruptor seccionador – Circuito de força (460 Vca)

Cada quadro deve possuir um interruptor seccionador geral denominado "SG", que deve ter capacidade para alimentar todo o circuito em 460 Vca. Este interruptor deve ser do mesmo modelo para todos os painéis.

Este equipamento deve ser tripolar (deve incluir a possibilidade de abertura com função de aterramento temporário do lado da carga sem risco de curto-circuito na fonte principal), para uso em corrente alternada trifásica de 50/60 Hz, em caixa moldada e atendendo a todas as características elétricas do item 5.1 desta especificação técnica e a todos os critérios da norma IEC 60947-3 em sua última versão. A corrente nominal de regime contínuo (Iu) da seccionadora deve ser superior à corrente de carga máxima instalada e deve ser capaz de estabelecer ou interromper as cargas do painel.

A resistência mecânica mínima exigida para as manobras é de 8.000 (oito mil) ciclos, com uma capacidade nominal de estabelecimento de corrente de curto-circuito (Icm) de no mínimo 25 kA a uma tensão nominal de 460 Vca sem a necessidade de fusível limitador.

Na entrada de cada pólo da seccionadora deve ser permitida a conexão do condutor de força de 253 mm^2, conforme indicado na Tabela 2.

Para o lado do aterramento temporário, deverá ser conectado um condutor com seção mínima de 70 mm^2 com derivação até a barra de aterramento principal do quadro de força.

Esta seccionadora deve contar com um acessório que permita a operação manual sem a necessidade de abertura do painel e que incorpore manoplas que possibilitem a inserção de cadeados de segurança e bloqueio mecânico para impedir a abertura da porta com a seccionadora fechada.

Deverão ser acoplados ao interruptor seccionador seus respectivos blocos auxiliares de indicação de posição, prevendo a instalação de um contato normalmente aberto (1 NA) e um contato normalmente fechado (1 NF) no mínimo.

5.2.2.2 Disjuntores – Circuito de força (460 Vca)

Cada quadro de força deve possuir dois disjuntores denominados "DJ1" e "DJ2" apropriados para proteção de motores, do mesmo modelo para todas as unidades geradoras, com capacidade para alimentar cada motor do sistema individualmente.

Estes equipamentos devem ser trifásicos, para corrente alternada trifásica de 50/60 Hz, de caixa moldada e atender todas as características elétricas do item 5.1 desta especificação técnica e todos os critérios da norma IEC 60947-2 em sua última versão. A capacidade de interrupção de serviço (Ics) deve ser projetada para pelo menos 75% da capacidade máxima de interrupção (Icu).

A proteção térmica deve ser ajustável de acordo com a corrente nominal do motor e a proteção contra curto-circuito deve estar adequada para suportar a corrente de partida de cada motor.

A vida útil mecânica deve ser de no mínimo 20.000 (vinte mil) ciclos e a vida útil elétrica deve garantir um valor de no mínimo 8.000 (oito mil) ciclos.

Cada disjuntor deve ter incorporado seu respectivo acessório que permita a operação manual sem a necessidade de abertura do painel e incorporar manoplas que permitam a inserção de cadeados de segurança e bloqueio mecânico impedindo a abertura da porta com o disjuntor fechado.

Deverão ser acoplados a cada disjuntor os respectivos blocos auxiliares de indicação de posição, prevendo a instalação de no mínimo um contato normalmente aberto (1 NA) e um contato normalmente fechado (1 NF).

O registro de manobras de cada disjuntor deverá ser claramente indicado no histórico de eventos da IHM, para fins de diagnóstico de falhas em caso de disparo de um deles, com indicação do dia e hora do evento.

O dimensionamento e ajuste de cada disjuntor deve ser estabelecido de acordo com a seção nominal dos condutores de saída dos motores indicados na Tabela 2, a capacidade nominal dos contatos do contator principal e os seguintes dados dos motores:

	Motores 1/2 (U01-U09)	Motores 1/2 (U10-U18)
Tensão nominal (Vca)	440	440
Frequência (Hz)	50	60
Corrente nominal (A)	152	150
Corrente de partida (Ip/In)	8,0	6,7
Tempo de rotor bloqueado (s)	9	12
Tempo de partida (s)	6	6
Fator de serviço	1,0	1,0
Seção nominal do condutor (mm^2)	2 x 85 mm^2	2 x 85 mm^2

Tabela 3 - Características dos motores

Para o dimensionamento dos disjuntores, também deverá ser considerada a sobrecorrente por falta de fase e rotor bloqueado. O memorial de cálculo deve conter explicitamente os critérios adotados para o dimensionamento e a recomendação de ajuste de cada disjuntor, conforme indicado no item 5.6.5.

5.2.2.3 Contatores – Circuito de força (460 Vca)

Cada quadro de força deverá possuir dois contatores denominados "KM1" e "KM2" do mesmo modelo para todas as unidades geradoras, com capacidade para alimentar individualmente cada motor do sistema em regime contínuo.

Estes componentes devem ser trifásicos para corrente alternada trifásica de 50/60 Hz, para partida direta dos motores, categoria AC-3, com acionamento eletromagnético e que atendam a todas as características elétricas do item 5.1 desta especificação técnica e todos os critérios da norma IEC 60947-4-1 em sua versão mais recente.

A vida útil mecânica deve ser de pelo menos 5.000.000 (cinco milhões) de ciclos.

Deverão ser acoplados a cada contator seus respectivos blocos auxiliares de indicação de posição, prevendo a instalação de no mínimo um contato normalmente aberto (1 NA) e um contato normalmente fechado independente (1 NF). O contato NF deve ser usado para acionar o resistor de aquecimento do motor, cujo acionamento não terá que depender do CLP.

O registro de atuação de cada contator deve ser claramente indicado no histórico de eventos da IHM para fins de diagnóstico, indicando o dia e horário do acionamento.

A alimentação da bobina do contator poderá ser na tensão de 125 Vcc ou 24 Vcc proveniente do CLP ou via relé de interface.

5.2.2.4 Circuito de medição de tensão e corrente – Circuito de força (460 Vca)

A CONTRATADA deverá projetar e instalar um sistema de medição contínua de tensão entre fases do barramento principal 460 Vca e corrente de fase de ambos os motores, instalado na saída do contator principal ou incorporado no disjuntor de cada motor. Este sistema deve estar conectado ao CLP e à IHM, de modo que as informações sobre essas variáveis possam ser visualizadas, evitando a necessidade de utilização de instrumentos de medição portáteis.

A faixa de medição de tensão deve ser de no mínimo 0 a 460 Vca para medição entre fases do barramento principal, conectada na saída da seccionadora "SG" indicada no item 5.2.2.1, e a faixa de medição de corrente deve ser maior que a corrente nominal do motor. A corrente de cada motor deverá ser medida em cada fase. A faixa de medição deve ser selecionada de forma a obter o erro mínimo até o valor nominal de medição.

No caso de utilização de transformadores de potencial (TP) e transformadores de corrente (TC), estes devem atender às normas ABNT NBR 6855 e ABNT NBR 6856 respectivamente, e ambos devem ser exclusivos para medição. Esses transformadores devem ter uma classe de isolação de no mínimo 600 V, classe de exatidão 0,6% ou melhor para o TP e 1,2% ou melhor para o TC. Ambos os transformadores devem incluir suas respectivas placas de características com as informações mínimas indicadas nas respectivas normas.

A informação de tensão CA da barra de 460 Vca será usada na lógica de comando para sinalizar a falta de tensão.

A CONTRATADA deverá declarar no Work statement o tipo de sistema adotado e indicar as normas que este equipamento atende e seu correspondente ensaio de precisão e exatidão, conforme indicado no item 5.4.

Os ensaios de precisão, exatidão e outros tipos de ensaios devem constar explicitamente no PIT e ser realizados na fábrica, com o acompanhamento do inspetor designado pela ITAIPU, conforme indicado no item 5.3.1.

5.2.2.5 Transformador auxiliar 460/220 Vca – Estrutura de força (460 Vca)

A CONTRATADA deverá dimensionar um transformador monofásico seco fixado à estrutura de força de cada painel, com relação de transformação 460/220 Vca, que será utilizado para alimentar o circuito de resistência de aquecimento de ambos os motores. Cada motor possui uma resistência de aquecimento de

125 W, totalizando uma carga para ambos os motores de 250 W. O transformador deverá ter uma capacidade maior, pelo menos 20% acima da carga total a ser fornecida.

A CONTRATADA deverá declarar no projeto executivo (documentos técnicos) as características elétricas deste transformador e indicar as normas que este equipamento atende e seus respectivos ensaios. Estes ensaios devem constar de forma explícita no PIT e ser realizados na fábrica, acompanhados pelo inspetor designado pela ITAIPU, conforme indicado no item 5.3.1.

Solicita-se a fixação de uma placa característica para o transformador, indicando no mínimo a marca, modelo, tensão, potência, tipo, norma aplicável, fator de sobrecarga, fator de potência e outros dados relevantes a critério da CONTRATADA.

5.2.2.6 Disjuntores – Circuito auxiliar (460 Vca ou 220 Vca)

Cada painel deve possuir um disjuntor termomagnético para o circuito auxiliar de 220 Vca, um disjuntor termomagnético para o primário do transformador auxiliar 460/220 Vca do item 5.2.2.5, um disjuntor para a fonte 460 Vca/125 Vcc especificada no item 5.2.4.3 e um disjuntor para a fonte 460 Vca/24 Vcc especificada no item 5.2.4.2, com capacidade para alimentar suas respectivas cargas. Todos estes disjuntores devem estar dentro da estrutura de força, por onde entrarão seus respectivos condutores de alimentação.

Um disjuntor deve ser exclusivo para o circuito de 220 Vca de iluminação, resistência de aquecimento e tomada elétrica das estruturas. Este disjuntor deve ser de 10 A, curva C, bipolar e fixo na estrutura de força. Deve ser prevista a instalação de bornes exclusivos para este circuito, tanto para a estrutura de força quanto de controle, conforme indicado na Tabela 2, para facilitar a interligação das cargas. A interligação será feita pela ITAIPU durante a montagem.

Um disjuntor deverá ser exclusivo para alimentar o primário do transformador 460/220 Vca. Este disjuntor deve ser dimensionado de acordo com a carga a alimentar (indicada no item 5.2.2.5) e ter capacidade para suportar a corrente de partida do transformador, podendo ser de curva C ou D. Este deverá ser instalado na estrutura de força e não terá interligação com o painel de controle.

Os disjuntores das fontes 460 Vca/125 Vcc e 460 Vca/24 Vcc deverão ser dimensionados de acordo com a carga instalada no painel e/ou potência da fonte, cuja tensão de operação é 460 Vca. Estes disjuntores devem suportar a corrente de partida de cada fonte a plena carga.

Os disjuntores devem ser bipolares ou tripolares (dependendo das características das fontes e/ou transformador) para corrente alternada trifásica de 50/60 Hz, de caixa moldada e devem atender a todas as características elétricas do item 5.1 desta especificação técnica e todos os critérios da norma IEC 60947-2 em sua versão mais recente. A capacidade de interrupção de serviço (Ics) deve ser projetada para pelo menos 75% da capacidade máxima de interrupção (Icu). A vida útil mecânica deve ser de no mínimo 10.000 (dez mil) ciclos de manobra.

Deverão ser acoplados a cada disjuntor os respectivos blocos auxiliares de indicação de posição, prevendo a instalação de pelo menos um contato normalmente aberto (1 NA) e um contato normalmente fechado (1 NF).

O dimensionamento de cada disjuntor deve ser estabelecido de acordo com a seção nominal do condutor e a corrente nominal de cada circuito. O memorial de cálculo deve conter explicitamente os critérios adotados para o dimensionamento e seleção de cada disjuntor, conforme indicado no item 5.6.5.

O registro de manobras de cada disjuntor deve ser claramente indicado no histórico de eventos da IHM para efeito de diagnóstico de falhas em caso de disparo de um deles, indicando o dia e a hora do evento.

A nomenclatura de identificação dos disjuntores será semelhante ao projeto original, conforme indicado a seguir:

- Disjuntor 220 Vca: "52A";
- Disjuntor de entrada do transformador 460/220 Vca: "SEC";
- Disjuntor fonte 460 Vca/125 Vcc: "SC1";
- Disjuntor fonte 460 Vca/24 Vcc: "SC2".

5.2.2.7 Disjuntores – Circuito de controle (Corrente contínua)

O quadro de controle deve possuir a quantidade de disjuntores necessários para cada fonte 125/24 Vcc (especificada no item 5.2.4.1) em corrente contínua do sistema e para cada eletroválvula (listadas no item 5.2.4.3). Estes disjuntores devem ser capazes de operar com uma tensão de 125 Vcc e 24 Vcc.

Todos os disjuntores devem ser bipolares para corrente contínua, de caixa moldada e devem atender todas as características elétricas do item 5.1 desta especificação técnica e todos os critérios da norma IEC 60947-2 em sua versão mais recente. A capacidade de interrupção de serviço (Ics) deve ser projetada para pelo menos 75% da capacidade máxima de interrupção (Icu). A vida útil mecânica deve ser de no mínimo 10.000 (dez mil) ciclos de manobras. Estes disjuntores devem ser fixados na estrutura de controle. Deverão ser previstos bornes exclusivos para ambas estruturas para alimentar qualquer carga em corrente contínua na estrutura de força. A interligação será realizada pela ITAIPU e os condutores serão fornecidos pela CONTRATADA, conforme detalhado no item 5.2.1.4.

Deverão ser acoplados a cada disjuntor os respectivos blocos auxiliares de indicação de posição, prevendo a instalação de pelo menos um contato normalmente aberto (1 NA) e um contato normalmente fechado (1 NF).

O dimensionamento de cada disjuntor deve ser estabelecido de acordo com a seção nominal do condutor e a corrente nominal de cada circuito. O memorial de cálculo deve conter explicitamente os critérios adotados para o dimensionamento e seleção de cada disjuntor, conforme indicado no item 5.6.5.

O registro de manobras de cada disjuntor deve ser claramente indicado no histórico de eventos da IHM para fins de diagnóstico de falhas em caso de disparo de um deles, indicando o dia e a hora do evento.

A nomenclatura de identificação dos disjuntores será semelhante ao projeto original, conforme indicado a seguir:

- Disjuntor da fonte 1: "SEC2A";
- Disjuntor da fonte 2: "SEC2B";
- Disjuntor eletroválvulas: "72A/B/C/D/E/F/G";
- Disjuntor da fonte 125/24 Vcc: 72H/I.

5.2.3 Tomada, iluminação e resistor de aquecimento

Cada painel deverá possuir uma tomada elétrica, iluminação e resistor de aquecimento que serão alimentados por um circuito auxiliar externo em 220 Vca e por meio do disjuntor "52A". Deve ser prevista a instalação de bornes para este circuito, com as quantidades especificadas para cada estrutura na Tabela 2.

A resistência de aquecimento deve ser do tipo com aletas dissipadoras, com caixa de proteção metálica incorporada e fixada na placa de montagem na parte inferior por meio de parafusos e suporte isolante, de forma que não comprometa termicamente os demais componentes e acessórios do quadro. Deve ser dimensionada corretamente de acordo com as dimensões físicas do painel para evitar condensação em seu interior, sendo controlada por um termostato regulável. O termostato deverá possuir terminais parafusados para receber condutores com terminais tipo "ponta" ou tubulares. O termostato deve ser instalado na parte superior do painel com fácil acesso aos seus pontos de conexão e fixado na placa de montagem por meio de trilho DIN. Caso o condutor que venha de fábrica da resistência de aquecimento seja muito curto, devem ser previstos três bornes próximos (conforme as características do item 5.2.1.6) para interligar o condutor e permitir sua extensão até o seu destino final de conexão. Deve ser prevista a instalação de termostatos e resistências de aquecimento para cada estrutura.

A iluminação do painel deve ser com luminária do tipo fechado, que inclua um defletor para direcionar a luz apenas para a parte interna do painel. A lâmpada deve ser do tipo bulbo LED de baixo consumo e conectada por uma base E27. A iluminação deve ser acionada por meio de um fim de curso montado em local estratégico, de fácil acesso aos seus terminais de conexão e que permitam facilidade de montagem/desmontagem em caso de futuras substituições. O fim de curso poderá ser conectado através de terminais do tipo "pino" ou "fêmea" dependendo do modelo a ser utilizado, desde que seja garantido um bom contato elétrico nos terminais do fim de curso. O mesmo tipo de luminária deve ser fornecido para cada estrutura. Cada estrutura deve ter a referida iluminação com o respectivo fim de curso para cada uma.

A tomada elétrica deve ser do tipo 2P + T para conexão bifásica com terminal de terra disponível. A tomada deve ser de 10 A e aceitar plugues ou conectores de pino redondo. Deve ser fixada somente na estrutura de controle, na placa de montagem por meio de parafusos de fácil acesso para montagem/desmontagem. A tomada deverá estar localizada na metade inferior do painel para não dificultar a conexão de qualquer aparelho elétrico ou carga elétrica. A tomada deve ser fabricada para instalação em painéis e os terminais de conexão dos condutores devem ser protegidos para contato direto. Esta tomada deve atender às especificações da norma NBR 14136.

5.2.4 Circuito de alimentação auxiliar, automatização e controle

O painel atualmente possui duas fontes externas de 125 Vcc e uma fonte externa em 460 Vca em 50 ou 60 Hz. O novo painel deve ser alimentado por essas fontes, sendo necessário para isso a instalação das fontes indicadas abaixo com seus respectivos supervisores de tensão para cada fonte. No mínimo, requer-se a implementação da seguinte topologia de alimentação do painel (Figura 13), que pode ser melhorada durante a fase de projeto executivo dependendo dos recursos e componentes instalados no painel.

Deve ser prevista a instalação de pelo menos uma ponte de diodos para permitir a isolação das fontes principais em 125 Vcc. Também deverão ser instalados os diodos necessários de acordo com o projeto original para os supervisores de tensão das eletroválvulas de fechamento.

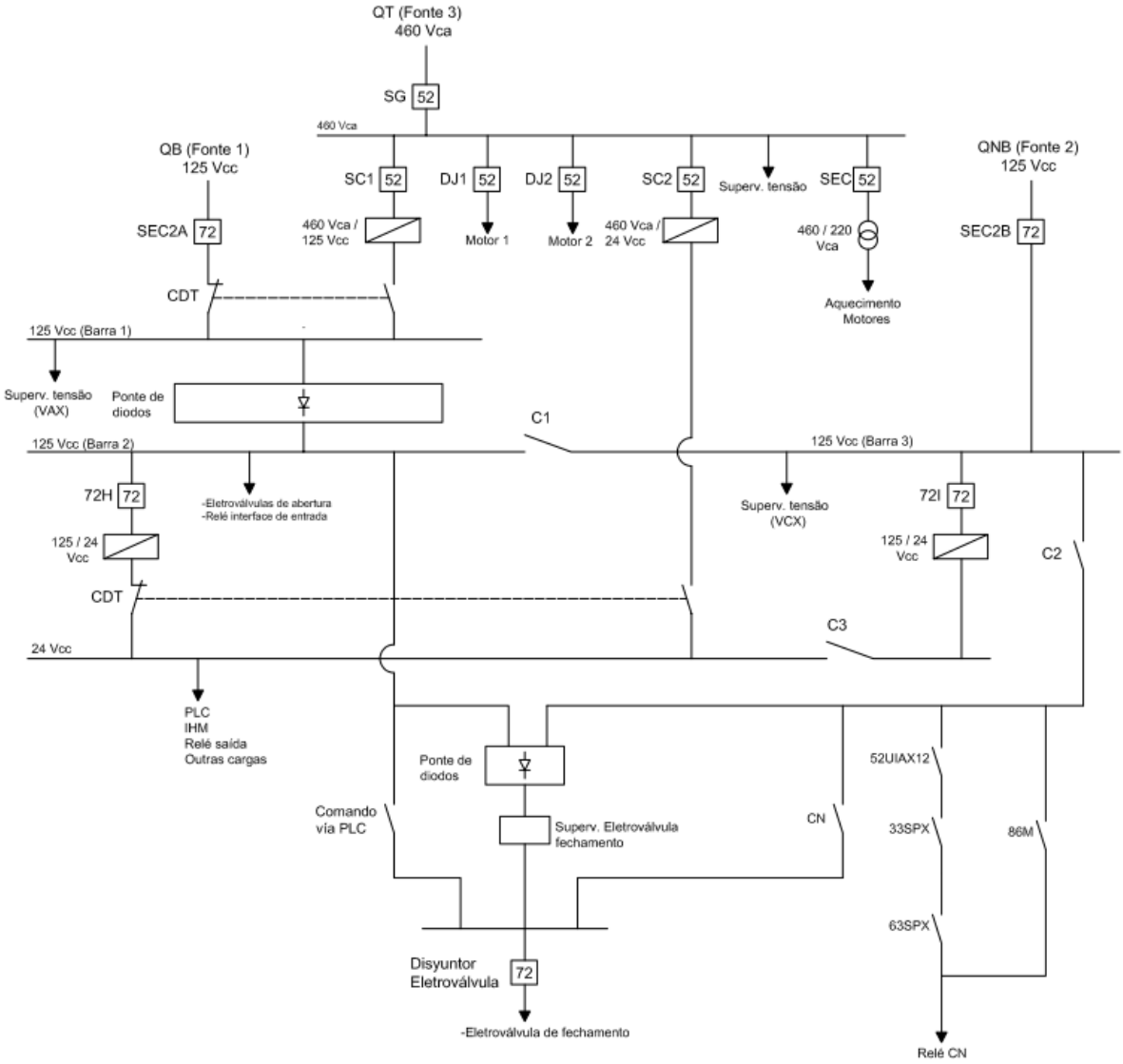

Figura 13 – Topologia de alimentação do quadro

5.2.4.1 Fontes de alimentação 125/24 Vcc

Deve ser prevista a instalação de duas fontes de tensão 125/24 Vcc do mesmo modelo para alimentar o circuito de controle do painel. A tensão de saída deve ser 24 Vcc ± 5%. Estas fontes deverão ter a capacidade de operação em paralelo na saída, portanto devem ter essa possibilidade de conexão para que a falha de uma fonte não interfira no funcionamento da outra fonte. Cada fonte sozinha deve ter a capacidade de alimentar todas as cargas do circuito.

Além disso, as fontes devem possuir proteção interna contra curto-circuito, supervisão de estado interno, com possibilidade de indicação de falta de tensão de saída para supervisão de cada fonte através de contatos internos, e devem suportar as condições ambientais indicadas no item 5.1. Para garantir a confiabilidade das fontes, é necessário que tenham um TMEF (tempo médio entre falhas) mínimo de 600.000 (seiscentas mil) horas a 40 °C e uma capacidade de sobrecarga de 25% por 4 s. As fontes deverão estar em conformidade com os requisitos da norma IEC 61000 com referência à emissão e imunidade a interferências eletromagnéticas.

Cada fonte deverá possuir um disjuntor de alimentação específico, conforme indicado no item 5.2.2.7.

A potência nominal de cada fonte será dimensionada com base na carga total alimentada no painel (CLP, IHM, relés de interface, etc.). O dimensionamento deve constar explicitamente no memorial de cálculo, conforme indicado no item 5.6.5.

5.2.4.2 Fonte de alimentação 460 Vca/24 Vcc

Deverá ser instalada uma terceira fonte 24 Vcc como redundância, alimentada pela fonte principal de 460 Vca em 50/60 Hz. A saída de 24 Vcc desta fonte só deverá ser conectada manualmente à barra de 24 Vcc através da chave seletora "CDT". Esta fonte deverá ter a capacidade de alimentar todas as cargas do painel.

A fonte deverá ser de 460 Vca/24 Vcc, com regulação da tensão de saída inferior a 2%, com proteção interna contra curto-circuito, proteção interna contra sobretensão transitória na entrada, supervisão interna de estado, com possibilidade de indicação de falta de tensão de saída para supervisão de cada fonte e deverá suportar as condições ambientais indicadas no item 5.1. Para garantir a confiabilidade da fonte, requer-se que tenha um TMEF (tempo médio entre falhas) mínimo de 600.000 (seiscentas mil) horas a 40 °C. A tensão de isolamento na entrada deve ser de pelo menos 600 V. A fonte deve atender aos requisitos da norma IEC 61000 com referência à emissão e imunidade a interferências eletromagnéticas.

5.2.4.3 Fonte de alimentação 460 Vca/125 Vcc

Deverá ser instalada uma terceira fonte de 125 Vcc como redundância, alimentada pela fonte principal de 460 Vca em 50/60 Hz. A saída de 125 Vcc deverá ser conectada manualmente à barra principal de 125 Vcc (barramento 1 da Figura 13) usando a chave seletora "CDT". Esta fonte deve ter capacidade para suprir todas as cargas do painel e eletroválvulas. Deve ser considerado, no pior caso, um consumo total de 132 W para as eletroválvulas.

Esta fonte deverá ser de 460 Vca/125 Vcc, com regulação da tensão de saída inferior a 1%, com proteção interna contra curto-circuito, proteção interna contra sobretensão transitória na entrada, supervisão interna do estado, com possibilidade de indicação de falta de tensão de saída para supervisão da fonte e deverá suportar as condições ambientais indicadas no item 5.1. A tensão de isolamento na entrada deve ser de pelo menos 600 V.

5.2.4.4 Controlador lógico programável (CLP), interface homem-máquina (IHM) e switch

A. Aspectos gerais

O controle do sistema será realizado por um controlador lógico programável (CLP) que receberá as informações dos instrumentos de campo por contato seco em 125 Vcc através dos relés de interface de entrada especificados no item 5.2.4.5, e dos demais componentes internos do painel para supervisionar o estado de cada um deles e assim realizar as lógicas de processamento de alarmes e/ou comandos. O CLP deverá enviar todas as informações relevantes do sistema para uma interface homem-máquina (IHM) via rede, que mostrará todas as informações e status do sistema. Tanto o CLP quanto a IHM devem pertencer ao mesmo FABRICANTE para facilitar a integração de ambos e a implementação de melhorias e/ou modificações no futuro.

É indispensável que a programação de todos os componentes (CLP, IHM, etc.) seja de código aberto e desenvolvida de forma simples e compreensível, utilizando comentários e todo tipo de referências ou mnemônicos para a identificação dos diferentes blocos de programação e variáveis. Todos os comentários devem estar em português ou espanhol.

O desenvolvimento da lógica, método de programação, mnemônicos, comentários, projeto gráfico da IHM e referências incluídas devem ser aprovados pela ITAIPU, juntamente com os demais documentos

indicados no item 5.6. O ensaio em fábrica para verificar as funcionalidades lógicas do painel somente será realizado depois de aprovado o desenvolvimento do referido programa.

B. Características do CLP e programação

A aplicação do CLP poderá ser desenvolvida em programação LADDER, FBD ou em linguagem de texto estruturado de acordo com a norma IEC 61131-3. Não será aceito o método de programação do tipo IL (lista de instruções). Em cada trecho da programação, deve haver comentários que facilitem o entendimento do programa e a função de cada bloco.

Além da rotina principal de programação, destinada a controlar o sistema de forma global e para fins organizacionais, a aplicação deverá possuir sub-rotinas para os modos de operação da comporta e sinalizações, a fim de facilitar o entendimento do programa desenvolvido. Deverão ser criados no mínimo as seguintes sub-rotinas ou blocos de programação:

- Aquisição de dados;
- Comando de abertura normal, cracking e excepcional;
- Supervisão mecânica e elétrica;
- Comando de primeira e segunda reposição da comporta;
- Comando de fechamento normal;
- Comando de fechamento rápido;
- Comando de transferência e supervisão de fontes ou disjuntores;
- Sinalização local de eventos e comunicação com a IHM;
- Sinalização externa na sala de controle local (ULP);
- Sinalização externa no SCADA;
- Diagnósticos.

Para a fonte 125 Vcc, a transferência manual entre a fonte 1 do QB e a fonte 460 Vac/125 Vcc (Figura 13) poderá ser realizada através da chave seletora "CDT", e de forma análoga para a fonte 24 Vcc deverá ser feita a transferência com a mesma chave seletora entre a fonte 125/24 Vcc e a fonte 460 Vca/24 Vcc, ou automaticamente através das supervisões de fontes, disjuntores e relés de tensão, com as seguintes condições:

- O relé C1 (Figura 13) dará o comando de transferência devido à falta de tensão detectada pelo relé de tensão "VAX" e com os disjuntores "SEC2A" e "SC1" fechados.
- O relé C2 (Figura 13) dará o comando de transferência devido à falta de tensão detectada pelo relé de tensão "VAX" e uma das seguintes condições:

  • Chave seletora "CDT" selecionada para a fonte 1 do QB e disjuntor "SEC2A" aberto;
  • Chave seletora "CDT" selecionada para a fonte 3 do QT e disjuntor "SC1" aberto ou falta de tensão na fonte 460 Vca/125 Vcc.

- O relé C3 (Figura 13) dará o comando de transferência em caso de uma das seguintes condições:

  • Chave seletora "CDT" selecionada para a fonte 1 do QB e falta de tensão na fonte 1 de 125/24 Vcc ou abertura do disjuntor "72H";
  • Chave seletora "CDT" selecionada para a fonte 3 do QT e falta de tensão na fonte 3 de 460 Vca/24 Vcc ou abertura do disjuntor "SC2".

A partir do CLP deverá ser prevista a lógica de comando para as sinalizações externas, tanto para o painel local da unidade (ULP) quanto para o sistema SCADA nas unidades convencionais (U01 a 18). Estes

alarmes devem ser configurados conforme a Tabela 4 e a Tabela 5, de modo a prever o acionamento dos relés de saída correspondentes.

Para cada painel, será necessário o acionamento de pelo menos 31 relés de interface de saída (ULP + SCADA). Da mesma forma, devem ser instaladas as quantidades de relés solicitadas no item 5.2.4.5.

Unidades Convencionais (U01 a U18) - ULP	
Evento	**Ação**
Falta tensão Vcc bateria 2 ou falta tensão de qualquer fonte supervisada	Qualquer uma das condições aciona um só relé de interface com destino ao anunciador 44 do ULP
Solenóide não atuada	
Reposição 2° nivel	
Defeito solenóide SD1 (KSS1 + SX1)	
Defeito solenóide SD2 (KSS2 + SX2)	
Defeito solenóide SD3 (KSS3 + SX3)	
Defeito solenóide SD4 (KSS4 + SX4)	
Cabo frouxo	
Falha de rede	
Falta tensão Vcc bateria 1 ou falta tensão barra 125 Vcc ou falta tensão barra 24 Vcc	Qualquer uma das condições aciona um só relé de interface com destino ao anunciador 45 do ULP
Disjuntor aberto (todos los disjuntores)	
Falta de óleo tanque principal	
Pressão alta	
Pressão baixa no servomotor	
Falta Vac	
Comporta a deriva	Aciona un relé de interface exclusivo com destino ao anunciador 46 e bloqueio 86N do ULP
Reposição 1° ou 2° nivel ou haste emperrada	Qualquer uma das condições aciona um só relé de interface com destino ao anunciador 161 do ULP
Supervisão solenóide SD3 (KSS3X) + Supervisão solenóide SD4 (KSS4X)	Ambas condições devem acionar un único relé de interface com destino ao ULP
Comporta fechada (KFCB)	Aciona un relé de interface exclusivo com destino ao ULP
Comporta aberta (KFC2T)	Aciona un relé de interface exclusivo com destino ao ULP

Tabela 4 – Sinalização externa - ULP

Unidades Convencionais (U01 a U18) - SCADA
Evento (cada evento aciona um relé de interface exclusivo)
Águas equilibradas (KEP)
Disjuntor auxiliar disparado (qualquer um dos disjuntores de controle aciona um único relé de interface)
Falta tensão Vcc bateria 1 (VAX) ou falta tensão barra 24 Vcc
Falta tensão Vcc bateria 2 (VCX) ou falta tensão de qualquer fonte supervisada
Cabo frouxo (FCF)
Pronto para operação (KFC2T)
Fechamento por bloqueio da unidade (KPR ou KSV)
Comporta a deriva (KCD)
Comporta a deriva limite (FC2B)
Comporta totalmente aberta (KFCA)
Comporta totalmente fechada (KFCB)
Haste emperrada (FC1 + FCH)
Falta tensão CA motores (KD1 ou KD2)
Reposição 1° nível (KR)
Reposição 2° nível (KRA)
Servomotor pressão ou nível baixo (KPM ou KCNS)
Pressão alta do sistema (KSC)
Defeito mecânico solenóide SD1 (SX1)
Defeito mecânico solenóide SD2 (SX2)
Defeito mecânico solenóide SD3 ou SD4 (SX3)
Motor 1 ou 2 em operação (KM1 ou KM2)
Solenóides não atuados (KSAS)
Nível baixo óleo (KNO)
Defeito solenóide SD1/SD2/SD3/SD4 (KSS1+SX1 ou KSS2+SX2 ou KSS3+SX3 ou KSS4+SX4)
Falha CLP ou IHM

Tabela 5 – Sinalização externa no SCADA

O CLP e acessórios devem atender às seguintes características elétricas e de processamento. A quantidade de módulos de entrada e saída deve ser definida de acordo com a quantidade de pontos de entrada e saída indicados nesta especificação técnica. Cada módulo deverá ter no mínimo 16 pontos de entrada ou saída.

Módulos de Entradas Digitais	
Número mínimo de entradas digitais	16
Lógica positiva (Sinking)	Sim
Tensão de alimentação	24 Vcc
Tolerância mínima da tensão de alimentação	10%
Tensão de entrada	24 Vcc
Tensão de isolação	500 Vcc/1 min
Led de diagnóstico de estado	Sim
Tempo de filtragem máximo	10 ms
Consumo de corrente máximo	200 mA
Conexão	Parafusada
Grau de proteção	IP20
Temperatura ambiente (operação)	0 – 50ºC

Tabela 6 - Módulos de entrada do CLP

Módulos de Saídas Digitais	
Número mínimo de saídas digitais	16
Tipo de saída	Transistor (sourcing) IEC 61131-2
Tensão de saída	24 Vcc
Tensão de alimentação	24 Vcc
Tempo máximo de resposta na saída	2 ms
Tolerância da tensão de entrada	10%
Capacidade de corrente de saída (mínima)	100 mA
Conexão	Com parafuso 1,5 mm²
Temperatura ambiente (operação)	0 - 50ºC
Grau de proteção	IP20
Led de status	Sim

Tabela 7 - Módulos de saída do CLP

Módulo de Processamento	
Tensão de alimentação	24 Vcc
Memória de trabalho	≥ 150 kb
Memória de dados	≥ 1 Mb
Tempo de processamento de operações con ponto flutuante	<1 µs
Linguagem de programação conforme a IEC 61131-3 (Controlador programável – Parte 3: Linguagem de programação)	Ladder, FBD,SFC, texto estruturado
Número de Temporizadores	≥ 512
Número de Contadores	≥ 512
Linguagem de programação em texto	Sim
Interface RJ45	2
Temperatura Ambiente	0 - 50ºC
Grau de proteção	IP 20

Tabela 8 - Características de processamento do CLP

As 2 interfaces RJ45 para comunicação devem suportar os protocolos Ethernet 802.3, IP, Ethernet Industrial, IO-Link, seja através do próprio módulo de comunicação do CLP ou através de um módulo de comunicação de expansão externo a ele acoplado.

C. Características da IHM e Programação

A IHM terá a função de auxiliar os operadores e pessoal de manutenção para visualizar o estado do sistema hidráulico e dos componentes internos do painel, incluindo as mesmas funcionalidades das chaves seletoras e botões do painel conforme especificado no item 5.2.4.8, registro de eventos, diagnóstico do sistema, indicação do valor de tensão e corrente dos motores, configurações e ajustes através da tela.

Para facilitar a programação e manutenção da IHM, as telas deverão conter sub-rotinas de programação próprias onde serão processados os dados necessários.

Para maximizar a vida útil da IHM, esta deverá ter uma rotina de modo hibernação de tela, com a qual após 5 minutos sem a utilização da IHM e sem alarme de defeito ou evento, o brilho do display deverá ser reduzido a zero, posteriormente retornando ao valor preajustado somente quando uma das teclas ou o display for ativado ou quando ocorrer um evento. O brilho do display deverá ter a possibilidade de ser ajustado na tela de configurações da IHM.

A IHM deverá ter uma tela principal de visualização, e a partir desta tela as demais telas auxiliares poderão ser acessadas. Qualquer tipo de anormalidade do sistema será indicada na tela principal em

formato de caixa pop-up até o rearme automático ou manual. Enquanto nenhuma anormalidade ocorrer, a IHM deverá indicar que o sistema está normal, ativando o sinalizador verde externo do painel.

A IHM deverá incorporar as mesmas funcionalidades do anunciador atual, devendo ser considerada a inclusão de botoeiras para "conhecimento", "rearme" e "teste de lâmpadas". O teste de lâmpadas da IHM deverá também acionar os sinalizadores locais, especificados no item 5.2.4.9.

Todos os eventos do sistema listados abaixo também deverão ser registrados no histórico da IHM. Os eventos listados abaixo são considerados condições anormais ou condições de estado que deverão ser sinalizadas localmente na tela principal da IHM e também deverão acionar o sinalizador vermelho externo do quadro (com exceção da 1ª reposição, comporta aberta e fechada que são condições normais do sistema). No mínimo, a tela principal deve indicar os seguintes alarmes do sistema:

- Defeito solenóide 1;
- Defeito solenóide 2;
- Pressão baixa no circuito;
- Solenóides não acionados (cada solenóide deve ser discrimado com a sua identificação);
- Falta 125 Vcc bateria 1 - Casa de força;
- Falta 125 Vcc bateria 2 - Barragem Principal;
- Falta 125 Vcc (Fonte de emergência)
- Falta 24 Vcc (Fonte 1);
- Falta 24 Vcc (Fonte 2);
- Falta 24 Vcc (Fonte de emergência);
- Pressão baixa no servomotor;
- Reposição 2º nível;
- Nível baixo de óleo do servomotor;
- Falta de óleo no tanque principal;
- Defeito solenóide 3 e/ou solenóide 4;
- Comporta a deriva;
- Defeito da unidade;
- Pressão alta;
- Falta 460 Vca;
- Disjuntor aberto (cada disjuntor deve ser discriminado com sua identificação);
- Comporta aberta;
- Comporta fechada;
- Águas equilibradas;
- Reposição 1º nível;
- Haste emperrada;
- Cabo frouxo;
- Falha de comunicação de rede.

A partir da tela principal, no mínimo, exige-se o desenvolvimento e acesso às seguintes telas auxiliares:

- Comando de abertura;
- Comando de fechamento normal;
- Comando de fechamento rápido;
- Seleção de fonte, comandos e operação;
- Ajustes;
- Diagnóstico e histórico de eventos.

Apenas quando for executado o comando de abertura, adicionalmente, deverão ser indicados na mesma tela os valores de tensão e corrente de ambos motores e se está liberado ou não para cracking.

Tanto no modo hibernação como durante a navegação nas telas auxiliares, a IHM deverá indicar automática e instantaneamente na tela principal qualquer tipo de anormalidade no sistema, de forma a alertar o operador sobre qualquer tipo de evento.

Como alternativa ao comando por botoeira e/ou chave seletora especificado no item 5.2.4.8, a IHM também deverá incluir os mesmos comandos como redundância para o sistema.

Os comandos de abertura e fechamento devem ser feitos por meio de botões que simulem o mesmo comportamento das botoeiras externas.

Da mesma forma, poderão ser usados botões para simular as chaves seletoras do painel, para selecionar a fonte principal ou backup, seleção de operação normal ou teste, seleção de abertura normal ou excepcional.

Na tela de ajustes será possível configurar todas as variáveis de ajustes de tempo do sistema, falta de tensão CA, brilho da IHM entre outras, o que só será possível por meio de uma senha da equipe de manutenção.

Na tela de diagnóstico e histórico de eventos deverão ser apresentadas todas as informações úteis do sistema, indicando a data e hora da ocorrência, tais como:

- Status de conexão da rede e comunicações;
- Indicação do estado de tensão das fontes;
- Estado dos instrumentos de campo;
- Indicação do estado dos motores;
- Corrente e tensão dos motores;
- Estado dos disjuntores;
- Estado das eletroválvulas;
- Estado da comporta;
- Indicação das reposições da comporta;
- Todos os alarmes acionados.

A IHM deve indicar e destacar cada evento ou falha associada ao sistema, de forma a facilitar o diagnóstico e as manobras no sistema. Devem ser incluídas, no mínimo, as mesmas sinalizações de alarmes do anunciador atual, conforme indicado no diagrama 6160-DF-70007-P anexo a esta especificação técnica, incluindo a supervisão dos demais componentes instalados no painel.

A IHM deverá atender às seguintes características dimensionais, elétricas e de desempenho.

IHM	
Tamanho da tela	15''
Tipo de tela	Resistiva
Resolução mínima	1024x768 px
Número de cores no display	≥16 Milhões
Temperatura ambiente	0 – 50ºC
Grau de proteção (Frontal)	IP 65
Tipo de display	Colorido TFT ou superior
TMEF (a 25ºC)	≥ 50000 h
Ajuste de brilho	Sim
Interface de comunicação Ethernet TCP/IP RJ 45	1
Interface de comunicação USB	1
Comunicação por Ethernet/IP	Sim
Comunicação via HTML ou HTTP	Sim
Tensão de alimentação	24 Vcc ± 10%
Umidade relativa do ambiente	0 - 90%
Clock da CPU	Superior a 600 MHz
Watchdog	Sim

Tabela 9 – Características da IHM

D. Switch e programação

Os módulos de medição de tensão e corrente dos motores, a IHM e o CLP deverão ser conectados a um switch Ethernet industrial gerenciável de forma que seja implementada uma topologia de rede em anel ou mista, a fim de prover dois caminhos de comunicação entre os dispositivos da maneira mais simples possível. Qualquer defeito no switch ou no sistema de medição de tensão e corrente não deve prejudicar a funcionalidade principal do painel.

A programação e/ou configuração do switch será parte integrante do fornecimento e será submetida à aprovação da ITAIPU. O software já deverá incluir as licenças para uso irrestrito pela ITAIPU. Todas as configurações adotadas deverão ser incluídas em detalhes nos diagramas da rede e/ou elétricos.

Para poder realizar uma topologia em anel usando apenas um switch, este deverá ser compatível com a tecnologia Device Level Ring - DLR, com a qual o switch será o supervisor da rede responsável por conectar os dispositivos de controle. Para fins de conexão com os terminais remotos de aquisição de dados, é necessário que o switch seja compatível com o protocolo de rede SNMPv3 usado na ITAIPU. Um exemplo ilustrativo de uma arquitetura DLR é mostrado na Figura 14. Caso o circuito de medição não possa ser conectado em anel, deverá ser conectado diretamente ao switch, cuja topologia deverá ser apresentada à ITAIPU para aprovação.

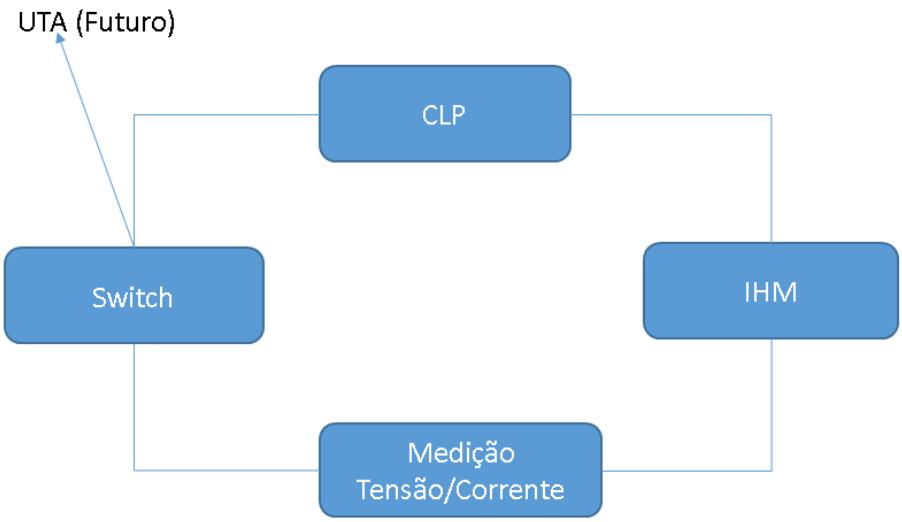

Figura 14 – Topologia de rede

Os requisitos técnicos do switch são os seguintes:

Switch	
Protocolo de aplicação	Ethernet/IP, CIP
Número de portas ópticas	2
Tipo de interface óptica	SFP 100/1000Base-X
Número de portas 10/100BASE-TX	8
Auto-crossing	Sim
Auto-negociação	Sim
Auto-polaridade	Sim
Tipo de porta	RJ45
Led de estado	Recepção de dados
Gerenciamento	SNMPv3, HTTP, QoS
Device Level Ring	Sim
Spanning Tree RSTP	Sim
DHCP	Sim
BOOTP	Sim
Temperatura ambiente (operação)	50 ºC
Grau de proteção	IP20
Fixação por trilho DIN 35 mm	Sim
Alimentação	24 Vcc
Ventilador	Não

Tabela 10 – Características do switch

5.2.4.5 Relés de interface

A supervisão das fontes, relés de tensão, estado da seccionadora, disjuntores, contatores e outros componentes internos poderá ser realizada diretamente pelo CLP. Caso não exista esta possibilidade, devem ser usados relés de interface conectados ao CLP. No entanto, a supervisão dos comandos externos e locais e dos contatos secos da instrumentação deverá ser realizada através de relés de interface com alimentação da bobina em 125 Vcc. Para garantir a uniformidade do sistema, todos os relés de interface de

entrada devem ser de 125 Vcc e seus contatos enviarão os dados necessários ao CLP em 24 Vcc. Deve-se levar em consideração que atualmente existem 24 instrumentos (pressostatos, fins de curso, chaves de nível, comandos externos, etc.) com contato seco que deverão ser supervisionados por cada relé de entrada, incluindo dois relés de entrada para supervisão de tensão das fontes de 125 Vcc. Portanto, são necessários pelo menos 26 relés de interface de entrada, devendo a CONTRATADA prever a inclusão de mais relés, se necessário.

Os relés de interface de saída devem ser todos para alimentação da bobina em 24 Vcc, alimentados diretamente pelo CLP. Seus contatos deverão suportar a tensão de chaveamento de 24 Vcc e 125 Vcc dependendo do destino do sinal enviado. Deve-se levar em consideração que são enviados 31 sinais digitais de estado em 125 Vcc ou 24 Vcc para a sala de controle local da unidade (ULP e SCADA) e 7 comandos em 125 Vcc para as eletroválvulas. Adicionalmente, deve-se considerar a inclusão de relés de saída para acionar os contatores principais ou outros componentes internos do painel que o requeiram de acordo com a necessidade. Portanto, são necessários pelo menos 40 relés de interface de saída, devendo a CONTRATADA prever a inclusão de mais relés caso seja necessário.

Todos os relés de entrada devem ser do tipo plug-in miniatura para facilitar a troca da bobina sem a necessidade de desconectar nenhum condutor, e devem aceitar condutores com seção nominal de até 2,5 mm^2. A conexão do condutor deve ser com pressão, do tipo push-in, de fácil conexão e/ou desconexão por meio de ferramenta, que suporte as condições ambientais indicadas no item 5.1, com faixa de tensão de 0,8 a 1,1 vezes a nominal, com indicação de estado com LED incorporado e classe de inflamabilidade V0.

Todos os relés de saída devem ser do tipo plug-in miniatura para facilitar a troca da bobina sem a necessidade de desconectar nenhum condutor, e devem aceitar condutores com seção nominal de até 2,5 mm^2. A conexão do condutor deve ser com pressão, do tipo push-in, de fácil conexão e/ou desconexão por meio de ferramenta, que suporte as condições ambientais indicadas no item 5.1, com indicação de estado com LED incorporado e classe de inflamabilidade V0.

A maioria dos relés de interface de entrada e saída, deve ter a mesma nomenclatura utilizada no projeto original, dependendo da função que cumprirem.

5.2.4.6 Supervisão das eletroválvulas

Deve ser prevista a instalação de 4 relés supervisores das eletroválvulas (KSS1, KSS2, KSS3 e KSS4), de forma similar ao projeto original. Estes relés devem ser eletromagnéticos, de ação instantânea com tensão de operação entre 110 e 125 Vcc. Os relés devem permitir a correta operação de acionamento e rearme de cada eletroválvula, levando em conta a corrente de estabelecimento e de rearme da eletroválvula e do próprio supervisor de válvula, prevendo a resistência limitadora de corrente no projeto. O funcionamento e desempenho serão verificados em campo com as válvulas reais e, caso necessário, a resistência limitadora deverá ser redimensionada e fornecida pela CONTRATADA em caso de funcionamento inadequado. Esta resistência pode ser prevista inicialmente com as dimensões do projeto original de 1,5 kΩ cada. Os resistores devem ser fixados e soldados em uma placa exclusiva ou similar que facilite a inspeção e manutenção, não sendo permitida a conexão por meio de parafuso nem a fixação sem o uso da placa que possa prejudicar a integridade do resistor. Os diodos individuais necessários também podem ser instalados nesta placa.

5.2.4.7 Supervisão de tensão das barras

Deve ser prevista uma supervisão de tensão para o circuito de 460 Vca e outros dois supervisores de tensão para a entrada de cada circuito de 125 Vcc (bateria 1 e 2). Eles devem ser todos do mesmo modelo para os 18 quadros. Os contatos destes supervisores devem ser conectados diretamente ao CLP ou através de relé de interface ou integrados na própria lógica do CLP usando o medidor de tensão do item 5.2.2.4.

A supervisão da tensão de 460 Vca deve ser feita através do medidor de tensão especificado no item 5.2.2.4. Na lógica do CLP, deverá estar ajustada em 400 V para tensão mínima entre fases e para falta de tensão. O ajuste poderá ser alterado na tela de ajustes da IHM.

As tensões das fontes principais (bateria 1 e bateria 2) serão supervisionadas pelo próprio relé de interface 125 Vcc especificado no item 5.2.4.5. A nomenclatura usada para o relé supervisor de tensão da fonte 1 será "VAX" e para a fonte 2 será "VCX".

5.2.4.8 Botoeiras e seletoras

A quantidade e as posições das botoeiras usadas atualmente devem ser mantidas as mesmas. Isto requer a instalação de 8 pulsadores redondos, com no mínimo contatos 2NA + 2NF, grau de proteção mínimo IP55, fixados na porta próximos à IHM e que serão utilizados para as seguintes funções:

- Abertura local: "BAL";
- Parada local: "BPL";
- Fechamento normal (dois botões): "BFV" e "BFV1";
- Fechamento rápido (dois botões): "BFV5" e "BFV2";
- Abertura excepcional: "BAE";
- Reset: "BR".

Também devem ser instaladas no mínimo três chaves seletoras, de duas posições, grau de proteção mínimo IP55, fixadas na porta próximas à IHM e que serão utilizadas para as seguintes funções:

- Seleção de abertura normal ou excepcional: "CAE";
- Seleção de operação normal ou teste: "CTM";
- Fonte principal ou fonte secundária: "CDT".

As mesmas funcionalidades devem ser disponibilizadas na IHM como backup dos botões e chaves seletoras, conforme indicado no item 5.2.4.4.

5.2.4.9 Sinalização local

Cada painel deve incluir dois sinalizadores fixados na porta da estrutura de controle, um verde e outro vermelho. O verde terá a função de indicar que o sistema está normal e o vermelho que está com defeito de qualquer tipo.

Ambos devem ser do tipo LED, tensão 125 Vcc, diâmetro 22 mm, formato circular, tipo visor plano, monobloco, terminação com anel frontal termoplástico preto.

5.2.5 Painel de força móvel

A CONTRATADA deverá montar em fábrica um painel móvel com capacidade de alimentar um único motor do sistema.

Este painel deverá possuir um único disjuntor de força e um contator para partida direta, que atendam também as características dos itens 5.2.2.2 e 5.2.2.3.

O painel deverá ter botões pulsadores ou chaves seletoras de partida/parada e sinalizadores de partida/parada (vermelho e verde respectivamente) incorporados na porta. A tensão de alimentação do circuito de controle do contator e dos sinalizadores fica a critério da CONTRATADA, levando em consideração que deverá ser usada a tensão de entrada de 460 Vca (50/60 Hz), a ser transformada para a tensão de uso da bobina do contator, dos sinalizadores e dos contatos dos botões ou chaves de partida/parada.

Deve ser prevista a instalação de bornes ou barras na parte superior para conectar provisoriamente os condutores de 460 Vca (253 mm^2 indicado na Tabela 2).

Na saída do circuito, deve ser dimensionado um condutor flexível (classe 4 ou 5) com capacidade para alimentar um dos motores diretamente em seus bornes dentro da caixa de ligação. Para isto, o condutor de saída deste quadro já deverá ter incorporado o respectivo terminal tipo olhal que possa ser conectado a estes motores. O comprimento do condutor de saída deve ser de pelo menos 5 metros.

Deve ser incluída como parte integrante deste painel toda a estrutura com rodas que facilite a movimentação do painel e sua estabilidade em posição estática.

O dimensionamento deste quadro e dos materiais selecionados deverá constar no Work statement que será elaborado pela CONTRATADA.

5.2.6 Bancada de teste para simulação

Deve ser prevista a montagem de uma bancada de teste na qual todos os acionamentos externos possam ser simulados (relé de bloqueio 86M, pressostatos, fins de curso, chaves de nível, etc.) e que deverá ativar os relés de interface correspondentes no painel. Não é necessária a simulação de supervisão de tensão ou disjuntores, botões ou chaves seletoras. O tipo de conexão e conectores serão definidos pela CONTRATADA, levando em consideração que o referido conector não deve interferir nem prejudicar a confiabilidade do painel. Esta bancada normalmente estará desconectada e será usada apenas para ensaios de comissionamento tanto na fábrica quanto no local de instalação e, no futuro, para testes funcionais durante as manutenções preventivas. Esta bancada deve ser única e adaptável aos 18 painéis fornecidos. A bancada deverá ser compacta para facilitar o transporte.

5.2.7 Notebooks e software do sistema

A CONTRATADA deverá fornecer um notebook com os recursos e aplicativos necessários para o software de configuração do CLP, IHM e demais módulos que requeiram o uso de aplicativos. Cada software deverá ter a última versão do fabricante, e deverá ser entregue à ITAIPU totalmente instalado e funcionando. O software deverão estar em inglês, português ou espanhol.

Solicita-se à CONTRATADA que inclua no manual de operação e manutenção os procedimentos de utilização deste software, seja para instalação, configuração, programação, ajustes, etc.

O notebook deverá ter um monitor de 15 polegadas e incluir mouse, carregador de bateria, cabos de comunicação para os componentes, adaptador para tomada elétrica, pasta ou mochila para armazenamento, etc. O notebook deverá ter a última versão do Windows que o software necessite para seu funcionamento com todos os recursos recomendados para operação.

As licenças de softwares, aplicativos, arquivos de programação e/ou configuração já deverão estar inclusos no fornecimento para uso sem restrições pela ITAIPU, sem vencimento de licença e sem necessidade de novas renovações futuras, de modo a permitir à equipe de manutenção qualquer configuração ou ampliações futuras do sistema a qualquer momento.

O programa de aplicação do CLP, IHM e demais componentes será verificado pela ITAIPU para aprovação antes da inspeção de fábrica. Para isso, a CONTRATADA deverá enviar antecipadamente o notebook com os softwares instalados e os programas já desenvolvidos, para que a ITAIPU tenha acesso à programação para sua verificação e aprovação. Para a verificação do software, a CONTRATADA também deverá enviar os diagramas elétricos funcionais e lógicos do painel para verificação e comparação.

5.3 INSPEÇÕES, ENSAIOS E FISCALIZAÇÕES DO SERVIÇO

Todas os painéis com seus componentes e acessórios incluídos no fornecimento devem ser submetidos a ensaios e inspeções em fábrica, a fim de garantir sua qualidade, desempenho e conformidade com os requisitos contratuais.

5.3.1 Ensaios em fábrica

A CONTRATADA será responsável pela execução do controle de qualidade, ensaios e inspeção em fábrica programados com base no Plano de Inspeção e Testes (PIT) descrito no item 5.6.4.

O custo dos testes, documentos técnicos, bancada de testes e demais recursos necessários deverá ser incluído no custo total do fornecimento.

A fabricação dos quadros será realizada e testada em lotes de 5 unidades e uma vez aceitos, poderá ser liberado o envio dos mesmos para a ITAIPU. Para cada lote testado, será previsto o acompanhamento da ITAIPU para a liberação do lote correspondente até concluir os 18 painéis. O painel móvel, a bancada de teste e os componentes sobressalentes fornecidos já devem ser ensaiados com o primeiro lote de painéis para liberação e envio.

A CONTRATADA deverá fabricar primeiramente um único painel que servirá de referência para a fabricação dos demais lotes. Este primeiro painel será testado de acordo com o item 5.3.1 e qualquer alteração necessária poderá ser replicada aos demais quadros. O primeiro painel fará parte do primeiro lote de entrega junto com os outros 4 painéis. Para cada etapa de inspeção, a ITAIPU deverá receber uma notificação prévia para o acompanhamento necessário.

Todos os testes deverão ser executados pela CONTRATADA com a presença do inspetor designado pela ITAIPU, a menos que seja liberado mediante autorização por escrito da ITAIPU.

Como os painéis ainda não terão sua placa de identificação fixada, os mesmos deverão ser identificados pelo seu número de série durante os ensaios.

A CONTRATADA deverá fornecer à ITAIPU 1 (uma) via dos boletins com o resultado de todos os ensaios realizados em cada painel, rubricados pelos inspetores da ITAIPU e aprovados pelos responsáveis pelo controle de qualidade.

A inspeção em fábrica somente será liberada quando todos os documentos exigidos (Work statement, desenhos elétricos e construtivos, lista de materiais, PIT, memorial de cálculo, programação do CLP e IHM, etc.) tenham sido previamente aprovados pela ITAIPU. Uma vez aprovados, a data da inspeção deve ser acordada entre a ITAIPU e a CONTRATADA com três semanas de antecedência.

No mínimo, os seguintes testes devem ser realizados na fábrica com o acompanhamento da ITAIPU:

a) Ensaio funcional do circuito e lógica do CLP e IHM em 100% dos painéis, com simulação das entradas e saídas físicas usando a bancada de testes a ser montada pela CONTRATADA conforme solicitado no item 5.2.6. O procedimento e as rotinas a serem testados serão enviados pela ITAIPU de acordo com as necessidades da aplicação e filosofia atual do sistema que servirá para validar a lógica implementada;
b) Verificação da instalação da versão aprovada do software aplicativo em todos os CLPs, IHMs e demais componentes;
c) Teste de tensão aplicada (1,5 kV) e resistência de isolação em todos os condutores e componentes internos dos painéis, conforme a norma IEC 61439;
d) Ensaios e verificação da funcionalidade da proteção térmica e magnética nos disjuntores de força e controle;
e) Verificação visual em todos os painéis fornecidos, identificações, layout, etc., de acordo com as documentações aprovadas pela ITAIPU;
f) Confirmação da ausência de superfícies e/ou bordas cortantes;
g) Verificação e comparação da lista de materiais com todos os componentes montados em todos os quadros;
h) Verificação das dimensões, tamanhos dos bornes, canaletas e etiquetas de identificação que atendam a esta especificação;
i) Verificação das 36 placas de identificação dos painéis (CTM-01 a CTM-18) que serão fornecidas separadamente;
j) Verificação das dimensões dos condutores internos;

k) Verificação das dimensões das estruturas, chapas removíveis, espaços internos disponíveis, conforme item 5.2.1;
l) Ensaio ponto a ponto das conexões em 100% de todos os painéis segundo o desenho funcional aprovado pela ITAIPU;
m) Verificação da película de tinta em 100% dos quadros a serem fornecidos, conforme a norma NBR 10443;
n) Verificação da aderência da tinta em 100% dos painéis a serem fornecidos, tendo como critério de aceitação mínimo X1Y1, de acordo com a norma ABNT NBR 11003;
o) Ensaios de calibração do sistema de medição de tensão e corrente em 100% dos painéis;
p) Ensaios elétricos no transformador auxiliar em 100% dos quadros;
q) Verificação da eficácia do aterramento interno e instalação dos conectores externos de 70 mm^2 em ambas estruturas;
r) Verificação do comprimento e características técnicas dos condutores que serão conectados entre a estrutura de força e controle.

Caso a CONTRATADA utilize instrumentos calibrados para os ensaios, o certificado de calibração de cada um deles deverá ser entregue à ITAIPU para seu conhecimento, anexado ao PIT.

Todos os ensaios específicos nos componentes devem ser realizados de acordo com suas respectivas normas, que serão referenciadas pela CONTRATADA no PIT com os resultados esperados.

O inspetor designado pela ITAIPU terá autoridade para rejeitar qualquer item do fornecimento que, ao final dos ensaios, não atenda aos requisitos especificados. Os seguintes critérios serão considerados em relação aos problemas detectados durante os testes:

a) Todas as verificações e/ou correções realizadas deverão ser previamente aprovadas e documentadas pelo inspetor da ITAIPU;
b) Uma vez implementadas as correções, a seqüência de ensaios deverá ser repetida sem nenhum custo para a ITAIPU.

Após a realização dos testes, a CONTRATADA deverá enviar à ITAIPU um documento contendo os relatórios e certificados dos ensaios realizados.

Equipamentos e materiais somente poderão ser transportados para o almoxarifado da ITAIPU após sua liberação formal pelos inspetores designados pela ITAIPU.

Qualquer alteração de projeto que venha a ser necessária durante a inspeção em fábrica deverá ser atualizada nos respectivos documentos existentes, por conta da CONTRATADA.

5.3.2 Ensaios em campo

Após o recebimento de todas os painéis e componentes na ITAIPU, o sistema deverá ser montado e colocado em operação pela ITAIPU, sendo necessário o comissionamento de todas as funcionalidades do sistema. A CONTRATADA deverá acompanhar estes ensaios nas duas primeiras unidades geradoras durante as paradas das unidades. A ITAIPU informará com antecedência a data prevista para o desligamento da unidade geradora, a fim de programar o acompanhamento solicitado. Todas as despesas de hospedagem e transporte até a ITAIPU serão por conta da CONTRATADA. Ressalta-se que os programas de desligamento para manutenção em alguns casos particulares estão sujeitos a alterações em função de vários fatores operacionais.

Os ensaios de campo consistem basicamente na repetição dos Testes de Aceitação em Fábrica (TAF) realizados segundo o PIT, nas condições reais e específicas de campo, com todas as interfaces conectadas em tempo real. Estes ensaios devem ser realizados com o sistema e equipamentos instalados em seus locais definitivos e serão iniciados após a finalização dos ajustes necessários para o correto funcionamento.

Esta fase inclui a verificação do desempenho do equipamento e do sistema totalmente integrado ao Sistema de Processo no ambiente operacional real.

Em caso de qualquer anormalidade não prevista e detectada no funcionamento lógico ou falha de algum componente, será adotado o seguinte procedimento:

a) A ITAIPU notificará formalmente a CONTRATADA da ocorrência, detalhando as anormalidades detectadas;
b) A CONTRATADA deverá providenciar a proposta de solução em conjunto com a ITAIPU, cabendo a esta última analisar para aprová-la ou rejeitá-la;
c) Uma vez aprovada, a CONTRATADA deverá corrigir o problema no software durante o comissionamento das duas primeiras unidades geradoras ou fornecer o material para que a ITAIPU realize a substituição durante o período de garantia;
d) A ITAIPU verificará os resultados das correções e emitirá um parecer a respeito com base nos resultados obtidos.

5.4 WORK STATEMENT

A CONTRATADA deverá preparar e submeter à aprovação da ITAIPU um documento, denominado Work statement, contendo a descrição formal e detalhada do projeto, dos equipamentos, componentes, acessórios, testes, verificações e demais serviços incluídos no fornecimento que possam não ter sido incluídos, definidos ou esclarecidos nesta especificação técnica e que sejam considerados necessários para o pleno funcionamento do conjunto fornecido pela CONTRATADA.

O Work statement é um documento que, em conjunto com esta especificação técnica, definirá integralmente o fornecimento e serviços a serem executados, detalhando os requisitos específicos, padrões, procedimentos e critérios específicos para a elaboração do projeto e fabricação. Aqui deve ser declarado como a CONTRATADA irá construir o sistema e entregá-lo para instalação, principalmente nos aspectos deixados em aberto para a proposta da CONTRATADA. O work statement deve ser elaborado usando como referência esta especificação técnica, incluindo as propostas e detalhes técnicos sugeridos pela CONTRATADA.

O Work statement deve ser feito no formato disponibilizado pela ITAIPU, com a respectiva numeração do documento, seguindo o mesmo procedimento de elaboração dos documentos do item 5.6.

Pelo menos as seguintes informações devem fazer parte do Work statement:

a) Descrição das características técnicas, normas aplicáveis e quantidades de todos os componentes, acessórios e serviços;
b) Os critérios, modelos, características ou informações técnicas garantidas dos condutores internos, rede, componentes e acessórios;
c) Os critérios técnicos adotados para a escolha dos modelos de cada componente que justifiquem a sua instalação, incluindo todos os recursos disponíveis;
d) Descrição das normas internacionais que os quadros atendem no que se refere à emissão e imunidade a interferências eletromagnéticas para as fontes, CLP e IHM;
e) O processo de limpeza e pintura dos painéis elétricos fornecidos;
f) Modelo e características dos condutores de comunicação e controle;
g) Detalhes do sistema de aterramento dos quadros e seus acessórios (tipo de material, dimensionamento, etc.) utilizados que atendam a esta especificação;
h) Especificação do tipo de material dos acessórios como pequenas peças metálicas tais como parafusos, porcas, arruelas e acessórios não pintados que devem ser resistentes à corrosão;
i) O dimensionamento do painel móvel e materiais selecionados juntamente com seus modelos e características;
~~Planilha detalhada de preços de todos os componentes e serviços fornecidos;~~

j) Detalhes da configuração dos equipamentos, software a ser fornecido, versão e características adicionais aos requisitos especificados;
k) Características do notebook fornecido, aplicativos e requisitos necessários para o funcionamento do software;
l) Detalhamento de todo o programa de treinamento a ser aplicado, indicando os recursos de hardware, software e documentos a disponibilizar aos alunos;
m) Cronograma do projeto executivo, contemplando o tempo de execução da fabricação e configuração dos painéis, entrega de documentação e arquivos de programação, testes em fábrica, treinamento e transporte até o almoxarifado da ITAIPU;
n) Dados dos gestores do projeto da CONTRATADA (nome, telefone, e-mail, endereço da CONTRATADA) incluindo os profissionais que acompanharão o comissionamento das duas primeiras unidades geradoras.

A CONTRATADA deverá programar reuniões técnicas com representantes da ITAIPU para obter todos os esclarecimentos que julgar necessários à elaboração do Work statement, com base nas informações contidas na sua proposta e nos requisitos técnicos definidos nesta especificação.

O Work statement deve ser consolidado, aprovado e assinado pelos representantes designados da ITAIPU antes da fabricação e elaboração do projeto.

Uma vez aprovado o Work statement pela ITAIPU, fica a CONTRATADA liberada para elaborar, revisar e atualizar os demais documentos necessários (desenhos elétricos, lógicos e construtivos, memorial de cálculo, PIT, lista de materiais, manuais, etc.).

5.5 TREINAMENTO

O treinamento deverá ser suficiente para capacitar técnicos e engenheiros da ITAIPU quanto à operação, recomendações de manutenção, configuração, programação, diagnóstico, identificação e correção de falhas, uso da IHM, simulações, etc. Toda a implementação de lógica, método de desenvolvimento de programação, topologia e configuração de redes devem ser incluídas como parte do treinamento.

Deverá ser prevista a disponibilidade de todos os recursos para a parte prática com referência a todos os componentes utilizados no projeto.

A CONTRATADA deverá considerar que haverá uma turma de 8 alunos para o curso. Todos os documentos e materiais necessários devem ser entregues a cada um dos alunos. A carga horária mínima exigida é de 24 horas úteis.

A CONTRATADA deverá incluir no Work statement todo o programa e horas necessárias para ministrar o curso.

O treinamento deverá ser ministrado antes da realização dos ensaios de comissionamento do primeiro quadro, já com todos os documentos aprovados pela ITAIPU.

O treinamento deverá ser realizado nas dependências da ITAIPU, devendo a CONTRATADA informar as necessidades para sua realização (necessidade de computadores, instalação de software que será fornecido pela CONTRATADA para o curso, projetores, aplicativos, etc.). Qualquer aplicativo ou software que precise ser instalado para uso durante o treinamento deverá ser fornecido pela CONTRATADA.

5.6 DOCUMENTAÇÃO

Qualquer antecipação na fabricação antes da aprovação por ITAIPU, no que se refere ao Work statement, documentos técnicos e desenhos, será por conta e risco da CONTRATADA. A CONTRATADA deverá seguir o fluxo de processos indicado no item 8 (Anexos).

A lista de peças de reposição deve conter as especificações técnicas de cada peça, conforme detalhado no item 5.6.3.

A ITAIPU poderá solicitar documentação adicional para esclarecimento de dúvidas que possam surgir com a análise da documentação enviada.

Os documentos aprovados pela ITAIPU não podem ser modificados ou cancelados sem autorização prévia por escrito.

A aprovação dos documentos e dados proporcionados pela ITAIPU não exime a CONTRATADA de sua responsabilidade por todas as obrigações constantes nesta Especificação Técnica.

A ITAIPU providenciará a numeração para a identificação da documentação enviada e dos modelos padronizados (templates) para os demais documentos, conforme documentação 2710-20-15200-E que será enviada à CONTRATADA como referência.

Todos os componentes incluídos nos diagramas devem incluir um pequeno comentário sobre sua função que cumprem no sistema, de modo a poder identificá-los de forma mais clara.

A CONTRATADA deverá declarar sua total concordância com os procedimentos de aprovação de documentos técnicos e desenhos adotados por ITAIPU, incluindo o significado de cada carimbo de aprovação.

Além de todos esses documentos, a CONTRATADA também deverá entregar à ITAIPU os certificados de ensaios dos condutores quanto a emissões de gases e extinção de fogo, ensaios de curto-circuito do quadro, grau IP e fator IK no mínimo, referenciando as normas aplicadas com os resultados obtidos.

Todos os documentos e arquivos de programação e/ou configuração referentes a esta especificação passarão a ser propriedade de ITAIPU e seus custos deverão estar incluídos no preço da CONTRATADA.

Todos os desenhos e informações apresentados e liberadas farão parte do fornecimento e não devem ser modificados sem a autorização prévia por escrito dos representantes designados pela ITAIPU.

O fornecimento deve ser feito de acordo com os desenhos liberados pela ITAIPU ou por seus representantes designados. A CONTRATADA será responsável pelo material adquirido e pelo trabalho realizado com base em desenhos não liberados pela ITAIPU.

Todos os desenhos devem ser elaborados em formato compatível com o software AutoCAD, versão 2010 ou superior. Os novos desenhos e esquemas correspondentes devem ser em tamanho A3.

Todas as questões de direitos autorais da documentação necessária para atender aos requisitos desta especificação são de inteira responsabilidade da CONTRATADA.

A CONTRATADA deverá fornecer a documentação completa que contenha, no mínimo:

a) Manuais de operação, manutenção e configuração dos painéis;
b) Diagramas dimensionais e construtivos;
c) Diagramas elétricos unifilares, funcionais e lógicos;
d) Lista de materiais instalados;
e) Lista de peças sobressalentes;
f) Plano de inspeção e teste (PIT);
g) Memorial de cálculo;
h) Certificados de ensaios dos condutores relativos a emissões de gases e extinção de fogo, ensaios de curto-circuito do painel, grau IP e fator IK no mínimo, referenciando as normas aplicadas com os resultados obtidos;
i) Work statement;
j) Data book.

5.6.1 Manual de operação, manutenção e configuração

O manual de operação, manutenção e configuração deverá ser entregue à ITAIPU após a aprovação do Work statement, em função das características do projeto, e será analisado pela ITAIPU para aprovação ou não.

Uma vez aprovado este documento, ele servirá de base para o curso ministrado pela CONTRATADA à ITAIPU.

Este manual deve conter pelo menos as recomendações, instruções e procedimentos para a operação e manutenção do novo painel, incluindo no mínimo as formas de configuração, método de programação aplicado, ajustes e programação dos componentes instalados, navegação e recursos dos componentes, lista de eventos e possíveis falhas que possa indicar a IHM com seu significado correspondente e instruções ou procedimentos a realizar. A recomendação de transporte e segurança para içar o conjunto também deve ser incluída.

Qualquer recomendação ou erro encontrado no manual durante o curso ou após o comissionamento será notificado pela ITAIPU à CONTRATADA para a posterior correção por conta da CONTRATADA.

5.6.2 Desenhos elétricos e construtivos

A CONTRATADA deverá elaborar novos desenhos de acordo com o projeto executado. Estes desenhos devem ser entregues após a aprovação do Work statement.

Uma vez aprovados todos os desenhos, a CONTRATADA fica liberada para a fabricação e montagem dos quadros. Os documentos que liberam a fabricação dos painéis são os diagramas unifilares, multifilares, funcionais, lógicos, construtivos e dimensionais, lista de materiais instalados, layout e memorial de cálculo.

A lista de materiais deve conter os detalhes de cada material com suas características técnicas, incluindo marca e modelo de cada componente e acessórios. Esta lista é independente da lista de sobressalentes, pois neste documento devem ser detalhados todos os materiais utilizados no quadro.

Nos diagramas lógicos, devem ser anexadas as tabelas de variáveis que indicam a relação de entradas e saídas utilizadas com os mnemônicos atribuídos no software. A simbologia deste documento pode ser por meio de um diagrama de blocos lógicos.

Todo o endereçamento IP e configuração de rede e sub-rede atribuída para a comunicação entre o CLP, switch, IHM e os demais componentes devem estar incluídos no diagrama elétrico, com a topologia de rede adotada com os detalhes das conexões.

A CONTRATADA, juntamente com estes planos, deverá enviar os programas aplicativos do software desenvolvido para verificação, comparação e validação pela ITAIPU.

5.6.3 Lista de componentes sobressalentes e fornecimentos

Além dos 18 painéis, solicita-se o fornecimento de materiais sobressalentes que deverão ser entregues à ITAIPU junto com o primeiro lote de transporte nas quantidades solicitadas abaixo:

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE SOLICITADA
DISJUNTOR DE FORÇA (item 5.2.2.2)	2
INTERRUPTOR SECCIONADOR (item 5.2.2.1)	1
CONTATOR (item 5.2.2.3)	2
TRANSFORMADOR 460/220 V (item 5.2.2.5)	1
CLP (item 5.2.4.4)	2
IHM (item 5.2.4.4)	2
MÓDULOS DE ENTRADA (item 5.2.4.4)	2
MÓDULOS DE SAÍDA (item 5.2.4.4)	2
RELÉS DE ENTRADA 125 Vcc (item 5.2.4.5)	6
RELÉS DE SAÍDA 24 Vcc (item 5.2.4.5)	6
FONTE 125/24 Vcc (item 5.2.4.1)	2
FONTE 460 Vca/125 Vcc (item 5.2.4.3)	3
FONTE 460 Vca/24 Vcc (item 5.2.4.2)	2

Tabela 11 – Lista de materiais sobressalentes a fornecer

A CONTRATADA também deverá elaborar uma lista completa das peças sobressalentes, incluindo os materiais solicitados acima e outros materiais sugeridos, levando em consideração os seguintes pontos:

a) Os materiais devem ser intercambiáveis, podendo substituir ou ser substituídos entre si sem apresentar defeitos de operação, manutenção e/ou modificações de projeto;
b) Deverão ser idênticos às peças originais correspondentes instaladas nos respectivos equipamentos. As tolerâncias dimensionais e funcionais das partes individuais deverão permitir a intercambialidade entre componentes similares do equipamento;
c) Deverão ser fabricados da mesma forma que as peças originais, em termos de materiais, processos de fabricação, ensaios e inspeção.

A lista de sobressalentes será submetida à aprovação da ITAIPU e deverá conter, no mínimo, as seguintes informações:

a) Modelo/referência do fabricante;
b) O fabricante;
c) Descrição detalhada de cada material que compõe o conjunto e subconjunto, kits, conjuntos (se houver);
d) Unidade de medida do material;
e) Quantidade total utilizada pelo equipamento;
f) Quantidade de peças sobressalentes para garantir o correto funcionamento do equipamento por um período de pelo menos 20 anos;
g) Fotografia que identifique o componente.

A tabela a seguir deve ser usada como referência para indicar as principais características dos materiais sobressalentes sugeridos.

ITEM	REF. DO FABRICANTE	FABRICANTE	DESCRIÇÃO	UNIDADE DE MEDIDA	QUANT. INSTALADA	QUANT. SOBRESSAL.	FOTO DO MATERIAL
1							
2							
3							

Tabela 12 – Lista de materiais sobressalentes sugeridos

5.6.4 Plano de inspeção e testes

A CONTRATADA deverá preparar e submeter para aprovação da ITAIPU os procedimentos e instruções com os detalhes da execução de cada ensaio a ser realizado na fábrica de acordo com as normas vigentes e conforme o indicado no item 5.3.1. Os procedimentos e instruções devem ser estruturados na forma de um plano de inspeção e teste (PIT) individual para cada painel a ser ensaiado. Este documento PIT deve conter, no mínimo, as seguintes informações:

1. Identificação do item a ser testado;
2. Descrição de todas as fases ou atividades a serem executadas, conforme indicado no item 5.3.1;
3. Descrição de cada cenário de ensaio, disposição dos componentes, simuladores, ferramentas de hardware e software e acessórios utilizados nos testes;
4. Certificados de calibração de todos os instrumentos a serem utilizados;
5. Critérios de avaliação e resultados esperados citando as normas de referência;
6. Outras informações relevantes para o ensaio considerado.

A CONTRATADA deverá submeter à aprovação da ITAIPU o plano de inspeção e testes (PIT) dos painéis.

A ITAIPU reserva-se o direito de, sem qualquer encargo ou alteração das obrigações contratuais, fazer alterações, inclusões, supressões ou alterações no Plano de Inspeção e Testes (PIT) que será entregue à CONTRATADA para aprovação.

Este plano é imprescindível juntamente com os demais documentos para realizar a inspeção em fábrica.

5.6.5 Memorial de cálculo

O memorial de cálculo é um documento em que são detalhados todos os critérios técnicos, justificativas e normas utilizadas para o dimensionamento e seleção de todos os componentes utilizados para o fornecimento. O documento deve ser entregue com os demais desenhos e ser coerente com as informações contidas em cada documento. O memorial de cálculo é indispensável para permitir a aprovação dos demais documentos do projeto.

O memorial deve conter pelo menos as seguintes informações:

a) Corrente nominal ou de projeto;
b) Corrente nominal de curta duração Icw (1 s) declarada para o painel;
c) Dimensionamento dos condutores internos;
d) Detalhe das cargas a serem alimentadas para cada circuito (para cada eletroválvula considerar um consumo de 33 W em regime permanente);
e) Dimensionamento das fontes de alimentação;
f) Dimensionamento dos disjuntores de proteção de força e auxiliares;
g) Anexo das curvas de disparo dos disjuntores, curva dos condutores e demais componentes considerados necessários para o dimensionamento.

5.6.6 Procedimento para aprovação de documentos

A ITAIPU indicará à CONTRATADA tudo o que estiver relacionado à utilização do sistema informatizado de gestão de arquivos técnicos da ITAIPU (SATedms). Este sistema gerencia todos os arquivos e documentos de propriedade da ITAIPU.

A ITAIPU entregará os modelos para a elaboração dos novos documentos solicitados. À medida em que conclua a documentação, a CONTRATADA deverá enviá-la via SATedms para a ITAIPU, em que o documento enviado passará por um fluxo de revisões pelos gestores da ITAIPU que poderão devolvê-lo à CONTRATADA com o seguinte status:

a) Não aprovado;
b) Aprovado com comentários;
c) Aprovado.

As condições "Aprovado" e "Aprovado com comentários" autorizam a CONTRATADA a prosseguir com a fabricação dos componentes representados nos desenhos, desde que sejam consideradas as correções indicadas e/ou descritas na carta de devolução.

A ITAIPU poderá notificar a CONTRATADA por meio de carta externa a respeito da liberação dos planos. Qualquer fabricação realizada antes do recebimento da notificação autorizando a mesma (desenhos liberados para fabricação) será de inteira responsabilidade da CONTRATADA.

Todos os desenhos e dados enviados e liberados são considerados parte do contrato e não podem ser modificados sem o consentimento por escrito da ITAIPU.

Todo o fornecimento e fabricação devem ser executados de acordo com os desenhos liberados pela ITAIPU. A liberação de desenhos e informações pela ITAIPU não exime a CONTRATADA de suas responsabilidades no projeto e fabricação dos equipamentos de acordo com esta especificação. O fato de chamar a atenção da CONTRATADA para alguns erros ou omissões não tornará a ITAIPU responsável pela correção de características ou outras omissões.

5.6.7 Data book

A CONTRATADA deverá entregar um documento denominado data book, que conterá todos os dados técnicos (folhas de dados), manuais ou outras informações relevantes para cada componente fornecido.

Este documento poderá ser entregue à ITAIPU após a aceitação na fábrica e até antes da montagem do novo quadro na segunda unidade geradora.

Após a entrega, a ITAIPU analisará o documento para aprovação e solicitará à CONTRATADA a inclusão de informações adicionais se necessário.

5.7 TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

Os componentes devem ser acondicionados de forma a garantir sua integridade em qualquer condição de proximidade de outras cargas, manuseio e transporte.

As embalagens devem ser confeccionadas de forma a proteger os componentes contra rupturas, avarias, perfurações, efeitos do clima tropical úmido e atmosfera salina, pelo tempo que for necessário para o transporte da fábrica até o destino final.

Todas as despesas e responsabilidades de transporte, desde o ponto de expedição até a Usina Hidrelétrica de ITAIPU, correrão por conta da CONTRATADA, que deverá preparar os equipamentos para envio em embalagens adequadas ao transporte.

A CONTRATADA deverá preparar todos os documentos necessários à expedição, fornecendo uma lista de embalagens, sendo que cada volume deverá conter uma lista individual de seu conteúdo.

Quaisquer danos ou perdas ocorridos durante o transporte ou armazenamento causados por embalagens inadequadas ou defeituosas serão de responsabilidade da CONTRATADA.

Os quadros devem ser entregues e fabricados em lotes de 5 unidades. A entrega de cada lote deve ser a cada 3 meses contados a partir da entrega do lote anterior até a entrega total dos 18 painéis. Na primeira entrega, juntamente com o primeiro lote, devem ser incluídos o painel móvel, a bancada de simulação, as 36 placas de identificação dos painéis e todos os componentes sobressalentes.

O notebook deve ser entregue antes do primeiro lote para que possa ser utilizado na revisão do programa desenvolvido, juntamente com os demais documentos entregues.

5.8 CONCLUSÃO E ACEITAÇÃO

A ITAIPU somente considerará os serviços e fornecimentos aprovados e aceitos após a execução do comissionamento das duas primeiras unidades geradoras, com resultados satisfatórios e entrega de toda a documentação exigida. Havendo necessidade de correção de software e/ou aplicativos, a CONTRATADA deverá fornecer todo o suporte técnico necessário sem custo extra para a ITAIPU, e em caso de falha de componentes, a CONTRATADA deverá fazer a reposição sem custo para a ITAIPU durante o período de garantia contratual.

6 LOCAL DE EXECUÇÃO DO SERVIÇO

O local do serviço de acompanhamento do comissionamento, conforme indicado no item 3.2d, será nas instalações da ITAIPU, na barragem principal, cota 214,00 metros.

O local do treinamento, conforme indicado no item 3.2e, será na sala de treinamentos da ITAIPU.

7 TEMPO DE EXECUÇÃO DO SERVIÇO/TEMPO DO FORNECIMENTO

Deve-se levar em consideração que os trabalhos de comissionamento realizados pela ITAIPU serão durante a parada para manutenção preventiva de cada unidade geradora, com 7 dias úteis de trabalho de campo. Durante este período, a CONTRATADA, em caso de necessidade, deverá dar o suporte técnico quanto ao hardware e software implementado nas duas primeiras unidades geradoras.

Em caso de alteração de lógica no software, a CONTRATADA deverá fornecer o suporte necessário para a implantação e instalação do mesmo programa nos demais painéis das outras unidades geradoras, antes da parada da máquina e comissionamento.

8 ANEXO

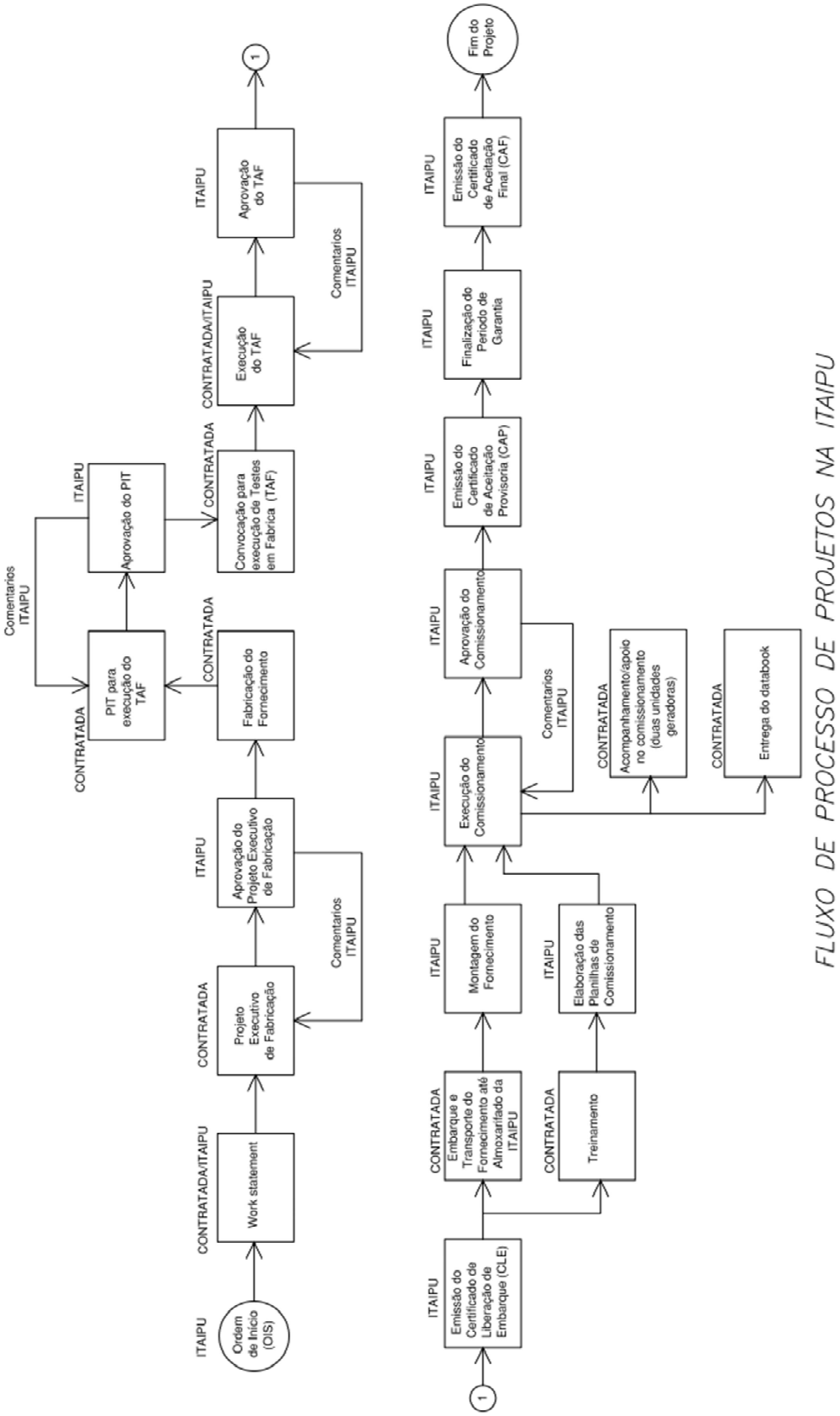

Figura 15 – Fluxo de processo de projetos na ITAIPU