BRASIL ITAIPU BINACIONAL PARAGUAY

CENTRAL HIDRELÉTRICA DE ITAIPU

ASSUNTO

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DA CHI VISANDO A CONTRATAÇÃO DE SEGURO TIPO "ALL RISKS"

Nº	DESCRIÇÕES	APROV.	DATA
6	Atualizado para retratar a situação em janeiro de 2019	Julio Cesar Romero Ayala	22/01/19
5	Atualização para a situação de março/2017	miltonga/elifinco	03/04/17
4	Correções no texto dos itens 4 e 5	pedrovil/afonseca	12/02/15
3	Correções no texto dos itens 1, 2.1, 2.2 e 3	MLP / CPN / SMA	01/08/08
2	Atualizados os itens 3, 5, 6, 7.1, 8 e 11 5, para retratar a situação em dez/2007.	ASF / SMA	03/12/07
1	Atualizados os itens 3, 5, 5.1, 5.3, 7 e 7.1, para retratar a situação em janeiro/2004.	ASF/SMA	19/01/04

REVISÕES

Elab.: ASF/MLP	19/02/99	Visto: IB	19/02/99
Verif.: ASF	19/02/99	Aprov.: OV	19/02/99

EN.DT – Superintendência de Engenharia **ENC.DT** – Departamento de Engenharia Civil e Arquitetura **ENCC.DT** – Divisão de Engenharia Civil e Arquitetura		
DIRETORIA TÉCNICA	**2290.50.15219-P**	**R06**

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DA CENTRAL HIDRELÉTRICA DE ITAIPU VISANDO A CONTRATAÇÃO DO SEGURO TIPO ALL RISKS

Quantidade de Páginas deste Documento

Capa e Contracapa 02
Índice.... 01
Relatório 15
Total de Folhas..... 18

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DA CENTRAL HIDRELÉTRICA DE ITAIPU VISANDO A CONTRATAÇÃO DO SEGURO TIPO ALL RISKS

ÍNDICE

1. APRESENTAÇÃO..... 1
2. INTRODUÇÃO..... 1
2.1 Histórico do Projeto..... 1
2.2 Trabalhos Iniciais..... 2
2.3 O Tratado de ITAIPU e a Constituição da ITAIPU BINACIONAL..... 3
3. OPERAÇÃO DA CENTRAL.,..... 3
4. COORDENAÇÃO DA OPERAÇÃO INTERLIGADA..... 4
5. SUPERVISÃO E CONTROLE..... 5
5.1 Funções Gerais..... 5
5.2 Funções de Programação da Operação..... 6
5.3 Funções de Supervisão e Controle da Operação..... 6
6. MANUTENÇÃO 6
7. SISTEMA DE TRANSMISSÃO..... 11
7.1 Interligação com o Paraguai..... 12
7.2 Interligação com o Brasil..... 12
8. CRONOLOGIA DE ENTRADA EM OPERAÇÃO DAS UNIDADES GERADORAS..... 13
9. SISTEMA DE PROTEÇÃO E COMBATE CONTRA INCÊNDIO..... 13
10. PROTEÇÃO DOS SISTEMAS E EQUIPAMENTOS ELETROMECÂNICOS..... 13
11. SINISTRO NA CENTRAL..... 14
12. REFERÊNCIAS..... 15

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DA CENTRAL HIDROELÉTRICA DE ITAIPU VISANDO A CONTRATAÇÃO DO SEGURO TIPO ALL RISKS

1. APRESENTAÇÃO

O objetivo deste informe é divulgar as características da empresa visando a contratação do seguro tipo ALL RISKS. Inicialmente descreve-se um pouco da história de ITAIPU, sua origem e como se procurou gerenciar cada grupo de atividades técnicas. Depois, descrevem-se as atividades de comissionamento, operação, manutenção e a forma peculiar de transmissão e comercialização de energia, que é produzida em volume significativo. Por último, apresenta-se um resumo dos sinistros ocorridos na Central.

A engenharia de projeto e os principais aspectos tanto da parte civil como da eletromecânica estão descritos detalhadamente no documento 1314.50.15200.P, onde são apresentados os resumos de quantidades, dimensões e dados técnicos principais do projeto ITAIPU.

Informações complementares sobre os sistemas de proteção e outros sistemas relativos à segurança das estruturas, instalações e equipamentos eletromecânicos são apresentados detalhadamente no documento 2290.50.15218.P.

Deve-se destacar que em ITAIPU o trabalho se desenvolve com uma rotina especial, haja vista que o mesmo tem uma particularidade que o torna diferente das demais empresas congêneres: por ser uma entidade binacional, todas as atividades se realizam de forma coordenada entre paraguaios e brasileiros.

2. INTRODUÇÃO

2.1 Histórico do Projeto

Tanto no Brasil como no Paraguai, durante muitos anos, o potencial hidrelétrico existente no trecho do rio Paraná, marco da fronteira entre os dois países, atraiu a atenção de seus engenheiros. Alguns estudos de natureza geral foram realizados para seu aproveitamento. Para que pudessem ser realizados estudos mais detalhados, foi necessário um acordo entre os governos de ambos países.

Em 22 de junho de 1966, os Ministérios das Relações Exteriores dos dois países, assinaram a declaração conjunta que se tornou conhecida como Ata do Iguaçu, pelo qual manifestaram a disposição de proceder de comum acordo, ao estudo e levantamento dos recursos hídricos pertencentes, em condomínio, ao Brasil e ao Paraguai desde, e inclusive, o Salto Grande de Sete Quedas ou Salto del Guairá até a bacia do rio Iguaçu. Foi estabelecido também naquele documento, que a energia elétrica que fosse produzida com a utilização do desnível existente no rio Paraná, no trecho em questão, seria dividida igualmente entre os dois países e, a cada um deles conferido o direito de preferência de compra, a preços justos, da energia não utilizada pelo outro país para seu consumo.

No dia 12 de fevereiro de 1967, os governos do Brasil e do Paraguai, instituíram a COMISSÃO MISTA TÉCNICA BRASILEIRO-PARAGUAIA para a implementação da Ata do

Iguaçu no tocante ao estudo sobre o aproveitamento dos recursos hídricos do trecho em questão.

O Convênio de Cooperação, celebrado em 10 de abril de 1970 entre a COMISSÃO, a ELETROBRÁS - Centrais Elétricas Brasileiras S.A., do Brasil e a ANDE - Administración Nacional de Electricidad, do Paraguai, estabeleceu as condições para a realização do estudo de viabilidade técnica e econômica de aproveitamento do potencial hidrelétrico do Rio Paraná no trecho em questão. O Convênio previu que o estudo incluiria uma apreciação geral de benefícios adicionais como navegação, uso da água para consumo humano e industrial, irrigação e atividades de recreação.

Foi prevista também a formação de um COMITÊ EXECUTIVO para exercer o controle administrativo e técnico do estudo, através da supervisão da própria COMISSÃO, da ELETROBRÁS e da ANDE.

Em 30 de maio de 1970, as partes do Convênio solicitaram a várias empresas consultoras de engenharia que apresentassem, com prazo até 7 de agosto do mesmo ano, propostas para a realização do estudo. Foi selecionado o consórcio formado pelas empresas International Engineering Company Inc. - IECO, de San Francisco, Califórnia, Estados Unidos e a ELC-Electroconsult Spa, de Milão, Itália. O contrato foi assinado em 18 de novembro de 1970, no Rio de Janeiro (Brasil) e em 21 de novembro do mesmo ano, em Assunção (Paraguai) entrando em vigor no dia 1º de fevereiro de 1971.

2.2 Trabalhos Iniciais

Um trabalho de reconhecimento de campo que incluiu a inspeção da área, visitas por terra aos possíveis locais de implantação da barragem e investigações ao longo do rio, resultou na identificação de dez locais para a concentração dos estudos. Esses locais foram inventariados, sendo desdobrados em cerca de 50 diferentes concepções para o aproveitamento hidrelétrico, as quais foram, por sua vez, estudadas e confrontadas com o mesmo nível de detalhes.

Realizadas as comparações técnico-econômicas desses diferentes esquemas, sobressaíram duas alternativas, que foram submetidas pela Comissão Mista à consideração dos dois governos: a primeira, constando de uma barragem única em local denominado ITAIPU, aproveitando todo o potencial em uma única usina e a segunda, constituída de duas barragens, uma em ITAIPU e outra em Santa Maria, 150 km à montante. O confronto das duas alternativas indicou claramente as vantagens da primeira , ou seja, a construção de uma barragem única em ITAIPU, resultando na sua adoção pelos dois governos.

Passou-se então à etapa seguinte, que se constituiu no desenvolvimento do estudo de viabilidade. Nesta fase, os estudos abrangeram, além de novos serviços geológicos e geotécnicos de campo, importantes ensaios hidráulicos em modelo reduzido. Esta etapa dos trabalhos já estava bastante adiantada, quando foi instalada, em maio de 1974, a ITAIPU como entidade binacional. Imediatamente, em julho de 1974, os Consultores apresentaram estudos mais detalhados de topografia, batimetria, geologia e hidrologia, fixando, de forma definitiva, o esquema geral do projeto e demais características, a potência instalada e

cronograma de execução.

2.3 O Tratado de ITAIPU e a Constituição da ITAIPU BINACIONAL

Em 26 de abril de 1973 foi assinado o Tratado entre o Brasil e o Paraguai para o aproveitamento hidrelétrico dos recursos do rio Paraná pertencentes em condomínio aos dois países.

Por esse tratado, o Brasil e o Paraguai concordaram em realizar, de comum acordo, o aproveitamento daqueles recursos e criaram para esse fim, uma entidade denominada ITAIPU BINACIONAL.

O projeto a ser executado seria o de uma barragem única, já mencionado, constante do Anexo B do Tratado e que, posteriormente, veio a sofrer modificações conseqüentes dos aperfeiçoamentos técnicos, que resultaram no projeto final do aproveitamento.

No dia 17 de maio de 1974 a entidade foi constituída e nomeou seu primeiro Conselho de Administração e sua primeira Diretoria Executiva.

3. OPERAÇÃO DA CENTRAL

A operação de ITAIPU iniciou-se com a entrada em serviço da primeira unidade de 50 Hz, em paralelo com o sistema ANDE, no dia 05 de maio de 1984.

A partir do dia 08 de outubro do mesmo ano, foi iniciado o fornecimento em 50 Hz, à FURNAS, possibilitando o início dos testes do sistema de transmissão em corrente contínua por aquela concessionária.

Em 18 de junho de 1985 foi realizado o primeiro fornecimento simultâneo à ANDE e FURNAS, em 50 Hz.

Em 16 de dezembro de 1986 ocorreu a primeira sincronização das unidades de 60 Hz (unidades 14 e 15).

A operação de ITAIPU tem as mesmas características de apoio e desenvolvimento, em tempo real das empresas congêneres, destacando-se como particularidade, o fato de ITAIPU ser uma empresa de usina única o que implica no benefício de ter toda a equipe técnica de suporte à operação em um único local, que é a própria Central.

Para efetiva e confiável condução e coordenação, a supervisão da operação da Central Hidrelétrica é efetuada em dois níveis hierárquicos:

Operação do sistema: responsável pela coordenação, supervisão e execução, em tempo real da operação interligada quanto aos aspectos energético, elétrico e hidráulico.

Operação da central: responsável pela geração de energia, execução de manobras de controle e monitoração do estado dos equipamentos.

Estes dois níveis mantém entre si um fluxo de informações, tanto no âmbito de apoio como no de operação.

No âmbito de planejamento da operação, são desenvolvidos estudos elétricos, energéticos e hidrológicos que dão apoio às atividades de programação hidroenergética e elétrica.

São desenvolvidos, além disso, atividades de programação de desligamentos, tanto da Central, quanto do sistema, a fim de minimizar seus efeitos na condução da operação.

As funções desenvolvidas pela operação, em tempo real, tem por objetivo coordenar e supervisionar a execução dos programas estabelecidos ou reprogramar a operação corrente, de modo a manter ou restabelecer as condições de confiabilidade e qualidade dos serviços, assim como garantir a integridade dos equipamentos e a segurança do pessoal.

As particularidades da operação de ITAIPU estão relacionadas às suas características próprias e a dos sistemas a ela interligados, e são listadas a seguir:

- A geração em dupla freqüência (metade em 50 Hz e metade em 60 Hz);
- Porte da Central (com potência instalada de 14.000 MW);
- Porte das Unidades Geradoras (a potência nominal de cada unidade é de 700MW);
- A Central está localizada no rio Paraná, um rio internacional compartilhado por três países, existindo um Tratado assinado entre Brasil, Paraguai e Argentina, cujo cumprimento impõe restrições a operação hidroenergética;
- Os sistemas de transmissão associados em extra alta tensão, sendo uma em corrente contínua (± 600 kV), que interliga as unidades de 50 Hz ao sistema brasileiro e outro em corrente alternada (750 kV).

4. COORDENAÇÃO DA OPERAÇÃO INTERLIGADA

Para que a operação de um sistema elétrico seja confiável e a qualidade do fornecimento garantida, é essencial o desenvolvimento de estudos de curto e médio prazo.

Além dos estudos internos realizados no âmbito de cada uma das empresas que compõem o sistema interligado, é essencial desenvolver estudos em um fórum com representação das principais empresas do sistema.

No caso da ITAIPU, uma vez que a Central Hidrelétrica interligou os sistemas elétricos do Brasil e do Paraguai, foi necessário criar um organismo através do qual fosse possível executar os estudos operativos do sistema interligado ANDE/ITAIPU/ELETROBRÁS.

Em 23 de julho de 1981, foi criada a Comissão Mista de Operação e Coordenação dos Sistemas da ANDE, ITAIPU e ELETROBRÁS, conhecida como Comissão Mista de Operação ou CMO, que se encontra em pleno exercício de suas atividades.

As atividades técnicas da CMO são desenvolvidas através de quatro grupos de estudos, constituídos por especialistas de cada uma das empresas, sendo que ITAIPU se faz representar, em cada grupo, por dois engenheiros, um brasileiro e um paraguaio.

O Grupo de Estudos Nº 1 se ocupa dos estudos de carga, freqüência e reserva de potência.

O Grupo de Estudos Nº 2 está encarregado dos estudos elétricos da operação.

O Grupo de Estudos Nº 3 é responsável pelos estudos de proteções.

O Grupo de Estudos Nº 5 tem por atribuição realizar a coordenação dos programas de comissionamento (anteriormente atribuídos ao Grupo de Estudos Nº 4, já extinto) e executar os estudos de procedimentos operativos.

Nestes anos de atividades, a CMO elaborou centenas de informações técnicas, que originaram as mais diversas recomendações às empresas e instruções a serem implementadas na operação do sistema.

5. SUPERVISÃO E CONTROLE

A supervisão e o controle da operação são executados através dos sistemas analógicos e digitais, SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), SCC (Sistema de Controle Computadorizado da SEMD) e SDSC (Sistema Digital de Supervisão e Controle - utilizado nas unidades geradoras 9A e 18A).

O sistema analógico, fornece as informações necessárias à operação da Central e da SEMD, enquanto os sistemas digitais fornecem informações classificadas e detalhadas, a ambos os níveis de operação.

O sistema SCADA ("Supervisory Control and Data Acquisition"), em conjunto com o SCC e o SDSC, permite controle e a supervisão centralizados da geração e transmissão de energia, utilizando como subsídio, os dados adquiridos do processo, automaticamente, em tempo real.

Os objetivos básicos da supervisão e controle da operação são:

- Providenciar informações em tempo real, sobre as condições operativas dos sistemas elétrico e hidráulico, equipamentos e instalações de ITAIPU, organizadas de forma a permitir a tomada de decisões operativas e a execução de ações de controle adequadas e oportunas, permitindo otimizar a geração de energia.
- Interligar a Central de ITAIPU aos sistemas da ELETROBRÁS e ANDE, para intercâmbio de dados e mensagens operativas, e ao ONS, para intercâmbio de dados relativos ao controle automático de geração.
- Interligar os sistemas computacionais internos de operação e manutenção, de operação hidráulica e segurança da Central.

5.1 Funções Gerais

Estas funções, que incluem todas as atividades básicas que darão suporte à execução das funções de aplicação do sistema, são as seguintes:

- Aquisição, processamento e armazenamento de dados em tempo real;
- Transmissão de comandos de controle;

- Intercâmbio de informações com sistemas internos e externos;
- Apresentação e registro de informações.

A aquisição de dados do processo é realizada através das unidades terminais remotas (UTR), controladores lógicos programáveis (CLPs para as unidades 9A e 18A), dispositivos eletrônicos inteligentes (IEDs para os conjuntos TOX/R0X, T05/R05, Linha Villa Hayes e equipamentos do seccionamento da SEMD) e DAUC (Dispositive Acquisition Unit and Control), distribuídas em todas as instalações da Central e SEMD interligadas aos computadores Centrais para seu processamento.

5.2 Funções de Programação da Operação

Auxiliam na tomada de decisões operativas de natureza elétrica, hidráulica e energética, de acordo com um horizonte preestabelecido, fornecendo subsídios às atividades de supervisão e controle da operação, visando otimizar os recursos disponíveis dentro das restrições operativas existentes.

São elas:

- Previsão hidrológica;
- Programação de geração e manutenção;
- Diretrizes para a operação dos sistemas hidráulico e elétrico.

5.3 Funções de Supervisão e Controle da Operação

A finalidade destas funções é de auxiliar os despachantes e operadores no desempenho das atividades de supervisão e controle da operação em tempo real.

São elas:

- Monitoração dos sistemas hidráulico, programação/intercâmbio elétrico e da reserva operativa;
- Controle automático de geração (CAG) e tensão (CAT);
- Estimador de estados;
- Análise de distúrbios para recomposição do sistema;
- SARTRE - Sistema de Ativação de Regras em Tempo Real, cujo objetivo principal é evitar falhas humanas em manobras em tempo real.

As atividades de supervisão e controle da operação são realizadas a partir de 2 salas de controle por meio de consoles (estações de trabalho do tipo PC) do tipo "full-graphics". A SDC (Sala de Despacho de Carga) possui 6 conjuntos contendo 1 console, 2 monitores, 1 teclado e 1 mouse cada. A SDC possui ainda um conjunto de equipamentos que compõem o videowall. A Sala de Controle Centralizado possui 5 conjuntos contendo 2 consoles e 2 monitores, 1 teclado e 1 mouse compartilhados por meio de um comutador, consoles

localizados na Sala de Despacho de Carga com 2 monitores, 2 teclados funcionais e alfanuméricos e 2 "mouses". Esta sala também possui um conjunto de equipamentos que compõem mais um outro videowall.

6. MANUTENÇÃO

A partir da implantação da estrutura de operação de ITAIPU houve preocupação na preparação de um corpo de manutenção ágil e seguro.

Antes do início da montagem dos equipamentos, ITAIPU iniciou a provisão de recursos e materiais necessários a esta atividade.

Adotou-se como premissa, para melhor preparação do corpo técnico, que o comissionamento é a primeira atividade de manutenção.

Dentro deste enfoque, depois de poucos anos, a Superintendência de Manutenção estava convenientemente estruturada de forma que, dispondo de pessoal qualificado, métodos adequados e inclusive de um laboratório de instrumentação e ensaios, podendo exercer tarefas de colocação em serviço e manutenção.

Através de uma estrutura adequada, foi criado um canal de negociação forte e ágil entre a coordenação do comissionamento, os demais órgãos de ITAIPU e os fabricantes, criando e estabelecendo rotinas e fluxos de informação.

Em razão das características peculiares da empresa, tais como a enorme quantidade e diversidade de equipamentos, o fornecimento através de consórcios envolvendo inúmeros fabricantes, a necessidade de uma nítida separação entre as etapas de montagem (contratada) e comissionamento (recursos próprios), assim como o caráter heterogêneo dos equipamentos envolvidos, compostos por elementos de diversas origens e nacionalidades, tornou-se imprescindível dispor de uma metodologia de comissionamento detalhada e envolvente.

O sistema então adotado alcançou plenamente seus objetivos, viabilizando o comissionamento dos equipamentos principais e auxiliares dentro dos prazos previstos, sem prejudicar a continuidade do ritmo intenso de montagem, além de permitir à ITAIPU lograr diversos benefícios, dentro dos quais cabe destacar:

- A absorção, por parte de seu pessoal, de conhecimentos necessários para o comissionamento e manutenção dos equipamentos;
- A revisão de desenhos através de processos confiáveis;
- A reposição eficaz de componentes danificados durante o comissionamento e a fase de garantia;
- A programação de soluções dos problemas técnicos de responsabilidade dos fabricantes, de forma compatibilizada com os compromissos de geração;
- A utilização de um processo confiável de levantamento oportuno de problemas, propiciando soluções baseadas em negociações com os fabricantes.

Ficou claro, desde a fase de preparação do comissionamento e das atividades de manutenção, que a magnitude dos problemas a serem enfrentados em uma Central hidrelétrica do porte de ITAIPU, dada a enorme quantidade de equipamentos instalados (ver relatório 1314.50.15200.P), tornava muito complexas as etapas de planejamento, execução e controle de manutenção, implicando na necessidade de sistematização através de recursos computacionais.

Dessa forma, a partir de 1985, foram especificados e adquiridos os equipamentos de computação necessários, e aproveitando a experiência adquirida com a operação e manutenção das primeiras unidades geradoras, foi iniciado, em meados de 1986, o desenvolvimento do Sistema de Operação e Manutenção, posteriormente designado, de forma abreviada, com a sigla SOM.

Todos os equipamentos instalados na Central Hidrelétrica de ITAIPU são gerenciados pelo sistema chamado SOM - SISTEMA DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO, que tem por filosofia a prevenção planejada, normatizada e sistematizada dos processos de operação e manutenção.

O SOM está baseado nas seguintes diretrizes:

- Domínio do processo de produção através do acompanhamento do desempenho dos equipamentos e estruturas ao longo do ciclo de vida;
- Utilização de técnicas preventivas e preditivas através de inspeções, ensaios e medições nos equipamentos e estruturas da CHI. Os dados levantados constituem a matéria prima para a realização de análises sistemáticas de acompanhamento do desempenho;
- Informatização do processo de planejamento, programação, controle e análise da operação e manutenção, com vistas ao tratamento automatizado das informações;
- Documentação de instruções e normas visando a padronização de procedimentos e garantindo o amplo acesso às informações;
- Integração das atividades de operação e manutenção buscando a eficácia e a excelência da produção como um todo;

Com a finalidade de cumprir seus compromissos e responsabilidades, o SOM se define através dos seguintes objetivos:

- Controlar permanentemente o desempenho dos equipamentos e estruturas, buscando minimizar os riscos de ocorrência de falhas e a utilização plena da vida útil dos equipamentos;
- Racionalizar a execução das atividades de operação e manutenção, evitando-se a alternância de períodos de sobrecarga com outros de pouco serviço;
- Estabelecer procedimentos padronizados para todas as ações repetitivas que envolvem complexidade, riscos ou custos elevados;
- Capacitar adequadamente o pessoal, proporcionando o domínio completo das atividades

de operação e manutenção.

O SOM foi dividido em duas partes: um sistema de operação e um sistema de manutenção.

Como primeira etapa, foram codificados todos os equipamentos de forma a facilitar sua identificação e quantificação.

Com relação ao sistema de manutenção, o mesmo foi subdividido em subsistemas, conforme indicado a seguir:

- Subsistema de manutenções aperiódicas implantado a partir de dez/87.

  Este subsistema processa informações referentes às manutenções corretivas, preventivas aperiódicas e outros serviços afins, tais como ensaios especiais, melhorias e estudos, dispondo de um documento base para essa finalidade.

- Subsistema de manutenções periódicas, implantado a partir de jan/89.

  Este subsistema processa as informações que tratam das manutenções de caráter preventivo, com periodicidade de execução definida, dispondo também de um documento base para essa finalidade.

- Subsistema de cadastro (ficha técnica), implantado a partir de dez/89.

  Este subsistema reúne informações de identificação e características técnicas dos equipamentos que compõem a Central de ITAIPU.

- Subsistema de liberação de equipamentos, implantado a partir de jan/95.

  Este subsistema processa a emissão e liberação das autorizações de trabalho, controlando os processos de execução de manutenção e operação, incrementando e garantindo a segurança do pessoal e equipamentos.

- Subsistema de programação de desligamentos, implantado a partir de jan/96.

  Este subsistema tem por finalidade programar os desligamentos para a manutenção de todos os equipamentos da Central de ITAIPU, agregando as necessidades técnicas e distribuição de recursos às necessidades de atendimento aos setores elétricos do Brasil e Paraguai.

- Subsistema de materiais de reserva, implantado a partir de janeiro/99.

  Este subsistema processa as informações contidas nas listas de materiais de reserva, objetivando identificar, especificar e definir limites para estoque dos materiais sobressalentes, suprindo as necessidades da manutenção.

- Subsistema de análise de custos, implantado a partir de janeiro/04.

  Este sistema visa estabelecer a sistemática de apropriação e controle dos custos diretos e indiretos da manutenção, essenciais para a elaboração da análise e diagnóstico do desempenho do sistema produção.

A partir de 2007, iniciou-se um programa de modernização do Sistema de Operação e Manutenção, visando utilização de interface WEB e inclusão de outras funcionalidades, com previsão de conclusão para dezembro/2008.

Adicionalmente ao controle sobre os equipamentos eletromecânicos, existe também a monitoração do comportamento das estruturas civis. Para isso, ITAIPU dispõe de um conjunto completo de instrumentos para o controle e segurança das barragens que a compõem, incluindo uma rede própria de sismógrafos (ver relatório 2290.50.15218.P).

O conjunto de instrumentos distribuídos ao longo da Casa de Força e das barragens está destinado ao controle do desempenho das fundações e das estruturas de concreto. São 2.383 instrumentos dos seguintes tipos:

- Medidores de juntas;
- Marcos de referência
- Termômetros de massa e superfície;
- Tensômetros;
- Deformímetros;
- Pêndulos diretos e invertidos;
- Extensômetros;
- Piezômetros e medidores de nível de água;
- Prismas geodésicos;
- Medidores de vazão.

Em 2005, ITAIPU adquiriu e instalou um sistema automático (ADAS) para monitoramento dos instrumentos considerados mais importantes (10% do total) com módulos de coleta de dados a cada 30 minutos, visando analise do desempenho das estruturas civis.

As atividades a serem realizadas durante a manutenção periódica constam de documentos conhecidos como planilhas de inspeção e controle. As informações anotadas nos documentos relativos a manutenções periódicas e aperiódicas são gravadas em arquivos de computador e formam o histórico dos equipamentos, podendo ser resgatadas a qualquer momento em diversos formatos de relatórios, tornando-se instrumentos de inestimável valor para a análise de desempenho.

A ITAIPU possui um quadro próprio de pessoal técnico para a realização das atividades de manutenção.

A periodicidade da manutenção dos equipamentos das unidades geradoras contempla intervenções com frequência NONAMESTRAL, TRISSEMESTRAL e TRIENAL, onde a sucessão de eventos a serem inspecionados na etapa seguinte é mais rigorosa que a anterior.

Como exemplo, mencionamos sequência periódica da manutenção para os principais equipamentos:

- As unidades geradoras têm a seguinte sequência de manutenções programadas periódicas:
- Nanomestral, Trissemestral e Trienal, cujos procedimentos encontram-se registrados nas Planilhas de Manutenção.
- É realizada, bimestralmente, nos transformadores principais a análise cromatográfica do óleo. Em caso de constatação de alguma anormalidade, a periodicidade é reduzida até a freqüência diária;
- A calibragem de válvulas de segurança é realizada a cada dezoito meses;
- Ensaio operacional das portas corta-fogo é realizada a cada nove meses;
- Ensaio operacional de nebulização nos transformadores é realizado a cada dezoito meses;
- Ensaio operacional sem nebulização em transformadores é realizado a cada nove meses;
- Ensaio operacional dos detetores de fumaça nos transformadores é realizado a cada dezoito meses;
- A inspeção do sistema de CO2 dos geradores é realizada a cada 18 meses (nas paradas trissemestrais e trienais);
- Medições de resistência ôhmica do rotor dos geradores são realizadas a cada 18 messes (nas paradas trissemestrais e trienais);

A análise de desempenho é uma macrofunção importante de manutenção, e para alcançar seu objetivo, utiliza como apoio os aplicativos para análise da manutenção periódica, análise da manutenção aperiódica e índices de manutenção. Estes aplicativos tem como finalidade assegurar a realimentação de todos os processos integrantes do método de manutenção - SOM -, e principalmente garantir a disponibilidade dos equipamentos.

Todos estes processos de filosofia eminentemente preventiva, são complementados por um plano de ação e metas para redução da indisponibilidade forçada das unidades geradoras.

O acerto da conduta adotada tem sido confirmado pelo ótimo desempenho do parque gerador de ITAIPU, contribuindo para atingir as metas e compromissos assumidos pela empresa.

7. SISTEMA DE TRANSMISSÃO

O sistema de transmissão associado a Central de ITAIPU, é um dos maiores e mais importantes do mundo, utilizando as mais elevadas tensões de operação comercial, tanto em corrente contínua (± 600 kV), como em corrente alternada (750 kV), possuindo a elevada capacidade de transmissão de 14.000 MW.

Devido a diferença de freqüências entre o Brasil e o Paraguai, dez geradores de ITAIPU operam na freqüência de 50 Hz e dez na de 60 Hz.

Os geradores de 50 Hz, freqüência do sistema paraguaio, estão conectados ao sistema de corrente contínua SEMD e SEFI (Furnas – Foz do Iguaçu) com capacidade de transmissão de 6.300 MW e os geradores de 60 Hz, estão conectados ao sistema de corrente alternada de 750 kV, com compensação em série, também com capacidade de 6.300 MW.

7.1 Interligação com o Paraguai

O fornecimento de ITAIPU para a ANDE é realizado pela Subestação da Margem Direita. Para atender a este fornecimento, se encontram instalados atualmente, seis conjuntos de autotransformadores-reguladores, com capacidade unitária de 450 MVA, cuja função é reduzir a tensão de 500 para 220 kV.

A interligação é realizada através de duas linhas de transmissão em 220 kV, com 4,7 km de extensão, conectando a Subestação da Margem Direita (ITAIPU) à Central Hidrelétrica de Acaray (ANDE), duas de 220 kV para Asunción via Itaquyry, Carayao-Limpio e uma linha de 500kV para Vila Hayes.

7.2 Interligação com o Brasil

A energia produzida por ITAIPU em 50 Hz, é fornecida ao sistema paraguaio na Subestação da Margem Direita e o excedente, transmitido ao sistema brasileiro, na subestação conversora de Foz de Iguaçu, através de quatro linhas em 500 kV conectando a Central de ITAIPU à Subestação da Margem Direita e esta, à subestação conversora de Foz de Iguaçu onde a tensão de 500 kV é convertida para ± 600 kVcc.

A energia produzida em 60 Hz é entregue através de quatro linhas, também em 500 kV, na subestação Foz de Iguaçu, onde a tensão é elevada para 750 kV através de transformadores elevadores conectados diretamente a estas linhas.

Da subestação de Foz de Iguaçu partem linhas de transmissão em corrente alternada e em corrente contínua, responsáveis pelo fornecimento às regiões sudeste e sul do Brasil.

8. CRONOLOGIA DE ENTRADA EM OPERAÇÃO DAS UNIDADES GERADORAS

Unidades	Final de Montagem	Primeiro Teste Mecânico	Primeira Sincronização	Operação Industrial
1	9/12/83	17/12/83	5/5/84	31/5/84
2	31/8/84	27/9/84	4/1/85	6/2/85
3	16/7/85	22/7/85	24/8/85	11/9/85
4	11/11/85	20/11/85	20/12/85	26/1/86
15	28/5/86	22/7/86	16/12/86	24/12/86
14	29/10/86	12/11/86	16/12/86	24/12/86
5	25/3/87	10/4/87	7/5/87	21/5/87
6	29/5/87	26/6/87	24/7/87	31/7/87
7	31/8/87	7/10/87	26/10/87	2/11/87
8	15/1/88	21/1/88	24/2/88	18/3/88
9	30/5/88	7/6/88	15/7/88	29/7/88
13	1/8/88	9/8/88	14/9/88	12/10/88
12	31/12/88	10/1/89	11/2/89	25/2/89
11	31/3/89	8/5/89	29/6/89	3/7/89
10	30/7/89	8/8/89	11/9/89	14/9/89
16	30/4/90	10/5/90	11/6/90	3/7/90
17	30/9/90	20/10/90	11/1/91	21/1/91
18	31/12/90	11/3/91	8/4/91	10/4/91
18A	25/9/05	26/10/05	2/11/05	5/2/07
9A	21/2/06	10/4/06	15/4/06	4/8/06

9. SISTEMA DE PROTEÇÃO E COMBATE CONTRA INCÊNDIO

Os sistemas de proteção das instalações e equipamentos eletromecânicos, assim como a monitoração da segurança das estruturas civis, estão descritos em detalhe, no documento 2290.50.15218.P e complementados nos informes 1999.50.0001.P e 5000.50.0010.P.

10. PROTEÇÃO DOS SISTEMAS E EQUIPAMENTOS ELETROMECÂNICOS

Todos os sistemas e equipamentos eletromecânicos da Usina, possuem proteção contra falhas elétricas e mecânicas, conforme descrito no documento 1999.50.0001.P.

11. SINISTRO NA CENTRAL

A ITAIPU vem contratando o seguro do tipo ALL RISKS, desde o início da construção da Central.

No primeiro seguro contratado pela ITAIPU, no período de 18.10.78 à 30.11.92, para cobertura da construção da Usina, ocorreram sinistros na etapa de montagem, comissionamento e operação, destacando-se entre outros os seguintes sinistros das etapas de comissionamento e operação:

Data	Equipamento
10.12.84	SISTEMA DE EXCITAÇÃO DA U-02
13.03.85	EIXO DA U-05
03.04.85	SISTEMA DE EXCITAÇÃO DA U-01
29.10.86	SISTEMA DE EXCITAÇÃO DA U-03
15.06.87	SERVOMOTOR DA U-08
18.10.87	TRANSFORMADOR PRINCIPAL TU-01
22.02.88	TRANSFORMADOR DE EXCITAÇÃO TEP-07
02.05.89	PÁRA-RAIOS 525 kV
28.02.90	INCÊNDIO NA AMC – 2 - EIXOS A/B EL. 98
02.05.90	TRANSFORMADOR PRINCIPAL TU-11
21.07.92	CURTO CIRCUITO NA U-06

No período de 01.12.92 à 30.11.94, ocorreram sinistros na etapa de operação, conforme a seguinte tabela:

Data	Equipamento
17.03.93	ACIDENTE NA U-06
26.04.93	EXPLOSÃO DO TRANSFORMADOR PRINCIPAL TU-17
14.07.94	COMPORTA N.1 VERTEDOURO

No período de 01.12.94 à 31.12.18, ocorreram sinistros na etapa de operação, conforme a seguinte tabela:

Data	Equipamento
02.03.95	SISTEMA DE EXCITAÇÃO DA U-16
04.05.97	TRANSFORMADOR PRINCIPAL DA U-8
12.07.01	TRANSFORMADOR PRINCIPAL DA U-7 – FASE R
10.11.02	TRANSFORMADOR PRINCIPAL DA U-1 – FASE R
06.06.03	TRANSFORMADOR PRINCIPAL DA U-15 – FASE B. RETIRADO PREVENTIVAMENTE DE OPERAÇÃO
19.01.06	GERADOR DA U-15 – DANOS BARRAS ESTATÓRICAS
03.06.06	EXPLOSÃO DO TRANSFORMADOR PRINCIPAL DA U-10

28.04.08	GERADOR DA U-10 – DANOS NO SISTEMA DE AGUA PURA/BARRAS ESTATÓRICAS
24.09.10	TURBINA DA U-06 – RACHADURAS NAS PALHETAS N° 11 E ANEL DE DESGASTE DA RODA DA TURBINA
04.07.12	SINISTRO NO TRANSFORMADOR MONOFÁSICO DE EXCITAÇÃO POSITIVA –TEP18A - FASE C
22.05.15	GERADOR DA U-15 – DANOS NO SISTEMA DE AGUA PURA/BARRAS ESTATÓRICAS
23.03.16	GERADOR DA U-08 – DANOS NO SISTEMA DE AGUA PURA/BARRAS ESTATÓRICAS

Cabe mencionar que, devido a diversas falhas, ITAIPU decidiu:

- Completou em maio/2007 a substituição de todas as buchas de 500 kV tipo papel/óleo dos Transformadores Principais, por buchas tipo papel/resina.
- Realizou o fechamento das 60 celas dos TUs da UHI com portas metálicas desmontáveis com o objetivo de minimizar os danos que possam ocasionar eventuais explosões dos transformadores.

12. REFERÊNCIAS

- 1314.50.15200.P - Resumo de Quantidades, Dimensões e Dados Técnicos Principais do Projeto ITAIPU.
- 2290.50.15218.P - Aspectos Relacionados com a Segurança das Estruturas e Equipamentos.
- 1999.50.0001.P - Relatório Final de Projeto.
- 5000.50.0010.P - Sistema de Proteção contra Incêndio, Detecção, Alarme, Anunciação e Combate - Relatório Geral.