



**SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

GTL - 32
16 a 21 Outubro de 2005
Curitiba - Paraná

**GRUPO XVI
GRUPO DE ESTUDO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E TELECOMUNICAÇÃO PARA SISTEMAS
ELÉTRICOS - GTL**

SISTEMA DE TELEMETRIA HIDROMETEOROLÓGICA DA USINA HIDRELÉTRICA DE ITAIPU

Eli Marcos Finco *	Luiz Antonio Soares	Vicente Zapata Báez	Rolando J. R. Peralta Beaufort
ITAIPU BINACIONAL	ITAIPU BINACIONAL	ITAIPU BINACIONAL	ITAIPU BINACIONAL

RESUMO

A necessidade de se obter dados hidrológicos, meteorológicos e ambientais da área de influência da Usina Hidrelétrica de ITAIPU, levou a aquisição de um sistema Telemetria automatizado de supervisão, controle, e gerenciamento de dados, com alto desempenho, de fácil operação e com capacidade de interligação com outros equipamentos e sistemas para dar suporte às atividades de operação de ITAIPU.

Neste informe são apresentados os requisitos adotados na implantação do projeto relativos ao hardware, software, instalação, comunicação por satélite, funcionalidades, operação e manutenção.

PALAVRAS-CHAVE

Telemetria, Satélite, Comunicação, Meteorológicos, Ambientais.

1.0 - OBJETIVO GERAL DO STH

O objetivo geral do Sistema de Telemetria Hidrometeorológico (STH) é dotar a Central Hidrelétrica de ITAIPU de um sistema de informação hidrometeorológico confiável e seguro, que permita planejar e organizar a supervisão da operação hidráulica e da geração energética.

O STH é um sistema projetado para a capturar, processar e transmitir os dados hidrometeorológicos adquiridos remotamente e transmitir a uma estação central localizada na Central Hidrelétrica de ITAIPU.

A comunicação entre as Estações Remotas e a Estação Central na Central Hidrelétrica, se faz através do serviço de comunicação de dados por satélite provido pela ORBCOMM, sistema rádio e linha telefônica.

Os objetivos fundamentais e os aspectos básicos que enfatizados são quanto à obtenção dos dados hidrológicos e meteorológicos de maneira sistemática, ordenada e confiável das bacias que configuram a rede hidrográfica, que permita a ITAIPU dispor das informações em tempo e formatos apropriados, para poder contar com os elementos para concretizar as operações hidráulicas da Central e das tarefas de supervisão, de planejamento da produção energética e relacionar as situações hidrológicas ou meteorológicas excepcionais. Para o qual se faz necessário dispor de um sistema confiável de comunicação, um adequado sistema de base de dados e um confiável controle da rede.

*AV. Tancredo Neves 6731 – C.P 1563 – CEP 85866–900 Foz do Iguaçu - PR - BRASIL
Tel.: (045) 520-3070 - Fax: (045) 520-xxxx - e-mail: elifinco @itaipu.gov.br

1.1 – Funções e facilidades

A função primordial do sistema, é de obter informação em tempo e formato de parâmetros hidrometeorológicos na bacia de cobertura da Central, de tal forma que se conte com dados históricos e atuais que permitam o planejamento e operação hidráulica e de geração de energia.

Por isso os sensores e equipamentos são de alta confiabilidade e durabilidade para poder alcançar os objetivos propostos e estabelecidos.

O sistema apresenta entre outras as seguintes facilidades: construção modular, eletrônica de última geração, software em Espanhol e Inglês, equipamentos de grande durabilidade e confiabilidade, suporte local, comunicação confiável

2.0 - DESCRIÇÃO DO STH

2.1 - Área de cobertura

A área de cobertura do STH de ITAIPU se localiza na bacia do Rio Paraná, desde a Central de Jupιά, operada por CESP, até a estação fluviométrica Carlos Antonio López, localizada no Paraguai a 120 km da trílice fronteira (Brasil / Paraguai / Argentina). A área resultante cobre um total de aproximadamente 279.000 Km².

2.2 - Configuração do STH

O STH está composto por um conjunto de estações remotas de aquisição de dados, de funcionamento autônomo, e vinculadas mediante um sistema de comunicações bidirecional baseado no serviço satelital ORBCOMM, rádio-modem e par telefônico, com uma Estação Central de Controle e Processamento. Um diagrama blocos do sistema pode ser visto na Fig. 1.

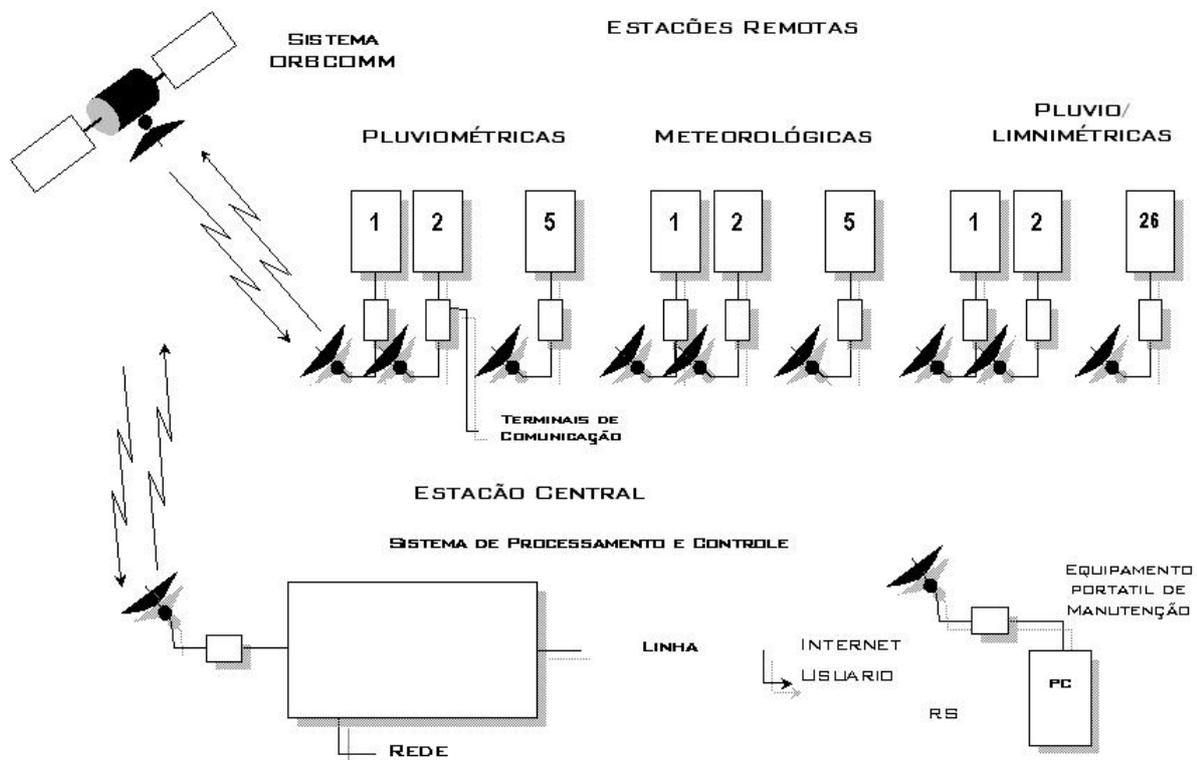


FIGURA 1 – Diagrama em blocos do Sistema de Telemetria Hidrometeorológica (STH)

A rede de aquisição de dados consta de 48 estações remotas, das quais 5 são pluviométricas, 5 meteorológicas, 8 pluviométricas e 30 pluvio/fluviométricas.

As estações são de funcionamento autônomo, contando cada uma com seu próprio sistema de energia composto por painel solar, regulador e bateria

Também forma parte de cada Estação Remota um terminal de comunicações (satélite ou rádio modem ou par telefônico) que permite transmissão bidirecional com a Estação Central.

Os dados são coletados e registrados por cada estação remota de acordo aos parâmetros de operação programados, e que podem ser verificados ou modificados tanto em forma remota desde a central como em forma local operando sobre a Estação Remota.

Os registros acumulados são transmitidos para a estação central através do sistema de comunicações, em forma periódica, aperiódica ou contra interrogação desde a Estação Central.

Estão previstas alternativas de comunicação para casos de falhas do enlace, pelo qual se permite na estação central receber e/ou coletar os dados, seja por um terminal de comunicação para ORBCOMM ou por via telefônica através da INTERNET.

Também se geram nas estações remotas dados básicos de telemetria que permitam a detecção de falhas de operação e se tem a possibilidade de modificar o set-up e a programação desde a Estação central.

2.3 - Subsistemas do STH

Funcionalmente o STH, está organizado em cinco subsistemas, que são: Subsistema de Aquisição de Dados, Subsistema de Processamento e Controle Local, Subsistema de Controle e Processamento Central, Subsistema de Comunicações, Subsistema de Fonte de Alimentação.

3.0 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, FUNCIONAIS E DE OPERAÇÃO DO SUBSISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS

3.1 - Introdução

O Subsistema de Aquisição de Dados esta composto pelos sensores e transdutores das estações remotas.

3.2 - Composição do sistema

Os diferente tipos de sensores utilizados são : pluviômetro (precipitação), limnmetro (nivel de água), pressão atmosférica, temperatura e umidade relativa do ar, velocidade do vento, direção do vento, radiação solar e temperatura do solo, todos de fabricação da empresa contratada para o fornecimento.

Cada Estação Remota conta com um equipamento eletrônico que realiza a aquisição e registro dos dados captados pelos sensores correspondentes a sua função e controla a operação geral da estação, controlando também o fluxo de informação para a Estação Central.

Os sensores estão operando corretamente dentro do sistema e são totalmente compatíveis com as UTRs por serem do mesmo fabricante.

A calibração de todos os sensores foi realizada em fábrica.

3.2.1 - Unidade terminal remota – UTR

Nos quatro tipos de estações remotas, a UTR faz aquisição dos sinais provenientes dos sensores hidrometeorológicos, os sinais de supervisão, o processamento, controle e armazenamento dos dados, e a transmissão dos dados em forma periódica, espontânea ou por requerimento através dos diferentes terminais de comunicação. A UTR é a encarregada da conversão analógica/digital dos sinais dos sensores, aquisição dos sinais digitais, registro, do processamento e controle local dos dados adquiridos. Sua concepção construtiva lhe permite expansão de número de sensores. Quanto ao registro temporário dos dados, se efetua em memória não volátil tipo flash. O relógio, de tempo real com bateria de Ni-Ca ou pilha de Li, assegura o registro contra cortes de energia.

3.3 - Linímetros (sensor de nível de água por pressão)

As faixas de medição são de 0 a 25 metros e 0 a 50 metros. O sensor de nível é constituído por um transdutor de pressão de alta precisão, compensado térmicamente, alojado em uma cápsula de aço inoxidável estanque, onde é acondicionado o sinal. A alimentação elétrica deste sensor é de 9 a 16 Vcc, sendo sua saída elétrica de 4 - 20 mA.

Se optou pela versão do sensor com saída de corrente, em virtude da distância entre o lugar de medição do nível até a Unidade Remota.

A resolução destes sensores é menor que 1 cm e a precisão da leitura é de 0,10 % em toda a escala.

A compensação térmica do sensor cobre a faixa de temperatura das condições locais.

As medições destes sensores são do tipo valor absoluto, isto é que a leitura do sensor em dado instante representa a altura da coluna de água sobre o sensor.

A interconexão elétrica se realiza por meio de um cabo com capa de polietileno, com uma grande resistência a tração, e um tubo capilar que vincula a câmara da cápsula estanque com o exterior.

O sensor dispõe internamente de um protetor contra descargas ou sobretensões elétricas induzidas.

3.4 - Pluviômetros (sensor de precipitação)

Está montado sobre um tubo fixo, conforme norma da Organização Meteorológica Mundial (1,5 m de altura).

A chuva coletada em uma boca de bronze é conduzida por um funil de uma até um caçamba basculante.

A resolução é de 0,25 mm de precipitação por cada basculada.

A detecção da basculada é produzida por meio de um contato magnético (reed switch), o qual permite a obtenção de um sinal elétrico livre de potencial.

A precisão deste sensor é de 1% para intensidade de precipitação de até 25 mm/h e de 3% para intensidade de 50 mm/h.

O pluviômetro é construído somente com materiais inoxidáveis, o que faz do instrumento um equipamento confiável e inalterável em condições ambientais severas.

3.5 - Sensores meteorológicos

3.5.1 - Sensor de pressão atmosférica

Este sensor utiliza um transdutor de pressão absoluta, ultra estável compensado térmicamente entre -10 y +60 °C. O sinal é amplificado, acondicionado, dando uma saída de tensão linear .

Os resistores do transdutor são ajustados por laser, obtendo-se assim controle sobre importantes parâmetros como a repetibilidade, compensação térmica e estabilidade a longo prazo.

Este sensor, está alojado dentro do gabinete da Estação Remota, conectando sua tomada de pressão com o exterior através de um tubo.

A alimentação é de 9 a 16 Vcc e a saída é em tensão de 0 - 4 V.

3.5.2 - Sensor de umidade e temperatura ambiente

O sensor de umidade se baseia na medição da variação de impedância que sofre um capacitor ao variar seu dielétrico por efeito da umidade ambiente.

O sensor de temperatura é do tipo a termistor linear de alta precisão.

Os sensores de umidade e temperatura dispõe de um filtro contra poeira.

A alimentação é de 9 a 16 Vcc e a saída em tensão de 0 - 4 V

3.5.3 - Sensores de velocidade e direção do vento

O sensor de intensidade de vento está composto por um sistema de três hélices de bronze cromado sobre um sistema de rolamentos selados de aço inoxidável.

O conjunto está montado sobre um corpo de aço inoxidável, que aloja o eixo e o sistema gerador óptico de sinal de pulsos cuja frequência é proporcional a da velocidade, com saída analógica em tensão entre 0 e 4 Vcc.

O sensor de direção de vento, consiste em uma veleta dinamicamente equilibrada que gira sobre rolamentos selados transmitindo o movimento deste a um eixo que se une a um potenciômetro de precisão. A alimentação do sensor de velocidade é de 9 a 16 Vcc e do sensor de direção é de 1 a 10 Vcc.

3.5.4 - Sensor de radiação solar

O sensor de radiação solar é uma célula fotovoltaica de silício que converte a energia de radiação solar diretamente a uma tensão elétrica. A célula tem uma precisão integrada sobre um período de um dia de +/- 3%, entretanto a instantânea é de +/- 5%, com tempo de resposta quase instantâneo já que o sensor é sensível a luz e não ao calor.

3.5.5 - Sensor de temperatura do solo

O sensor de temperatura de solo, é do tipo a termistor linear encapsulado em forma estanque dentro de um estojo de material inoxidável.

4.0 - CARACTERISTICAS TECNICAS, FUNCIONAIS E DE OPERAÇÃO DO SUBSISTEMA DE CONTROLE E PROCESSAMENTO LOCAL

4.1 - Introdução

O subsistema de Controle e Processamento Local é composto pelas Unidades Terminais Remotas (UTRs) incluídas nas Estações Remotas.

Esta Unidade realiza entre outras as funções básicas que são: aquisição automática e programada dos dados hidrometeorológicos, processamento local e registro dos dados, transmissão/recepção de dados em forma espontânea e por requerimento remoto, supervisão das condições de operação dos equipamentos e o diagnóstico automático de falhas, análise e consistência dos dados, sincronização de seu relógio interno com o tempo exterior

4.2 - Modos de operação

As principais características e potencialidades de funcionamento da Unidade Remota são: mostra automática dos diferentes sensores, validação e elaboração dos dados adquiridos, períodos de medição automático e programável entre 1 e 1440 minutos, leitura imediata dos dados em estado de aquisição e escalados em unidades de engenharia, possibilidade de executar instruções imediatas, registro no lugar dos dados, programação dos parâmetros de funcionamento da estação, possibilidade de ampliação dos módulos, diálogo entre a Estação Central e a Remota mediante mensagens, possibilidade de ser sincronizada em tempo pela Estação Mestre e terminal de comunicação.

5.0 - CARACTERISTICAS TECNICAS, FUNCIONAIS E DE OPERAÇÃO DO SUBSISTEMA DE CONTROLE E PROCESSAMENTO CENTRAL

5.1 - Introdução

O subsistema de Controle e Processamento Central está formado pelas , workstations, periféricos, software associado e data cluster.

A estação central é composta por equipamentos de última geração com uma redundância adequada e a possibilidade de uma fácil e rápida troca de seus componentes de maneira a garantir a operação continua do mesmo. O software da estação central, tanto o sistema operativo como aplicações específicas, estão desenvolvidas oferecendo capacidade de multitarefa e são compatíveis com operação continua.

O software permite a operação da rede em modo assistido ou em modo não assistido desde um terminal remoto.

5.2 - Descrição geral da Estação Central

5.2.1 - Configuração

A estação central é composta por dois (2) computadores que formam juntos com uma unidade de armazenamento externa um Data Cluster. A arquitetura do hardware prevê um funcionamento continuo dos equipamentos sem detrimento de seu rendimento por sobreaquecimento das partes que o compõem.

A unidade de armazenamento externo está formada por um RAID 5 de três discos SCSI de 9,1 Gb cada um, que tem uma controladora de armazenamento RAID CR3500. A replicação da informação é automática através do hardware que compõe o RAID brindando 18 Gb de capacidade total. Desta maneira se conta com a replicação permanente da informação armazenada no data cluster. Dado que o sistema externo de discos impõe a utilização de uma controladora SCSI, o disco interno de cada máquina também é SCSI para aproveitar as vantagens que isto oferece.

Para proteger o sistema de possíveis cortes de energia, foram instaladas 2 fontes de alimentação ininterruptas, cada uma com autonomia de 15 minutos, tempo suficiente para que as máquinas fechem os programas e se apaguem normalmente de maneira automática. As workstations estão configuradas de maneira a retornar automaticamente quando a energia elétrica tenha retornado.

5.2.2 - Características operacionais

A Estação Central tem a função básica de receber, armazenar, processar e colocar a disposição dos usuários os dados recebidos desde as Estações Remotas, os quais são transmitidos à Estação Central pelos meios de comunicação existentes.

A Estação Central também tem as funções de controle de operação das estações remotas, por meio da identificação e apresentação de alarmes recebidos e mediante o envio de comandos direcionados a grupos de UTRs e da validação e armazenamento temporário dos dados adquiridos.

A configuração da Estação Central será é redundante, de modo que ante a falha de um dos servidores que a compõem, o outro assuma totalmente todas as funções daquele, sem perda de informação nem dados. Somente o servidor ativo estará habilitado para executar comandos, comunicações com as remotas, processamento de dados, etc.

Com respeito a comunicação satelital o transceptor se conecta aos dois servidores através de um data switch. Desta maneira, ante uma falha da servidor principal, o servidor secundario instrui ao microcontrolador do data switch para que a informação proveniente do satélite lhe seja transferida a ele. Desta maneira se assegura a comunicação satelital para qualquer dos servidores que esteja como ativo. O sistema operacional é o Windows 2000 Advanced Server e o banco de dados é o Microsoft SQL Server 2000.

6.0 - CARACTERISTICAS TECNICAS, FUNCIONAIS E DE OPERAÇÃO DO SUBSISTEMA DE COMUNICAÇÃO ORBCOMM

6.1 - Introdução

O objetivo principal deste subsistema é assegurar a viabilidade da transmissão dos dados coletados no campo pelas UTRs para a Estação Central e das mensagens desde a Estação Central até as UTRs.

Este é também um subsistema distribuído, com terminais de comunicação tanto nas Estações Remotas como na Estação Central. Se utiliza na maioria das Estações Remotas o serviço de comunicação via satélite ORBCOMM. O sistema tem todos os programas operacionais e recursos necessários para otimizar as comunicações. A Estação Central, para o caso de comunicação pelo ORBCOMM, tem dois canais independentes, Internet (linha telefônica ou LAN) e terminal de Comunicação via satélite.

6.1.1 - Características dos terminais de comunicação

Os terminais de comunicação bidirecional se compõem de um equipamento de comunicação satelital ORBCOMM, Marca Panasonic com sua correspondente antena omnidirecional, protetor de antena contra descargas atmosféricas, cabo e acessórios correspondentes.

Este equipamento contém um SPDs de proteção na saída da antena.

A Estação Central, tem comunicação através da linha telefônica e terminal de Comunicação ORBCOMM. O terminal de comunicações está a uma distância de aproximadamente 300 metros da estação central.

Para a comunicação entre este terminal e o computador da Estação Central como as distâncias são superiores a 50 metros, estamos utilizando as interfaces RS232 to RS422. Na antena se utiliza um protetor coaxial contra descargas, devido a grande distância entre a torre onde está a antena e a Estação Central.

6.1.2 - Requerimentos operacionais e funcionais do sistema

Normalmente as Remotas utilizam o serviço *standard* de transmissão de mensagens do ORBCOMM e o GCC (Gateway Control Centers) envia a EC, imediatamente e automaticamente via Internet, os dados recebidos das Estações Remotas. Entretanto, o GCC pode enviar via satélite à Estação Central (pelo transceptor ORBCOMM) as mensagens recebidas das Estações Remotas. Este meio é alternativo ao de normal operação e é selecionado pela Estação Central.

O acesso as UTRs através do GCC é obtido, em operação normal, via Internet.

Como alternativa à operação normal, a Estação Central deve comunicar com as Estações Remotas via satélite, através do sistema standart do ORBCOMM

O Equipamento Portátil de Manutenção opera todos os serviços do ORBCOMM antes mencionados.

6.2- Características técnicas dos transceptores

Os transceptores estão registrados no ORBCOMM e autorizados para sua operação no Brasil e Paraguai.

O sistema de comunicação, minimiza o consumo de energia tanto em transmissão como em standby.

O programa de interface de comunicação para o uso do transceptor ORBCOMM pela equipe de manutenção, para o contato com a Estação Central é compatível com o equipamento Portátil de Manutenção e com qualquer Notebook, de uso não dedicado com similares características e qualidades.

Os transceptores tem funções que executam todas as funções de comunicação do sistema ORBCOMM.

O Terminal de Comunicação possui uma série de funções para operar que são: auto diagnóstico automático, criação e manutenção de linhas de mensagens recebidas, enviadas ou em espera de ser transmitidos, leitura das mensagens recebidas, apresentação do tempo

7.0 - CARACTERISTICAS TECNICAS, FUNCIONAIS E DE OPERAÇÃO DO SUBSISTEMA DE FONTE DE ALIMENTAÇÃO

7.1 - Características Gerais

O subsistema fonte de alimentação está encarregado de energizar adequadamente as Estações Remotas para que estas possam operar de maneira de garantir seu correto funcionamento.

No caso das estações remotas, o sistema de energia se baseara em um painel solar, com seu correspondente regulador e bateria, provido de proteção contra descarga atmosféricas, e dimensionados tendo em conta as características de insolação da região onde estão colocados, de forma a assegurar que a estação se mantenha em operação continua durante mais de 7 dias sem carga dos painéis solar.

Para controle operativo, o sistema conta com uma interface, que permite a medição da corrente de carga do painel solar e colocar seu valor em um dos canais analógicos da Unidade de Aquisição, para sua verificação remota.

O regulador de carga, está instalado dentro do gabinete da Unidade Remota. Temo protetores SPDs (Surge protection Devices) e com chaves de comutação.

Este subsistema está dimensionado para satisfazer o consumo de uma Estação Remota com as expansões revistas e para fornecer uma operação ininterrupta, com a operação continua do Terminal de Comunicação via satélite. O dimensionamento deste subsistema contempla uma transmissão mínima de 1 minuto por hora.

O subsistema de alimentação é em 12 Vcc.

8.0 - CONCLUSÃO

Com a implantação do Sistema de Telemetria Hidrometeorológica a ITAIPU BINACIONAL passou a contar com uma forma automatizada, confiável, rápida e segura para obter os dados hidrometeorológicos de interesse para a operação do reservatório, independentemente das condições climáticas e de acesso aos pontos de medição.

9.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Manuais de operação e manutenção do fabricante.
- (2) Especificações Técnicas ITAIPU n ° 2017-20-15200-P