

SISTEMA DE TELEMETRIA HIDROMETEOROLÓGICA PARA A REGIÃO DA BACIA
DO RIO IGUAÇÚ

PAUL JEAN ETIENNE JESZENSKY - EXI - Sistemas Eletrônicos Ltda.
OSMAR CONTREIRAS - EXI-Sistemas Eletrônicos Ltda.
LUIZ ANTONIO BARBOSA COELHO - EXI-Sistemas Eletrônicos Ltda.
GUIDO STOLFI - EXI-Sistemas Eletrônicos Ltda.
RUBENS SANTAMARIA FILHO - EXI-Sistemas Eletrônicos Ltda.

EXI - SISTEMAS ELETRÔNICOS LTDA.
Rua Coronel Camisão, 308 - 05590 - São Paulo, SP, Brasil

RESUMO

Este trabalho descreve o sistema de telemetria hidrometeorológica da Eletrosul - Centrais Elétricas do Sul do Brasil S.A., desenvolvido e fabricado pela EXI-Sistemas Eletrônicos Ltda., atualmente em operação na bacia do Rio Iguaçu.

ABSTRACT

This work describes the telemetry system of Eletrosul - Centrais Elétricas do Sul do Brasil S.A., developed and manufactured by EXI-Sistemas Eletrônicos Ltda., now in operation in the Iguaçu river basin.

1. DESCRIÇÃO GERAL DO SISTEMA

O Sistema de Telemetria - EXI a ser implantado na Bacia do Rio Iguaçu pela ELETROSUL - Centrais Elétricas do Sul do Brasil é um sistema de telemetria de dados hidrológicos em tempo real, com aplicações em:

- Sistemas de Alerta para previsão de enchentes;
- Otimização na utilização de recursos hídricos em sistemas de abastecimento d'água ou geração de energia elétrica;
- Calibração de modelos de bacias hidrológicas;
- etc.

A Rede de Telemetria EXI efetua a coleta periódica de leituras de precipitação pluviométrica e nível de água, obtidas por Estações Remotas dispostas em locais apropriados da Bacia; estes dados são transmitidos para uma Estação Central que fornece ao operador relatórios de situação referentes às medidas coletadas.

O sistema de telemetria desenvolvido caracteriza-se de um modo geral pelas seguintes partes constituintes:

- Estações Remotas (ER): inteligentes, utilizando microprocessador e circuitos de apoio programáveis remotamente, voltados para operação com baixo consumo de energia;
- Estação Remota Concentradora (ERC): de tecnologia idêntica à da Estação Remota (toda ER pode funcionar como ERC), com a possibilidade de interligar-se a dois meios de comunicação diferentes com objetivo de retransmissão.
- Estação Central (EC): baseada em microcomputador de 16 bits com software de controle e monitoração da Rede facilmente alterável para permitir expansões e modificações na Rede e nas características operacionais do sistema.

- Enlaces de Transmissão: via Rádio VHF ou UHF, linhas telefônicas discadas ou privadas, canais de microondas, etc.
- Transdutores Específicos: para precipitações pluviométricas (utilizando o sistema de caçamba basculantes acionando um relé "reed") e para nível de água (transdutores ópticos de posição angular associados a um sistema de bóia e contrapeso).

A flexibilidade das ER/ERC e do software de controle da Rede na EC possibilitam a utilização da Rede nas mais variadas aplicações de telemedição e telecomandos, pelo simples interfaceamento de transdutores apropriados.

O Sistema de Telemetria do Rio Iguaçu é formado (em sua primeira etapa) de 10 Estações Remotas, 2 Estações Remotas Concentradoras e a Estação Central, conforme a disposição da figura 1 a seguir.

O suporte de comunicações para o Sistema de Telemetria é baseado em rádios VHF mono-canais, half-duplex (das ERs para a correspondente ERC) ou em canais de áudio do Sistema de Microondas da Eletrosul (para a comunicação das ERCs com a Estação Central, sediada em Florianópolis).

O sistema permite a aquisição de até 8 tipos de medidas para cada ER/ERC. Nesta etapa são usadas apenas:

- medidas de precipitação pluviométrica (Plu) e
- medidas de nível d'água (Flu).

As medidas de chuva baseiam-se no princípio de caçamba basculante ("tipping bucket"), com resolução de 0,1mm, e os de nível no princípio de bóia e contrapeso (com resolução 1,0cm).

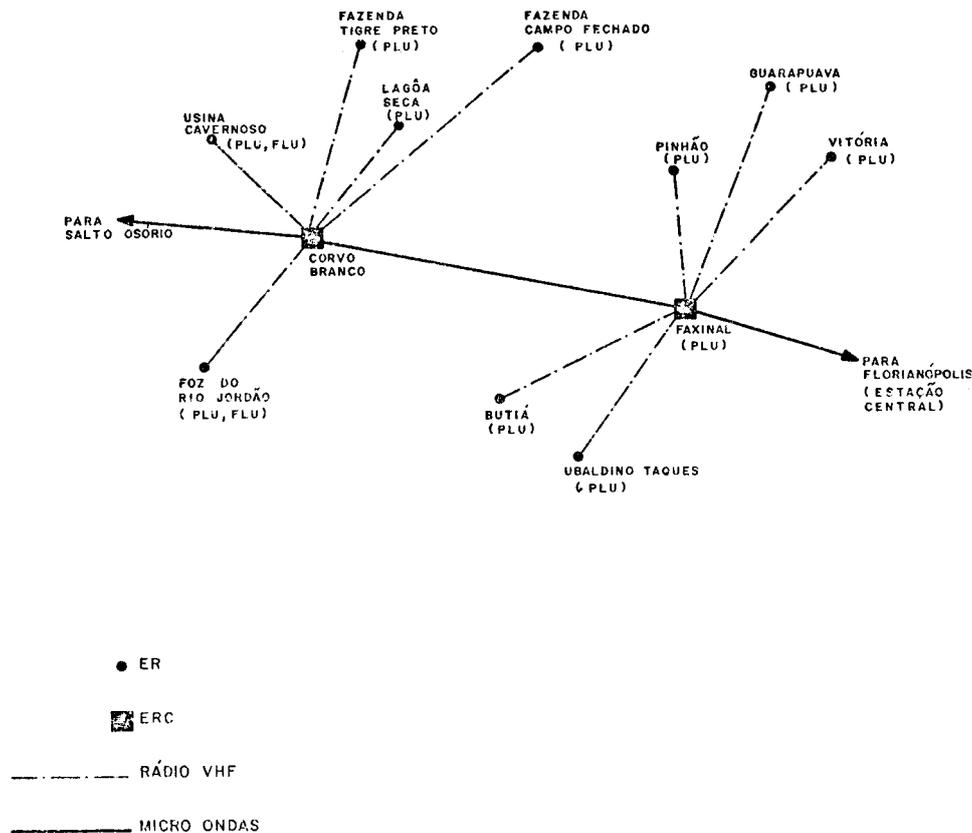


Figura - 1

1.1. Características Funcionais

O sistema desenvolvido, na forma oferecida, caracteriza-se por uma série de especificações funcionais, sendo que as principais são detalhadas a seguir.

- A ER/ERC permite a coleta, armazenamento e transmissão para até 8 (oito) instrumentos de medida;
- A aquisição dos dados na ER/ERC é independente da transmissão dos mesmos, e pode ser efetuada em intervalos desde 5 minutos a 24 horas (esta programação é feita na ER/ERC);
- O envio de dados da ER/ERC para a EC (varredura) é feito por iniciativa da EC (comando único) em intervalos de 10 minutos a 24 horas, programados pela EC;
- Como a aquisição dos dados nas ER/ERC é independente da transmissão, em caso de falha no canal de comunicação, após o restabelecimento do mesmo, o operador da EC pode salvar os dados não colhidos pelo envio de uma interrogação específica;
- A base de dados da ER/ERC é capaz de armazenar até 1440 medidas (em 12 bytes) para cada um dos seus 8 instrumentos. A periodicidade de coleta é fixada na ER/ERC e determina a autonomia da base de dados (por exemplo, com uma periodicidade de coleta de dados dos instrumentos de 30 minutos, a base de dados permite armazenar até 30 dias de dados consecutivos);
- No caso de falha de uma ERC, esta passa para um estado denominado "transparente", onde os transmissores são ativados pela detecção de portadora, comportando-se como repetidores;
- Todas as mensagens enviadas pela ER/ERC contém, além dos dados, informações sobre o estado de operação, programação e condições das fontes da ER/ERC ("status");
- As leituras dos pluviômetros podem ser zeradas a partir da EC automaticamente por um comando específico;
- No painel da ER/ERC existem um teclado de comando e um mostrador numérico de seis dígitos. Através

deste painel o operador pode ter acesso à hora, programação e estado atuais, além de efetuar leituras nos transdutores e consultar a base de dados da ER/ERC;

- A transferência de dados para a EC se dá na forma serial assíncrona, half-duplex, 300 bps, modulada em FSK, norma BELL-103. Os dados enviados são serializados como bytes na forma:

:Start:BD:B1:B2:B3:B4:B5:B6:B7:STOP:

MSB

LSB

- O protocolo da camada de enlace segue a recomendação ISO-2111 (Data Communication Code-independent Information Transfer), com código corretor de erro BCS (Block Check Sequence), com as seguintes características:
 - . detecção de todos os erros de 1 bit, 2 bits ou número ímpar na sequência de bits que compõe a mensagem;
 - . detecção de todos os surtos de erros com comprimento menor ou igual a 16 bits e
 - . probabilidade de detecção de 99,997% dos surtos de erro com comprimento maior ou igual a 17 bits.
- o protocolo da camada de transporte é do tipo mestre-escravo, permitindo interrogações específicas (endereçadas a uma determinada ER/ERC) ou gerais (quando a rede inteira responderá ordenadamente). A título orientativo apenas com 128 ERs na rede, uma varredura é concluída em aproximadamente 5 minutos.
- De todas as ER/ERC existe a possibilidade de se estabelecer um canal de voz para comunicação com a EC, que é inibido porém durante a transmissão de dados da ER/ERC para a EC;
- O sistema permite, em princípio, a coleta de dados analógicos quaisquer, desde que condicionados nas formas padrão (4/20 mA, por exemplo);

- O sistema permite a inclusão de interfaces de entrada e de saída através de acopladores ópticos e relés "reed", respectivamente;

- A EC provê uma interface entre o Operador e a Rede de Telemetria, operando através de teclas funcionais, de menus de opções do tipo "pull-down" e da apresentação de informações em telas que permitem uma rápida visualização e identificação das condições de operação do Sistema;

- A EC realiza automaticamente a coleta periódica dos dados obtidos pelas ER/ERC, verificando e sinalizando eventuais ocorrências de situações críticas, armazenando-os em arquivos de modo a permitir análises mais completas em outros Sistemas Aplicativos;

- A EC realiza automática e periodicamente:

- . a consistência da base de dados,
- . a emissão de relatórios,
- . a sincronização dos relógios das ERs e
- . o zeramento dos instrumentos contadores.

- A EC permite que o Operador solicite manualmente algumas operações na rede:

- . interrogação de uma ER específica,
- . leitura do banco de dados de uma ER;
- . leitura do "status" de uma ER e
- . zeramento de um instrumento contador de uma ER específica.

- A EC registra em impressora e em um arquivo os eventos excepcionais (condições de falha, alarme, mudanças de configuração, etc).

- O Operador da EC pode ainda realizar as seguintes operações:

- . Configurar a Rede: definir ERs conectadas (nome, sigla, localização, tipo de enlace, etc) e seus respectivos instrumentos;
- . definir os intervalos entre operações periódicas;
- . requisitar relatórios de Eventos;
- . requisitar o registro impresso dos dados e
- . formatar dados para transferência (via disquete ou interface serial RS232C) e uso em outros sistemas aplicativos.

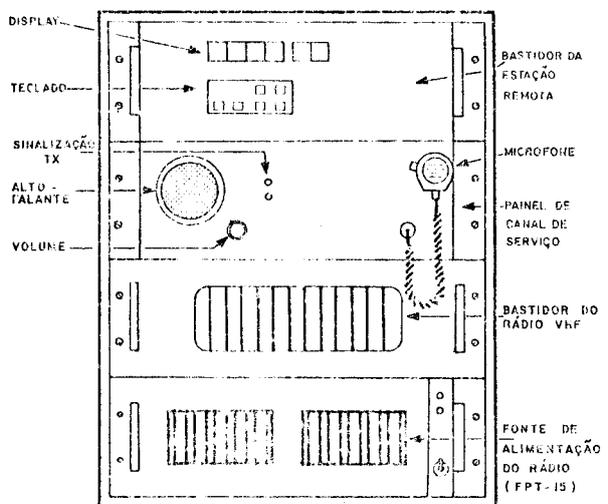
A seguir são, resumidamente, descritos os equipamentos que constituem a rede.

2. ESTAÇÃO REMOTA ER-301

As Estações Remotas ER-301 e ERC-301 foram projetadas para coletar dados pluviométricos e fluviométricos e enviá-los periodicamente à uma Estação Central (por iniciativa própria e/ou por interrogação, dependendo da sua configuração).

Além destas funções básicas as ER/ERCs permitem a coleta de qualquer dado colocado em uma forma padrão pelo transdutor (4/20 mA, por exemplo) através de uma interface codificadora apropriada, assim como a monitoração de pontos de supervisão disponíveis na forma de contato seco ou acionamentos através de relés "reed" de saída.

O baixo consumo aliado a complexidade das funções a serem realizadas, a versatilidade e a modularidade que se deseja para o sistema, acarretou a utilização do microprocessador NSC800, do padrão EUROCARD SIMPLES e da norma CIMBUS da "National Semiconductor Corporation". As ER/ERCs são oferecidas em sub-rack padrão Euro 19", com teclado e display acessíveis em um painel frontal. Na figura 2 a seguir ilustra-se uma vista frontal da ER-301.



VISTA FRONTAL DA ER/ERC-301

Figura - 2

3. ESTAÇÃO CENTRAL (EC)

A Estação Central da Rede de Telemetria EXI (EC) é implementada com um microcomputador compatível com equipamentos IBM PC/XT. Como equipamentos periféricos, a EC compreende ainda uma impressora e equipamentos para interface com o canal de comunicações (Modem e Canal de Serviço).

A figura 3 a seguir mostra a configuração dos equipamentos que constituem a EC

- Microcomputador (CPU):

É utilizado um microcomputador NYDA-200 da Monydata com memória de 704 KBytes, com clock de 8 MHz e equipado com uma unidade de disquete de 5 1/4" e uma unidade de disco rígido (tipo Winchester) de 10 Mbytes.

- Monitor de Vídeo:

A EC utiliza um monitor de vídeo colorido de 14 polegadas, marca VideoCompo, modelo 14AR. O software da EC utiliza recursos de cor para salientar informações para o operador.

- Impressora:

Para a emissão de relatórios periódicos e/ou cópias de telas (solicitadas pelo operador), a EC utiliza uma impressora Elebra modelo Emília com interface paralela Centronics, Impressão em 132 colunas (formulário de 15 polegadas).

- Modem:

O Modem utilizado é do tipo cartão e fica instalado dentro do próprio microcomputador (placa Multimodem da Monydata). Possui discagem e resposta automática, segue os padrões BELL (BELL-103 inclusive) e CCITT e pode operar em diversas velocidades (300 bps inclusive).

- Console de Canal de Serviço:

Este equipamento de fabricação EXI, contém uma placa tipo IC (Interface de Comunicação) idêntica à utilizada nas ER/ERC, permitindo estabelecer conexão vocal entre a EC e a ER.

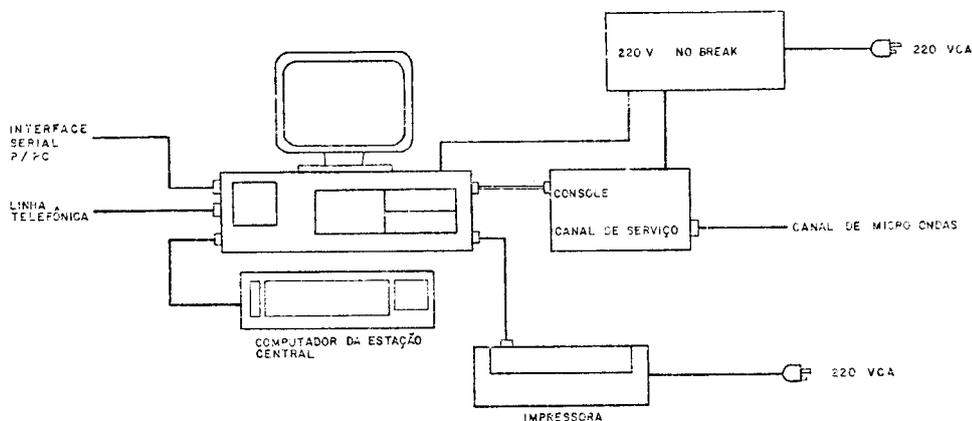


Figura - 3

- Sistema de alimentação "No-Break":

Como a operação da CPU não pode ser interrompida, a EC emprega uma fonte de alimentação tipo "No-Break", com bateria, fornecendo alimentação AC para a CPU, modem, monitor de vídeo e console do canal de serviço. A autonomia requerida não é grande, mas apenas para o tempo necessário para que se ligue o grupo gerador Diesel da Sede.

4. LIMNÍMETRO ÓPTICO LN-22

O Limnómetro óptico EXI LN-22 é um transdutor de posição absoluto que codifica e transmite digitalmente o nível da lâmina d'água determinada através de um sistema de bóia e contra-peso. A transdução é efetuada no momento da aquisição do dado, pela leitura dos discos codificados, o que significa que o equipamento é energizado apenas neste momento, não apresentando consumo algum fora do intervalo de leitura (aprox. 300 ms). Sua interligação com uma ER/ERC é efetuada por um único par de fios, sendo que a distância entre estes pode ser até 1000m.

A resolução do LN-22 é de 1cm para leituras de 0,00 a 20,47m.

Para facilitar a manutenção dos equipamentos que constituem a rede foram desenvolvidos equipamentos de testes especiais para uso em campo, laboratório e de sensores a seguir descritos.

5. EQUIPAMENTOS PARA TESTES EM CAMPO (ETC)

O ETC é um equipamento projetado com a finalidade de auxiliar o técnico de manutenção a diagnosticar defeitos na ER-301, em campo.

Sendo controlada a microprocessador, forma um conjunto versátil, podendo realizar funções tais como:

- simular EC;
- simular ER;
- monitorar via CIMBUS e
- monitorar sinal FSK.

A seleção de funções no ETC é realizada através de menu acessado pelo teclado e display.

6. EQUIPAMENTO PARA TESTES EM LABORATÓRIO (ETL)

O ETL é um equipamento semi-automático de bancada controlado a microprocessador projetado com a finalidade de auxiliar o técnico de manutenção nas seguintes funções em laboratório:

- testar e diagnosticar defeitos na ER-301 (com funções equivalentes ao do ETC);
- testar e diagnosticar defeitos nos cartões da ER-301 e
- realizar testes exaustivos na ER-301.

7. EQUIPAMENTO PARA TESTE DE SENSORES (ETS)

O ETS é um equipamento portátil que pode efetuar uma série de testes e medidas relativas ao desempenho do Limnómetro óptico EXI e da interface do mesmo na ER. As aplicações do ETS são:

- teste e ajuste do limnómetro em laboratório;
- teste operacional do limnómetro em campo;
- leitura local da cota medida pelo limnómetro e
- simulação de um limnómetro para teste da interface do sensor na ER.

O sistema acima descrito foi oficialmente entregue à Eletrosul no princípio de 9/88 e atualmente está em fase inicial de testes e implantação.