

UTILIZAÇÃO DO MODELO ISO/OSI SIMPLIFICADO NA  
IMPLEMENTAÇÃO DE UM NOVO MÓDULO DE CONTROLE  
PARA UNIDADE TERMINAL REMOTA

Vóldi Costa Zambenedetti - MSc      Keiko V. Ono Fonseca - MSc  
Jean Charles Valadier      - Dr      Marcos Olandoski      - MSc

Apoio: ELETROBRAS

COPEL - Companhia Paranaense de Energia  
Av Visc. de Guarapuava, 3832 CEP 80230 Fone (041) 322-3535  
CEFET-Pr - Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná  
Av. Sete de Setembro, 3165 - CEP 80230 Fone (041) 224-5333  
Fax (041) 224-5170      E mail CEFETPR@BRFAPESP.BITNET  
Curitiba - Paraná - Brasil

RESUMO

A Companhia Paranaense de Energia, COPEL, dentro do Projeto de Expansão do Centro de Operação do Sistema, implementou um novo Módulo de Controle para uma Unidade Terminal Remota. O novo Módulo de Controle aceita comandos de três origens, enquanto que o antigo módulo estava restrito a uma única Origem. Este artigo tem por objetivo descrever as propostas e a implementação deste novo Módulo de Controle para uma Unidade Terminal Remota, baseado no modelo ISO/OSI simplificado, com apenas três camadas. Utilizou-se também conceitos da norma Message Manufacturing Specification - MMS [IS9506] para mensagens de controle.

ABSTRACT

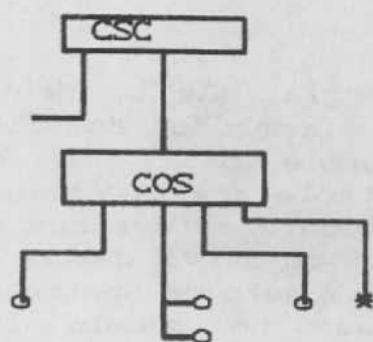
The Energy Company of Paraná, COPEL, has built a new Common Control module for Remote Unities, and is part of the Operation System Center Expansion Project. The new module accepts comands from three users, while the former was restricted to only one user. This paper presents the propositions and implementation description of the new Common Control module, based upon ISO/OSI reference model with three layers. This implementation includes Message Manufacturing Specification [IS9506] standard concepts for control messages.

## I - INTRODUÇÃO

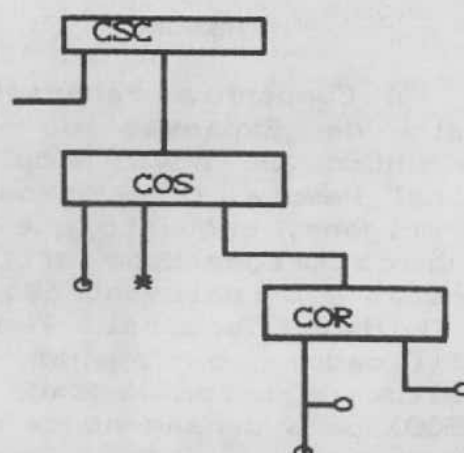
O Projeto de Expansão do Centro de Operação do Sistema [PECOS88] em andamento dentro da COPEL objetiva aumentar a capacidade do Centro de Operação do Sistema (COS), cuja função principal é supervisionar e controlar o sistema elétrico de uma companhia elétrica. Juntamente com este, existe também um projeto de automação das Subestações (SE's).

Como o Módulo de Controle da UTR Harris M5000 (veja descrição em I.1) só pode se comunicar com uma única origem de comandos (figura 1), a automação de SE's utilizando Unidades Terminais Remotas (UTR's) Harris, atualmente em uso na COPEL, como o projeto piloto da SE Parolin [ZAMBE90] [OLAND86] não permite a supervisão da SE pelo COS. Com o novo Módulo de Controle será possível a comunicação entre a UTR e várias origens, no caso, o COS, o computador local para automação e o COR.

configuração atual



projeto de expansão



○ - UTR localizada em SubEstação

\* - UTR de Supervisão e Controle de Usina

CSC-Centro Nacional de Supervisão e Controle-ELETROBRÁS

fig1-Arquitetura atual e projeto de Expansão do COS

Dentro de uma UTR, a função do Módulo de Controle é centralizar todos os pedidos de leitura e escrita de variáveis por parte de equipamentos externos, e realizar aqueles pedidos de acordo com as capacidades da UTR que ele está controlando. O Módulo de Controle da UTR Harris M5000 atualmente em uso aceita comandos apenas de uma Origem, geralmente o COS.

## I.1 - A UTR HARRIS M5000

A Unidade Terminal Remota HARRIS M5000 (figura 2), utilizada atualmente para o controle e supervisão das SubEstações e Usinas da COPEL, é constituída de vários módulos, independentes entre si, e com funções específicas. O módulo principal é o Módulo de Controle, que recebe comandos do COS e os repassa aos módulos correspondentes para que a tarefa contida no comando seja realizada. Ao receber a resposta daqueles módulos, a envia para o COS.

O Módulo de Controle da UTR comunica-se com o COS através de um modem. Além destes dois, existem outros cinco tipos de módulos utilizados pela COPEL, que fazem medição e atuação de grandezas analógicas e digitais, denominados A/D, R/L, Acc, C/I Simples (ou apenas C/I) e C/I SOE (ou apenas SOE).

Uma UTR pode ter tipicamente a seguinte configuração:

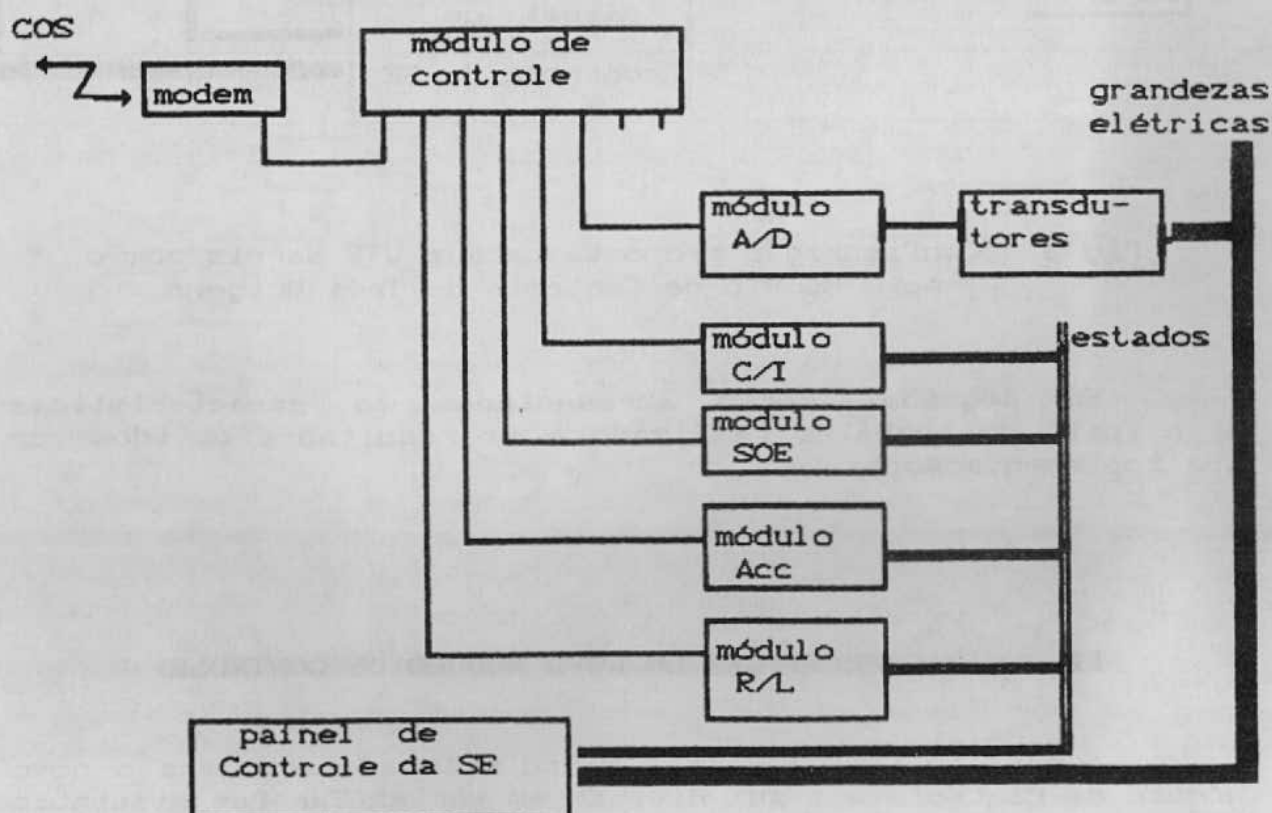


fig 2 - Módulos componentes e interligação da UTR Harris atual

## I.2 - O NOVO MÓDULO DE CONTROLE

Para atender às necessidades imediatas da COPEL, e, principalmente, para aproveitar a estrutura já existente do Sistema de Supervisão e Controle, a COPEL decidiu implementar um protótipo de um novo Módulo de Controle que fosse compatível com a UTR Harris M5000 e que tivesse capacidade de comunicação com Origens múltiplas (figura 3), e não só com uma única Origem, como é o Módulo de Controle original. O trabalho aqui apresentado descreve o projeto e implementação do novo Módulo de Controle, que tem capacidade de comunicação com Três Origens.

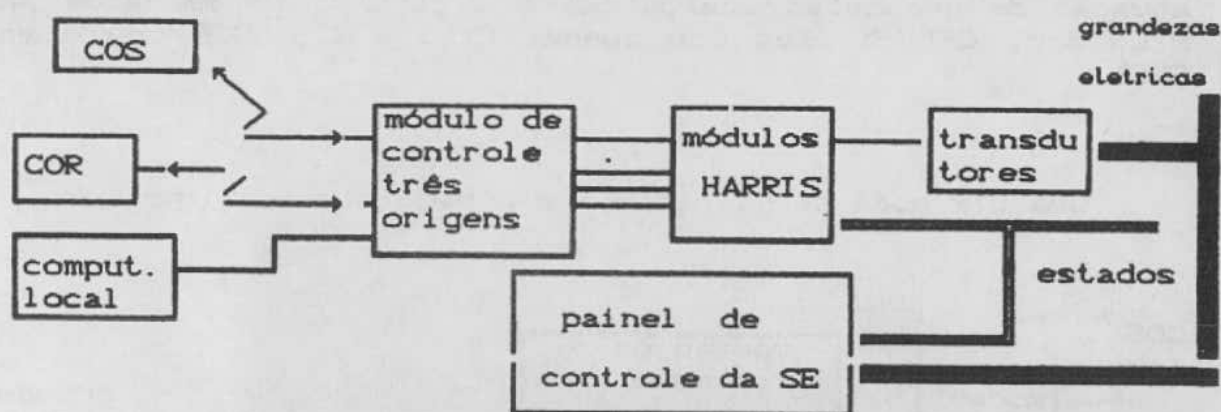


fig 3 - Configuração proposta para a UTR Harris com o novo Módulo de Controle de Três Origens

Em seguida, serão apresentadas as características principais do trabalho realizado e os resultados obtidos com sua implementação.

## II - CARACTERÍSTICAS DO NOVO MÓDULO DE CONTROLE

A característica básica da solução adotada para o novo Módulo de Controle é a sua divisão em várias Tarefas distintas agrupadas em dois subsistemas: o subsistema de Comunicação e o subsistema de Controle (figura 4).



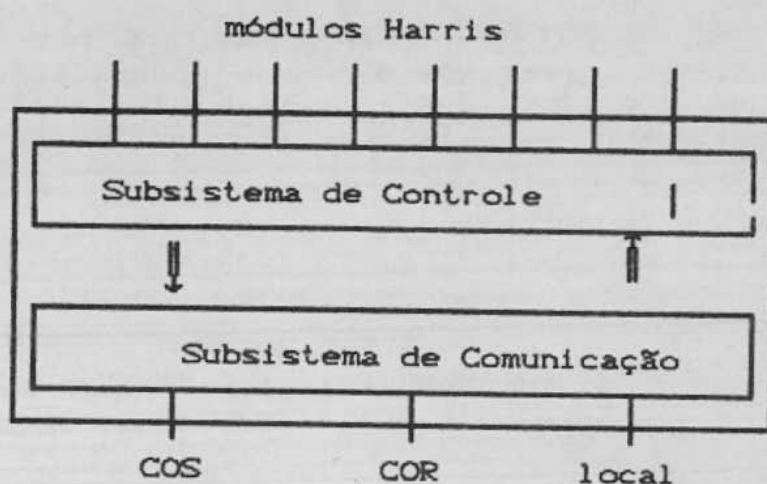


fig 4 - Estrutura proposta para o Módulo de Controle de 3 Origens

A função do subsistema de Comunicação é fornecer um serviço de tratamento das mensagens vindas das Origens e das respostas fornecidas pela UTR através do Subsistema de Controle. O subsistema de Controle, por sua vez, gerencia os módulos Harris (A/D, C/I, R/L, SOE, Acc), atendendo às solicitações de serviço oriundas das Origens e fornecendo as respostas adequadas. Cada Subsistema é composto por várias Tarefas, onde por Tarefa deverá se entender, neste artigo, um programa que realiza uma função específica a partir de dados que receba e sem depender de outros dados ou Tarefas.

### II.1 - O SUBSISTEMA DE COMUNICAÇÃO

Para realizar as funções de comunicação do novo Módulo de Controle haviam duas escolhas possíveis: adotar uma norma ou modelo existente ou esboçar uma estrutura que estivesse mais próxima da UTR Harris original.

O modelo de referência ISO/OSI [IS7498] apresenta-se como um dos modelos possíveis de implementação e de grande aceitação [NEVES89] [GM87] devido às suas características universais. Deste modo, escolheu-se uma implementação baseada naquele modelo de referência [IS7498]. O projeto de expansão do COS (PECOS) da COPEL prevê a utilização deste modelo de referência para a comunicação entre futuros equipamentos [PECOS88]. A partir do estudo deste modelo [IS7498] [CONARD88] e do projeto MinimAP [GM87], foi desenvolvida a estrutura do subsistema de Comunicação, dividida em três camadas.

A topologia atual de comunicação do Sistema Supervisor Conde está inserido o COS) é uma rede única em estrela, com comunicação ponto a ponto. Das sete Camadas do modelo ISO/OSI, quatro não foram utilizadas. Requisitos similares a este são

encontrados no projeto MiniMAP [GM89] e nas propostas de Barramento de Campo [PLEINEV88], onde apenas três camadas são utilizadas: Física, Enlace e Aplicação. Tomando por base este projeto, então, foi desenvolvida a estrutura do programa do novo Módulo de Controle (figura 5).

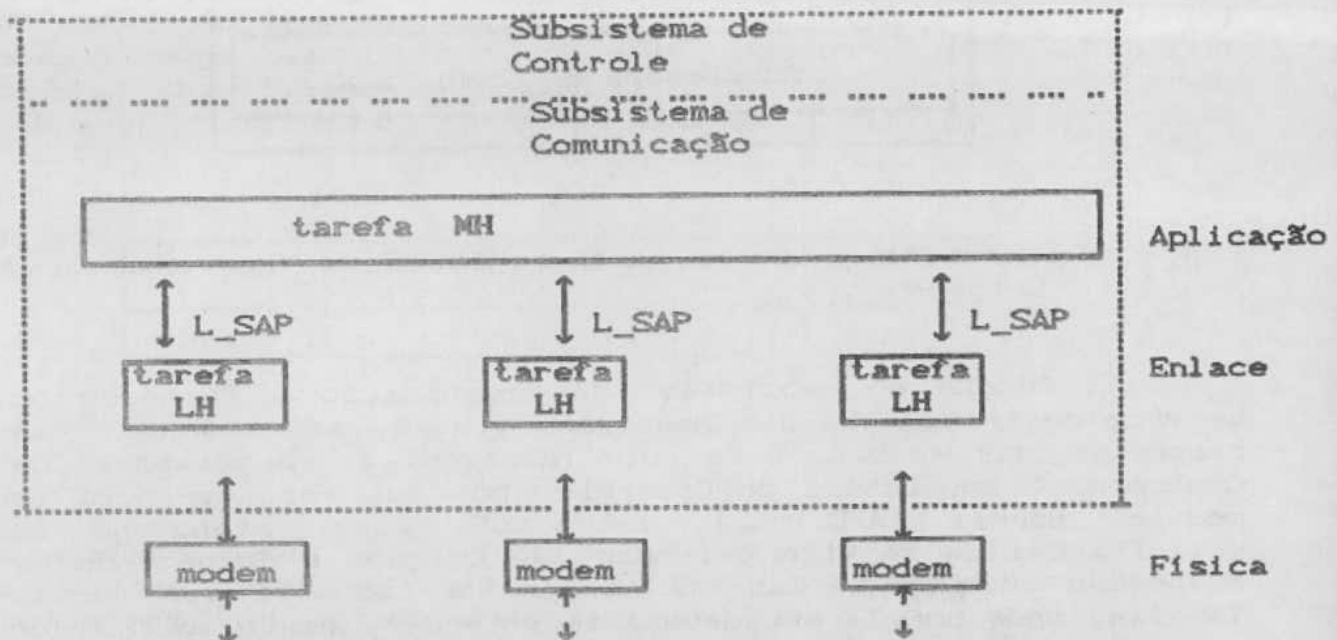


fig. 5 - As camadas do Subsistema de Comunicação

#### II.1.1 - CAMADA FÍSICA

A camada Física é a mesma utilizada pela UTR Harris M5000 original [HARRIS76], utilizando comunicação serial via modem no sistema BELL 202D juntamente com o padrão RS232C. Como são três origens, conseqüentemente devem ser usados três modems (figura 5).

#### II.1.2 - CAMADA DE ENLACE

Similarmente ao projeto MiniMAP, a camada de Enlace foi baseada na norma IEEE 802.2 [IS88022], segundo o protocolo de controle de enlace lógico do Tipo 1 (LLC 1). Este protocolo prevê serviços sem reconhecimento e sem conexão, cujo comportamento atende às necessidades do protocolo proprietário Harris [HARRIS76]. Ao contrário da proposta MiniMAP não há necessidade de Controle de Acesso ao Meio, pois a comunicação é feita ponto a ponto. A camada de Enlace é constituída de três tarefas (figura 5) que foram denominadas LH (Link Harris).

Foi desenvolvido neste trabalho um mapeamento específico das mensagens de Enlace para a camada de Aplicação, cuja passagem de parâmetros inclui a Origem da mensagem, o tempo em que ela foi recebida e sua prioridade. Estes parâmetros serão atualizados pela camada de Aplicação, representada pela Tarefa MH.

A Tarefa LH não trabalha com o protocolo definido na norma da LLC [IS88022], não tendo sua unidade de dados de protocolo (PDU - Protocol Data Unit) o formato especificado naquela norma. O formato utilizado é o especificado para o protocolo proprietário Harris, e chamada de LH\_PDU (figura 6).

endereço UTR	MH_PDU	LRC
1 caract.	1..8 caracteres	1 caract.

fig 6 - Formato da LH\_PDU

Devido à característica de comunicação ponto a ponto, e a utilização de um modem para cada origem, existe a possibilidade das origens trabalharem com protocolos distintos. Esta situação levaria a procedimentos distintos para as Tarefas LH de cada origem. A exigência da utilização do protocolo proprietário Harris para as três origens durante a fase inicial de implantação do projeto de automação de SE's da COPEL, nos leva a três Tarefas LH idênticas.

Toda Tarefa LH visa, na recepção, receber caracteres do modem, reconstruir a mensagem e repassar os dados de usuário à Tarefa MH através de primitivas de indicação. Na transmissão, atende às primitivas de requisição da Tarefa MH e monta uma mensagem com os dados recebidos da Tarefa MH.

### II.1.3 - CAMADA DE APLICAÇÃO

A camada de Aplicação é baseada nas normas MMS [IS9506] e em uma proposta ("companion standard") para Controladores Lógicos Programáveis [NEMA88]. No modelo da figura 5 é representada por uma única tarefa chamada Tarefa MH (Mensagens Harris).

A Tarefa de Aplicação para o Subsistema de Comunicação do novo Módulo de Controle, ou Tarefa MH, comporta-se como um elemento respondedor das requisições das três Origens. A Tarefa MH periodicamente verifica a existência de primitivas de indicação enviadas pelas Tarefas LH associadas a cada Origem. Interpreta a primitiva, verifica sua validade, e caso incorreta, a rejeita.

Se a mensagem está correta, repassa para o subsistema de controle. Neste caso, esta mensagem é identificada com um parâmetro chamado Identificador de Invocação (Invoke ID), gerado pela própria Tarefa MH, uma vez que o protocolo Harris não prevê este procedimento. Uma máquina de protocolos sai do estado Inativo (CLOSED) e vai para o estado EsperaResposta (NEED RESPONSE), repassando a solicitação para o subsistema de controle. A figura 7 ilustra a máquina de protocolos da Tarefa MH, baseada na norma MMS [NEVES89].

A Tarefa MH também periodicamente verifica a existência de primitivas de resposta oriundas do Subsistema de Controle. Para isto, utiliza-se do Identificador de Invocação para identificar a máquina de protocolo que corresponde ao pedido atendido.

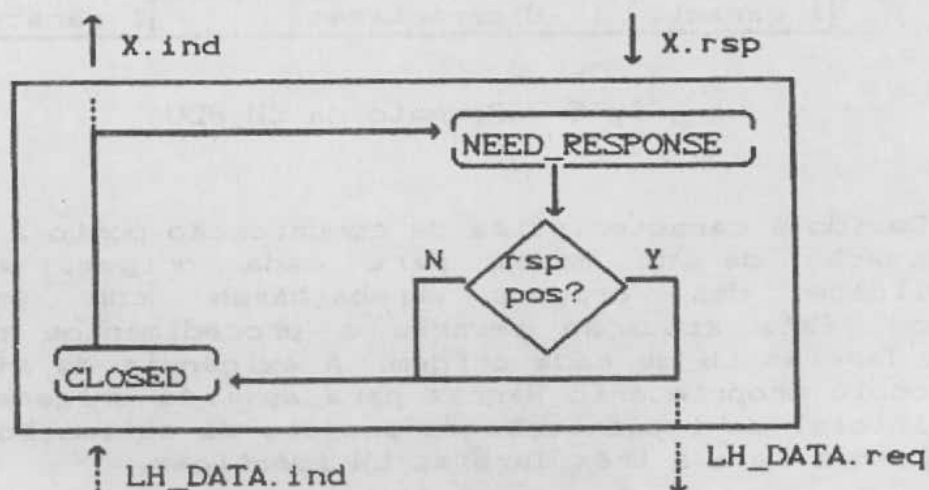


fig 7 - Proposta para Máquina de Protocolo MH

Em caso de falha a máquina de protocolos aborta o serviço e volta ao estado inativo, uma vez que avisos de erro não são previstos pelo protocolo Harris. No caso de atendimento positivo, repassa a resposta para a Tarefa LH que enviou a primitiva de serviço, e a máquina de protocolos volta ao estado Inativo como ilustrado na figura 7.

Para o novo Módulo de Controle foram inicialmente previstos apenas os serviços de leitura e escrita de variáveis (READ, WRITE), embora a estrutura do programa da camada de Aplicação possa, no futuro, suportar outros serviços.

## II.2 - SUBSISTEMA DE CONTROLE

O subsistema de Controle é dividido em duas partes: as Tarefas de Controle, que se comunicam com os Módulos Harris



reais (A/D, C/I, R/L, SOE, Acc) para leitura e atualização, e uma Tarefa denominada Dispositivo Virtual Harris (DV\_H), que representa para o subsistema de Comunicação o comportamento dos módulos Harris (figura 8).

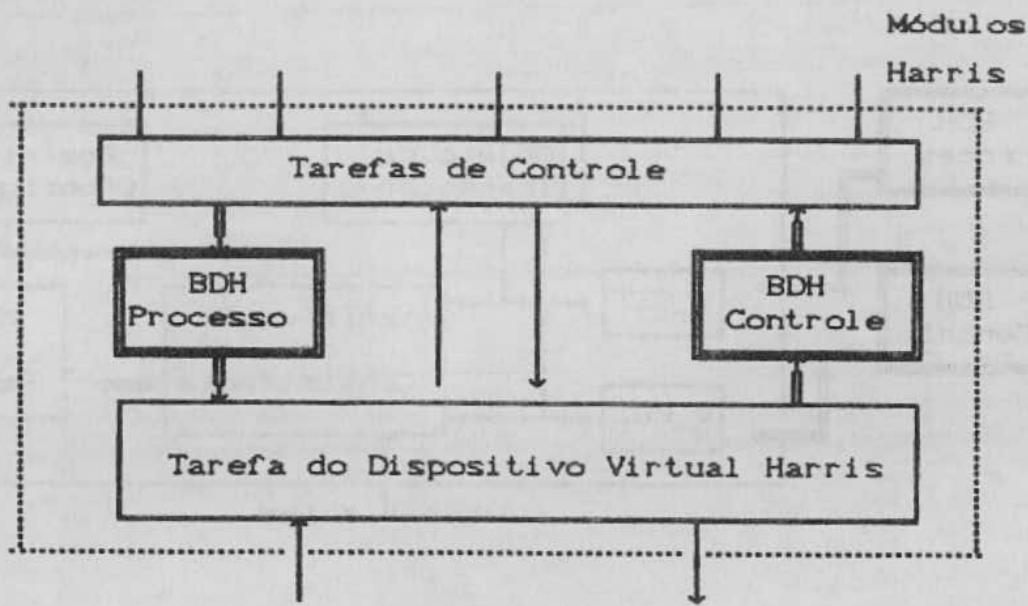


fig 8 - Estrutura do subsistema de Controle

### II.2.1 - AS TAREFAS DE CONTROLE

Uma tarefa de Controle é a única rotina do programa que se comunica com um módulo Harris real. Estas Tarefas foram desenvolvidas baseadas no comportamento daqueles módulos. As Tarefas de Controle utilizam bancos de dados (BDH de Processo e de Controle) que contém cópias dos valores encontrados nos módulos Harris reais.

É responsabilidade daquelas Tarefas manter a conexão com os módulos Harris reais, verificando as condições do canal de comunicação e reportando anomalias. Atualizam permanentemente o Banco de Dados de Processo com o estado real do módulo Harris ou atua no estado do módulo Harris real conforme indicado pelo estado do Banco de Dados de Controle.

### II.2.2 - O DISPOSITIVO VIRTUAL HARRIS

A norma MMS [IS9506] introduz um conceito de Dispositivo Virtual de Manufatura (VMD - Virtual Manufacturing Device) para descrever o atendimento de uma estação servidora aos pedidos de serviço feitos por uma estação remota

requisitante. A característica essencial da proposta do VMD é separar os procedimentos de atendimento de serviços dos procedimentos de controle do processo real. Uma solução similar foi adotada na implementação do Dispositivo Virtual do novo Módulo de Controle (figura 9).

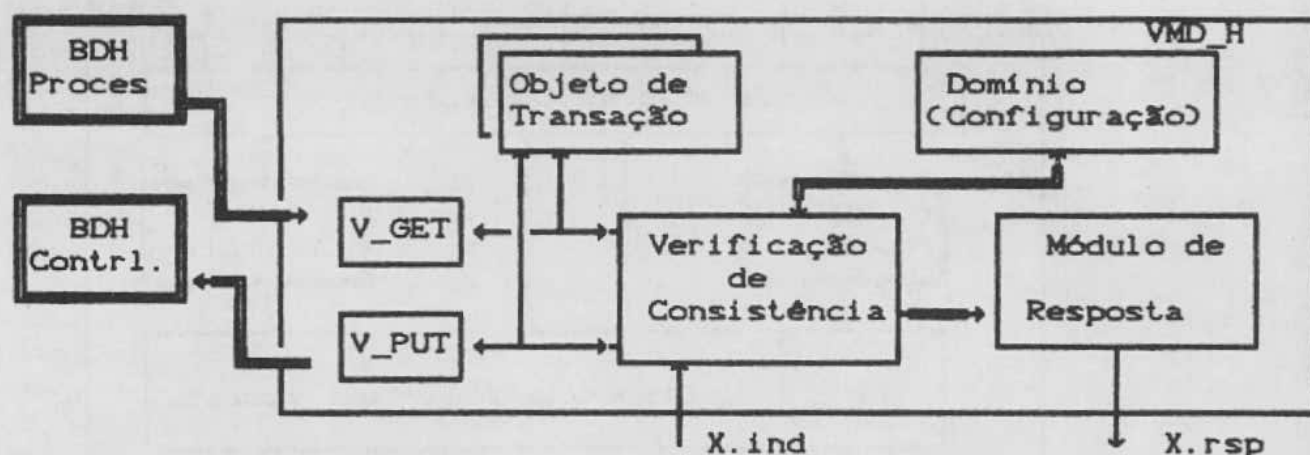


fig. 9 - Proposta para o Dispositivo Virtual Harris

Os serviços suportados pelo Dispositivo Virtual são os dois serviços com confirmação, READ e WRITE. Na chegada de uma primitiva de indicação, é verificada a consistência do comando. Se não consistente, uma resposta negativa é enviada à tarefa MH. Se o comando é consistente, é criado um Objeto de Transação, que coordena as funções, V\_GET ou V\_PUT. Uma vez executado o comando, uma primitiva de resposta é enviada e aquele Objeto de Transação deixa de existir.

As funções V\_GET e V\_PUT são chamadas para o atendimento de qualquer serviço de leitura ou escrita de qualquer uma das Três Origens (COS, COR e local). A função V\_GET acessa o Banco de Dados de Processo para atendimento de solicitações de serviços READ, e a função V\_PUT acessa o Banco de Dados de Controle para atendimento de solicitações de serviços WRITE.

### II.2.3 - OS BANCOS DE DADOS DE PROCESSO E CONTROLE

A estrutura dos BDH foi definida ao mesmo tempo que a definição das Tarefas de Controle, pois o BDH reflete o comportamento do módulo Harris real, como módulos Virtuais; espelhos dos módulos reais.

Algumas leituras de variáveis dentro da UTR M5000 são

destrutivas. Em outras palavras, com três Origens fazendo leituras ocorrerá que a primeira Origem que fizer a leitura receberá os valores corretos. As outras Origens fariam uma leitura falsa, uma vez que as variáveis já teriam sido zerados anteriormente.

A solução proposta é manter três cópias das variáveis que são destruídas na leitura, uma cópia para cada Origem. Num determinado momento, cada cópia poderá ter valores diferentes, mas coerente com a leitura de cada Origem. Assim, para cada módulo real, criam-se três módulos virtuais dentro do novo Módulo de Controle, ou, mais especificamente, dentro do Banco de Dados de Processo. A função V\_GET do VMD\_H fará as leituras nestes módulos virtuais, sem acessar o módulo real.

O programa do Subsistema de Controle foi concebido para atuar em um sistema proprietário, a UTR Harris M5000 [HARRIS76], e portanto o Dispositivo Virtual tem algumas características próprias para atuação com o protocolo proprietário Harris, tal como comandos simplificados e virtualmente sem mensagens de erro. Mesmo assim, devido a sua modularidade, o Dispositivo Virtual poderá ser utilizado com praticamente qualquer tipo de módulo final, além de já ser virtualmente independente do subsistema de comunicação.

### III - IMPLEMENTAÇÃO DO NOVO MÓDULO DE CONTROLE

Para este trabalho foi implementado um único protótipo, nas dependências da COPEL. As placas de circuito impresso e a caixa onde estas estão contidas foram fabricadas por terceiros, e no final de 1989 a parte física do novo Módulo de Controle foi montada e testada.

O primeiro programa desenvolvido foi uma ferramenta de software que lia um arquivo executável, gerado pelo compilador INTEL para o microprocessador 8088 [INTEL83], e criava um segundo arquivo em imagem de memória. Pronto este, foi desenvolvido e instalado um programa auxiliar, denominado Monitor, que se comunica com um microcomputador através de umas das portas seriais RS 232C, com o qual foram feitos os testes preliminares de funcionamento do circuito.

O subsistema de Comunicação foi o primeiro a ser testado, juntamente com as rotinas auxiliares Relógio e Gerenciador de Memória. Para estes testes foi utilizado também um equipamento de fabricação Harris, o Simulador da UTR M5000 [HARRIS76] que neste caso simulava uma Origem, enviando comandos e recebendo as respostas. O subsistema de Comunicação funcionou satisfatoriamente em julho de 1990.

A seguir foram testadas as tarefas de Controle, conectando-se módulos Harris reais (A/D, C/I, R/L, SOE, Acc) às portas com interfaces RS 232C. Os Bancos de Dados de Controle e de Processo foram igualmente implementados e testados nesta ocasião, por estarem relacionados com as tarefas de Controle. Em setembro de 1990 as Tarefas de Controle dos módulos A/D, Acc e C/I funcionaram satisfatoriamente. Em novembro de 1990 a Tarefa de Controle do módulo SOE funcionou satisfatoriamente. Paralelamente com a implementação das Tarefas de Controle foi implementado o Dispositivo Virtual.

A união de todas as partes do programa se deu no início de novembro de 1990, quando então funcionou parcialmente em uma montagem de laboratório. Os testes de Laboratório continuaram até o mês de abril/1991. Os testes em campo estão previstos para maio/1991. Para os testes de laboratório foi montada uma configuração de UTR com um módulo A/D, um módulo Acumulador, um módulo C/I simples, um módulo SOE (que também funciona como um segundo C/I) e um módulo R/L. Uma das Origens está conectada a um microcomputador através do Programa Monitor e as outras duas Origens funcionam como portas de comunicação com um simulador do protocolo Harris.

Os resultados iniciais dizem respeito principalmente à resposta às três Origens, que funcionaram como previsto, ou seja, cada Origem vê a UTR como se fosse a única, e também aos tempos de resposta do Módulo de Controle. Enquanto no Módulo original, de Origem única, a quase totalidade das resposta dependia de um repasse do comando para os outros Módulos Harris (A/D, C/I, R/L, SOE, Acc), o Módulo de Controle de Três Origens possui praticamente toda a resposta no Banco de Dados Harris (figura 8), o que elimina o tempo de consulta externa.

Outro ponto importante se refere ao tempo médio do ciclo do Despachante, ou seja, em quanto tempo o Despachante chama todas as rotinas antes de voltar ao ponto inicial. Para a configuração de teste, este tempo foi de 4ms quando não há mensagens de nenhuma Origem e realizando todas as funções do Programa Monitor. Mesmo com uma grande carga de serviço, onde o ciclo do Despachante poderia chegar ao triplo do observado, seria suficiente para a resposta dos comandos críticos, que exigem tempo real e que se relacionam com o Módulo Harris SOE. Mesmo existindo esta folga, decidiu-se, nesta primeira versão, que a Tarefa LH, ao receber uma mensagem prioritária, faz o repasse imediato à Tarefa MH (figura 5), que por sua vez faz o repasse imediato à Tarefa de Controle do Dispositivo Virtual (figura 8). Embora este procedimento seja irregular quanto à característica de divisão de tarefas e o Despachante seja negligenciado, permite a segurança na resposta de comandos prioritários.

Participaram deste trabalho, além do autor, duas estagiárias em tempo integral; dois técnicos e outros três



engenheiros em vários momentos, como consultores sobre detalhes do funcionamento da UTR Harris original e o COS atual.

#### IV - ANÁLISE DO RESULTADO FINAL

A proposta de construção do novo Módulo de Controle é uma aplicação específica, que se utiliza de um meio de comunicação dedicado e de um protocolo proprietário [HARRIS76]. No entanto, o novo Módulo de Controle foi desenvolvido utilizando-se conceitos atuais para comunicação em ambientes de controle de processos, além de uma tecnologia mais atual em termos de circuitos microprocessados. Os pontos principais que envolvem o novo Módulo de Controle estão descritos a seguir.

Uma primeira consideração é a utilização do modelo de referência ISO/OSI [IS7498], na sua conceituação simplificada do projeto MiniMAP. Uma das consequências é que o Subsistema de Comunicação adquire flexibilidade e pode ser alterado para receber outros protocolos. É possível, inclusive, que cada Origem tenha protocolos de transmissão diferentes das demais. Esta característica permite que o novo Módulo de Controle possa ser interligado, no futuro, a equipamentos que não utilizem os comandos Harris. Permitirá desta forma a continuidade da utilização dos módulos Harris (A/D, C/I, R/L, SOE, Acc) da UTR M5000 com novos equipamentos a serem adquiridos para a expansão do COS [PECOS88].

Uma segunda consideração provém da utilização dos conceitos de camada de Aplicação e de Dispositivo Virtual baseados na norma MMS [IS9506]. Tais conceitos permitem a concepção de Tarefas de Controle dedicadas aos módulos Harris (A/D, C/I, R/L, SOE, Acc) e independente das ações do Subsistema de Comunicação. Como as Tarefas são independentes entre si, pode-se acrescentar outros tipos de módulos, ou mesmo retirar alguns deles, permitindo flexibilidade ao novo Módulo de Controle quanto à conexão com novos equipamentos.

Dentro desta filosofia, a COPEL está em vias de implantar um novo sistema de leitura de dados em SubEstações, onde os tradicionais instrumentos de ferro ou bobina móvel serão substituídos por um único instrumento digital microprocessado que fará leitura de tensão e corrente nas três fases da rede elétrica, bem como o cálculo da potência, integração da energia e controle e indicação de pontos digitais. Este instrumento ainda está em fase de definição pela COPEL, sendo esta definição prevista para agosto/1991. Todas estas leituras deverão ser apresentadas em um visor frontal, e disponíveis também em uma porta de comunicação, padrão RS485. A escolha deste padrão se deve ao fato de permitir conectar vários destes instrumentos numa mesma rede, cada instrumento com um endereço único. Esta rede poderá ser

então conectada à uma porta do novo Módulo de Controle (previamente modificada para padrão RS485), que funcionaria como mestre da rede dentro da SubEstação.

Uma terceira consideração diz respeito à utilização de um microprocessador de 16 bits: o módulo de Controle original (UIR M5000) utilizava um microprocessador Intel 8008, com relógio de 800kHz. O novo Módulo de Controle foi desenvolvido com um microprocessador Intel 8088 [INTEL83], com relógio de 6MHz. A utilização de um microprocessador mais poderoso, tanto em velocidade como em recursos de programação, facilitou a implementação da estrutura de camadas, bem como de toda a estrutura operacional - Despachante, Relógio e Gerenciador de Memória. Teve como consequência também, além da implementação das Três Origens de Comunicação, um custo menor de construção, pois os componentes utilizados são mais facilmente encontrados no mercado nacional pois têm grande utilização, e permitiram uma maior capacidade de memória em uma placa de circuito impresso menor que a anterior.

#### BIBLIOGRAFIA

- [ANDR87] - Andrade, H. G. et alii -  
Sistema de Aquisição de Dados para Usinas e Subestações  
CEPEL; ELETROSUL; FURNAS - 1987
- [BAPT88] - Baptistela, Luiz F. B.  
Redes Digitais de Serviços Integrados  
III EBAI - Curitiba - 1988
- [CEPEL89] - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica  
Protótipo de um Sistema de Supervisão, Controle e  
Proteção de Usinas e Subestações  
CEPEL - set/1989
- [CONARD88] - Conard, James W.  
Open System Interconnection  
Handbook of Communications Systems Management  
pp 579-587  
James W. Conard, Editor  
Auerbach Publishers Inc - Boston  
USA - 1988
- [GADUS87] - Grupo de Automação e Digitalização de Usinas e  
Subestações  
Critérios Básicos de Aplicação de Tecnologia Digital em  
Usinas e Subestações  
Plano de Desenvolvimento - dez/1987
- [GM87] - General Motors -  
Manufacturing Automation Protocol 3.0  
USA - 1987
- [HARRIS76] - Series 5000 Remote  
Instruction Manual  
Harris Control - Florida  
USA - 1976

- [INTEL83] - iAPX 86,88,186 and 188 User's Manual  
Programmer's Reference  
Intel Corporation - Santa Clara CA  
USA - 1983
- [IS7498] - Information Processing Systems  
Open Systems Interconnection  
Basic Reference Model  
October, 1984
- [IS88024] - Technical Committee on Computer Communications  
of the IEEE Computer Society  
IEEE Standards for Local Area Network  
Token Passing Bus Method and Physical Layer  
Specifications - 802.4 - jun/1984
- [IS88022] - Technical Committee on Computer Communications  
of the IEEE Computer Society  
IEEE Standards for Local Area Network  
Logical Link Control - 802.2 - jul/1984
- [IS9506] - International Standard Organization  
2nd Draft Proposal 9506, or  
EIA Manufacturing Message Specification (MMS), RS 511  
Part 1 - Service Specification  
Part 2 - Protocol Specification  
may/1987
- [LEITE87] - Leite, J. R. E.; Mendes, J. M.; Magalhães, M.  
Protocolos de Aplicação em Redes Locais de Computadores  
na Automação Industrial (MAP/TOP)  
5 Simpósio de Redes de Computadores - 1987
- [MENDES87] - Mendes, Manuel J; Magalhães, M F -  
Redes Locais Industriais e o Projeto de Padronização  
MAP/TOP  
Seminário de Automação Industrial, Florianópolis  
jul/1987
- [NEMA88] - Programable Controller Messaging Service  
Specification  
NEMA/ISA/SC21/TF1  
1988
- [NEVES89] - Neves Jr, Flávio  
O Protocolo de Comunicação MMS para Automação  
Industrial - tese de mestrado  
CEFET-PR/CPGII - Curitiba - 1989
- [OLAND86] - Olandoski, M  
Automação de Subestações  
COPEL - jun/1986
- [PECOS88] - Programa de Expansão do COS  
Documentação de Concorrência  
COPEL - Curitiba - 1988
- [PLEINEV88] - Pleinevaux, P.; Decotignie, J-D  
Time Critical Communication Networks: Field Buses  
IEEE Network, May 1988  
Vol 2, N.3, pp 55-63
- [ZAMBE90] Zambenedetti, Vóldi C.  
Módulo de Controle de Três Origens de Comunicação para  
Automação de Subestações - tese de mestrado  
CEFET PR/CPGII - Curitiba - 1990