

QMProt, A experiência de uma rede local industrial segundo a proposta MAP

AUTORES Emilio Carlos Gomes Wille(1)  
Irineu do Nascimento(2)  
Marcos Antonio Masnik Ferreira(3)  
Marcos de Macedo Valério(4)

Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná - CEFET - Pr.  
Curso de Pós-graduação em Informática Industrial - CPGII  
Av. 7 de setembro, 3165 Centro  
80230 Curitiba - Pr.

RESUMO :

O projeto QuasiMAP é uma solução apresentada pelo CEFET/Pr para a comunicação entre equipamentos em um ambiente industrial. É baseado na norma MiniMAP visando ser aplicado em ambientes tempo-real. O artigo descreve os processos componentes do protótipo QuasiMAP (QMProt) bem como seu funcionamento. Processo de Aplicação, Gerenciador, MMSE e Enlace-QM realizam o sistema de comunicação. Para verificar o desempenho dos protocolos, um Analisador de Protocolos também é implementado.

ABSTRACT :

QuasiMAP project is a solution presented by CEFET/PR for communication between devices in an industrial environment. It is based on MiniMAP standard for real-time application. This paper describes the QuasiMAP prototype (QMProt) with its multitask architecture. The Application, Management, MMSE, and MB-Link processes that are the basic tasks of the communication system are presented. For protocol performance analysis, a Protocol Analyser is also implemented.

- (1)Engenheiro Eletrônico e de Telecomunicações
- (2)Economista
- (3)Tecnólogo em Processamento de dados
- (4)Engenheiro Eletrônico

## 1. INTRODUÇÃO

Na atualidade, intensa tem sido a busca por uma maior padronização na comunicação entre equipamentos digitais de diversas classes e origens [MEN 88, PAG 89, ALM 89]. O projeto MAP [GM 87] está voltado para a comunicação em ambiente industrial de acordo com o modelo OSI [ABNT 87, ISO 84]. Um subconjunto da proposta MAP que atende a requisitos particulares de comando e controle de equipamentos de produção é o projeto MiniMAP. Através de uma arquitetura simplificada a proposta MiniMAP permite tempos de resposta mais rápidos, com um custo inferior. Nestas propostas, os serviços de mensagens entre os dispositivos constituintes do ambiente industrial são providos pela norma MMS (Manufacturing Message Specification) [ISO 87a, ISO 87b].

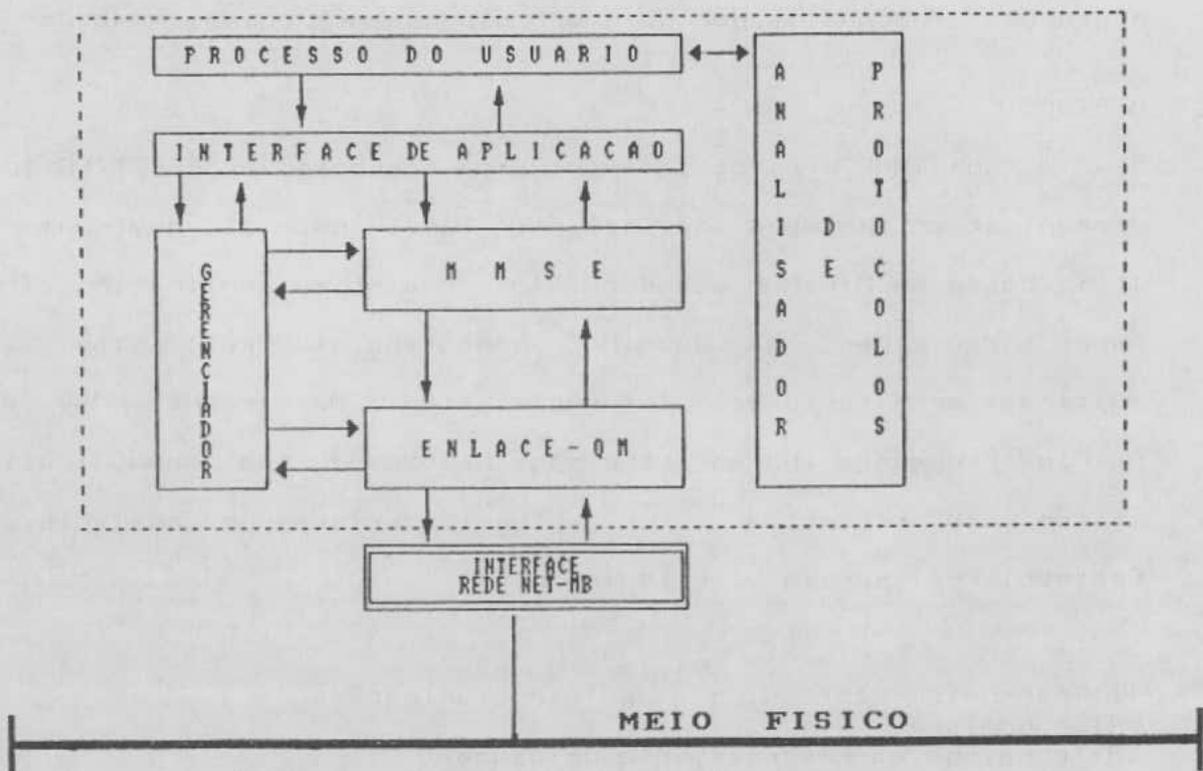


Figura 1.1 - Proposta de Implementação do QMProt.

Por sua vez, o projeto QuasiMAP [BUR 89, VAL 89] é uma proposta, com hardware e software nacionais, de especificação para um sistema de comunicação em ambiente industrial, que utiliza os mesmos conceitos da proposta MiniMAP.

Este artigo descreve a implementação de um protótipo do projeto QuasiMAP. Foi desenvolvido no curso de Pós-Graduação em Informática Industrial (CPGII) do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CEFET-PR).

Os suportes de implementação do protótipo QMprot são microcomputadores PCs interligados através da rede de comunicação NET-MB [Marca registrada da MicroBase Ltda.]. O protótipo QMProt utiliza-se da interface de rede baseada no protocolo de barramento de ficha ARCNET [SMC 82], e do sistema operacional multitarefa associado [BUR 89, VAL 89]. São utilizados os procedimentos de comunicação entre processos disponíveis neste sistema operacional, ou seja, a estrutura CRM (Canal de Recebimento de Mensagens).

O software do QMprot está subdividido em seis processos concorrentes (figura 1.1), desenvolvidos em linguagem C, suportados pelo sistema operacional multitarefa NET-MB.

1) PROCESSOS DE APLICAÇÃO - Consiste do Sub-processo Interface de Aplicação e Sub-processo do Usuário. O item 2 trata destes dois processos que são responsáveis pelo atendimento das necessidades do usuário.

2) PROCESSO GERENCIADOR - Este processo é tratado no item 3. O mesmo inicia os demais processos em "background" e gerencia o ambiente de comunicação.

3) PROCESSO MMSE (MANUFACTURING MESSAGE SERVICE ELEMENT)- O item 4 descreve este processo que dá suporte aos serviços MMS

de comandos ou controle remotos requisitados pelo processo de aplicação.

4) PROCESSO ENLACE-QM - Este processo é tratado no item 5, sendo responsável pela implementação do protocolo LLC (Logical Link Control) de tipo 3 [ISO 88], utilizando as primitivas do sistema operacional para comunicação remota.

5) PROCESSO ANALISADOR DE PROTOCOLOS - Processo independente que tem a função de analisar a comunicação entre os processos locais e cálculo de desempenho da rede, sendo coberto pelo item 6.

## 2. PROCESSOS DE APLICAÇÃO

Na arquitetura OSI, os Processos de Aplicação representam as tarefas do usuário que podem utilizar-se da interface de comunicação para comunicar-se com outras tarefas.

No projeto QMProt, conforme o nosso entendimento da norma MMS [ISO 87] e da proposta MiniMAP [GM 87], foram especificados dois sub-processos que compõem o Processo de Aplicação (figura 2.1) :

- Sub-processo do Usuário,
- Sub-processo Interface de Aplicação, que por sua vez é composto de três módulos interfaces (diretório, gerenciador, e MMS).

Estes dois sub-processos serão descritos a seguir.

### 2.1 SUB-PROCESSO DO USUÁRIO

Dentro do protótipo inicial, o QMProt atende a uma classe específica de usuário, ou seja, um operador que ter o acesso a um terminal onde, poder desempenhar o papel de requisitante e/ou de respondedor de serviços. O Processo do Usuário transforma as

solicitações vindas do operador através do teclado em pedidos de comunicação para a Interface de Aplicação, e solicitações desta última em avisos no vídeo do operador.

Tal processo permite uma avaliação preliminar da proposta QuasiMAP. Num futuro, pretende-se desenvolver processos automatizados para outras classes de usuários como CLP's, CNC's e outros equipamentos industriais.

Através do Processo do Usuário, o operador acessa também o Analisador de Protocolos, o qual provê serviços, como : visualização do tráfego de primitivas entre as camadas analisadas e o tempo médio de execução de serviço.

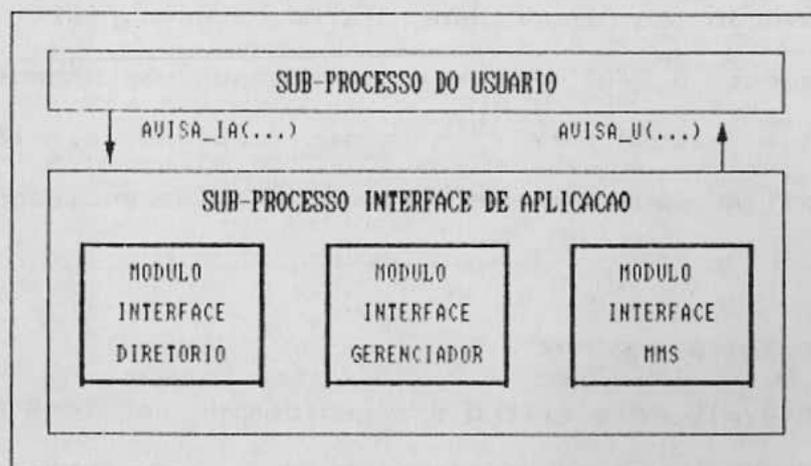


Figura 2.1 - Sub-processos que compõem o Processo de Aplicação

## 2.2 SUB-PROCESSO INTERFACE DE APLICAÇÃO

Esta interface permite que os serviços pedidos pelo usuário sejam encapsulados em primitivas de comunicação normalizadas, para que possam ser transmitidas pela rede. A mesma libera, também, os Processos de Usuário das tarefas de comunicação.

Este processo é composto dos módulos de interfaces descritas a seguir.

### 2.2.1 MÓDULO DE INTERFACE DIRETÓRIO

Para facilitar a tarefa de identificação do endereço físico e de enlace de cada usuário conforme a proposta MiniMAP, os mesmos estão catalogados em uma base de dados. Esta interface provê a localização nesta base mediante um nome de referência para cada usuário. Neste âmbito, encontramos os serviços de inclusão, alteração, consulta e exclusão de usuários.

### 2.2.2 MÓDULO DE INTERFACE GERENCIADOR

Permite a ativação e desativação do processo Gerenciador (disparado em "background") através de primitivas de serviço.

A forma de processamento dos pedidos de ativação/desativação do Gerenciador, através das primitivas G-INITIALIZE request e G-DISABLE request, segue uma proposta de modelo funcional baseando-se em especificações similares à interface normalizada entre os protocolos LLC e Gerenciador [IEEE 84, ISO 88].

### 2.2.3 MÓDULO DE INTERFACE MMS

Responsável pelo filtro dos pedidos de serviços MMS em função dos tempos máximos de resposta alocados aos serviços. Em caso de erro de comunicação, repete automaticamente os pedidos até o esgotamento do tempo alocado. Interrompe o processo do usuário somente com dados a serem processados ou com aviso definitivo de impossibilidade de comunicação.

## 3. PROCESSO GERENCIADOR

O gerenciamento de um protocolo de comunicação consiste dos mecanismos internos a este protocolo que são necessários para controlar os processos de comunicação. A ISO identifica três categorias de atividades de gerência: Gerência de Aplicação, Gerência de Sistemas e Gerência de Camada [G10 86]. O Gerenciador

do QMProt é visto como uma atividade de Gerência de Sistemas, e tem acesso direto a todas as outras camadas do sistema (figura 1.1).

### 3.1 FUNÇÕES DO GERENCIADOR DO QMPROT

No QMProt, a camada de gerenciamento é colocada em funcionamento de modo a ser um processo concorrente, ou seja, um processo cuja ação é paralela à ação das outras camadas. As camadas MMSE e Enlace também são processos concorrentes. O Gerenciador é encarregado da ativação e desativação das camadas MMSE, Enlace, e dos SAPs (Pontos de Acesso à Serviços). Realiza, também, teste de SAP local na camada Enlace, utilizando-se de primitivas.

Todas estas funções realizadas pelo Gerenciador são exercidas quando do recebimento das ordens vindas do Processo de Aplicação, também através de primitivas.

### 3.2 FUNCIONAMENTO DO GERENCIADOR

A figura 3.1 representa o Gerenciador do QMProt, cujo funcionamento é detalhado a seguir. Após ser colocado em funcionamento pelo Processo de Aplicação, o Gerenciador inicializa o sistema e inicia o gerenciamento propriamente dito.

Na inicialização o Gerenciador abre os Canais de Recebimento de Mensagens (CRM), necessários à comunicação com as demais camadas [MIC 88]. Também, as camadas MMSE e Enlace são colocadas em funcionamento de modo concorrente.

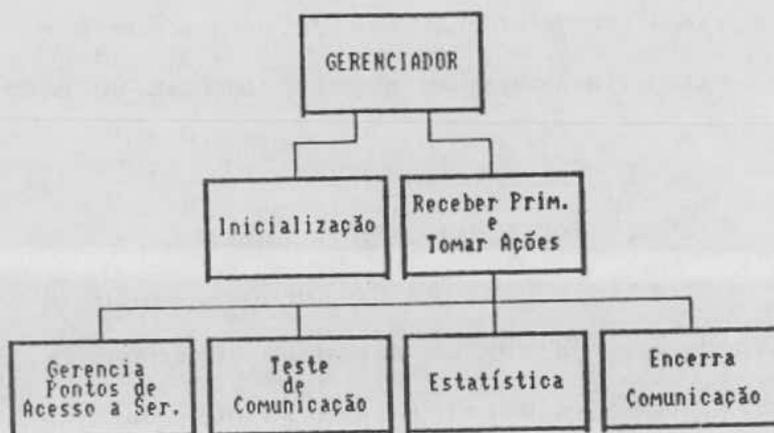


Figura. 3.1 - Diagrama do Gerenciador do QMProt

A ação de gerenciar, é então, receber as primitivas das diversas camadas e realizar as tarefas pedidas por tais primitivas. É, na verdade, uma escolha por qual tarefa deve ser feita, gerenciar os SAPs, realizar testes de comunicação ou encerrar a comunicação. Quando do encerramento da comunicação, o Gerenciador desativa as camadas MMSE e Enlace e encerra o seu processamento. Está prevista a implementação futura de uma função estatística, que contabilizará a ocorrência de erros e situações inesperadas no sistema.

#### 4. PROCESSO MMSE (Message Manufacturing Service Element)

A Camada de Aplicação, de maneira informal, provê serviços para troca de informações entre processos aplicativos executando em sistemas distintos. Desta forma, os serviços da camada de aplicação são suportados pelos serviços das camadas inferiores.

Seguindo a sugestão dada em [BUR 89, VAL 89], o processo MMS a ser implementado no sistema de comunicação QMProt consiste basicamente de uma sub-proposta do processo MMSE da norma MiniMAP sem gerenciamento de associação.

#### 4.1 INTERFACE COM O GERENCIADOR

O processo gerenciador é o responsável pelo disparo do processo MMSE em "background", bem como pelo seu encerramento através de primitivas de serviços, conforme descrito na seção 3.

#### 4.2 INTERFACE COM O PROGRAMA APLICATIVO

São fornecidos serviços MMS, conforme a norma MMS parte 1, e a proposta de MiniMAP de mapeamento direto do protocolo MMS com os serviços LLC.

#### 4.3 ESTRUTURA DO PROGRAMA

Toda filosofia de implementação do processo MMSE está baseada na figura a seguir:

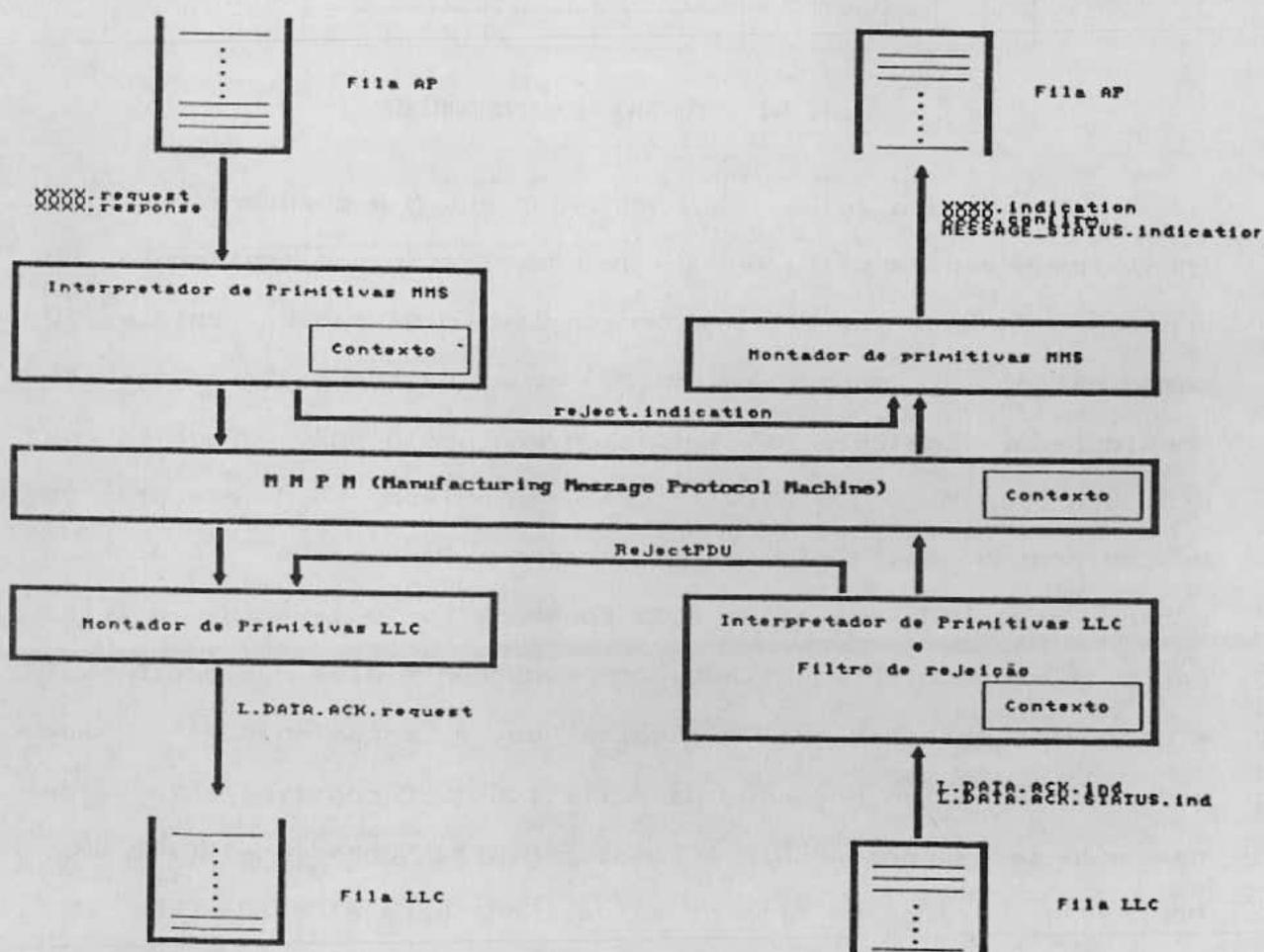


Figura 4.1 - Estrutura de implementação do processo MMSE.

As mensagens provenientes do processo Interface de Aplicação são armazenadas em um CRM. O interpretador de Primitivas de aplicação encarrega-se de ler cada mensagem na ordem de chegada (neste protótipo todas as prioridades são iguais). Depois disso, são separados cada um dos parâmetros necessários ao processamento do protocolo MMS e atualizando uma matriz chamada CONTEXTO, cuja estrutura é a seguinte:

Id	DA	SA	DSAP	SSAP	Prioridade	Servico	Estado
n1	m1	M	11	L	7	READ	WAIT_CFM_ACK
n2	m2	M	12	L	7	WRITE	WAIT_RESP_ACK

Figura 4.2 - Estrutura da matriz CONTEXTO

Na figura acima, cabe explicar que M é o endereço físico local (endereço da placa ARCNET de comunicação que implementa o protocolo MAC) e que L é o endereço lógico da camada enlace. O campo estado corresponde à situação atual de transação do serviço considerado, conforme a máquina de protocolo MMS, descrita na proposta MiniMAP. Depois disto, o bloco MPPM executa os procedimentos desta máquina de estados. Para tanto, recupera o estado atual da transação e de posse da primitiva de entrada percorre a máquina de estados correspondente para descobrir qual é o próximo estado e qual é a saída que é encaminhada à camada inferior. A rotina Montador de Primitivas LLC codifica esta saída baseando-se na norma ASN1 (Automatic Syntax Number One) [ISO 86, MAC 89] e a coloca na fila de saída (CRM) para a camada LLC.

As primitivas LLC recebidas da camada de enlace são tratadas de forma semelhante. O interpretador de primitivas LLC

lê as mensagens recebidas da camada inferior, que estão no formato ASN1, separando os parâmetros e armazenando-os na matriz CONTEXTO (ver figura 4.2). Caso haja algum erro esta primitiva é recusada com o envio de um RejectPDU. Depois disto, a rotina MPPM atende a primitiva conforme a máquina de estados. Finalmente é construída a primitiva MMS que será enviada ao processo aplicativo. Esta última tarefa é executada pelo bloco Montador de primitivas MMS.

## 5. PROCESSO ENLACE-QM

Este processo permite a utilização dos serviços LLC de classe 3 [ISO 88], pelo processo MMSE conforme a proposta MiniMAP. Em segundo lugar, permite o mapeamento do protocolo LLC com os procedimentos de comunicação da interface da rede NET-MB.

Os serviços LLC do tipo 3 para troca de quadros de informação com reconhecimento e sem conexão [ISO 88], provê meios pelos quais o processo MMSE pode realizar troca de dados, os quais são reconhecidos na camada de enlace. A operação realizada pelo protocolo pode ser resumida em "enviar um quadro e receber um reconhecimento através da rede NET-MB", não havendo transferência de múltiplos quadros com um único reconhecimento.

A camada de enlace comunica-se com três entidades externas: Gerenciador, MMSE e interface da rede NET-MB (figura 1.1).

### 5.1. ESTRUTURA INTERNA

A camada de enlace está sinteticamente representada na figura 5.1. Ela é ativada pelo gerenciamento e entra em execução de forma semelhante aos demais processos, o que corresponde a receber uma primitiva de um canal e realizar as atividades correspondentes ao serviço desta primitiva.

## CANADA ENLACE

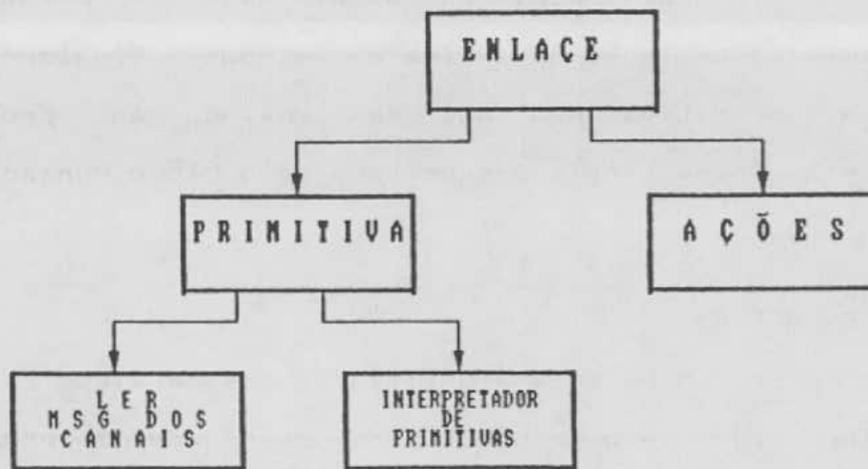


Figura 5.1 - Estrutura interna.

O módulo 'primitiva' é responsável por ler uma primitiva de um canal de comunicação e interpretá-la através das operações realizadas pelo módulos 'ler msg dos canais' e 'interpretador de primitivas'.

A leitura dos canais é realizada com prioridades, estabelecendo-se a seguinte sequência de canais: Rede, camadas MMSE e gerenciamento. A razão desta escolha é simplesmente pelo fato de que a quantidade de mensagens que chegam aos canais é probabilisticamente maior naquela sequência. Primeiro porque a quantidade de processos comunicando-se com o enlace-QM é maior no canal da rede. Segundo que internamente o MMSE é mais utilizado do que o gerenciador.

O módulo 'ler msg dos canais' interrompe o quantum (fatia de tempo para execução do processo) da camada enlace caso

não haja nenhuma mensagem nos canais, possibilitando que outros processos entrem em execução a partir deste instante.

Após a leitura de uma primitiva em um canal e sua interpretação, ela é passada ao módulo 'ações' o qual implementa todas as ações necessárias a cada primitiva existente na camada enlace.

#### 5.2.1 SERVIÇOS DISPONÍVEIS

Os serviços disponíveis no enlace-QM são: transferência de dados com reconhecimento imediato, resincronização e teste de SAP local.

Foram admitidas algumas simplificações do protocolo LLC de tipo 3, como: não foi considerada a utilização de primitivas dos serviços tipo REPLY (resposta imediata), limitou-se à criação de apenas um componente de SAP por componente de estação e não utilizou-se da diferenciação de prioridades e classes de serviços. No entanto, são características essenciais à um ambiente industrial que devem ser incluídas no projeto QMInd (QuasiMAP Industrial).

### 6. O ANALISADOR DE PROTOCOLOS

O Analisador de Protocolos é uma ferramenta que tem por objetivo permitir a observação do fluxo de informações e a análise de desempenho de um protocolo para comunicação. A finalidade de tal análise é a busca de dados que devem ser utilizados para melhorar a compreensão do funcionamento do protocolo, validando hipóteses e descobrindo erros.

#### 6.1 CONSIDERAÇÕES

Para o QMProt o Analisador de Protocolos (QMAAn) observa as

primitivas trocadas entre as diversas camadas. O QMAN considera cada camada do QMProt como uma "caixa-preta", pois não pode interagir com o processo, e sim, apenas observá-lo. Desta forma ele é um módulo completamente independente.

O desempenho tanto a nível de nodo quanto a nível de rede é determinado pela implementação de temporizadores.

## 6.2 FUNCIONAMENTO DO ANALISADOR DE PROTOCOLOS

O QMAN é colocado em funcionamento por desejo do usuário através do Processo de Aplicação.

A figura 6.1 modela o funcionamento do QMAN. O processo inicia requisitando ao usuário uma interface para sua análise, e um intervalo de tempo de observação para a mesma. A interface entre Processo de Aplicação e Gerenciador, por exemplo, é identificada pelos CRMs a ela pertencente. Através do conhecimento destes CRMs, o QMAN tem acesso às informações trocadas nesta interface

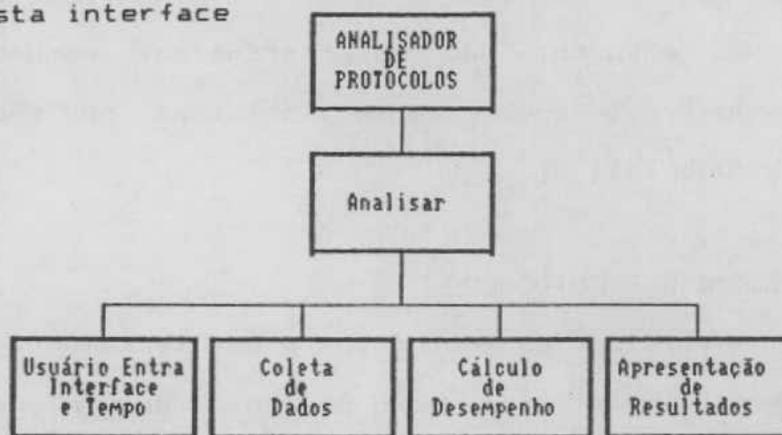


Figura 6.1 - Diagrama do Analisador de Protocolos

A coleta de dados é executada durante o intervalo de tempo pré-estabelecido, guardando-se as primitivas lidas dos CRMs selecionados e o instante de tempo em que elas ocorreram. Tais primitivas devem apresentar-se corretas, e para tanto, elas são comparadas a uma biblioteca de primitivas.

A partir dos dados coletados realiza-se a análise objetivando determinar o tempo médio e o pior caso para a realização dos serviços nesta determinada interface. O QMAN busca, então, as primitivas que correspondem aos pedidos de serviços e as que correspondem à execução dos serviços, calculando o intervalo de tempo entre a ocorrência das mesmas. A seguir as primitivas são levadas à um arquivo de resposta em disco, na ordem em que elas ocorreram, assim como, o tempo médio de realização de serviço e o pior caso.

Os dados são apresentados na tela do computador de forma gradual, ou podem ser levados à impressora. O usuário pode agora pedir nova análise ou finalizar a ação do Analisador.

## 7. CONCLUSÃO

O problema da comunicação em ambiente industrial vem oferecendo campo à pesquisa de meios que permitam a interconexão de sistemas heterogêneos.

O projeto QuasiMAP é uma solução proposta visando uma arquitetura que possa ser aplicada em ambiente tempo-real [BUR 89, VAL 89]. O protótipo QMProt descrito neste artigo é uma experiência preliminar e teve como objetivo dar subsídios às implementações futuras em ambiente industrial.

O protótipo descrito é estruturado em vários processos concorrentes para cada um dos protocolos implementados. Destes, o Processo de Aplicação procura convergir e direcionar a potencialidade do sistema de comunicação QMProt, aos processos usuários finais.

Para tanto, algumas inovações originais foram projetadas neste protótipo, dividindo funcionalmente o Processo do Usuário (que atende à aplicação final), do Processo Interface de Aplicação (que facilita o fluxo da comunicação).

Na ausência de especificações nas normas, o Processo Gerenciador do protótipo tem as funções básicas de inicialização de processos de comunicação, testes e a observação do sistema durante a execução de seu funcionamento.

Ao nível das mensagens de comandos e controle, por simplicidade foi utilizado apenas um sub-conjunto dos serviços MMS suficiente para avaliar o potencial da norma. Entretanto as estruturas propostas se mostraram adequadas aos requisitos da norma MMS e podem ser facilmente expandidas para que, em um futuro, sejam implementados os serviços MMS necessários para cada aplicação industrial.

O Analisador de Protocolos que é uma proposta específica do projeto QuasiMAP, permitiu a análise da troca de informações entre as diversas camadas do QMProt e o cálculo de desempenho, tanto a nível local como de rede.

O sistema operacional NET-MB com a construção do QMProt demonstrou ter ainda algumas lacunas para uma implementação industrial. Seu escalonador apesar de ser preemptivo não permite a atribuição de prioridades a processos, o que é danoso em aplicações em tempo-real. Na sua configuração atual, o sistema apresenta limites, tanto na quantidade de processos em execução quanto no número de canais abertos para a comunicação inter-processos.

O desenvolvimento deste protótipo permitiu uma avaliação geral das interações entre os vários protocolos que compõem a arquitetura MiniMAP. Foram definidas as interfaces entre o protocolo de comunicação MMS e o Processo do Usuário, representado nesta versão, por uma interface com o operador.

Deste protótipo, deverá resultar propostas para interfaces com verdadeiros dispositivos industriais, mostrando a

potencialidade da norma MMS em ambiente heterogêneo, onde a Interface de Aplicação deverá prover os meios para interconectar dispositivos industriais com qualquer linguagem interna de programação.

Enquanto isso, os protocolos de comunicação deverão permitir a interconexão de dispositivos com qualquer estrutura física. Assim, o protótipo QMProt deve dar subsídios ao projeto QMInd (QuasiMAP Industrial) de comunicação entre CLPs e outros equipamentos industriais de diferentes construtores, com a interconexão de estações utilizando sistemas operacionais diferentes (NET-MB, DOS, UNIX).

## AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer o incentivo, dedicação e a orientação dispensada pelos professores Jean Charles Valadier, Keiko V. O. Fonseca e Robert Carlisle Burnett do Curso de Pós-Graduação em Informática Industrial do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, e demais pessoas que contribuíram na realização deste trabalho, sem o que o mesmo não se tornaria possível.

## REFERÊNCIAS

- [MEN 88] M.J.MENDES, M.Magalhães, "Redes Locais Industriais e Projeto de Padronização MAP/TOP", SBA: Controle e Automação, vol.2, n.1, pp.56/70, 1988.
- [PAG 89] A.Paglioni Jr. et alli, "SISDI-MAP: Sistemas Didáticos do Protocolo e da Interface de Aplicação MMS do MAP", Seminário Franco-Brasileiro em Sistemas Informáticos Distribuídos, Florianópolis-SC, setembro de 1989.
- [ALM 89] H.J. Almeida Jr. et alli, "Implementação de um Sistema de Comunicação Industrial no CTI, Seminário Franco-Brasileiro em Sistemas Informáticos Distribuídos, Florianópolis-SC, setembro de 1989.
- [GM 87] General Motor, "Manufacturing Automation Protocol - version 3.0", julho de 1987.
- [ABNT 87] Associação Brasileira de Normas Técnicas, "Sistemas de Processamento de Informações - Interconexão de Sistemas Abertos - Modelo Básico de Referência", projeto 21,201,02-001, agosto de 1987.
- [ISO 84] International Standard Organization, "Information Processing System - Open System Interconnection - Basic Reference Model", Outubro de 1984.
- [ISO 87a] International Standard Organization, "Manufacturing Message Specification, part 1: SERVICE SPECIFICATION", draft 6 ISO 2nd DP 9506, maio de 1987.
- [ISO 87b] International Standard Organization, "Manufacturing Message Specification, part 1: PROTOCOL SPECIFICATION", draft 6 ISO 2nd DP 9506, maio de 1987.
- [BUR 89, VAL 89] J.C.Valadier, R.C.Burnett "A Rede Experimental QuasiMAP de Comunicação Normalizada em Controle da Produção", 1988.

- [SMC 82] Standard Microsystems Corporation, "Local Area Network Controller", ARCNET local area network controller.
- [ISO 88] International Standard Organization, "Standards for Local Area Networks : Logical Link Control - Type 3 Operation", ISO/DIS 4960, junho de 1988.
- [IEEE 84] Institute of Electrical and Eletronical Engineers, "Token-Passing Bus Access Method and Physical Layer Specifications", Draft Standard 802.4, julho de 1984.
- [GIO 86] Giozza, W.F., Araújo, J.F.M., Moura, J.B., Sauvé, J.P. - Redes Locais de Computadores - Protocolos de Alto Nível e Avaliação de Desempenho. Editora McGraw Hill - 1986.
- [MIC 88] MicroBase Informática Ltda. "Guia de Programação do NET16-MB (vrs 03.1x)", documento da MicroBase.
- [ISO 86] International Standard Organization, "Information Processing System - Open System Interconnection - Specification of Abstract Syntax Number One (ASN-1)", DIS/ISO 8824, setembro de 1986.
- [MAC 89] R.C.Machado, "Um sistema de suporte ASN-1", Anais do Seminário Franco-Brasileiro em Sistemas Informáticos Distribuídos, Florianópolis-SC, setembro de 1989.