

Protocolo RS-511 Um modelo de implementação

A. Paglione Jr D. C. A. Jacintho
Villares Informática - SP Icatel - Campinas

I. A. Fernandes J. R. Emiliano Leite
FTPT - Campinas - cp 1579 CPqD - Telebrás - cp 1579

M. C. Zabeu
CPqD - Telebrás - cp 1579

14 de fevereiro de 1989

Sumário

Neste artigo mostram-se as características do protocolo RS-511 para automação industrial e aspectos da implementação em curso na Faculdade de Engenharia Elétrica da Unicamp - Campinas.

1 Introdução

O modelo de interconexão da ISO para sistemas abertos surgiu da necessidade de interconexão de sistemas computacionais distintos e com razoável complexidade na troca de informações em uma rede de comunicação de dados. Este modelo tornou-se norma internacional (ISO 7489/1), sendo posteriormente seguido também pelo CCITT (Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique) para redes de comunicação de dados (X.200), e conta com o apoio e participação de outros importantes órgãos internacionais.

O modelo OSI teve sua primeira utilização em implementação de redes geográficas e nas aplicações do tipo transacional de serviços comerciais e bancários [1]. No setor industrial, houve relutância na adoção do modelo completo, em virtude do "overhead" de software resultante em face do compromisso de tempo-real necessário.

Com o objetivo de resolver esta questão criou-se um grupo para estudar o problema de interconexão de equipamentos em automação industrial. Surgia então o protocolo MAP, que utiliza ao máximo os protocolos já definidos pelo modelo OSI, tendo entretanto o compromisso da aplicação em automação industrial.

O protocolo MAP é definido possuindo as seguintes características, sub-conjuntos do modelo OSI, segundo também definição IEEE 802:

- nível 1: comunicação em banda larga a 10 Mbps, através de um cabo coaxial, com um protocolo do tipo "Token-Passing-bus" (IEEE 802.4 - MAC)
- nível 2: protocolo LLC (IEEE 802.2, classe 1/ classe 3)
- nível 3: protocolo INTERNET (ISO DIS 8473)
- nível 4: protocolo de transporte ISO, classe 4 (ISO 8073)
- nível 5: sub-conjunto kernel do protocolo de sessão da ISO (ISO DIS 8327)
- nível 6: sub-conjunto kernel do protocolo de apresentação da ISO (ISO DIS 8822)
- nível 7: possui os protocolos de aplicação para automação industrial RS-511 (EIA 1393), FTAM (ISO DP 8571), ACSE (ISO 8649), gerenciamento de redes e serviços de diretório

Visando a integração de vários níveis fabris, outro grupo de trabalho lançou uma versão do protocolo TOP (Technical Office Protocol), voltado à automação de escritórios. O protocolo TOP diferencia-se do MAP pelo modo de acesso ao meio físico em uma rede e aos serviços fornecidos ao usuário [5].

MAP/TOP encontram-se atualmente em versões definitivas (3.0), devendo ter validade por no mínimo mais 6 anos [2], [3].

Na figura 1 é apresentado o conjunto de protocolos MAP/TOP versão 3.0.

Camada do Modelo OSI	Protocolos Utilizados no MAP (Versão 3.0)	Protocolos Utilizados no TOP (Versão 2.0)
Aplicação (7)	MMFS OSI ACSE e FTAM GERENCIAMENTO DE REDE SERVIÇOS DE DIRETÓRIO	MMFS OSI ACSE OSI FTAM
Apresentação (6)	OSI - APRESENTAÇÃO (KERNEL)	
Sessão (5)	OSI - SESSÃO (KERNEL)	
Transporte (4)	OSI - TRANSPORTE (CLASSE 4)	
Rede (3)	OSI CLNS (INTERNET)	
Enlace (2)	IEEE 802.2 (LLC - CLASSE 1 / CLASSE 3)	
Física (1)	IEEE 802.4 (BROADBAND , 10 MBPS)	IEEE 802.3 (BASEBAND , CSMA/CD)

Figura 1: Conjunto de protocolos MAP-TOP

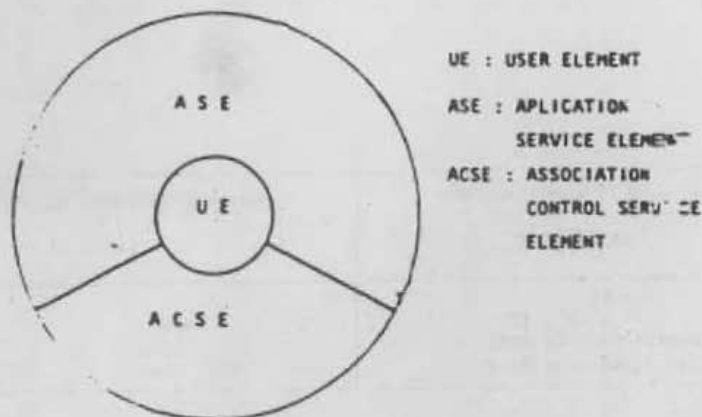


Figura 2: Estrutura de entidade de aplicação

2 A camada de aplicação do MAP, com o protocolo RS-511

A camada de aplicação se preocupa com a semântica das informações trocadas entre sistemas e está dividida em uma parte comum às diversas aplicações (ACSE: *association control service elements*) e uma parte específica de cada aplicação (ASE: *application service elements*). O elemento de usuário pode utilizar diretamente tanto a parte comum como as partes específicas (ver figura 2). A ACSE serve como a base dos outros protocolos de aplicação e como uma facilidade de comunicação oferecida aos processos de aplicação. Nesta atividade, é utilizada para o acesso ao serviço de apresentação.

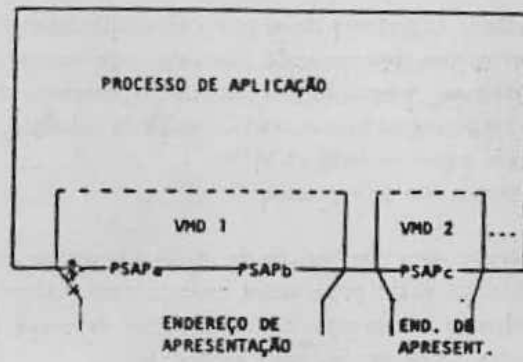
A parte específica do protocolo MAP é chamada de serviço e protocolo RS-511.

2.1 O serviço e o protocolo RS-511

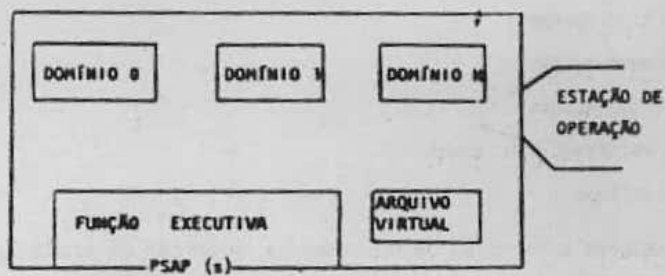
O protocolo RS-511 (versão 3) é baseado [4] no conceito de *Dispositivo Virtual de Manufatura (VDM)* - ver figura 3.

Cada VMD contém uma função executiva, um ou mais domínios, zero ou mais estações operadoras e um sistema de arquivos virtual (opcional). A função executiva gerencia o acesso ao MMS (*Manufacturing Message Specification*), e aos recursos embutidos de um VMD, incluindo os aspectos de operação local do VMD que são visíveis aos clientes, exceto aqueles que são definidos pelos domínios e pelo sistema de arquivo virtual.

Um domínio representa um sub-conjunto de recursos do VMD que é



(a) Utilização do VMD



(b) Modelo de um VMD

Figura 3: Modelo de dispositivo virtual de manufatura

usado com um objetivo específico. O sistema de arquivo virtual consiste de uma coleção de arquivos com nomes que, quando presente, age como um armazenador de dados e programas. A estação de operação representa uma classe especial de dispositivos responsável pela entrada e saída de informação para outra estação de operação, parte de outro VMD.

As classes de serviço existentes são as seguintes:

- *Gerenciamento de Contexto*: serviços básicos de início e término normal ou abrupto de contexto entre programas cooperantes, cancelamento de serviços pendentes e recepção de notificação de erros de protocolo, além da negociação de opções para a conexão
- *Suporte do VMD*: serviços que permitem a obtenção de estado, lista de nomes, identificação e alteração de nomes em um equipamento remoto, além do "status" do VMD
- *Acesso a variável*: serviços de acesso à memória permitindo operações de leitura (aquisição de medidas) e escrita (regulagem de parâmetros). Define cinco tipos de objetos de acesso a variáveis:
 - variável com nome
 - variável sem nome
 - variáveis dispersas
 - lista de variáveis com nome
 - idem, com tipo

Possibilita também a recepção de informações, obtenção de atributos e definição/supressão destes tipos de objetos

- *Gerenciamento de Evento*: serviços que permitem a definição, supressão, gerenciamento e obtenção de informações de estado e atributo de situações de tempo real condicionadas a eventos específicos locais ou remotos. Possibilita também a definição das ações a serem tomadas em caso da ocorrência desses eventos
- *Gerenciamento de semáforos*: serviços que permitem a definição, supressão e obtenção de estado de semáforos, sincronização, controle e coordenação de recursos comuns

- *Gerenciamento de Invocação de Programa*: serviços que permitem a criação, supressão, mudança de estado e obtenção de atributos de invocações de programas; é um sub-conjunto mais simples do protocolo JTM ("Job Transfer and Manipulation") da ISO
- *Comunicação entre operadores*: serviços que permitem a comunicação entre operadores de terminais alfa-numéricos através de operações de entrada e saída, sendo bem mais simples que o protocolo ISO VTP ("Virtual Terminal Protocol")
- *Gerenciamento de "jornal"*: serviços de "jornal" nos quais são gravados os principais eventos ocorridos no sistema remoto; possibilita operações de leitura e escrita, inicialização e obtenção de informações de estado sobre estes arquivos
- *Gerenciamento de Domínio*: serviços que permitem o carregamento de um programa em um equipamento ("Download") e a obtenção de um programa carregado em um equipamento ("Upload"); possibilita operações de inicialização, seqüenciação e terminação de download e upload; permite também o carregamento e armazenamento de conteúdo de domínio, supressão e obtenção de atributos de domínio e obtenção de arquivos
- *Gerenciamento de Arquivos*: serviços opcionais utilizados para o gerenciamento de arquivos remotos. Contém um sub-conjunto das funcionalidades do protocolo FTAM ("File Transfer Protocol") da ISO, voltado para pequenos arquivos utilizados em equipamentos industriais

2.2 Os serviços RS-511

Os serviços existentes em cada uma das classes funcionais do RS-511 são apresentados a seguir:

- *Gerenciamento de Contexto ("context management")*: possibilita ao cliente MMS as funções de
 - "Initiate": iniciação do diálogo através da definição do contexto MMS e a negociação das opções e limites a serem usados durante este diálogo;
 - "Conclude": terminação do diálogo de forma normal;

- "Abort": terminação do diálogo de forma anormal;
 - "Cancel": cancelamento de um serviço pendente
 - "Reject": informação da ocorrência de um erro de protocolo.
- Classe de serviço de Suporte do VMD ("VMD suport") possibilita as funções:
 - "Status": obtenção do estado de um VMD remoto;
 - "Unsolicited Status": recepção espontânea do estado de um VMD remoto, a cada mudança;
 - "Get Name List": obtenção da lista de nomes de objetos definidos no VMD;
 - "Identify": informações de identificação do equipamento remoto;
 - "Rename": mudança do identificador de um objeto.
 - Classe de serviço de Acesso à Variáveis ("variable access") possibilita as funções:
 - "Read": leitura do conteúdo de uma ou mais variáveis definidas no VMD;
 - "Write": mudança do conteúdo de uma ou mais variáveis;
 - "Information Report": informação espontânea do valor de uma ou mais variáveis;
 - "Get Variable Access Attributes": solicitação ao VMD dos atributos de variáveis;
 - "Define Scattered Access": cria no VMD um objeto de acesso do tipo Variáveis Dispersas;
 - "Delete Variable Access": suprime uma ou mais variáveis;
 - "Get Named Variable List Attributes": solicita os atributos do objeto Lista de Variáveis com nomes;
 - "Delete Named Variable List": suprime uma ou mais Lista de Variáveis com nome;
 - "Define Named Type": armazena a especificação de tipo com nome para uso em subsequente definição;
 - "Get Name Type Attributes": solicita os atributos de um tipo com nome;

- "Delete Named Variable": suprime um ou mais tipos com nome.

Classe de serviço de Gerenciamento de Evento ("event management") possibilita ao cliente MMS:

- "Define Event Condition": criação de uma condição de evento no VMD;
- "Delete Event Condition": suprime uma ou mais condições de eventos definidos;
- "Get Event Condition Attributes": solicitação dos atributos de uma condição de evento;
- "Report Condition Status": informa os estados de uma condição de evento;
- "Alter Event Condition Monitoring": alteração dos atributos de uma condição de evento monitorada;
- "Trigger Event": "engatilhar" um evento do tipo "network triggered";
- "Define Event Action": cria uma ou mais ações de evento;
- "Get Event Action Attributes": solicitação dos atributos de uma ação de evento;
- "Define Event Enrollment": adiciona o cliente solicitante ou um cliente subordinado à lista de usuários que receberão notificação de evento resultante de uma condição de evento especificada;
- "Delete Event Enrollment": suprime um ou mais registros de eventos;
- "Get Event Enrollments": solicitação da lista de notificações de evento;
- "Report Event Enrollment Status": obtém o estado de um registro de notificações de evento especificado;
- "Alter Event Enrollment": troca os atributos de um registro de evento;
- "Event Notification": recebe notificação de um VMD da ocorrência de transição de estado associada com uma condição de evento;
- "Acknowledge Event Notification": notificação a um VMD que seu usuário (usualmente um operador humano) reconheceu uma notificação de evento recebida do VMD;

- "Get Alarm Summary": solicitação de informações resumidas do VMD sobre o estado atual de condições de evento para o qual o atributo "Alarm Summary Request" é verdadeiro;
 - "Get Alarm Enrollment Summary": solicita informações resumidas do VMD sobre o estado atual de registro de evento, tendo um atributo "Alarm Acknowledgment Rule" diferente de "none";
 - "Attach to Evento Condition Modifier": solicitação a um VMD que atrase a execução de um serviço solicitado até a ocorrência de uma condição de evento especificada.
- Classe de serviço de Gerenciamento de Semáforo ("semaphore management") oferece ao cliente MMS:
 - "Take Control": obtenção do controle de um semáforo;
 - "Relinquish Control": liberação do controle de um semáforo;
 - "Define Semaphore": criação de um semáforo do tipo token;
 - "Delete Semaphore": suprime um semáforo;
 - "Report Semaphore Status": obtenção dos estados resumidos de um semáforo;
 - "Report Pool Semaphore Status": obtenção do nome e do estado de tokens controlados pelo semáforo do tipo pool;
 - "Report Semaphore Entry Status": obtenção do estado detalhado da lista de solicitantes sobre um semáforo;
 - "Attach to Semaphore Status": atraso de um serviço solicitado até que o controle de um semáforo seja garantido por este serviço.
- A Classe de serviço de Invocação de Programa ("program invocation") possibilita ao cliente MMS:
 - "Create Program Invocation": juntar domínios em uma invocação de programa executável no servidor MMS;
 - "Delete Program Invocation": suprimir uma invocação de programa existente;
 - "Start": mudar o estado de uma invocação de programa de "running" para "stopped";
 - "Resume": mudar o estado de uma invocação de programa de "stopped" para "running";

- "Reset": mudar o estado de uma invocação de programa de "stopped" ou "running" para "idle";
 - "Kill": mudar o estado de uma invocação de programa para "unrunnable";
 - "Get Program Invocation Attribute": solicitar os atributos associados com uma invocação de programa específica.
- A Classe de serviço de Gerenciamento de Arquivo LOG ("journal management") possibilita ao cliente MMS:
 - "Read Journal": ler informações de um arquivo LOG;
 - "Write Journal": escrever uma entrada em um arquivo LOG;
 - "Initialize Journal": inicializar total ou parcialmente um arquivo LOG existente no estado de logicamente vazio;
 - "Report Journal Status": solicitar o número de entradas em um arquivo LOG.
- Classe de serviço de Gerenciamento de Domínio ("domain management") fornece ao cliente MMS funções para:
 - "Initiate Download Sequence": instruir ao servidor MMS para criar um domínio e iniciar seu segmento;
 - "Download Segment": obter elementos de imagem de carregamento;
 - "Terminate Download Sequence": terminar o serviço de download;
 - "Initiate Upload Sequence": iniciar o processo de upload de um domínio específico;
 - "Upload Segment": obter um segmento de upload do domínio do servidor MMS;
 - "Terminate Upload Sequence": terminar o processo de upload;
 - "Request Domain Download": faz o servidor MMS solicitar a um servidor de arquivos subordinado iniciar a função de download;
 - "Request Domain Upload": faz o servidor MMS solicitar a um servidor de arquivos subordinado iniciar a função de upload;
 - "Load Domain Content": solicitar que o servidor MMS carregue um arquivo em um domínio de seu próprio sistema de arquivos ou de um servidor de arquivos subordinado;

- "Store Domain Content": solicitar que o servidor MMS armazene o conteúdo de um domínio em um sistema de arquivos;
 - "Delete Domain": solicitar que o servidor MMS suprima um domínio específico e coloque seus recursos disponíveis;
 - "Get Domain Attribute": solicitar ao provedor MMS a lista de atributos de um domínio específico;
 - "Obtain File": solicitar ao servidor MMS que obtenha um arquivo específico para seu sistema de arquivos local de um cliente MMS ou de um servidor de arquivos subordinado.
- Classe de serviço de Gerenciamento de Arquivos ("file management") possibilita ao cliente MMS:
 - "File Open": abrir um arquivo para ser lido;
 - "File Read": ler um arquivo já aberto;
 - "File Close": fechar um arquivo já aberto liberando os recursos associados;
 - "File Rename": mudar o nome de um arquivo;
 - "File Delete": suprimir um arquivo;
 - "File Directory": obter os nomes e atributos de um conjunto de arquivos no sistema de arquivos do servidor.

3 Aspectos de implementação do protocolo RS-511

O objetivo deste capítulo é mostrar aspectos de implementação de um provedor MMS, que consiste na parte do MMS que conceitualmente provê serviços ao usuário através da troca de PDUs ("protocol data units").

3.1 Ambiente de implementação

O ambiente físico desta implementação é um computador IBM-PC compatível. Neste ambiente roda um núcleo que fornece primitivas aos processos aplicativos de forma a possibilitar uma operação multi-tarefa com características de tempo real. Este ambiente é suposto interligado a um conjunto de estações semelhantes, conforme mostrado na figura 4.

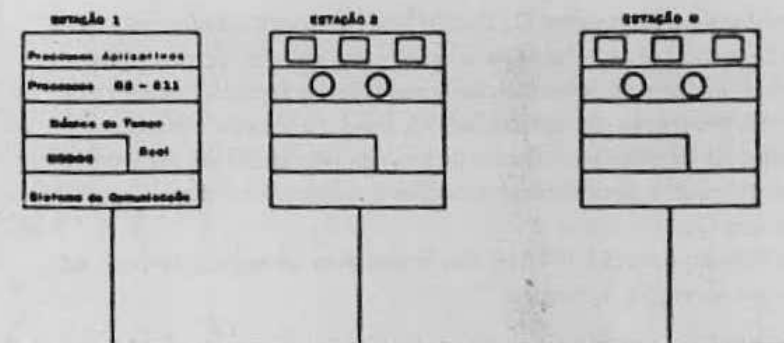


Figura 4: Arquitetura de rede suposta

Este núcleo é caracterizado pela modularidade, ou seja, as funções que oferece são separadas por gerências, podendo-se definir um conjunto adequado às necessidades de uma dada aplicação. Sendo assim, o núcleo para implementação do protocolo RS-511, uma vez que esta caracteriza-se por um aspecto de "repassador", é configurado utilizando parte destas gerências e assim produzindo um conjunto final adequado segundo necessidades de tamanho e rapidez de execução.

Os serviços fornecidos pelo núcleo são classificados em três tipos: essenciais, básicos e de serviço à aplicação. Entidades essenciais são necessariamente presente no núcleo, e básicas dão suporte a funções de serviço à aplicação, sendo que algumas ações destas entidades não são disponíveis ao usuário.

No caso da implementação RS-511 estão presentes:

- entidades essenciais para programação e tratamento de interrupções, e de escalção de tarefas
- entidades básicas para tratamento de filas e gerência de memória
- entidades de serviço à aplicação, fornecendo operações para comunicação e sincronização entre tarefas, temporização e funções de E/S básicas

As entidades essenciais são programadas em assembly e têm forte ligação com o hardware da máquina de implementação. As demais entidades são

compostas de rotinas em linguagem C. Todo o núcleo é escrito de forma a que a aplicação conheça bem as interfaces para os serviços que ele oferece. Assim, mantém-se a possibilidade de substituição, emulação ou inclusão de serviços sem alteração do programa de aplicação. O produto final - aplicação + núcleo - é gerado pela ligação do conjunto de rotinas selecionadas (dentro dos conceitos de "entidades") para formar o núcleo e o programa de aplicação, também escrito em C.

No caso da implementação RS-511 são fornecidas as seguintes funções pelas entidades de serviço à aplicação:

- comunicação e sincronização por meio de portas, com temporização associada. As funções são a criação e deleção de portas e o envio e recepção de mensagens em portas.
- temporização ligada a suspensão e reativação de processos
- sincronização por meio de semáforos (também com temporização associada), com a criação e deleção de semáforos e operações de acesso aos mesmos (P e V)
- acesso a vídeo e teclado, proporcionando funções mínimas de entrada e saída, com fins básicos de depuração.

Pelas entidades essenciais são fornecidas à aplicação funções para a criação, deleção, suspensão, reativação e informação de "status" de tarefas. As funções de tratamento de interrupções não são acessíveis pelos usuários.

Pelas entidades básicas são fornecidos serviços para alocação e liberação de memória e consulta de memória disponível. As funções de tratamento de filas também não são disponíveis à aplicação.

O acesso a funções do MS-DOS é possível através da criação e gerência de semáforos de propósito especial.

3.2 Descrição funcional do provedor MMS

As funções do provedor MMS são:

- Tratar as primitivas recebidas do usuário, mapeando-as em PDUs a serem enviadas ao usuário remoto via primitivas do ACSE e da camada de apresentação. Em geral o provedor MMS *repassa* de forma transparente os parâmetros das primitivas;

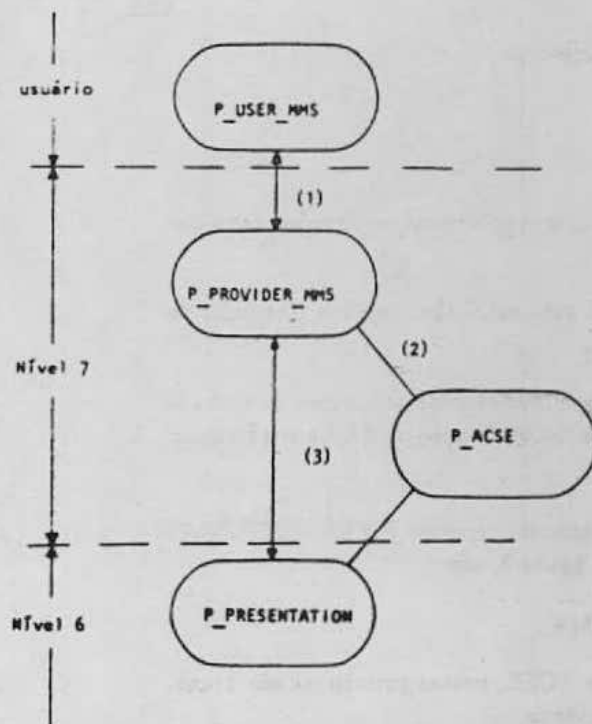


Figura 5: Arquitetura de Processos de implementação do protocolo RS-511

- Tratar as PDUs corretas recebidas do usuário remoto via primitivas do ACSE e da camada de apresentação, mapeando-as em primitivas a serem enviadas ao usuário local: em geral, o provedor *repassa* de forma transparente os parâmetros das PDUs;
- Tratar as PDUs inválidas, o que caracteriza um erro de protocolo, notificando o par usuário via serviço de "reject"; entende-se por PDU inválida as PDUs que têm erro estrutural ou seu recebimento foi feito em estado incorreto;
- Tratar as primitivas recebidas do ACSE relativas ao contexto de aplicação.

A análise sintática das PDUs é executada pela camada de apresentação, que indica ao provedor MMS se a PDU recebida é estruturalmente correta ou não.

3.3 O provedor MMS na camada 7

Conforme figura 5, tem-se a arquitetura da camada de aplicação como segue:

- P_USER.MMS: é o processo que implementa as aplicações MMS de usuário;

- P_PROVIDER.MMS: é o processo que implementa as funções definidas no item 3.2;
- P.ACSE: é o processo responsável pelo estabelecimento e liberação da associação de aplicação.
- P.PRESENTATION: é o processo que implementa as funções da camada de apresentação. A codificação e a decodificação de PDUs em formato ASN.1 são feitas por este processo.

O escopo deste artigo é a implementação do processo P_PROVIDER.MMS. As interfaces deste processo, conforme figura 5, são:

- envio e recepção de primitivas MMS;
- envio e recepção de primitivas do ACSE; nestas primitivas são transportadas as PDUs relativas a contexto;
- envio e recepção de primitivas de apresentação; nestas primitivas são transportadas as demais PDUs quando o contexto está estabelecido.

3.4 O processo P_PROVIDER.MMS

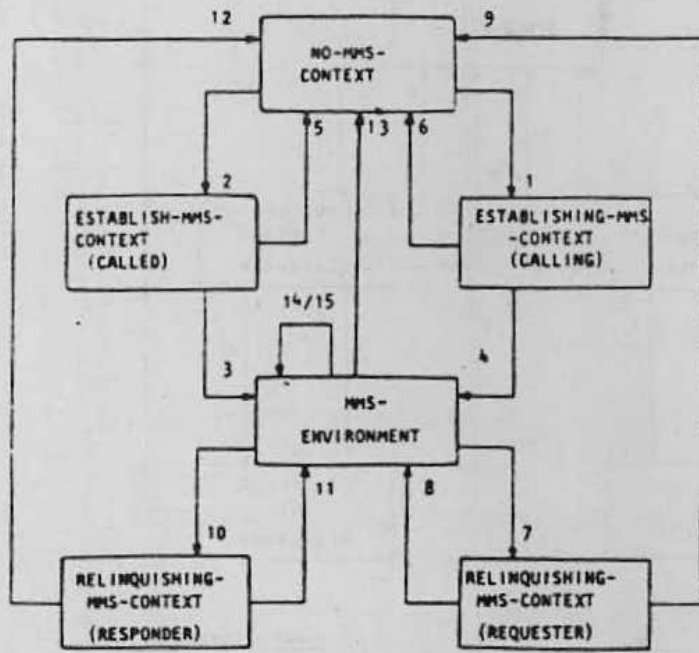
Cada usuário pode estabelecer diversos contextos. Para cada contexto estabelecido é criada pelo P_PROVIDER.MMS uma máquina de protocolo especificada na figura 6.

Os serviços MMS só podem ser executados quando existe um contexto estabelecido, ou seja, pela figura 6, o estado "*MMS.environment*".

Estes serviços podem ser confirmados ou não confirmados. Os serviços não confirmados são aqueles que não implicam em espera de resposta do usuário remoto. Para estes serviços o provedor simplesmente encaminha os pedidos sem guardar nenhuma informação sobre eles (*não é criada nenhuma máquina de protocolo*). Já os serviços confirmados, que formam a maioria, caracterizam-se por espera de resposta. Para tanto, o provedor define uma máquina de protocolo para *cada invocação* de um destes serviços.

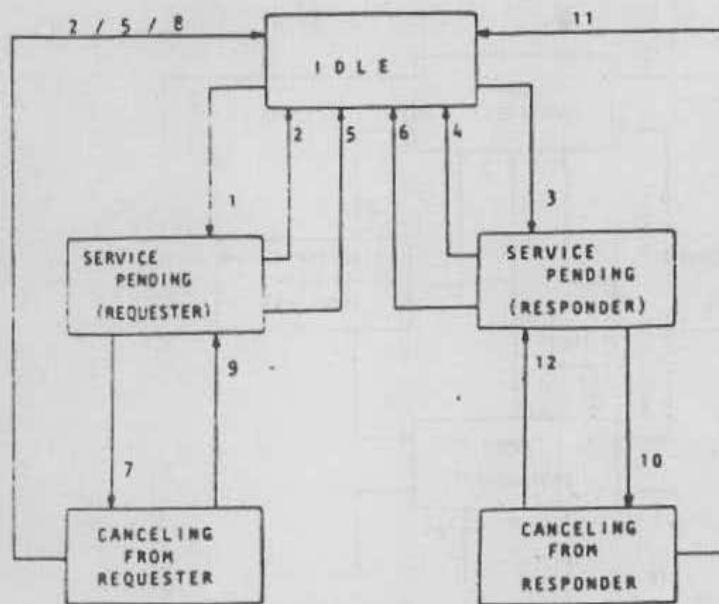
A fim de associar cada máquina de protocolo aos serviços pendentes, o provedor se utiliza do identificador de transação existente nas primitivas e PDUs de cada serviço.

A máquina de protocolo para serviços confirmados, criada pelo provedor, está mostrada na figura 7



- | | |
|--|---|
| <p>1: <u>initiate-request</u>
initiate-request-PDU</p> <p>2: <u>initiate-request-PDU</u>
initiate-indication</p> <p>3: <u>initiate-confirm (+)</u>
initiate-response-PDU</p> <p>4: <u>initiate-response-PDU</u>
initiate-confirm (+)</p> <p>5: <u>initiate-response (-)</u>
initiate-error-PDU</p> <p>6: <u>initiate-error-PDU</u>
initiate-confirm (-)</p> <p>7: <u>conclude-request</u>
conclude-request-PDU</p> | <p>8: <u>conclude-error-PDU</u>
conclude-confirm (-)</p> <p>9: <u>conclude-response-PDU</u>
conclude-confirm (+)</p> <p>10: <u>conclude-request-PDU</u>
conclude-indication</p> <p>11: <u>conclude-response (-)</u>
conclude-error-PDU</p> <p>12: <u>conclude-response (+)</u>
conclude-response-PDU</p> <p>13: <u>abort-request</u>
acse-a-abort-request</p> <p>14: <u>reject-PDU (x)</u>
reject-indication (x)</p> <p>15: <u>PDU Inválida</u>
reject-PDU e indicacion</p> |
|--|---|

Figura 6: Máquina de protocolo de contexto



1: x.request
confirmed-request-PDU (x)

2: confirmed-response-PDU (x)
x-confirm (+)

3: confirmed-request-PDU (x)
x-indication

4: x-response (+)
confirmed-response-PDU (x)

5: confirmed-error-PDU (x)
x-confirm (-)

6: x-response (-)
confirmed-error-PDU (x)

7: cancel-request
cancel-request-PDU

8: cancel-response-PDU e
confirmed-error-PDU (x)
cancel-confirm (+) e
x-confirm (-)

9: cancel-error-PDU
cancel-confirm (-)

10: cancel-request-PDU
cancel-indication

11: cancel-response (+) e
x-response (-)
cancel-response-PDU e
confirmed-error-PDU (x)

12: cancel-response (-)
cancel-error-PDU

Figura 7: Máquina de protocolo de serviços confirmados

3.5 Estrutura de dados

O processo P.PROVIDER.MMS possui na sua estrutura de dados os seguintes elementos:

- Tabela de contextos, que armazena para cada contexto
 - ponto de acesso do serviço de apresentação;
 - tamanho máximo das mensagens;
 - número máximo de serviços pendentes do chamador e do chamado permitido;
 - número máximo de embutimento de dados permitido;
 - lista de serviços permitidos no contexto;
 - contador de serviços pendentes do chamador e do chamado;
 - estado do contexto
 - tabelas de serviços confirmados, que armazena por sua vez para cada serviço pendente
 - identificador da transação
 - estado da transação
 - tipo de serviço em transação
- Relação de classes e códigos de rejeição (do serviço de "reject").

4 Conclusão

Mostrou-se neste artigo as características gerais do protocolo MAP para automação industrial, ressaltando os serviços e protocolos da camada aplicativa (RS-511). Mostrou-se também aspectos de implementação do protocolo RS-511 em desenvolvimento na Faculdade de Engenharia Elétrica da Unicamp, da parte básica (núcleo de tempo real para suporte às primitivas do protocolo), à arquitetura de processos e estruturas de dados envolvidas.

A evolução destas atividades é, em um primeiro momento, a execução de um sistema didático de simulação. Posteriormente, pretende-se a aplicação em uma planta real, uma vez que o RS-511 a ser implementado o será integralmente. O desenvolvimento de protocolos aplicativos mais genéricos para sistemas de médio e grande porte (FTAM, JTM, VTP da ISO) e protocolos de serviço de diretório e gerenciamento de rede é evolução natural do projeto.

O protocolo MAP vem de encontro às necessidades para a implementação de um ambiente fabril integrado por computador. Pretende-se assim, com este trabalho, mostrar sua viabilidade e estudá-lo a fundo para melhor adequá-lo às necessidades de nossa realidade nacional.

Referências

- [1] Mendes, M.J.; Emiliano, J. R. ; Ferreira, F. R., *Interconexão de sistemas computacionais abertos em automação industrial*
Revista SBA-Controle e Automação , 1987
- [2] GM, *MAP Specification*
version 3.0 - abril, 1987
- [3] Boeing, *TOP Specification*
version 2.0, abril, 1987
- [4] EIA, *EIA RS-511: Manufacturing Message Specification*
draft 6, may, 1987
- [5] Courtiat, J. P, *Arquitetura de redes locais industriais - o projeto de padronização MAP*
Seminário de Automação Industrial, setembro 1988, Florianópolis, SC.