

O PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO MMS PARA REDES LOCAIS INDUSTRIAIS

Flávio Neves Júnior (*)
Jean-Charles Valadier (**)

SUMÁRIO

O objetivo deste trabalho é apresentar um modelo de funcionamento do protocolo MMS (Manufacturing Message Specification), usado para interconectar dispositivos computadorizados numa rede local conforme o modelo de referência OSI, bem como um estudo específico do protocolo, utilizando uma representação gráfica explícita. Finalmente, baseado no estudo dos autores, será apresentada uma análise crítica do ponto de vista do usuário.

ABSTRACT

This work describes a function model of the MMS protocol used for interconnecting computerized devices to a local network according to an OSI reference model. The specific study on this protocol is based on an explicit graphic representation. Finally, the authors present a criticizing analysis over the user's point of view.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a introdução de dispositivos digitais na automação dos processos de fabricação trouxe grandes avanços, pois tornou possível a integração de toda fábrica através de redes de comunicação [Lobianco 87], e, mais particularmente, o controle automatizado da produção.

A norma MMS (Manufacturing Message Specification) [ISO 88], hoje em dia, é um grande esforço de padronização no campo da comunicação em ambiente industrial. Esta norma faz parte do projeto MAP [GM 87, Guffin 88] de definição de redes locais de comunicação nas fábricas totalmente conforme o modelo de referência de interconexão de sistemas abertos: modelo OSI (Open

System Interconnection) da ISO (International Standard Organization) [ISO 84, ABNT 87].

2. MODELO DE UM PROTOCOLO OSI

2.1. Definições Básicas

Em cada camada ou subcamada do modelo OSI, os protocolos definem as regras e formatos para transportar, entre interfaces de comunicação remotas, dados e informações de controle dentro da camada OSI considerada [IEEE 87]. Estes conceitos se traduzem no modelo OSI pela definição de **USUÁRIO DE SERVIÇO** e de **FORNECEDOR DE SERVIÇO**. A figura 1 ilustra esses termos, onde o

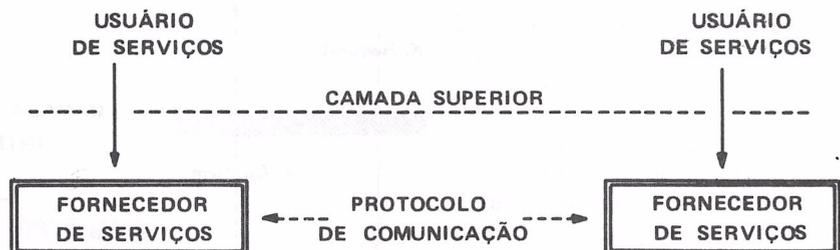


FIG. 1 — Modelagem de uma camada OSI.

(*) Flávio Neves Júnior. Engenheiro Industrial Elétrico pelo CEFET-PR em 1987, aluno do CPGII.

(**) Jean-Charles Valadier. Doutor em Informática. INPT-França, 1985.

usuário de serviços pertence à camada imediatamente superior e utiliza os serviços suportados pelo fornecedor de serviços do protocolo considerado.

2.2. As Primitivas de Serviços

A cada serviço oferecido por uma camada é associado um conjunto de **PRIMITIVAS DE SERVIÇO**, que descrevem as informações, que devem ser trocadas entre o fornecedor e o usuário para poder utilizar o serviço requisitado.

As primitivas de serviço são geralmente de dois tipos:

- **Pedido (Request)** para o usuário requisitar um serviço;
- **Indicação (Indication)** para o fornecedor de serviço indicar alguma informação ao usuário de serviços.

Para os serviços com confirmação dois tipos a mais:

- **Resposta (Response)** a uma primitiva de indicação;
- **Confirmação (Confirm)** do sucesso ou não de um pedido.

A figura 2 ilustra a utilização de uma primitiva de serviço com confirmação (sendo X um serviço qualquer). Os dois usuários de serviço são denominados usuário de serviços **REQUISITANTE** e **RESPONDEDOR**.

A troca de dados, entre fornecedores de serviços, é feita através de unidades de dados de protocolo ou PDUs para **PROTOCOL DATA UNITS**, com parâmetros pré-definidos, endereços, destino e fonte, campos de controle e a **informação**. Os dados são trocados através das camadas inferiores e do meio de comunicação.

2.3. As Conexões no Modelo OSI

Os protocolos especificam geralmente que a transferência de informação entre fornecedores de serviços de uma mesma camada se dá numa conexão previamente estabelecida entre eles. Existem serviços específicos para estabelecer e liberar estas conexões.

2.4. Máquinas de Protocolo

A Máquina de Protocolo é a máquina abstrata que suporta os procedimentos do protocolo [ISO 88]. Em nosso entendimento, esta máquina de protocolo representa o **modelo de funcionamento do protocolo** executado pelos fornecedores de serviços. Caracteriza-se por dois tipos principais de funções:

- formatação e verificação das PDUs trocadas entre os fornecedores de serviço do protocolo;
- gerenciamento dos serviços suportados pelo protocolo, em particular os serviços de conexões.

Em conclusão, um protocolo pode ser visto como um conjunto de regras especificando as primitivas de serviço transmitidas em função das primitivas de serviço recebidas (das camadas inferior, superior e de gerenciamento). Os procedimentos dos fornecedores de serviço são modelados pelas máquinas de protocolo associadas.

3. MODELO DE UM PROTOCOLO DE APLICAÇÃO

O modelo de um protocolo do nível de aplicação, tal como o protocolo MMS, diferencia-se do modelo das outras camadas pelo fato de ser a interface do usuário com sistema de comunicação.

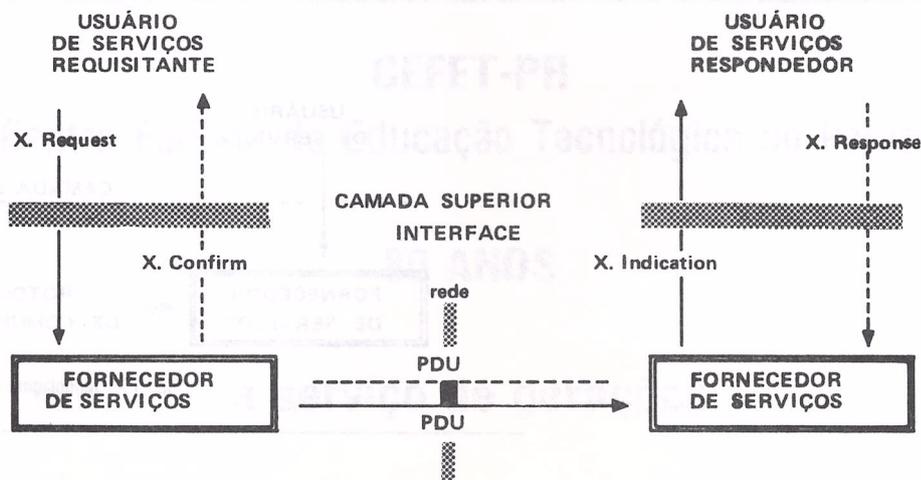


FIG. 2 — Uso de primitivas de serviço com confirmação.

3.1. Processos de Aplicação

Na terminologia OSI, estes são os processos aplicativos dos dispositivos que utilizam a rede de comunicação. Como o mostra a figura 3, não pertencem ao ambiente OSI, mas usam os recursos da arquitetura OSI para as suas necessidades de comunicação.

3.2. A Subcamada ACSE

A definição do ambiente comum de intercâmbio entre processos de aplicação que querem comunicar-se, é feita por um protocolo de aplicação particular denominado ACSE, *Association Control Service Element*. Este protocolo permite gerenciar a **associação de aplicação** entre os processos de aplicação; o protocolo ACSE pertence à subcamada inferior de aplicação.

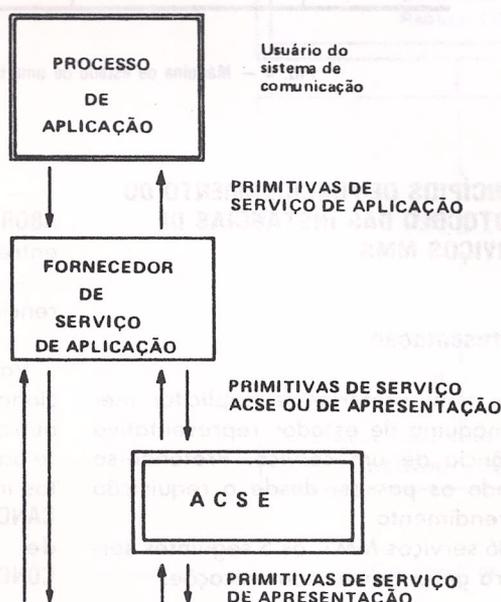


FIG. 3 — Modelagem da camada de aplicação.

4. PROPOSTA MMS

4.1. Os Serviços MMS

O objetivo da proposta MMS [Mendes 88] é de definir um protocolo de aplicação com os serviços de mensagens, necessários pa-

ra a comunicação entre dispositivos industriais programáveis (CNC's, CNR's, CLP's, etc) e controladores de célula num ambiente de manufatura integrada por computador (CIM: *Computer Integrated Manufacturing*).

O documento MMS é constituído de duas partes distintas.

A primeira parte define 86 serviços que normalizam a comunicação de mensagens para comando e controle remoto de dispositivos industriais. Estes serviços são agrupados da seguinte forma [Leite 87, Tomlinson 88]:

- gerência das associações MMS,
- informação sobre dispositivos remotos,
- gerência de recursos de dispositivos remotos,
- carregamento e execução a distância de programa.
- acesso a variáveis remotas,
- gerência a distância de semáforos,
- gerência a distância de eventos,
- gerência distribuída de jornal,
- comunicação com operador remoto,
- transferência de arquivos.

Quando um usuário MMS (usuário de serviços MMS, sendo aqui um usuário do sistema de comunicação) requisita um serviço MMS qualquer, este fica representado no fornecedor de serviço MMS por uma instância do serviço até o fim do tratamento.

A segunda parte das especificações MMS descreve a máquina de protocolo MMS associada a estes serviços. Esta segunda parte constitui o enfoque principal da continuação deste trabalho.

4.2. A Máquina de Protocolo MMS

Os procedimentos do protocolo MMS são suportados por uma máquina de protocolo chamada MMPM (*Manufacturing Message Protocol Machine*). As principais funções da MMPM são:

1. Codificação: consiste em construir campo a campo as PDUs MMS recebidas do usuário MMS [ISO 86].
2. Decodificação, consiste em analisar as PDUs recebidas e fornecer os parâmetros a serem passados ao usuário MMS.
3. A MMPM deve gerenciar todas as instâncias em curso dos serviços requisitados. Este item é o assunto principal deste artigo e será desenvolvido separadamente a seguir.
4. A MMPM deve gerenciar todas as associações de aplicação. Os serviços **INITIATE** e **ABORT** permitem estabelecer e abortar uma associação de aplicação entre dois usuários MMS. Qualquer outra requisição de serviço não será atendida pelo fornecedor MMS se não participa de uma associação de aplicação previamente estabelecida. Um terceiro serviço, chamado **CONCLUDE**, permite acabar a associação de aplicação entre dois usuários.

4.3. Instâncias de Serviço MMS

A norma representa o mecanismo das instâncias de serviço por máquinas de estados.

Várias instâncias de um mesmo serviço com confirmação podem conviver simultaneamente; a diferenciação entre instâncias é feita através de um identificador de invocação (*Invoke ID*). O valor deste parâmetro nas primitivas *Indication*, *Response* e *Confirm* é

igual ao da primitiva *Request* de origem, e serve para identificar, sem ambigüidade, a invocação de serviço.

Exemplificando, suponha-se uma rede hipotética como mostra a figura 4. Considerando a requisição do serviço *READ* pelo usuário A, usado para ler o valor de uma ou mais variáveis de um usuário remoto, a instância relativa ao serviço *READ* no fornecedor de serviço A fica no estado *PENDENTE*, até que a resposta retorne.

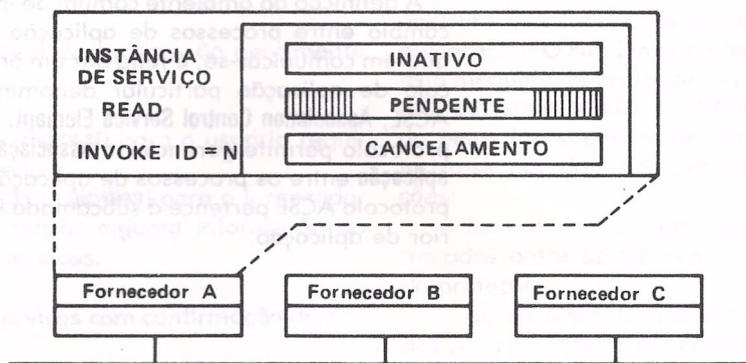


FIG. 4 — Máquina de estado de uma invocação de serviço.

5. PRINCÍPIOS DE FUNCIONAMENTO DO PROTOCOLO DAS INSTÂNCIAS DE SERVIÇOS MMS

5.1. Apresentação

Neste item, pretende-se explicitar melhor a máquina de estados representativa da instância de um serviço. Pretende-se mostrando os passos, desde a requisição até o atendimento.

Dos 86 serviços MMS, os 5 seguintes servem para gerenciar as comunicações:

- os serviços *INITIATE*, *CONCLUDE* e *ABORT* para gerenciar as associações MMS entre 2 usuários;
- os serviços *CANCEL* e *REJECT* para gerenciar as instâncias de serviços.

Vamos descrever primeiramente o funcionamento das instâncias de serviços dos outros 81 serviços, serviços especificamente para comando e controle de equipamentos industriais remotos, depois os serviços *CANCEL*, *REJECT* e os serviços de gerência de associação (*ABORT*, *INITIATE* e *CONCLUDE*).

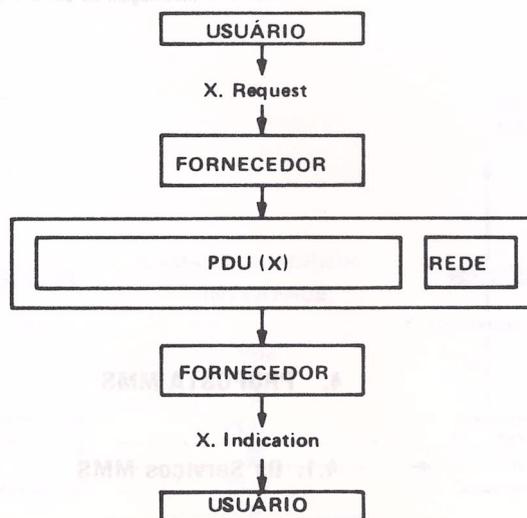


FIG. 5 — Representação adotada para um pedido de serviço.

5.2. Caso Genérico de Requisição de um Serviço

5.2.1. SERVIÇOS SEM CONFIRMAÇÃO

Nos serviços sem confirmação, o fornecedor MMS requisitante envia uma PDU denominada **Unconfirmed-Request PDU** e a instância volta para o estado INATIVO. Do outro lado, no fornecedor MMS respondedor, o recebimento da **Unconfirmed-Request PDU**, implicará o envio para o usuário de uma primitiva de indicação, e a máquina de estado representando a instância tem, também, um tempo de vida reduzido.

tância volta para o estado INATIVO. Do outro lado, no fornecedor MMS respondedor, o recebimento da **Unconfirmed-Request PDU**, implicará o envio para o usuário de uma primitiva de indicação, e a máquina de estado representando a instância tem, também, um tempo de vida reduzido.

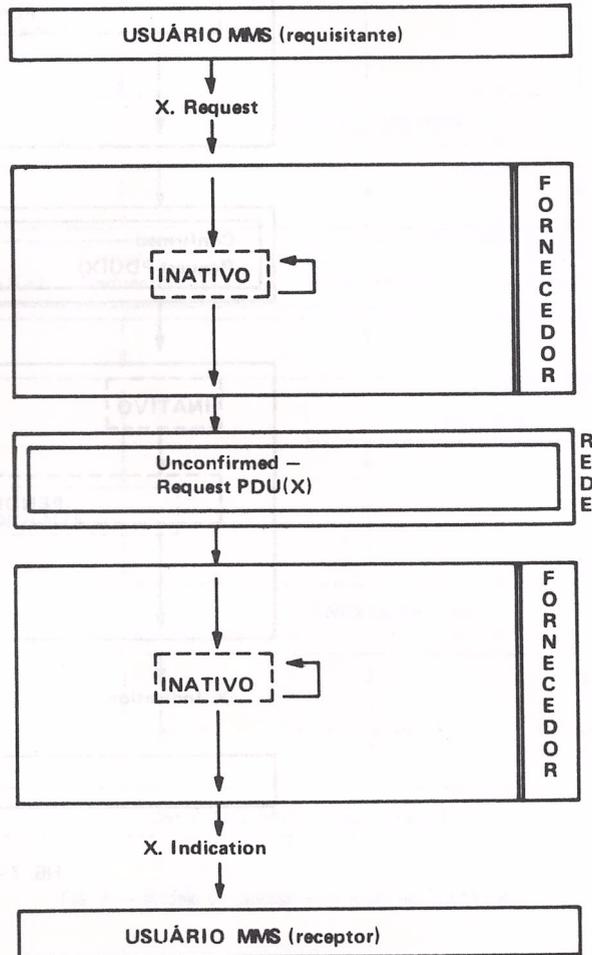


FIG. 6 — Modelo de um serviço sem confirmação.

5.2.2. SERVIÇOS COM CONFIRMAÇÃO

A figura 7 apresenta um modelo de atendimento regular de um serviço com confirmação.

Ao receber um pedido do serviço (X) com confirmação (primitiva **X.Request**), uma instância de serviço é ativada (transição do estado INATIVO para PENDENTE) com um identificador (**Invoke ID**) único; desta maneira as respostas relacionadas ao serviço poderão ser tratadas adequadamente.

O fornecedor MMS, então, gera uma PDU denominada **Confirmed-Request PDU (X)**. A resposta pode ser:

- uma PDU de resposta do tipo **Confirmed-Response PDU (X)** indica uma resposta bem sucedida;
- uma PDU **Confirmed-Error PDU (X)** indica que o pedido de serviço não foi aceito pelo usuário MMS respondedor.

No respondedor será criada uma instância de serviço identificada pelo **Invoke Id** recebido. As primitivas de resposta do usuário respondedor indicam um atendimento de requisição de serviço positiva ou negativa.

5.3. Cancelamento de uma Requisição de Serviço

O serviço de cancelamento serve para anular uma requisição de serviço com confirmação em curso. O serviço de Cancelamento é um serviço com confirmação particular que não pode ser cancelado. Transporta como parâmetro o Identificador de Invocação da instância de serviço a ser cancelada.

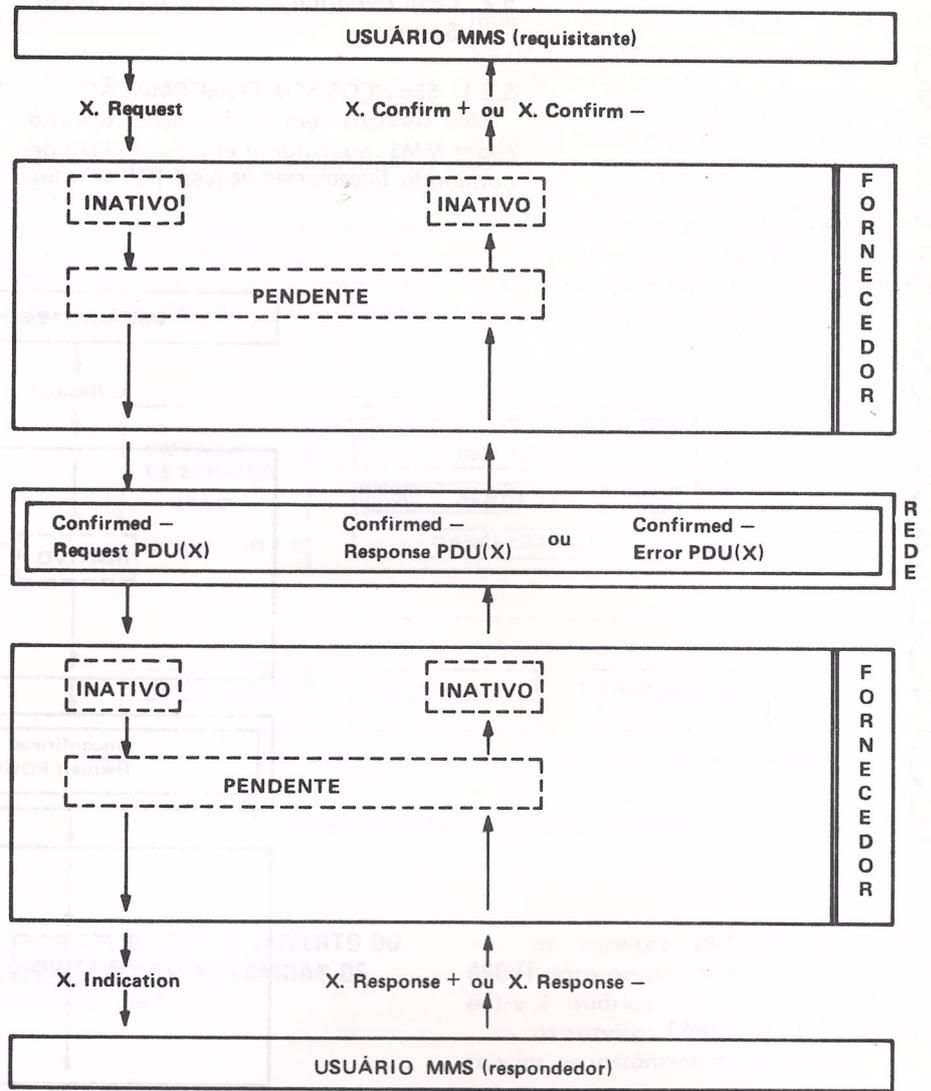


FIG. 7 — Modelo regular de um serviço com confirmação.

5.3.1 CANCELAMENTO RECEBIDO EM TEMPO HÁBIL

Durante o cancelamento, tanto no fornecedor MMS requisitante como no respondedor, a instância do serviço está no estado CANCELAMENTO, até ser atendido o pedido de cancelamento.

5.3.1.1. CANCELAMENTO ACEITO

Neste caso (figura 8), o usuário respondedor aceita o pedido de cancelamento respondendo afirmativamente. Atendido o cancelamento e resposta pendente para o serviço X, a instância volta ao estado INATIVO.

5.3.1.2. CANCELAMENTO RECUSADO

Neste caso, uma resposta Cancel - Error PDU indica um cancelamento não aceito, cujos motivos estão descritos nos parâmetros

da PDU. Os dois fornecedores voltam ao estado PENDENTE e o serviço prossegue normalmente.

5.3.2. CANCELAMENTO RECEBIDO NO PRAZO VENCIDO

Cancelamento no prazo vencido do ponto de vista do respondedor do serviço ocorre quando, em tempo de processamento e comunicação, o fornecedor respondedor já transmitiu a resposta do serviço requisitado e logo a seguir chega o pedido de cancelamento da instância de serviço.

Neste caso, o pedido de cancelamento se refere a um identificador de invocação de instância de serviço não mais conhecida, ou seja, já concluída, o que implicará uma resposta (Cancel - Error PDU (X)) por parte do fornecedor respondedor (sem interação com o usuário MMS).

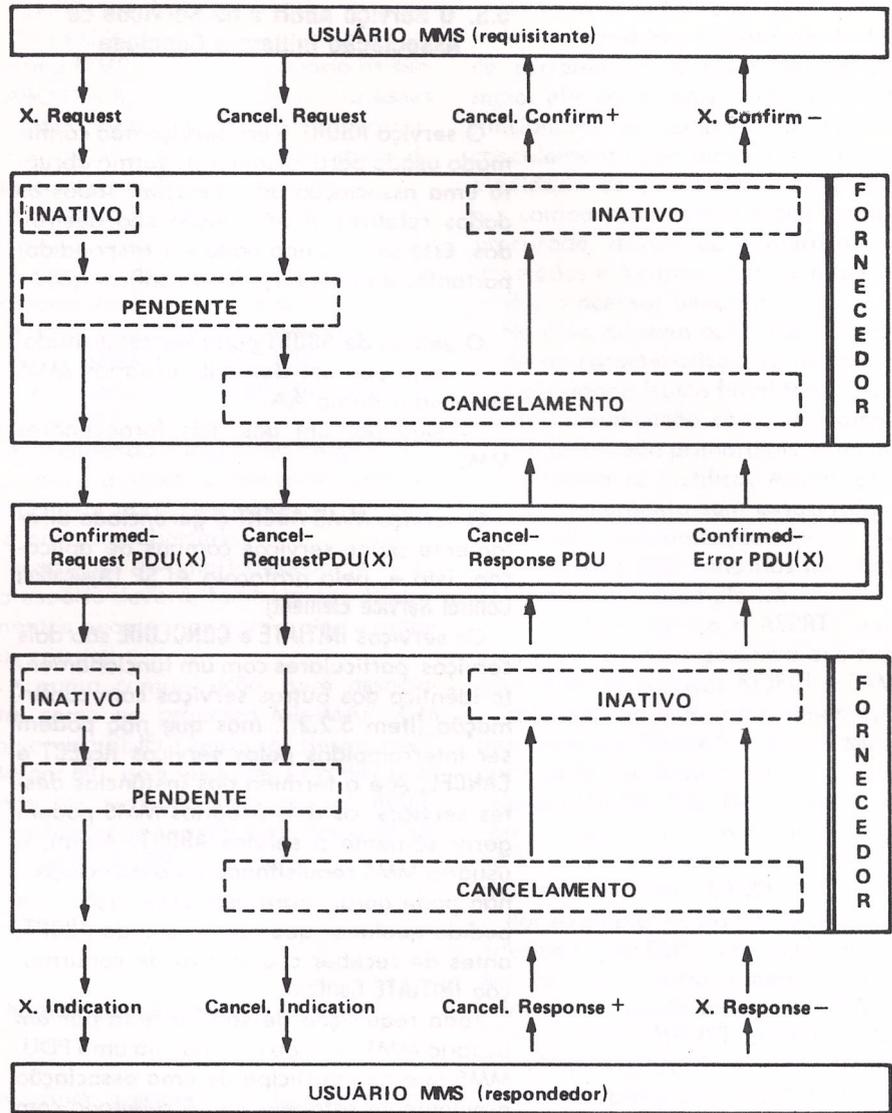


FIG. 8 — Modelo de cancelamento aceito em tempo hábil.

5.4. Rejeição de Serviço

O serviço **REJECT** é um serviço inicializado pelo fornecedor e é usado para informar o usuário MMS da ocorrência de um erro de

protocolo. Como o serviço de cancelamento, transporta o **Invoke-Id** do serviço do qual foi detectado o erro. Este serviço possui somente um tipo de primitiva, a **REJECT.Indication**. Dois tipos de rejeição podem ser identificados.

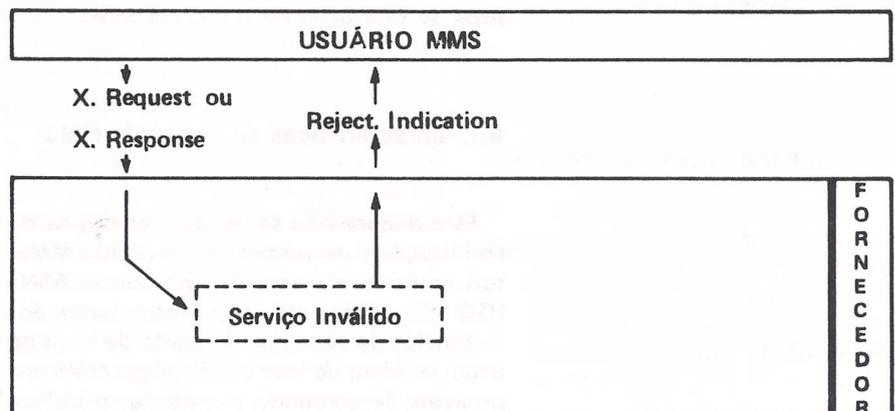


FIG. 9 — Modelo de rejeição de primitiva de serviço MMS.

5.5. O Serviço Abort e os Serviços de Associação Initiate e Conclude

O serviço ABORT é um serviço não confirmado usado para terminar de forma abrupta uma associação de aplicação. Todos os dados relativos à associação são destruídos. Este serviço não pode ser respondido; portanto, é um serviço sem confirmação.

O pedido de ABORT pode ser requisitado:

- seja por um dos dois usuários MMS envolvidos numa AA;
- seja por um dos dois fornecedores MMS.

O serviço MMS ABORT é gerenciado diretamente pelos serviços comuns de aplicação, isto é, pelo protocolo ACSE (Application Control Service Element).

Os serviços INITIATE e CONCLUDE são dois serviços particulares com um funcionamento idêntico aos outros serviços com confirmação (item 5.2.2.), mas que não podem ser interrompidos pelos serviços REJECT e CANCEL. Até o término das instâncias destes serviços, os dois usuários MMS podem gerar somente o serviço ABORT. Assim, o usuário MMS requisitando uma associação, não pode gerar, para esta associação, um pedido qualquer que não seja o de ABORT, antes de receber a primitiva de confirmação INITIATE.Confirm.

Toda requisição de serviço feita por um usuário MMS local ou remoto, via uma PDU-MMS que não participa de uma associação previamente estabelecida, é rejeitada com o serviço ABORT.

Portanto, uma vez abortada uma associação, toda recepção de PDU pendente desta associação é "considerada inválida" e é indicada ao usuário através da primitiva ABORT.Indication.

6. ANÁLISE DO PROTOCOLO MMS

Neste item, vamos analisar as características de utilização do protocolo MMS.

6.1. Características do Protocolo MMS

Esta análise não se estende às regras de codificação e decodificação das PDU's MMS, tais como foram descritas na norma ASN1 [ISO 85], mas trata o gerenciamento das instâncias de serviços, do ponto de vista do usuário, além da lista dos serviços MMS disponíveis de comando e controle, a utilização do protocolo de comunicação MMS se caracteriza principalmente pelo tratamento das instâncias de serviços MMS.

Assim, devido à utilização do protocolo MMS, cada processo de aplicação, utilizando uma comunicação MMS, deverá ser programado com os procedimentos particulares para gerenciar:

- o estabelecimento, manutenção e término das associações MMS;
- as instâncias pendentes dos pedidos de serviços com confirmação;
- as indicações de serviço inválido (REJECT e ABORT).

6.1.1. GERÊNCIA DAS ASSOCIAÇÕES DE APLICAÇÃO MMS

Qualquer comunicação MMS impõe o estabelecimento prévio de uma associação entre os dois usuários. No entanto, existem propostas de implementação que não necessitam do estabelecimento de uma associação para uma comunicação, tal como foram descritas no MiniMAP [GM 87] e na aplicação industrial da ITP [BRYANT 88].

O estabelecimento de uma associação permite que se obtenha as seguintes vantagens:

- controlar o número de comunicações ponto a ponto, em função das disponibilidades e da prioridade do usuário;
- adequar os recursos de cada comunicação (numa comunicação sem associação os recursos são pré-definidos).

As desvantagens são:

- gerência particular dos serviços INITIATE e CONCLUDE tanto como a da interface com o protocolo ACSE;
- limitação de cada comunicação a dois usuários, pois uma associação MMS pode envolver só dois usuários remotos;
- necessidade do estabelecimento de uma associação para cada comunicação, o que pode ser uma restrição no caso de alarmes, com alta prioridade mas com baixa probabilidade.

Uma comunicação, feita sem o estabelecimento de associação, implicará menor desperdício na comunicação e, também, menor necessidade de recursos.

6.1.2. GERÊNCIA DE SERVIÇOS COM CONFIRMAÇÃO

Como ocorre concorrência múltipla de serviços, nos casos em que há confirmação, o usuário deve gerenciar simultaneamente várias instâncias de serviços com confirmação. A vantagem deste tipo de serviço é que o usuário recebe a confirmação explícita do sucesso ou não do seu pedido com os dados requisitados, se for o caso.

O usuário deve também gerenciar o serviço de cancelamento, podendo, assim, interromper um pedido de serviço não mais necessário. Porém, o serviço de cancelamento aumenta a complexidade das instâncias de serviço, e existem muitos casos particulares a serem estudados e avaliados.

6.1.3. GERÊNCIA DOS SERVIÇOS INVÁLIDOS

A norma MMS fornece ao usuário os serviços **ABORT** e **REJECT** para gerenciar esses casos. Duas possibilidades podem ocorrer:

1 — o usuário deve ter capacidade de abortar comunicações em caso de:

- falta de sincronismo na comunicação entre usuários;
- pedido de serviço referenciando uma associação não estabelecida;
- interrupção de serviços particulares como o **INITIATE** e **CONCLUDE**.

2 — o usuário deve tratar indicações de **REJECT** e **ABORT**:

- recebendo a indicação de aborto, o usuário deverá pedir, se possível, uma nova associação para reestabelecer e continuar o processo abortado;
- no caso de uma indicação de rejeição, o usuário deverá, também, ter os procedimentos necessários para tratar a maioria das causas;
- numa comunicação, sem associação tal como na proposta MiniMAP [GM 87], o serviço **REJECT** pode ser desnecessário [Bryant 88], pois qualquer erro de serviço pode ser indicado pelo serviço **ABORT** (cada instância de serviço pode ser vista como uma associação particular).

6.2. Análise dos Autores

Um estudo completo do funcionamento das instâncias de serviços MMS, necessita de uma análise de desempenho em termos de tempo real, de toda estrutura de **Software** e recursos envolvidos no ambiente MAP, bem como o **Hardware** empregado e o meio de comunicação.

O CPGII está desenvolvendo uma MMPPM para o seu projeto QuasiMAP [Burnet 89, Valadier 89] e a análise que segue representa a opinião dos autores.

O funcionamento do protocolo MMS permite maior flexibilidade ao usuário MMS (sendo este o objetivo principal do projeto MAP), permitindo:

- um grande número de serviços para comando e controle;
- o gerenciamento de cada associação;
- comandos (serviços) de controle de processo com confirmação e sem confirmação;
- o controle completo do tratamento de cada serviço, tanto no fornecedor como no usuário, através dos serviços **CANCEL** e **REJECT**.

O gerenciamento de todas estas tarefas torna complexa a MMPPM e implica mais controles por parte dos processos usuários. Tanto que o projeto MAP inclui especificações tão extensas quanto às MMS para definir uma interface MMS entre usuários e fornecedor de serviço MMS ["MMSI: MMS Interface", -MAP 87, vol. IV].

No caso de uma rede MAP, envolvendo todas as camadas, o protocolo MMS oferece certamente, a nível de aplicação, a maior eficiência, pois, fora da validação do funcionamento completo da primitiva de cancelamento que tem de ser feita, a complexidade do protocolo é uma vantagem em comparação com a maior flexibilidade procurada, devido ao número de serviços desejados e à capacidade de processamento dos processos usuários.

No caso de uma aplicação de produção, onde as características de tempo real, de complexidade (custo final) tanto na interface de comunicação como dos dispositivos interligados, são primordiais, uma proposta simplificada se justifica. Assim, propõe-se um funcionamento sem associação, onde:

— cada comunicação utiliza recursos pré-definidos (tamanho das mensagens de 16 octetos por exemplo...);

— o único serviço o **ABORT**, muito simples e básico para gerência das comunicações (sem os serviços **REJECT** e **CANCEL**).

Tal proposta está, parcialmente, tratada nas normas **MINIMAP** e **Companion Standard** para CLPs (Controladores Lógicos Programáveis) [NEMA 88]. Na primeira, existem comunicações sem associação; enquanto, na segunda, existem classes de comunicações sem o serviço **CANCEL**.

Por exemplo, nesta nossa proposta, uma interface para CLP's, utilizada para leitura e escrita, necessitaria somente de 6 serviços MMS de comando industrial (**READ**, **WRITE**, **STATUS**, **GETNAMELIST**, **IDENTIFY**, **GETVARIABLEACCESSATTRIBUTES**) e uma de gerenciamento do protocolo (**ABORT**). No caso da norma MMS, são necessários, também, o gerenciamento, tanto no fornecedor de serviço como nos processos usuários, dos serviços particulares **INITIATE**, **CONCLUDE**, **CANCEL** e **REJECT**.

Este protocolo simples pode suportar qualquer serviço de comando normalizado MMS. O que permitiria avanço numa padronização dos comandos de controle industriais, preservando os imperativos de custo e simplicidade em automação da produção.

Nota • Apoio no desenvolvimento: Prof^a Keiko V. Ono Fonseca.

• Apoio financeiro: Lorenzetti - Porcelana Industrial Paraná S.A.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[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.

[Bryant 88] S. Bryant, "Implementation of cell control using MMS", MAP/TOP interface, vol. 4, n. 4, 1988.

- [Burnett 89] R. Carlisle Burnett, J-C Valadier, "QuasiMAP, uma rede local para ambiente industrial", *InfoPAR.Sucesso/PR*, 10-14 de abril 1989.
- [GM 87] General Motor, "Manufacturing Automation Protocol — version 3.0", julho de 1987.
- [Guffin 88] L.J. McGuffin, L.O. Reid, S.R. Sparks, "MAP/TOP IN CIM Distributed Computing", *IEEE Network*, vol. 2, n. 3, maio de 1988.
- [IEEE 87] Institute of Electrical e Electronics Engineers, "Local and Metropolitan Area Network Standard — Overview, Interworking, and Systems Management", *Draft IEEE Standard 802.1*, julho de 1987.
- [ISO 84] International Standard Organization, "Information processing system — Open System Interconnection — Basic Reference Model", *IS/ISO 7498*, outubro de 1984.
- [ISO 86] International Standard Organization, "Information processing system — Open System Interconnection — Specification of Abstract Syntax Notation One (ASN.1)", *DIS/ISO 8824*, setembro de 1986.
- [ISO 88] International Standard Organization, "Manufacturing Message Specification", *ISO/DIS 9506*, agosto de 1988.
- [Leite 87] J.R.E. Leite, M.J. Mendes, M. Magalhães, "Protocolos de aplicação em redes locais de computadores na automação industrial (MAP/TOP)", *5º Simpósio de Redes de Computadores*, abril de 1988.
- [Lobianco 87] W. Lobianco Jr, "Redes Locais na Indústria: a tendência natural", *Automação & Indústria*, agosto/setembro de 1987.
- [Mendes 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.
- [NEMA 88] National Electrical Manufacturers Association, "Programmable Controller Messaging Service Specification", *NEMA/IS4/SC21/TF1*, rough draft, 8 de janeiro de 1988.
- [Tomlinson 88] J. Tomlinson, H. Farb, "Manufacturing Message Specification (MMS) Services", *Open System Data Transfer*, fevereiro de 1988.
- [Valadier 89] J-C Valadier, R. Carlisle Burnett, "A Rede Experimental QuasiMAP — comunicação normalizada em controles da produção", publicado no *Seminário Franco-Brasileiro em sistemas distribuídos*, Florianópolis, 11-16 de setembro de 1989.

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA INDUSTRIAL • CPGII

Coordenação: Maurizio Tazza

Modalidades:

- Automação
- Modelagem de Sistemas Industriais
- Telemática

Informações — Secretaria do CPGII

Telefone (041) 224-5333 — Ramal 191
Curitiba — Paraná