REDES LOCAIS INDUSTRIAIS E O PROJETO DE PADRONIZAÇÃO MAP/TOP

Prof. Dr. Manuel de Jesus Mendes

Prof. Dr. Mauricio Magalhães

Universidade Estadual de Campinas Faculdade de Engenharia Elétrica Deptº de Engenharia de Computação e Automação Industrial C.P. 6101 - CEP 13.081 - Campinas, SP

Resumo

O Projeto MAP/TOP baseado no Modelo de Referência da ISO, é aceito atualmente como padrão a ser adotado internacionalmente para a arquitetura de comunicação na automação de processos, manufatura e escritório. O objetivo do padrão MAP/TOP é o de permitir que equipamentos utilizados na automação industrial (produção, desenvolvimento e escritório) sejam integrados sem problemas, independentemente do fabricante de cada um destes equipamentos. Este trabalho descreve o estado atual do Projeto MAP/TOP, como também alguns desenvolvimentos futuros especialmente na área associada à padronização dos barramentos de campo (FIELDBUS).

Industrial Local Area Network and the MAP/TOP Project

Abstract

The MAP/TOP initiative has become almost universally accepted as the basis for an OSI based communications architecture for process manufacturing and office automation. A set of factory/office networking guidelines, MAP/TOP aims to let intelligent factory/office entities communicate painlessly and with true plug-in compatibility-regardless of what company made which piece. This paper describes the current state of MAP/TOP and indicates possible future developments, with particular focus on FIELDBUS area.

1. INTRODUÇÃO

São inúmeros os esforços em andamento en tre usuarios, fornecedores de equipamento, or ganizações nacionais (ANSI, DIN, ABNT, ...), organizações de classe em cada país (IEEE. EIA, VDE/VCM, ECMA, ...) e organizações internacionais (ISO, IEC, CCITT), na direção da padronização da comunicação entre equipamentos computadorizados em um ambiente heterogêneo. O projeto MAP/TOP é um exemplo desse esforço, voltado para os problemas de comunicação nos setores produtivos (fábrica) e administrativos das empresas, uma vez que se constatam que os custos de comunicação repre sentam 50% dos custos totais de hardware/ software instalados.

O Projeto MAP ("Manufacturing Automation Protocol") foi iniciado pela GM em 1980. Em 1982 foi publicado o primeiro documento geral de redes, seguido em 1984 pela versão MAP 1.0 de especificações e em 1985, pela versão MAP 2.0 com extensões diversas, em particular no que diz respeito aos protocolos de aplicação. Seguiu-se a versão 2.1 em fins de 1985 e 2.2 em 1986 com extensões de protocolos "Internet-File-Transfer" e estruturas

EPA/MINI-MAP. Atualmente, foi publicada uma versão provisória MAP 3.0 com novos aspectos na camada de apresentação, em protocolos de aplicação, como o FTAM e RS-511, bem como protocolos de Diretórios e de Administração de Redes. O grupo de usuários do MAP, formado nos USA em Março de 1984, estendeu-se a diversos países da Europa, Japão e Austrália e conta com mais de 1600 companhias participantes oficiais.

Já o projeto TOP("Technical Office Protocol") destina-se às áreas técnico-administrativas da empresa e foi apoiado inicialmente pela Boeing, como resultado de uma série de encontros do NBS realizados a partir de 1983. A Boeing adotou as principais decisões do NBS e criou-se um Grupo de usuários TOP em Dezembro de 1985, com o lançamento da especificação TOP 1.0. Durante o ano de 1986 os dois projetos passaram a ser coordenados conjuntamente, resultando o chamado projeto MAP/TOP. Em abril de 1987 saiu a versão TOP 3.0.

O MAP destina-se à interligação dos mais diversos dispositivos computadorizados numa fábrica como, por exemplo:

- . recursos computacionais ("main-frames", micro/mini/supermini-computadores, Personal Computers, etc);
- dispositivos programáveis (CNC's, CNR's, CLP's, controladores de solda, controladores de fluxo de materiais, etc);
- . terminais instalados (de coleta de dados, monitores, etc);

As especificações de TOP procuram atender outras áreas como:

- . Correio eletrônico;
- . Processamento de textos;
- . Textos/gráficos;
- . Acesso a bases de dados;
- . Transferência de arquivos;
- . CAD/CAM distribuído;
- . Troca de documentos;
- . Transações bancarias
- Sistemas distribuídos de administração da manufatura;
- Compartilhamento de recursos (memórias, impressoras, etc).

O projeto MAP/TOP relaciona-se com outros, em particular, com os trabalhos da ISO (TC 184/WG1, TC87 SC6/SC21), IEC - C 65A, WG 6, IEEE 802, ANSI-FDDI, EIA - Project 1393. Basicamente visa-se a criação de um ambiente de rede multifornecedor com ampla interoperalidade dos equipamentos. No trabalho apresentam-se as principais tendências das novas versões MAP/TOP 3.0.

2. CONCEITOS, ESTRUTURAS, ARQUITETURAS DE CO-MUNICAÇÃO

O desenvolvimento acelerado da informática e a possibilidade de uso desta tecnología em aplicações de maior complexidade têm provocado uma evolução da comunicação de dados na automação industrial, tanto nas aplicações representadas pelos processos continuos, como naquelas classificadas como processos discretos.

2.1 Processos Contínuos

Desde a implantação dos primeiros projetos de Controle de Processos (continuos), a transmissão à distância da informação é um dos aspectos fundamentais destes sistemas. Os instrumentos e reguladores pneumáticos, inicialmente instalados no campo, passaram a enviar dados (analógicos) para centrais de controle, onde instrumentos suplementares de controle e registro viabilizavam a supervisão centralizada da operação dos processos. Durante os anos 60, com a introdução gradativa dos computadores, iniciou-se a implementação do chamado Controle DDC (Direct Digital Control) no qual as funções dos regu ladores foram centralizadas em um único computador, permanecendo no campo unicamente os sensores e atuadores. A descentralização vol tou a ocorrer durante os anos 70, devido à tecnologia dos microprocessadores, com a con

cepção dos chamados SDCDs (Sistemas Digitais de Controle Distribuído), e que não são mais do que sistemas de instrumentação digital de processo. Visando uma integração operacional, surgiram, durante os anos 80, estruturas de Controle Multinível (ver fig. 1), desde o Nível Administrativo da Fábrica, passando pelo Nível de Gerenciamento de Áreas (essencialmente dedicado ao controle e planejamento de produção) e de Controle Supervisório Tempo-Real de Unidades de Produção, até se chegar ao Nível Regulatório (por exemplo, hoje realizado por SDCDs) e de Processo onde se situam os sensores e atuadores.

2.2 Processos Discretos

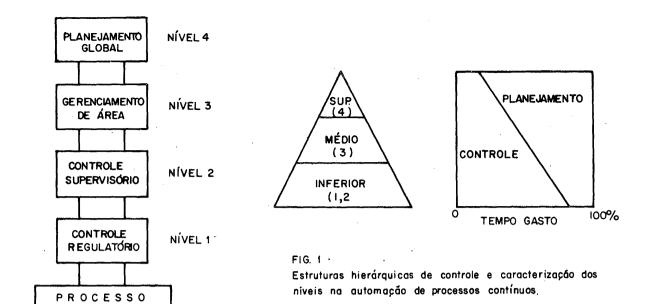
A evolução ocorrida na automação da manu fatura teve aspectos distintos dos descritos anteriormente.

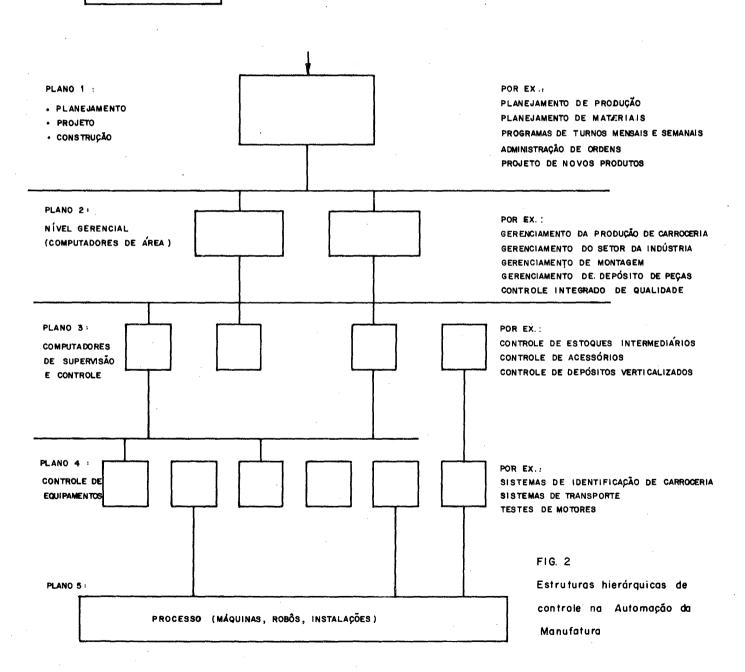
Tecnologicamente também ocorreram, devido à revolução dos microprocessadores, altera ções profundas: controle das MFs (Máquinas-Ferramenta) por computadores; soluções de baixo custo oferecidas pelos CNCs e CLPs para o controle de fluxo de materiais, utilização de robôs industriais no manuseio de pe ças; implantação de sistemas CAD com estações distribuídas; grande diversidade de micros, minis e superminicomputadores para as mais diversas funções de monitoramento, supervisão, controle de produção, sistemas automáticos de testes e controle de qualidade. Nos anos 80 começaram a ser instalados sistemas hierárquicos (ver fig. 2), muito semelhantes funcionalmente aos apresentados fig. 1, de tal forma a se conseguir, pela troca constante de informação, a integração operacional de vários sistemas.

2.3 Topologias

Interessam-nos, em particular, na classe de comunicação ponto-a-ponto, as topologias anel e, na difusão, as topologias em barramento, pelas inumeras vantagens que apresentam. Para responder à diversidade de requisitos de comunicação nos diversos níveis da hierarquia de controle, a topologia de redes é apresentada em termos de uma hierarquia de subredes. Por exemplo, é frequente a existência de árvores de segmentos de barramentos inter ligados nos níveis inferiores, com boa cober tura da superficie onde se encontram os equi pamentos, em edifícios ou salas distintas. Neste nível entra o conceito de LAN. níveis superiores poderão as diversas LAN's ser interligadas por um tronco ("backbone") que atingirá diversos Km's de extensão, formando-se um CWN ('Campus Wide Network''). Para interligar CWN ou LAN's distantes de 5 a 50Km, propõem-se hoje estruturas em anel, re sultando as chamadas MAN ("Metropolitan Area Networks"). Para distâncias superiores, finalmente, consideram-se as WAN ("Wide Area Networks") em geral ja pertencentes ao domínio público (por ex. rede telefônica).

O projeto MAP/TOP procura considerar todos estes aspectos, em particular na definição de LAN's e CWN's. No projeto IEEE-802.6





está sendo finalizada uma especificação para MAN's.

2.4 Arquitetura

A arquitetura de rede escolhida no Projeto MAP/TOP foi a do Modelo de Referência OSI/ISO. Esta escolha teve fortes impactos no meio industrial uma vez que não estava clara a influência do "overhead" do software das camadas superiores de protocolos nos aspectos de tempo-real exigidos em automação. Até então as redes proprietárias existentes limitavam-se às camadas inferiores. Em particular o projeto Proway do IEC apontou durante muitos anos nessa direção.

3. PROTOCOLOS DA "SUITE" MAP/TOP (Versões 3.0)

O estado atual do MAP é representado por uma versão provisória do MAP 3.0 que atualiza vários dos protocolos presentes nas versões anteriores. O documento inclui o protocolo para a camada de apresentação, camada esta que era totalmente vazia nas versões an teriores, assim como, os conteúdos relativos à transferência de arquivos, serviços de Diretório e gerenciamento de rede são substancialmente mais avançados.

Em resumo, as extensões incluídas na proposta 3.0, ver fig. 3, são as seguintes:

- . Serviço de rede sem conexão ISO
- . camada de apresentação ISO
- gerenciamento e transferência de arquivo ISO
- . interface de aplicação
- serviços de Diretório (baseado em trabalhos da ISO em andamento)
- gerenciamento de rede (baseado em trabalhos da ISO em andamento)
- mensagens de manufatura (baseado no EIA 1393)

A transição da versão 2.2 para a versão 3.0 tem algumas questões relacionadas com a compatibilidade. Uma seção do documento 3.0 discute os problemas de compatibilidade e migração em geral e, mais especificamente, entre as versões 2.2 e 3.0.

3.1 Camada Física

No MAP foram adotados dois tipos de trans missão física das especificações IEEE $802.\overline{4}$ "token-bus":

- . Cabo coaxial, transmissão "broadband", taxas de 10 Mbps, modulação ASK duobinária, com alocação "mid-split" dos dois canais de emissão e recepção;
- . Cabo coaxial, transmissão "carrierband", fase coerente, taxa de 5 Mbps, canal úni co.

Os sistemas "broadband" são instalados de acordo com os padrões industriais de televisão por cabo (CATV) e destinam-se à implementação do nível "backbone" da rede, em virtude da fraca atenuação do sinal, da baixa

interferência electromagnética e da capacida de que oferecem para a transmissão simultânea de dados, voz e imagem. No MAP 3.0 publicou-se um manual completo sobre as especificações para projeto, instalação, testes, aceitação e manutenção desses sistemas.

Já os sistemas "carrierband" destinam-se aos níveis inferiores de transmissão na fábrica, suportam um único canal bidirecional, não necessitam de modulador / remodulador ("head-end") e as interfaces são passivas, mais simples, confiáveis e baratas. No máximo suporta 32 estações a distâncias inferiores a 1000m (cabo do tipo RG-11 de 75 ohm's). Não existe ainda um manual de instalação.

Para redes TOP, o protocolo primário escolhido foi:

. IEEE 802.3, CSMA/CD, transmissão "base-band" usando cabo coaxial do tipo 10 Base 5 (10 Mbps).

Este tipo de sub-rede é ideal para inter ligar estações de trabalho em escritórios, como PC's, outros terminais e até estações de trabalho CAE mais sofisticadas. Os segmen tos 10 Base 5 atingem comprimentos de 500m, interligados por repetidores. A escolha feita baseou-se na base já instalada de LAN's Ethernet, permitindo-se a coexistência dos dois sistemas no mesmo cabo. Como altertambém transmissão nativas, o TOP preve "broadband" com cabos do tipo 10 Broad 36, e distâncias de até 3750m. A aplicação básica prevista para 10 Broad 36 é a de tronco para interligação de estações muito distantes ou de diversos segmentos TOP 10 Base 5, principalmente quando ja existe um cabo instalado para outros fins (voz, imagens, etc.).

3.2 Camada de enlace

O objetivo da camada de enlace de dados é de suportar e gerenciar a transmissão de quadros individuais de dados. A camada de enlace pode detectar e corrigir erros ocorridos na camada física.

A camada de enlace segue o modelo IEEE 802 subdividindo-se nas subcamadas LLC ("Logical link control") e MAC ("Medium Access Control").

Sub-camada LLC

Ela é idêntica para todas as redes definidas no IEEE e portanto a mesma para MAP e TOP. Existem três tipos de serviços: do tipo 1 sem conexão e sem reconhecimento ("unacknowledged connection-less"), do tipo 2 com conexão e do tipo 3, sem conexão/com reconhecimento (também chamado ultimamente de "single-frame").

Tanto MAP como TOP especificam serviços do tipo l uma vez que as camadas superiores, em particular a de transporte, suportam as funções de sequenciamento, controle de fluxo, e recuperação de erros. Além de serviços do tipo l foram incluídos recentemente no MAP serviços do tipo 3, dadas as dificuldades inerentes à estrutura de barramento de servi-

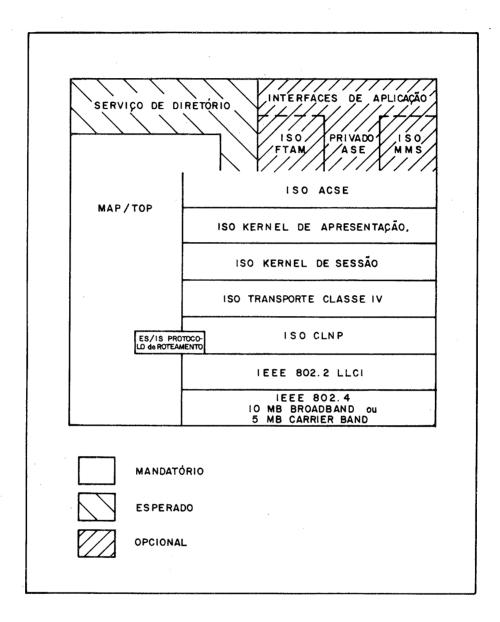


FIG. 3 - Requisitos de protocolo para o sistema completo MAP 3-0.

cos imediatos "de carona" e à necessidade de implementação de respostas rápidas por parte de estações sem o "token". Esta situação tinha sido reconhecida no PROWAY que introduziu os serviços "Send Data with Acknowledge" (SDA) e "Request Data with Reply" (RDR), de forma a alcançar maior segurança de transmissão e permitir aos computadores a execução de operações de varredura dos instrumentos de medição.

A especificação dos serviços de tipo 3 é recente e por isso são mostradas na Tabela as novas primitivas introduzidas.

TABELA 1

	
Serviços	Primitivas
L - DATA - ACK	Request Indication Confirm
L - REPLY	Request Indication Confirm
L - REPLY - UPDATE	Request Confirm

L-DATA-ACK corresponde a SDA para transmissão de dados com ACK, L-REPLY a RDR e L-REPLY-UPDATE para preparação das unidades de dados, pela unidade remota, a serem eventual mente transmitidos quando de um L-REPLY- indication.

Por outro lado, MAP/TOP especificam em LLC campos de endereços de 48 bits = ID-Rede+ ID-Estação + ID-Entidade.

Sub-camada MAC

No MAP decidiu-se pelo projeto 802,4 "token-passing", pelo seu suporte a esquemas de prioridades e principalmente porque, salvo no caso de falhas-físicas, os tempos de entrega das mensagens de alta prioridade são calculáveis "a priori", garantindo-se assim as condições de operação "tempo-real",

Já em TOP decidiu-se por CSMA/CD do projeto 802.3, considerado suficiente para apli cações em escritório e pelas facilidades de migração das redes Ethernet 2.0.

3.3 Camada de rede (comum em MAP e TOP)

A camada de rede fornece uma transparência na transferência de dados entre usuários do serviço de rede, tornando invisível a estes usuários, a forma pela qual os recursos de comunicação são utilizados para implementação desta transferência. Foi adotada a estrutura por sub-camadas descrita no ISO/DIS 8648 (fig. 4).

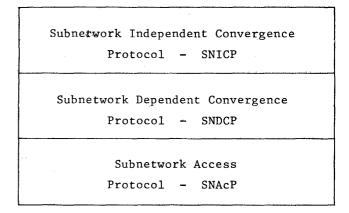


Fig. 4 - Estrutura da Camada de Rede

A estrutura anterior não implica necessariamente numa implantação separada das três sub-camadas, que podem, por exemplo, conviver num único protocolo. Dos dois tipos de serviço previstos no ISO, CLNS = "Connection-less - mode Network Services" e CONS = "Connection - mode Network Services" o MAP/TOP su porta somente o CLNS como descrito no ISO/DIS 8348/DAD 1.

O protocolo SNAcP fornece a interface com a camada de enlace, implementando serviços específicos da sub-rede. Em MAP não se exige um SNAcP discreto. Em TOP prevê-se a implementação de um SNAcP segundo ISO 8208 X-25 quando se considera a ligação com redes de comutação de pacotes.

O protocolo SNDCP ajusta para cima os serviços de SNACP, necessários ao SNICP. A específicação prevista segue o ISO DIS/8473/ DAD 1

O protocolo SNICP segue o ISO 8473, com exceção das funções do subconjunto "non-segmenting" que não são suportados em MAP/TOP. Devem ser implantadas todas as funções mandatórias do tipo 1, as funções de tipo 3 são opcionais e as de tipo 2 descartadas.

Roteamento e "Relaying"

O Roteamento consiste na determinação do SNPA (Sub-network Point of Attachment"), do próximo destino (um ES = "Endsystem" ou IS = "Intermediate System") para o qual será enviado o pacote de dados, até chegar ao NSAP ("Network Service Access Point") do destino final. O SNPA é derivado de uma tabela "look up" que mapeia NSAPS em SNPAS.

MAP/TOP considera três niveis de roteamento:

- . entre empresas diferentes;
- entre redes diferentes da mesma empresa (chamado em geral de roteamento IS-IS);
- entre um ES e outro ES/IS da mesma rede (roteamento ES-IS).

Para atender a estes três níveis, o endereço de NSAP é dividido em três seções lógicas, cada uma correspondendo a um dos tipos de roteamento (fig. 5).

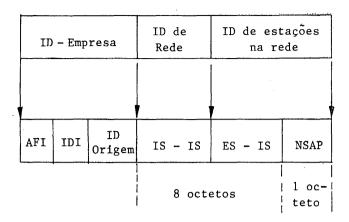


Fig. 5 - Mapeamento do NSAP nos campos de roteamento

O Protocolo "ISO ES to IS" (ISO/DP 9542) será adotado como mandatório em virtude dos esquemas dinâmicos de roteamento que suporta. Não existem ainda protocolos IS-IS definidos, pelo que os sistemas IS deverão manter tabelas estáticas de todos os outros IS.

Por outro lado, dada a necessidade de in terligação de redes MAP/TOP com WAN's ou redes com protocolos CONS, está se elaborando uma nova camada com funções "internetworking".

A camada de rede está ainda em evolução e não foi congelada para efeitos de implementação.

3.4 Camada de Transporte (comum em MAP e TOP)

MAP/TOP adotaram a classe 4 mais complexa de serviços e protocolos de transporte, definidos nos ISO DIS 8072 e 8073. São serviços com conexão que providenciam controle de fluxo, multiplexagem e detecção de erros para pacotes fora de sequência, perdidos ou destruídos. Desta forma a camada de transporte libera o usuário dos seus serviços de qualquer preocupação de como as mensagens são trocadas entre os dispositivos, garantindo que as mensagens sejam recebidas no destinatário sem erros e na sequência correta, sem perda ou duplicação de dados.

3.5 Camadas Superiores de Protocolos

As últimas três camadas, sessão, apresentação e aplicação são as que apresentam os maiores pontos de indefinição nas versões 3.0 do MAP e TOP. Em particular os estudos ainda em curso sobre protocolos de aplicação virão a ter impactos futuros nas camadas de apresentação e de sessão.

Camada de Sessão

Providencia os serviços de administração de diálogo de forma a que entidades - pares

de apresentação, troquem dados de forma orga nizada e sincronizada. MAP/TOP pretende seguir os protocolos ISO 8326/8327 na extensão necessária ao apoio dos protocolos de aplicação. Por enquanto só as seguintes unidades funcionais foram adotadas:

- . "Kernel Functional Unit", que suporta os serviços básicos de estabelecimento e término de conexão bem como de transferência de dados normais;
- "Duplex functional unit", para transferência de dados nas duas direções;
- . "Resynchronize functional unit", com a definição de pontos intermediários de sincronização.

Camada de Apresentação

Esta camada não existia ainda nas versões anteriores. Os protocolos de aplicação definem conjuntos de elementos de dados dos mais diversos tipos, diferentes para cada classe de aplicação. Estes dados são representados de forma abstrata, nas chamadas sintaxes abstratas (AS). Por exemplo, poderiam considerar-se elementos de cadeias de strings(AS-X), de inteiros (AS-Y), etc. Esses tipos de dados estarão representados binariamente em cada sistema, de acordo com convenções locais de linguagens, compiladores, etc. São as chamadas sintaxes concretas (CS's).

Entre dois usuários que se comunicam, as sintaxes concretas locais podem ser distintas. Por isso torna-se necessária a definição de sintaxes de transferência (TS's) que codificarão os dados de forma específica para a transmissão e a ser negociada entre as partes. Em virtude da grande diversidade de dados a transmitir poderão existir diversas sintaxes de transferência. A camada de apresentação define os mecanismos para negociar e relacionar sintaxes a partir de um conjunto conhecido por ambas as partes, sem envolvimento direto das entidades de aplicação. Para tal define-se o Contexto de apresentação que estabelece as relações entre os requisitos das sintaxes abstratas e as sintaxes de transferência. Por exemplo, para a AS-X antes indicada, suponhamos que se usem as regras de codificação ISO 646 ou EBCDIC. Existirão dois contextos X/646 e X/EBCDIC. Para a AS-Y de números inteiros consideramse as TS's BCD ou binária (complemento de 2): existirão no caso os contextos Y/BCD e Y/BIN.

O campo de padronização de sintaxes é complexo uma vez que se devem conceber regras para representação de valores de qualquer tipo de dados imaginável. Números inteiros, caracteres, etc, são casos muito simples mas, em protocolos de aplicação, surgem os mais diversos tipos de "records", "records" contendo "records", listas interligadas, árvores, arquivos sequenciais indexados, etc. Um passo muito importante foi dado recentemente com a publicação da notação ASN.1 no ISO/DIS 8824 para sintaxes abstratas e correspondentes regras de codificação para sintaxes de transferência ISO/DIS 8825.

As versões MAP/TOP 3.0 adotaram inicialmente a unidade funcional "Presentation Kernel" do ISO/DIS 8823 e ISO/DIT 8824 publicada no final de 1986 e prevêm a inclusão de outras unidades no decorrer do tempo. Por enquanto, optou-se pela sintaxe de transferência NBS-TS1 (como especificado no NBS), podendo outras sintaxes serem implementadas no futuro.

Camada de aplicação

Os processos de aplicação (AP's) solicitam serviços de comunicação às entidades de aplicação (AE's) na camada de aplicação. Uma entidade de aplicação (que implementa determinados serviços) é composta dos chamados ASE = "Application Service Elements", que constituem o seu mais baixo nível funcional. ASE's podem usar outros ASE's (da mesma forma que subrotinas chamam outras subrotinas).

As AE são coleções de ASE e foram classificadas inicialmente em duas famílias:

- . CASE = "Common Application SE's";
- . SASE = "Specific Application SE".

Os serviços CASE foram formulados no ISO/ DIT 8649 e 8640 em 1986. Hoje ja se abandonou essa designação, preferindo-se nos últimos documentos o termo ACSE .= "Association Control SE's", uma vez que esses SE's ocupam = se unicamente do estabelecimento, término ou aborto das associações a estabelecer os AP's pares. Uma associação de aplicação é feita entre duas AE's pela troca adequada de informações e independe das conexões de nível inferior. Em particular ocupa-se das sin taxes abstratas usadas. É frequente, neste contexto, falar-se de UE = "User Element" co mo aquela parte do AP que usa ASE's. Frequen temente, considera-se o UE como pertengente também às AE's, individualizando-se assim claramente os módulos dos processos aplicativos que se ocupam unicamente de transmissão de dados, daqueles que fazem processa-

Os ASE's definidos como SASE incluem ser viços específicos mas muito frequentes nas aplicações de processamento de dados como VTS = "Virtual Terminal Service", FTAM = "File Transfer, Access and Management" e JTM = "Job Transfer and Manipulation". Aban donada a designação SASE, hoje prefere-se a de FTAM-ASE, VTS-ASE, etc.

Protocolos de aplicação em implantação no MAP/TOP

- . Em MAP/TOP estão em definição os seguintes protocolos:
- .. ACSE (associate, Release, Abort) segundo o ISO 8649/2 e 8650/2;
- .. FTAM-ASE segundo o ISO DIS 8571/1,2,3 e 4. Especifica um conjunto de serviços pa ra transferência de informação entre AP's e arquivos de dados englobando trabalhos em arquivos binários ou de texto (criação, transferência, read/write,

- mudança, destruição e localização);
- .. serviços de network-management; foi publicado em março 87 um "DRAFT" das especificações detalhadas.
- . Em MAP:
- .. Serviços de Diretórios baseados no ISO/DP 9594/1, com o objetivo de facilitar referências a objetos na rede. O sistema de diretórios não deverá ser uma base de dados de uso geral, pois se supõe que as consultas são muito mais frequentes que alterações. Uma entrada no diretório formada de diversos atributos, fornece a ligação entre referências e objetos. (Ex.: "COMMON-NAME" = "Robot 1" obtém os atributos PSAP = 84, SSAP = 24, TSAP = 2, NSAP = 1004);
- .. Padrão MMS = "Manufacturing Message Standard". Depois de inúmeros trabalhos em conjunto com a EIA WG-1393, saiu a versão 5 de um protocolo MMS chamado tam bém de RS-511, para a comunicação entre dispositivos programáveis na fábrica, co mo CNC's, CLP's, CNR's, etc. Este protocolo deverá ter grandes impactos na automação. A versão atual apresenta alguns problemas e outra está em desenvol vimento na ISO, devendo ser adotada por MAP, logo que pronta.

. Em TOP:

- .. Protocolos VTS (Virtual Terminal) baseados nos documentos ISO 9040/9041 (Virtual Terminal Basic Class). Inicialmente preve-se o seu uso no bloco "Remote Terminal Access";
- .. Protocolos "Network Management" e Diretórios (encontram-se ainda numa fase mui to preliminar);
- "Elegtronic-mail", oferecendo ao usuário as funções para envio e recepção de mensagens pessoais, em texto ASCII ou em qualquer outro formato TOP de troca de dados.

TOP é formado de vários blocos (fig. 6), superpostos nas camadas do modelo OSI. Um sistema-final TOP inclui um ou mais dos blocos que cobrem as camadas 1, 2, 3 e 4 e pelo menos um dos blocos das camadas 5, 6 e 7. Desta forma existirão, no futuro, consoante as operações a que se destinem, diversos tipos de usuários finais. Os blocos inumerados na figura incluem também formatos especiais para codificação e para troca de dados:

- . Dados de definição do produto ("Product definition Data"), que são um subconjunto dos elementos de dados necessários para a análise, projeto, manufatura e controle de qualidade de um produto. Na falta de um padrão definitivo, TOP adotou a versão 3.0 de IGES ("Initial Graphics Exchange Specifications") em elaboração no ANSI e NBS;
 - . Documentos de escritório, para troca de

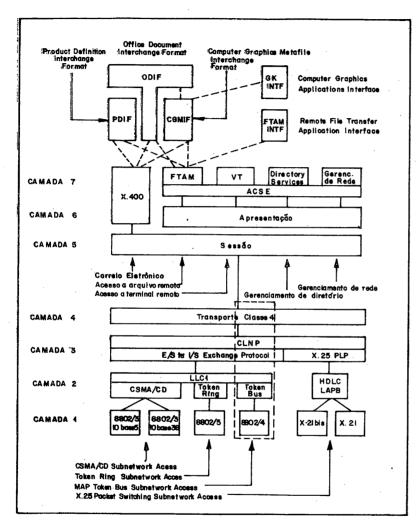


FIG. 6 — TOP: subdivisão do projeto TOP nos seus diversos blocos constituintes, incluindo APIs e formato de troca de dados

(Fonte: TOP 3.0 ABRIL 1987)

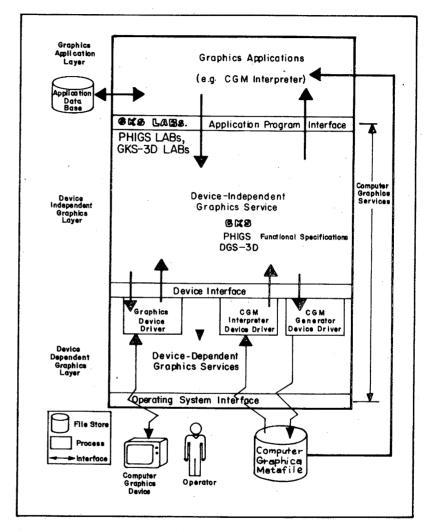


FIG. 7 — TOP: interdependencia de diversos padroes usados em Computação Gráfica, incluindo GKS, CGM e IGES usados em TOP

(Fonte: TOP 3.0 ABRIL 1987)

documentos eletrônicos compostos de tipos múltiplos de dados (por ex., alfanumérico, gráficos geométricos e gráficos "Raster"), entre sistemas de aplicação diferentes. TOP recomenda padrões baseados no ISO 8613, 1-8 ("Office Document Architecture = ODA and Interchange Format");

. "Computer Graphics Metafile" = CGM, que contem a informação descritiva de uma imagem, representada pelas rotinas chamadas pelo pro grama aplicativo. O "metafile" pode ser transferido para um usuário remoto onde a imagem gráfica vai ser recriada pelo hardware e software (diferentes) locais. TOP recomenda o padrão ISO 8632, 1 a 4 ("Metafile of Picture for the Storage and Transfer Description Information").

Além destes formatos existirão também diversas "Application Program Interfaces"= APĪ. Estas interfaces são constituídas por biblio tecas de rotinas padronizadas, chamadas pelos programas dos usuários, e cobrindo diversos tipos de aplicação. Em TOP incluíram-se as API's de FTAM's (em padronização pela ISO) e GKS = "Graphical Kernel System", ISO 7942. Em MAP estão em elaboração diversas API's, em particular, no protocolo RS-511.

Na figura 7 mostra-se a interligação de diversos padrões gráficos usados em TOP.

4. ARQUITETURAS EPA/MAP, MINI-MAP E "FIELD-BUS"

Nos MINI-MAP e EPA/MAP

A especificação MAP original tinha como objetivo permitir que os computadores utilizados na manufatura trocassem dados entre si sem levar em conta o sistema operacional ou o tipo de computador utilizado. Este sistema de comunicação aberto continua sendo o objetivo principal do MAP. Entretando, à medida que a especificação MAP foi sendo desenvolvida, usuários da área de controle de processos começaram a sentir a necessidade de um sub-conjunto de serviços MAP que, através do "sacrifício" de alguma funcionalidade, de veria oferecer tempos de resposta mais rápidos com relação à troca de mensagens.

Estes requisitos originaram uma arquitetura MAP modificada denominada EPA ("Enhanced Performance Architecture").

Os critérios de projeto definidos no desenvolvimento da arquitetura proposta são ba sicamente os seguintes:

- . suportar ate 32 nos;
- . comprimento total < 1Km;
- . taxa de transferência de 5 Mbps;
- . mensagens de tamanho de 16-20 bytes.

Em função dos critérios utilizados (rede pequena, rápida velocidade de sinalização, etc.) espera-se a obtenção de tempos de aces so de 25 ms.

Outros critérios são também importantes

na especificação da arquitetura MAP/EPA e merecem alguns comentários:

reconhecimento imediato (LLC serviço tipo 3): os nós pertencentes a redes com restrição de tempo podem necessitar de uma resposta a uma requisição num tempo menor do que aquele correspondente à rotação do token pela rede.

Para obter esta resposta imediata um ser viço de "acknowledge" é necessário. Este tipo de serviço permitirá a um nó receber um "acknowledge" ou dados enviados por um nó remoto, enquanto o nó local que originou a requisição ainda tiver o "token" em sua posse.

Estes serviços devem permitir, ainda, uma retransmissão imediata se o dado ou reconhecimento ("acknowledge") não forem recebidos dentro de um limite de tempo, como também, a indicação local de falha caso nada seja recebido após um número determinado de tentativas.

A figura 8 ilustra a arquitetura MAP/EPA devendo-se destacar o seguinte:

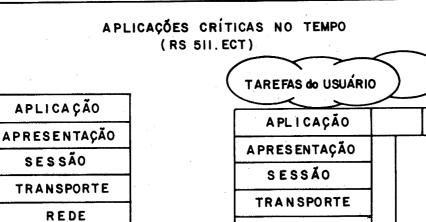
- camada de aplicação: aplicações críticas no tempo (RS-511, etc);
- . camada de enlace: IEEE 802-2 tipo 3;
- controle de acesso ao meio: IEEE 802-4; entretanto, para redes com restrição de tempo, as seguintes opções devem ser usa das: serviços com opção de prioridade, serviços de resposta imediata, endereços de 48 bits:
- camada fisica: "broadband" multi-canal ou "carrier-band" (fase coerente-5 Mbps);
- . gerenciamento: compatível com o gerenciamento usado para qualquer no MAP. Os protocolos de gerenciamento para as camadas le 2 serão baseados na especificação produzida pelo IEEE 802-1.

Associada à arquitetura MAP/EPA existe uma arquitetura mais simplificada denominada de MINI-MAP, Esta arquitetura encontra-se as sociada aqueles dispositivos que conterão o lado EPA da arquitetura MAP/EPA mas não as sete camadas da arquitetura MAP. Estes dispositivos são equipamentos de controle de custo baixo e que poderão coexistir com segmentos MAP através de "gateway's", no caso, representado por uma estação MAP/EPA.

Os serviços necessários a um nó com arquitetura MINI-MAP são os mesmos descritos no lado EPA de um nó MAP/EPA.

Uma outra classe de nos presentes na arquitetura MINI-MAP são chamados nos passivos. Estes nos são estações que não participam do protocolo de passagem de "token" mas que são capazes de responder, através do mecanismo de resposta imediata, a uma requisição do no possuidor do "token".

Dispositivos de mais baixo nível (tipo sensores) poderão atuar como nos passivos já que eles nunca tomarão a iniciativa de enviar uma informação pela rede a menos que sejam solicitados.



REDE

ENLACE EPA

FÍSICA EPÁ

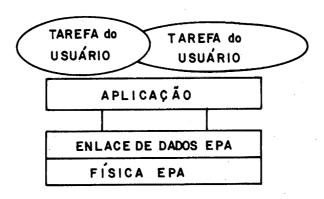


Fig. 8 - MAP-EPA E MINI-MAP : arquiteturas "Enhanced - Performance" para aplicações críticas no tempo.

FONTE: MAP 3.0 1987

ENLACE

FÍSICA

FIELDBUS

Uma nova iniciativa, Fig. 9, foi lançada em 1985 e alocada ao grupo de trabalho do PROWAY (IEC-TC/65C/WG6), voltada para a definição de um barramento padrão de modo a permitir a comunicação usual digital entre dispositivos montados no campo. Estes dispositivos são aqueles acoplados diretamente ao processo tais como sensores, acionadores de motor, posicionadores de válvula, etc.

Denominados de dispositivos finais, tendem cada vez mais a possuir, no futuro, capacidade de processamento baseada em microprocessadores de modo a permitir o tratamento local do sinal. Esta inteligência viabilizou a introdução do padrão "Fieldbus" com os seguintes benefícios:

- . economia de dados, terminais, etc., pois um "Fieldbus" pode substituir vários ramos das ligações atuais que ocorrem na forma de estrela;
- . eliminação dos conversores A/D e D/A;
- aumento na flexibilidade para instalação e consequente expansão do sistema.

O grupo de trabalho do PROWAY envolvido com a especificação do FIELDBUS elaborou um "draft" de requisitos funcionais do qual se apresenta, a seguir, um resumo dos aspectos principais.

O padrão tem como objetivo básico a comunicação digital serial para/de dispositivos de campo com a possibilidade de endereçamento no barramento de vários destes dispositivos. A fig. 10 ilustra um sistema envolvendo as arquiteturas MAP/PROWAY/EPA/MINI MAP/FIELDBUS.

O padrão FIELDBUS será apropriado para uso em dispositivos com resolução típica de 16 bits para os dados, dos quais alguns exem plos são citados a seguir: sensores de processo/equipamento; transmissores/transduto-res de pressão, posição, temperatura, etc.; É possível ainda suportar extensões para robôs simples, controladores de visão, e instrumentos multi-canal tais como cromatógrafos.

A especificação do FIELDBUS seguira a terminologia OSI na definição dos níveis físicos e de enlace. Os protocolos relativos as camadas de aplicação e apresentação deverão incluir procedimentos que levem em conta as unidades de dados geralmente enviadas / recebidas pelos dispositivos de campo. Alguns exemplos de unidades de dados que podem ser armazenados por dispositivos de campo inteligentes e que possam ser transferidos através do FIELDBUS são:

- associados ao processo: valores de medidas, frequência de medição, níveis de alarme, status ON/OFF;
- associados à instalação: "tag" dos dispositivos de campo; informações para ope ração/manutenção; características do ambiente no qual o dispositivo encontra-se inserido, etc;

. associados ao dispositivo: "status" corrente do dispositivo (OK/falha, controle
ON/OFF, teste ON/OFF), número/tipo de en
tradas e saídas, procedimentos de testes
disponíveis, itens de fabricação (fabricante, modelo, nº de série), especificações do fabricante, faixa de trabalho,
faixa de segurança, restrições de temperatura, vibração, etc.).

Outros requisitos importantes associados a especificação do FIELDBUS são discutidos na sequência:

- . alimentação/isolação: opção de distribuição de alimentação para alguns ou todos os dispositivos, através do mesmo circuito utilizado pelo sinal de comunicação, sendo que, em todos os casos, os elementos finais deverão ser galvanicamente isolados do barramento. No caso do FIELD-BUS não energizado, os dispositivos deverão dispor de alimentação através de outras fontes. Estas fontes deverão ser eletricamente independentes mas poderão vir fazer a distribuição através de circuitos separados no mesmo cabo utilizado pelo circuito por onde fluem as mensagens;
- . meio físico: par trançado e cabo coaxial. Características elétricas e métodos de avaliação de instalações já existentes farão parte das especificações. O uso de fibra ótica deverá ser especificado no futuro:
- ambiente hostil (segurança intrínseca): necessidade de certificação de segurança de transmissão das linhas do FIELDBUS;
- . número de estações: número máximo de estações igual a 30. Como se admite a liga ção de mais de um elemento final a uma estação ("cluster") limita-se a 60 o número de elementos finais em um FIELDBUS;
- endereçamento: cada elemento final terá um endereço separado no FIELDBUS;
- . comprimento do barramento / nº de mensagens: o formato das mensagens e os protocolos serão os mesmos para qualquer opção, entretanto, serão permitidas opções envolvendo o comprimento do barramento e a taxa de transmissão de mensagens. São suportadas as seguintes combinações:
 - .. comprimento do barramento de até 350m com uma taxa mínima de 150 mensagens/ segundo (controle de processo) e um máximo de 10000 mensagens/segundo (au tomação da manufatura);
 - .. comprimento do barramento de até 40m, com uma taxa mínima de 5000 mensagens/segundo (robótica) e uma taxa máxima a mais alta possível;
- tempo de resposta: 5 ms (automação da ma nufatura), 20 ms (controle de processos);
- métodos de controle de acesso: a alocação de acesso ao meio poderá ser transferível entre estações (tipo "token"), mas nada de explícito é dito no "draft";
- . redundância do barramento: o padrão não

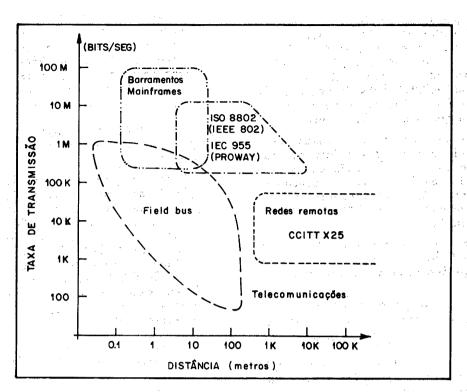


FIG. 9 - FIELDBUS : comparação de redes em relação a distancia (m) x Capacidade de transmissão (FONTÉ : WOOD 1987)

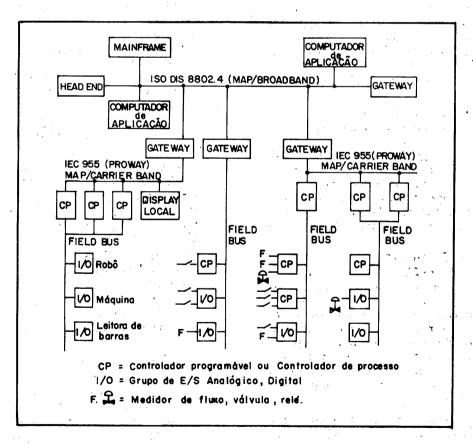


FIG. 10 — FIELDBUS: exemplo de um sistema de comunicação fabril envolvendo o uso de Fieldbus's, PROWAY, MAP-EPA "carrierband" e Map-"broadband"

(FONTE: IEC 1987)

A Committee of the Comm

suportará estruturas redundantes no barramento, entretanto, estas poderão ser incluídas como opção.

5. ESTRATÉGIAS DE IMPLANTAÇÃO E DE MIGRAÇÃO

Boa parte dos protocolos usados em MAP/TOP encontram-se ainda em elaboração, como foi demostrado nas seções anteriores. Para os usuários que não possam esperar pelo término dessas atividades MAP recomenda:

- Estabelecer um plano de migração (é apre sentado um em MAP);
- . Instalar um cabo coaxial "broadband" para o tronco: este será o meio da rede MAP futura e poderá também ser usado para outros enlaces de comunicação;
- . Implementar a camada física IEEE 802.4 com a classe 1 de serviços LCC;
- Implementar a camada de transporte, clas se 4;
- Implementar os protocolos restantes de alto nível, à medida que ficarem disponíveis.

As estratégias de migração na direção dos padrões MAP/TOP devem ser planejadas de forma muito cautelosa pela empresa levando - se em consideração:

- . a base de computadores jā instalada;
- as facilidades de comunicação já existentes;
- as aplicações de usuários existentes (software aplicativo).

Para permitir interligar num futuro, tron co MAP, computador e redes proprietárias, MAP propõe diversas soluções, como as apresentadas na figura 11. O uso de "gateway" é recomendado, mas o seu custo pode ser alto e a implementação muito específica de certos equipamentos.

Mais delicado é o problema dos possíveis impactos de migração no software já instalado, uma vez que os custos de conversão ou recodificação desse software podem ser proibitivos. Para tal propõe-se o divorcio entre os programas do usuário e os protocolos de comunicação, através da definição de API's ("Application Programm Interfaces") adequadas, que consistem de bibliotecas de rotinas de serviços, fig. 12.

A importância deste assunto levou à cria ção em MAP de um sub-comitê de interfaces de aplicação que publicou uma metodologia para descrição não ambígua de API's consistindo de um conjunto de utilidades, de um modelo de interação entre a API e os serviços de protocolo e a especificação de formatos gerais das chamadas. Alguns resultados já estão disponíveis para protocolos FTAM e RS-511 em linguagem C.

6. CONCLUSÃO

O projeto MAP/TOP representa o maior es-

forço em curso a nível mundial para a obtenção de um sistema aberto de comunicação para aplicações em automação industrial. As camadas superiores de protocolos ainda estão em fase de especificação, mas desde ja se visua lizam resultados de grande impacto, como o protocolo RS-511. Outros projetos em evolução responderão a necessidades complementares e serão certamente enquadrados MAP/TOP, à medida que atinjam estabilidade razoável. Além do projeto "Fieldbus" tam-se os projetos IEEE 802-6 para MAN's e ANSI/FD-DI, ambos envolvendo o uso de fibra ótica e a transmissão de voz e imagem, além dos dados. Estes projetos são ainda incompatíveis e a comunidade internacional aguarda a sua compatibilização nos próximos meses.

As atividades hoje em curso no Brasil, no setor, são escassas e no mercado nacional começam a despertar as primeiras aplicações industriais, em particular nos setores siderúrgico e automobilístico. Finalmente cita-se a recente criação de uma Comissão de Automação Industrial da ABNT, na qual foi instalada uma Comissão de Estudos para comunicação fabril.

7. BIBLIOGRAFIA

- G.G. Wood, (1987)- "Survey of LAN's and Standards", Computer Standards & Interfaces, nº 6, 27-36.
- G. Spur, (1986) Produktionstechnisches Kolloquium , Berlin.
- IEC, (1986) "Field Bus Standard for use in industrial control systems, Functional Requirements", Draft for national comment, Julho.
- J.R.E. Leite, M.J. Mendes e M.F. Magalhães, (1987) - "Protocolos de aplicação em redes locais de computadores na automação industrial (MAP/TOP)", 59 Simpósio de Redes de Computadores, Abril.
- MAP, (1987) Manufacturing Automation Protocol, versão 3.0, Implementation Release (sujeita a mudanças), Abril.
- M.J. Mendes et al, (1987) "Interconexão de sistemas compuacionais abertos em automação industrial", Revista da SBA: Controle e Automação, vol. 1, nº 1, Janeiro.
- M.J. Mendes, (1986) "Redes locais de comunicação em ambiente industrial", 62 Seminário da Sobracon.
- TOP, (1987) Technical Office Protocols, versão 3.0 , Implementation Release, Abril, (sujeita a mudanças).

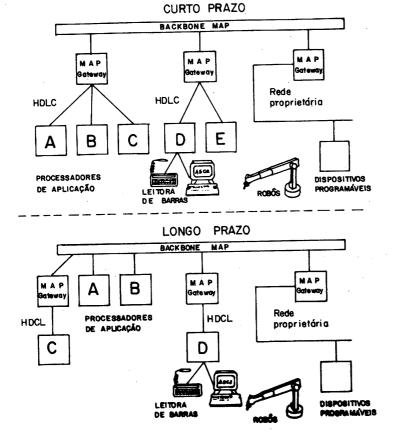


FIG.11 - MIGRAÇÃO: exemplo de evolução de uma rede MAP, com a utilização de "Gateway" no início (FONTE: MAP 2.1 1985)

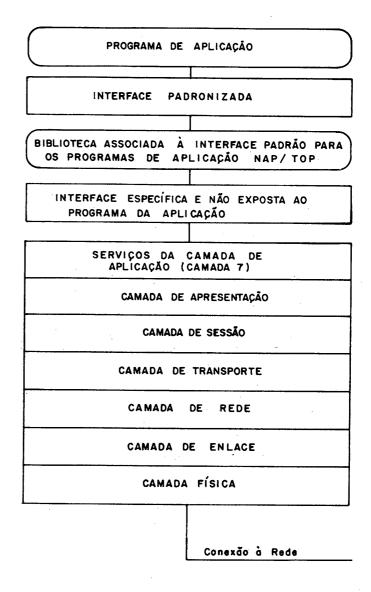


FIG. 12 - API : Biblioteca de API padrão