

Primitivas de Gestão para uma Estação FDDI-SAS

João Agostinho Pavão¹, Nelson Pacheco da Rocha², José Ferreira da Rocha³

¹UTAD, ²UA/INESC, ³UA

Resumo- O FDDI - Fiber Distributed Data Interface, é uma rede em anel, usando fibra óptica como meio de transmissão. Devido às elevadas taxas de transmissão que pode suportar (100 Mbps), serve eficazmente como uma moderna rede de serviços.

Este artigo, versa sobre o projecto de uma estação FDDI, funcionando a partir de um PC/AT, utilizando um conjunto de integrados específicos da National Semiconductor Corporation.

Dar-se-á especial relêvo às questões de gestão da estação, apresentando com maior detalhe o *hardware* e o *software* directamente relacionados com este aspecto.

Abstract- The FDDI - Fiber Distributed Data Interface - defines a network topology with a dual ring, using optical fiber as the transmission media. Due to its high bandwidth (100 Mbps) it can be used as a modern service network.

This paper is about a project of an FDDI-SAS (FDDI Single Attach Station), using a PC/AT as the host to the station, built using a specific chip set from National Semiconductor Corporation.

A special underline will be made on the management matters, being presented with some special detail the hardware and the software directly related with this aspect.

I. INTRODUÇÃO

A estação FDDI foi definida de acordo com o sistema de referência Open Systems Interconnection (OSI), do International Organization for Standardization (ISO). A figura 1 mostra a relação entre as entidades constituintes de uma estação FDDI e o OSI.

Ao nível mais baixo, é apresentada a camada de ligação física ao meio de transmissão, *Physical Medium Dependent* (PMD) ou *Single Mode Physical Medium Dependent* (SMF-PMD). O PMD, especifica LEDs transmitindo na janela dos 1300nm, utilizando fibra multimodo [1,2]. O SMF-PMD especifica díodos LASER e fibra monomodo [3]. Ainda na camada física do OSI, encontra-se a entidade que implementa o protocolo do meio físico, *Physical Medium Protocol* (PHY), responsável pela codificação e descodificação 4B/5B, pela lógica de quadro e pelo sincronismo.

O *Medium Access Controller* (MAC) situa-se ao nível da Ligação de Dados (nível 2) e faz a gestão do testemunho, o empacotamento dos dados e a detecção de erros.

O gestor da estação *Station Management* (SMT), abrange ambas as camadas e fornece a parte inteligente para gerir a estação. Define um conjunto de funções que nos permite controlar as outras entidades com o fim de melhor gerir a estação.

A entidade passa também informações ao utilizador através do sistema hospedeiro, por forma a que este possa tomar um certo número de decisões, ou então para que o utilizador possa programar a estação.

Esta organização aplica-se a todos os tipos de estações FDDI.

II. A PLATAFORMA DE HARDWARE

Existem no mercado algumas empresas que comercializam integrados específicos para a implementação de estações FDDI.

O presente projecto foi baseado no conjunto de integrados da National Semiconductor Corporation [4]. Este conjunto de integrados pode adaptar-se a barramentos de várias arquiteturas, tendo que ser desenvolvida uma interface específica para cada caso. Foi especialmente desenhado para facilitar a implementação de funções de gestão, através do desenvolvimento de interfaces específicas para essa tarefa.

A. Os integrados FDDI

Na figura 1 é apresentado um diagrama de blocos mostrando a integração das diversas entidades que compõem uma estação FDDI e o sistema de referência OSI.

Na figura 2, é mostrado o diagrama de blocos de uma estação FDDI-SAS, usando o conjunto de integrados da National Semiconductor Corporation.

Este conjunto, permite um fácil projecto da estação de acordo com a arquitectura normalizada mostrada na figura 1. É composto por um integrado que implementa a norma PHY, denominado *Physical Layer Controller* (PLAYER), um outro que implementa a norma MAC, a que foi atribuído pelo fabricante o nome de BMAC e mais três integrados de apoio que implementam diferentes funcionalidades:

- Fazer a recuperação do sinal de relógio a partir das tramas que entram na estação: *Clock Recovery Device* (CRD),

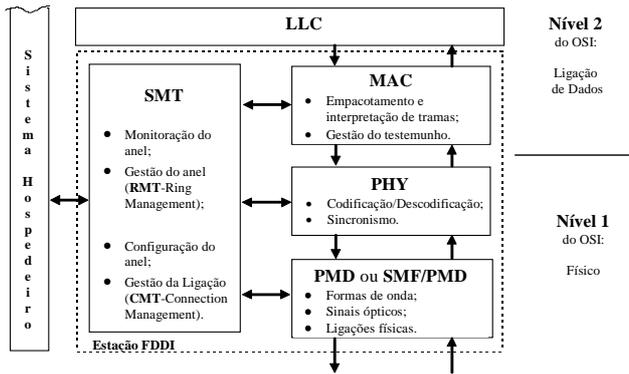


Figura 1 - Relação das entidades FDDI com o OSI

- Gerar, a partir de um cristal, todos os sinais de relógio necessários para o funcionamento da estação: *Clock Distribution Device (CDD)*,
- Fazer a interface entre o BMAC e o sistema hospedeiro: *BMAC System Interface (BSI)*. Este integrado não era absolutamente necessário, mas vem simplificar imenso o *hardware* e o *software* a nível da interface.

A tarefa mais importante a levar a cabo pelo PLAYER é fazer a codificação e descodificação 4B/5B, passando os dados descodificados ao BMAC, sob a forma de octetos. Para aceder ao processo PHY, é usada uma interface específica para a gestão e controlo, que é assíncrona em relação à corrente de dados de entrada/saída.

O BMAC implementa (entre outros):

- Serviços relativos ao anel definidos pela norma FDDI,
- Operação *full-duplex* com paridade simultânea com a cadeia de informação,
- Operações sobre endereços longos, curtos, de grupo e externos,
- Geração interna de tramas para a recuperação do estado normal de funcionamento do anel,
- Esquemas de aquisição e acondicionamento de dados para tratamento estatístico.
- Implementa as funções de gestão do anel (RMT). Ver figuras 1 e 2.

Este integrado permite ainda um acesso assíncrono com a cadeia de dados de entrada/saída, às funções de gestão do anel (RMT da SMT) (ver figura 1), através de uma interface específica funcionalmente idêntica à do PLAYER. Pode ser ligado directamente ou indirectamente ao barramento do hospedeiro (linhas a tracejado na figura 2).

O BSI (ver figura 2) faz a gestão do BMAC e, por outro lado, faz a gestão da interface com o hospedeiro.

As características principais do BSI são:

- Fornece dois canais de saída e três canais de entrada de dados,
- Implementa estruturas de dados de modo a aumentar a eficiência do sistema,
- Executa serviços de filtragem das tramas recebidas,

- Opera desde 12,5 MHz até 25 MHz, sincronizado com o sistema hospedeiro,
- Barramento multiplexado de dados/ endereços, de 32 bits, do lado do hospedeiro.

Também o BSI possui uma interface assíncrona de controlo e gestão à semelhança do PLAYER e do BMAC.

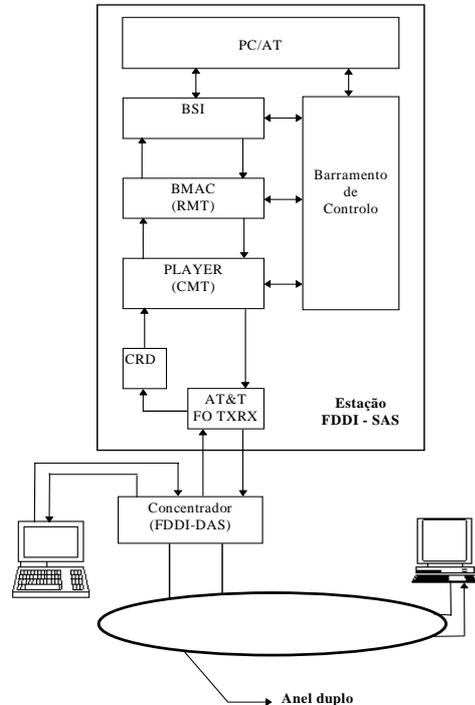


Figura 2 - Diagrama de blocos da estação FDDI - SAS, usando o PC/AT como sistema hospedeiro e respectiva integração na rede FDDI.

B. O Barramento de Controlo (Cbus)

O conjunto de integrados FDDI foi concebido de maneira a facilitar a implementação das funções de gestão da estação, *Station Management (SMT)*.

Como já foi referido, o PLAYER, o BMAC e o BSI possuem uma interface de controlo assíncrona com a interface de dados. Esta interface denomina-se Cbus - *Control Bus* (figura 2). Para além das funções de controlo, serve ainda para a inicialização dos integrados. Através do Cbus, temos acesso a um conjunto de registos *on-board*, de 8 bits, existentes em cada um dos integrados FDDI, os quais se destinam à programação interna do funcionamento dos integrados, a registar acontecimentos e a assinalar situações-limite. Estas últimas, são responsáveis pelo despoletar da linha de interrupção da interface CBUS.

A maior parte destes registos é requerida pela própria norma FDDI. Alguns (poucos) são introduzidos pelo fabricante, por uma razão de complementaridade, nunca interferindo com a norma.

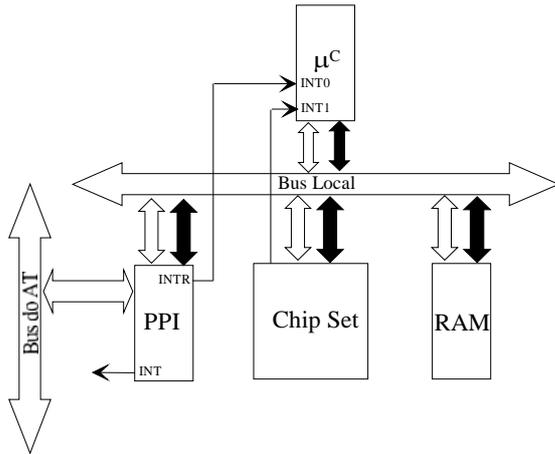


Figura 3 - Esquema geral do hardware da implementação do Cbus.

Sabendo que o Cbus é uma interface compatível com os microcontroladores e microprocessadores mais vulgares, propõe-se na figura 3 uma implementação do Cbus, baseada num microcontrolador genérico (por exemplo, da família do 8051 da Intel) e de um integrado comum de interface, a PPI, programada no modo 2.

C. Proposta geral do hardware da Estação

Tendo em conta a arquitectura dos integrados fortemente vocacionados para a gestão (em conformidade com a norma FDDI), e do hospedeiro (PC/AT), na figura 4 é apresentado um diagrama de blocos representativa da configuração de hardware para toda a estação. Pode ver-se no bloco disposto ao centro os integrados FDDI, incluindo o BSI. A ligação à fibra óptica é feita através de

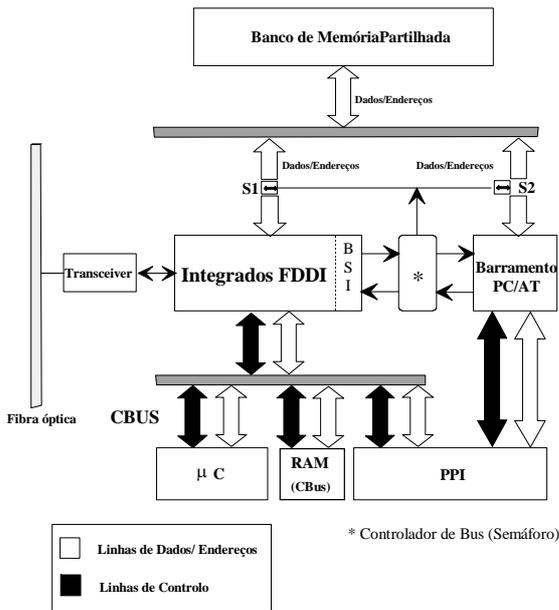


Figura 4 - Diagrama funcional de blocos da placa FDDI-SAS para um PC/AT

um *transceiver* FDDI da AT&T. A parte referente ao Cbus já foi referida, pelo que se passará a uma breve descrição das restantes partes do circuito.

Na parte superior do esquema, existe um bloco designado “Banco de Memória Partilhada”. Este bloco é constituído por 1 Mbyte de memória RAM, estática, a partilhar entre o BSI e o hospedeiro.

O barramento do hospedeiro e do BSI vão ser comuns, devido à necessidade de partilha de um recurso: o banco de memória partilhada. Há então que definir um protocolo para prevenir os choques e consequentes perdas de informação.

O BSI vem equipado com sinais de *handshake* para resolver esta questão. Possui uma lógica do tipo *bus_request/bus_grant* (do tipo HLD/HLDA da Intel), a qual vem facilitar o desenho da interface.

Na figura 4, as chaves S1 e S2 servem para fazer a comutação do barramento entre o BSI e o PC/AT. O seu funcionamento é o de um OU EXCLUSIVO LÓGICO, isto é, quando S1 está “fechada” S2 está necessariamente “aberta” e vice-versa.

Quem controla as chaves é o Semáforo, que actua em função de um protocolo *bus_request/bus_grant* (do género de HLD/HLDA da Intel).

III. A GESTÃO DA ESTAÇÃO

A Gestão da Estação (SMT - Station Management) é dividida em três entidades funcionais: Gestão da Ligação (CMT - *Connection Management*), Gestão do Anel (RMT - *Ring Management*) e Serviços às Tramas (SMT-FS - *Frame Services*).

O conjunto de integrados usado, possui todos os registos necessários para o funcionamento de cada uma das entidades SMT. Por exemplo, as funções CMT podem ser implementadas a partir de um conjunto de registos, temporizadores e contadores existente no PLAYER; o BMAC contribui de uma maneira similar para o funcionamento da RMT.

Como todo o funcionamento da estação fica registado nos registos *on board* dos integrados FDDI e como é possível intervir nesse mesmo funcionamento através da modificação de alguns desses registos, pode considerar-se que a tarefa de gerir o processo de funcionamento da estação, se resume basicamente no controlo dos

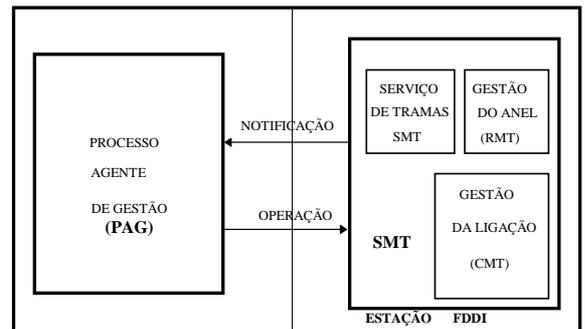


Figura 5 - Arquitectura da Station Management SMT

integrados FDDI. Assim, as diversas partes da SMT vão gerindo o funcionamento da estação, isto é, monitorando os integrados e exercendo sobre eles determinadas acções de escrita/leitura.

Sempre que esta gestão exija um nível de decisão superior à de qualquer das partes, esse facto é notificado a uma entidade superior. Essa entidade é denominada por PAG - Processo Agente de Gestão (figura 5). O controlo que a SMT exerce sobre o MAC e o PHY (através do RMT e do CMT, respectivamente), tem a ver fundamentalmente com dois propósitos:

- Recolher informação necessária ao funcionamento do PAG.
- Gerir as estações que se encontram ligadas em rede, iniciando e mantendo as camadas PHY e MAC respectivas.

A comunicação entre o PAG e a SMT é feita definindo dois canais: Notificação e Operação.

A Notificação é despoletada pela SMT quando o seu poder de decisão sobre determinada ocorrência se torna insuficiente, requerendo por isso a intervenção do PAG. A Operação é uma solicitação de intervenção sobre as entidades controladas pela SMT. O funcionamento de cada canal pode ser independente, ou pode ser consequência de uma solicitação no outro canal.

Apesar deste esquema reflectir a abordagem mais comum da interacção da SMT com um nível de decisão superior, pode ainda ser referido um outro canal, sem prejuízo da análise do sistema, denominado Resposta, quando se quer especificar que uma determinada Notificação surge como resposta a uma Operação. Obtêm-se assim, dois tipos de Notificação, uma original partindo da SMT (por exemplo o expirar de um temporizador) e outra como consequência de uma Operação (que será uma Notificação-Resposta).

Fisicamente o PAG está dividido em dois processos (figura 6), um no sistema hospedeiro e outro no sistema do microcontrolador da estação (designada por placa FDDI). A parte que se encontra instalada no hospedeiro, passa a denominar-se por PG (Processo de Gestão) e a

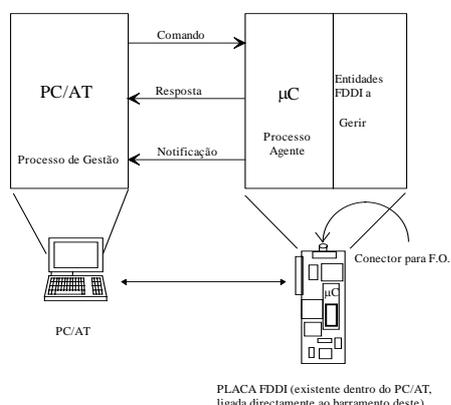


Figura 6 - A comunicação entre o Processo de Gestão e o Processo Agente, indicando a sua localização física no sistema

parte instalada na placa, passa a denominar-se por PA (Processo Agente).

Cada uma destas entidades, implementa uma base de dados: o PA na memória local do sistema do microcontrolador, o PG na memória do hospedeiro. Cada base de dados contém fundamentalmente uma cópia dos registos *on board* dos integrados FDDI. A principal razão da troca de dados entre o PG e o PA é precisamente a necessidade de manter no PC/AT uma cópia actualizada daqueles registos.

Ainda na figura 6, as “Entidades FDDI a Gerir” são os integrados FDDI.

A. O protocolo de comunicação entre o PG e o PA

É importante que o sistema hospedeiro esteja ao corrente de tudo quanto se relaciona com o funcionamento da placa, por ser o sistema que se encontra mais “perto” do utilizador.

É, portanto, necessário manter no sistema hospedeiro uma base de dados actualizada dos registos que materializam os processos que em cada momento ocorrem na estação. Esses registos, estão contidos na sua grande maioria nos integrados FDDI.

Existem duas bases de dados na estação. Uma base de dados residente no hospedeiro, que se denomina BDLocal e outra na RAM do Cbus - BDRemota. Ambas são alimentadas em última instância a partir dos registos internos dos integrados FDDI. Este processo está esquematizado na figura 7.

O formação da base de dados remota, dá-se, por um lado, a partir de um processo de Aquisição/Notificação (aquisição dos dados do processo a gerir e respectiva interrupção solicitando uma leitura) e por outro lado através de uma transferência de registos da base de dados local (através de um comando).

A alteração do processo de envio/recepção de informação do utilizador, dá-se através de uma Operação/Actuação que é um processo segundo o qual um registo da base de dados remota é escrito num registo interno de um integrado e vai alterar a maneira como está a ser processada a informação do utilizador.

A formação da base de dados local, dá-se, por um lado, através de uma transferência de registos da base de dados remota, usando a comunicação entre o PG e o PA. Por outro lado, por uma ordem de uma entidade superior.

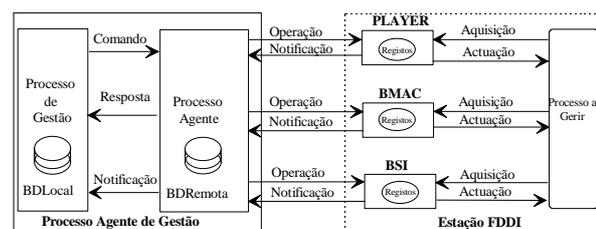


Figura 7 - Formação da base de dados de gestão

Para a comunicação entre o PG, no PC/AT e o PA, na placa FDDI, utiliza-se um protocolo baseado numa trama composta por um campo de controlo (3 bytes) e por um campo de informação de comprimento variável (ver figura 8).

O primeiro octeto destina-se a indentificar a transferência: “formato:bit, byte, bloco”, “para onde: PLAYER, BMAC, BSI, RAM”, “leitura/escrita”, “comando/resposta/notificação”. O segundo octeto indica o endereço do registo a aceder dentro do destino pretendido, que pode ser a RAM ou um dos integrados FDDI. O último indica o comprimento, em octetos, do campo da informação.

Na figura 9 mostra-se um conjunto de acções típicas do funcionamento da interface PG/PA.

- a) Sequência Comando/Resposta: quando o PG envia uma trama de controlo ao PA (Comando), este, ao recebê-la, vai processá-la. Seguidamente dá a resposta, enviando uma trama, cuja identificação é idêntica à do comando que lhe deu origem. Na trama de resposta, o campo do Tamanho do Bloco/Tipo de Notificação, virá com um valor reflectindo o número de bytes de que consta o valor. Caso o Comando não requeira um valor-resposta, a trama de resposta virá com o campo do Tamanho do Bloco/Tipo de Notificação a zero, apenas tendo significado o byte TransferID, confirmando o Comando que lhe deu origem, e o RegAdd, confirmando que a operação se realizou sobre o registo com aquele endereço. Não haverá, logicamente campo de valor.
- b) O PA lança uma Notificação ao PG, significando que há uma entidade a gerir que requer a atenção imediata do PG. Este, após tomar a decisão respectiva, enviará uma trama de Controlo, respondendo à notificação. Deste modo, esta trama é designada por Notificação-resposta.
- c) Mostra-se o caso em que, após o lançamento de um comando do PG ao PA e, antes que este responda, lança uma notificação ao PG. Neste caso, o PG estava

à espera de uma resposta ao seu comando anterior. Contudo, graças à palavra de TransferID, que tem o seu campo ControlID a zero, o PG reconhece que se trata de uma notificação e não de uma resposta. Após a conclusão do processamento da notificação, o que pode envolver novo comando-resposta de PG para PA, o PG aguarda a resposta ao comando inicial.

Com base na trama de octetos definida, foi implementado um conjunto de primitivas-comando, que fazem parte do PG, a saber:

- **GetRegister** (Ler um registo da base de dados do PA),
- **GetBlock** (Ler um bloco de registos da base de dados do PA),
- **GetBit** (Ler um bit da base de dados do PA).
- Por cada uma das primitivas anteriores, foram também criadas as respectivas primitivas-comando de escrita a enunciar: **PutRegister**, **PutBlock** e **PutBit**.

Cada primitiva tem associados dois parâmetros: um, indicando o integrado e outro indicando o endereço dos registos a operar.

Por seu lado, no PA existe um interpretador de comandos que descodifica as primitivas descritas. Dessa descodificação resulta o despoletar de uma rotina local ao PA que vai interagir directamente com o integrado em questão, lendo ou escrevendo nos registos endereçados através dos parâmetros das primitivas do PG.

O PG tem o comportamento típico mostrado no fluxograma da figura 10a). Após a inicialização do Hardware, o programa entra em ciclo, à espera de uma solicitação de uma instância superior (“Há solicitação de Comunicação?”). Após uma eventual solicitação, o PG forma a trama correspondente e envia-a ao PA.

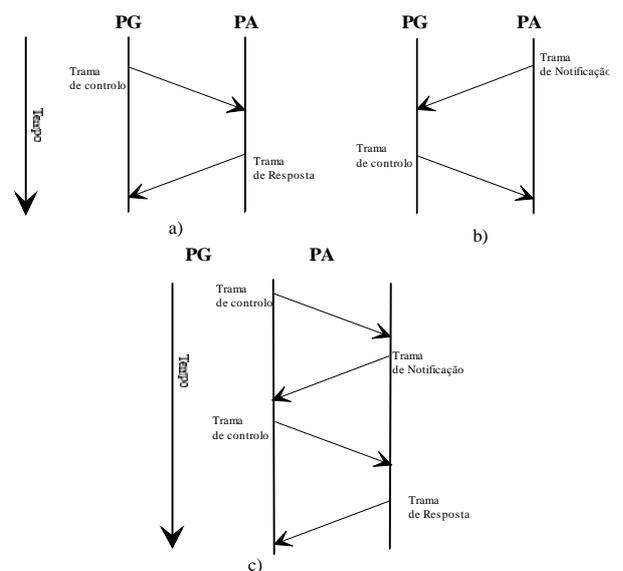
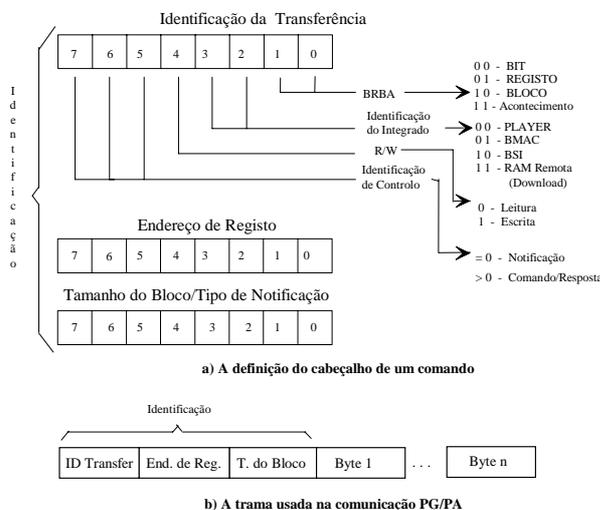
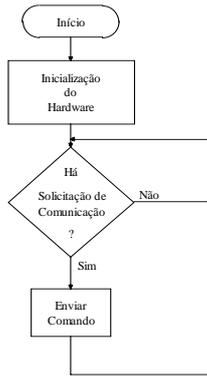
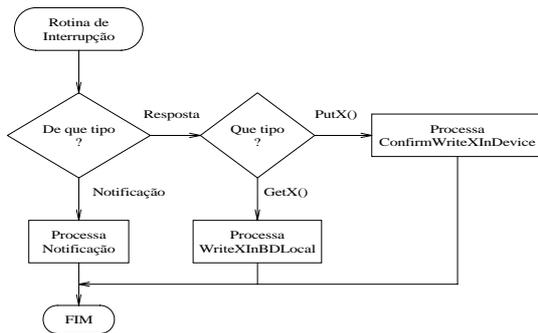


Figura 9 - a) Comando/Resposta, b) Notificação/Comando-resposta, c) Combinação das alíneas a) e b).

Figura 8 - A identificação da trama de controlo da comunicação PG/PA



a) O Programa de Gestão (PG)



b) Rotina de serviço à interrupção.

Figura 10

Enquanto isso, pode sofrer uma interrupção da parte do PA. Quando tal acontece é despoletada a rotina da figura 10b). Primeiro é detectada a natureza da interrupção (isto é, se é uma Notificação ou uma Notificação-Resposta). Se for uma Notificação, é processada e a rotina devolve o controlo ao PG. Se for uma Notificação-Resposta, ela pode ter tido origem num Comando **PutX** ou **GetX** (onde **X** designa bit ou byte ou block). De acordo com esta origem, no campo de informação da trama respectiva podem vir dados novos (Resposta a **GetX**) ou a confirmação de dados enviados anteriormente pelo PG sob a forma de um Comando-**PutX**. No primeiro caso, os dados vão alimentar a BDLocal (através de um a função de escrita **WriteXinBDLocal()**); no segundo vão ser comparados com dados aí existentes, que constituem cópias dos dados enviados. Através de uma verificação podemos ter um controlo sobre os eventuais erros no envio (e na recepção) da informação.

IV. CONCLUSÕES

Neste artigo, foram apresentados aspectos muito concretos de gestão de “baixo nível” de uma estação FDDI.

Após uma breve descrição do *hardware*, a apresentação passou à descrição de pequenos protocolos de comunicação entre gestores de bases de dados internas da estação, bem como à descrição do funcionamento de pequenas rotinas destinadas a implementá-los.

Grças às características modulares da estação, não existem restrições ao desenvolvimento futuro quer do *hardware* quer do *software*, que podem ser sucessivamente testados e melhorados.

Com uma implementação semelhante à que foi apresentada, não existem as restrições ao acesso de determinadas funções básicas como as que surgem quando se trabalha com uma placa comercial. Assim, através da operação directa de cada entidade FDDI, o gestor pode ter um grau de liberdade tão grande quanto lhe é permitido pela norma FDDI-SMT.

REFERÊNCIAS

- [1] BICC Data Networks, Hemel Hempstead, Herts, Great Britain, 1989.
- [2] ISO/IEC, *Fibre Distributed Data Interface (FDDI) - Parte 3: Physical Layer Medium Dependent (PMD) requirements*, Draft of International Standard ISO/IEC DIS 9314-3, 1988.
- [3] Ross F., *An Overview of FDDI: The Fiber Distributed Data Interface*. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Volume 7, Issue 7, Pp. 1043 - 1051, Sept 1989.
- [4] National Semiconductor Corporation, *Fiber Distributed Data Interface (FDDI) Databook*, 1991 Edition. Santa Clara, Califórnia: National Semiconductor Corporation, 1991.