

Introdução ao estudo da norma ANSI/IEEE 802.5

José Joel Kowalski ★

RESUMO

O objetivo deste trabalho é servir de base introdutória ao estudo da Rede Local em anel com método de acesso controlado por ficha, padronizado pela norma IEEE 802.5. O Protocolo de Acesso ao Meio é apresentado através da Máquina de Estado Finita (MEF). Os estados e transições foram interpretados textualmente, de modo a fornecer uma rápida compreensão global da operação normal da rede e dos mecanismos de recuperação de erro.

ABSTRACT

The main purpose of this paper is to introduce the IEEE 802.5 Token Ring Access Method. The access method protocol is presented by the notation of Finite-State Machine (FSM). The States and Transitions are commented in order to cover the normal and error recovering operation overview.

239482

I. INTRODUÇÃO

A norma IEEE 802.5 faz parte de um conjunto de normas para Redes Locais (LAN) que definem os níveis FÍSICO e de ENLACE do modelo OSI (Open System Interconnection Reference Model) da International Organization for Standardization ISO [ABN 87].

Com o objetivo de garantir a interconexão entre os equipamentos ligados através de uma rede local a norma IEEE 802.5 define:

- o formato do quadro.
- o protocolo de Acesso ao Meio
- o nível Físico (PHY)
- os serviços providos pela camada de acesso ao meio.
- a conexão da estação ao meio físico.

O núcleo deste trabalho está na descrição do protocolo, através da representação de Máquina de Estado Finita (MEF). Algumas simplificações foram efetuadas com o objetivo de propiciar maior clareza e ressaltar os aspectos mais relevantes para um primeiro estudo da norma.

Uma descrição textual prévia se faz necessária com vistas a introduzir alguns conceitos fundamentais da rede local em anel com acesso controlado por ficha.

II. FUNDAMENTOS DA REDE LOCAL TOKEN RING

Uma Rede Local Token Ring consiste em um conjunto de estações conectadas serialmente em um anel. A informação é transferida seqüencialmente, bit a bit, de uma estação para outra. Cada estação regenera e repete cada bit.

A estação que possui o direito de acesso transfere a sua mensagem para o meio que é repetida por todas as estações. A estação destino copia a informação e também repete-a.

Finalmente a estação que está transmitindo remove a mensagem do anel.

Uma estação recebe o direito de transmitir quando detecta a presença de uma FICHA no meio. A FICHA é uma mensagem de controle que circula no anel. Cada estação pode reter a FICHA por um tempo máximo especificado.

As mensagens que circulam no anel possuem um formato normalizado.

II.1 Formatos

São usados dois tipos de formatos conforme as figuras 1 e 2.

SD AC ED

FIG. 1 — Formato Ficha

SD AC FC DA SA INFO FCS ED FS

FIG. 2 — Formato Quadro.

Descrição dos Campos

SD — Delimitador de Início: seqüência única de bits e não bits (símbolos diferentes de 0 e 1 possíveis de serem gerados pela codificação utilizada).

ED — Delimitador de Fim: Construído de forma similar ao delimitador de início. Possui dois bits adicionais de controle:

I — indica que este é um quadro intermediário de um conjunto de múltiplos quadros que estão sendo transmitidos;

E — indica que um Erro foi detectado.

FC — Identifica o Tipo de Quadro.

DA e SA — Endereço do Destinatário e da Fonte.

INFO — Campo de Informação.

FCS — Campo de verificação de erro no quadro.

FS — Estado do Quadro: possui dois bits pelos quais a estação destino da mensagem informa que o endereço foi reconhecido (bit A) e foi copiado (bit C).

AC — Controle de Acesso: Contém oito bits em campos como segue:

T — Bit que Identifica a ficha.

M — Bit Monitor que é utilizado para prevenir que um quadro ou mensagem circule indefinidamente no anel. Ele é enviado como zero e manipulado pelo monitor ativo.

PPP — Bits que definem a PRIORIDADE CORRENTE do quadro ou ficha.

RRR — Bits que definem a RESERVA de uma ficha de prioridade RRR. São modificados no quadro ou ficha que estiver presente no anel pela estação que possui uma mensagem prioritária para transmitir.

Os bits PPP e RRR operam em conjunto de modo a permitir um sistema de multiprioridades conforme descrito a seguir.

II.2 Prioridade

Além dos bits PPP e RRR, o mecanismo de prioridades opera baseado nos seguintes registros:

Pm — Contém a prioridade da PDU (Protocol Data Unit) pronta para ser transmitida. Cada PDU tem uma prioridade Pm associada.

Pr e Rr — Cada estação possui estes dois registros que contêm, respectivamente, a prioridade corrente e os bits de reserva da última ficha ou quadro que foram detectados pela estação.

Sx e Sr — Cada vez que uma estação aumenta a prioridade corrente, são guardados os valores da nova prioridade e da anterior em Sx e Sr respectivamente. Como uma mesma estação pode aumentar a prioridade corrente mais de uma vez antes de retornar à prioridade anterior, Sx e Sr devem ser capazes de armazenar mais que um par de valores devendo ser, portanto, pilhas.

A operação do mecanismo de prioridade está descrito a seguir.

- a) A estação que possui uma PDU pronta para transmitir, de prioridade Pm maior que zero, faz a **reserva** de uma ficha modificando os bits RRR do quadro que estiver circulando para o valor Pm.
- b) Quando esta estação recebe a ficha, ela transmite as mensagens de prioridade Pm maior ou igual a prioridade corrente até que terminem ou que termine o tempo máximo de permanência com a ficha.
- c) Ao liberar a ficha para a próxima estação,

existem duas possibilidades a serem analisadas.

- c1) a prioridade da ficha é mantida. Ocorre quando não existe, reserva de ficha nem mensagem na estação com prioridade maior que a prioridade corrente.
- c2) a prioridade da ficha é aumentada. Ocorre quando existem mensagens na estação com prioridade Pm maior que a prioridade corrente, ou existe uma reserva Rr maior que a prioridade corrente. Neste caso a prioridade da ficha é elevada para o maior valor entre Pm e Rr. Os bits RRR são tornados iguais a zero.
 - Os valores da prioridade anterior e atual são armazenados nas pilhas Sx e Sr e a estação se torna estação **elevadora**.
- d) A estação elevadora analisa cada ficha que recebe, e no caso da prioridade corrente ser igual ao último valor contido na pilha Sx, procede de acordo com as duas possibilidades que seguem;
- d1) os bits de reserva Rr indicam uma prioridade maior que o contido em Sr. Neste caso os bits RRR são modificados para zero, o último valor de Sx e a prioridade corrente da ficha são modificados para o valor de Rr e a estação continua sendo **elevadora**.
- d2) o valor de prioridade contido em Sr é maior que o contido em Rr. Neste caso a prioridade corrente da ficha é modificada para o valor de Sr; os bits RRR não são modificados, os valores contidos em Sx e Sr são removidos da pilha.

O anexo 1 contém um estudo de caso que ilustra a operação deste mecanismo para um caso simulado.

II.3 Monitoramento da Rede

O anel possui em um determinado instante uma estação que desempenha a função de MONITOR ATIVO. Cabe a ela prover a sincronização do anel e a recuperação de diversas situações de erro. As demais estações desempenham a função de MONITOR PASSIVO.

II.4 Mensagens geradas pela camada de acesso ao meio (MAC)

As mensagens geradas pelo nível MAC, ou MA_PDU (Protocol Data Unit), tem por objetivo controlar e manter a operação correta do anel. Estão listadas a seguir as principais MA_PDUS.

CL_TK — "Claim Token". Enviada por uma estação quando percebe que não existe Ficha na Rede. Esta mensagem inicia a disputa para a eleição do MONITOR ATIVO.

DAT — "Duplicate Address Test". Enviada no processo de inicialização de uma estação para verificar se o seu endereço não está duplicado na rede.

A técnica consiste em enviar esta PDU com endereço de destino sendo o endereço da própria estação. Se a PDU retornar com o bit A (endereço reconhecido) igual a 1, é porque já existe este endereço na rede.

AMP — "Active Monitor Present". Mensagem continuamente enviada pelo MONITOR ATIVO para sinalizar a sua presença.

SMP — "Standby Monitor Present". Mensagem enviada pelo MONITOR PASSIVO seguindo uma mensagem AMP.

BCN — "Beacon". Enviada para noticiar uma falha séria na rede, com objetivo de iniciar o processo de localização e isolamento da causa da falha.

Esta mensagem possui um campo que contém o endereço da sua estação anterior (a que a precede no anel) e que está contida no domínio da falha.

PRG — "Purge". Enviada pelo MONITOR ATIVO para "limpar" o anel em determinadas situações.

Todas as PDU citadas acima são enviadas com o campo de endereço destino indicando que é uma mensagem destinada a todas as estações.

III. PROTOCOLO MAC

A descrição do protocolo de acesso ao meio pela norma está baseada em três Máquinas de Estados Finitos (MEF).

A MEF OPERACIONAL descreve os estados operacionais de uma estação que está inserida no anel e operando normalmente.

A MEF MONITOR ATIVO descreve os estados complementares da estação que em determinado tempo executa a função de Monitor Ativo do Anel.

A MEF MONITOR PASSIVO descreve os estados complementares das demais estações inseridas no anel e que não possuem a função de Monitor Ativo.

Esta MEF apresenta também o comportamento do protocolo para a escolha do monitor ativo.

Uma estação que está logicamente desconectada da rede (BY-PASS), tem o seu comportamento de inserção descrito na MEF Monitor Passivo.

Completado o procedimento de inserção, esta estação estará **simultaneamente** no estado STANDBY do MEF Monitor Passivo e no estado REPEAT da MEF operacional. O mesmo ocorre com os estados ACTIVE e REPEAT se a estação tiver sido eleita Monitor Ativo.

São apresentados para cada MEF os temporizadores e a descrição de cada estado.

Cada MEF possui um estado principal (REPEAT, STANDBY, ACTIVE). Nestes estados ocorrem alguns eventos importantes que não provocam transição para outros estados. Estes eventos são apresentados nas tabelas 1, 3 e 5. Os demais eventos são apresentados nas tabelas 2, 4 e 6. O significado de cada campo destas tabelas é:

EVENTO: Código do evento obtido no diagrama.

CONDIÇÃO: Condição que, satisfeita, implica a ocorrência da transição.

AÇÃO: Ação que é tomada durante a transição. Muitas vezes a ação está ligada à inicialização de um determinado temporizador. Esta ação implica interromper a contagem de tempo que eventualmente já vinha sendo feita, e iniciar novamente a contagem.

III.1 MEF operacional

A MEF operacional está descrita através do diagrama da figura 3 e das tabelas 1 e 2. Na MEF operacional certos eventos são provocados pelos seguintes temporizadores:

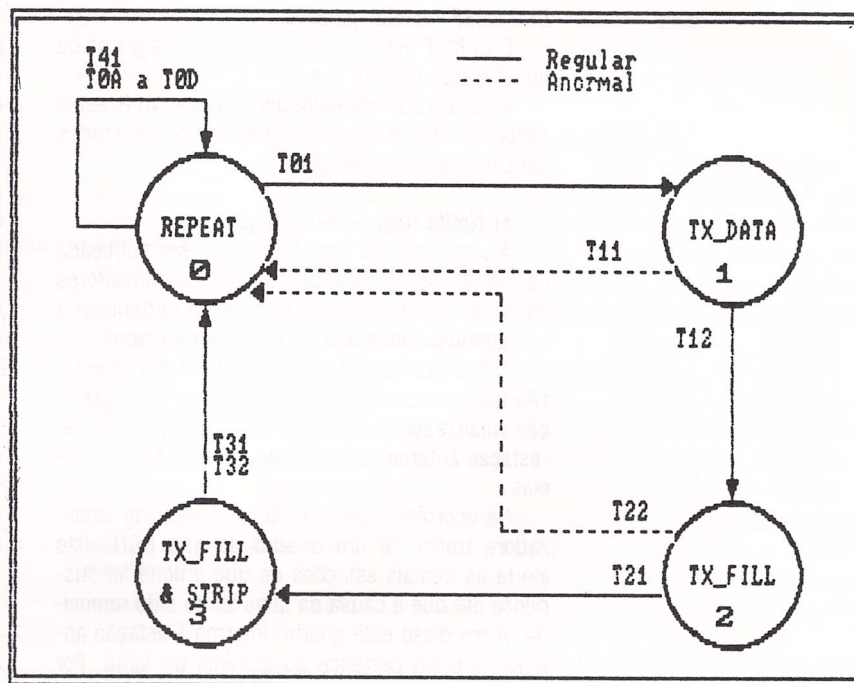


FIG. 3 — MEF operacional

a) Temporizadores

THT — “Timer Holding Token”. Máximo tempo que a estação pode permanecer transmitindo após ter obtido a ficha. O valor default é de 10ms.

TRR — “Timer Return to Repeat”. Tempo máximo que uma estação espera para que uma vez transmitido um símbolo, este retorne à estação.

Este temporizador é ajustado para o maior atraso do anel, que consiste na soma do tempo de propagação pelo anel de comprimento máximo mais a somatória dos atrasos em cada estação para o número máximo de estações. O valor default é 2.5ms.

b) Estados

REPEAT — Neste estado os bits recebidos são repetidos para a próxima estação. Alguns bits podem ser modificados e algumas ações podem ser tomadas sem mudança de estado. É o estado principal da MEF.

TX_DATA — Neste estado a estação tem a posse da ficha e transmite um ou mais quadros.

TX_FILL — Neste estado a estação transmite FILL (bits 0 ou 1 não precedidos pelo campo SD, sendo portanto ignorados) para manter o sincronismo das estações enquanto aguarda receber o campo SA do quadro que enviou. Caso este campo já tenha sido recebido quando estava no estado TX_DATA, a transição é feita diretamente para o estado TX_FILL & STRIP.

TX_FILL & STRIP — Neste estado a estação permanece transmitindo FILL e retirando os quadros que transmitiu anteriormente até que os retire completamente. Só então a estação passa a repetir os bits que recebe.

EVENTO	CONDIÇÃO	AÇÃO
T0A	Existe PDU com prioridade Pm e estão satisfeitas as condições para modificar os bits de RESERVA (RRR).	Faz RRR ← 1
T0B	Recepção de um quadro com erro.	Faz bit E ← 1
T0C	Recepção de um quadro endereçado à estação.	Faz bit A ← 1
T0D	Recepção e copia um quadro endereçado à estação.	Faz bit C ← 1
T41	A estação elevou anteriormente a prioridade PPP e recebe a ficha nas condições descritas no item 11.2 — (Estação elevadora).	Modifica a prioridade corrente para o maior valor entre Pm, RRR e Sr.

TAB. 1 — Eventos que não provocam transição no estado REPEAT.

EVENTO	CONDIÇÃO	AÇÃO
T01	Existe PDU com prioridade Pm e ocorre a recepção de uma ficha com prioridade PPP menor ou igual a Pm.	Modifica a ficha para quadro com prioridade PPP = Pm. Inicializa THT
T11	Ocorrência de Erro (p. ex. recepção de um quadro PRG ou BCN ou CL_TK).	
T12	Final de Transmissão. Não existe PDU para transmitir ou termina o tempo THT.	Inicializa TRR.
T21	Recepção do cabeçalho do último quadro que a estação enviou.	Envia a ficha para a próxima estação. A prioridade é determinada conforme o item 11.2.
T22	Termina o tempo TRR.	
T31	Recepção do final do último quadro que a estação enviou.	
T32	Termina o tempo TRR.	

TAB. 2 — Transições da MEF Operacional.

III.2 MEF monitor passivo

Esta MEF está descrita através do diagrama da fig. 4 e das tabelas 3 e 4.

Para auxiliar no entendimento da MEF estão descritos abaixo os procedimentos padronizados para recuperação de falha.

a) Notificação de Sinalização

A ocorrência de uma falha deve ser notificada de forma que os prováveis elementos causadores da falha, que pela natureza da rede pertencem a um domínio conhecido, possam ser isolados.

Fazem parte do domínio de uma falha: a estação que percebe e está notificando a falha (**estação sinalizadora**); a estação que a precede no anel (**estação anterior**) e o meio de conexão física entre elas.

Na ocorrência de uma falha, a estação sinalizadora transmite um quadro do tipo BCN. Isto alerta as demais estações de que a ficha foi suspensa até que a causa da falha tenha sido removida. Além disso este quadro informa à estação anterior que ela pertence ao domínio da falha. Por este motivo, cada estação precisa conhecer o endereço de sua estação anterior. Isto é obtido através da notificação de vizinhança conforme descrita a seguir.

b) Notificação de Vizinhança

O funcionamento da notificação de vizinhança está baseado no quadro AMP que é, periodicamente, enviado pela estação Monitor Ativo.

A estação que o sucede encontra o bit A igual a zero. Conseqüentemente o campo SA contém o endereço de sua estação anterior. O bit A é modificado para um. Após algum tempo (determinado pelo temporizador TQP) esta estação envia um quadro SMP que da mesma forma, permite à estação que a sucede, conhecer o seu endereço.

Os temporizadores que seguem, determinam transições na MEF monitor passivo.

c) Temporizadores

TSM — "Timer Standby Monitor". Tempo que cada estação espera para confirmar a presença de um Monitor Ativo. O default é 7 segundos.

TNT — "Timer no Token". Tempo máximo de espera pela ficha. Uma vez ultrapassado, indica a

ausência de ficha na rede. É utilizado para recuperação de várias situações de erro relacionadas com a ficha. O tempo TNT deve ser igual a TRR mais $n \cdot THT$ em que "n" é o número máximo de estações. O default é 1s.

TBR — "Timer BCN Received". Tempo usado pela estação após receber uma mensagem do tipo BCN da estação POSTERIOR (a que a sucede) para entrar no estado BY-PASS. O default é 160ms.

TBT — "Timer BCN Transmitted". Tempo usado por uma estação para continuar enviando mensagem tipo BCN antes de entrar no estado BY-PASS. O default é 26s.

TQP — "Timer, Queue PDU". Tempo utilizado em cada estação para enviar um quadro SMP após receber um quadro AMP ou SMP. Tem por objetivo limitar a utilização da rede, por este tipo de quadro periódico, dentro de um limite especificado.

d) Estados

BY-PASS — A estação não está inserida no anel.

INSERIDA — Neste estado, a estação sincroniza o seu relógio e passa a repetir os símbolos recebidos. Aguarda uma mensagem que indique que o MONITOR ATIVO está presente.

INITIALIZE — Neste estado, a estação aguarda a ficha para transmitir um quadro DAT com objetivo de verificar se o seu endereço é único na rede.

TX_CLAIM_TOKEN — Neste estado quadros CL_TK são continuamente transmitidos, uma vez que a estação, percebeu que a ficha não está presente no anel.

STANDBY — As estações que não são o Monitor Ativo, permanecem neste estado quando estão operacionais. A estação analisa continuamente a presença de ficha e de mensagens do Monitor Ativo (AMP). Se estas mensagens não são periodicamente detectadas, a estação vai para o estado de TX_CLAIM_TOKEN.

TX_BEACOM — Neste estado a estação que percebeu uma falha séria, permanece enviando quadros BCN com o objetivo de notificar a falha para as demais estações e, em particular, a sua estação anterior, e iniciar o processo de localização da falha.

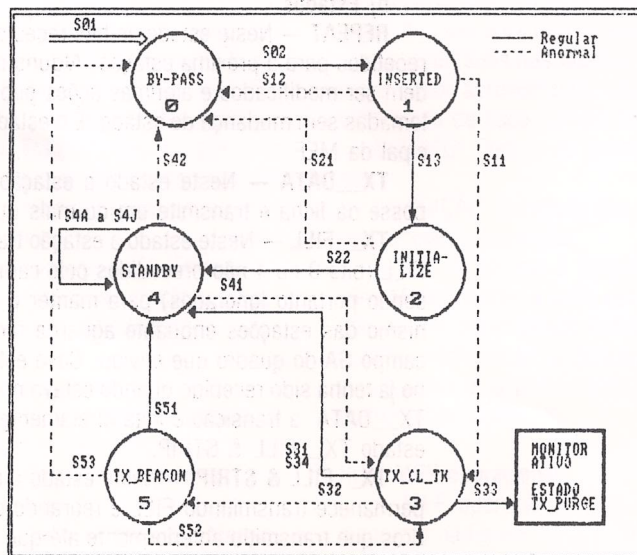


FIG. 4 — MEF Monitor Passivo

EVEN TO	CONDIÇÃO	AÇÃO
S4A	Recepção de um quadro BCN indicando uma falha na rede.	Inicializa TNT e TSM
S4B	Recepção de um quadro BCN enviado por sua estação posterior. A estação está no domínio da falha.	Inicializa TBR
S4D	Recepção de um quadro CL__TK ou PRG ou a ficha indicando que outra estação iniciou o processo de recuperação de erro.	Inicializa TNT
S4E	Recepção de um quadro SMP ou AMP enviado pela estação anterior.	Armazena o endereço da estação anterior. Inicializa TQP.
S4H	Recepção de um quadro AMP. Indica a presença do Monitor Ativo.	Inicializa TSM.
S4J	Término do tempo TQP.	Prepara um quadro SMP.

TAB. 3 — Eventos que não provocam transição no estado STANDBY

EVEN TO	CONDIÇÃO	AÇÃO
S01	Diversas condições.	
S02	Inserção da estação na rede.	Inicializa TSM.
S11	Término da temporização TSM indicando ausência de Monitor Ativo.	Inicializa TNT
S12	Recepção de um quadro BCN. Existe uma falha. A inserção desta estação é a causa provável.	
S13	Recepção de um quadro AMP ou PRG indicando a presença do Monitor Ativo.	Prepara um quadro DAT para ser enviado.
S21	Término do tempo TSM ou recepção de um quadro BCN ou DAT que é endereçado para a própria estação com o bit A-ligado (indicando que já existe uma estação com este endereço na rede).	
S22	Recepção do quadro DAT com bit A = 0. Não existe outra estação com o mesmo endereço.	Inicializa TNT e TSM.
S41	Término do tempo TSM ou TNT, indicando ausência de Monitor Ativo ou de ficha.	Inicializa TNT.
S42	Término do tempo TBR. A estação é a provável causadora da falha.	
S31	Recepção de CL__TK com endereço do emissor maior que o endereço da estação. A estação desiste da concorrência para gerar a ficha.	Inicializa TNT e TSM.
S32	Termina o tempo TNT. Existe uma falha e a estação está no domínio dela.	Inicializa TBT.
S33	Recepção de um quadro CL__TK enviado pela própria estação. A concorrência foi ganha. A estação se torna Monitor Ativo.	Inicializa TNT.
S34	Recepção de um quadro CL__TK enviado pela própria estação com divergência, porém com relação ao endereço da estação anterior.	Inicializa TNT e TSM.
S51	A estação recebeu uma PDU do tipo BCN que não foi enviada por ela.	Inicializa TNT e TSM.
S52	A estação recebeu uma PDU do tipo BCN que foi enviada por ela. O anel foi restabelecido.	Inicializa TNT.
S53	Esgotou o tempo TBT. A estação é a causadora da falha.	

TAB. 4 — Transições do MEF Monitor Passivo.

III.3 MEF monitor ativo

A MEF monitor ativo é apresentada através da fig. 5 e das tabelas 5 e 6.

a) Temporizadores

TVX — "Timer valid transmission". Temporizador utilizado para monitorar a presença de transmissões válidas pelo Monitor Ativo.

TAM — "Timer Active Monitor". Utilizado pela estação Monitor Ativo para temporizar o envio da mensagem de Monitor Ativo Presente (AMP).

b) Estados

ACTIVE — Este é o estado da estação MONITOR ATIVO quando o anel está operando normalmente. A estação monitora o anel para recuperá-lo de falhas do tipo quadros não válidos, falta de ficha, ou quadros circulando indefinidamente.

PURGE — Neste estado o MONITOR ATIVO envia um quadro PRG continuamente com o objetivo de "limpar" o anel antes de transmitir uma nova ficha.

FILL — Neste estado a estação transmite FILL (bits 0 ou 1) com a finalidade de ocupar o anel e conseqüentemente manter sincronizadas as estações enquanto remove os quadros PRG que enviou.

EVEN TO	CONDIÇÃO	AÇÃO
AOA	Recepção da ficha com prioridade maior que zero ou de um quadro qualquer, em ambos os casos com o bit M igual a zero.	Faz o bit < -1. Inicializa TVX.
AOB	Recepção da ficha com prioridade zero e bit M igual a zero.	Inicializa TVX.
AOC	Término do tempo TAM.	Prepara um quadro AMP. Inicializa TAM.
AOD	Recepção de um quadro AMP ou SMP enviado por sua estação anterior.	Atualiza o endereço da estação anterior.

TAB. 5 — Eventos que não provocam transição no estado ACTIVE

EVEN TO	CONDIÇÃO	AÇÃO
A01	Ficha ou quadro circulando indefinidamente na rede (bit M igual a 1).	Inicializa TNT.
A02	Término do tempo TVX.	Inicializa TNT.
A03	Recepção de um quadro AMP proveniente de outra estação (mais de um Monitor Ativo presente na rede) ou um quadro PRG ou CL__TK.	Inicializa TNT e TSM.
A04	Recepção de um quadro BCN indicando uma falha na rede.	Inicializa TNT e TSM.
A21	Recepção do início do quadro PRG que ela enviou.	Inicializa TRR.
A22	Recepção de um quadro BCN ou CL__TK, ou término do tempo TNT.	Inicializa TNT e TSM.
A11	Término do tempo TRR.	Gera uma ficha com prioridade 0. Inicializa TVX e TAM. Prepara uma PDU AMP para ser enviada quando da posse da ficha.

TAB. 6 — Transições do MEF Monitor Ativo

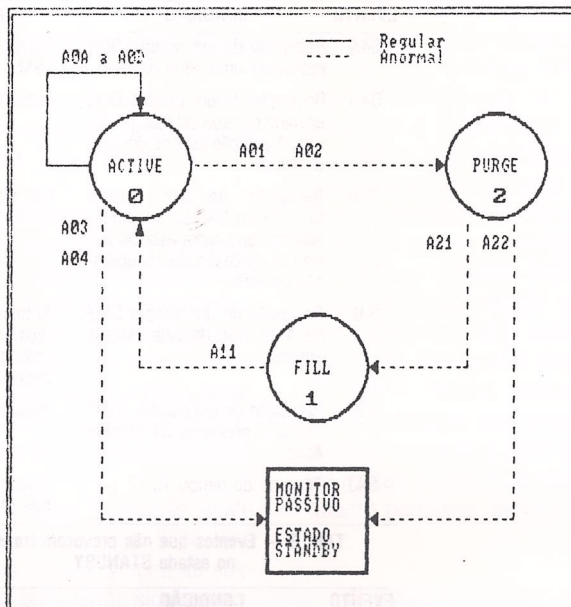


FIG. 5 — MEF Monitor Ativo

IV. CONCLUSÃO

As redes locais do tipo anel com meio de acesso por ficha, até então pouco aplicada fora do ambiente IBM, deverão assistir, nos próximos anos, a uma forte expansão, motivadas principalmente pela realidade da aplicação de fibras óticas em redes locais.

Este artigo pretendeu descrever o protocolo de acesso ao meio para a rede em anel com acesso controlado por ficha, através de Máquinas de Estados Finitos mais claras que aquelas encontradas na norma.

Em particular foram enfocados o esquema de multiprioridades e os mecanismos de detecção e recuperação de falhas.

Como resultado do estudo que deu origem a este trabalho, pudemos constatar que os questionamentos que se fazem sobre as possibilidades de falhas e abrangência destas, em uma rede em anel, estão cobertas e respondidas pela norma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [ABNT 87] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. "Sistemas de processamento de informações Interconexão de Sistemas Abertos Modelo Básico de Referência".
- [TAR 86] TAROUÇO L.M. "Redes de Computadores Locais e de Longa Distância".
- [IEE 89] INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, INC. "Token Ring Access Method and Physical Layer Specifications".

ANEXO 1 — Mecanismo de Prioridades

Estudo de Caso.

- 1 — **Condição Inicial.** Uma rede em anel com três estações "A", "B" e "C" nesta seqüência. A estação A detém a ficha e está transmitindo.
- 2 — "C" possui uma PDU com Pm igual a um. Modifica então os bits RRR do quadro presente na rede para um.

- 3 — "A" libera a ficha com PPP igual a um. "A" se torna estação elevadora e armazena zero e um respectivamente em Sr e Sx.
- 4 — "B" recebe a ficha e, somente, transmitiria se tivesse PDU com prioridade maior ou igual a um. "B" libera a ficha.
- 5 — "C" recebe a ficha e inicia a transmissão.
- 6 — Ocorre a chegada de uma PDU em "A" com Pm igual a dois. "A" modifica os bits RRR do quadro presente na rede para dois.
- 7 — "C" libera a ficha com prioridade dois. "C" se torna estação elevadora e empilha um e dois em Sr e Sx respectivamente.
- 8 — "A" recebe a ficha e inicia a transmissão.
- 9 — Ocorre a chegada de uma PDU em "C" com prioridade três. "C" modifica os bits RRR do quadro presente na rede para três.
- 10 — "A" encerra a transmissão e libera a ficha com prioridade três, e empilha dois e três em Sr e Sx respectivamente.
- 11 — "B" recebe a ficha e libera.
- 12 — "C" recebe a ficha e transmite.
- 13 — "C" libera a ficha com prioridade três.
- 14 — "A" libera a ficha com prioridade dois. Desempilha o par dois, três.
- 15 — "B" recebe a ficha e libera.
- 16 — "C" recebe a ficha e libera com prioridade um. Desempilha o par dois, um.
- 17 — "A" recebe a ficha e libera com prioridade zero. Desempilha o par um, zero.
- 18 — A rede voltou à condição inicial.

Observe que sempre que uma estação eleva a prioridade da rede, cabe a ela voltar a prioridade ao valor anterior.