

TECNOLOGIA DE REDES LOCAIS

José Fábio M. de Araujo

NCE-0182

Setembro 1982

José Fábio M. de Araujo
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Núcleo de Computação Eletrônica
Caixa Postal 2324
20.001 Rio de Janeiro RJ

RESUMO

O presente relatório técnico examina as alternativas de arquitetura e implementação de redes locais, os principais produtos atualmente no mercado internacional e as tendências futuras em termos de tecnologia e padronização.

ABSTRACT

This technical report examines local area computer network architectures, the main products currently available in the international market and future technological and standardization trends.

1) INTRODUÇÃO

Os avanços na tecnologia de microeletrônica, que levaram ao surgimento de mini e microcomputadores de baixo custo, estão causando uma profunda alteração na atividade de processamento de dados [23]. Estimativas recentes [1] mostram que os microcomputadores que representavam 7.5% do mercado de computadores em 1975, em 1980 já representavam 23% e a previsão é de que em 1985 terão ocupado 43% do mercado.

A tendência é portanto, no sentido do usuário dispor de capacidade de processamento local para muitas de suas aplicações. Um outro aspecto dessa mudança é que o processamento da informação deixa de ser um recurso escasso nas organizações. Com isso toda uma gama de novas aplicações que não se justificavam do ponto-de-vista econômico, passam a ser viáveis.

Nesse contexto são as redes locais que, conectando essas máquinas, permitirão que elas compartilhem recursos mais dispendiosos como unidades periféricas e portas para redes externas, e facilitarão o intercâmbio e compartilhamento de informações.

2) ARQUITETURA

Ao contrário das redes de longa distância, desenvolvidas utilizando-se a infra-estrutura de telefonia já existente e sujeitas portanto as limitações de velocidade e taxa de erro dessas, as

redes locais conectam um conjunto de equipamentos em uma área geográfica limitada, em geral pertencentes a uma mesma organização, o que permite projetar uma rede com características específicas para as necessidades da organização.

As características de redes locais em geral incluem:

- . alta banda de passagem (bandwidth), a faixa usual é 200 kb/s a 10 Mb/s;
- . taxa de erros muito baixa, da ordem de 1 bit em cada 10^{12} transmitidos;
- . possibilidade de difusão de mensagens (broadcast) para todas as máquinas conectadas a rede;
- . meios de transmissão baratos comparados as redes de longa distância;
- . protocolos simples uma vez que não há necessidade de mecanismos elaborados para detetar e recuperar erros, nem otimizar a utilização do bandwidth disponível.

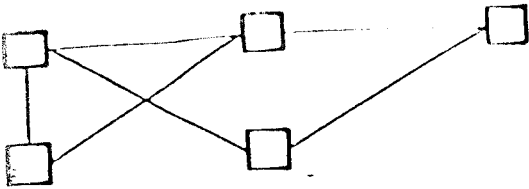
Recentemente tem se desenvolvido redes chamadas "broadband" que tem a possibilidade de transmitir não só dados mas também voz e imagem.

2.1) Topologia

Equipamentos em uma rede de computadores podem ser conectados de diversas formas. Alguns esquemas básicos são:

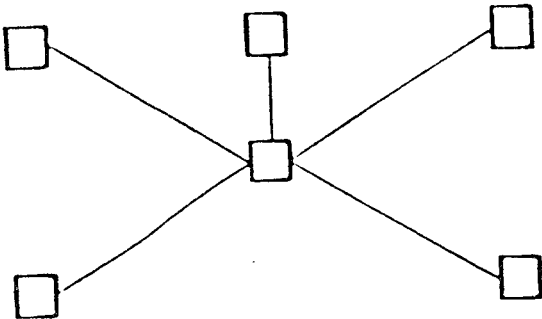
Armazena e reenvia

Nesse tipo de estrutura existe um número arbitrário de conexões entre as máquinas. O problema de direcionamento é razoavelmente complexo porque cada estação conectada a rede deve examinar as mensagens que chegam e (caso não seja para ela) escolher uma rota para reenviar a mensagem. Tem a desvantagem de introduzir atrasos, pela necessidade de armazenar a mensagem antes de reenviá-la.



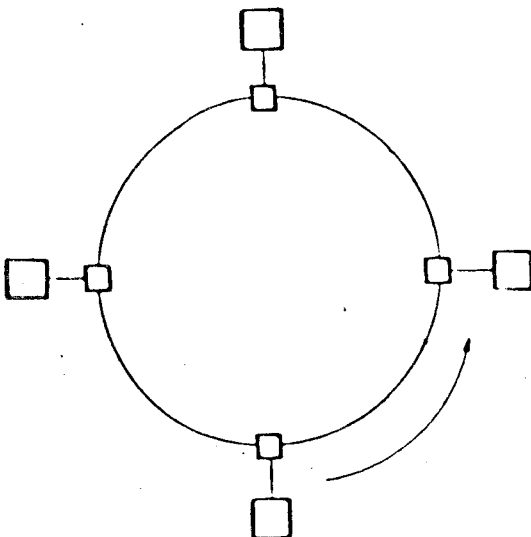
Estrela

Nessa configuração, existe um nó central por onde todo o tráfego flui. O problema de direcionamento é bastante simplificado pois apenas o nó central cuida desse aspecto. Por outro lado a rede como um todo é completamente dependente do funcionamento do nó central.



Anel

Nessa estrutura, o tráfego flui em um só sentido no anel, de modo que o problema de direcionamento não existe. As estações examinam a mensagem enquanto ela flui e a copiam caso lhe seja destinada. Não há necessidade de armazenar a mensagem inteira.



O bom funcionamento da rede nesse caso, depende do correto funcionamento de todos os elementos que compõem o anel.

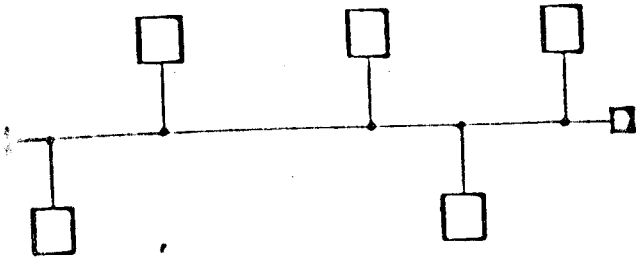
Barra

A estrutura de barra consiste num único meio físico aberto que pode difundir uma ou múltiplas mensagens simultaneamente. Daí os dois tipos básicos:

a) Barra Simples (Base band)

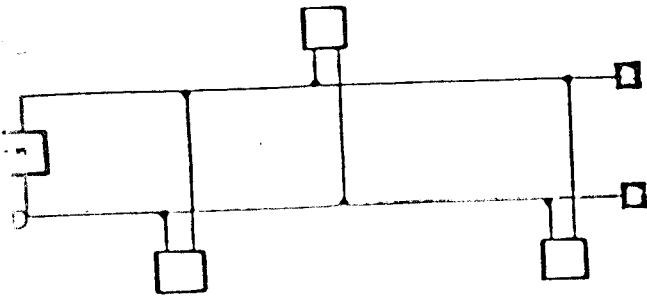
Nessa estrutura apenas uma estação pode estar transmitindo num certo instante do tempo. As demais monitoram o meio para identificarem mensagens que lhe são destinadas.

Um ponto importante desse tipo de estrutura é que o meio de transmissão pode ser inteiramente passivo (sem elementos ativos de regeneração de sinal por exemplo), para distâncias de até 1,5 km, o que diminui a possibilidade de falha na rede.



b) Barra de Banda Larga (broadband)

Nesse tipo de barra, a banda de passagem disponível é dividida em diversos canais com frequências diferentes, ao invés de dispor de apenas um canal como na barra simples. Uma comparação mais detalhada é feita adiante.



Redes locais existentes, utilizam na sua maioria anéis ou barras pela simplicidade do direcionamento, melhor desempenho (não há necessidade de armazenamento intermediário entre a fonte e o destino de uma mensagem), e possibilidade de se construir re

des com controle inteiramente distribuído (sem necessidade de um nó com funções específicas de decisão global, como por exemplo, quem pode transmitir em um determinado instante do tempo).

2.2) Elementos componentes de uma rede local

Os elementos que compõem uma rede local são:

- . meio de transmissão;
- . mecanismo de controle e acesso ao meio;
- . interface equipamento usuário/rede;
- . protocolos.

2.3) Meios de Transmissão

Praticamente todos os meios de transmissão já foram usados (pelo menos a nível experimental). Isso inclui: fio trançado comum, cabo coaxial, fibra ótica e micro-ondas. Cada um desses meios possui vantagens e desvantagens em relação aos outros. No texto abaixo examinamos os meios sob o ponto-de-vista de:

- . taxa máxima de transmissão e distância máxima atingida;
- . confiabilidade;
- . facilidade de conexão;
- . custo total;
- . disponibilidade no Brasil.

(a) Par trançado - A atenuação do sinal nesse meio é muito maior que nos outros. A taxa máxima X comprimento em par

trançado é 1 Mbs.Km, o que significa ser necessário regenerar o sinal a cada 1 km se a taxa de transmissão for 1 Mbs ou a cada 100 m se a taxa for 10 Mbs. Esse meio é ainda menos imune a interferência que os outros. A seu favor existe a facilidade de interfaceamento, a flexibilidade e o pequeno volume físico (que facilitam sua instalação) e o baixo preço.

(b) Cabo Coaxial - Esse é o meio mais frequentemente empregado em redes locais. A taxa máxima X comprimento é 10 Mbs. km. Apresenta um melhor isolamento a interferências elétricas e eletromagnéticas que par trançado. Redes implementadas no exterior, utilizam cabos e "taps" desenvolvidos para CATV e portanto prontamente disponíveis no mercado com custo relativamente baixo. É menos flexível e tem diâmetro maior que par trançado o que pode ser um ponto negativo para sua instalação em um edifício onde não houve previsão para sua existência.

Cabos Coaxiais são produzidos no Brasil pela PIRELLI e FICAP.

(c) Fibra Ótica - Esse meio apresenta uma taxa máxima X comprimento muito grande, da ordem de 800 Mbs.km, além disso é ainda completamente imune a interferências elétricas e eletromagnéticas, é flexível e tem um diâmetro bastante pequeno. Apesar disso sua utilização em redes locais tem sido restrita pela inexistência de "taps" que permitam conexão fácil, barata e de boa qualidade a fibra. Para ligações ponto a ponto no entanto é bastante apropriada, sendo necessário a existência de diodos de la-

ser ou LED's para transmissão e foto diodos para recepção e conversão dos sinais óticos em elétricos.

Fibras óticas são fabricadas no Brasil por duas empresas: CONDUGEL e XTAL. O Centro de Pesquisa da Telebras tem pesquisado ativamente esse assunto. Os receptores e transmissores no entanto não são produzidos no Brasil ainda. O preço do metro da fibra é da ordem de 5,50 dólares no Brasil.

(d) Links de Rádio - Uma alternativa possível para transmissão na rede é o uso de Link de micro-ondas. Redes experimentais usando esse meio já foram implementadas.

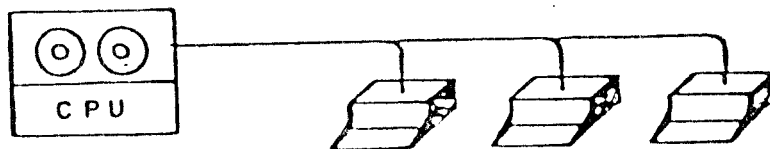
O quadro abaixo resume as características dos meios de transmissão apresentadas:

MEIO	TAXA . COM PRIMENTO	CONFIABI LIDADE	DISPONIBILI DADE NO BRÁ SIL DO MEIO	DISPONIBILI DADE NO BRÁ SIL DOS CO- NECTORES (TAPS)	PREÇO NO BRASIL EM US\$ POR METRO
Par tran çado	1 Mbs.1 Km	regular	S	S	0.20
Cabo Coa xial	10 Mbs.1 Km	boa	S	N	2.00
Fibra Ó- tica	800 Mbs.1 Km	ótima	S	N	5.00

2.3) Mecanismos de Acesso ao Meio

O problema que se põe em redes onde todas as estações estão conectadas ao mesmo meio físico é: qual é a estação habilitada a transmitir num determinado instante do tempo.

Esse problema em sistemas com um computador e terminais ligados a uma linha "multi-drop" em geral é resolvido através de um mecanismo de "polling".



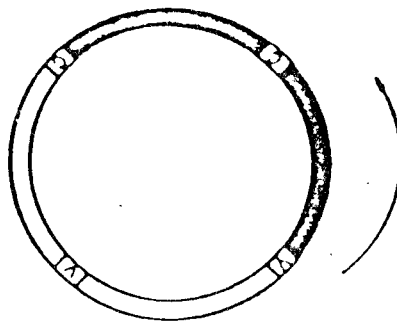
O computador central controla a comunicação com os terminais conectados a ele, perguntando a cada terminal se ele tem alguma coisa para transmitir, e caso afirmativo recebe a mensagem. Esquema idêntico é usado para transmitir.

Em redes locais existem esquemas centralizados similares a esse, onde uma estação ou equipamento tem o controle da transmissão, e outros esquemas completamente distribuídos onde nenhuma

das estações tem esse controle. Os mecanismos são em geral dependentes da topologia.

(a) Redes em Anel

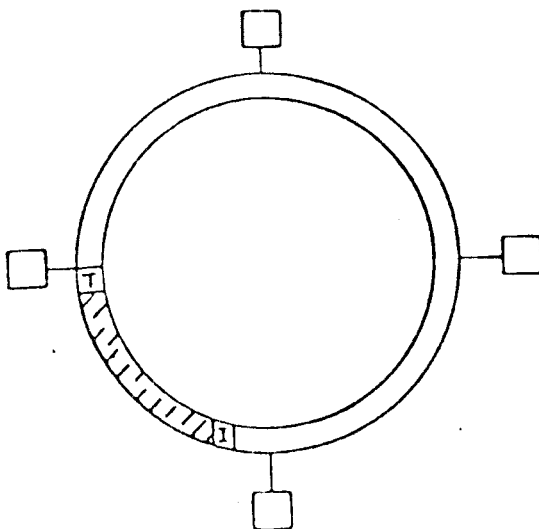
- Daisy chain - Esse mecanismo consiste em se dispor de um fio adicional, conectando as estações onde circula um sinal. Ao receber um sinal nesse fio, a estação entende que é a sua vez de transmitir, caso não tenha o que transmitir, passa o sinal para a estação vizinha. Esse método é usado em barras de E/S e pode ser uma boa solução para redes confinadas em ambientes muitos pequenos.
- Empty Slot - Nesse método pacotes de tamanho fixo, circulam no anel. Um bit indica se aquele pacote está cheio ou vazio. Ao detetar um pacote vazio, uma estação desejando transmitir troca o bit para cheio e coloca sua mensagem no pacote.



As principais desvantagens desse método são: necessidade de fragmentar a mensagem caso ela seja maior que o tamanho do pacote; desperdício de bandwidth se a mensagem for menor que o pacote (o resto do pacote não é usado); aumento do overhead de

vido a necessidade de repetir em todos os pacotes nos quais a mensagem foi fragmentada informações de endereçamento. Exemplo de uma rede utiliza esse princípio é o Cambridge Ring [25].

- Token Passing - Nesse método, uma sequência de bits (token) circula no anel. Uma estação desejando transmitir aguarda até que o token passe por ela. Nesse momento ela coloca sua mensagem no anel e em seguida envia o token. Nesse caso, mensagens de tamanho variável podem ser enviadas. Em contrapartida uma estação com uma mensagem curta para transmitir, pode ter que esperar um tempo razoável até que o token fique disponível.



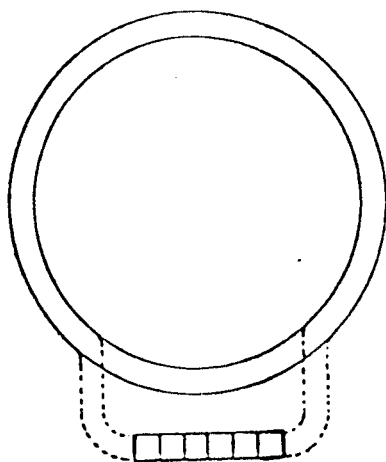
I - início da mensagem

T - token

A estação 1 após enviar sua mensagem envia também o token.

Diversas redes utilizam esse método [24].

- Inserção de registro - Nesse método a mensagem a ser transmitida é colocada em um registro de deslocamento. O anel é então partido e o registro inserido. Isso é feito quando não há mensagem passando ou entre duas mensagens adjacentes. Uma mensagem chegando nessa estação entra pelo registro de deslocamento atrás da mensagem sendo transmitida.



Uma nova mensagem só pode ser enviada pela estação quando o registro for retirado do anel o que só pode ocorrer quando não houver mensagem chegando.

Nesse tipo de estrutura o atraso total é variável uma vez que as mensagens são inseridas na frente de uma mensagem em trânsito ao contrário dos outros métodos em que a inserção ocorre atrás.

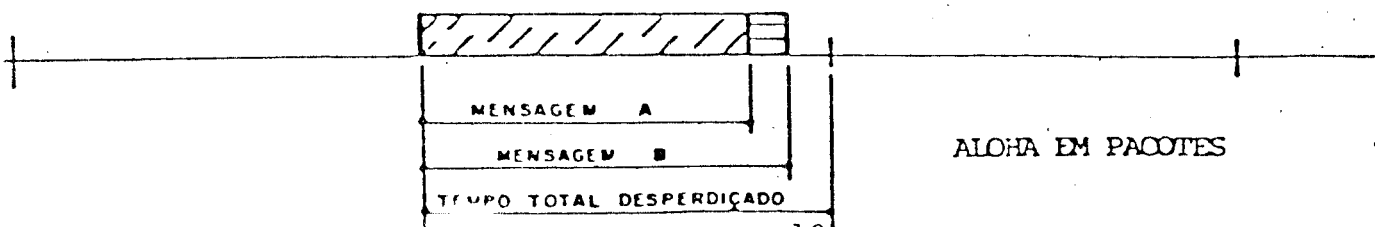
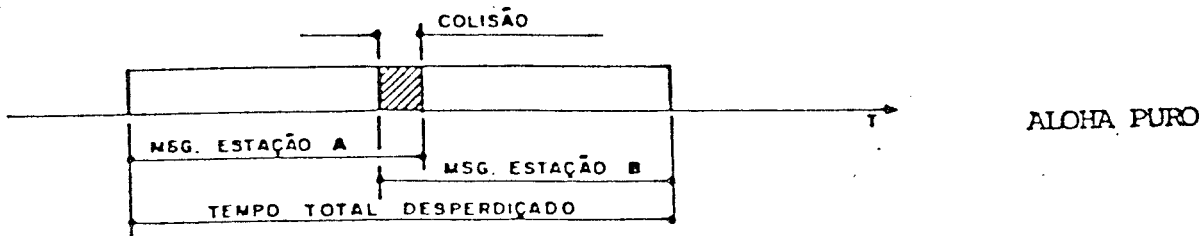
(b) Redes em Barra

- Daisy chain - De forma análoga ao utilizado em anéis.
- Contenção - Nesse método a estação que deseja transmitir o faz, independente de haver alguma outra estação transmitindo. Caso haja, ocorre uma "colisão", a estação de destino não confirma o recebimento da mensagem e ela é retransmitida pela estação de origem.

Existem diversos melhoramentos que podem ser feitos nesse método básico, chamado ALOHA por ter sido utilizado inicialmente na rede ALOHA [2] desenvolvida na Universidade do Hawaii.

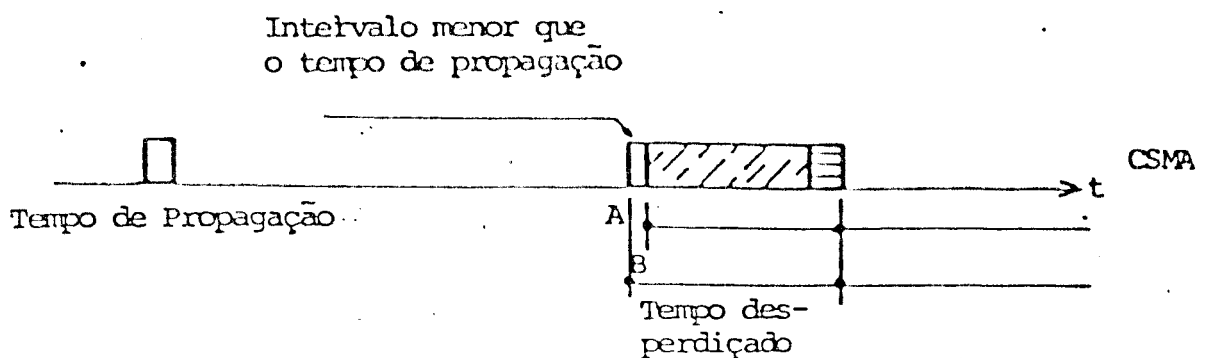
1) ALOHA em pacotes

As mensagens nesse caso são enviadas em tempos determinados e não podem ser maior que um intervalo de tempo fixado. Nesse caso, como mostrado na figura, o tempo máximo desperdiçado em uma colisão é igual a um intervalo de tempo enquanto no ALOHA puro podia ser praticamente os tempos de transmissão somados das duas mensagens que colidiram.



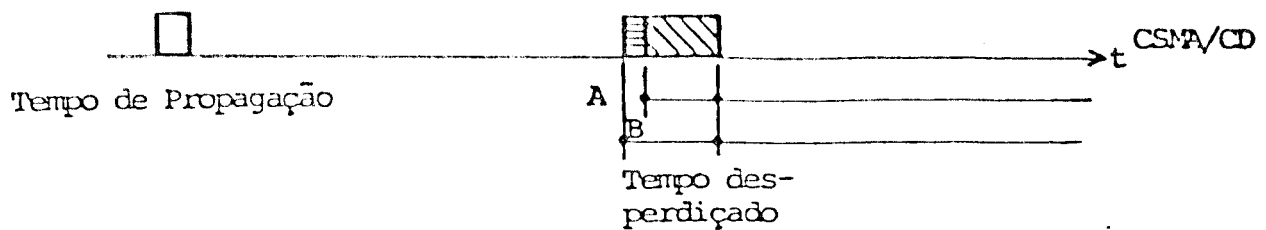
ii) CSMA - Carrier Sensing Multiple Access

Nessa variação a estação que deseja transmitir verifica antes se há alguma mensagem fluindo no meio (carrier sensing), em caso positivo aguarda até que o meio fique disponível e então transmite. Ainda assim existe a possibilidade de colisão por dois motivos: (1) a estação "sentiu" o meio disponível e iniciou sua transmissão, quando na verdade uma fração de tempo antes uma outra estação tinha iniciado uma transmissão que devido ao atraso da propagação do sinal não foi sentida pela primeira; (2) duas estações estavam aguardando o meio ser liberado e ao detetar que ele ficou livre simultaneamente iniciaram suas transmissões.



Apenas verificar se o meio está livre, já reduz consideravelmente a probabilidade de colisão porque o tempo de propagação é bem menor que o de transmissão. No entanto o tempo desperdiçado com colisões pode ser melhorado acrescentando-se um meca-

nismo de detecção de colisão (CD). Nos métodos CSMA/CD, o meio é monitorado antes da mensagem ser enviada e durante a transmissão, havendo colisão a transmissão é imediatamente abortada e nova tentativa de transmissão é feita um certo intervalo de tempo depois. O intervalo de tempo é gerado segundo um algoritmo que procura evitar nova colisão gerando tempos diferentes para cada estação.



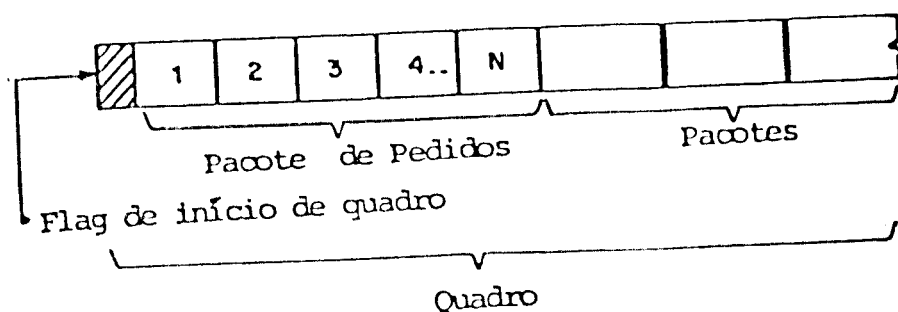
iii) CSMA não persistente

Para evitar colisão quando duas ou mais estações estão aguardando o meio ficar livre, alguns possíveis procedimentos são: utilizar um método dito "CSMA não persistente". Nesse caso ao detetar que o meio está sendo utilizado, em vez de aguardar sua liberação a estação volta a verificar se ele está livre um certo tempo depois. Naturalmente com esse método, pode ocorrer

rer do meio não ser usado mesmo quando existe estação com mensagem para transmitir.

- Reserva - Nesse método as estações de algum modo indicam previamente que desejam fazer uma transmissão e um controle central se encarrega de lhes indicar a vez. Uma implementação desse método [16] é descrita a seguir.

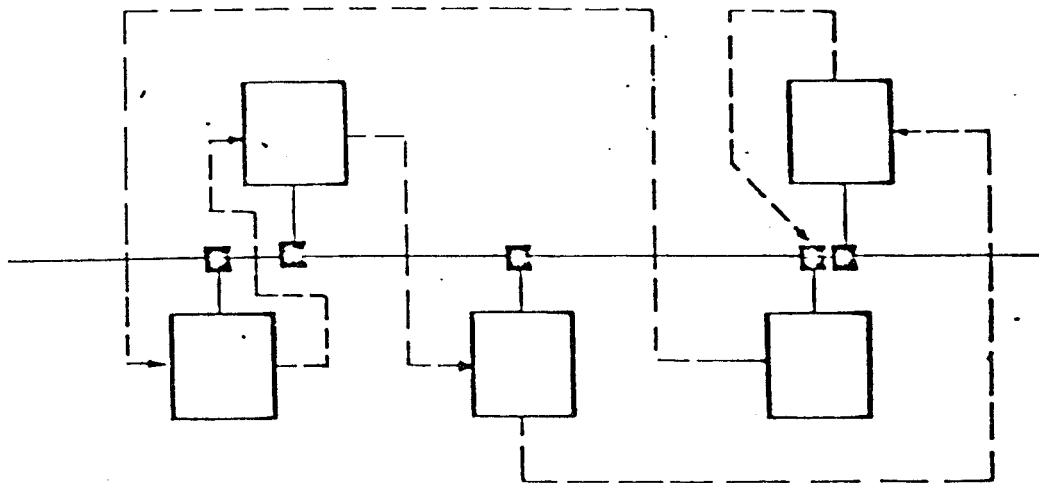
A informação é transmitida em quadros de tamanho variáveis. Um controle central envia um quadro que consiste de duas partes: um pacote de pedidos de transmissão (request slot) e um número arbitrário de pacotes como mostrado abaixo.



Cada estação conectada a barra, possui um bit específico no pacote de pedidos de transmissão. Alterando esse bit, a estação indica que deseja transmitir um pacote dentro desse quadro. Ao fim do passo de pedido de transmissão, todas as esta

ções sabem quem deseja transmitir nesse quadro. A sequência de transmissão é dada então por algum algoritmo de prioridade conhecido de todas as estações. O fim do pacote é identificado de modo a que cada estação determina quando é a sua vez de transmitir.

Token Passing - Esse método é similar ao descrito para as redes em anéis. Ele consiste em passar um "token" de uma estação para outra. A estação que detém o token tem o direito de transmitir sua mensagem. No caso de barra, um anel lógico é formado como mostrado abaixo.



Cada estação após usar o token o envia para a seguinte na cadeia.

Até o momento o método mais utilizado em redes em barra é CSMA/CD. Isso se explica por ser um método distribuído, e de implementação relativamente simples. No entanto ele tem algumas características negativas por ser um método não deter-

minístico. Não é possível, por exemplo, determinar com precisão um tempo máximo de acesso a barra por parte de uma estação.

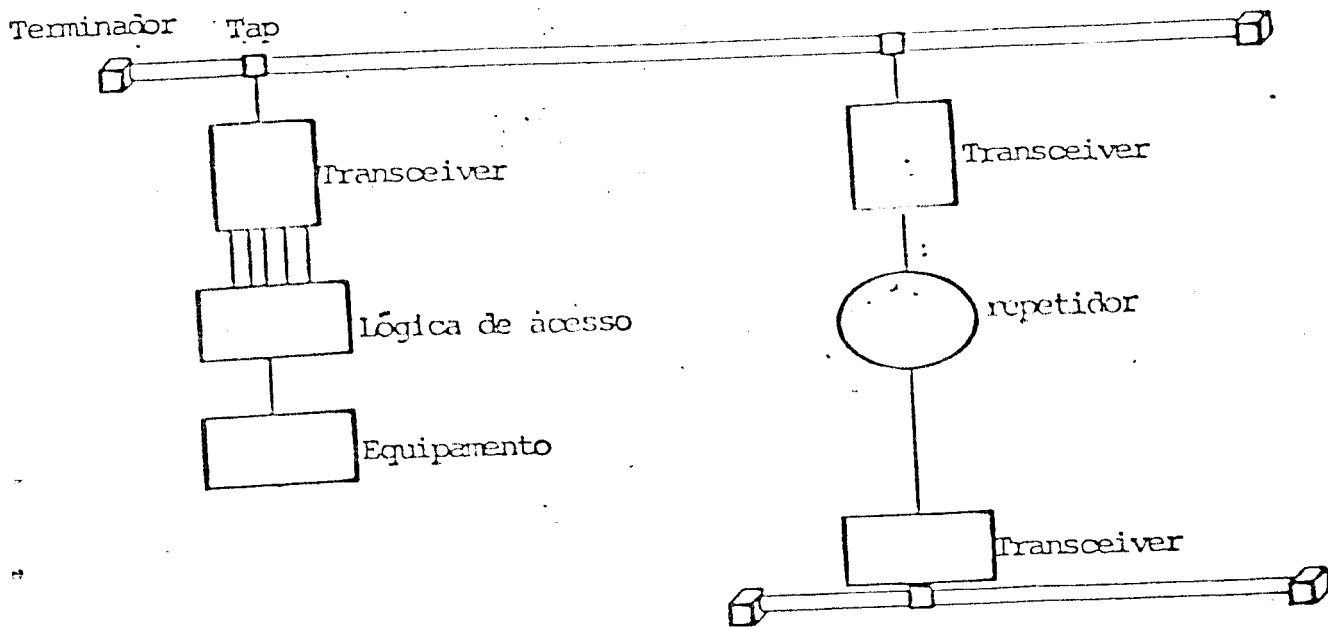
Token Passing é um método determinístico mas por outro lado sua implementação é bastante mais complicada. É preciso por exemplo resolver problemas como perda do token e inclusão de novas estações no anel lógico.

3) BASEBAND VERSUS BROADBAND

Em uma rede de comunicação, se vários equipamentos irão compartilhar o mesmo meio de transmissão, faz-se necessário multiplexar os dados enviados por estes. Esta multiplexação pode ser por divisão no tempo (TDM) ou por divisão em frequência (FDM).

Redes do tipo baseband, fazem multiplexações no tempo, uma estação ao obter acesso ao meio de transmissão, injeta os dados diretamente (sem modulação) mudando o nível de tensão, o que é detectado pelas demais estações. Nesse tipo de rede, uma vez obtido o acesso ao meio, toda sua faixa de passagem fica disponível para essa transmissão. Os elementos que compõe essa rede são:

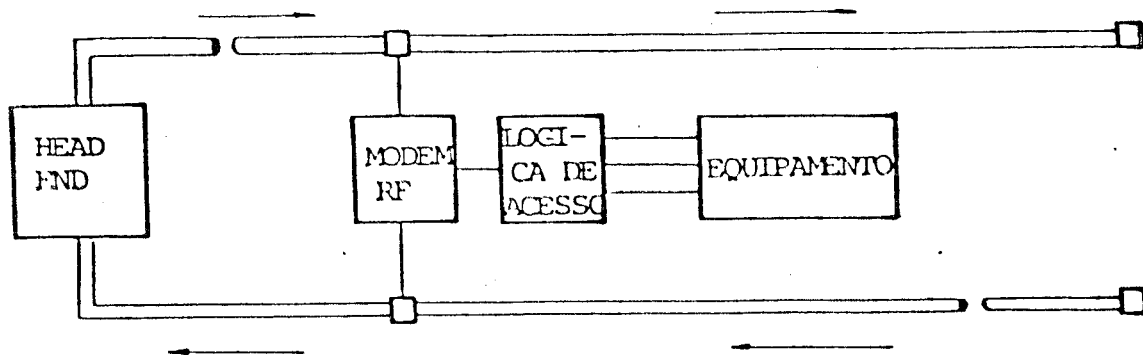
- . taps
- . transceiver
- . lógica de acesso / interface equipamentos
- . repetidores



Nas redes do tipo broadband, a faixa de passagem total disponível, é dividida em diversos canais de diferentes frequências que podem ser utilizadas simultaneamente. Nesse caso pode-se por exemplo, alocar canais para transmissão de voz outros para imagem e alguns para dados. O dado a ser enviado deve ser modulado para a faixa de frequência em que será transmitido, para isso utiliza-se modens do tipo RF (radio frequency). Nas redes até agora implementadas [7, 10, 23], todos os demais componentes são do tipo já utilizados em televisão por cabo (CATV). Esses componentes são splitters e directional coupler para derivação, amplifiers para regeneração de sinal, cabo coaxial, multi-taps para facilitar a conexão de cabos secundários, terminadores, filtros, fontes de alimentação e "head end" que é o ponto de origem e retorno dos sinais RF como mostrado adiante.

Dois tipos de configuração estão sendo propostos para esse tipo de rede: no primeiro um só cabo é utilizado e o tráfego em cada direção é multiplexado em frequência, de tal modo

que a metade mais baixa da banda de passagem (5 - 110 Mhz) (tipicamente) é usada para uma direção e a faixa superior (160 - 300 Mhz) para a outra direção. Outra alternativa é utilizar dois cabos e usar toda a faixa. A transposição de frequências de um canal para o outro é feito pelo "Head-end".



Fatores que favorecem baseband são:

- Uso de toda a faixa de passagem para transmissão de dados uma vez iniciada a transmissão, enquanto nas broadband a faixa é dividida em canais de menor largura, além da velocidade máxima estar limitada pela velocidade dos modems RF.
- Custo mais baixo principalmente em redes pequenas (poucos equipamentos conectados), porque os componentes são mais baratos embora a diferença não seja tão significativa.

No quadro abaixo mostramos o preço corrente de componentes para duas redes típicas no mercado americano:

Ethernet (Xerox) Rede em barra, baseband 10 Mbs/s
 Localnet (Sytek) Broadband.

ETHERNET		LOCALNET	
Cabo coaxial transceivers	US\$ 2.25 m 400,00	Cabo coaxial modem RF 2.0 Mbs +	US\$ 0.60 m
Lógica de acesso	3.200,00	Lógica de acesso	10.200,00
		Headend	3.500,00

- O meio de transmissão pode ser inteiramente passivo em redes baseband, para distâncias até 1.500 metros, aumentando com isso sua confiabilidade.

Fatores que favorecem as redes broadband são:

- Possibilidade de transmitir sinais analógicos o que facilita o envio de voz e imagem simultaneamente.
- A topologia dessas redes pode tomar a forma de uma árvore com um cabo principal e cabos secundários conectados ao principal facilitando com isso a instalação, enquanto nas redes "baseband" todos os equipamentos estão ligados a um único cabo, ou então a um segundo segmento através de repetidores.

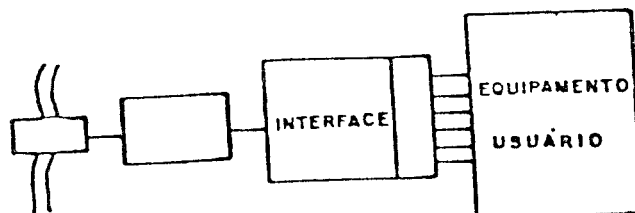
4) INTERFACE EQUIPAMENTO USUÁRIO / REDE

A interface equipamentos / rede é um ponto crítico na escolha ou projeto de uma rede local.

Essa interface tem como finalidade:

(a) Implementar o método de acesso escolhido ou parte dele, o resto nesse caso sendo implementado em software no equipamento usuário;

(b) Receber e transmitir dados para o equipamento usuário.



As alternativas para a comunicação com o equipamento usuário são:

(a) Desenvolver uma interface especial para cada equipamento diferente conectado a rede, o que permite o desenvolvimento que utilize toda a velocidade disponível na rede.

(b) Utilizar um dos "ports" de comunicação serial que a maioria dos equipamentos já dispõe e se restringir a sua velocidade da ordem de 50 Kb/s ao máximo.

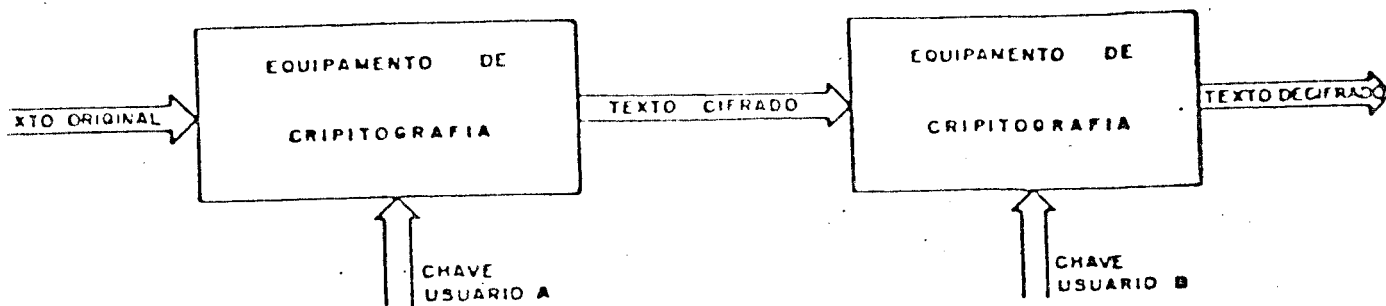
5) SEGURANÇA

REDES LOCAIS, são particularmente vulneráveis à interceptação de mensagens porque em geral todas as estações estão conectadas a um mesmo meio por onde as mensagens circulam. Caso seja necessário proteger mensagens em trânsito, a única alternativa é o uso de criptografia. (encryption).

Existem basicamente três situações que o mecanismo de autenticação deve cobrir: [16]

- Comunicação interativa entre usuários em máquinas diferentes;
- Autenticação de mensagens não interativas tais como correio eletrônico onde o destinatário pode não estar disponível;
- Comunicação "assinada" onde a origem da mensagem e a integridade do conteúdo pode ser autenticado por um terceiro.

Os métodos de ciframento existentes, utilizam chave pública ou chave secreta. A idéia consiste em dado um texto, cifrá-lo com a ajuda da chave e decifrá-lo no destino novamente com a ajuda da chave.



No método de chave secreta, a mesma chave é usada para cifrar e decifrar, logo quem souber a chave pode decifrar a mensagem, e ambas as partes envolvidas na comunicação devem conhecer a mesma chave. No método de chave pública, duas chaves são necessárias: uma para transformar um texto cifrado e outra para transformar um texto cifrado em um não cifrado. Além disso, conhecer uma das chaves não facilita achar a outra.

Em um sistema desse tipo, um usuário possui duas chaves: uma pública que pode ser usado por qualquer um que deseje enviar uma mensagem cifrada para ele e outra secreta que ele usa para decodificar as mensagens recebidas.

O NBS (National Bureau of Standard) americano, padronizou um algoritmo de criptografia baseado em chave secreta, o "Data Encryption Standard", viabilizando com isso a fabricação de pastilhas de circuito integrado que implementam esse algoritmo, como por exemplo a motorola MC6859 [5] e a INTEL 8294.

O DES cifra 64 bits de dados e o resultado é um texto com 64 bits cifrado. Uma chave de 56 bits é usada para cifrar. Com 56 bits, existem 2^{56} chaves diferentes, que podem ser usadas tornando virtualmente impossível uma tentativa por exaustão de todas as chaves possíveis.

Precauções adicionais quando usando métodos criptográficos baseados em chave secreta são: escolher chaves de maneira a mais aleatória possível, mudá-la com frequência e utilizar uma hierarquia de duas ou mais chaves.

Algumas redes locais existentes no mercado como a local net da Sytek Inc., já oferecem mecanismos de segurança como os mencionados. Em geral isso não é verdade, e o usuário deve acrescentar a sua rede os componentes e procedimentos criptográficos desejados, podendo desenvolvê-los a partir das pastilhas ou utilizar equipamentos mais completos como os módulos MGD6800 da Motorola ou DES4100 da Codex.

6) PADRONIZAÇÃO

Redes Locais estão no mercado como produto há muito pouco tempo. Praticamente todas elas tiveram sua comercialização iniciada do ano passado para cá.

No momento essas redes são incompatíveis entre si. Em geral elas conectam apenas sistemas de um mesmo fabricante ou exigem um esforço do usuário para interfacear seus equipamentos com a rede tanto em hardware quanto em software.

Uma última possibilidade em algumas redes é conectar equipamentos segundo os padrões de transmissão de dados existentes como RS232 por exemplo.

Os esforços de padronização estão portanto em fase embrionária.

Uma proposta de padronização está sendo preparada pela IEEE com o nome de IEEE 802. Uma primeira versão foi apresenta

da em outubro de 1981 para comentários. Alguns pontos da proposta são:

(a) Suporta dois métodos de acesso:

CSMA/CD e Token Passing.

(b) Suporta duas topologias:

Anel com token passing e barra com CSMA/CD ou token passing.

(c) No nível ISO 2 (controle de linha) o protocolo é o mesmo para qualquer topologia no método de acesso.

(d) Os meios suportados no nível ISO 1, serão cabo coaxial (baseband e broadband) para rede em barra e par trançado cabo coaxial e fibra ótica para anéis.

Existe também uma tentativa de padronização "de facto" por parte da Xerox, Intel e Digital em torno da Ethernet [14] uma rede local em barra com mecanismo de acesso CSMA/CD que utiliza cabo coaxial como meio a uma velocidade de 10 Mb/s.

A Ethernet foi desenvolvida inicialmente pela Xerox, posteriormente a Intel e Digital se associaram a ela com a finalidade de desenvolverem produtos em torno da idéia. A Xerox por exemplo já anunciou sistemas de automação de escritórios que utilizam Ethernet como meio de comunicação.

A especificação dessa rede está disponível para quem queira e a licença para desenvolver produtos compatíveis é concedida a um preço simbólico. Além disso, pastilhas de circuitos integrados VLSI que implementam as funções de lógica de acesso

(hoje uma placa com dezenas de integrados), estão sendo desenvolvidas pela Intel e outras companhias, e deverão ter sua comercialização iniciada ainda esse ano. Com isso o custo do hardware de interface com a rede deve cair de maneira significativa, incentivando projetistas de redes a adotá-las.

Na Inglaterra um esforço semelhante está sendo feito em torno do "Cambridge Ring", uma rede em anel com mecanismo de acesso de pacote vazio (empty slot) e velocidade de 10 Mb/s. Pastilhas que implementam as funções da lógica de acesso e repetidores estão sendo desenvolvidas pela FERRANTI e diversas companhias inglesas comercializam versões do "Cambridge Ring" [28].

7) PRODUTOS

Os produtos disponíveis ou anunciados no mercado americano e europeu, utilizam como meio par trançado e cabo coaxial. A topologia utilizada é basicamente anel e barra. As diversas redes oferecidas do tipo broadband e baseband. Quanto ao mecanismo de acesso, as redes em anel utilizam "token pass" e "empty slot" enquanto as em barra utilizam "contention". O quadro mostrado adiante resume as características das principais redes comercializadas atualmente.

Cabe observar que essas redes ou são oferecidas como parte de um sistema conectando equipamentos do mesmo fabricante ou pretendem apenas ser o meio de comunicação entre máquinas do usu

...
ário. Nesse segundo caso, em geral, cabe ao usuário desenvolver a interface apropriada aos seus equipamentos, bem como todo o software necessário à implementações dos protocolos.

Em alguns casos o fabricante já oferece a possibilidade de conexão nos padrões usuais de comunicação de dados.

FORNECEDORES DE REDES LOCAIS

FABRICANTE	TOPOLOGIA	ACESSO	TAXA DE TRANSMISSÃO	DISTÂNCIA MÁX ENTRE ESTAÇÕES	MEIO	Nº MÁXIMO DE ESTAÇÕES	PORTADORA
SYTEK Local Net 20/40	barra	CSMA/CD FDM	128 Kb 2 Mb	50 Km	CATV cabo	20.000	Broadband
Corvus OmniNet	barra	CSMA	1 Mb/s	1.3 Km	Cabo RS-422 par trança- do	64	Base
Acorn Econet	barra	CSMA/CD	210 Kb	450 m	Par trança- do (2)	255	Base
Nestar Cluster One	barra	CSMA	240 Kb	300 m	Cabo parale- lo (8 pares)	64	Base
Ungeman/Bass Net/One	barra	CSMA/CD	4 Mb	1.200 m	Cabo coaxi- al	200	Base
Proteon Pronet	anel	Token	10 Mb	300 m	Par trança- do	255	Base
Molecular Computer	barra	CSMA/CD	10 Mb	-	-	8	Base
Datapoint ARC	barra	token	2.5 Mb/s	6.4 Km	Cabo coaxi- al	255	Base
Real Time Dev. Clear way	anel	-	19 Kb-50 Kb	300 m	-	-	-
Network Systems Hyper Channel	barra	CSMA/CD	50 Mb/s	300 m	CATV	256	-
Cableshare Local Area Net	barra	-	1 Mb/s	8 Km	Cabo coaxi- al	-	Broadband
Logica Polynet	anel	-	10 MB/s	100 m	Par trança- do	200	-
Zilog Z Net	barra	CSMA/CD	800 Kb/s	2 Km	Cabo coaxi- al	255	Base

FORNecedores DE REDES LOCAIS

FABRICANTE	TOPOLOGIA	ACESSO	TAXA DE TRANSMISSÃO	DISTÂNCIA MÁX ENTRE ESTAÇÕES	MEIO	Nº MÁXIMO DE ESTAÇÕES
Corvus Constellation	star	-	-	15 m	-	64
Digilog System 1800	barra	-	-	-	-	16
Apollo Domain	anel	token	12 Mb	-	cabo coaxial	-
Convergent	-	-	307 Kb/s	-	Par RS-422	16
Xerox Ethernet	barra	CSMA/CD	10 Mb	-	coaxial	255
Milne Ethernet	barra	CSMA/CD	1.2 Mb	-	duplo coaxial	-

8) PERSPECTIVAS FUTURAS

Como mencionado anteriormente, os produtos na área de redes locais começaram a ser comercializados muito recentemente. Pastilhas VLSI integrando controladores de redes como Ethernet, estão apenas anunciados. Baseados nesses fatos e, estimando uma vida útil de 3 a 4 anos para esses produtos, é muito provável que não haja mudanças significativas nos aspectos de tecnologia nos próximos 2 a 4 anos. Redes em barra tanto baseband quanto broadband e em anel, terão espaço no mercado já que nenhuma delas é claramente superior as outras em todas as situações.

Do ponto de vista de meio de transmissão, fibra ótica poderá vir a ser muito mais utilizada, tão logo se consiga produzir "taps" e "splitters" para derivação confiáveis a preços comparáveis aos existentes para cabos coaxiais.

Os avanços nesse período serão mais intensos na área de interconexão de redes, como "gateways" para conectar redes de diferentes fabricantes e propostas de protocolos apropriados a esse fim; padronização de protocolos nos diversos níveis; pacotes de software que implementam esses protocolos para diversas máquinas; pacotes de software de aplicação que utilizem redes locais como por exemplo, correio eletrônico; procedimentos para detecção de falhas na rede e rápida reconfiguração e recuperação; procedimentos de administração de redes; desenvolvimento de equipamentos (servers) que oferecem serviços aos usuários da rede como por exemplo, "file server" ou "plotting server".

Em resumo, as indicações são que os avanços nos próximos anos serão na efetiva utilização da tecnologia existente.

(9) BIBLIOGRAFIA

1. "Moving away from mainframes: The Large Computer Maker's Strategies for Survival", Business Week, February, 1982.
2. ABRAENSON, N., "The Aloha Systems" Computer Communication Networks, Prentice-Hall Englewood Cliffs, N. Jersey, 1973.
3. ALLAN, R. "Local Net Architecture, Protocolo Issues Heating Up", Electronic Design, April, 1981.
4. BERSON, T. A. and BAUER, R. K. "Local Network Architecture" Ainda não publicado.
5. BRYCE, H. "The NBS Data Encryption Standard: Products and Principles", Mini-micro Systems, March, 1981.
6. CLARCK, D.D., POGAN K. T. and REED D. P. "An Introduction to Local Area Networks", Proc. of the IEEE, Vol. 66, nº 11, November, 1978.
7. COOPER, E. "CATV/Broadband Overview" T. R. 81052 Sytek Incorporated, November, 1981.
8. COTTON, J, W, "Technologies for Local Area Computer Networks", Computer Network 4, 1980.
9. GORDON, R. H., "Perspectivas on the Evolution of Commercial Local Networking", Proc. IEEE 5th Conference on Local Computer Networks, Minneapolis, October, 1980.
10. HOPKIN, G. T. "Multimode Communications on the MITRENET", Computer Networks 4, 1980.
11. HSI, P. and LISSACK T., "Local Network Consensus: High Speed", Data Communications, December, 1980.

12. KRUTSCH, T. E., "A User Speaks Out: Broadband or Baseband for Local Nets?" *Data Communications*, December, 1981.
13. MAGLARIS, B. and LISSACK, T., "An Integrated Broadband Local Network Architecture", Proc. IEEE 5th Conference on Local Computer Networks, Minneapolis, October, 1980.
14. METCALFE P. M. and BOGGS D. P., "Ethernet: Distributed Packet Switching for Local Computer Networks". *Communications of The ACM*, July, 1976.
15. MILLEV, C. K. and THOMPSON, D. M. "Making a Case of Token Passing in Local Networks", *Data Communications*, March, 1982.
16. NEEDHAM R. and SCHROEDES, "Using Encryption for Authentication in Large Network of Computers", Xerox Corporation, Palo Alto Research Center, California, September, 1978.
17. ROTHHAUSER, E. H. and WILD, D., "MLMA - A Collision Free Multi-access Method", *Proceedings, IFIP, 1977*, North Holland Publi., Amsterdam.
18. SALTZER, J. H. and POGAN, K. T., "A Star-shaped ring network with high Maintainability", *Computer Networks* 4, 1980.
19. SCAVEZZE, D. "Nodes Sound off to Control Access to Local Network", *Electronics* June, 1981.
20. SCHANNING, B. P., POWERS S, A, KOWALCHUCK J., "MEMO: Privacy and Authentication for the Automated Office", Proc. IEEE 5th Conference on Local Computer Networks".
21. SHOCK J. F., "An Annotated Bibliography on Local Computer Networks", Xerox Corporation, Palo Alto Research Center, California, 1980.