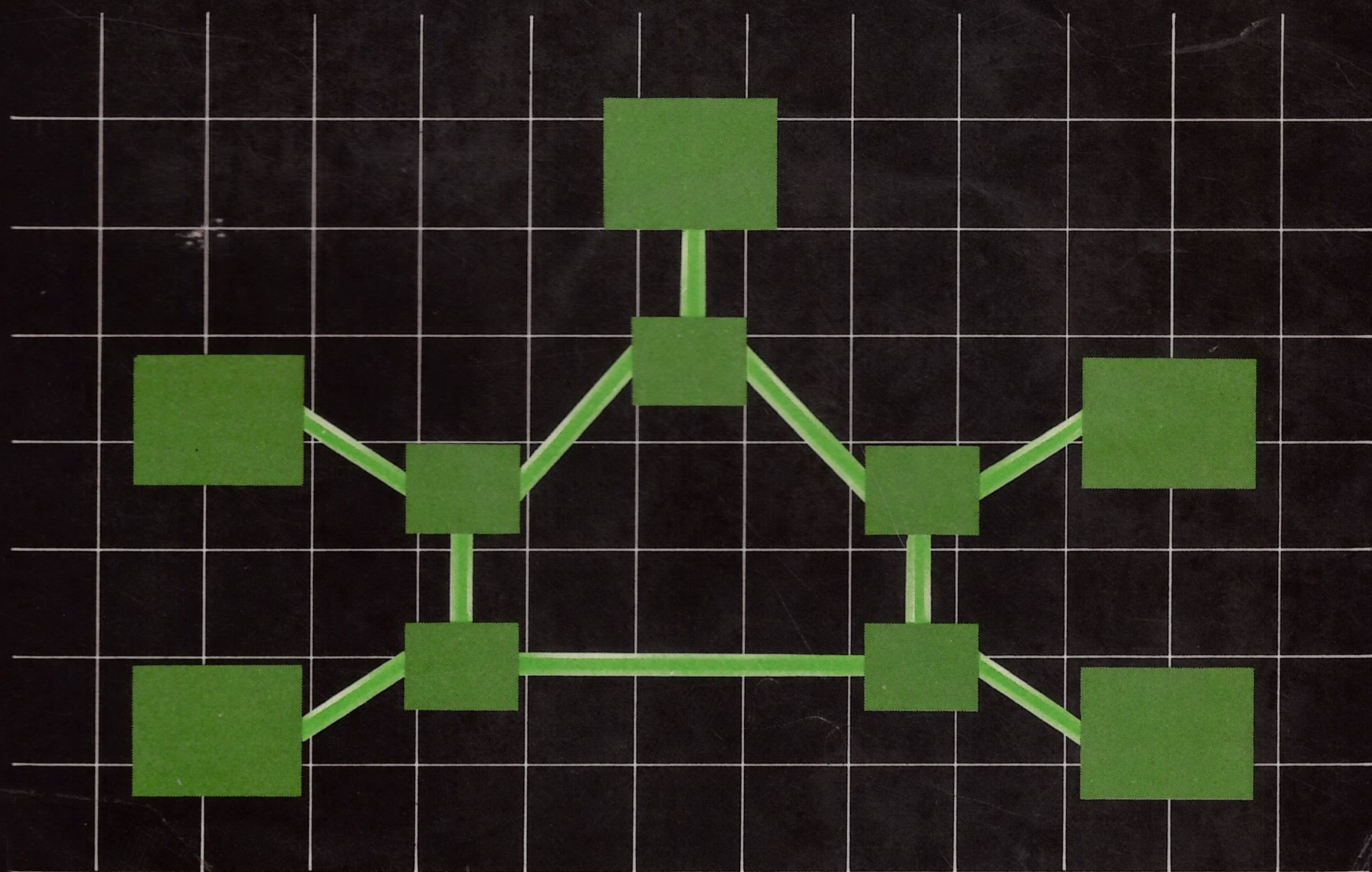


LUIZ ALVES

REDES LOCAIS DE MICROCOMPUTADORES IBM PC E COMPATÍVEIS



atlas



EDITORA ATLAS S.A.

Rua Conselheiro Nébias, 1384 (Campos Elísios)
Caixa Postal 7186 — Tel.: (011) 221-9144 (PABX)
01203 São Paulo (SP)

LUIZ ALVES

Redes Locais de Microcomputadores IBM PC e Compatíveis

SÃO PAULO
EDITORA ATLAS S.A. – 1989

© 1988 by EDITORA ATLAS S.A.
Rua Conselheiro Nébias, 1384 (Campos Elísios)
Caixa Postal 7186 – Tel.: (011) 221-9144 (PABX)
01203 São Paulo (SP)

ISBN 85-224-0432-1

Impresso no Brasil/*Printed in Brazil*

Depósito legal na Biblioteca Nacional conforme Decreto nº 1.825, de 20 de dezembro de 1907.

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – É proibida a reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, salvo com autorização, por escrito, do Editor.

Capa:

Simone Mattar Basile

**Dados de Catalogação na Publicação (CIP) Internacional
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

A48r Alves, Luiz, 1958-
 Redes locais de microcomputadores : IBM PC e compatí-
 veis / Luiz Alves. -- São Paulo : Atlas, 1989.

Bibliografia.
ISBN 85-224-0432-1

1. IBM Computador Pessoal 2. Redes de computadores 3.
Redes locais (Redes de computadores) I. Título.

88-2277

CDD-001.64404

Índices para catálogo sistemático:

1. IBM PC : Redes de microcomputadores 001.64404
2. Redes locais de computadores : Processamento de dados 001.64404

*Para Sandra
e Anna Carolina*

Sumário

Prefácio, 17

1 O QUE É REDE LOCAL?, 21

Introdução, 21

1.1 Histórico, 22

1.2 Conceito de localidade, 23

1.3 Transmissão de dados, 24

1.3.1 Transmissão interativa de dados, 24

1.3.2 Transmissão de arquivos, 25

1.3.3 Transmissão de datagramas, 25

1.3.4 Transmissão de áudio e vídeo, 26

2 ÁREAS DE APLICAÇÃO, 27

2.1 Servidores, 27

2.1.1 O servidor de arquivos, 29

2.1.2 O servidor de impressão, 29

2.1.3 O servidor de comunicação, 29

2.2 Automação de escritórios, 30

2.3 Redes de computadores, 32

2.4 Redes de terminais, 34

2.5 Serviços oferecidos no Brasil, 35

3 TRANSMISSÃO DE DADOS – CONCEITOS BÁSICOS, 37

3.1 Bits e bauds, 37

- 3.2 Modos de transmissão, 37
 - 3.2.1 Transmissão assíncrona, 38
 - 3.2.2 Transmissão síncrona, 38
- 3.3 Modos de operação, 39
 - 3.3.1 Operação Simplex, 39
 - 3.3.2 Operação Half Duplex, 39
 - 3.3.3 Operação Full Duplex, 40
- 3.4 Supressão de ecos, 41
- 3.5 A onda portadora, 41
- 3.6 Modulação, 42
- 3.7 Técnicas de transmissão, 42
 - 3.7.1 Tecnologia analógica, 43
 - 3.7.2 Tecnologia digital, 44
- 3.8 Técnicas de multiplexação, 46
 - 3.8.1 Multiplexação estatística, 47
- 3.9 Meios de transmissão, 48
 - 3.9.1 Par trançado, 49
 - 3.9.2 Cabo coaxial, 50
 - 3.9.3 Fibra óticas, 51
 - 3.9.4 Ondas de rádio, 53
- 4 TOPOLOGIAS DE REDE, 55
 - 4.1 Topologia em estrela, 55
 - 4.2 Topologia em barra, 56
 - 4.3 Topologia em anel, 57
 - 4.4 Configurações híbridas, 57
 - 4.4.1 Topologia em árvore de barras, 57
 - 4.4.2 Topologia em estrela/anel, 58
- 5 PROTOCOLOS DE ACESSO AO MEIO, 61
 - Introdução, 61
 - 5.1 Acesso por demanda, 62
 - 5.1.1 Comutação de circuitos, 62
 - 5.1.2 CSMA/CD, 63
 - 5.2 Acesso controlado, 63
 - 5.2.1 Polling, 64
 - 5.2.2 Token passing, 64
 - 5.2.3 Slot vazio, 66

- 6 MODELOS PARA ARQUITETURA DE REDES, 69
 - 6.1 Padronização de protocolos, 69
 - 6.2 O modelo de referência OSI, 70
 - 6.2.1 Descrição dos níveis do modelo OSI, 71
 - 6.3 O modelo IEEE-802, 76
- 7 PROTOCOLOS, 83
 - 7.1 Protocolos orientados a caractere, 83
 - 7.1.1 Protocolo Start/Stop, 84
 - 7.1.2 Protocolo BSC, 85
 - 7.2 Protocolos orientados a bit, 87
 - 7.2.1 Protocolo HDLC, 87
 - 7.3 Técnicas de verificação de erros, 89
 - 7.4 Redes de dados comutadas por pacotes, 90
 - 7.5 Modelos para interconexão de redes, 91
 - 7.5.1 A recomendação X.25, 93
 - 7.5.2 Protocolo X.75, 94
 - 7.5.3 Protocolo IP da ARPA, 96
 - 7.5.4 Protocolo PUP da Xerox, 96
 - 7.5.5 Exemplo de interconexão entre duas redes autônomas, 97
- 8 ALGUMAS REDES IMPLEMENTADAS, 99
 - 8.1 Anel de Cambridge, 99
 - 8.2 Rede Ethernet, 102
 - 8.3 Rede Token Ring IBM, 104
 - 8.4 Rede Amplinet, 106
 - 8.5 Rede Itautec, 108
 - 8.6 Rede Cetus/Novell, 109
 - 8.7 Rede Tapestry, 110
 - 8.8 Rede EdenNet, 111
 - 8.9 Rede NCT-7301, 112
 - 8.10 Rede Prisma, 113
 - 8.11 Rede Saga, 114
 - 8.12 Rede Mira, 115
- 9 A CENTRAL TELEFÔNICA, 117
 - 9.1 Terminal de dados conectados em PBX, 120
 - 9.2 O PBX digital, 120

9.3 Integração voz/dados, 122

9.4 PBX e redes locais, 123

Glossário, 125

Bibliografia, 131

ÍNDICE DAS FIGURAS

2.1 Rede de terminais, 34

3.1 Modo de operação SIMPLEX, 39

3.2 Modo de operação HALF DUPLEX com um par de fios, 40

3.3 Modo de operação FULL DUPLEX com quatro fios, 41

3.4 Elementos de uma onda-padrão, 42

3.5 Técnicas de modulação, 43

3.6 Sinais digitais, 44

3.7 Frequency Division Multiplexing (FDM), 45

3.8 Time Division Multiplexing (TDM), 46

3.9 Frequency Division Multiplexing (FDM), 46

3.10 Time Division Multiplexing (TDM), 47

3.11 ATDM com um único servidor, 48

3.12 Par trançado, 49

3.13 Cabo coaxial (ilustração esquemática), 50

3.14 Ilustração esquemática da fibra ótica, 52

3.15 Sistema de transmissão ponto a ponto com fibras óticas, 52

4.1 Topologia em estrela, 55

4.2 Topologia em barra, 56

4.3 Topologia em anel, 57

4.4 Topologia em árvore de barras, 58

4.5 Topologia em estrela/anel, 58

5.1 Comutação de circuitos, 62

5.2 Acesso por demanda CSMA/CD, 63

5.3 Detecção de colisão, 63

5.4 Acesso por polling, 64

5.5 Token passing para topologia em anel, 65

5.6 Token passing para topologia em barra, 66

5.7 Operação da técnica slot vazio, 67

6.1 Os sete níveis do modelo de referência OSI, 70

- 6.2 Equivalência de níveis do OSI, 71
- 6.3 Família de padrões IEEE-802, 77
- 6.4 Variação entre o IEEE-802 e o OSI, 78
- 6.5 Relação entre os níveis da família IEEE-802, 79
- 6.6 Anel lógico entre estações conectadas com topologia em barra, 80
- 6.7 Método de acesso Token Ring, 80
- 7.1 Formato do frame HDLC, 88
- 7.2 Um exemplo de interconexão com interface de acesso à rede comum, 95
- 7.3 Interconexão das redes DATAPAC e TELENET, 98
- 8.1 Esquema de funcionamento do anel de Cambridge, 100
- 8.2 Formato do pacote do anel de Cambridge, 101
- 8.3 Segmentos Ether, 103
- 8.4 Formato do pacote Ethernet, 104
- 8.5 Esquema de funcionamento da rede Token Ring IBM, 105
- 8.6 Conexão entre duas redes empregando bridge, 105
- 8.7 Formato do frame Token Ring, 106
- 8.8 Sistema NetWare com hardware de rede Cetus, 109
- 9.1 A central comutadora telefônica, 117
- 9.2 Rede telefônica local, 118
- 9.3 Esquema de ligação entre centrais urbanas, 119
- 9.4 Esquema de ligação interurbana, 119
- 9.5 Modems convertendo o sinal digital em analógico e vice-versa, 121
- 9.6 CODEC – conversor de sinal analógico em digital, 121
- 9.7 CODEC incorporado no PBX digital, 122
- 9.8 Comutação de telefone e terminal de dados, 123

ÍNDICE DE TABELAS

- 5.1 Protocolos de acesso ao meio, 61
- 7.1 Caracteres de controle S/S para IBM-2740, 84
- 7.2 Caracteres de controle BSC, 86

LISTA DE TRADE MARKS ---

Amplinet e AmpliWare – marca registrada da Amplus Informática S.A.

Conecta – marca registrada da Saga Sistemas e Computadores Ltda.

CP/M – marca registrada da Digital Research, Inc.

dBASE – marca registrada da Ashton-Tate Corporation.

EdenNet – marca registrada da Eden Sistemas de Computação Ltda.

Ethernet – marca registrada da Xerox Corporation, Digital Equipment Corporation e Intel Corporation.

Fibernet – marca registrada da Xerox Corporation.

Finder – marca registrada da Apple Computer Inc.

Hayes – marca registrada da Hayes Microcomputer Products, Inc.

IBM – marca registrada da International Business Machines, Inc.

Itautec – marca registrada da Itautec Informática S.A.

MS-DOS – marca registrada da Microsoft Corporation.

NetWare – marca registrada da Novell, Inc.

PC/AT – marca registrada da International Business Machines.

PC/XT – marca registrada da International Business Machines.

Prisnet – marca registrada da Prisma – Comunicações Digitais Ltda.

PS/2 – marca registrada da International Business Machines.

Sigma – marca registrada da Hitachi.

Tapestry – marca registrada da Torus Systems Ltd.

Unix – marca registrada da AT & Bell Laboratories.

VAX – marca registrada da Digital Equipment Corporation.

Xenix – marca registrada da Microsoft Corporation.

LISTA DE ABREVIações EMPREGADAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AM	Amplitude Modulation
ANSI	American National Standards Institute
ARPA	Advanced Research Projects Agency
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
ATDM	Asynchronous Time Division Multiplexing
BPS	Bits per Second
BSC	Binary Synchronous Control
CAMAC	Computer Automated Measurement and Control
CATV	Community Antenna Television
CCG	Computer Communications Group
CCITT	Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique
CODEC	Coder-Decoder
CPD	Centro de Processamento de Dados
CPU	Central Processing Unit
CRC	Cyclic Redundancy Check
CSMA/CA	Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection
CVC	Circuito Virtual Comutado
CVP	Circuito Virtual Permanente
DCE	Data Circuit-terminating Equipment
DNIC	Data Network Identification Code
DTE	Data Terminal Equipment
EBCDIC	Extended Binary Coded Decimal Interchange Code
EIA	Electronic Industry Association
FCS	Frame Check Sequence
FDM	Frequency Division Multiplexing
FDX	Full Duplex
FM	Frequency Modulation
HDLC	High-Level Data Link Control
HDX	Half Duplex

IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
ISO	International Standardization Organization
ITU	International Telecommunications Union
LAN	Local Area Networks
LAP	Link Access Procedures
LAPB	Balanced Mode Link Access Procedures
LASER	Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation
LLC	Logical Link Control
LRC	Longitudinal Redundancy Checking
MAC	Medium Access Control
NTN	Network Terminal Number
OSI	Open Systems Interconnection
PABX	Private Automatic Branch Exchange
PAD	Packet Assembler Disassembler
PBX	Private Branch Exchange
PC	Personal Computer
PCAT	Personal Computer Advanced Technology
PCM	Pulse Code Modulation
PM	Phase Modulation
PS/2	Personal System/2
RENPAQ	Rede Pública de Comunicação de Dados por Comutação de Pacotes
REPARTE	Rede Telegráfica Particular
SDLC	Synchronous Data Link Control
SHF	Super High Frequency
SICRAM	Sistema Computadorizado de Retransmissão Automática de Mensagem
SIGMA	Service Integrated Multilooped Architecture
SNA	Systems Network Architecture
STE	Signalling Terminal Equipment
TCTS	Trans Canada Telephone Group
TDM	Time Division Multiplexing
UHF	Ultra High Frequency
VHF	Very High Frequency
VLSI	Very Large Scale Integration
VRC	Vertical Redundancy Checking

Prefácio

Com o crescente barateamento de custos dos microprocessadores, com grande capacidade de processamento, aliada à evolução das linguagens que permitem a interação do homem com a máquina, a viabilidade de automatizar várias tarefas da vida cotidiana vem ganhando espaços significativos.

As redes locais, portanto, vêm sendo apontadas como a solução ideal para suportar a conexão e a comunicação entre os equipamentos que compõem um ambiente automatizado.

O aspecto mais atrativo de uma rede local é compartilhar recursos (periféricos, dados etc.), permitindo, portanto, uma completa integração de serviços.

Este livro pretende introduzir alguns conceitos fundamentais sobre redes locais, possibilitando ao leitor compreender a estrutura de funcionamento de algumas arquiteturas principais e suas áreas de aplicação.

Para isto, a obra foi dividida em três partes principais. A primeira fornece alguns conceitos fundamentais de ambientes de redes locais e transmissão de dados. A segunda trata da padronização e dos protocolos internos inerentes às redes locais, que, sem dúvida, é um dos aspectos mais destacados das redes locais. Por último foram descritas resumidamente algumas redes que ocupam maior destaque no cenário das redes locais nacionais e estrangeiras.

Finalizando, pretendo esclarecer que, em nenhum momento, desejei comparar as redes locais mencionadas neste livro, pois para isto seria ne-

cessária uma profunda e minuciosa análise não só de suas facilidades, mas também da sua arquitetura e desempenho.

Sugestões, críticas ou comentários serão bem-vindos, para que o livro possa ser aprimorado em futura edição.

O AUTOR

AGRADECIMENTOS

O autor agradece a todos os que, de uma forma ou de outra, auxiliaram e permitiram que esta obra se tornasse realidade.

Agradeço a todos os amigos e colegas de trabalho que compactuaram comigo difíceis momentos durante 1987 (período em que foi escrita boa parte desta obra); não menciono nomes, pois poderia cometer injustiças.

Não poderia deixar de agradecer à Editora Atlas, na pessoa de seu diretor de marketing, Sr. Ailton B. Brandão, que se tornou um grande amigo e muito me incentivou para a realização desta obra.

Agradeço também ao Sr. João Bosco Medeiros, que, como no meu primeiro livro, fez as alterações necessárias em vários pontos deste novo livro, sempre com muita eficiência, rapidez e precisão, permitindo, portanto, reduzir consideravelmente o tempo total de preparação da obra.

O Que é Rede Local?

INTRODUÇÃO

Com o acentuado desenvolvimento tecnológico, a idéia de tornar viável o uso da informática no auxílio de tarefas comuns da vida cotidiana vem sendo cada vez mais viabilizada. Com a baixa tendência de custos dos microcomputadores e dos dispositivos de armazenamento de grandes massas de dados, aliada à evolução das linguagens que permitem a interação do homem com a máquina, o argumento para automatização de tarefas da vida cotidiana de rotinas de escritórios e ambientes congêneres tem-se tornado cada vez mais viável.

Portanto, as redes locais têm-se revelado como uma boa solução para suportar a conexão e a comunicação entre os componentes de um escritório automatizado. Para que isto seja possível, a rede deve tratar de forma integrada diferentes tipos de informações, tais como: dados, áudio, vídeo etc.

O que caracteriza as redes locais, portanto, é a interconexão das máquinas em uma área geograficamente limitada, como um prédio, um campus de uma universidade ou uma fábrica.

Isto permite que taxas elevadas de transmissão possam ser empregadas entre estas máquinas, sem se levar em conta que os custos são pequenos, tendo em vista que não são necessários grandes investimentos na parte de transporte desses dados, uma vez que se utilizam de tecnologias relativamente simples para tal. Deve ficar claro que o fator limitante dessa velocidade não está somente nos meios de transmissão, mas também no *software* e no *hardware* que estão sendo empregados.

Além dos requisitos exigidos pela automação de escritórios, os aspectos econômicos mostram-se bastante atrativos para as redes locais.

Como são muitos os conceitos de informação, as tecnologias de processamento, os meios de armazenamento e os métodos de comunicação aplicáveis a um ambiente automatizado, a necessidade de suporte a essa diversidade de parâmetros torna-se imprescindível. Visando estabelecer esses padrões e procedimentos comuns para redes locais, alguns modelos de arquiteturas foram desenvolvidos, dentre os quais posso destacar o modelo IEEE – 802 e OSI, que serão analisados mais adiante.

1.1 HISTÓRICO

A história das redes locais teve início entre 1962 e 1964, quando a agência ARPA do Departamento de Defesa norte-americano iniciou uma pesquisa, a princípio em sistemas *time sharing*, posteriormente redes locais. Em 1967 foi proposta a primeira rede experimental patrocinada pela ARPA, interligando computadores de diversos centros de pesquisas e universidades. Entrou em operação somente em 1969, inicialmente com quatro nós, e o crescimento foi vertiginoso, comprovando a eficiência da rede.

Nesse ano foi anunciada a construção da rede TYMNET pela TYMSHARE e reorganizada a rede SITA, que interliga os sistemas de reservas de passagens de várias companhias aéreas dos Estados Unidos.

A década de 70 teve singular importância para as redes de dados, porque seu início marcou a entrada de operação da rede ALOHA, que é uma rede de radiodifusão via satélite. Seu propósito é interligar terminais espalhados por todas as ilhas do Havaí ao centro de computação da Universidade do Havaí, em Honolulu. A rede ALOHA não é propriamente uma rede local, mas sua importância foi fundamental, pois de seu protocolo resultaram todos os protocolos baseados em contenção. Também no início dos anos 70 foi desenvolvida a rede CYCLADES, que interliga vários centros de pesquisa na França. Pouco mais tarde seria instalada a rede RCP, que serviria como base tecnológica para a rede pública de pacotes TRANSPAC.

Neste mesmo período foi instalada a rede ETHERNET da Xerox Corporation, com o objetivo de interligar vários prédios e estações de trabalho, compartilhando recursos expressivamente caros.

Durante o decorrer de 1974 a Universidade de Cambridge instalou experimentalmente a rede Cambridge, a fim de interligar seus computadores, empregando taxas substancialmente maiores que as encontradas nos meios de transmissão convencionais. A rede Cambridge emprega taxas de 10 Mbps ligando seus computadores em anel.

Também nessa época foram instaladas as primeiras redes de dados por comutação de pacotes. A primeira a ser instalada foi a EPSS na Inglaterra. Em 1974 foi instalada a rede DATAPAC no Canadá. Na França foi instalada a rede TRANSPAC, baseando-se na tecnologia da rede RCP. Nos Estados Unidos foi instalada a rede TELENET. No início dos anos 80 foi iniciada a instalação da rede pública de pacotes do Brasil, a Rede Nacional de Dados por Comutação de Pacote – RENPAC, baseada na tecnologia da rede TRANSPAC da França.

Com o aparecimento do PC (*Personal Computer*), em meados de 1981, algumas instituições concentraram esforços no sentido de desenvolver redes locais que incorporassem as facilidades dos PCs, refletindo, portanto, maior flexibilidade e melhor *performance* destas. Com esforços conjuntos da Xerox Corp., Digital Equipment Corp., e Intel Corp. a rede Ethernet vem passando por um processo evolutivo constante que tem feito com que seja uma das redes mais difundidas do mundo. A Novell Corp. lançou, na mesma época, o seu *software*, que se firmou como uma grande solução para redes locais e que também experimentou um processo evolutivo considerável até atingir o estágio atual.

A IBM, que até então não possuía um *software* para rede, anunciou, em meados de 1984, a rede IBM Cluster, com topologia em barra, método de acesso CSMA/CA e taxa de transmissão de 375 Kbps. Ainda em 1984 foi anunciada a rede PC Network, que era uma versão melhorada da rede IBM Cluster; a principal novidade era que incorporava, em sua arquitetura, o método de acesso CSMA/CD, empregando taxas de transmissão da ordem de 2 Mbps.

Finalmente, em 1985, a IBM anunciou a rede Token-Ring, que permite interligar toda a série de computadores pessoais da IBM, o PC Original, o PC XT, o Portable Personal Computer, o PCAT, o PC Convertible e as séries PS/2. Permite, ainda, que essas redes possam ser interligadas entre si ou, até mesmo, ligadas ao *mainframe* IBM, através de um *front end*.

1.2 CONCEITO DE LOCALIDADE

O conceito de localidade encontra uma diversidade de definições muito grande, em função do elevado número de fatores que caracterizam este tipo de ambiente.

Alguns fabricantes de componentes de *hardware* e *software* definem que os limites geográficos de uma rede local são muito pequenos. A

ocorrência mais comum é a rede confinada dentro de um único prédio, mas as redes podem espalhar-se por vários prédios, como o campus de uma universidade, uma base militar, uma fábrica etc.

Para a rede local Ethernet, por exemplo, a definição de localidade deve obedecer aos seguintes limites:

ATIVIDADE	DISTÂNCIA	TAXA DE TRANSMISSÃO
Redes remotas	10 Km	● 1 Mbps
Redes locais	10 – 1 Km	● 1 – 10 Mbps
Multiprocessadores	● 1 Km	10 Mbps

1.3 TRANSMISSÃO DE DADOS

A transmissão de dados está associada, geralmente, a aplicações que requerem alto grau de confiabilidade e disponibilidade, como por exemplo, a transferência eletrônica de fundos, o controle de processos em tempo real etc. Nesta seção serão abordados os requisitos necessários a uma rede local para o suporte de serviços relacionados a transmissão interativa de dados, transmissão de arquivos e transmissão de datagramas; serviços estes que são os mais comuns em aplicações a redes locais.

1.3.1 Transmissão interativa de dados

O tráfego interativo de dados é gerado por aplicações que requerem troca de mensagens entre entidades comunicantes. Neste contexto são incluídas as aplicações de consulta, informações armazenadas em dispositivos ligados à rede e troca de mensagens entre processos executados paralelamente em máquinas distintas, realizando processamento distribuído.

As consultas, em geral, são caracterizadas pela emissão de mensagens de inquirição, em terminais remotos, e pela geração de respostas provenientes do dispositivo interrogado.

Com a finalidade de satisfazer critérios de qualidade de uma comunicação interativa, estudos realizados no projeto da rede ARPA sugerem um limite de 200 ms no atraso de transmissão entre dois nós quaisquer da rede. Levando-se em conta que a rede ARPA é uma rede de longa distância, é

razoável esperar-se uma redução da ordem de 4 a 5 vezes menor no atraso de transmissão para redes locais.

Existem programas que não exigem processamento em tempo real, portanto não necessitam de requisitos rígidos no sistema de comunicação, mas é necessário somente que a comunicação não impacte a execução do programa a ponto de atrasar os resultados e prejudicar sua aplicação. No entanto, no processamento distribuído em tempo real, o tempo máximo que um nó pode esperar para ganhar acesso ao meio de transmissão para enviar sua mensagem pode estar limitado a valores críticos, sob pena de provocar danos no processo. Segundo a padronização CAMAC (*Computer Automated Measurement and Control*), que estabelece normas para sistemas de controle de processos na área de energia nuclear, esse tempo está limitado a 20 milissegundos para acessos normais e 2 milissegundos para transferência de mensagens urgentes.

1.3.2 Transmissão de arquivos

A transmissão de arquivos representa uma das aplicações mais comuns das redes locais. A rede, em geral, suporta estações que controlam dispositivos de armazenamento de massas de dados, que podem ser compartilhados por várias estações da rede, denominados servidores de arquivos. Sua função principal é prover mecanismos para acesso a arquivos para substituição ou adição de novos dados, implementando facilidades que permitam garantir a integridade dos dados e sua proteção contra o acesso não autorizado.

Os requisitos básicos do serviço de transmissão de arquivos, para torná-lo transparente aos usuários, estão relacionados com sua capacidade efetiva e com a taxa de erros tolerável. Em geral, esse tipo de serviço tolera valores menos rígidos de tempo. Os fatores que são os responsáveis diretos pelo grau de *performance* são: número de estações conectadas à rede; o *overhead* imposto pelo algoritmo de atendimento dos servidores de arquivos e pela carga imposta pelas estações usuárias, em relação ao volume de dados.

1.3.3 Transmissão de datagramas

Datagrama pode ser definido como um serviço em que cada mensagem é tratada individualmente e transmitida a um ou mais nós da rede pelo caminho mais conveniente para os algoritmos que tratam do encaminha-

mento de mensagens, sem que seja necessária a confirmação do recebimento destas, uma vez que cada datagrama incorpora as informações de endereçamento da(s) estação(ões) de destino. Portanto, não existe a necessidade de interação direta entre as estações comunicantes, pois permite até mesmo a utilização de caminhos alternativos para o encaminhamento.

1.3.4 Transmissão de áudio e vídeo

Muito embora sejam originados em diferentes fontes de natureza de percepção e propagação totalmente distintas, os fenômenos de audição e visão podem ser observados de maneira semelhante, quando se trata de transmitir os estímulos de áudio e vídeo por sinais elétricos.

Em geral, o método de codificação PCM (*Pulse Code Modulation*) tem sido um dos mais utilizados, devido à sua simplicidade para codificar/decodificar o sinal analógico em uma cadeia de dígitos binários. Na transmissão de voz, a codificação PCM típica gera uma taxa de 64 Kbps, que é suficientemente baixa para permitir que uma rede local, que opera na faixa de alguns Mbps, possa suportar várias conversações simultâneas. Para transmissão de imagens, principalmente animadas, exigem-se taxas muito maiores e são necessárias técnicas de codificação mais complexas. Essas técnicas conseguem reduções significativas na taxa de *bits* gerada, tirando proveito de redundâncias contidas na informação fonte. Para tal, é empregada a técnica de compressão de dados, que exige maior processamento do sinal, que pode resultar em atraso na transmissão da informação.

Áreas de Aplicação

A aplicação mais usual para redes locais de computadores é permitir o compartilhamento dos recursos da rede, eliminando, portanto, a redundância de dados e possibilitando o compartilhamento dos recursos mais dispendiosos.

Usando-se uma rede local, além dos benefícios obtidos com o compartilhamento dos recursos de *hardware* por vários usuários, pode-se obter um sensível aumento de produtividade, em função da execução das tarefas de forma mais rápida e organizada. A escolha da rede adequada às necessidades dos usuários diverge muito de empresa para empresa, em função da diversidade das aplicações da rede e produtos para atendê-los. Nas seções seguintes, serão abordados alguns aspectos inerentes a aplicações mais comuns dos ambientes de redes locais.

2.1 SERVIDORES

A estação servidora é uma estação qualquer da rede, com habilidade para oferecer serviços às demais estações de trabalho. Em geral, são empregados microcomputadores da linha IBM PC para executar tais tarefas, embora possam ser empregados *hardwares* especialmente construídos para executar tarefas específicas. Portanto, as estações servidoras podem ser distinguidas das demais estações por suportar um *software* especializado e um *hardware* com capacidade de processá-lo.

Vários são os serviços oferecidos pelas estações servidoras, dos quais posso selecionar: o armazenamento de arquivos, compartilhamento dos dispositivos periféricos, gerenciamento de banco de dados, gerenciamento das informações, suporte para impressão, correio eletrônico, interconexão de redes autônomas, suporte a comunicação remota etc.

2.1.1 O servidor de arquivos

O objetivo do servidor de arquivos é oferecer aos usuários o armazenamento e o acesso de informações, assim como compartilhar os dispositivos de armazenamento, geralmente discos rígidos.

O servidor de arquivos deve implementar aspectos de segurança de dados e geralmente os servidores incorporam aspectos clássicos, como: gerenciar alocação de espaço, controlar arquivos abertos, controlar informações de acesso etc.

Os sistemas operacionais mais modernos implementam técnicas para minimizar o tempo gasto na transferência das informações do disco para o usuário, uma vez que o principal fator de limitação do desempenho do servidor de arquivos é o tempo gasto com a movimentação de cabeças do disco. A rede Amplinet, por exemplo, emprega dois mecanismos: *cache* e mecanismo do elevador. O primeiro objetiva minimizar o número de acessos ao disco e o segundo procura diminuir a frequência de mudança no sentido do movimento do braço do disco.

O servidor de arquivos e a integridade dos dados

A integridade dos dados é uma das maiores preocupações dos servidores de arquivos. Basicamente, consiste em assegurar que vários usuários, alterando o mesmo arquivo, em paralelo, não gerem nenhum tipo de inconsistência.

O método mais rígido de proteção que um servidor pode empregar para manter a integridade dos dados é a abertura dos arquivos em modo exclusivo, ou seja, um mesmo arquivo poderá ser aberto exclusivamente por um único usuário, e este arquivo só poderá ser utilizado por outro usuário após o primeiro o ter liberado.

Este método mostrou-se ineficaz, porque perde-se muito em flexibilidade – por exemplo, mais de um usuário pode estar desejando apenas ler os arquivos, sem alterar, portanto, seu conteúdo.

Os servidores mais bem elaborados permitem que os arquivos sejam abertos em modo compartilhado, ou seja, vários usuários acessam o mesmo arquivo. Para evitar que dois usuários alterem inadvertidamente o mesmo registro, os servidores implementam mecanismos de bloqueio e desbloqueio de registros, ou seja, se um usuário deseja alterar um ou mais registros, deverá portanto bloquear tais registros, evitando assim que os dados possam ser alterados por dois usuários, paralelamente.

Em geral, os servidores implementam importantes aspectos de segurança dos arquivos, que são indispensáveis nos ambientes multiusuários. Determinadas informações devem ser protegidas do acesso indiscriminado. Como o servidor tem conhecimento das operações realizadas pelo usuário, este poderá analisar se tem autorização para acessar o arquivo. Diferentes tipos de acesso podem ser implementados, como execução, leitura, gravação etc. Portanto, um usuário pode, por exemplo, executar determinado diretório sem poder gravar.

2.1.2 O servidor de impressão

O servidor de impressão tem como função gerenciar os serviços de impressão da rede.

Em geral, as redes implementam esses serviços de duas maneiras: a primeira baseia-se na pré-alocação da impressora, sendo, portanto, necessária a troca de protocolos entre a estação usuária e o servidor de impressão, que poderá alocar ou não a impressora, baseado na possibilidade de esta estar ou não em uso.

A segunda maneira baseia-se na técnica de *Spooling*, ou seja, as estações usuárias enviam os relatórios a serem impressos ao servidor de impressão, independentemente de existir alguma impressora disponível. Portanto, o servidor de impressão, baseado na técnica de *spooling*, organiza uma fila de espera, conforme a ordem de chegada e a prioridade atribuída ao relatório.

2.1.3 O servidor de comunicação

Em muitos casos, é necessário ligar estações de trabalho remotas à rede ou, então, interligar duas redes com localização geograficamente remotas. Para ambos os casos, é necessária, entre outras coisas, a presença do servidor de comunicação.

Quando se deseja interligar redes autônomas, é necessário utilizar servidores especialistas denominados *Gateways*, que possibilitam, entre outras coisas, interligar redes com características heterogêneas. Para redes que possuam a mesma interface, são empregados servidores denominados *bridges*. Mais à frente serão discutidos, com mais detalhes, ambos os tipos de servidores.

2.2 AUTOMAÇÃO DE ESCRITÓRIOS

Há muitas ferramentas que vêm sendo desenvolvidas para auxiliar na automação de escritórios, com aplicação em redes locais. Em geral, as atividades de um escritório são centralizadas em dois pontos: manipulação de documentos e troca de mensagens.

Várias dessas funções podem ser identificadas, como:

- **preparação de documentos:** datilografia, atualização e correção de documentos, documentos ditados e cópia de resultados finais;
- **distribuição de mensagens:** telefone, carta, telex etc.;
- **gerenciamento de informações:** controle de fluxo de caixa, diárias de hotel, planejamento de gráficos etc.;
- **acesso a informações:** documentos de referência, bibliotecas, serviços de bibliografia, históricos escolares etc.

Em geral, nos escritórios comerciais, os documentos são produzidos, datilografados, copiados, distribuídos e arquivados. Os documentos são elaborados a partir de chamadas telefônicas ou mensagens recebidas (telex, carta etc.). Estes documentos devem ser datilografados e copiados. A distribuição desses documentos pode ser efetuada de diversas maneiras, sendo as mais comuns o correio postal e o malote. Documentos produzidos (cópias) ou recebidos, normalmente são arquivados por vários anos. O armazenamento de tais documentos muitas vezes é dispendioso, em função do espaço físico que ocupam, sem levar em conta a dificuldade em recuperá-los.

Em um escritório automatizado o armazenamento de informações é magnético, ocupa pouco espaço físico e é de fácil recuperação, uma vez que o processamento é mecanizado. A distribuição dentro do mesmo escritório empregará os dispositivos das estações de trabalho, tais como: terminais, *fac-símile*, PBX, telex etc. Para troca de informações com outras redes é possível interligá-las, utilizando-se de serviços públicos de telecomunicações.

Como pode ser visto, as vantagens dos escritórios automatizados são muitas, como por exemplo: rapidez muito maior que nas etapas manuais, arquivos compartilhados, o que permite que duas ou mais pessoas acessem o mesmo arquivo, evitando assim duplicidade de documentos, segurança quanto ao extravio etc.

Uma das grandes facilidades do escritório automatizado está na preparação de documentos (processamento de textos), isto porque nos ambientes de escritórios existe grande volume de serviços de datilografia. O processador de textos auxilia na preparação de documentos, uma vez que podem ser aproveitados textos já existentes, como, cabeçalhos de cartas, textos de circulares, memorandos etc. Outra característica importante do processador de texto é a prática que possui para corrigir textos.

O manuseio do processador de textos é relativamente simples e exige pouco treinamento. Os resultados destas facilidades são focados em dois grupos: produtividade e qualidade do documento. Processadores de textos podem ser usados em dispositivos *stand-alone* ou sistemas compartilhados; este último tem a vantagem de poder ser acessado por vários terminais. Se esta máquina for empregada para processar textos, um usuário pode datilografar um documento enquanto outro altera um documento em qualquer outro ponto do escritório, concorrentemente. A desvantagem deste sistema compartilhado é a possível falha no sistema central que controla o processador de textos.

Além do processador de textos, outros serviços fazem parte de um escritório automatizado, por exemplo:

- **Telex e Teletex:** Serviços de correio postal nacional e internacional em redes privadas ou públicas.
- **Fac-símile:** Transmissão eletrônica de imagens, normalmente não é texto, fotografias, desenhos, gráficos etc.
- **Informação:** Bancos de dados, informações de outras empresas etc.
- **Mensagens eletrônicas:** Memorandos entre estações de trabalho, troca simples de mensagens, recados etc. Esta tarefa pode economizar uma quantidade significativa de tempo.
- **Processamento de dados:** Acesso para leitura de arquivos, processamento de informações da empresa, atualização de bancos de dados etc.
- **Serviços de computação:** Facilidades de computação para as estações locais de trabalho, acesso a serviços de computação interno e externo etc.

As redes locais constituem, portanto, forte alternativa para conectar estas máquinas que formam o escritório, integrando diferentes serviços e meios de comunicação (dados, textos, fac-símile etc.).

Pensando nesta integração, a Xerox Corporation dos Estados Unidos desenvolveu a rede local Ethernet, que cria um método de ligar estações de trabalho e compartilhar os recursos mais dispendiosos, como computadores, impressoras etc. A concepção da Ethernet é simples: providencia um caminho único, no qual podem ser ligados grande número de dispositivos, sendo que todos são endereçados.

A rede local para ambientes de escritório pode permitir grande número de usuários conectados além de suportar também grande diversidade de equipamentos.

2.3 REDES DE COMPUTADORES

Uma rede de computadores é o arranjo de sistemas de computadores e de facilidades necessárias para acessar e armazenar informações. Os vários elementos que compõem a rede, normalmente, empregam circuitos de telecomunicações para se conectarem.

O processamento de aplicações de usuários pode ser executado em vários pontos da rede, sendo que neste caso, muitas vezes recebe a denominação de *sistema distribuído*; portanto, o que caracteriza o sistema distribuído é que os dispositivos, embora estejam geograficamente separados, encontram-se logicamente interconectados.

Redes de computadores podem ser interligadas, permitindo o acesso de usuários de diferentes redes para troca de informações.

Para esses casos a ligação entre as redes pode ser efetuada por redes públicas de telefone ou por circuitos privados.

Em função das necessidades de serviços diferenciados dos usuários, os fabricantes de produtos de redes têm desenvolvido seus produtos, que, entre outras facilidades, incorpora as seguintes:

- **Rotas múltiplas** – Dois nós comunicando-se não precisam necessariamente usar a mesma rota para trocar informações, ou seja, duas ou mais rotas podem ser empregadas, e somente uma destas é a principal; as outras são rotas alternativas. Um importante aspecto de rotas múltiplas é que, ao ocorrer uma falha na rota primária, a rota secundária pode ser ativada.

- **Acesso remoto** – Um elemento muito importante para qualquer rede é que um terminal ou um sistema de computador possa acessar e trabalhar em outro sistema, em outra ponta da rede. Às vezes um sistema que deseja acessar outro deve passar por vários outros no caminho, considerado transparente para os usuários para ambos os casos.
- **Transferência de arquivos** – Em sistemas em que há vários computadores interligados, pode ser vantajosa a transferência total ou parcial de arquivos de um sistema para outro, que pode ser acessado ou atualizado localmente. A movimentação de arquivos pode encontrar dificuldades se os sistemas forem diferentes.
- **Transferência e manipulação de processamento** – Usuários de sistemas *mainframe* muitas vezes usam um terminal para entrar com um processamento para correr em outro sistema. A saída do processamento deve ser enviada para o correto sistema.
- **Compartilhamento de recursos** - Redes baseadas em mini-computadores normalmente compartilham recursos de memória e periféricos entre todos os computadores da rede. Frequentemente, impressoras de alta *performance* e discos rígidos são compartilhados por vários componentes da rede.
- **Acesso a bases de dados** – Uma organização que possua base de dados única necessita que a rede possua mecanismos para que o usuário possa acessar essas bases de dados. Algumas organizações preferem distribuir suas bases de dados em diferentes locais. Os problemas de se manterem bases de dados distribuídas são pertinentes a cada organização, sendo que a solução mais comum é manter a base de dados em um único lugar e permitir o acesso de toda a rede.

A característica principal das redes de computadores tradicionais é a taxa de transferência de dados.

Quando dois sistemas de computadores estão interligados através de circuitos comuns de dados, a taxa efetiva de transferência de dados é considerada insuficiente e é adequada, apenas, para atender transações de terminais, pois estes circuitos operam com velocidades significativamente menores que os computadores.

E foi justamente pensando nestas dificuldades que algumas tecnologias para redes locais foram desenvolvidas. Dentro da Universidade Cambridge, por exemplo, foi desenvolvida a rede local *Cambridge Ring* para suportar vários tipos diferentes de computadores e terminais, compartilhando periféricos e arquivos com todos os usuários.

A rede *Cambridge Ring* foi desenvolvida para operar com velocidades comparadas com velocidades internas dos computadores. A taxa de transmissão é de 10 Mbps, sendo que, na prática, a taxa efetiva de transmissão, um circuito ponto-a-ponto, por exemplo, é de 1 Mbps, em virtude de os caminhos de acesso da rede serem compartilhados. Sua implementação mostrou-se economicamente atrativa e simples, provando desde a sua implantação, em meados da década de 70, ser ideal para seus propósitos. Mais a frente, no capítulo que tratará sobre as instituições que possuem redes locais implementadas, serão vistos maiores detalhes desta rede.

2.4 REDES DE TERMINAIS

Para controlar o volume de terminais é necessária uma controladora de terminais ou circuitos especializados para tal. A topologia dessas redes é essencialmente estrela e, possivelmente, múltiplas estrelas interligadas. A Figura 2.1 ilustra um típico ambiente de redes de terminais.

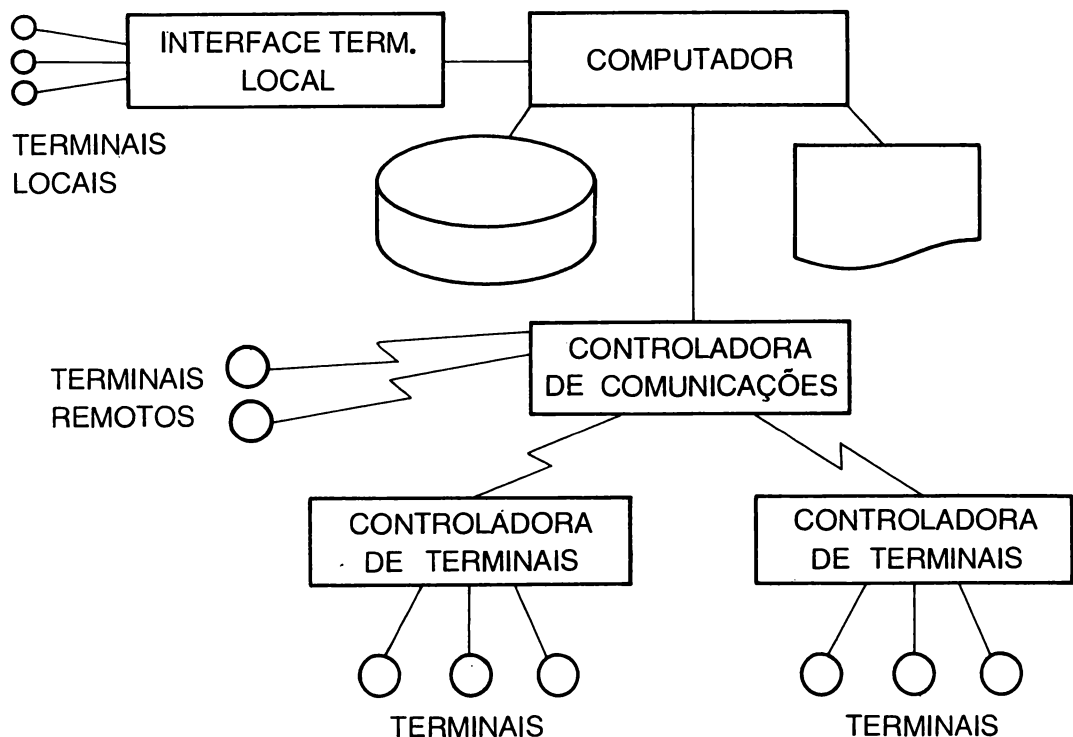


Figura 2.1. *Rede de terminais.*

A unidade central de processamento é conectada aos terminais através de uma controladora de comunicações. Terminais também poderão ser conectados diretamente no computador através de uma unidade controladora apropriada. As controladoras de terminais podem ser conectadas à controladora de comunicações através de linhas públicas ou privadas. Estas linhas geralmente operam em baixas velocidades, em função de restrições impostas pela qualidade da linha. Os terminais locais empregam técnicas e facilidades de transmissão combinadas com distâncias limitadas, portanto, operam com velocidades de transmissão bem maiores.

2.5 SERVIÇOS OFERECIDOS NO BRASIL

No Brasil, existem alguns serviços disponíveis pelas empresas do sistema Telebrás. Os serviços oferecidos incluem: comunicação por voz, facilidades para comunicação de dados e textos, serviços de telemática, comunicação por som e/ou imagem. No campo da comunicação de dados e textos destacam-se alguns serviços da Embratel bastante interessantes: REPARTE (Rede Particular Telegráfica), SICRAM (Sistema Computadorizado de Retransmissão Automática de Mensagem), TRANSDATA (Canal Privativo de Comunicação de Dados), RENPAC (Rede Nacional de Comutação de Pacotes) etc.

Um serviço da Embratel que também merece destaque, no campo dos serviços de telemática, é o Cirandão, que incorpora os seguintes serviços: Caixa Postal eletrônica, quadro de avisos eletrônicos, diretórios de bases de dados etc. Para acessar estes serviços são necessários uma linha telefônica comum, um microcomputador ou terminal equipado com a interface RS-232 e ser capaz de emular um terminal teletype (TTY) assíncrono, no caso dos microcomputadores um *software* pode emular o terminal TTY. A rede nacional de comutação de pacotes (RENPAC) provê pontos de acesso ao cirandão mensagem em todo o território nacional.

A Embratel dispõe também de um serviço de comunicação de dados em alta velocidade via satélite. Os serviços são providenciados pelos satélites domésticos BRASILSAT I e II. As comunicações via satélite permitem serviço rápido, confiável e de alta qualidade; as taxas de transmissão estimadas para redes privativas estão entre 19.2 Kbps e 2048 Kbps.

Transmissão de Dados – Conceitos Básicos

3.1 BITS E BAUDS

Bits são unidades digitais binárias de informação. Podem ser combinados para formar caracteres que, agrupados, formam blocos. O *bit* de um dado digital binário deve ser 0 ou 1; não é possível, portanto, nenhum outro estado.

O *baud* pode ser definido como o menor elemento de sinalização dentro de um canal de transmissão; estes elementos de sinalização não são restritos a 0 e 1 (marcas e espaços) e podem tanto designar valores positivos como negativos, diferentes de 0 e 1. Rusticamente, um *baud* pode mais ou menos representar um *bit* dentro de um sistema de comunicação.

3.2 MODOS DE TRANSMISSÃO

Dentro de um sistema de troca de informações, os dados podem fluir de uma ponta para outra de dois métodos básicos:

- a) *Série*, ou seja, os *bits* são serializados (*bit a bit*) através de um único canal físico de comunicação.
- b) *Paralelo*, em que vários *bits* (normalmente um *byte*) são transmitidos simultaneamente, utilizando vários meios físicos de comunicação. Em geral a transmissão paralela é empregada para curtas distâncias, como, a ligação entre a CPU e seus periféricos, e para redes locais, dentro de um limite, por exemplo, em um prédio ou escritório. Em outros casos emprega-se a transmissão em *série*.

Caracteres são transmitidos sob a forma de sinais elétricos de determinada duração. Tanto a estação transmissora como a estação receptora possuem um marcador de tempo (*timer*) para determinar a duração dos sinais. Estes marcadores devem estar em sincronia, tanto o da estação transmissora como o da receptora.

São possíveis dois modos de transmissão, que diferem entre si pela maneira como é estabelecida a sincronia entre as estações: a transmissão assíncrona e a transmissão síncrona.

3.2.1 Transmissão assíncrona

A transmissão assíncrona é aquela em que a sincronia entre a estação transmissora e a estação receptora só é conservada durante o tempo necessário para a transmissão de cada caractere, ou seja, para cada caractere transmitido é necessário restabelecer a sincronia.

Para obter nova sincronização para cada caractere, este deve ser precedido de um sinal de início de caractere (sinal de START) e de um sinal de fim de caractere (sinal de STOP). Por este motivo, este processo de transmissão também é denominado START/STOP.

Cada sinal individual recebe o nome de “Passo”; os passos de caractere são sinais correspondentes aos *bits*, que formam o caractere a ser transmitido.

O tempo gasto na transmissão de um caractere depende da duração convencional para os passos de START e STOP e do número de *bits* do caractere. Por exemplo: para o teletipo Baudot de cinco *bits*, cada caractere de dado sempre será precedido por um *bit* “0” para indicar o início da transmissão e por um *bit* “1” de duração 1,42 de tempo maior que o sinal de START para indicar o fim da transmissão do caractere.

3.2.2 Transmissão síncrona

Na transmissão síncrona, a sincronia entre a estação transmissora e a estação receptora é estabelecida no início de cada mensagem, sendo mantida durante todo o tempo de transmissão de cada mensagem.

Para a transmissão síncrona, cada mensagem é precedida de certo número de caracteres de sincronização; portanto, para cada caractere são transmitidos apenas os *bits* correspondentes a esse caractere, não havendo *bits* de sincronização.

Normalmente, a sincronia estabelecida no início da transmissão de um bloco deve manter-se durante todo o tempo de transmissão do mesmo bloco; mas, na realidade, essa sincronia só pode ser mantida durante certo tempo. Portanto, se a mensagem for muito longa, isto é, quando o tempo de transmissão da mensagem ultrapassa certo valor, automaticamente o *hardware* insere sinais de sincronização no meio da mensagem.

3.3 MODOS DE OPERAÇÃO

A transmissão entre dois pontos pode ser feita em operação **SIMPLEX**, **HALF DUPLEX** ou **FULL DUPLEX**.

3.3.1 Operação **SIMPLEX**

Na operação **SIMPLEX**, a transmissão da informação se dá sempre no mesmo sentido.

Um exemplo de operação **SIMPLEX** é um terminal de coleta de dados que apenas envia informações ao CPD. Neste caso, a estação externa é sempre a estação transmissora, e o CPD é sempre a estação receptora. Pode ser feita uma analogia entre este caso e uma rua de mão única.

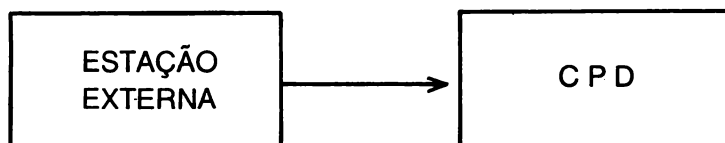


Figura 3.1. *Modo de operação SIMPLEX.*

A operação **SIMPLEX** é feita com um par de fios. Mesmo nos casos em que a informação deve ser transmitida em apenas um sentido, não se recomenda a operação **SIMPLEX**, porque esta modalidade não permite que a estação receptora envie a confirmação da correta recepção das mensagens.

3.3.2 Operação **HALF DUPLEX**

No modo de operação **HALF DUPLEX** (HDX), o receptor do *modem* normalmente está apto para receber, mas não é possível transmitir e rece-

ber simultaneamente; quando a fonte de mensagens está pronta para enviar dados, deve acertar o *modem* e fazer um pedido de transmissão.

O *modem* responde iniciando uma operação de “ECO DELAY”; esta, por sua vez, aciona/coloca a portadora em linha através do sinal de portadora e inicia a contagem de tempo de transmissão. O seu receptor local é desligado.

Ao término do “ECO DELAY”, o contador de tempo pulsa, e uma indicação de “livre para enviar” é transmitida para a fonte de mensagem a partir do *modem*.

Os pulsos do contador de tempo são usados para sincronizar a saída dos dados do *modem* para a linha. Ao completar a transmissão, o pedido é terminado e o *modem* desliga a portadora e o temporizador.

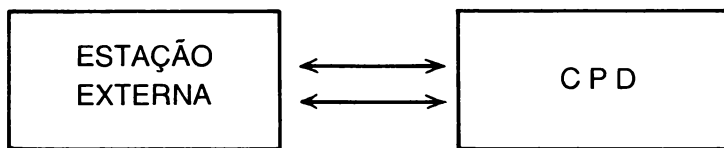


Figura 3.2. Modo de operação HALF DUPLEX com um par de fios.

Para o modo de operação HALF DUPLEX podem ser usadas linhas de dois ou quatro fios, sendo que a taxa efetiva de transmissão pode ser reduzida em até 50%, pois cada vez que a linha for revertida para preparar o fluxo de dados ocorre uma demora de até 150 milissegundos para permitir que os ecos de linha diminuam. Esta demora a cada intervalo é necessária para estabelecer uma comunicação livre de ecos em ambas as direções.

3.3.3 Operação FULL DUPLEX

A operação FULL DUPLEX (FDX) é realizada em dois ou quatro fios. Para quatro fios o *modem* usa um par para transmissão e outro para recepção, ambos operando na mesma frequência. Já para dois fios são empregadas duas frequências diferentes não interferentes entre si, uma para transmissão outra para recepção. Usam-se filtros para assegurar a separação das frequências e minimizar as interferências e ruídos.

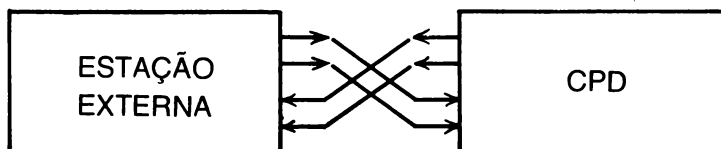


Figura 3.3. *Modo de operação FULL DUPLEX com quatro fios.*

Quando se emprega um sistema com quatro fios, o tempo de resposta do eco não é necessário porque os transmissores e receptores ficam livres para operar independentemente; conseqüentemente, o *modem* sempre está livre para enviar; a portadora e o relógio podem ser colocados em linha a esmo.

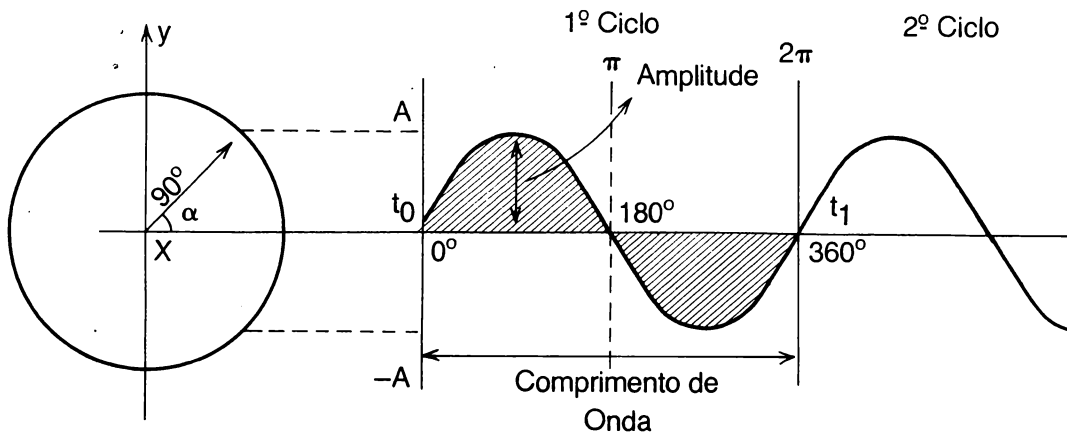
3.4 SUPRESSÃO DE ECOS

Conexões FULL DUPLEX usando dois fios só podem ser possíveis com um supressor de ecos. O supressor de ecos é um atenuador com comutação empregado em linhas telefônicas de longa distância para prevenir que ecos na linha venham a prejudicar a conversação entre dois nós. O supressor/atenuador de ecos chaveia rapidamente os circuitos de recepção e transmissão do *modem*. O supressor de ecos pode ser desligado com a transmissão de um tom dentro da banda entre 2.000 e 2.250 Hertz, durante um intervalo de tempo menor que meio segundo. Uma vez desligado, o supressor de ecos permanece desligado para a duração de uma chamada, a não ser que o sinal da linha caia fora por mais de 50 milissegundos.

Portanto, para linhas FULL DUPLEX, empregando o meio de transmissão com dois fios, o supressor de ecos é necessário para que a transmissão seja possível em ambas as direções.

3.5 A ONDA PORTADORA

A onda portadora é formada por repetição de curvas senoidais, com frequência contínua e capacidade de ser modulada. A onda senoidal possui amplitude, frequência e fase. Amplitude é uma medida de voltagem ou corrente; frequência é o número de ciclos transmitidos durante uma unidade de tempo (os ciclos são medidos em Hertz, ou seja, ciclos por segundo); e por último a fase, que é o ponto onde ocorreu o avanço da curva da onda. A Figura 3.4 ilustra os elementos de uma onda.



$$\delta = A \cdot \sin(2\pi Ft + \varphi) \equiv f(A, F, \varphi)$$

Onde A = Amplitude máxima
 F = frequência
 φ = fase
 δ = valor instantâneo de voltagem em um tempo t

Figura 3.4. *Elementos de uma onda-padrão.*

3.6 MODULAÇÃO

A modulação consiste na alteração mensurável de uma das características (A , F ou φ) de uma onda padrão. Veja Figura 3.4. O processo de demodulação tem como função o recolhimento e a extração dos sinais incluídos na onda padrão, ou seja, os dados propriamente ditos. O dispositivo que executa a tarefa de Modulação e Demodulação é chamado de *Modem*, e várias são as técnicas empregadas para tal. As mais usadas são: modulação por amplitude, frequência ou fase. Mais a frente serão tratadas detalhadamente.

3.7 TÉCNICAS DE TRANSMISSÃO

Existem duas técnicas de transmissão que podem ser empregadas em uma rede de dados. Uma envolve a tecnologia analógica e a outra a tecnologia digital.

3.7.1 Tecnologia analógica

Sinais analógicos são ondas contínuas com amplitude de corrente ou voltagem. Informações são transmitidas pela variação da amplitude, frequência ou fase das ondas contínuas. Quando a amplitude do sinal é variada, a técnica é chamada de *modulação em amplitude* (AM), se a frequência do sinal é variada, a técnica é chamada *modulação em frequência* (FM). Veja Figura 3.5.

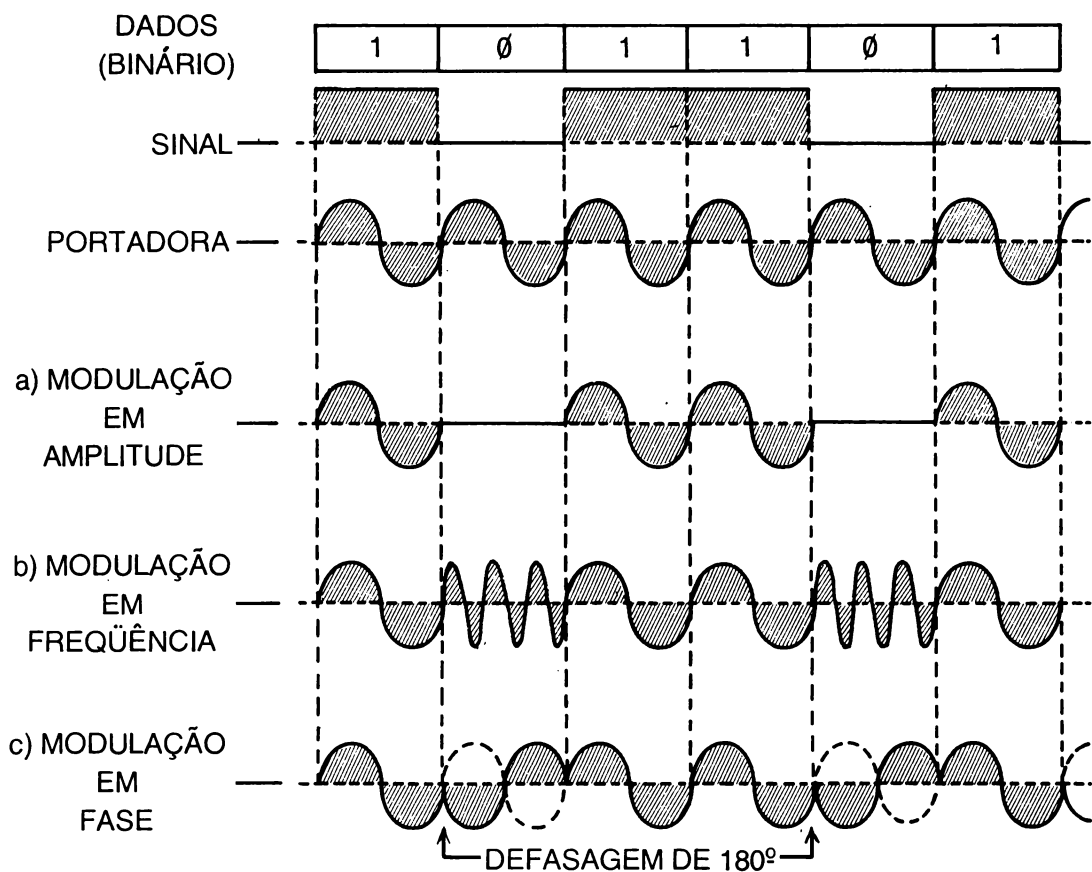


Figura 3.5. Técnicas de modulação.

O telefone é um exemplo da tecnologia analógica de transmissão. O sinal elétrico varia proporcionalmente com o nível do som enviado pelo transmissor através do aparelho telefônico.

Outro exemplo de tecnologia analógica é a rede de cabos de televisão (CATV). Entretanto, várias frequências são transmitidas pelo mesmo cabo. O usuário pode obter o tom de qualquer uma das frequências transmitidas pelo mesmo cabo. O usuário obtém o tom de qualquer uma das frequências, selecionando um sinal individual ou canal.

Por causa da largura da banda, para frequências analógicas, vários usuários podem compartilhar um único cabo. Este tipo de sistema é chamado de *sistema broad band*.

A modulação por amplitude (AM) é a técnica em que a variação da amplitude da onda portadora ocorre de acordo com o sinal transmitido, ou seja "0" ou "1". O sinal digital é multiplicado pela onda portadora e o resultado é: ausência da amplitude da onda se o dado transmitido for "0", e não ocorre variação na onda original se for "1". Veja Figura 3.5, letra *a*.

A modulação em frequência (FM) altera a frequência da onda portadora, mantendo a amplitude inalterada, de acordo com o sinal a ser transmitido: "0" ou "1". Veja Figura 3.5, letra *b*.

Se o sinal transmitido for "1", a frequência da onda portadora é mantida em sua forma original; se for "0", a onda portadora terá sua frequência alterada.

3.7.2 Tecnologia digital

Sinais digitais não possuem a mesma variação dos sinais analógicos, ou seja, somente duas condições (*ON* e *OFF*) são possíveis, que correspondem aos níveis de corrente e voltagem da tecnologia analógica. Os pulsos produzidos pelos níveis de voltagem ou corrente são reconhecidos como sinais ON ou OFF que correspondem a "0" e "1" no sistema binário. Veja Figura 3.6.

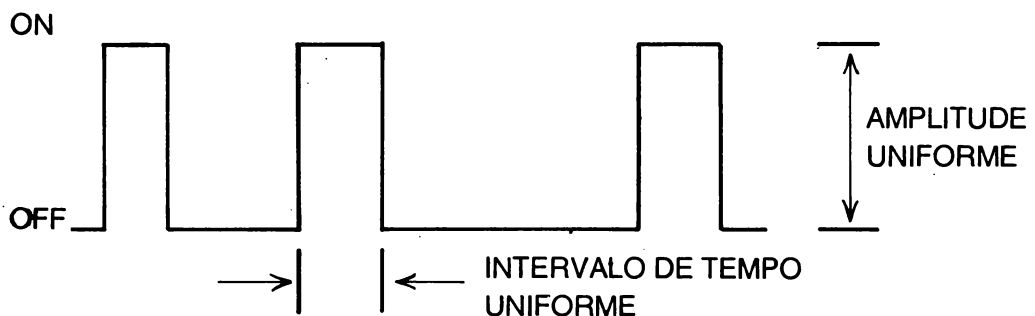


Figura 3.6. *Sinais digitais.*

Quando se usa a tecnologia digital, vários sinais podem compartilhar um único meio físico, empregando-se técnicas de multiplexação. Os sistemas que empregam a tecnologia digital são chamados de *sistemas banda base*. Exemplos de sistemas que empregam a tecnologia digital são redes de computadores e redes de satélite.

A modulação em fase (PM) altera a fase da onda portadora de acordo com o sinal binário a ser transmitido "0" ou "1". Veja Figura 3.5, letra c.

BANDA LARGA

Sistemas banda larga providenciam o compartilhamento de um cabo por muitos dispositivos, assinalando frequências específicas de transmissão para cada dispositivo conectado neste. Esta técnica é chamada *Frequency Division Multiplexing* (FDM) e permite que vários usuários transmitam simultaneamente usando o mesmo cabo. Veja Figura 3.7.

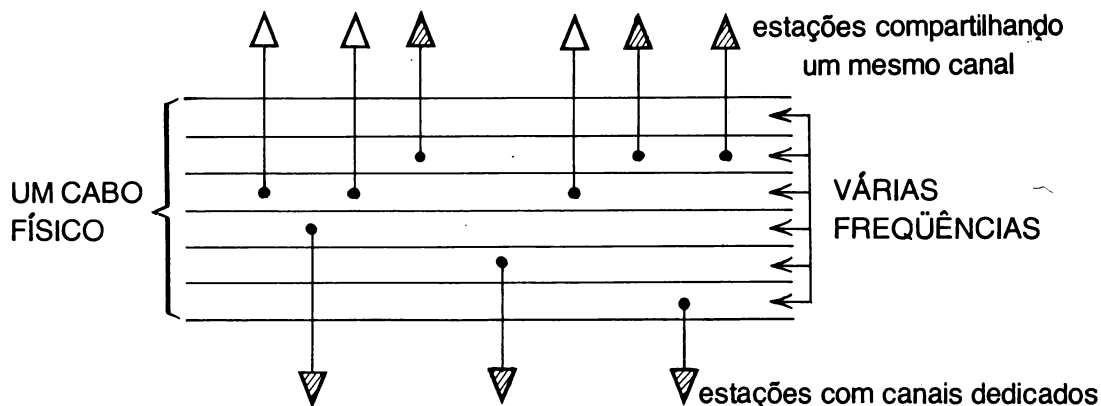


Figura 3.7. *Frequency Division Multiplexing* (FDM).

Transmissão banda larga é tipicamente associada com certos sistemas e características de *performance*. Uma dessas características é o número de canais de frequência disponíveis para comunicação.

BANDA BASE

Tecnologia banda base permite que vários dispositivos compartilhem um cabo empregando a técnica de compartilhamento por tempo. A cada dispositivo é atribuída uma fração de tempo específica, ou seja, somente um dispositivo pode transmitir em um mesmo intervalo de tempo. Esta técnica é chamada *Time Division Multiplexing* (TDM). Veja Figura 3.8.

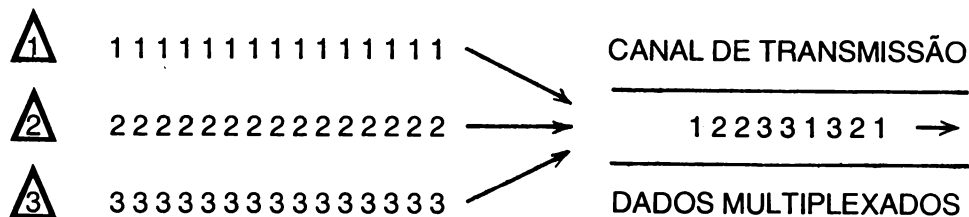


Figura 3.8. *Time Division Multiplexing* (TDM).

3.8 TÉCNICAS DE MULTIPLEXAÇÃO

Cada canal de comunicação pode ser multiplexado em determinado número de subcanais. Existem duas técnicas diferentes de multiplexação: a digital ou multiplexação por divisão de tempo (TDM – *Time Division Multiplexing*) e a analógica ou multiplexação por divisão de frequência (FDM – *Frequency Division Multiplexing*). A Figura 3.9 ilustra a técnica de multiplexação FDM.

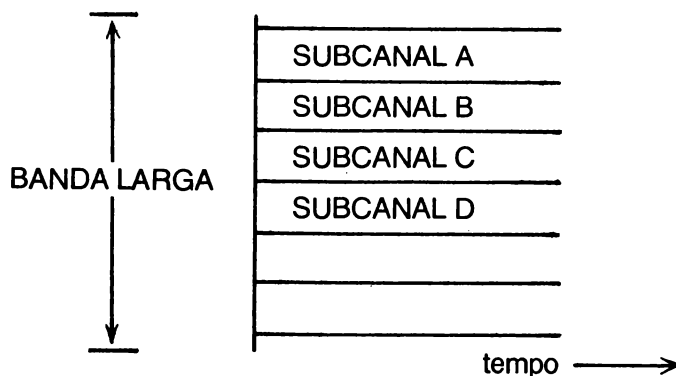


Figura 3.9. *Frequency Division Multiplexing* (FDM).

A banda larga do canal é subdividida em subcanais, e o subcanal corresponde a um segmento da banda larga durante todo o tempo. A Figura 3.10 ilustra a técnica TDM.

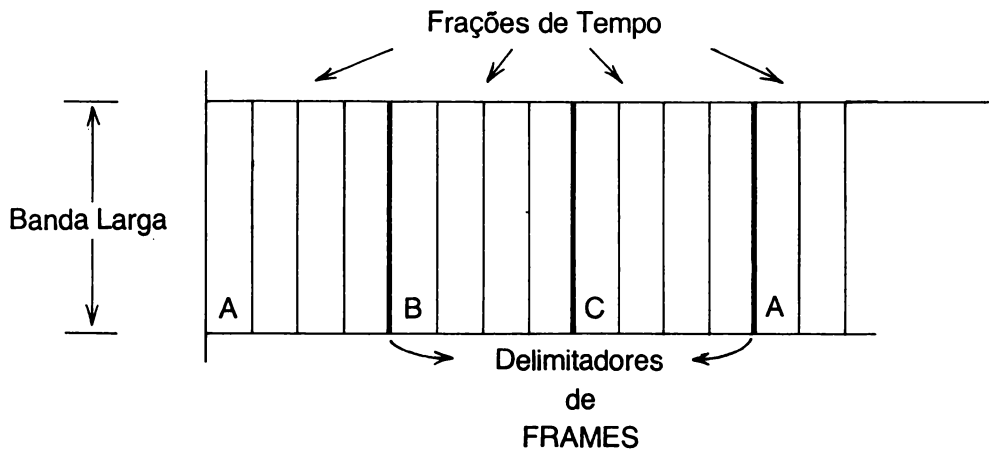


Figura 3.10. *Time Division Multiplexing* (TDM).

O tempo é dividido em frações e dentro deste intervalo ou fração de tempo são organizados os pacotes de informações. A banda larga inteira é tornada disponível para um subcanal, mas somente durante o intervalo de tempo designado para o usuário. A expressão *multiplexação por divisão de tempo* é utilizada, às vezes, para refletir uma coleção de subcanais, e cada um destes refere-se a uma linha física separada.

3.8.1 Multiplexação estatística

Esta técnica, também chamada *Asynchronous Time Division Multiplexing* (ATDM), caracteriza-se por alocar a banda larga de transmissão para enviar uma unidade de dados em determinado intervalo de tempo; em particular, a alocação é feita somente quando a unidade de dados está aguardando para ser enviada. O nó de comutação, para este caso, muitas vezes é referenciado como um concentrador de dados. A Figura 3.11 exemplifica esta técnica empregando-se um único servidor em que o canal de comunicação é o servidor e a fila de unidades de dados é originada por diversos usuários que dividem o canal.

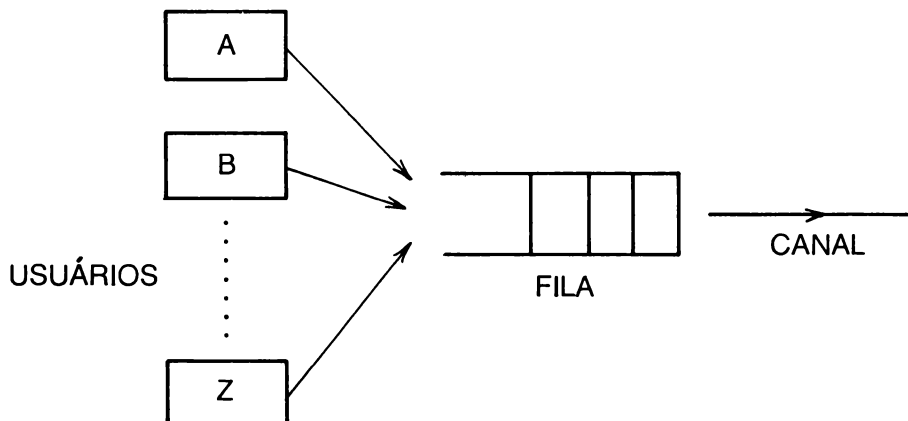


Figura 3.11. *ATDM com um único servidor.*

Este método permite que o canal de comunicação seja utilizado mais eficientemente, visto que cada usuário gera os dados segmentados em pacotes.

O custo/benefício desta técnica deve ser cuidadosamente analisado sob três aspectos principais: primeiramente, desde que as unidades de dados pertençam a diferentes pares emissor/receptor; estes dados de comunicação devem conter alguma forma de identificação (por exemplo: endereço do transmissor/receptor ou número do canal lógico)! Em segundo lugar, serão necessários *buffers* para a fila. E por último, a mesma capacidade de processamento é necessária no nó de comutação para gerenciar e despachar a fila.

3.9 MEIOS DE TRANSMISSÃO

Informações transmitidas em redes locais podem trafegar através de fios metálicos, cabos coaxiais, fibras óticas, ondas de rádio etc. Portanto, o meio de transmissão é a conexão física entre as estações que compõem a rede.

Vários são os fatores que devem ser levados em conta quando projetamos uma rede. Os mais importantes são: taxa de transmissão, qualidade dos serviços, disponibilidade e flexibilidade, que são diretamente proporcionais ao custo.

Os meios de transmissão mais comumente empregados são o par trançado e o cabo coaxial. Redes com fibras óticas estão sendo experimentadas em várias redes locais, oferecendo ótimos resultados, embora seus custos ainda sejam elevados. Ondas de radiodifusão, microondas e infravermelho podem ser empregadas em redes locais, com ótimos resultados, embora seus custos sejam elevados.

A seguir serão analisadas as principais características dos meios de transmissão mais comuns empregados em redes locais.

3.9.1 Par trançado

No par trançado, dois fios são arranjados em forma espiral de maneira que possam reduzir a indução de ruídos e manter as propriedades elétricas constantes, em toda a sua extensão, conforme a Figura 3.12.

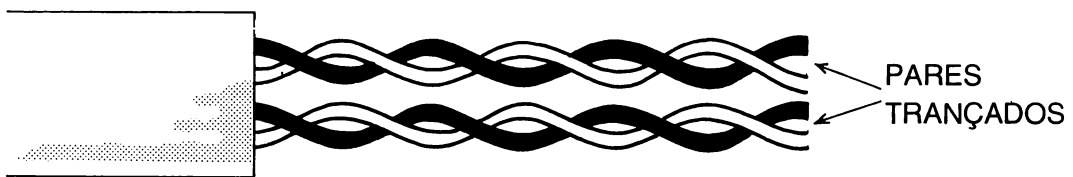


Figura 3.12. *Par trançado.*

Quando se emprega o par trançado tanto pode ser usada a transmissão analógica quanto a digital. A faixa de transmissão no par trançado é considerada alta se for observado que este foi originalmente projetado para tráfego telefônico analógico. Estas taxas de transmissão podem ser da ordem de *megabits* por segundo se repetidores forem utilizados em intervalos suficientes, associados a fatores como distância, qualidade do cabo e técnicas de transmissão empregadas. Em sistemas PABX taxas de transmissão máximas de 64 Kbps podem ser empregadas para transmissões típicas. Em linhas de comunicação convencionais taxas de até 9.600 bps podem ser usadas para linhas ponto a ponto e significativamente menores para linhas multiponto, dependendo da carga e outras capacidades.

Como qualquer condutor convencional, o par trançado sofre influências do meio externo, sem levar em conta a perda de energia que é proporcional ao aumento da distância. Em sistemas de baixa frequência (abaixo de 100 kHz) a imunidade a ruído é muito boa. Já acima desta frequência os re-

sultados, quando se emprega cabo coaxial, são muito superiores. Portanto, a maior desvantagem do par trançado é a indução de ruídos quando causa interferências.

A qualidade da rede baseada em par trançado depende da qualidade dos condutores empregados, precisão do comprimento de cada componente do par e das técnicas usadas para dirigir a informação ao longo do cabo. Se for empregada uma blindagem adequada, os efeitos de indução podem ser minimizados.

A principal vantagem do par trançado é o baixo custo, pois, além de ser o meio de transmissão mais barato, possui maior facilidade de conexão de nós à rede. O anel da rede Cambridge emprega o par trançado comum com taxas nominais de 10 Mbps a distâncias de até 200 metros. A rede Ethernet, embora empregue a topologia em barra, usa o par trançado para conectar as estações ao meio, que é um cabo coaxial.

3.9.2 Cabo coaxial

O cabo coaxial é um meio de transmissão que introduz características diferentes de construção e conseqüentemente de operação quando o comparamos com o par trançado. Em linhas gerais, o cabo coaxial possui um condutor interno circundado por um condutor externo, sendo que estes são separados por um dielétrico. A Figura 3.13 ilustra os componentes dos cabos coaxiais típicos.

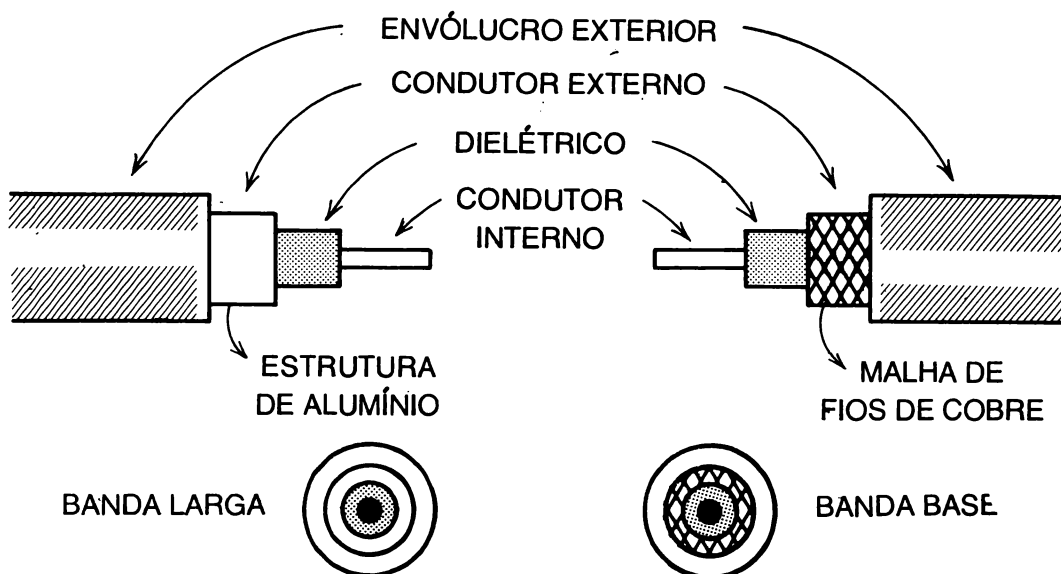


Figura 3.13. *Cabo coaxial* (Ilustração esquemática).

As características elétricas do cabo coaxial são bastante favoráveis à transmissão de sinais de alta frequência, uma vez que é muito boa a imunidade a interferências externas. O ruído de *cross talk* é muito pequeno, quando o comparamos com o par trançado.

Cabos coaxiais são muito comumente usados em redes locais e são geralmente classificados de duas maneiras, de acordo com as técnicas de modulação empregadas: banda base e banda larga. Para tal são necessárias pequenas diferenças físicas entre os cabos. Em geral os cabos banda base possuem como condutor uma malha de fios condutores de cobre trançados, em torno do dielétrico que envolve o condutor interno, e a impedância característica é de 50 Ohm. Já os cabos banda larga possuem como condutor externo uma capa de alumínio em torno do dielétrico, e a impedância é de 75 Ohm.

Alguns países que operam com sistemas de televisão por cabo CATV (*Community Antenna TeleVision*) apresentam avançado desenvolvimento dessa tecnologia, possibilitando que os sistemas com transmissão banda larga se utilizem dessa tecnologia. Tais sistemas providenciam cabos coaxiais com banda de até 400 MHz, que são muito interessantes para redes locais, principalmente no tocante a serviços de transmissão de imagens, que são grandes consumidores de bandas passantes.

As dificuldades de conexão com cabo coaxial, embora sejam mais complexas quando comparamos com par trançado, não apresentam altos graus de dificuldades. Na transmissão ponto-a-ponto a conexão do cabo transceptor é realizada através de conectores mecânicos macho-fêmea. Para conexões multiponto utilizam-se conectores bidirecionais (*Taps*), que permitem que o sinal possa ser injetado e removido do cabo coaxial sem prover grandes alterações nas características mecânicas e elétricas deste. Portanto, o custo das redes baseadas em cabo coaxial, embora seja mais elevado quando comparamos com o par metálico trançado, não é tão elevado e os benefícios são muito superiores.

Em geral, a utilização de cabos coaxiais para transmissão em redes locais está associada a redes que empregam a topologia em barra. A rede Ethernet emprega cabos coaxiais de 50 Ohm para distâncias de até 500 metros e taxas de 10 Mbps. A rede Mitrenet da Mitre dos EUA é baseada na tecnologia CATV com cabo coaxial de 300 MHz.

3.9.3 Fibras óticas

Fibras óticas transmitem sinais de luz codificados dentro do espectro de frequências do infravermelho: entre 10^{14} e 10^{15} Hz. A luz é transmitida ao

longo de um cabo ótico, constituído de filamentos de material plástico ou vidro, revestidos por um material de baixo índice de refração. Veja a Figura 3.14.

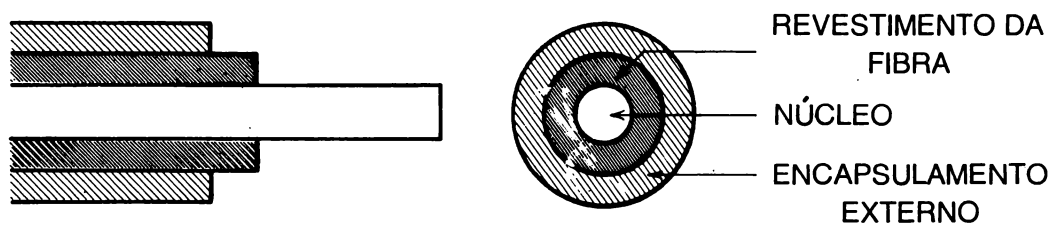


Figura 3.14. *Ilustração esquemática da fibra ótica.*

A fonte emissora de luz pode ser de dois tipos: diodos eletroluminescentes LED ou LASER semicondutores. Além da fonte emissora, compõe o sistema um dispositivo fotodetector, geralmente fotodiodos PIN. A Figura 3.15 ilustra um sistema típico de transmissão ponto a ponto, com fibras óticas.

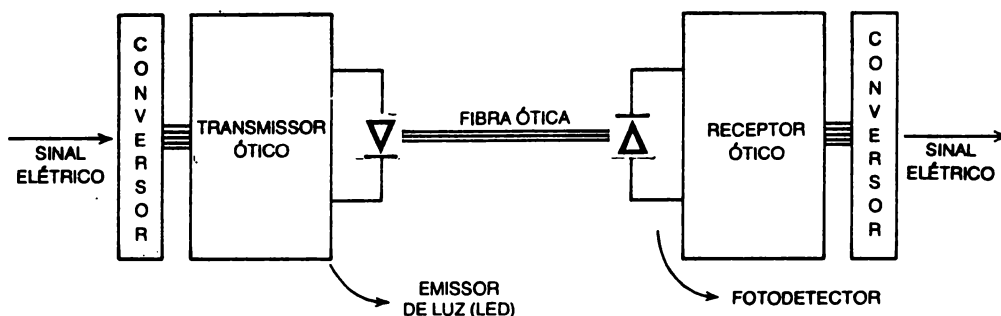


Figura 3.15. *Sistema de transmissão ponto a ponto com fibras óticas.*

O sinal elétrico em banda base é convertido em sinais ópticos enviados pelo transmissor ótico. O fotodetector no outro extremo converte os sinais ópticos em sinais eletrônicos novamente, em banda base.

A fibra ótica é imune a interferências eletromagnéticas e a ruídos externos: o ruído de *cross talk* não ocorre na fibra ótica, uma vez que seu revestimento externo não permite que a luz seja irradiada para fora do cabo.

As taxas de transmissão com fibras óticas são bastante altas, a princípio ilimitadas, isto devido a atenuação da fibra que é independente da frequência. Taxas da ordem de gigabits por segundo já puderam ser obtidas em testes de laboratório. O fenômeno de atenuação pode ser causado por dispersão ou absorção de luz por elementos do condutor ótico; portanto, a qualidade do material que compõe a fibra é fundamental para o bom desempenho desta.

Taxas da ordem de 50 Mbps podem ser empregadas sem o uso de repetidores, para distâncias da ordem de 10 Km sem restrições; o que torna a fibra ótica muito atrativa para redes locais.

As dificuldades de instalação e manutenção de redes que empregam fibras óticas são bem maiores que as redes baseadas nos meios convencionais de transmissão, tornando seu custo bem mais expressivo.

Por possuir dimensões muito pequenas, aliado ao fato de operar com pequenas potências de sinal luminoso, as dificuldades de acoplar as fibras aos dispositivos emissores de luz e fotodetectores são significativas.

As conexões multiponto sofrem, portanto, as mesmas dificuldades, tornando seu custo praticamente inviável, sem levar em conta que o número de conexões é muito limitado devido à derivação da baixa potência do sinal luminoso. Portanto, a fibra como meio de transmissão é em geral associada a redes com topologia em estrela ou anel.

Exemplos de redes locais que empregam fibras óticas como meio de transmissão são: a rede SIGMA (*Service Integrated Multilooped Architecture*), uma rede local desenvolvida pela Hitachi do Japão, que emprega fibras óticas como meio de transmissão e emprega topologia em anel com capacidade de transmissão de 32 Mbps.

A rede Fibernet é uma rede local experimental da Xerox dos EUA, totalmente compatível com a rede Ethernet, que possui ligações multiponto passivas com limitação de 16 nós.

3.9.4 Ondas de rádio

Enlaces de alta *performance* requerem meios de transmissão mais eficientes, normalmente cabo coaxial ou rádio; mas a escolha depende basicamente de dois fatores: disponibilidade e custo.

O cabo coaxial é bem mais econômico, embora possua limitações de distância; já para os sistemas de rádio a limitação não é mais a distância e sim o custo. Portanto, o cabo é a solução ideal para pequenas distâncias e as ondas de rádio, para distâncias maiores.

As ondas de rádio operam em várias faixas de frequência. À medida que a frequência aumenta, a propagação das ondas de rádio vai se aproximando da luz, ou seja, caminhando em linha reta, excetuando-se o fenômeno da refração.

Se analisarmos as redes locais, do ponto de vista da conectividade, os sistemas de rádio caracterizam-se como excelentes suportes de transmissão, pois, além de oferecerem bom nível de serviços, com altas taxas de transmissão, possuem flexibilidade na localização das estações.

Há muitos tipos de utilização para as faixas de frequência, e as faixas que se relacionam com a transmissão de dados estão acima de 30 MHz.

Sistemas UHF e VHF

Os sistemas em VHF e UHF localizam-se na faixa de 30 a 300 MHz do espectro de frequências e se utilizam do fenômeno de difração, permitindo, portanto, o estabelecimento de enlaces mesmo onde existam obstruções no sistema de propagação em visibilidade. Isto deve-se ao uso de antenas que permitem focalizar as ondas, de forma a diminuir a influência na energia propagada. Estes sistemas, em geral, operam com 60 canais de voz e normalmente são empregados para comunicações a médias distâncias. Os sistemas de transmissão de TV geralmente operam na faixa de VHF para difusão e UHF para retransmissão.

Sistemas de SHF

Os sistemas de SHF são geralmente empregados para comunicações a longa distância. Localizam-se geralmente na faixa de 2 a 20 GHz, são sistemas de alta performance e operam com até 2.700 canais.

Portanto, apesar de possuírem muitas vantagens na transmissão de dados, os sistemas de radiodifusão possuem uma série de inconvenientes. A principal delas é o custo; outra dificuldade não menos importante é a regulamentação pública que restringe a utilização das faixas do espectro de frequências.

Topologias de Rede

Topologia refere-se ao *layout* físico e ao meio de conexão dos dispositivos na rede. Os pontos onde são conectados no meio são chamados *nós*. Existem várias estratégias de topologia, mas as variações derivam sempre de três topologias básicas e que também são as mais freqüentemente usadas:

- Estrela.
- Barra.
- Anel.

Cada uma das topologias possui características distintas, que refletem em particular suas flexibilidades e potencialidades.

4.1 TOPOLOGIA EM ESTRELA

É caracterizada por um determinado número de nós, conectados diretamente em uma controladora central, conforme mostra a Figura 4.1.

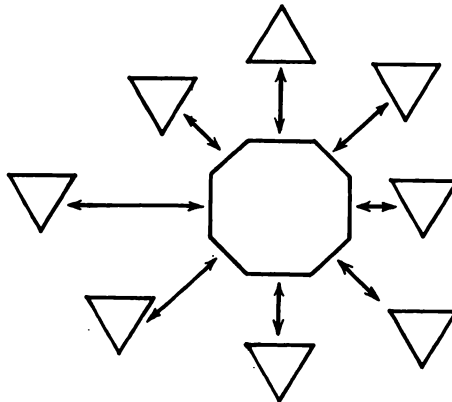


Figura 4.1. *Topologia em estrela.*

Na topologia em estrela, os *links* de conexão podem ter comunicação com caminhos bidirecionais. Todas as transmissões processam-se do nó transmissor para o receptor através de uma controladora. A controladora central é responsável pelo gerenciamento e controle de todas as comunicações. Para falhas em um nó em particular são ativadas facilidades de detecção e recuperação deste nó; já, para falhas na controladora central, é paralisada toda a rede.

Sistemas de telefone são exemplos de topologia em estrela, onde telefones individuais são instrumentos para os nós e PBX são as controladoras.

4.2 TOPOLOGIA EM BARRA

Na topologia em barra pode ser empregada a comunicação com caminhos bidirecionais. Veja a Figura 4.2. Todos os nós estão conectados diretamente na barra de transporte. Um sinal originado por um nó propaga-se ao longo da barra de transporte em ambas as direções.

Cada nó atende por um endereço na barra de transporte. Ao reconhecer este endereço, a mensagem transmitida será imediatamente aceita; caso contrário, a mensagem é ignorada.

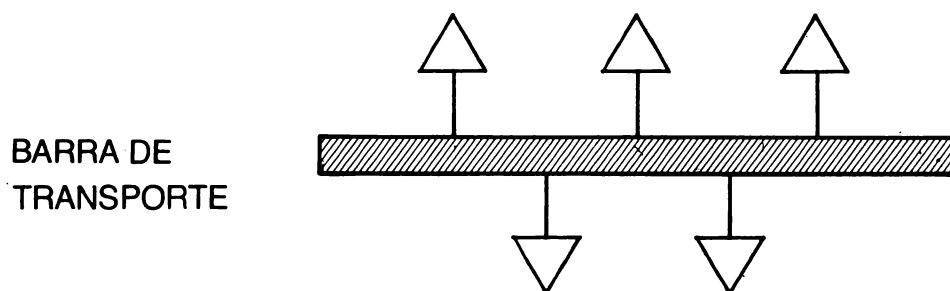


Figura 4.2. *Topologia em barra.*

Para este tipo de topologia o controle pode ser centralizado ou distribuído, ou seja, não reside em uma controladora central, mas em cada nó individual.

Uma interrupção na barra de transporte pode causar uma parada em todos nós conectados por este caminho. Dificilmente as interrupções podem ser identificadas e isoladas.

4.3 TOPOLOGIA EM ANEL

Topologia em anel é caracterizada como um caminho de transmissão unidirecional, em círculo lógico, sem um fim definido. O controle pode ser distribuído ou centralizado. Veja a Figura 4.3.

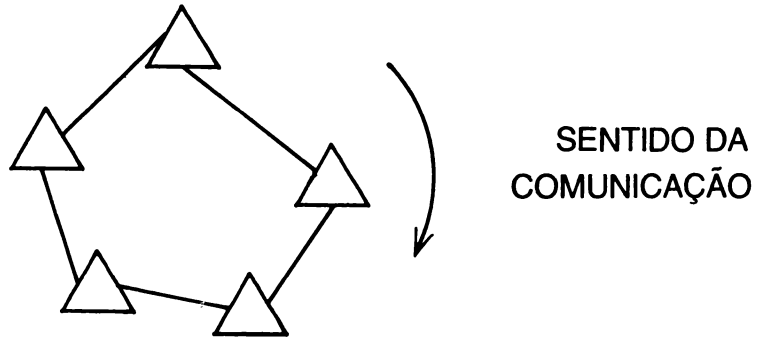


Figura 4.3. *Topologia em anel.*

O sinal originado por um nó passa em torno do anel, sendo regenerado em cada nó que passa. Como acontece na topologia em barra, cada nó atende por um endereço e, ao reconhecê-lo, a mensagem é aceita.

Uma interrupção em um anel pode ser prontamente identificada quando o transmissor não recebe a confirmação da recepção. A exata localização de um defeito pode ser identificada através da cronometragem da mensagem ou falta de *status* dos nós.

4.4 CONFIGURAÇÕES HÍBRIDAS

A combinação das três combinações básicas pode dar origem a configurações híbridas. Essas configurações associam características às três principais: estrela, barra e anel e, portanto, refletem a flexibilidade das topologias envolvidas.

4.4.1 Topologia em árvore de barras

A topologia em árvore de barras oferece uma versão expandida da topologia em barra. Quando se dispõe a barra na posição vertical e distribuem-se os nós em seções, caracteriza-se a topologia em árvore. Veja a Figura 4.4.

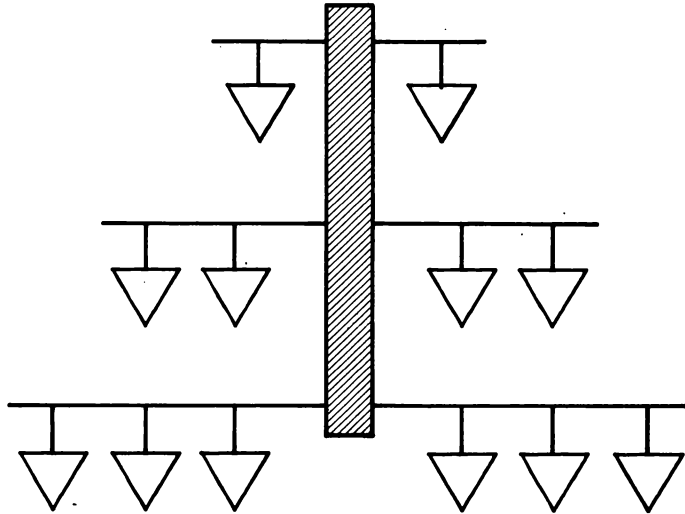


Figura 4.4. *Topologia em árvore de barras.*

Todas as características mencionadas na topologia em barra são aplicáveis também na topologia em árvore.

4.4.2 Topologia em estrela/anel

A combinação da ligação física de uma rede com topologia em estrela e o fluxo de dados em anel resultam na topologia Estrela/Anel. Veja a Figura 4.5.

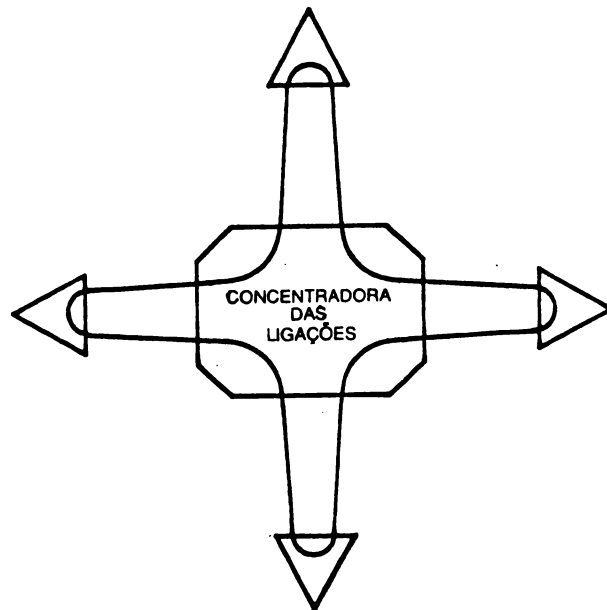


Figura 4.5. *Topologia em estrela/anel.*

Esta topologia oferece todas as capacidades de detecção de falhas à topologia em anel, assim como a flexibilidade na instalação, manutenção e reconfiguração da topologia em estrela. A operação desta topologia híbrida reflete, portanto, as mesmas funcionalidades descritas nas topologias estrela e anel.

Protocolos de Acesso ao Meio

INTRODUÇÃO

Dois fatores controlam a estratégia e o método de acesso em redes locais, que afetam o modelo e a natureza do protocolo de acesso. A estratégia de controle pode ser centralizada ou distribuída. Na descrição das topologias de redes foram incluídos exemplos para ambos os casos: com controle distribuído ou centralizado.

O método de acesso especifica como determinado nó da rede pode obter o acesso do caminho de comunicação. Existem dois métodos de acesso: acesso por demanda e acesso controlado.

Permutações dos dois fatores, controle e método de acesso, possibilitam quatro possíveis protocolos de acesso. A Tabela 5.1 ilustra os possíveis protocolos geralmente empregados em redes, que serão discutidos a seguir.

ESTRATÉGIA DE CONTROLE	MÉTODO DE ACESSO	
	DEMANDA	CONTROLADO
CENTRALIZADA	COMUTAÇÃO DE CIRCUITOS	POLLING
DISTRIBUÍDA	CSMA/CD	TOKEN PASSING SLOT

Tabela 5.1. *Protocolos de acesso ao meio.*

5.1 ACESSO POR DEMANDA

No acesso por demanda, o nó ganha o acesso por demanda. O mecanismo para se obter o acesso, após o nó ter requisitado, depende da estratégia de controle: centralizado ou distribuído.

5.1.1 Comutação de circuitos

Comutação de circuitos é a técnica empregada na maioria dos sistemas de telefone, para o estabelecimento de rotas de comunicação.

A Figura 5.1 ilustra um sistema de demanda de acesso controlada por uma central. Se o nó que está sendo chamado já se encontra em comunicação, o acesso é abortado pela controladora; caso contrário, a conexão é estabelecida e os dois nós não estarão disponíveis para outro uso, a menos que os dois nós completem a comunicação.

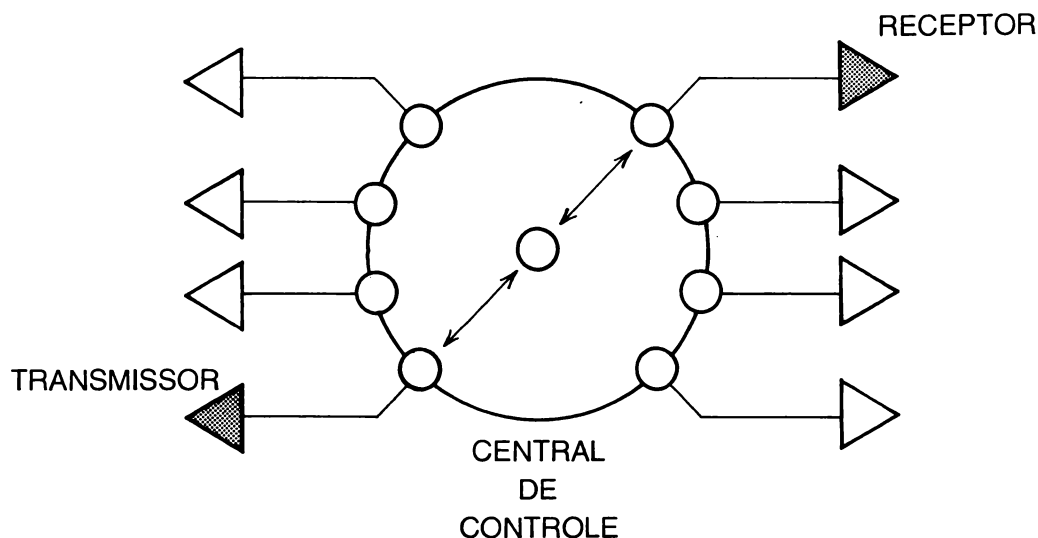


Figura 5.1. *Comutação de circuitos.*

O processo de comutação possui uma alta taxa de administração, principalmente com o tempo envolvido no controle de chamadas não completadas. Para as estações que implementam técnicas digitais como PBX computadorizados e PBX digital, o controle computadorizado tem diminuído sensivelmente estes tempos.

5.1.2 Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection (CSMA/CD)

CSMA/CD é o método de acesso mais freqüentemente usado em topologias em barra. Isto pode ser comparado com um enlace sem a central de comutação. Todos os nós são interconectados durante todo o tempo e escutam todas as mensagens durante todo o tempo. Antes de falar, o usuário verifica se a linha já está em uso. Se dois usuários iniciam a conversação ao mesmo tempo, um deles deverá parar e aguardar um período de tempo (ausência de tráfego) e tentar novamente. Veja a Figura 5.2.

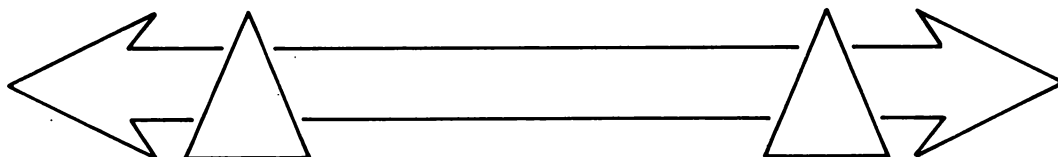


Figura 5.2. Acesso por demanda – CSMA/CD.

A rede opera de forma idêntica. Antes de iniciar a transmissão, o nó ouve o sinal da portadora e identifica se a barra de acesso está em uso; caso esteja, espera que esta fique livre.

Levando-se em conta que a mesma técnica é empregada por todos os nós, somente uma situação pode interferir na comunicação: quando dois nós desejam transmitir ao mesmo tempo. Este tipo de situação é denominada *colisão*. Cada nó é equipado para detectar este evento, e o protocolo inclui regras que determinam o tempo que a estação deve esperar para tentar outra transmissão. Veja a Figura 5.3.

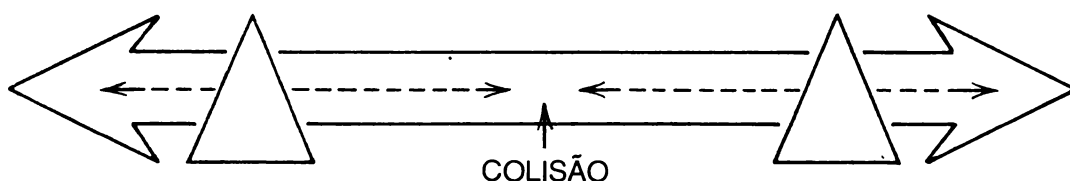


Figura 5.3. Detecção de colisão.

5.2 ACESSO CONTROLADO

Para uma rede com acesso controlado, um algoritmo determina o acesso com base em vários fatores, por exemplo: a prioridade da mensagem e o tipo de dispositivo que está requisitando o acesso.

5.2.1 Polling

O protocolo de acesso por *polling* requer uma central controladora e é freqüentemente associado com a topologia em estrela. A central controladora pergunta para os demais nós da rede se algum destes necessita de acesso. O mecanismo é efetuado para o primeiro nó endereçado. Se o nó não necessita de acesso o *polling* é movimentado para o próximo nó em ordem; se o acesso é requisitado, a mensagem é transmitida. Veja a Figura 5.4.

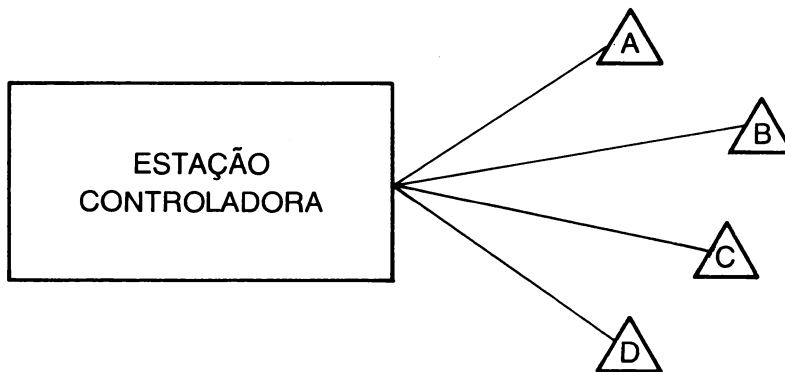


Figura 5.4. Acesso por *polling*.

Esta técnica elimina a possibilidade de colisão, mas despende considerável tempo para o processo de *polling*.

5.2.2 Token Passing

Token passing é similar, em efeito, ao *polling*, embora opere em sistemas distribuídos, sem a necessidade de uma central controladora. Este tipo de acesso é freqüentemente associado com as topologias em anel ou em barra.

Esta técnica pode ser comparada com a passagem de um microfone em torno de uma mesa de conferência, que é passado de conferente para conferente em ordem, mas existe um limite de tempo para cada um destes.

O *token* consiste de um número de *bits* usados para controlar o fluxo de transmissão. O *token* é transferido de um nó para o próximo, que está aguardando a oportunidade de transmitir uma mensagem, e depois passado para o próximo nó ao término da transmissão. Vários controles podem ser construídos dentro da estratégia para limitar ou especificar o comprimento da transmissão.

Token passing possui implicações diferentes, quando usada a topologia em anel ou em barra.

O *token passing* para a topologia em anel é implícito; cada nó aceita o *token* de um lado e passa para o próximo nó do outro lado. O nó passa sempre o *token* para o próximo nó fisicamente em linha. Veja a Figura 5.5.

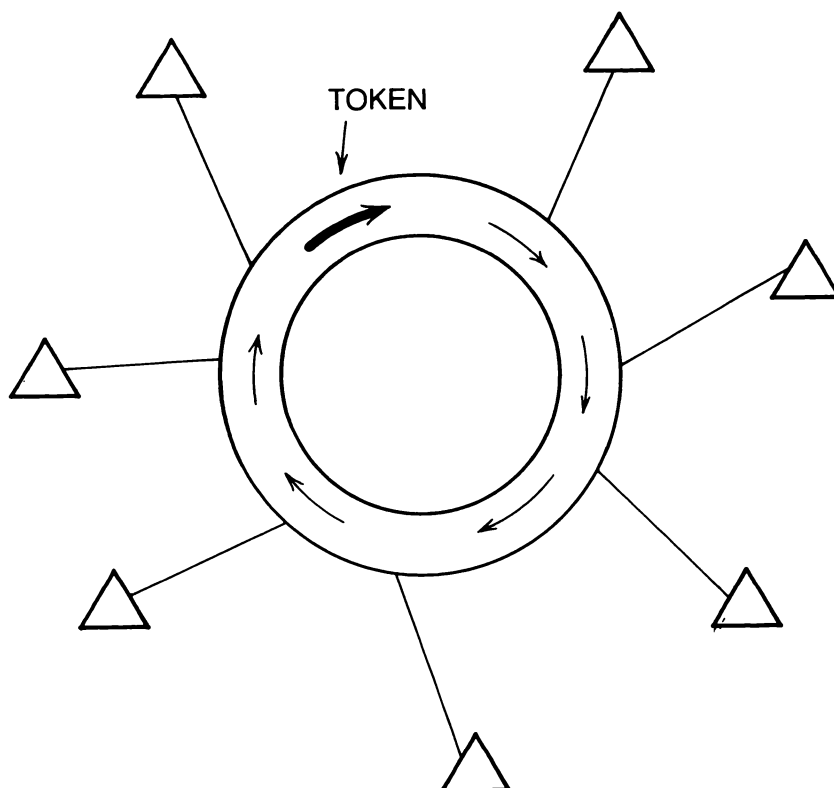


Figura 5.5. *Token passing* para topologia em anel.

Adicionando ou retirando, um nó em um anel não prejudica a operação da rede. O próximo nó pode ser novo, ou um nó diferente, mas a lógica implícita na rede mantém a ordem. O anel não requer um mecanismo de proteção contra um nó com falha para passar o *token* (Isto usualmente é completado com um simples *time out* no circuito).

Em outra topologia, como por exemplo barra, a estratégia de *token passing* é explícita por endereçamento. A lógica é programada dentro de cada nó e passa o controle do *token* somente para um nó especificamente endereçado; na verdade, um anel lógico é criado. Veja a Figura 5.6.

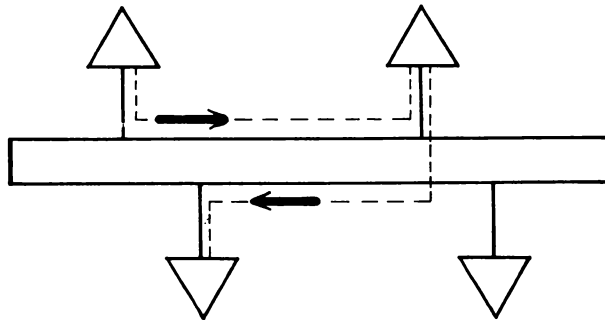


Figura 5.6. *Token passing para topologia em barra.*

Se um nó com mal funcionamento for removido da rede, ou um novo nó for adicionado, a rede requer troca para manter o anel lógico. Por esta razão, adicionar ou retirar nós implica dificuldades em um enlace com topologia em barra e meio de acesso *token*.

5.2.3 Slot vazio

No método de acesso *slot* vazio usado em configurações em anel, um ou mais *slots* circulam continuamente em torno do anel, podendo estar em uso ou vazios. Se uma estação possui dados para serem enviados, esta aguarda pela passagem de um *slot* vazio; ao ser detectado, a estação coloca seus dados neste, assim como o endereço de destino dos dados, e assinala que este pacote está em uso. Este pacote deve fluir de estação em estação até atingir a estação endereçada que o copia em sua memória local e passa para a próxima estação até chegar na estação que o enviou. Esta, por sua vez, esvaziará o *slot* e o enviará para a próxima estação.

Portanto, uma vez em uso, o *slot* só pode levar informações de um único usuário, até completar o circuito, muito embora essas informações possam servir para vários usuários; por exemplo, um pacote *broadcast*.

A Figura 5.7 ilustra diagramaticamente o funcionamento desta técnica.

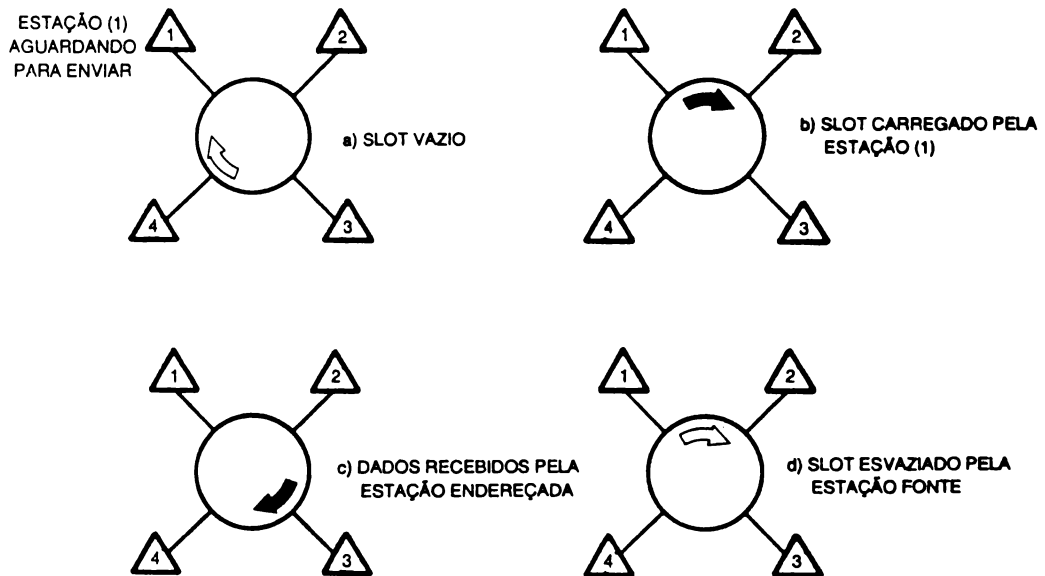


Figura 5.7. Operação da técnica slot vazio.

As redes baseadas na técnica de *slots* vazios necessitam de uma estação monitora para detectar e remover pacotes defeituosos que não foram detectados como vazios pelas suas estações emissoras. As estações monitoras são responsáveis, portanto, pelo gerenciamento do fluxo dos *slots*.

Modelos para Arquitetura de Redes

Praticamente toda rede de dados é desenvolvida a partir de um modelo de arquitetura. Estes são numerosos e cada um reflete, em particular, suas facilidades e requer técnicas variadas de comunicação de dados. A qualidade, características e o tipo de serviços de comunicação, associados à qualidade dos serviços desejados pelos usuários, determinam as funções de rede requeridas. São numerosos os caminhos de alocação dessas funções para níveis diferentes de protocolos partilhados entre nós usuários e nós de comutação. Muitas redes que estão em pleno sucesso em todo o mundo são originadas de acordo com três estruturas principais, que são: o OSI da ISO, o IEEE-802 do IEEE e a arquitetura SNA da IBM.

6.1 PADRONIZAÇÃO DE PROTOCOLOS

Organizações envolvidas no desenvolvimento de padrões para uso em redes públicas incluem o CCITT, ISO, ANSI, EIA, IEEE e muitas outras. O centro das atividades de padronização para redes públicas é o grupo de estudos VII do International Telegraph and Telephone Consultative Committee (CCITT). O CCITT é um dos dois comitês da International Telecommunications Union (ITU) da agência das Nações Unidas situada em Genebra, Suíça. Mais de 100 países são membros da ITU. As atividades técnicas do CCITT são centradas no desenvolvimento de padrões associados com telefonia internacional.

O grupo de estudos XVII é responsável pelas comunicações de dados com facilidades telefônicas e estes trabalhos estão contidos nas recomendações das séries V.

A International Organization for Standardization (ISO) existe para o desenvolvimento de padrões para facilitar o intercâmbio internacional de bons serviços. Os membros da ISO são organizações representativas de padronização de mais de 80 países. O Brasil, por exemplo, é representado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. O trabalho da ISO, em processamento de informações, é focado no comitê técnico 97, que é composto por vários subcomitês. O modelo de referência OSI, por exemplo, é composto por dois subcomitês do comitê técnico 97: o SC6 e o SC21.

O EIA (Electronics Industries Association) é uma organização que representa a indústria eletrônica dos EUA. Os trabalhos em comunicações de dados do EIA, publicados nas séries RS, são representados pelo comitê técnico TR 30.

6.2 O MODELO DE REFERÊNCIA OSI

Com a finalidade de padronizar o desenvolvimento de produtos para redes de comunicação de dados para sistemas abertos, foi elaborado um modelo de referência, o Open Systems Interconnection – OSI, pela International Organization for Standardization (ISO).

Este modelo estabelece sete níveis para as funções de comunicação de dados, conforme a Figura 6.1.

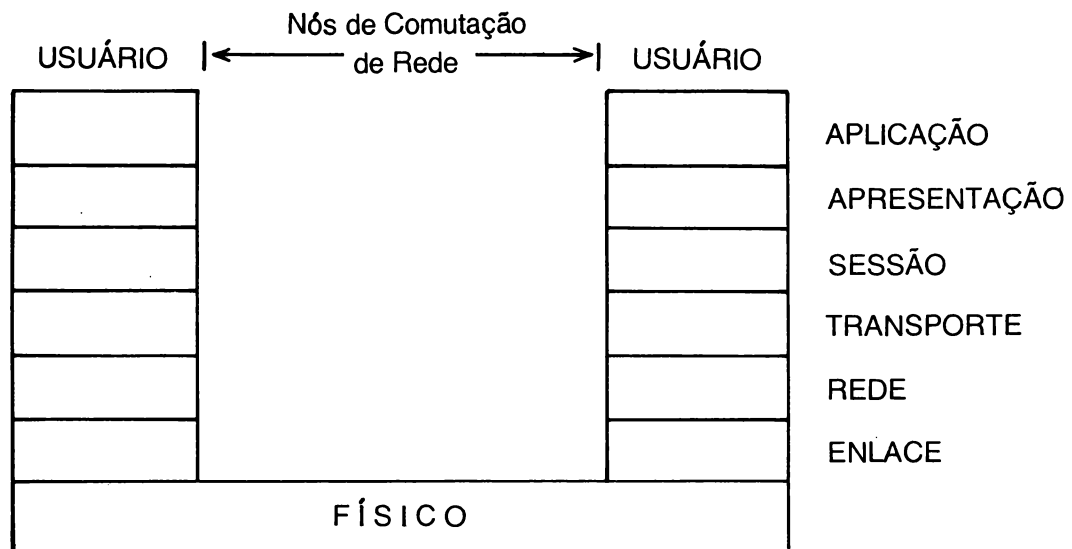


Figura 6.1. Os sete níveis do modelo de referência OSI.

O propósito deste modelo é prover bases comuns para coordenação de padronização do desenvolvimento de todo e qualquer produto para interconexão de sistemas de informação sem interferir no funcionamento interno de cada sistema individual.

O modelo OSI, como já foi dito, possui sete níveis, que descrevem os componentes que processam a comunicação de dados entre dois nós de uma ou mais redes de dados. A comunicação entre dois nós ocorre sempre entre níveis equivalentes, conforme a Figura 6.2.

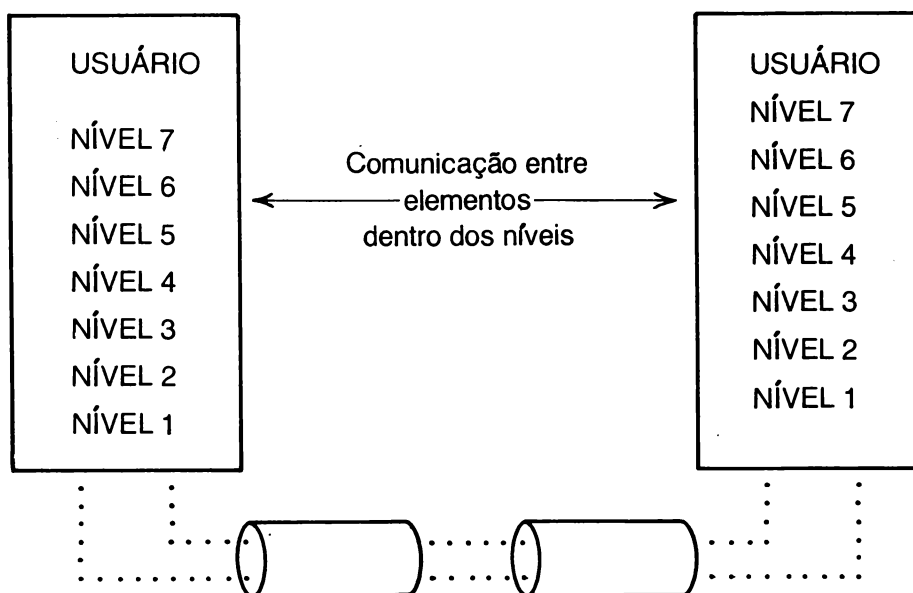


Figura 6.2. *Equivalência de níveis do OSI.*

Dentro da arquitetura, cada nível deve atuar de acordo com o mesmo nível do outro sistema em conversação, ou seja, a equivalência entre níveis sempre será respeitada. Cada nível possui funções definidas e, ao completar sua tarefa, imediatamente será invocado o nível responsável pela tarefa seguinte.

6.2.1 Descrição dos níveis do modelo OSI

NÍVEL 7 – APLICAÇÃO

Este nível, dentro do processo de comunicação é representado pelo usuário final para o modelo OSI. Ou seja, baseado em pedidos de um usuário da rede, este nível seleciona serviços a serem fornecidos por funções dos

níveis mais baixos. Como especificado no modelo básico de referência, os seguintes serviços estão contidos no escopo do nível de aplicação:

- identificação da intenção das partes envolvidas na comunicação e sua disponibilidade e autenticidade;
- estabelecimento de autoridade para comunicar-se;
- acordo sobre o mecanismo de privacidade;
- determinação da metodologia de alocação de custo;
- determinação de recursos adequados para prover uma qualidade de serviços aceitável;
- sincronização de cooperação para aplicações;
- seleção de disciplina de diálogo;
- responsabilidade de recuperação de erros de estabelecimento;
- acordo na validação dos dados;
- identificação de sintaxe de dados; e
- transferência de informação.

NÍVEL 6 – APRESENTAÇÃO

O nível de apresentação tem como propósito representar a informação para entidades de aplicação comunicando-se em um caminho, e preservar o sentido em determinado espaço de tempo resolvendo diferenças de sintaxe.

Para esses objetivos, este nível pode prover as seguintes funções:

- transformação de dados;
- formatação de dados; e
- sintaxe de seleção.

NÍVEL 5 – SESSÃO

O propósito deste nível é prover os mecanismos necessários para organizar e sincronizar o diálogo e o gerenciamento da troca de dados entre entidades de apresentação. Para tal o nível de sessão provê serviços para estabelecimento de sessão entre duas entidades de apresentação e o suporte para ordenar a troca de dados.

Como suporte a esses objetivos, o nível de sessão providencia os seguintes serviços para o nível de apresentação:

- estabelecimento de conexão de sessão;
- liberação de conexão de sessão;
- troca de dados normal;
- gerenciamento de interação;
- reporte de condições de excessão; e
- mecanismos para sincronização de conexão de sessão.

NÍVEL 4 – TRANSPORTE

Este nível existe para prover transferência transparente de dados entre entidades em sessão. Protocolos de transporte são empregados para estabelecimento, manutenção e liberação de conexões de transporte que representam um caminho duplo para os dados entre dois endereços de transporte.

O modelo OSI define três fases de operação dentro do nível de transporte. Estas fases serão descritas a seguir, em associação com seus serviços.

1. Fase de estabelecimento

O objetivo é o estabelecimento de conexões entre funções de transporte para pedidos de serviços dos níveis mais altos. A qualidade dos serviços de conexão pode ser negociada durante esta fase. Os serviços providenciados incluem:

- seleção de serviços de rede, como funções de parâmetros, por exemplo: *throughput*, trânsito, ajuste do tempo de transmissão e características de erros;
- gerenciamento de conexões de transporte para conexões de níveis mais baixos;
- estabelecimento de tamanho de pacotes de dados apropriados;
- seleções de funções empregadas na transferência de dados; e
- transporte dos dados de níveis mais altos.

2. Fase de transferência

Esses serviços têm como objetivo a transferência de dados de acordo com a qualidade dos serviços descritos na fase de estabelecimento. Os serviços providenciados incluem:

- blocagem;
- concatenação;
- segmentação;
- multiplexação de conexões providenciadas pelos níveis mais baixos;
- controle de fluxo em uma sessão orientada fim a fim;
- manutenção de uma unidade de dados retida do nível de sessão;
- manutenção de conexão entre duas funções de transporte atuando entre duas entidades em conversação;
- detecção de erros: para perda, danos, duplicação, ou desordenação nas unidades de dados;
- recuperação de erros de endereços detectados por este nível ou assinalados pelos níveis mais baixos; e
- transporte de dados que empregam mecanismos normais de controle de fluxo.

3. Fase de terminação

Esses serviços permitem encerrar uma sessão terminando a conexão, sendo notificadas ambas as partes. Esses serviços incluem:

- notificação da razão do encerramento;
- identificação da conexão terminada; e
- informações adicionais como requerido.

NÍVEL 3 – REDE

A função básica deste nível é providenciar a transferência transparente de todos os dados submetidos pelo nível de transporte. A estrutura e conteúdo detalhados dos dados submetidos serão determinados exclusivamente pelos níveis acima do nível de rede. O propósito é permitir que os níveis mais altos tenham independência para rotear e comutar considerações associadas com o estabelecimento e operação de uma conexão.

O estabelecimento, manutenção e terminação de conexões das entidades comunicando-se são inclusos nos serviços executados por este nível. Essas funções e serviços são:

- endereçamento da rede e identificação do ponto final;
- multiplexação de rede de conexões acima das conexões do nível de enlace providenciadas pelo próximo nível mais alto;

- segmentação e/ou blocagem para facilitar a transferência de dados;
- serviços de seleção quando diferentes serviços estão disponíveis;
- seleção da qualidade de serviços baseados em parâmetros como: erros residuais, disponibilidade, confiabilidade, fluxo de tráfego, tempo gasto no estabelecimento de conexão e no trânsito;
- detecção e recuperação de erros para atingir a qualidade de serviços desejada;
- notificação de erros para os níveis acima quando a qualidade dos serviços não pode ser mantida;
- entrega sequenciada de dados, se disponível, para uma implementação em particular;
- controle de fluxo, isto é, suportes de indicadores de controle do fluxo providenciados pela camada de transporte;
- transferência de dados como um serviço opcional;
- rearranjo de conexão quando ocorre perda de rota de retorno de dados e notificação para o usuário;
- serviços de terminação quando solicitados por parte do usuário.

NÍVEL 2 – ENLACE

O nível de enlace providencia maneiras funcionais e procedimentos para estabelecimento, manutenção e liberação de enlaces de dados entre as entidades da rede. Os objetivos são providenciar a transmissão de dados para a camada de rede e detectar, e possivelmente corrigir, erros que possam ocorrer no nível físico.

As características funcionais deste nível são:

- conexão dos enlaces, ativação e desativação. Estas funções incluem o uso de facilidades multiponto físico para suportar conexões entre funções do nível de rede;
- mapeamento de unidades de dados para o nível de rede dentro das unidades do protocolo de enlace para transmissão;
- multiplexação de um enlace de comunicação para várias conexões físicas;
- delimitação de unidades de transmissão para protocolos de comunicação;
- detecção, notificação e recuperação de erros;
- identificação e troca de parâmetros entre duas partes no enlace.

Dois exemplos de implementação para o nível de enlace são descritos a seguir:

1. **High-Level Data Link Control (HDLC)**. Este é um protocolo de comunicação desenvolvido pela ISO e recebido de maneira favorável na comunidade internacional de comunicação de dados.
2. **Link Access Protocol B (LAP-B)**. Este é um subconjunto do protocolo HDLC e é identificado como uma opção para o nível 2 da recomendação X.25 do CCITT.

NÍVEL 1 – FÍSICO

O nível físico provê características físicas e elétricas, funcionais, e procedimentos para ativar, manter e desativar conexões físicas para transmissão de *bits* de forma transparente entre duas partes.

As novas redes de dados são focadas pela recomendação X.21 do CCITT.

Os equipamentos existentes associados com os requerimentos do mercado causaram a evolução do X.21 (bis) para dois modos:

- V.24/RS-232, e
- V.35

6.3 O MODELO IEEE-802

INTRODUÇÃO

O modelo IEEE-802 é uma família de padronizações para redes locais. Os protocolos são correspondentes aos níveis físicos e enlace do modelo de referência OSI. Particularmente, o nível de enlace é subdividido em dois subníveis: o controle lógico de enlace e o controle múltiplo de acesso.

O protocolo de comunicação entre duas estações é especificado pelo subnível de controle lógico de enlace, e dois tipos de operação são definidos: serviços sem conexão e um serviço de conexão orientada, similar ao HDLC. A interface entre este subnível e o nível de rede e entre este subnível e o controle múltiplo de acesso serão definidos mais a frente. Alguns tipos de padrões são especificados para o controle múltiplo de acesso para diferentes meios de comunicação e topologias: CSMA/CD para barra e *token passing* para barra e anel.

Como já mencionado, o modelo IEEE-802 é uma família de padronizações para *Local Area Networks* (LAN). A relação entre os membros da família é ilustrada na Figura 6.3.

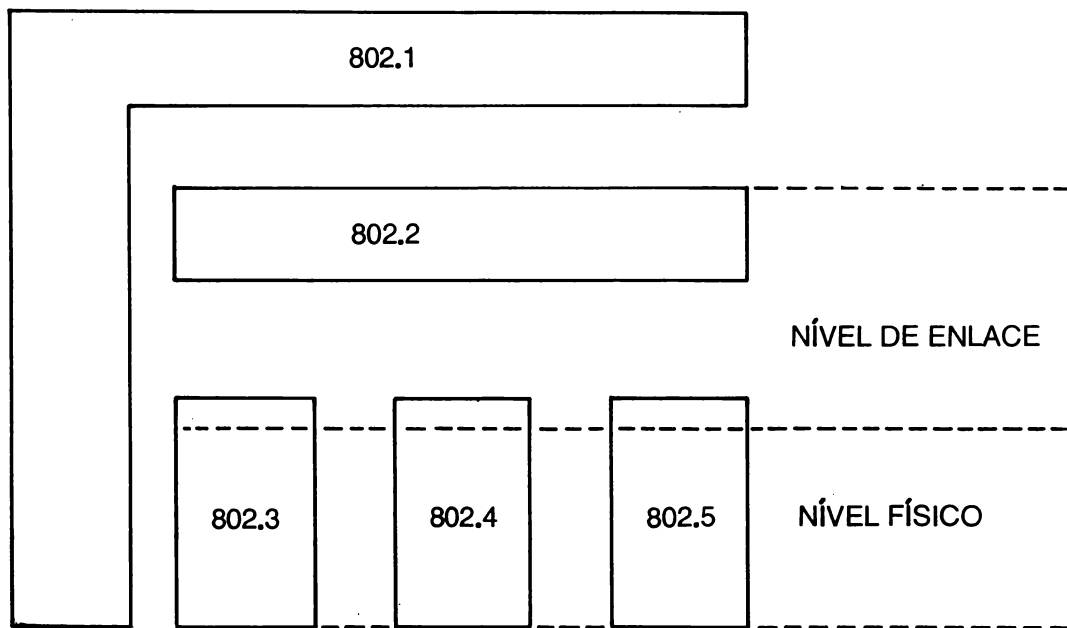


Figura 6.3. Família de padrões IEEE-802.

Esta família de padronizações é muito parecida com os níveis físicos e enlace do modelo de referência OSI. São disponíveis três tipos de tecnologia de acesso do meio físico, estas são descritas nos padrões:

ANSI/IEEE 802.3 – CSMA/CD

ANSI/IEEE 802.4 – Token Passing (BUS)

ANSI/IEEE 802.5 – Token Passing (RING)

O padrão ANSI/IEEE 802.2 – *Standard Logical Link Control* é usado em conjunto com os protocolos de acesso (IEEE-802.3, 802.4, 802.5) referenciados acima. Também foi elaborado um documento comparativo entre os padrões do IEEE e da ISO – *Open System Interconnection*; este documento é o IEEE 802.1, que se encontra em fase de conclusão.

IEEE – 802.2

LOGICAL LINK CONTROL

Este é um dos padrões do conjunto de normas elaboradas para facilitar a interconexão de computadores e terminais em redes locais.

Descreve as funções, dispositivos e protocolos do subnível *Logical Link Control* (LLC) dentro da rede local. O subnível LLC corresponde ao topo do nível de enlace do modelo OSI e é comum para vários métodos de acesso definidos e suportados pelo IEEE. Veja Figura 6.4.

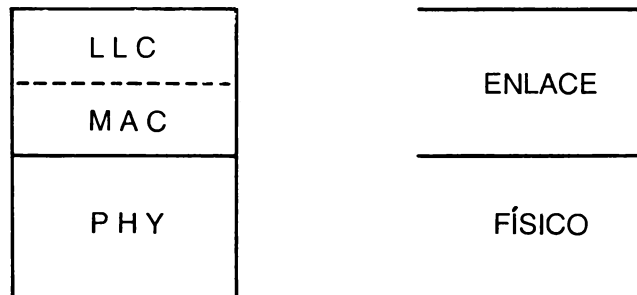


Figura 6.4. *Variação entre o IEEE e o OSI.*

Padrões separados descrevem cada método de acesso individualmente (IEEE-802.3, IEEE-802.4 e IEEE-802.5), indicam dispositivos e funções e são providenciados pelo subnível *Medium Access Control* (MAC).

IEEE-802.3

CSMA/CD

CARRIER SENSE MULTIPLE ACCESS WITH COLLISION DETECTION

O método de acesso CSMA/CD é a maneira como duas ou mais estações compartilham um meio de transmissão comum. Para transmitir, a estação aguarda por um período de silêncio (nenhuma estação transmitindo) no meio e envia a sua mensagem na forma binária serial. Se, após iniciar a transmissão, a mensagem colidir com uma mensagem de qualquer outra estação, cada estação transmitindo enviará intencionalmente alguns *bytes* adicionais para assegurar a propagação da colisão através do sistema. A estação aguarda pelo silêncio do meio de transmissão antes de fazer nova tentativa.

IEEE-802.4

TOKEN PASSING BUS ACCESS METHOD

O método de acesso *token passing* para topologias em barra negocia com todos os elementos da rede os recursos físicos associados com o meio de transmissão.

A função de acesso coordena o uso do meio de comunicação entre as estações conectadas na rede. A Figura 6.5 ilustra a relação entre os protocolos especificados pela família IEEE-802.

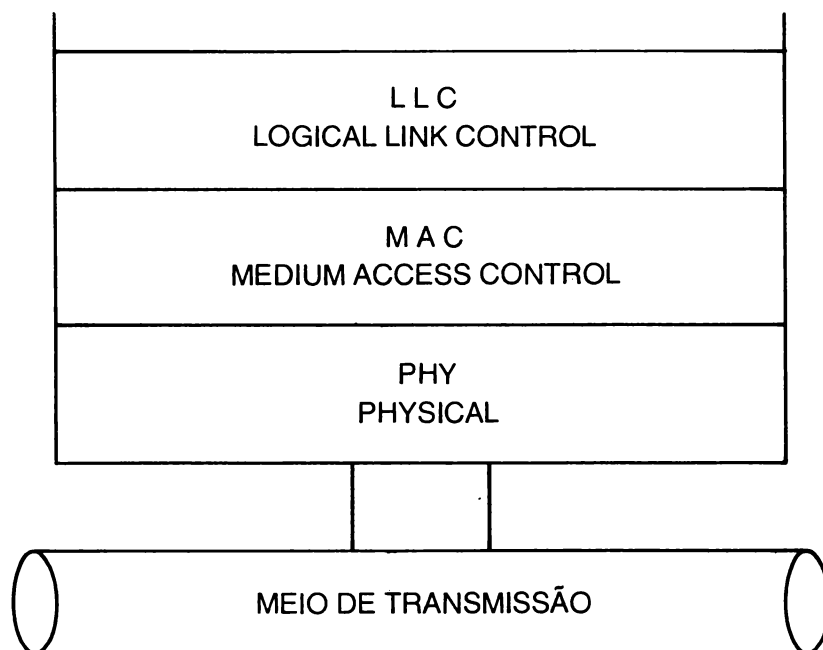


Figura 6.5. *Relação entre os níveis da família IEEE-802.*

O *token* controla, portanto, o acesso do meio físico, entregando o meio momentaneamente para uma estação. O *token* é passado de estação em estação conectadas na barra, formando um anel lógico (Figura 6.6). Uma operação bem sucedida é aquela constituída da fase de transferência de dados e da fase *token* de transferência.

As funções de manutenção incluem: inicialização, recuperação do *token*, adição de novas estações no anel lógico e funções gerais de *performance* do anel lógico.

Geralmente, o meio é categorizado em dois tipos: *broadcast* e seqüencial. Este método de acesso negocia exclusivamente com o tipo *broadcast*. Para o meio *broadcast*, qualquer estação recebe todos os sinais transmitidos.

A Figura 6.6 ilustra o método de acesso *token* (a linha hachurada mostra o anel lógico formado entre as estações). Durante o Estado de Operação normal, o acesso ao meio passa de estação em estação.

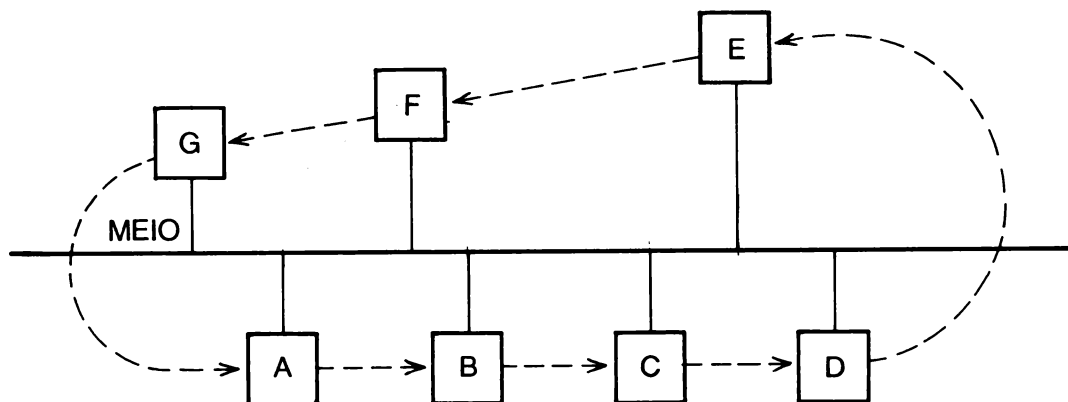


Figura 6.6. Anel lógico entre estações conectadas com topologia em barra.

O subnível *Medium Access Control* (MAC) providencia acesso seqüencial para o meio (barra), passando o controle de estação em estação em forma lógica circular. O subnível MAC determina quando a estação terá o acesso ao meio físico, reconhecendo e aceitando o *token* de uma estação antecessora, assim como a passagem do *token* para a estação sucessora.

IEEE-802.5

TOKEN – RING ACCESS METHOD

Este padrão especifica os formatos e protocolos usados pelo subnível *Medium Access Control* (MAC) e pelo nível físico (PHY) para métodos de acesso *Token Ring*.

O *token ring* consiste de um conjunto de estações serialmente conectadas em um meio de transmissão. A informação é transmitida seqüencialmente, fluindo de uma estação ativa para a próxima. Veja a Figura 6.7.

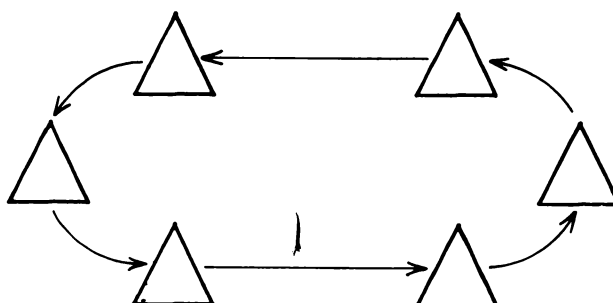


Figura 6.7. Método de acesso *token ring*.

Cada estação geralmente regenera e repete cada *bit* de informação antes de passar para a próxima estação conectada no anel. A estação endereçada (destinatária) copia a informação e passa para a próxima, até que seja atingida a estação que transmitiu a informação que removerá a informação do anel.

Protocolos

Para que se processem as trocas de dados de forma segura e ordenada dentro da rede, os dados devem ter uma seqüência lógica quando transmitidos, a sua integridade deve ser protegida contra eventuais erros e devem ser incorporados mecanismos de recuperação destes. Isto define o ambiente e as funções dos protocolos de comunicação de dados.

A capacidade de cada protocolo depende do equipamento empregado, do meio de comunicação e da qualidade dos serviços e refletem a flexibilidade e a disponibilidade da rede, que está associada ao nível dos serviços.

O protocolo está relacionado com a disciplina de controle das linhas que podem ser assíncronas (*Start/Stop*) ou síncronas (BSC, SDLC, HDLC etc.). Outra característica dos protocolos é a forma como estão orientados, a *bit* ou caractere. O protocolo orientado a caractere é aquele em que as regras e funções são estabelecidas a partir de caracteres, especificamente ordenados para tal. Já os protocolos orientados a bit, não possuem caracteres especiais para qualquer tipo de dado ou função de controle, ou seja o tratamento das mensagens é feito a nível de *bits*.

Em geral os protocolos orientados a *bit* são bem mais complexos que os seus antecessores, os protocolos orientados a caractere. Vários são os protocolos orientados a *bit*, dentre eles o ADCCP da ANSI (*American National Standard Institute*), o HDLC da ISO (*International Standards Organization*), o SDLC da IBM, o BDLC da Burroughs, o UDLC da Sperry-Univac etc.

7.1 PROTOCOLOS ORIENTADOS A CARACTERE

Como já foi dito, o protocolo orientado a caractere é aquele em que as regras e funções são estabelecidas a partir de um conjunto de caracteres especialmente definidos para executar tais funções. Dentre os protocolos

orientados a caractere posso destacar o *Start/Stop* e o BSC que, embora sejam antigos, ainda estão em pleno uso nas redes de dados de todo mundo.

7.1.1 Protocolo Start/Stop

O protocolo *Start/Stop* ou protocolo assíncrono é aquele em que a sincronia entre a estação transmissora e receptora deve ser estabelecida para transmissão de cada caractere. Para se obter a sincronia para cada caractere, este deve ser precedido de um sinal de início de caractere (sinal de *Start*) e um sinal de fim de caractere (sinal de *Stop*). Trabalha, portanto, no modo Half Duplex, em linhas ponto a ponto ou multiponto. A estrutura dos códigos pode ser de sete ou seis *bits*, caracterizando os códigos EBDC ou BCD, respectivamente. Emprega as técnicas de verificação de erros VRC. (*Vertical Redundancy Check*) e LRC (*Longitudinal Redundancy Check*).

O estabelecimento de sessão lógica é feito pelo BID (Convite) se estiver sendo usada uma linha ponto a ponto, ou a técnica de *Polling* e *Select* para linhas multiponto.

Muitos são os caracteres de controle de linha para o protocolo *Start/Stop*, que variam em função do tipo de terminal e dos acessórios neste instalados. Na Tabela 7.1 podem ser vistos alguns caracteres usados pelo terminal IBM 2740, que é um tipo de terminal teclado/impressora.

Tabela 7.1. Caracteres de controle S/S para IBM-2740.

Mnemônico caractere	EBCDIC	
EOA	34 – 84	End of Addressing
EOB	SE – DE	End of Block
SEL	76 – F6	Select
ACK0	37 – 87	Positive Acknowledgement
NAK	01 – 81	Negative Acknowledgement
SP	40 – 60	Space
DEL	7F – FF	Delimiter
NL	6D – ED	New Line
LF	6E – EE	Line Feed
UC	1C – 9C	Upper Case
LC	1F – 9F	Lower Case

Na Tabela 7.1 aparecem duas configurações binárias para cada caractere, pois o terminal IBM 2740 usa o código de sete *bits* e o *bit* mais à esquerda tanto pode ser 0 como 1.

7.1.2 Protocolo BSC

O Protocolo BSC possui duas versões: a versão ponto a ponto e a versão multiponto. A versão ponto a ponto, também conhecida como BSC1, foi desenvolvida principalmente para a ligação de terminais RJE da linha IBM 2780, em processamento IBM. Para este tipo de ligação é empregada a técnica de contenção.

O BSC2 foi desenvolvido para as Unidades IBM-3275, operando em linhas comutadas ponto a ponto. O BSC3 para as controladoras IBM-3271, operando em linhas comutadas ou não, ponto a ponto ou multiponto. Esta versão emprega a técnica de POLLING e SELECTION.

O modo de operação utilizado é o *Half Duplex* em linhas multiponto ou ponto a ponto. De acordo com o tipo de instalação e aplicação podem ser utilizados os códigos EBCDIC ou ASCII. Para assegurar a compatibilidade com o sistema, o mesmo código deve ser usado para todos os componentes pertencentes à mesma linha de comunicação.

O protocolo BSC suporta três tipos de códigos de transmissão; esses códigos consistem em caracteres gráficos, caracteres funcionais e caracteres de controle da linha.

Cada código possui estrutura diferente e por isso provê capacidades diferentes para a totalidade dos caracteres gráficos e atribuições funcionais, que refletem a flexibilidade de cada um dos códigos, que são os seguintes:

- EBCDIC (*Extended Binary Coded Decimal Interchange Code*).
- USASCII (*United States of America Standard Code for Information Interchange*).
- Six Bit Transcode.

Qualquer destes códigos pode ser usado como modo de texto transparente, o que vem a aumentar sensivelmente a flexibilidade do sistema de telecomunicações, pois toda a configuração possível de *bits* é tratada como sendo exclusivamente dados, inclusive o *bit* de paridade que também fica como *bit* de dado quando se estiver transmitindo dados em modo de texto transparente para código ASCII.

Caracteres de Controle BSC

Dois tipos de caracteres são transmitidos entre a controladora de comunicações e as estações remotas:

- Caracteres de Controle BSC.
- Caracteres de dados para os terminais.

Os caracteres de controle BSC servem para identificar o início ou o final da transmissão, dar indicação ou não de validade dos dados recebidos etc.

Todos os caracteres de controle BSC transmitidos pela controladora de comunicações (exceto PAD e SYN) são emitidos pelo programa de canal como parte da sequência WRITE.

Na Tabela 7.2 estão relacionados os caracteres de controle BSC.

Tabela 7.2. Caracteres de controle BSC.

Mnemônico	Código EBCDIC	Código ASCII	
ACK0	1070	1030	Affirmative Acknowledgement
ACK1	1061	1031	Affirmative Acknowledgement.
DLE	10	10	Data Link Escape
ENQ	2D	05	Enquiry
EOT	37	04	End of Transmission
ESC	27	1B	Escape
ETB	26	17	End of Transmission Block
ETX	03	03	End of Text
ITB	1F	1F	End of Intermediate Transmission Block
NAK	3D	15	Negative Acknowledgement
PAD	FF	FF	Pad Character
RVI	107C	103C	Reverse Interrupt
SOH	01	01	Start of Header
STX	02	02	Start of Text
SYN	32	16	Synchronous Idle
TTD	022D	0205	Temporary Text Delay
WACK	106B	103B	Wait Before Transmit

7.2 PROTOCOLOS ORIENTADOS A BIT

Os protocolos orientados a *bit* não possuem nenhum caractere especial incorporado em sua arquitetura, para qualquer tipo de dado ou função de controle. Por exemplo, para executar as funções de sincronização do *frame*, o protocolo emprega uma seqüência de *bits* especialmente atribuída para tal (01111110), que é chamada de *flag*. Embora os protocolos mais simples também trabalhem mais ou menos dentro das funções de sincronização, muitas dessas facilidades só estão disponíveis nos protocolos orientados a *bit*; é o caso, por exemplo, dos acessos a redes locais, que podem ser verificados somente nos protocolos mais sofisticados, uma vez que para as funções de acesso múltiplo dos protocolos mais simples, como é o caso do BSC, é empregada a técnica de *Polling*.

Dentre os protocolos orientados a *bit* posso destacar o HDLC (*High Level Data Link Control*) e o SDLC (*Synchronous Data Link Control*), embora existam muitos outros em uso nas redes de dados de todo mundo.

7.2.1 O Protocolo HDLC

O Protocolo HDLC (*High Level Data Link Control*) foi especificado pela ISO (*International Standardization Organization*) em 1979, e é utilizado na recomendação X.25 do CCITT (*Comité Consultatif International Telegraphique et Telephonique*).

Para permitir o acesso de terminais assíncronos nas redes de pacotes, estas possuem interfaces denominadas PAD (*Packet Assembler/Disassembler*) que têm como função o empacotamento e o desempacotamento dos dados originados por terminais *Start/Stop* para serem transmitidos ou recebidos através de uma rede de pacotes.

As especificações para acesso à rede via interfaces PAD constam das recomendações X.3, X.28 e X.29 do CCITT.

O HDLC está orientado para transmissão de dados síncronos, *half* ou *full duplex*, em linhas comutadas ou não comutadas.

Estrutura do Frame

Cada *frame* transmitido no protocolo HDLC deve obedecer sempre ao mesmo formato (Figura 7.1), iniciando com o campo *Flag*, seguidos dos campos endereço, controle, informação e controle de erros respectivamente.

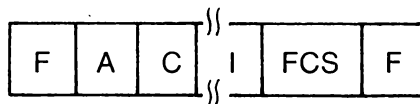


Figura 7.1. Formato do frame HDLC.

Flag (F)

O campo *Flag* (F) tem como função delimitar o início ou o fim de um *frame*, possui a configuração binária (01111110). O *Flag* final de um *frame* pode servir como o *Flag* inicial do próprio *frame*, isto é, alternadamente o 0 de um *Flag* pode servir como o início do próximo *Flag*, formando o modelo 011111101111110. O *Flag* também serve para disparar o algoritmo de verificação de erros (FCS). Pode ser transmitido várias vezes entre os *frames* para manter as estações em estado ativo.

Endereço (A)

O campo *Endereço* (A) vem após o *Flag*; no X.25 este campo é aplicável da seguinte forma:

- *Frames* com comandos do DCE (*Data Circuit-terminating Equipment*) para o DTE (*Data Terminal Equipment*) contendo o endereço A.
- *Frames* com respostas do DTE para o DCE contendo o endereço A.
- *Frames* com comandos do DTE para o DCE contendo o endereço B.
- *Frames* com respostas do DCE para o DTE contendo o endereço B.

ENDEREÇO	0	1	2	3	4	5	6	7
A	1	1	0	0	0	0	0	0
B	1	0	0	0	0	0	0	0

Controle (C)

O campo de controle que também tem tamanho de oito *bits* descreve o tipo de bloco (comando ou resposta) e o número de sequência, se aplicável. Três tipos de formato para o campo de controle são usados no X.25, para representar *frames* de informação (I), funções de supervisão (S) e funções de gerenciamento (U).

Informação (I)

O campo de informação é um campo variável que contém os dados a serem transmitidos e seu tamanho máximo deve ser especificado no sistema em que é usado. Qualquer código pode ser usado neste campo, pois quem fará o envio do pacote será o nível 2 das estações. Dessa forma, para o nível 2 este pacote terá um conjunto de *bits* que não o interessa, já que o X.25 está organizado em níveis e quem tratará tais informações serão os níveis seguintes.

Controle de erros (FCS)

Este campo é composto de 16 *bits* e sua principal função é detectar a presença de algum erro na transmissão de algum *frame*. Para tal é empregada a técnica CRC (*Cyclic Redundancy Check*). Veja maiores detalhes desta técnica na seção que descreve os métodos de verificação de erros.

7.3 TÉCNICAS DE VERIFICAÇÃO DE ERROS

Quando se envia um bloco para uma estação remota, esta deve efetuar a checagem do bloco recebido para verificar se existe algum erro. Dentre os vários métodos de verificação de erros existentes, falarei dos mais usados, que são o VRC (*Vertical Redundancy Checking*), o LRC (*Longitudinal Redundancy Checking*) e o CRC (*Cyclic Redundancy Checking*).

Após receber um bloco de dados, a estação receptora deverá enviar um caractere de controle ou uma sequência de resposta para a estação transmissora, indicando que esta poderá enviar um novo bloco de dados ou retransmitir o anterior, pois detectaram-se erros na transmissão deste.

O método VRC (*Vertical Redundancy Checking*) usa a técnica de paridade, que pode ser paridade ímpar, ou seja, a soma dos *bits* ligados (1) de um caractere deve ser igual a um valor par ou ímpar. Além dos oito *bits* de caractere que são gerados, a estação transmissora adiciona um *bit*, portanto, um nono *bit*, o de paridade, para cada caractere e a soma desses nove *bits* deverá manter-se sempre par ou ímpar, dependendo da técnica de paridade empregada.

No método LRC (*Longitudinal Redundancy Checking*) é utilizada a técnica de checagem de todos os *bits* do bloco de mensagem, ou seja, tanto a estação transmissora como a receptora geram contadores de *bits* ligados (1) para cada bloco de mensagem. Portanto, o LRC é o *byte* resultante da verificação dos *bits* de paridade do bloco de mensagem na posição horizon-

tal. O caractere LRC é acumulado nas estações emissoras e receptoras na transmissão de cada bloco; esta acumulação é denominada *Block Check Character* (BCC) e é transmitida imediatamente após o último caractere de controle da linha. O BCC transmitido é comparado ao BCC acumulado na estação receptora para verificar se coincidem, o que pode apontar uma recepção livre de erros ou não.

O método CRC (*Cyclic Redundancy Check*), embora empregue uma técnica mais complexa, é bem mais eficiente que os anteriores. São empregados dois modos na verificação: o CRC-12 e o CRC-16, empregados para códigos de seis e oito *bits*, respectivamente.

A técnica de verificação cíclica é executada por ambas as estações transmissora e receptora e consiste da divisão de todos os *bits* serializados de um bloco por um valor binário constante. O quociente é desprezado e o resto desta operação será o caractere de verificação que será transmitido como BCC. Portanto, o método de verificação cíclica para dois *bytes* é computado tomando-se por base o seguinte polinômio gerador:

$$G(X) = X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$$

A estação receptora recalcula o caractere usando a mesma técnica e verifica se os CRCs são iguais, o que origina a resposta de aceitação ou não do bloco de mensagem.

7.4 REDES DE DADOS COMUTADAS POR PACOTES

O objetivo das redes comutadas por pacotes inclui o uso otimizado dos meios físicos de transmissão, providenciado por um padrão internacional de interface entre as máquinas. A tecnologia envolve transporte de dados do usuário em pequenos segmentos, denominados *pacotes*. As facilidades de rede são compartilhadas por todos os usuários da rede.

O compartilhamento dos recursos de rede propicia sensível economia de tarifas sem perda de *performance* em comparação com os enlaces comuns oferecidos pelas concessionárias de serviços de telecomunicações.

Como os recursos de rede são compartilhados por vários usuários, regras e protocolos devem ser obedecidos para permitir que os dados sejam roteados para o destino correto. No caso de erros, na transmissão, mecanismos devem estar disponíveis para que o equipamento possa detectar e recuperar esses erros.

Como já foi mencionado, os dados dos usuários são segmentados dentro de pacotes, que incluem, além dos dados de usuário, um cabeçalho. O cabeçalho especifica funções de controle e o endereço de destino.

Pacotes de dados de vários usuários podem ser dinamicamente roteados sobre redes comutadas, partilhando facilidades de transporte para seus respectivos destinos. Quando um dado alcança seu destino, o pacote é organizado na seqüência apropriada e os dados dos pacotes são combinados dentro da mensagem até a recepção final.

A rede de dados por comutação de circuito providencia um circuito dedicado ponto a ponto entre dois dispositivos que estão conectados na rede. Em outras palavras, a comunicação entre estes dispositivos tem uso exclusivo do circuito físico de comunicação para cada mensagem.

Na rede de dados por comutação de pacotes nenhum usuário tem uso exclusivo do circuito físico. Dados são enviados através da rede em pacotes de tamanho máximo limitado, o que não implica que os pacotes sempre terão o tamanho máximo. Pacotes de vários usuários são transmitidos ao mesmo tempo, compartilhando, assim, o circuito físico. Se um circuito em particular se encontra muito congestionado ou inoperante, o dado é simplesmente re-roteado para outro circuito.

7.5 MODELOS PARA INTERCONEXÃO DE REDES

Em muitos casos uma rede local necessita estar conectada a outras redes. Determinadas organizações podem ter mais de um tipo de rede local para satisfazer um espectro de necessidades. Uma organização pode possuir redes locais em várias cidades e ter necessidade de interconectá-las. São numerosas as dificuldades técnicas, associadas a dificuldades administrativas e políticas, para a interconexão de redes autônomas. Quando se interligam redes idênticas, ou seja, com o mesmo protocolo de comunicação, estas são facilmente executáveis. Estações especialistas responsáveis pela interligação são denominadas *bridges*.

Para interligação de redes com características diferentes, a tarefa é muito mais complexa, exigindo, portanto, um protocolo especializado para ligação inter-redes. A principal função deste protocolo é tornar transparentes as várias redes por onde as mensagens devem fluir até atingirem o seu destino. Para tal, cada rede é encarada como um meio de comunicação até atingir as estações de destino; portanto, são necessárias estações intermediárias especialistas denominadas *gateways*.

O Bridge

Redes que envolvam tecnologias homogêneas constituem tarefa simples de interligá-las, ou seja, redes que possuam a mesma interface para ligar dispositivos e empreguem o mesmo protocolo de comunicação.

O bridge deve, portanto, realizar pelo menos três tarefas: (1) o filtro das mensagens, ou seja, receber apenas as mensagens endereçadas às redes ligadas direta ou indiretamente através dela, uma vez que mais de uma estação *bridge* pode estar conectada; (2) o armazenamento de mensagens, pois pode ser necessário, devido ao tráfego excessivo entre os *bridges*; (3) e por último a transmissão das mensagens, como uma estação repetidora comum.

Alguns aspectos devem ser observados quando se pensa em interconectar redes através de *bridges*. São eles: capacidade das redes *performance*, segurança e outras facilidades e conveniências.

O Gateway

Quando se pensa em interligar redes com características heterogêneas, a tarefa é bem mais complexa. A necessidade de um protocolo que possa tratar desta interconexão é quase sempre imprescindível. Distingue-se o *gateway* por possuir características que envolvam aspectos necessários à interligação de redes independentes.

A principal razão para a complexidade dos *gateways* é que estes devem acomodar diferenças entre redes, tanto locais como de longa distância. Essas diferenças incluem os seguintes pontos:

- diferentes esquemas de endereçamento;
- tamanhos máximos de pacotes;
- interfaces de redes;
- *time outs*;
- recuperação de erros;
- reporte de *status*;
- técnicas de roteamento;
- controle de acesso.

Muitas organizações têm trabalhado com o intuito de desenvolver protocolos para interligação de redes. O CCITT desenvolveu o X.75, a Arpa desenvolveu o IP, a Xerox desenvolveu o PUP etc.

A seguir mostrarei resumidamente as características destes protocolos e posteriormente será mostrado um exemplo de interconexão de duas redes autônomas: Datapac e Telenet.

7.5.1 A recomendação X.25

O X.25 foi definido pelo CCITT como um interface padrão entre DTEs e DCEs para redes de dados comutadas por pacotes. A recomendação X.25 é documentada no CCITT Yellow Book volume VIII – Fascicle VIII-2 recomendações X.1 – X.29 (Geneva, 1980) e CCITT Red Book volume VIII – Fascicle VIII-3 recomendações X.20 – X.32 (Magala – Torre Molinos, 1984).

A arquitetura do modelo X.25 estrutura três níveis: nível físico, nível de enlace e nível de pacotes, e são compatíveis com os três primeiros níveis do modelo de referência OSI (*Open Systems Interconnection*).

Níveis do X.25

Como já foi dito, a interface CCITT recomendação X.25 define três níveis para a interface DTE/DCE para o uso das funções da rede de pacotes. São estes: Nível Físico, Nível de Enlace e Nível de Pacote.

Nível Físico

Define o controle e o circuito físico entre o usuário DTE e o DCE. As funções de controle incluem ativação, manutenção e desativação de um circuito físico entre o dispositivo de comunicação (DTE) e o ponto de entrada na rede (DCE).

Nível de Enlace

Usa o *Link Access Procedure* para assegurar a integridade dos dados e o controle das informações que são trocadas entre o DTE e o DCE através do nível físico. Estas funções incluem a formatação dos dados e o primeiro nível dos procedimentos de recuperação.

Nível de Pacote

Define a organização dos dados de usuário e o controle das informações, organizando-os dentro de pacotes que fluirão pela rede. Também especifica a maneira como as chamadas entre os DTEs serão estabelecidas, mantidas e desfeitas. O protocolo do nível de pacote inclui circuitos virtuais permanentes e comutados.

Um pacote para o X.25 é, em termos, uma seqüência de dados e elementos de controle arranjados em um formato especial, que não pode exceder um tamanho máximo estabelecido. O tamanho máximo do pacote pode ser negociado em tempo de *call setup*. O tamanho mais comum é 128 *bytes* (octetos), mas outros tamanhos podem ser estabelecidos: 64, 256, 512 e 1024 *bytes*.

Circuitos Virtuais

Em uma rede de pacotes não é atribuído um canal de transmissão físico real fim a fim para o DTE. Entretanto, um canal de transmissão lógico chamado *circuito virtual* é empregado para fornecer um circuito ponto a ponto entre dois DTEs em comunicação.

DTEs acessam circuitos virtuais através de um identificador especificado no cabeçalho dos pacotes. A rede de pacotes organiza os circuitos virtuais entre dois DTEs.

A rede organiza um circuito virtual e mantém a associação entre o endereço de origem e destino. De acordo com a necessidade do usuário, o circuito virtual pode ser organizado para atuar como um circuito comutado ou um circuito permanente.

Circuito Virtual Comutado

O Circuito Virtual Comutado (CVC) é a associação temporária entre dois DTEs, que é iniciada quando um dos DTEs fez uma solicitação ou chamada para transmitir na rede.

Circuito Virtual Permanente

O Circuito Virtual Permanente (CVP) é similar a uma linha privada ponto a ponto, ou seja, representa a associação permanente entre dois DTEs e não requer a chamada para transmitir, uma vez que o circuito já está estabelecido.

7.5.2 Protocolo X.75

Como visto, o modelo de arquitetura para interconexão de redes depende do nível em que a interconexão ocorre, do nível de compatibilidade entre as redes, da localização dos *gateways* e da forma como estão divididos etc.

A Figura 7.2 mostra um exemplo de modelo de arquitetura em que aparece a função de *gateway* implementada em duas partes.

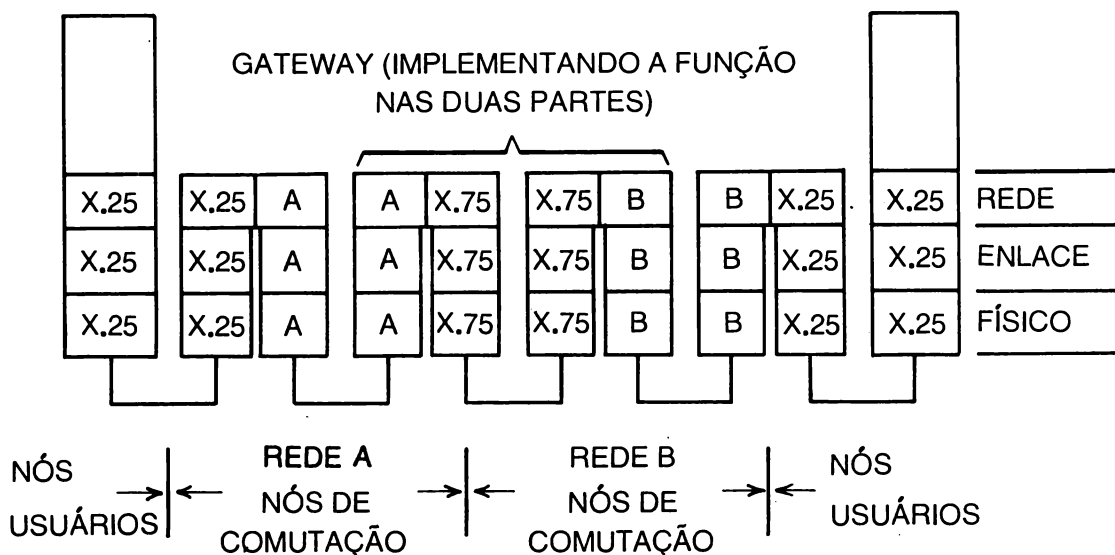


Figura 7.2. Um exemplo de interconexão com interface de acesso à rede comum.

A Figura 7.2 mostrou que a interconexão das redes tem o mesmo interface de acesso por nós usuários operando em modo de pacote. A interface X.25 é recomendada pelo CCITT e implementa protocolos entre nós usuários.

A recomendação X.75 do CCITT especifica protocolos para os níveis físico, enlace e rede entre dois nós de comutação que implementam a facilidade de *gateway*. O protocolo X.75 é compatível com o protocolo X.25 para serviços em circuitos virtuais, mas incorporam funções adicionais, chamadas *utilitários de rede*, e manuseiam informações de sinalizações administrativas de interconexão.

A recomendação X.121 define uma numeração internacional para endereçar redes públicas. Para cada rede de comutação de pacotes é atribuído um código denominado DNIC (*Data Network Identification Code*). O DNIC é constituído de quatro dígitos; os três primeiros identificam o país e o quarto dígito identifica uma rede pública de pacotes dentro do país. Por exemplo: o DNIC, para Telenet, é 3110, para Datapac é 3020. Imediatamente após o DNIC é adicionado o NTN (*Network Terminal Number*), que especifica o endereço de um terminal dentro da rede pública. O NTN possui de um a dez dígitos e é atribuído para cada terminal em particular da rede pública pela

administração da rede. Geralmente, o roteamento de chamadas entre redes públicas é baseado nos DNICs e o roteamento dentro das redes públicas é baseado nos NTNs.

7.5.3 Protocolo IP da Arpa

As principais características deste protocolo são mostradas a seguir, de forma bem resumida:

- serviços de datagrama;
- segmentação e remontagem de pacotes;
- roteamento adaptado nos *gateways*;
- campo de indicação do protocolo de transporte a ser utilizado nos níveis seguintes;
- endereçamento hierárquico (8 *bits* para rede de 24 *bits* para endereço da estação);
- identificação da importância do datagrama e do nível de confiabilidade exigido;
- identificação do código de urgência de entrega de pacotes e da ocorrência de novos pacotes na mesma direção.

7.5.4 Protocolo PUP da Xerox

As principais características deste protocolo são mostradas a seguir, de forma resumida:

- serviços de datagrama;
- campo de dados de até 532 *bytes*;
- roteamento realizado nas estações e nos *gateways*;
- roteamento adaptado nos *gateways*;
- checagem de erros opcional;
- endereçamento hierárquico (8 *bits* para rede e 32 *bits* para endereço das portas);
- campo de numeração do datagrama;
- possibilidade de difusão de datagramas entre redes;
- endereço de rede reservado para referência aos *gateways*, utilizado por módulos em trânsito no momento da reintegração a interconexão;

- identificação de 25 tipos diferentes, possíveis, de pacotes, que são subdivididos em dois grupos: registrados e não registrados.

7.5.5 Exemplo de Interconexão entre duas redes autônomas

Como visto, o CCITT definiu o protocolo X.75 visando facilitar a interconexão de redes de pacotes baseadas na recomendação X.25. Procedimentos X.75 são definidos como a interface entre dois STEs (*Signalling Terminal Equipment*). Semelhante ao X.25, o X.75 especifica procedimentos para três níveis distintos: *Físico*, *Enlace* e *Pacote*.

Rede Datapac

Datapac é uma rede pública de dados operada pela *Computer Communications Group* (CCG) da *TransCanada Telephone System* (TCTS). O serviço básico oferecido é a capacidade de organizar um circuito virtual entre dois nós fornecendo pontos de acesso à rede. A topologia de rede consiste em 16 nós de comutação de circuitos interconectados por uma malha de transmissão digital de 56 Kbps, providenciando serviços em 60 áreas do Canadá. Cada nó consiste em um multiprocessador SL-10 desenvolvido pela *Bell Northern Research* e produzido pela *Northern Telecom Canada*.

Rede Telenet

Comercialmente operacional desde 1975, Telenet é uma rede pública de dados comutada por pacotes operada pela GTE Telenet Communications Corporation. A rede possui 12 nós de comutação de pacotes constituídos de até 153 comutadores e 141 concentradores, que providenciam pontos de acesso a mais de 300 cidades. Cada nó possui um multimicroprocessador TP4000s interligados por troncos digitais com 56 Kbps.

Conexão entre Telenet e Datapac

Os serviços internacionais entre Telenet e Datapac iniciaram-se em 1978, usando *gateways* interinos desenvolvidos pela *Computer Communications Group* da *TransCanada Telephone System*. Esses *gateways* foram implementados em microcomputadores, conectados em ambas as redes via interface X.25.

A configuração da interconexão da Datapac e Telenet através desses *gateways* interinos é mostrada na Figura 7.3.

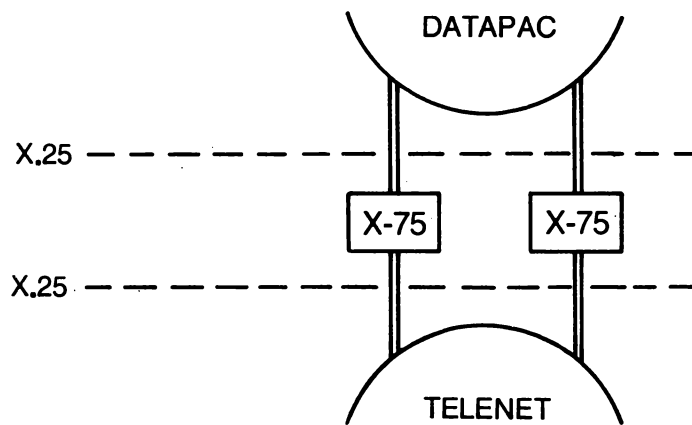


Figura 7.3. *Interconexão das redes Datapac e Telenet.*

Algumas Redes Implementadas

Muitas instituições, no mundo inteiro, têm concentrado esforços no sentido de produzir componentes para redes locais. Desde o seu surgimento até chegar ao estágio atual, as redes locais experimentaram um processo evolutivo considerável. Particularmente, no Brasil, muitos fabricantes têm-se empenhado para acompanhar a evolução que esses produtos sofrem no exterior.

Nesta seção descreverei, resumidamente, algumas das mais importantes redes locais nacionais e estrangeiras.

8.1 ANEL DE CAMBRIDGE

O projeto original da rede Cambridge teve início em meados de 1974, em função da necessidade de interconectar computadores e dispositivos similares do Laboratório de Computação da Universidade de Cambridge com taxas substancialmente elevadas. A princípio, a técnica de transmissão da informação era baseada na inserção de registro e foi abandonada principalmente por problema de confiabilidade, que crescia à medida que eram inseridas novas estações no anel, logo nos primeiros testes. Portanto, a equipe do Cambridge resolveu optar por outra técnica de transporte dos dados, baseado em um pacote que circulava continuamente, ou seja, a técnica *ca slot* vazio (referência 5.2.3).

A Figura 8.1 ilustra o esquema de funcionamento do anel de Cambridge.

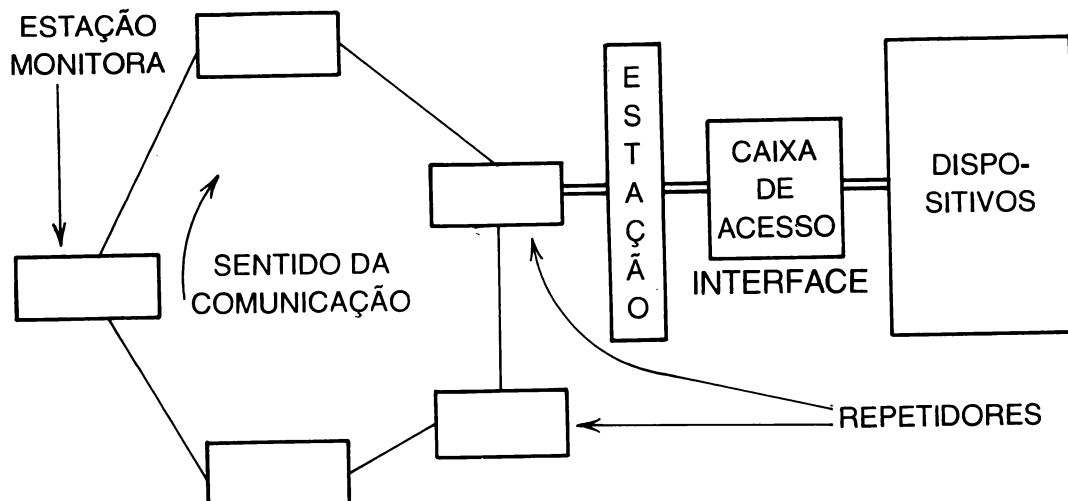


Figura 8.1. Esquema de funcionamento do anel de Cambridge.

Originalmente, o anel de Cambridge era pequeno e somente um *slot* era usado; posteriormente, o anel passou a ter mais de 1 km de comprimento, 36 estações conectadas, com quatro *slots* circulando no anel e taxa de transmissão de 10 Mbps.

O meio de transmissão empregado é o par trançado, que opera no modo e meio duplex.

O conjunto repetidor é ligado diretamente ao meio de transmissão (par trançado) e tem o propósito de regenerar o sinal recebido e transmiti-lo para o próximo nó da rede. Os repetidores geralmente operam rapidamente e, conseqüentemente, impõem um pequeno *delay* no fluxo de dados em torno do anel.

Ligada aos repetidores está a Estação, que contém a lógica necessária para colocar os pacotes dentro do anel, assim como lê-los. Com este tipo de acesso ao meio (*slot*) a estação deve aguardar pela detecção de um *slot* vazio quando desejar enviar algum pacote de dados.

Ligada à estação está a caixa de acesso que providencia a interface lógica entre a estação e os dispositivos do usuário final (ex.: terminais, computadores ou periféricos).

O formato do pacote é mostrado na Figura 8.2. O primeiro *bit* indica o início do *slot*, o *bit* seguinte quando o *slot* possui (=1) ou não (=0) dados e, finalmente, o terceiro *bit* é usado pela estação monitora para controlar o fluxo de pacotes no anel. Os *bits* 2 e 3 são usados em conjunto:

- 11 – atribuídos pelo transmissor, indicam que foi transmitido um *slot* com dados;
- 10 – atribuídos pela estação monitora, indicam que este *slot* já fluiu por ela uma vez. Se este *slot* for recebido novamente, significa que a estação que o transmitiu não o retirou do anel; portanto, indica uma condição de erro. A estação monitora esvazia o *slot* e registra um erro.
- 00 – atribuídos pelo transmissor, quando o *slot* retorna para este, indica um *slot* vazio;
- 01 – atribuídos pela estação monitora em um *slot* vazio. A estação monitora coloca *bits* 0 ou *bits* randômicos no campo de dados e transmite com os *bits* 2 e 3 desligado e ligado, respectivamente. Quando este *slot* retorna à estação monitora, esta verifica se algum erro foi detectado.

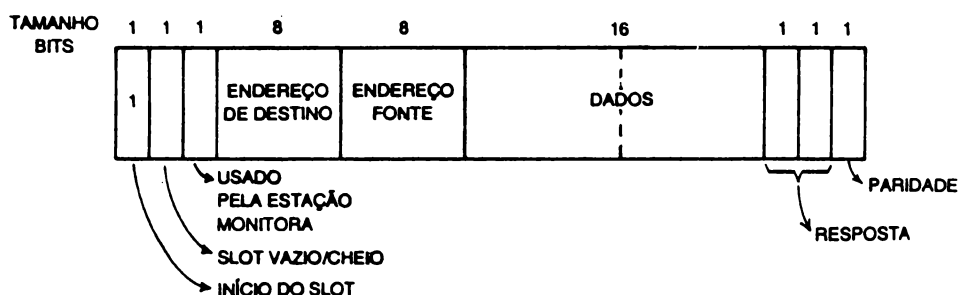


Figura 8.2. Formato do pacote do anel de Cambridge.

Os dois *bytes* subsequentes são empregados para indicar o endereço de destino e fonte, respectivamente. O endereço da estação monitora é 0, e o endereço 255 é usado para pacotes *broadcast* e significa que deve ser tratado por todas as estações do anel. Após o endereço de destino e fonte, são enviados dois *bytes* de dados.

Os dois *bits* subsequentes ao campo de dados são de resposta e podem ser combinados das seguintes maneiras:

- 11 – atribuídos pelo transmissor; se retornar com este valor à estação que o transmitiu, indica que o *slot* foi ignorado;
- 10 – atribuídos pelo receptor, indica que o pacote foi rejeitado;
- 01 – atribuídos pelo receptor, indica que o pacote foi aceito;
- 00 – atribuídos pelo receptor, indica que a estação de destino estava ocupada e não processou o pacote.

O último *bit* é o de paridade, que é atribuído por cada receptor na passagem do *slot*.

Embora a taxa nominal do anel de Cambridge seja de 10 Mbps, em verdade sofre substancial redução à medida que cresce o número de nós ativos no anel. Por exemplo: em um anel típico, operando com taxas de até 10 Mbps com dois *slots* em circulação, a taxa máxima de transmissão é ligeiramente superior a 1 Mbps.

Com a troca dos componentes e dos repetidores, é possível atingir taxas de até 20 Mbps, e recentes experimentos têm conduzido a taxas de até 100 Mbps, usando-se *slots* maiores e outros componentes, especialmente construídos para tal, embora ainda estejam restritos a teste de laboratórios.

8.2 REDE ETHERNET

O sistema original Ethernet foi instalado na base experimental de Palo Alto Research Center da Xerox Corporation, na Califórnia, em meados dos anos 70*. Inicialmente, o propósito era conectar estações de trabalho dos ambientes de escritório, compartilhando recursos mais dispendiosos, como: discos rígidos, impressoras etc.

Ethernet é, portanto, um sistema para comunicação local entre estações de computadores. Seus usuários usam cabos coaxiais como meio de transmissão, para enviar pacotes de dados digitais, de tamanhos variáveis, entre: minicomputadores, impressoras, dispositivo de armazenamento de grandes massas de dados, estações de fita magnética, computadores e equipamentos de comunicação de dados para longas distâncias.

As estações trocam informações através de um cabo de interface ligado a um transceptor que as conecta ao segmento denominado Ether, conforme a Figura 8.3. Ether é um meio lógico, passivo, de propagação de sinais digitais, que pode ser construído usando-se qualquer meio de transmissão, incluindo: cabo coaxial, par trançado e fibras óticas. O pacote de dados flui pelo Ether para todas as estações e será copiado pela estação de destino ao reconhecer seu endereço.

A Ethernet pode ser estendida se forem empregados repetidores de pacotes, que têm como função a regeneração do sinal.

* Posteriormente associaram-se à Xerox, neste projeto, a Digital e a Intel.

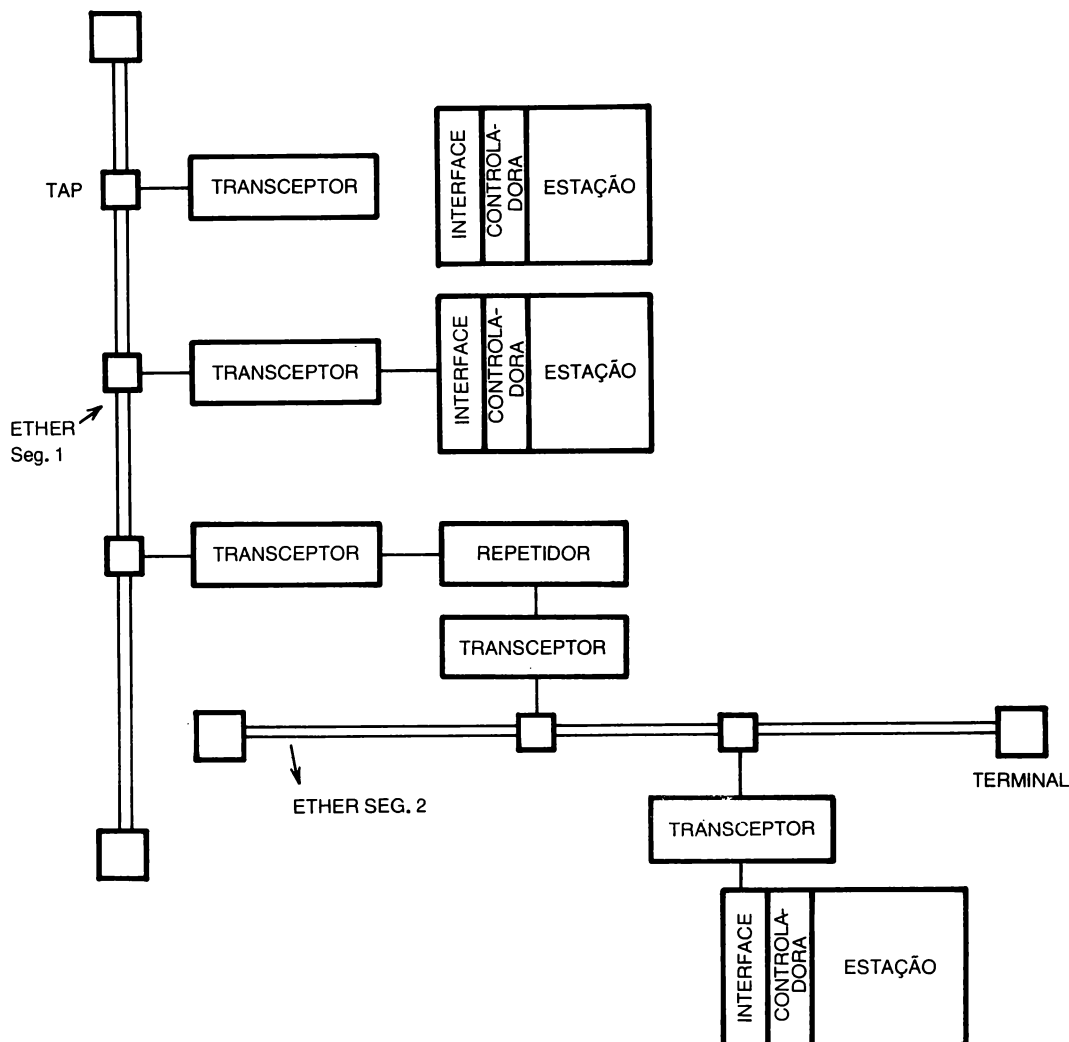


Figura 8.3. Segmentos Ether.

O controle é completamente distribuído entre as estações, com transmissão de pacotes coordenada estatisticamente. A transmissão é iniciada arbitrariamente por qualquer estação; se for detectada a presença de algum pacote de dados no meio, a transmissão é abortada e transferida para a estação que iniciou a transmissão, que após um intervalo de tempo tentará novamente obter o meio livre até completar a transmissão.

O projeto Ethernet iniciou-se a partir da idéia básica da colisão e retransmissão de pacotes desenvolvida pela Rede Aloha.

Cada pacote possui um endereço fonte e destino, ambos inclusos no cabeçalho do pacote, conforme a Figura 8.4. Um pacote, colocado no Ether, eventualmente propaga-se para todas as estações conectadas e será copia-

do em memória local somente pela estação de destino. Quando o dado do pacote deve ser tratado por todas estações, por convenção, o endereço de destino deve ser zero. Este pacote é denominado *broadcast*.

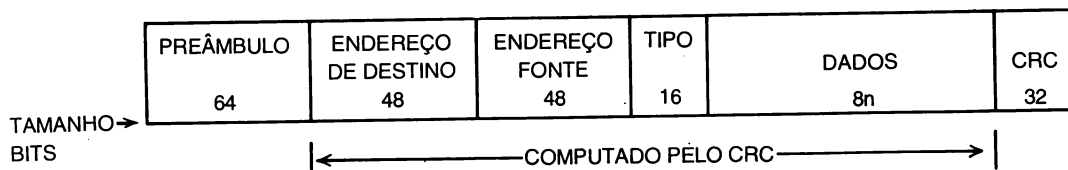


Figura 8.4. *Formato do pacote Ethernet.*

Uma estação conecta-se ao Ether com um *tap* e um transceptor. Um *tap* é um dispositivo para conectar fisicamente o transceptor ao Ether. Podem-se conectar até 100 transceptores em um único segmento de cabo em distâncias de 2,5 metros. Precauções devem ser tomadas para assegurar que uma falha no transceptor ou em alguma estação não possa poluir o Ether.

Por ser totalmente compatível com o modelo IEEE-802 e possuir ótima *performance*, a Ethernet tem servido como base para vários fabricantes de redes do Brasil e do mundo.

8.3 REDE TOKEN RING IBM

É uma rede local com topologia em anel, que emprega protocolo *token passing* em conformidade com a recomendação IEEE-802-5. Qualquer microcomputador compatível com PC IBM pode ser ligado à Rede Token Ring IBM por um cartão adaptador, de acordo com o padrão IEEE-802-2.

A técnica *token passing* para controle de acesso em anel é baseada em um modelo binário pré-definido chamado *token*, com contínuos círculos em anel. Quando uma estação deseja transmitir, aguarda até que um *token* livre seja detectado. A estação transmissora troca o modelo (*token*), insere os endereços da estação fonte e de destino e a informação a ser transmitida, transformando o *token* em um *frame*. Durante o tempo de transmissão do *frame*, não existe *token* no anel. O *frame* é recebido e retransmitido para todas as estações do anel. Somente a estação em que o *frame* é pretendido deve copiar os dados em sua memória interna e, em seguida, retransmiti-lo. Por último, o *frame* deve ser recebido pela estação que o enviou e esta remove o *frame* do anel e transmite um novo *token* livre.

O Anel

Como visto, a Rede Token Ring IBM consiste em estações em anel e em um meio de transmissão em que as estações são conectadas.

As estações em anel transferem dados na forma de *tokens* e *frames* em que os dados trafegam seqüencialmente de estação em estação ao longo do caminho, conforme indicado na seta na Figura 8.5.

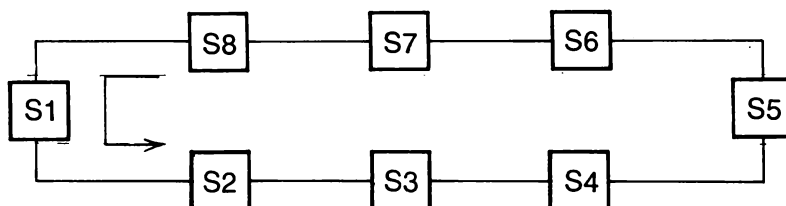


Figura 8.5. Esquema de funcionamento da rede Token Ring – IBM.

Os *tokens* e *frames* são identificados por formatos definidos, começando com um delimitador de início e terminando com um delimitador de fim. O caminho do fluxo tem uma direção definida que é determinada pela localização física das estações no anel.

O protocolo *token ring* providencia detecção de erros e mecanismos de recuperação, como: reconhecimento, controle de fluxo, retransmissão e *time outs*.

Cada estação pode servir um ou mais dispositivos ligados (como terminais e impressoras), permitindo comunicar-se com outros dispositivos ligados no anel.

Um *delay* mínimo de 24 *bits* é requerido no anel, para permitir que o *token* possa circular no anel satisfatoriamente. O *delay* total no anel consiste na soma de *delays* das estações mais o *delay* de propagação introduzido pelo meio de transmissão.

A arquitetura suporta, também, conexões de múltiplos anéis com *bridges*, como mostrado na Figura 8.6.

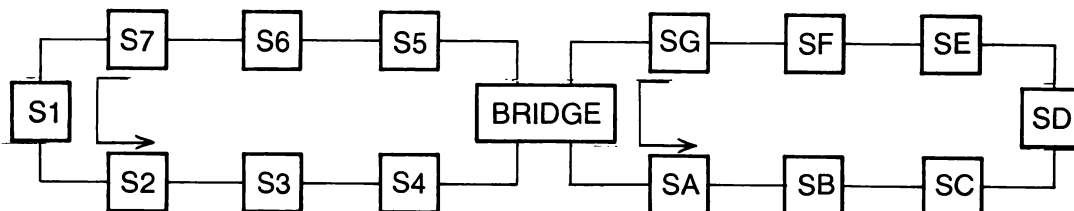


Figura 8.6. Conexão de duas redes empregando bridge.

O *bridge* atua como uma estação do anel; para cada anel ao qual está ligada, copia e transmite informações entre os anéis baseado em informações de endereçamento.

A unidade básica de transmissão da Rede Token Ring IBM é o *frame*. *Frames* são compostos de um número de campos de um ou mais *bytes*, como mostrado na Figura 8.7.

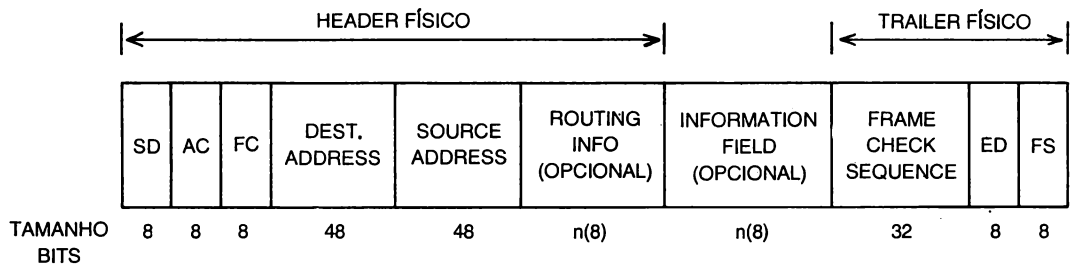


Figura 8.7. O formato do frame Token Ring. (SD – Starting delimiter, AC – Access control field, FC – Frame control field, ED – Ending delimiter e FS – Frame status field.)

O *header* físico contém os campos *starting delimiter*, *access control* e *frame control*, os endereços fonte e destino e, opcionalmente, o campo de informação de roteamento.

O *trailer* físico contém o *frame check sequence*, o delimitador de fim e o campo de *frame status*.

8.4 REDE AMPLINET

A rede Amplinet foi desenvolvida pela Amplus Informática S.A. e visa fornecer suporte de *hardware* e *software* para redes locais, caracterizando, portanto, um ambiente distribuído. A rede Amplinet responde aos padrões OSI da ISO e IEEE-802, estudados anteriormente.

O *hardware* da rede pode ser as placas AMPLICARD AC-106 e AC-116, empregando taxas de transmissão de 2 Mbps e AMPLICARD AC-210/XT e AC-210/AT com taxas de transmissão de 10 Mbps; todas para microcomputadores da linha IBM-PC, ou compatíveis. Empregam método de acesso ao meio do tipo CSMA/CD com topologia em barra, com extensão de até 14 km, empregando-se repetidores AMPLIREP AR-122 e AP-122/FO, para fio metálico e fibra ótica, respectivamente.

Buscando atender os pequenos usuários de rede local, a Amplus desenvolveu o AMPLISTART que, na sua configuração básica, interliga três micros na topologia estrela, podendo expandir para cinco estações. Emprega a placa AMPLICARD AC-464, que possui duas saídas RS232C, que através de um cabo apropriado se conectará à saída serial de dois micros. Para expansão, deve ser instalada uma outra placa AC-464 na estação central, conectando-a a outros dois micros.

No segmento de micros de 8 *bits*, a Amplus possui a placa AMPLICARD AC-108 para conexão de máquinas APPLE e a AMPLIBOX AB-232 que conecta qualquer micro rodando com o sistema operacional nativo CPM 2.2, ou compatível, através da interface RS232C. Através da placa AMPLIBOX AB-422, é possível interligar o supermicro UNIX, utilizando a interface de alta velocidade RS422.

A Amplus desenvolveu, também, o AMPLIWAY, que permite interconectar redes localmente ou remotamente nas versões XMODEM e X.25 para a RENPAC.

O sistema operacional de rede é o AMPLIWARE, que permite grande flexibilidade, pois a estrutura dos dados não impõe nenhum tipo de formato especial, uma vez que este respeita o formato usado pelo Sistema Operacional Nativo.

O AMPLIWARE possui um núcleo multitarefa, que permite a um micro executar mais de uma tarefa simultaneamente, ou seja: a aplicação do usuário em *foreground* e os processos servidores em *background*. Desta forma, qualquer estação pode funcionar como estação de trabalho, como estação servidora ou as duas ao mesmo tempo.

A rede Amplinet implementa importantes aspectos de segurança, para evitar acesso indiscriminado a dados não autorizados, assim como no *log de entrada*. A proteção baseia-se na combinação dos direitos oferecidos pelo DOS, são eles:

- criação
- abertura
- leitura
- escrita
- busca
- remoção
- modificação de atributos
- execução

O servidor de impressão da Amplinet pode ser instalado em *background* em qualquer estação da rede. Pode controlar até 8 impressoras, fornecendo à comunidade dois serviços principais: *spooling* e gerenciamento de filas de impressão.

Acompanham o AMPLIWARE ferramentas para diagnóstico de falhas, formatação de disco com capacidade maior que 32 Mbytes, serviço de troca de mensagens, avaliação da carga nas estações servidoras, *log de ocorrências*, histórico do usuário, reconfiguração automática em caso de queda das estações servidoras, visualização "on-line" das atividades dos usuários da rede e muitas outras facilidades.

8.5 REDE ITAUTEC

A rede Itautec está estruturada conforme o modelo de referência para interconexão de sistemas abertos (OSI) da ISO e projeto IEEE-802, que foram estudados anteriormente. Foi desenvolvida pela Itautec Informática S.A. e fornece suporte de *hardware* e *software* para redes locais.

Permite interligar os microcomputadores IBM PC e compatíveis através de uma placa de interface desenvolvida pela própria Itautec, visando compartilhar equipamentos periféricos, dados, programas etc.

A topologia de rede empregada é em barra, o suporte à transmissão é cabo coaxial; na presença de repetidores, a topologia passa a ser do tipo árvore de segmentos. O alcance máximo especificado para a rede local Itautec, sem a presença de repetidores, é da ordem de 1.000 metros. Essa distância será diminuída se um número superior a 32 estações estiverem ligadas no mesmo barramento, ou se for empregado algum segmento adicional para conectar as estações. O número máximo de 64 estações podem ser conectadas a um mesmo segmento da rede, sem a presença de repetidores.

Os servidores, tanto de disco quanto de impressão, podem ser compartilhados ou dedicados; no caso dos servidores de impressão, a técnica empregada é a de *spooling*. O método de acesso ao meio é o CSMA/CA (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance*) que, em linhas gerais, é o mesmo da recomendação IEEE 802-3, com a diferença de não haver a detecção de colisão.

A taxa máxima de transferência empregada é da ordem de 2,3 Mps.

Implementa ainda a rede Itautec facilidades para Criptografia de senhas, contabilização e alguns utilitários de uso geral.

8.6 REDE CETUS/NOVELL

O Sistema NetWare foi desenvolvido pela Novell Inc. e visa gerenciar recursos em ambiente de processamento distribuído; é portátil para qualquer arquitetura de redes locais, oferece um ambiente operacional completo e compatibiliza sistemas operacionais que rodam em estações: MS/DOS, Xenix, Finder ou, teoricamente, qualquer outro. Está disponível em duas versões: Advanced NetWare e SFT NetWare.

O Sistema NetWare caracteriza uma rede multisservidora, sendo que cada servidor pode gerir até cinco impressoras em *spool* e 100 estações de trabalho. O servidor ideal para o NetWare é um PC/AT ou compatível, sendo que, a partir da versão 2.11, não suporta mais o PC/XT como servidor.

A Cetus Informática S.A. fornece um suporte de *hardware* para o NetWare, a placa CS10000PC, que deve ser instalada nos *slots* de expansão dos micros. Emprega o microprocessador Intel 82586, com cabo coaxial como meio de difusão e taxa de transmissão de 10 Mbps. O método de acesso ao meio é o CSMA/CD com topologia em barra.

A Figura 8.8 ilustra um sistema típico NetWare com *hardware* de rede Cetus.

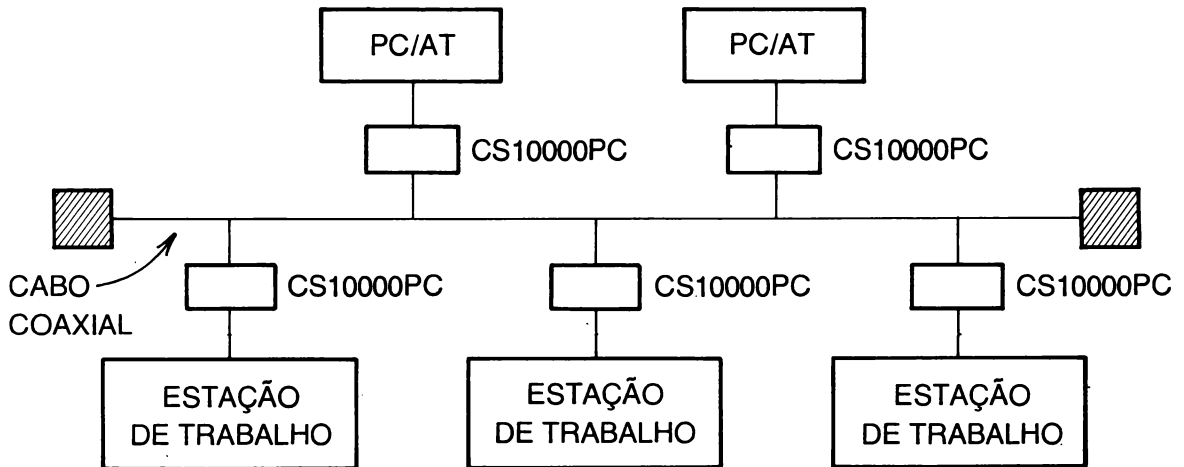


Figura 8.8. Sistema NetWare com hardware de rede Cetus.

Como a rede NetWare mantém a compatibilidade com o MS-DOS, a maioria dos programas escritos para os PCs rodam no sistema NetWare. Programas utilitários monousuários, que incluem processadores de texto,

gerenciador de banco de dados, planilhas eletrônicas etc., podem ser colocados em rede, atendendo a todas as estações.

Compõe, ainda, a rede NetWare, um correio eletrônico, com o qual é possível trocar correspondência entre as estações, de forma simples, rápida e eficiente; o correio impõe ainda um sistema de proteção para garantir informações confidenciais.

O sistema NetWare firmou-se como um dos mais difundidos do mercado mundial, devido à sua eficiência e *performance*. Testes recentes provam que a maioria dos *hardwares* desenvolvidos para redes locais, quando utilizam o *software* da Novell, ganham um aumento significativo de *performance*.

Para tal, o NetWare implementa vários mecanismos para assegurar essa *performance*, dentre os quais posso destacar: *Cache e Hash de diretório*, que mantém o diretório dos volumes na memória e implementa um algoritmo para localização dos arquivos nos discos; *Cache de arquivo*, que possibilita fazer as escritas no disco em *background*, enquanto o sistema executa outras tarefas; finalmente, o *Algoritmo do Elevador*, que torna os acessos ao disco bem mais eficientes.

Além dos aspectos de *performance*, a NetWare impõe eficiente sistema de segurança, prevenindo contra acessos não autorizados em áreas de disco, tornando estas totalmente invioláveis por ferramentas de *software*; além disso, sistemas de tolerância a falhas mantêm a integridade das informações compartilhadas.

A rede NetWare permite conexões remotas de estações de trabalho, através de *modems* e linhas telefônicas, possibilitando aos usuários remotos acessarem os recursos da rede da mesma forma que os usuários locais.

Empregando-se *gateways*, é possível interconectar redes autônomas, remotas ou não, que permitem compartilhar todos os recursos disponíveis entre os usuários das redes.

8.7 REDE TAPESTRY

A rede local Tapestry foi desenvolvida pela Torus Systems Ltd. e é comercializada, no Brasil, pela Brasoft Produtos de Informática Ltda. É destinada, principalmente, à automação de escritórios; permite, portanto, compartilhar recursos mais dispendiosos, como: discos rígidos, impressoras e, principalmente, informações.

A rede Tapestry é de fácil instalação e não exige pessoal de suporte dedicado à manutenção e operação da rede.

Os servidores da rede Tapestry não são dedicados; portanto, os micros estão sempre disponíveis para serem usados como estações de trabalho. A rede Tapestry possui boa flexibilidade de escolha dos servidores de impressão, as impressoras são compartilhadas, uma vez que, das estações de trabalho, é possível verificar a fila de impressão e selecionar o recurso que estiver disponível. Possui, ainda, um eficiente correio eletrônico, que facilita e agiliza a preparação e distribuição de mensagens entre as estações usuárias.

Por operar em ambiente PC DOS, a rede Tapestry suporta a maioria dos programas aplicativos e periféricos disponíveis no mercado mundial.

A operação da rede é simplificada, uma vez que possui uma excelente interface gráfica com o usuário, empregando imagens intuitivas (ícones) na tela, incluindo as funções mais usuais do MS DOS.

A rede Tapestry suporta os grandes padrões do mercado de redes locais, como NETBIOS, Ethernet e XNS, permitindo a escolha da arquitetura de rede que melhor se adapte às necessidades e anseios do usuário. Cada micro necessita de uma placa com o emulador do NETBIOS, suportando, portanto, a maioria das placas disponíveis no mercado nacional.

A rede Tapestry suporta, ainda, conexões remotas à rede, via enlace de dados, podendo ser empregados *modems* assíncronos Hayes (1200 & 2400 bps) ou compatíveis.

8.8 REDE EDENNET

A rede EdenNet foi desenvolvida pela Eden Sistemas de Computação Ltda., a partir do modelo de referência OSI da ISO, estudado anteriormente, e fornece suporte de *hardware* e *software* para redes locais; possui ainda compatibilidade com a rede Ethernet, desenvolvida a partir do modelo IEEE-802.

Como já foi visto, a rede Ethernet resultou de um trabalho inicialmente realizado pela Xerox e que, posteriormente, foi apoiado pela Digital e Intel. Em virtude de sua flexibilidade e de seu bom desempenho, a rede Ethernet consagrou-se como um padrão para redes locais em nível mundial.

Possui duas versões para rede local: EdenNet I e EdenNet II, que são aplicadas para pequenas redes e para redes com um grande número de estações, respectivamente.

A rede EdenNet II pode ser utilizada como o módulo principal da rede ou ainda como ponte para a ligação entre duas ou mais redes EdenNet I. É destinada para microcomputadores IBM-PC XT/AT com *software* DOS ligados em barramentos comuns por cabo coaxial como meio de difusão. Emprega taxas de transmissão da ordem de 10 Mbps com protocolo de acesso CSMA/CD.

As estações servidoras podem ser dedicadas ou não, uma vez que é possível ter várias destas estações ativas ao mesmo tempo. Além das estações servidoras, compõem a rede as estações de trabalho, que são estações que se utilizam dos recursos das estações servidoras.

O sistema operacional MS-DOS dos micros serve como base para a implementação do sistema operacional de rede, da EdenNet, o que vale dizer que suporta os produtos desenvolvidos para o DOS.

Em função da estrutura do sistema operacional, a rede inclui mecanismos de proteção e controle de acesso dos recursos compartilhados. No nível de usuário é recomendável a figura do supervisor da rede, a quem compete cadastrar os usuários e associar a estes os diversos recursos disponíveis que podem por eles ser utilizados, por exemplo: subdiretórios, impressoras etc. Além dos recursos associados, o supervisor também pode administrar os direitos de acesso do usuário aos recursos de armazenamento. Para a rede EdenNet, são possíveis quatro tipos diferentes de direitos: Leitura, Escrita, Criação e Eliminação, que podem ser combinados entre eles.

A rede EdenNet incorpora, ainda, um *log* de atividades. Este *log* é seletivo, ou seja, o operador pode selecionar os tipos de eventos ou operações que deseja monitorar. O *log* é uma ferramenta poderosa para monitoração da rede, pois identifica gargalos, disciplina a utilização de recursos etc.

A rede EdenNet prevê, também, a interligação entre redes, através de linhas telefônicas ou da RENPAC, empregando-se *gateways*.

8.9 REDE NCT-7301

A rede NCT-7301 foi desenvolvida pela NCT Industrial e Comercial Ltda. e objetiva fornecer suporte de *hardware* e *software* para redes locais. Opera em microcomputadores compatíveis com o IBM-PC, XT ou AT, permitindo arranjar vários desses micros em uma rede, independentemente de marcas ou fabricantes. O objetivo principal é compartilhar recursos de *hardware* e *software* da rede; para cada micro é necessário instalar a placa NCT-7301 e interconectá-la através de um cabo coaxial.

A topologia da rede é em barra e o protocolo de acesso ao meio é CSMA/CD.

A taxa de transferência é da ordem de 1 Mbps empregando cabo coaxial (75 Ohm) como meio de difusão, limitado a 1.000 metros com cabo RG59B/U e a quantidade máxima de estações endereçadas é 256.

O *software* é compatível com o MS-DOS, suportando, portanto, um grande número de produtos disponíveis no mercado; suporta até quatro *drives* locais e até 12 remotos. Como pré-requisito é necessário que cada micro possua pelo menos: 256 Kbytes de memória, 1 unidade de disco flexível e 1 *slot* livre para placas *standard*. Além do *software* NCT-7301, o gerenciador da rede possui compatibilidade com o *software* NetWare da Novell.

O compartilhamento dos discos pode ser de duas maneiras, a saber: CPTs e USRs. Os CPTs funcionam como servidores não dedicados, ou seja, estão aptos a exercerem suas funções normais enquanto seus recursos são compartilhados. Os discos USR (usuário) não podem ser compartilhados na rede e garantem a cada usuário a integridade de seus dados; tanto os discos locais como remotos são usados pelos comandos normais do DOS, funcionando para os USRs como se fossem locais.

Qualquer impressora ligada a um micro da rede pode ser compartilhada, mas pode ser implementada a facilidade de *spooling* em memória RAM dos micros, assegurando melhor *performance* tanto do micro como da impressora em suas tarefas de impressão.

O compartilhamento de dados é efetuado com o emprego da técnica LOCK/UNLOCK para os arquivos, assegurando que um mesmo bloco de dados não seja alterado por duas estações ao mesmo tempo.

O pacote de *software* NCT-7301 incorpora vários utilitários para instalação, manutenção, uso e gerenciamento da rede. Também incorpora à rede um correio eletrônico que permite a comunicação entre as estações que compõem a rede.

8.10 REDE PRISMA

A rede PrisNet-10 foi desenvolvida pela Prisma Comunicações Digitais Ltda., e fornece suporte de *hardware* para redes locais. Tem como objetivo a interligação de microcomputadores compatíveis com IBM PC/XT/AT/386; pode também ser utilizada em determinados supermicros utilizados como unidades concentradoras (por exemplo, ND 286 da Novadata).

A rede Prisma emprega topologia em barra com cabo coaxial como meio de difusão, taxas de transmissão de 10 Megabits por segundo e método de acesso ao meio com tecnologia CSMA/CD.

Os *softwares* de rede que estão disponíveis no mercado e são suportados pela PrisNet-10 são: Conecta da Saga, o Net16-MB da Microbase, o Sistema Mira da Mira, o Tapestry da Torus, o DECnet/DOS da Digital e NetWare da Novell.

Junto com a placa PrisNet-10, a Prisma fornece um *software*, o Lan-Test, que se destina a correr testes de diagnósticos de falhas de placa de rede.

A distância máxima por segmento de rede é de 240 metros com cabo comum (perda de 7 dB/100m) e 850 metros com cabo de baixa perda (2 dB/100m), suportando 30 estações por segmento de 185 metros e 100 por segmento de 500 metros, respectivamente. Para superar este limite de alcance geográfico, devem ser empregados repetidores, que expandem os limites da rede para 1.200 metros lineares e 150 estações conectadas e 5.000 metros e 500 estações, para os cabos com perdas de 7 dB/100m e 2 dB/100m, respectivamente.

8.11 REDE SAGA

A rede SAGA é um produto de *hardware* e *software* desenvolvido pela SAGA Sistemas e Computadores Ltda. Tem por finalidade a interligação de microcomputadores da linha IBM-PC/XT/AT, ou equipamentos de maior porte, através de interfaces desenvolvidas pela SAGA, dentre as quais a linha de computadores COBRA-500.

O suporte de *hardware* para a rede SAGA é feito através das placas PS-16 e PS-160 para micros PC/XT/AT, empregando o controlador de rede Intel 82588 e 82586, respectivamente. Além dessas placas, a SAGA fornece placas que possuem as mesmas características das placas PS-16 e PS-160, incorporando memória RAM adicional.

A rede SAGA emprega topologia em barra com cabo coaxial como meio de difusão. O método de acesso ao meio é o CSMA/CD, com taxas de transmissão de 1 ou 2 Mbps para a placa PS-16 e 10 Mbps para a placa PS-160.

O sistema operacional de rede incorpora uma série de utilitários e facilidades para a rede. Possui um sistema de acesso baseado em nome e senha; portanto, para ganhar o acesso aos arquivos e dispositivos, autorizados

pelo supervisor da rede, o usuário deve entrar com o seu nome e senha. A operação da rede é bastante simplificada, uma vez que é possível usar os diversos recursos da rede através de telas *menus* auto-explicativas.

Incorpora à rede um *log* de atividades dos usuários, onde são armazenados a data e o horário em que cada usuário se conecta ou desconecta à rede. Compõe a rede, ainda, um eficiente correio eletrônico, que permite a troca de mensagens entre os usuários da rede.

A rede SAGA é totalmente compatível com os padrões internacionais de rede NETBIOS e DOS 3.1 ou superior; portanto, aceita a maioria dos programas aplicativos e multiusuários desenvolvidos em todo o mundo.

A rede SAGA oferece, ainda, a possibilidade de ligar estações remotas à rede via enlace de dados, o que significa que podem estar conectadas à rede estações em pontos geograficamente distantes.

8.12 REDE MIRA

O Sistema Mira foi desenvolvido pela Mira Informática Ltda. e visa fornecer suporte de *software* para interligação de microcomputadores IBM PC/XT/AT, ou compatíveis, em arquiteturas distribuídas, baseadas em redes locais. O único requisito exigido pelo Sistema Mira é que o Sistema Operacional nativo dos micros seja o DOS.

Vários são os fabricantes que fornecem suporte de hardware para o Sistema Mira; dentre os quais: a Prisma, Amplus, Saga, Eden, NCT e Cetus que foram estudados neste livro.

O Sistema Mira caracteriza-se pela extrema simplicidade de uso e confiabilidade, bem como pelos *conceitos de transparência e processamento distribuído*. Compõem o Sistema Mira, os seguintes programas:

- O Sistema MT-DOS, que estende o ambiente criado pelo Sistema Operacional Nativo (DOS), para permitir a execução simultânea de diversos programas.
- O Sistema NT-DOS, que estende o ambiente multitarefa criado pelo MT-DOS a todos os micros da rede local, permitindo que um programa possa interagir com os demais através de primitivas de sincronismo e comunicação.
- O Sistema de Serviços Distribuídos que é um conjunto de programas que gerenciam os recursos existentes na rede, incluindo o compartilhamento de arquivos, impressoras e correio eletrônico.

O servidor de arquivos permite compartilhar informações armazenadas em qualquer memória existente no PC. Suporta as primitivas de LOCK/UNLOCK de registros de acordo com o DOS. O servidor de impressão permite a cada estação usar simultaneamente até três impressoras da rede.

Por ter sido desenvolvido com total compatibilidade com o Sistema Operacional DOS, suporta a maioria dos produtos disponíveis no mercado.

Permite, também, o Sistema Mira, ligar estações remotamente à rede, através de enlace de dados ou, ainda, ao *mainframe*.

A Central Telefônica

INTRODUÇÃO

As primeiras centrais telefônicas que foram desenvolvidas caracterizavam-se por possuir uma mesa comutadora, controlada por uma telefonista. O processo baseava-se em um sinal que era gerado pela estação chamadora na mesa comutadora (geralmente um painel luminoso), que era percebido pela telefonista que se conectava a esta estação e a interrogava com qual estação desejava se comunicar. Após receber a informação, a telefonista conectava a estação chamadora à estação chamada; após a conversação o roteamento era desfeito pela telefonista. Veja a Figura 9.1.

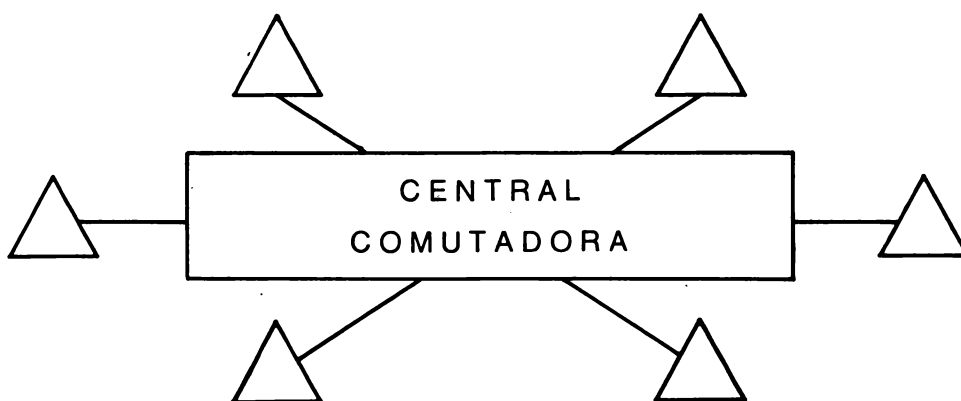


Figura 9.1. A central comutadora telefônica.

O PBX é, portanto, um primeiro exemplo da topologia em estrela, com controle centralizado e demanda de acesso baseado na comutação de circuitos. Veja a Figura 9.1. O PBX normalmente emprega a cabeação com par trançado.

Nos dias de hoje, o PBX ainda é utilizado em muitas empresas para comunicação entre departamentos. No entanto, estas centrais estão sendo substituídas por centrais PABX (*Private Automatic Branch Exchange*), que nada mais é do que o princípio da mesa comutadora operada por um processo automatizado, ou seja, sem a intervenção da telefonista.

Portanto, se analisarmos a Figura 9.1, que representa de forma sintética o princípio das funções de seleção em um único elemento, a central de comutação, podemos concluir que tanto para o chaveamento automático quanto para o manual existe um único elemento inteligente, que controla o estabelecimento de conexões e os terminais telefônicos que são subordinados a esta central. Isto caracteriza a topologia em estrela.

Quando dois terminais telefônicos estão em comunicação, a rota de conversação pode ser estabelecida em sua forma mais simples, ou seja, através da rede local, conforme a Figura 9.2. Por intermédio de um par de fios, tanto o terminal telefônico chamador como o receptor são interligados à central telefônica. Tais fios telefônicos são distribuídos nos dispositivos comutadores e, portanto, permitem conectar as estações e estabelecer uma rota de conversação.

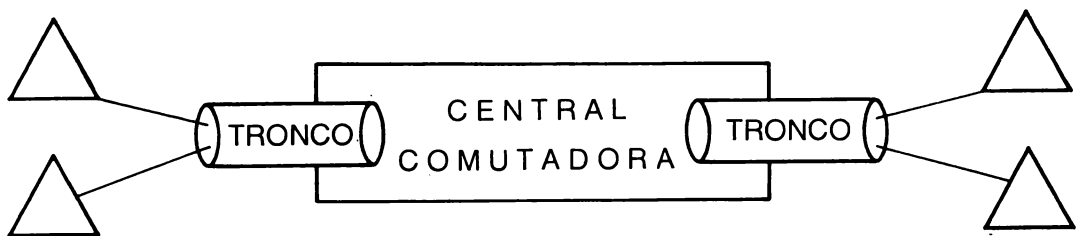


Figura 9.2. *Rede telefônica local.*

As estações podem ainda estar conectadas entre si de duas formas: (1) permitindo que seja possível a existência de redes locais urbanas com várias centrais, caracterizando os circuitos de enlace conforme a Figura 9.3, ou (2) ligando centrais em regiões interurbanas, ou seja, redes locais com perímetros urbanos diferentes, por exemplo São Paulo – Santos. Veja a Figura 9.4.

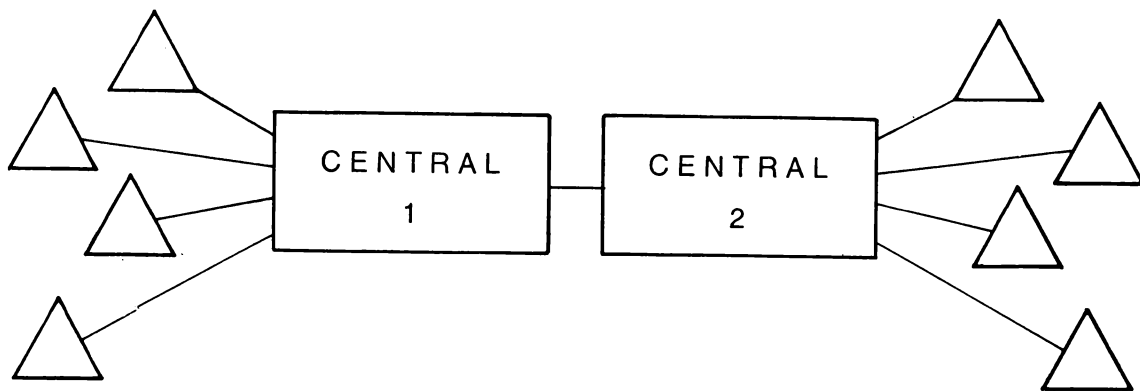


Figura 9.3. *Esquema de ligação entre centrais urbanas.*

Para que seja possível a conexão de redes locais, pertencentes a centros urbanos diferentes, são necessárias centrais comutadoras específicas denominadas *centrais primárias de comutação*.

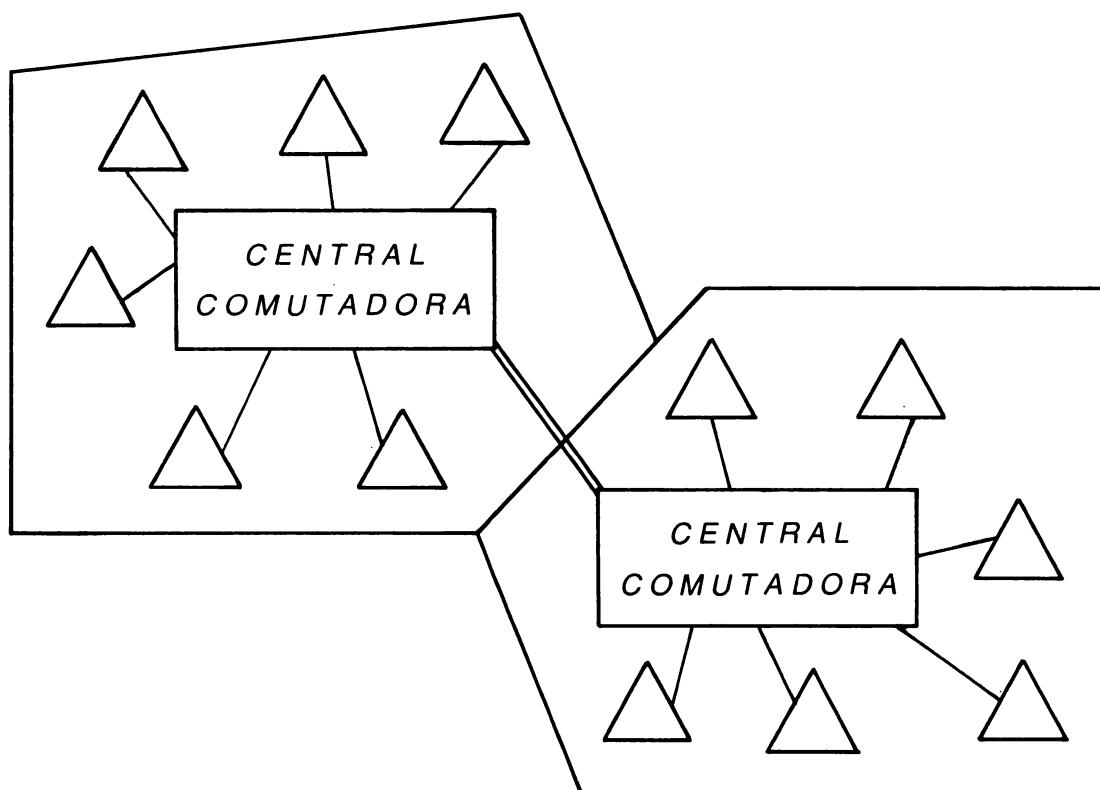


Figura 9.4. *Esquema de ligação interurbana.*

9.1 TERMINAL DE DADOS CONECTADOS EM PBX

Comunicação de voz entre telefones tem natureza analógica. Sons entram pelo aparelho transmissor e são convertidos em sinais analógicos pelo transmissor; no final da linha telefônica, o sinal elétrico é convertido novamente para ondas sonoras pelo receptor.

Com o desenvolvimento de tecnologia e equipamentos mais sofisticados, a velocidade de transmissão e a qualidade das linhas foram aumentadas. Algumas companhias telefônicas oferecem serviços com velocidades de até 4.800 *bits* por segundo para linhas comutadas e até 64.000 *bits* para linhas dedicadas.

9.2 O PBX DIGITAL

O desenvolvimento da tecnologia VLSI e a demanda de meios de comunicação rápidos e confiáveis fizeram com que a tecnologia digital fosse adaptada aos PBXs. Isto permite uma flexibilidade muito maior que a comunicação analógica, pois reduz os gastos de tempo com o estabelecimento de conexão, sem levar em conta que os componentes analógicos são mais lentos. Com isto, os terminais conectados às estações PBX digitais podem conectar-se ao computador através de pares telefônicos sem a necessidade do uso de *modems*.

Um novo dispositivo de comunicação foi então incluso no PBX, o *coder-decoder* ou CODEC, que converte os sinais analógicos de voz para forma digital, possibilitando que comunicação de dados e voz use o mesmo PBX. Veja a Figura 9.6.

Por volta de 1960, um dispositivo foi inventado para permitir que pulsos digitais e sinais elétricos binários fossem convertidos em sinais analógicos de telefone e reconvertidos em sinais digitais novamente. Este dispositivo é chamado de *modulador-demodulador* ou *modem*, que é a contração das duas palavras; portanto, permite que dois dispositivos digitais possam comunicar-se através de uma linha telefônica. Veja a Figura 9.5.

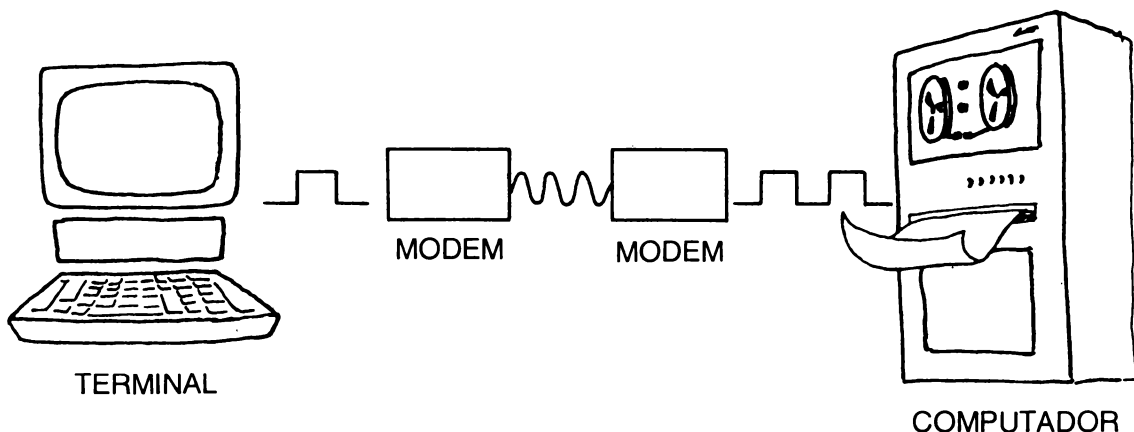


Figura 9.5. *Modems convertendo o sinal digital em analógico e vice-versa.*

Inicialmente, a velocidade de transmissão dos *modems* era muito limitada por causa da suscetibilidade do par trançado a interferência elétrica. O computador gastaria um tempo muito grande para verificar erros de mensagens e retransmiti-las por causa de erros.

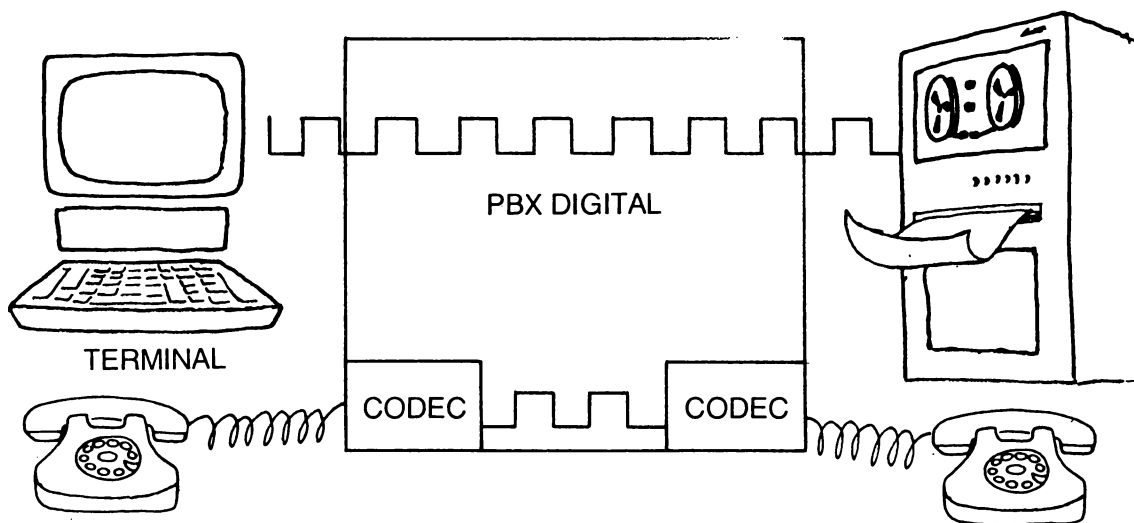


Figura 9.6. *CODEC – Conversor de sinal analógico em digital.*

O CODEC pode estar incorporado na estação PBX digital, conforme a Figura 9.7, ou fazer parte do conjunto telefônico, conforme a Figura 9.6.

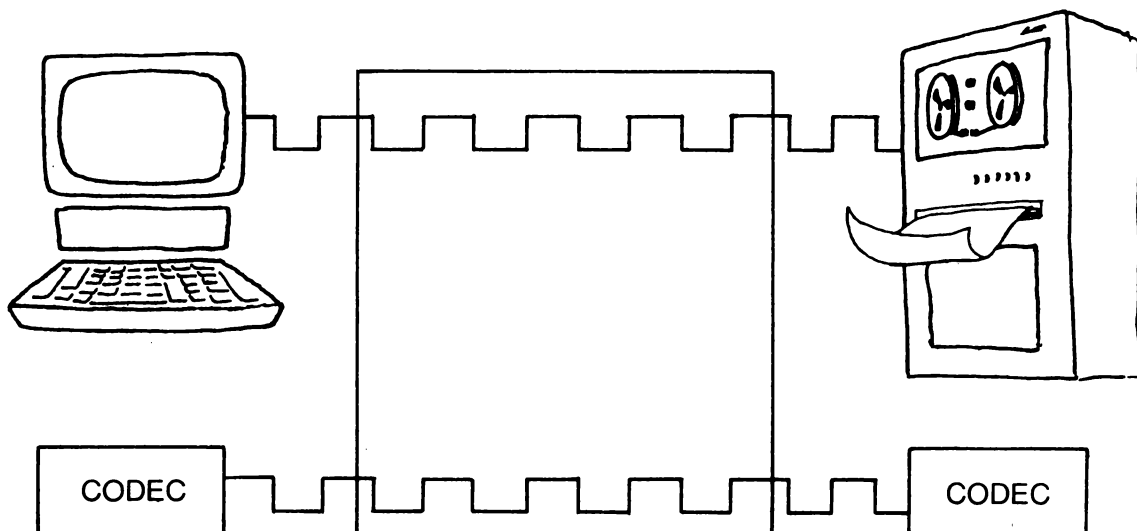


Figura 9.7. CODEC incorporado no PBX digital.

Usando esta nova tecnologia, a comunicação de dados pode ter velocidades de até 64.000 *bits* por segundo. Alguns fabricantes proporcionam velocidade de transmissão de até 128.000 *bits* por segundo, embora os outros nós de comunicações venham a ter seu tráfego limitado através do PBX.

Para estabelecimento de comunicação exterior, companhias telefônicas oferecem serviços que permitem transmissão com taxas de até 1.544 milhões de *bits* por segundo.

A mesma tecnologia VLSI que permite a flexibilidade digital, permite também que computadores inteligentes sejam incorporados no PBX, proporcionando uma variedade de utilidades e facilidades, como por exemplo: *Camp on* ou *call back* automático para linhas ocupadas etc.

Outra incumbência quando se usa PBX para controle de transmissão de dados em topologia em estrela é a desativação do sistema com a falha da controladora central, o PBX. Processadores *back up* e dispositivos de controle de força diminuem o risco de falhas no sistema.

9.3 INTEGRAÇÃO VOZ/DADOS

Digitalização dos sinais de voz para permitir comunicação digital provê alguma integração de voz e comunicação de dados e pode conduzir a uma nova dimensão em comunicação de informações. Existem vários níveis de integração voz/dados definidos pelos requerimentos de aplicação.

O terminal de dados e aparelhos telefônicos podem compartilhar o mesmo caminho para o PBX. Somente voz ou dados podem ser transmitidos a cada vez, e a comutação de voz ou dados é feita manualmente, conforme a Figura 9.8.



Figura 9.8. *Comutação de telefone e terminal de dados.*

Uma aplicação típica para este método ocorre quando se usa o canal de comunicação normalmente para voz e ocasionalmente para transmissão de dados.

Este nível de integração é limitado ao uso do mesmo fio para ambos dados e voz, embora não ao mesmo tempo.

Um método mais sofisticado de integração voz/dados permite que a comunicação de dados e voz seja processada concorrentemente. Este método requer lógica adicional na unidade de conexão ou um par telefônico separado para voz e comunicação de dados.

Um nível integração voz/dados pode ser obtido por um sistema *Store-and-forward*.

Após a comunicação, a voz é digitalizada e pode ser armazenada nos mesmos dispositivos de memória do mesmo processador. Isso permite abordar transmissão de voz armazenada e a criação de documentos combinando voz e dados.

9.4 PBX E REDES LOCAIS

Como o PBX pode ser otimizado por comunicação de voz, o PBX digital pode efetivamente prover capacidade para redes locais.

Um PBX digital pode comunicar-se com taxas de 64.000 *bits* por segundo e pode acomodar centenas de terminais. Uma importante vantagem do PBX é o uso da cabeação existente para telefone. Qualquer PBX analógico pode transmitir dados quando for adequada baixa taxa de transferência de dados. Geralmente, facilidades adicionais devem ser incorporadas ao PBX, para transmitir dados; com isto, custos adicionais são necessários.

Quando se desejam taxas mais altas de transmissão de dados é necessário instalar a rede local separadamente; com isto, dados serão otimizados, assim como imagem e comunicação de vídeo. Se um PBX existente é conectado como uma estação na rede, podem ser incorporadas facilidades de acesso à rede.

Glossário

A

ATENUAÇÃO – É a diminuição da grandeza da corrente, da voltagem ou da potência de um sinal em uma transmissão entre dois pontos.

AUTOMAÇÃO – Mecanização de um processo que emprega máquinas automáticas e computadores.

B

BIT – É a contração das palavras *Binary digiT*; representa a menor unidade de informação em um sistema binário.

BRIDGE – Estação especialista responsável pela interligação entre redes que envolvam tecnologias homogêneas.

BUFFER – É uma memória temporária usada entre dois componentes que operam em velocidades diferentes.

BYTE – É o conjunto de oito *bits* (octeto), que representam um caractere de dado, números decimais ou caracteres compactados.

C

CABO COAXIAL – Meio de transmissão constituído de um condutor interno circundado por um condutor externo, que é separado por um dielétrico.

CODEC – Dispositivo que converte os sinais de voz (analógico) para a forma digital, possibilitando empregar um único PBX para voz e dados.

CPU – Sigla que designa *Central Processing Unit*, ou seja, a Unidade Central de Processamento, e tem como função controlar todo o sistema, assim como executar as instruções que lhe são solicitadas por linguagem própria. Executa essas funções gerenciadas por um sistema operacional corrente em sua memória. Veja *Sistema Operacional*.

D

DUPLEX – Veja *Full Duplex*.

E

ESTAÇÃO SERVIDORA – É uma estação qualquer da rede, com habilidade para oferecer serviços às demais estações de trabalho.

F

FAC-SÍMILE – É um sistema para a transmissão de imagens. A imagem é amostrada na estação transmissora que será reconstituída na estação receptora e impressa em papel.

FIBRA ÓTICA – Meio de transmissão constituído de material plástico ou vidro, revestido por material de baixo índice de refração. Transmite sinais de luz codificados dentro do espectro do infravermelho.

FULL DUPLEX – Ou simplesmente *Duplex*, é o modo de operação de um canal, onde a transmissão de dados ocorre simultaneamente. Podem ser usadas linhas de dois ou quatro fios; para quatro fios é empregado um par para enviar e outro para receber, enquanto para dois fios são usadas duas frequências não interferentes entre si.

G

GATEWAY – Estação especialista responsável pela interligação entre Redes autônomas envolvendo tecnologias heterogêneas.

H

HALF DUPLEX – Modo de operação de um canal, cuja transmissão da informação ocorre em apenas um sentido de cada vez, ou seja, não é possível transmitir e receber simultaneamente. Podem ser empregadas linhas de dois ou quatro fios.

HARDWARE – É o conjunto de componentes físicos que compõem o sistema de computação, ou seja, todos os equipamentos que compõem o computador e seus periféricos.

L

LINHA DE COMUNICAÇÃO – Linha para transmissão de dados, ou seja, o meio pelo qual os componentes físicos da rede são conectados. O termo *linha* é empregado de forma genérica e pode designar um conjunto de fios, uma transmissão de rádio ou microondas ou transmissão por satélite.

M

MÉTODO DE ACESSO – Especifica como determinado nó da rede pode obter o acesso do meio de comunicação.

MICROONDA – É uma onda eletromagnética no espectro de radiofrequência acima de 890 megahertz.

MODEM – É a contração das palavras **MOD**ulação e **DEM**odulação; consiste em equipamento eletrônico que é colocado nas extremidades das linhas de transmissão de dados e tem como objetivo gerar uma onda portadora modulada, na qual estão contidos os dados de teleprocessamento. Veja *Modulação*.

MODULAÇÃO – A modulação consiste na alteração mensurável de uma das características (Amplitude, Frequência ou Fase) de uma onda padrão.

MULTIPLEXAÇÃO – Permite a vários dispositivos compartilhar um único meio de transmissão. Podem operar em banda básica ou banda larga.

P

PACOTE – Blocos de tamanho limitado que formam uma mensagem. Possui o pacote, além dos dados, um cabeçalho onde estão contidas todas as informações de encaminhamento.

PAD – Sigla que designa *Packet Assembler/Disassembler*; tem como função o empacotamento e o desempacotamento dos dados originados por terminais assíncronos para serem transmitidos ou recebidos através de uma rede de pacotes.

PORTADORA – É um sinal com frequência contínua, que pode ser modulado. Veja *Modem e Modulação*.

PROTOCOLO – Conjunto de regras e procedimentos que objetivam fazer o envio de dados, usando linhas de comunicação de forma segura e ordenada; podem ser síncronos ou assíncronos.

R

REDE DE PACOTE – Veja *RENPAc*.

RENPAc – Sigla de Rede de Comunicação de dados por Comutação de Pacotes, que é uma rede pública de dados que emprega a técnica de pacotes. Propicia economia substancial de tarifas, uma vez que estas incidem sobre o volume de dados efetivo transmitidos. Veja X.25.

RUÍDO – É um sinal elétrico aleatório introduzido pelos componentes do circuito ou pelas turbulências naturais em um canal de comunicação.

S

SERVIDOR DE ARQUIVO – O servidor de arquivo visa oferecer aos usuários da rede o armazenamento e o acesso de informações, assim como compartilhar os dispositivos de armazenamento.

SERVIDOR DE IMPRESSÃO – O servidor de impressão tem como função gerenciar os serviços de impressão da rede.

SISTEMA OPERACIONAL – É o conjunto de programas, rotinas, regras e procedimentos que gerenciam a CPU e os periféricos a ela ligados. Veja *CPU*.

SNA – Sigla que designa *Systems Network Architecture*. O SNA é a arquitetura que a IBM desenvolveu visando padronizar sua linha de produtos para teleprocessamento.

SOFTWARE – É um programa ou conjunto de programas designados para controle ou aplicação de um centro de computação.

T

TERMINAL – Dispositivo de entrada e/ou saída de dados. Pode gerar dados impressos em papel ou na tela de um vídeo, perfurados ou audíveis.

X

X.25 – Recomendação do CCITT que estrutura os três primeiros níveis do modelo de referência OSI. Visa, portanto, estabelecer parâmetros para a transmissão de dados dentro de padrões mundiais. A RENPAC emprega a recomendação X.25. Veja *RENPAC*.

Bibliografia

- CYSPER, R. J. *Communications architecture for distributed systems*. Philip-pines, Wesley, 1978.
- DIAZ, Jorge J. *Introducción a la transmisión de datos*. Buenos Aires, IBM, 1978.
- GLASGAL, Ralph. *Basic techniques in data communications*. Massachu-setts, Artech House, 1979.
- GOOS, G. & HARTMANIS, J. *Local area networks; an advanced course*. Glasgow, Springer, 1983.
- GREE, K. C. E. *Local area network*. England, NCC, 1982.
- HELD, Gilbert. *Communicating with the IBM PC series*. Great Britain, John Wiley & Sons, 1988.
- HERBERT, A. J. *Local area networks; an advanced course*. Springer, G. Goos and J. Hartmanis, 1985. (The Cambridge distributed Computing System.)
- INTERNATIONAL SYSTEMS CENTER. *IBM Token-Ring network PC pro-ducts description and installation*. Raleigh, North Carolina, 1985.
- KAHN, Frank & KLEINROCK, L. *Computer communication network design-experiences with theory and practice*. Spring Joint Conference, 1972.
- LAM, Simon S. *Principles of communication and networking protocols*. New York, IEEE Computer Society Press, 1984.
- LORIN, Harold. *Introduction to computer architecture and organization*. New York, John Wiley & Sons, 1982.

- MARTIN, James. *Introduction to teleprocessing*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1972.
- RALEIGH INTERNATIONAL TECHNICAL SUPPORT CENTER. *IBM Token-Ring network bridges and management*. Raleigh, North Carolina, 1986.
- REDES LOCAIS COM INTEGRAÇÃO DE SERVIÇOS VOZ E DADOS. Anais do 2º Simpósio Brasileiro sobre Redes de Computadores. Abril 1984.
- REVASIO, Piercarlo; HOPKINS, Greg & NAFFAH, Najah. *Local computer networks*. Florence, Elsevier Science, 1984.
- RIPPER FILHO, José Ellis & RIBEIRO, Carlos Alberto. *Comunicações ópticas*. Campinas, Unicamp, Instituto de Física Gleb Wataghin, Laboratório de Pesquisas em Dispositivos, 1981.
- SHOTWELL, Robin E. *The ethernet source book*. New York, Elsevier Science, 1985.
- SILVA, Gilberto Vianna Ferreira da & BARRADAS, Ovídio Cesar Machado. *Sistemas de radiovisibilidade*. 2. ed. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1978.
- STALLINGS, William. *Computer communications; architectures, protocols and standards*. New York, IEEE Computer Society Press, 1985.
- TANNEBAUM, Andrew S. *Computer networks*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1981.
- THURBER, Kenneth J. & FREEMAN, Harvey A. *Local computer networks*. New York, IEEE Computer Society, 1981.
- TROPPER, Carl. *Local computer network technologies*. New York, Academic Press, 1981.
- UNSOY, Mehmet S. & SHANAHAN, Theresa A. *Computer communications; architectures, protocols and standards*. New York, IEEE Computer Society, 1981. (X.75 Internetworking of Datapac and Telenet)

IMPRESSORA LATINA LTDA.

Rua Uhland, nº 307-A CEP 03283 São Paulo S.P.

1989

REDES LOCAIS DE MICROCOMPUTADORES

IBM PC e Compatíveis

As redes locais são uma solução para suportar a conexão e a comunicação entre os componentes de um escritório automatizado. São caracterizadas pela interconexão de máquinas de uma área geograficamente limitada, como um prédio; um **campus** universitário ou uma fábrica.

A viabilidade da automatização de tarefas da vida cotidiana é consequência tanto do barateamento do custo dos microcomputadores com grande capacidade de processamento quanto da evolução das linguagens que permitem a interação do homem com a máquina. Daí as redes locais serem apontadas como a solução ideal para suportar a conexão e a comunicação entre os equipamentos de uma empresa automatizada. Entre os aspectos relevantes de uma rede local encontra-se o compartilhamento de recursos, como periféricos e dados, que permite completa interação de serviços.

Este livro introduz conceitos fundamentais de redes locais, permitindo ao leitor compreender a estrutura de funcionamento de algumas arquiteturas principais e suas áreas de aplicação. O texto está dividido em três partes. A primeira apresenta conceitos fundamentais de ambientes de redes locais e transmissão de dados. A segunda trata da padronização e dos protocolos internos relativos às redes locais. Na terceira são descritas algumas redes que ocupam destaque no cenário das redes locais nacionais e estrangeiras.

NOTA SOBRE O AUTOR

LUIZ ALVES é bacharel em Física pela Universidade de Guarulhos – São Paulo. Exerceu atividades de pesquisa, nesta Universidade, no período em que foi presidente do Centro de Estudos de Física (biênio 83/84). Trabalha na CESP – Companhia Energética de São Paulo – como Analista de **Software**. Participou de diversos cursos, na área de Processamento de Dados, e de Projetos, na área de Teleprocessamento. É autor do livro **Protocolos**, publicado pela Atlas.

APLICAÇÃO

Livro-texto para as disciplinas REDES DE COMPUTADORES e TÓPICOS AVANÇADOS DE PROCESSAMENTO DE DADOS dos cursos de graduação em Computação, Análise de Sistemas e Tecnologia de Processamento de Dados. Livro de consulta para profissionais da área.

publicação atlas

ISBN 85-224-0432-1