

Teoria de Comunicação de Dados

Ademar Felipe Fey

Versão 4

Caxias do Sul, 17 de janeiro de 2007

Tópicos

Parte I – Comunicação de Dados

1.....Comunicação – Conceitos Básicos	Pág. 06
2.....Modulação	Pág. 19
3.....Multiplexação	Pág. 32
4.....Modelo de Referência de Interconexão OSI e TCP/IP	Pag. 40
5.....Meios de Transmissão	Pág. 50
6.....Introdução à Comunicações de Dados	Pág. 70
7.....Transmissão de Dados Assíncrona x Síncrona	Pág. 86
8.....Modems	Pág. 94
9.....Interfaces de Dados	Pág. 129

Parte II – Interconexão

10.....Protocolos de Comunicação	Pág. 151
11.....Introdução as Redes Locais	Pag. 160
12.....Introdução ao TCP/IP	Pág. 178
13.....Redes de Acesso	Pág. 196
14.....Rede Telefônica	Pág. 204
15.....Bibliografia	Pág. 207
16.....Anexo A Cálculos meio de transmissão	Pág. 208
17.....Anexo B Endereços IP	Pág. 209
18.....Anexo C Utilitários TCP/IP	Pág. 210
19.....Anexo D Unidades de Medida	Pág. 211
19.....Anexo E Exercícios	Pág. 212

Objetivos :

1.....Comunicação – Conceitos Básicos

- **Processo da Comunicação**
- **Mensagens**
- **Sinal e Informação**
- **Sinal analógico e Sinal Digital**
- **Taxa de Bits X Largura de banda**
- **Teorema de Nyquist**
- **Capacidade Máxima de um Canal**

2.....Modulação

- **Função da modulação**
- **Técnicas de Modulação**
- **Modulação Analógica: AM, PM e PM**
- **Modulação Digital: ASK, FSK, PSK**

3.....Multiplexação

- **Função da multiplexação**
- **Tipos de multiplexação**
- **FDM**
- **TDM**

4.....Modelo de Referência de Interconexão OSI e TCP/IP

- **Modelo OSI**
- **Modelo TCP/IP**
- **Críticas aos MR**

5.....Meios de Transmissão

- **Função do meio de transmissão**
- **Tipos de meio de transmissão**
- **Par metálico**
- **Cabo Coaxial**
- **Fibra Ótica**
- **Rádio**
- **Satélite**

6.....Introdução à Comunicações de Dados

- **Sistema Básico de Comunicação de Dados**
- **Modos de Transmissão: Simplex, Semiduplex, Duplex**
- **Transmissão Assíncrona e Síncrona**
- **Transmissão Serial e Paralela**
- **Modem**
- **Detecção e Correção de Erros**
- **Estabelecimento e Controle da Comunicação**

7.....Transmissão de Dados Assíncrona ex Síncrona

- **Transmissão Assíncrona**
- **Transmissão Síncrona**

8.....Protocolos de Comunicação

- **Protocolos orientados a byte**
- **Protocolos orientados a bit**

9.....Modems

- **Histórico**
- **CCITT e ITU-T**
- **Protocolos**
- **Padrões de Modems (série V do ITU-T)**
- **Configuração de Modems**

10.....Interfaces de Dados

- **Interface V24**
- **Interface V35**
- **Interface V36**
- **G. 703**

11.....Introdução à Rede Local de Computadores

- **Introdução**
- **Modos de transmissão numa rede local**
- **Componentes básicos de uma rede local**
- **Introdução à Interconexão**

12..... Introdução ao TCP/IP

- **O que é o TCP/IP ?**
- **Endereçamento IP**
- **Roteamento IP**

13 - Redes de Acesso

- **Rede Telefonia Fixa**
- **Acesso Par Metálico**
- **Acesso WLL**
- **Acesso ISDN**
- **ADSL**

14.....Rede Telefônica

- **Telefonia Analógica**
- **Telefonia Digital**
- **STFC (Sistema de Telefonia Fixa Comutada)**
- **Comutação por circuito x comutação por pacotes x comutação por célula**
- **Novas tendências: VoIP**

1 - Comunicação - Conceitos Básicos

Desde o início da humanidade o ser humano possui a necessidade de se comunicar. Sinais de fumaça, pombo correio, carta, telegrama, telefone, fax, internet são alguns dos meios criados pelo homem para a comunicação.

1.1 Processos de Comunicação

Comunicar-se é transmitir informação de um ponto para o outro, de acordo com o seguinte processo:

1. O transmissor gera a informação
2. Para poder transmitir com precisão, o transmissor utiliza um conjunto de símbolos conhecidos pelo receptor
3. Esses símbolos são codificados para que possam ser transmitidos pelo meio físico disponível
4. Em seguida, ocorre a transmissão de símbolos codificados (o sinal) ao seu destino.
5. Os símbolos são decodificados e reproduzidos.
6. A última etapa é a recriação, pelo destinatário (receptor), da informação transmitida, mesmo com uma possível degradação da qualidade de sinal.

Meio Físico disponível

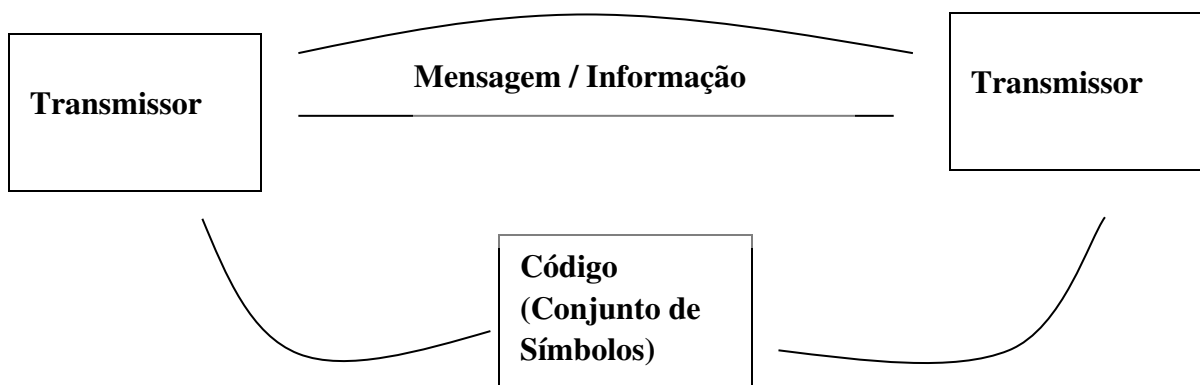


Fig. 1.1 Sistema de Comunicação

1.1.1 Mensagem

Para passarmos uma informação a alguém do que iremos necessitar ?

Em primeiro lugar, descrever a idéia através de símbolos, isto é, utilizando uma linguagem.

É importante que o destinatário fale ou conheça esses símbolos, caso contrário não vai haver comunicação. Depois que a mensagem é transmitida através de um sinal que se propaga até o destinatário, ele reconhece os símbolos, decodifica o sentido e pode entender a idéia transmitida.

1.1.2 Sinal e Informação

Para uma melhor compreensão do processo de comunicação, é importante definir mais precisamente os conceitos de sinal e informação.

1.1.3 Sinal

A palavra SINAL tem vários sentidos. Falamos de sinal de trânsito, sinal religioso, sinal de compreensão, etc

No caso de telecomunicações um sinal é uma onda que se propaga através de algum meio físico, seja ele o ar, um par de fios telefônicos, um cabo de fibra ótica, etc....

A intensidade de um feixe de luz, a cor de um feixe luminoso, a frequência de um som, o volume de um som, etc são sinais. Istos de outra forma, podemos dizer que são grandezas que variam ao longo do tempo.

Portanto, o sinal pode ser visto como uma função do tempo, que dá, a cada instante, o valor da grandeza.

1.1.4 Informação

Uma informação está, em geral, associada a uma ou mais idéias ou aos dados manipulados pelos agentes que as criam, manipulam e processam.

Um sinal, por sua vez, corresponde à materialização específica de uma informação por meio de uma codificação utilizada no momento da transmissão.

1.1.5 Informação e Sinal

Quando alguém quer pedir paz, tem essa idéia ou informação na cabeça, mas pode materializá-la através de um sinal: a bandeira branca.

Algo semelhante acontece com o sinal de uma transmissão telefônica, por exemplo: um conjunto de ondas vai transmitir uma informação, um conjunto de dados criados, manipulados e processados.

1.1.6 Qualidade de Sinal e de Informação

Podemos agora, introduzir os conceitos de **qualidade de sinal e qualidade da informação** transmitida, através de um exemplo.

Imaginemos que estamos filmando uma paisagem sem qualquer movimento. Esta filmagem pode ser feita a 10 quadros por segundo ou a 30 quadros por segundo, o que não fira diferença. Até um quadro por segundo seria suficiente. Portanto, em qualquer um destes casos, a qualidade da informação (a cena sendo filmada) é a mesma, embora

a qualidade do sinal (número de quadros por segundo) seja diferente (quanto mais quadros por segundo, melhor a qualidade do sinal).

No mesmo exemplo, se o vídeo tivesse muito movimento, a qualidade da informação transmitida, quando filmada a 10 quadros por segundo, não seria boa e a sensação obtida seria a de várias imagens com movimentos bruscos, sem naturalidade. Já a imagem a 30 quadros por segundo seria normal.

1.1.7 Representação da Informação

A informação pode ser transmitida numa mídia de transmissão como uma representação de passagem de informação para o receptor. A mídia de transmissão pode ser uma das seguintes:

- fio telefônico usado pelo aparelho telefônico
- ar utilizado pelo rádio transmissor
- fibra ótica utilizado como backbone por várias redes de área local (LAN)
- cabo coaxial utilizado pelos circuitos de televisão fechada

O sinal se baseia na variação de propriedades físicas tais como níveis de voltagem e valores de corrente. Essas variações de propriedades física pode matematicamente ser representada como uma função do tempo. Usando a transformação de Fourier, qualquer razoavelmente acreditada função periódica pode ser representada como um somatório de Senos e Cosenos.

Onde t é padrão para tempo, $f = 1/T$ é a frequência fundamental mostrada na figura para a forma de onda sendo analisada, a_n e b_n são os seno e coseno das amplitudes dos n harmônicas, $g(t)$ é a forma de onda original, e $C/2$ é a média do valor do sinal original.

A informação tais como dados digitais entre seu computador pessoal e o modem é um sinal periódico onde o periódico depende da velocidade do modem.

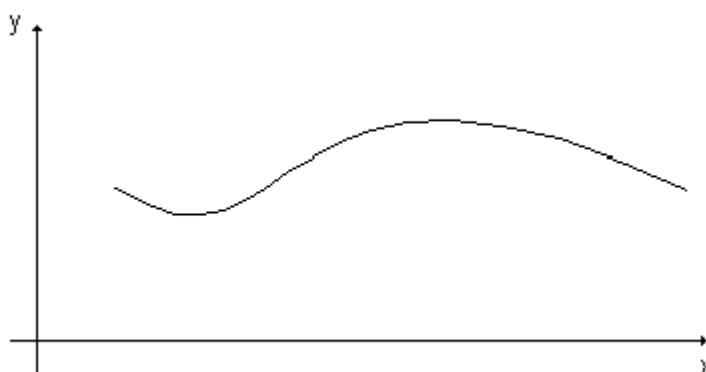
1.2 - Sinais

Os sinais podem ser Analógicos ou Digitais

1.2.1 - Sinal Analógico

Sinal analógico é aquele que varia continuamente, em qualquer grau, dentro de uma faixa definida pelos limites inferior e superior.

Sinais analógicos são ondas cuja amplitude pode variar continuamente ao longo do



tempo, assumindo qualquer valor dentro de um intervalo que caracteriza sua amplitude máxima e mínima.

Fig. 1.2 Onda Analógica

1.2.2 - Sinais Digitais

Sinal digital é aquele no qual as informações são representadas por estados discretos.

Os sinais digitais se caracterizam pela presença de uma sucessão de intervalos de tamanho fixo iguais a T segundos, chamados *intervalos de sinalização*. Durante cada intervalo, o sinal transmitido não apresenta variação de amplitude, caracterizando um dos possíveis símbolos digitais transmitidos.

O bit é a unidade de informação e corresponde precisamente à amplitude ($v1$ ou $v2$) do sinal digital da figura.

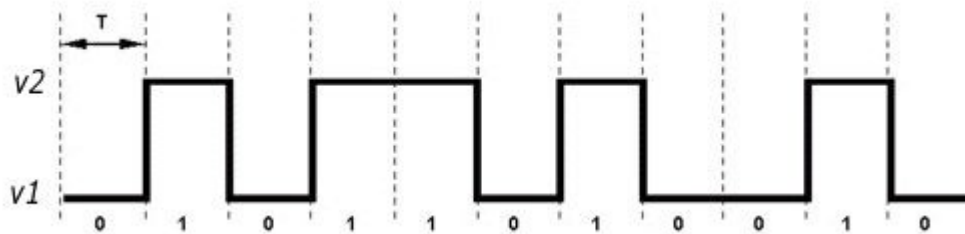
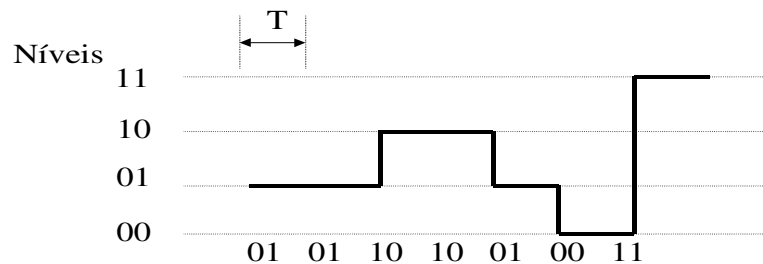


Fig. 1.3 Sinal Digital

1.3 Codificação Digital

O número de níveis utilizados em sinais digitais não precisa, necessariamente, se restringir a dois. Outras formas possíveis de codificação de sinais digitais podem ser obtidas através da atribuição de mais de um bit a cada nível de amplitude.

A figura a seguir exemplifica uma codificação de 2 bits (dibit), utilizando 4 níveis de



sinal.

Fig. 1.4 Codificação Digital

1.3.1 - Baud

Devemos notar que a sinalização, em termos do **número de intervalos de sinalização por segundo**, pode ser diferente do número de bits por segundo (bps).

No caso “dibit”, cada intervalo de sinalização por segundo corresponde a 2 bps.

O número de intervalos de sinalização por segundo de um sinal digital é o número de bauds deste sinal.

1.4 - Banda

Conjunto de sinais situados entre os extremos de Espectro de freqüências.

Ex. de Banda : Voz : de 30 hz a 20 Khz
 Telefonia : .de 300 a 3400 hz
 Cabo Categoria 5 : de 0 a 100 Mhz

1.4.1 - Banda Passante

Você já ouviu falar no termo “banda larga”? Várias matérias de jornal, especialmente em cadernos de informática, têm falado disso quando abordam o tema da VELOCIDADE na rede.

Esse assunto tem a ver com um conceito da maior importância no processo de comunicação: o de *banda passante*. Este conceito nos levará a entender como um sinal

qualquer pode ser decomposto e analisado em componentes que permitirão o seu estudo mais aprofundado, bem como o entendimento da relação entre a velocidade de transmissão e a banda utilizada.

1.5 - Série de Fourier

Ainda no século XIX, um famoso matemático francês chamado Jean Fourier provou que qualquer sinal periódico pode ser considerado como uma soma (possivelmente infinita) de senos e cossenos de diversas frequências.

Nessa soma, cada componente em uma dada frequência é chamada de *harmônico*.

A definição de período, frequência, comprimento de onda e amplitude de uma onda senoidal é ilustrada na figura a baixo:

1.5.1 - Componentes de um Sinal

Suponha um sinal periódico expresso como uma função do tempo $g(t)$, com período T_0 .

A frequência $f=1/T_0$ é chamada *frequência fundamental* do sinal. Juntamente com o sinal de frequência fundamental (também chamado de *primeiro harmônico*), os sinais nas outras frequências (múltiplas inteiras da frequência fundamental f) presentes na soma formam as *componentes do sinal* $g(t)$.

1.5.2 - Domínio do Tempo e da Frequência

A representação de um sinal através da série (ou transformada) de Fourier é o equivalente à apresentação dos seus vários harmônicos. E em outras palavras, pode-se representar um sinal $g(t)$ sempre de duas formas:

- (1) através de uma representação no *domínio do tempo*, onde a função $g(t)$ é definida como uma função do tempo t , e
- (2) através de uma representação no domínio da *frequência*, onde o sinal é definido em termos de suas componentes ou, em outras palavras, o seu *espectro*.

1.5.3 - Um Pulso Retangular Representado nos Domínios do Tempo e Frequência

No primeiro exemplo temos um pulso digital no domínio do tempo.

No segundo exemplo temos o mesmo pulso no domínio da frequência.

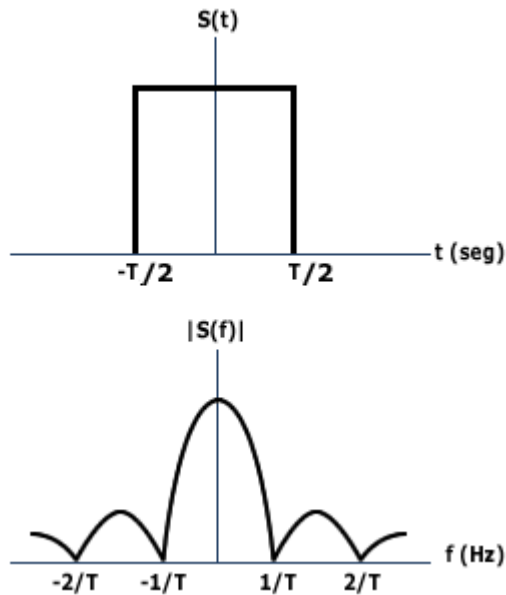


Fig. 1.5 Frequência Fundamental e harmônicas

1.5.4 - Resumo dos Conceitos de Decomposição de Sinais

Todo e qualquer sinal pode ser decomposto através de uma soma (finita ou infinita) de ondas cosenoidais.

Representar um sinal no domínio do tempo é representar o valor da amplitude do sinal para cada instante do tempo.

Representar um sinal no domínio da frequência é representar a amplitude de cada onda cosenoidal que compõe o sinal, ou seja, representar o seu espectro de frequência.

1.6 - Transmissão de Sinais Digitais em Meios Físicos

Você já tentou gritar de um lado para outro de uma avenida, chamando um amigo? Num caso desses, certamente a distância distorce ou atrapalha a transmissão da mensagem e dificulta a compreensão.

Algo parecido ocorre com os meios físicos: eles são imperfeitos, isto é, causam distorções nos sinais que neles trafegam.

Ao longo deste curso temos focalizado nossa atenção sobre a transmissão de sinais digitais num meio físico. Para isto, é necessário determinar “o quanto é possível” transmitir em cada caso. Logo, definiremos os conceitos de *banda passante e largura da banda*.

A partir destes conceitos, é possível definir a capacidade máxima de um canal, utilizando-se de um resultado obtido por H. Nyquist.

O resultado desta definição é a conclusão de que quanto maior a velocidade na qual desejamos transmitir, maior terá que ser a banda passante correspondente.

1.7 - Banda Passante e Largura de Banda

Os resultados obtidos por Fourier nos permitem, agora, definir os conceitos de banda passante e largura da banda.

Denomina-se *banda passante de um sinal* o intervalo de frequências que compõem este sinal.

A *largura da banda* desse sinal é o tamanho de sua banda passante, ou seja, a diferença entre a maior e a menor frequência que compõe o sinal.

Exemplo: Cabo Categoria 5 : LB de 100 Mhz
Voz : LB de 19.070 kHz
Telefonia : LB de 3.100 Hz

1.8 Distorção de Sinais Devido à Filtragem de Frequências pelo Meio Físico

Você deve Ter isto, no exemplo da comunicação por sinais de fumaça, que em determinado momento o ar dissipa o que foi enviado, possivelmente dificultando a compreensão e talvez até distorcendo as mensagens. Pois bem, existem várias outras manifestações físicas, diferentes do ruído, inerentes aos meios físicos, que podem distorcer um sinal transmitido. Nenhum meio de transmissão é capaz de transmitir sinais sem que haja perdas de energia durante o processo.

Perdas de energia implicam reduções na amplitude dos sinais componentes de um sinal. Se todos os sinais componentes fossem igualmente reduzidos em amplitude, o sinal resultante seria todo reduzido em amplitude, mas não distorcido.

Infelizmente, a característica dos meios de transmissão é de provocar perdas de diferentes proporções nos diversos componentes, provocando a distorção do sinal resultante transmitido. Essa característica dos meios físicos lhes confere a propriedade de funcionarem como *filtros de frequência* dos sinais por eles transmitidos.

1.9 Curva de Ganho para Cada Frequência em um Meio Físico

A proporção de perda (também chamada atenuação) para cada frequência do espectro é uma característica de um meio físico e pode ser descrita através de um gráfico (frequência X ganho).

Tal gráfico mostra, para cada frequência componente de um sinal qualquer como aquele meio físico atenua tal componente, isto é, o ganho que é aplicado ao sinal naquela frequência. O ganho

é um valor entre 0 e 1 que, multiplicado pela amplitude do sinal naquela frequência, resulta na amplitude daquela componente após a transmissão do sinal pelo meio físico em questão. Um ganho igual a 1 significa que aquela frequência é completamente preservada, enquanto que os outros valores, menores do que 1, correspondem a atenuações.

Desta forma, o meio de transmissão atua como um filtro sobre o sinal, isto é, o sinal sofrerá uma perda em cada um de seus componentes, de acordo com a curva do ganho daquele meio físico, provocando distorções no sinal transmitido.

1.10 - Banda Passante dos Meios Físicos

Em geral, a curva de ganho em meios de transmissão corresponde à característica de filtros passa-faixa, nos quais uma determinada banda é praticamente preservada (isto é, ganho igual a aproximadamente 1) enquanto que sinais componentes de frequências exteriores a essa banda são praticamente eliminados durante a transmissão.

Chamaremos *banda passante do meio físico* aquela faixa de frequências que permanece praticamente preservada pelo meio.

Considere, como exemplo, a curva característica da linha de transmissão apresentada na figura abaixo. A banda passante dessa linha vai de, aproximadamente, 300 a 3300 Hz, o que representa uma largura de banda de aproximadamente 3 KHz.

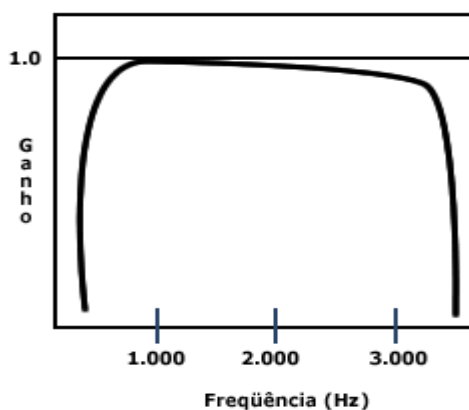


Fig. 1.6 Banda Passante

1.10.1 - Banda Passante Necessária

No caso analógico, denomina-se *banda passante necessária de um sinal* à menor largura necessária na banda passante de um meio físico de forma a garantir uma qualidade mínima no recebimento deste sinal.

No caso de transmissão de sinais digitais a banda passante necessária consiste na largura de banda mínima capaz de garantir que o receptor ainda recupere a informação digital originalmente transmitida.

1.10.2 Banda Passante Necessária Mínima

A pergunta a se fazer é: qual a banda passante W necessária mínima para se transmitir um sinal digital de $1/T$ bps (onde T é o intervalo de sinalização)? Ou, de forma inversa:

quantos bits por segundo podemos transmitir em um meio físico cuja largura de banda é de W Hz?

Para responder a esta pergunta precisamos do resultado obtido por H. Nyquist.

1.11 - Teorema de Nyquist

Em 1928, H. Nyquist formulou uma equação que define a taxa de transmissão máxima para um canal de banda passante limitada e imune a ruídos.

Nyquist provou que, se um sinal arbitrário é transmitido através de um canal de largura de banda W Hz, o sinal resultante da filtragem pode ser completamente reconstruído pelo receptor através da amostragem do sinal transmitido, a uma frequência igual a no mínimo 2W vezes por segundo.

1.11.1 - Capacidade Máxima de um Canal

Como consequência do fenômeno demonstrado pelo Teorema de Nyquist, o máximo que se consegue transmitir através de um canal de largura de banda igual a W Hz é 2W bauds.

Como um **baud = $\log_2 L$ bps** (onde L é o número de níveis utilizado na codificação), a capacidade C do canal na ausência de ruídos é dada por:

$$C = 2W \log_2 L \text{ bps (log de L na base 2)}$$

1.11.2 - Relação entre Velocidade e Banda Passante

O teorema de Nyquist nos dá uma fórmula para a velocidade ou *capacidade* (em bps) de um canal na ausência de ruídos. Observados essa fórmula

$$C = 2W \log_2 L \text{ bps}$$

Percebe-se que quando maior a velocidade de transmissão de um sinal, maior a banda passante necessária.

É por isso que redes de alta velocidade, isto é, redes que permitem a transmissão a alta velocidade, são algumas vezes chamadas de redes em banda larga, pois exigem uma banda passante maior quanto for a taxa de transmissão.

1.12 - Distorção de Sinais

Além dos efeitos de distorção dos sinais transmitidos oriundos da banda passante limitada do meio físico, outros fatores causam degradação nos sinais durante a transmissão.

Entre eles encontramos:

- os ruídos presentes durante a transmissão,
- a atenuação e

- os ecos.

Todos estes fatores afetam a qualidade da transmissão. É necessário, então, encontrarmos uma forma de se levar em conta como eles afetam a capacidade máxima do cana ou como podem ser compensados.

1.13 - Fontes de Ruídos

Existem diversas fontes de ruído que podem estar presentes em uma comunicação. Alguns exemplos são:

- Ruído Térmico
- Ruído de intermodulação
- Ruído de Crosstalk
- Ruído impulsivo.

1.13.1 - Ruído Térmico

O *ruído térmico* é provocado pela agitação dos elétrons nos condutores, estando, portanto, presente em todos os dispositivos eletrônicos e nos meios de transmissão mais utilizados.

O ruído térmico é uniformemente distribuído em todas as frequências de espectro (sendo por isto freqüentemente citado como *ruído branco*) e seu valor é função, dentre outros parâmetros, da temperatura.

1.13.2 - Ruído de Intermodulação

Quando sinais de diferentes frequências compartilham um mesmo meio físico(resultado da multiplexação na frequência) pode-se obter um ruído denominado *ruído de Intermodulação*

1.13.3 - Ruído de Crosstalk

Com certeza você já passou por uma situação comumente chamada de linha cruzada. Esse é o ruído de *Crosstalk*, bastante comum em sistemas telefônicos. Tal efeito é provocado por uma interferência indesejável entre condutores próximos que provocam interferências mútuas.

1.13.4 - Ruído Impulsivo

O ruído impulsivo é não contínuo e consiste de pulsos irregulares e com grandes amplitudes, sendo de difícil previsão e prevenção. Tais ruídos podem ser provocados por diversas fontes, incluindo distúrbios eletromagnéticos externos, falhas nos equipamentos, etc.

1.14 Quantificação do Ruído

A quantidade de ruído presente numa transmissão é medida em termos da razão entre a potência do sinal e a potência do ruído, e é denominada *razão sinal-ruído*. Se representarmos a potência do sinal S e a potência do ruído por N , a razão sinal-ruído será representada por S/N .

Ao invés de se utilizar esta razão diretamente, é muito comum empregar-se o valor $10 \log_{10}(S/N)$.

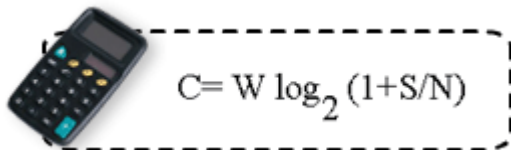
O resultado obtido é uma medida da razão sinal-ruído em uma unidade denominada *decibel (dB)*.

- Por exemplo, uma razão de 10 corresponde a 10 dB; uma razão de 100 corresponde a 20 dB; uma razão de 1.000 corresponde a 30 dB e assim por diante.

1.14.1 - Lei de Shannon

O teorema de Nyquist nos permite determinar a capacidade máxima C de um canal na ausência de ruídos. Shannon estendeu este resultado para levar em conta o efeito dos ruídos.

O principal resultado de Shannon (conhecido como a Lei de Shannon) afirma que a capacidade máxima C de um canal (em bps) cuja largura de banda é W Hz, e cuja razão sinal-ruído é S/N , é dada por:


$$C = W \log_2(1 + S/N)$$

$\text{dB} = 10 \log_{10}(S/N)$ onde S/N é o valor numérico da relação da potência do sinal/potência do ruído

$\text{dB} = 20 \log_{10}(V1/V2)$ onde $V1/V2$ representa Voltagem1/Voltagem 2

Fórmula da conversão de base logarítmica = $\log_b X = \log_e X / \log_e b$

1.14.1.1 - Lei de Shannon - Exemplo

Vejamos um exemplo de uso da lei de Shannon: um canal de 3.000 Hz com uma razão sinal-ruído de 30 dB (parâmetros típicos de uma linha telefônica) não poderá, em hipótese alguma, ser usado para uma transmissão a uma taxa maior que 30.000 bps, não importando quantos níveis de sinal se utilizem ou qual a frequência de sinalização.

1.15 - Atenuação

Se uma pessoa gritar uma frase para outra que se encontra a uma distância razoável, certamente parte das frases se perderá. Nas transmissões em outros meios físicos

acontece o mesmo fenômeno: a potência do sinal cai, conforme a distancia percorrida aumenta.

Essa queda, denominada *atenuação*, é, em geral, expressa por um número constante de decibéis por unidade de comprimento. A atenuação se dá devido a perdas de energia por calor e por radiação. Em ambos os casos, quanto maiores as frequências transmitidas, maiores as perdas.

1.16 - Repetidores de Sinal

Já que a atenuação aumenta com a distancia, uma forma fácil de contornar este problema é colocar repetidores ao longo da linha de transmissão. O repetidor simplesmente regenera o sinal ao seu nível original, desde que o sinal que chegue até ele não tenha sido atenuado além de um determinado valor máximo.

Para garantir que os repetidores consigam fazer seu trabalho, eles devem estar espaçados de tal forma eu a atenuação do sinal no meio de transmissão entre eles fique dentro dos limites aceitáveis. Esta distancia depende das características específicas do meio físico utilizado.

1.17 - Ecos

Ecos em linhas de transmissão causam efeitos similares ao ruído. Eco corresponde ao retorno de parte do sinal transmitido embutido (como um ruído) em um sinal que está sendo recebido.

Em sistemas telefônicos, os ecos podem ser bastante desagradáveis quando percebidos em intervalos maiores que dezenas de milisegundos. Nesses sistemas é comum a utilização de canceladores de eco nos pontos onde é inevitável a sua geração.

1.18 - Informação x Ruído x Largura de Banda

A mais importante questão associada com um canal de comunicação, como visto acima, é a taxa máxima na qual ele pode transferir informação. A informação somente pode ser transferida por um sinal se ao mesmo é permitido mudar de valor fisicamente. Sinais analógicos passando através de canais físicos não podem mudar arbitrariamente de forma rápida. A taxa pela qual o canal pode mudar é determinada pela largura de banda. De fato, ele é governado pela mesma lei de Nyquist-Shannon: um sinal de largura de banda B pode mudar numa taxa máxima de $2B$. Se cada mudança é usada para significar um bit, a taxa máxima de informação é $2B$.

O teorema de Nyquist-Shannon não faz observação referente à magnitude do sinal (Bhatti, *The Relationship Between Information, Bandwidth and Noise*). Se as mudanças de diferentes magnitudes forem associadas a diferentes bits, a taxa de informação pode ser incrementada. Então, cada vez que o sinal muda ele pode tomar forma de um em n níveis, e a taxa de informação é incrementada.

Existe um limite para este número de níveis ? O limite é dado pela presença do ruído. Se nós continuamos a subdividir a magnitude das mudanças para até mesmo diminuir os intervalos entre a representação de um nível e outro, nós alcançaremos o ponto onde nós não podemos distinguir o nível individual por causa da presença do ruído. Ruídos, portanto, limitam a taxa máxima na qual podemos transferir informação.

02 – Modulação

2.1 – Conceitos

2.1.1 MODULAÇÃO

A maioria dos sinais, da forma como são fornecidos pelo transdutor, não podem ser enviados diretamente através dos canais de transmissão. Conseqüentemente, uma onda portadora cujas propriedades são mais convenientes aos meios de transmissão, é modificada para representar a mensagem a ser enviada. A modulação é a alteração sistemática de uma onda portadora de acordo com a mensagem (sinal modulante), e pode incluir também uma codificação.

É interessante notar que muitas formas não elétricas de comunicação, também envolvem um processo de modulação, como a fala por exemplo. Quando uma pessoa fala, os movimentos da boca são realizados a taxas de frequências baixas, da ordem de 10 Hertz, não podendo a esta frequência produzir ondas acústicas propagáveis. A transmissão da voz através do ar é conseguida pela geração de tons portadores de alta frequência nas cordas vocais, modulando estes tons com as ações musculares da cavidade bucal. O que o ouvido interpreta como fala é, portanto, uma onda acústica modulada, similar, em muitos aspectos, a uma onda elétrica modulada.

2.1.2 O PORQUE DA MODULAÇÃO

Podemos resumir: A modulação é necessária para “casar” o sinal com o meio de transmissão. Este “casamento” envolve algumas considerações importantes, detalhadas nos itens seguintes:

MODULAÇÃO PARA FACILIDADE DE IRRADIAÇÃO
MODULAÇÃO PARA REDUÇÃO DE RUÍDO E INTERFERÊNCIA
MODULAÇÃO PARA DESIGNAÇÃO DE FREQUÊNCIA
MODULAÇÃO PARA MULTIPLEXAÇÃO
MODULAÇÃO PARA SUPERAR LIMITAÇÕES DE EQUIPAMENTO

2.1.3 “Modulação” e “Modem”

A modulação é uma técnica que permite modificar um sinal de características conhecidas, de forma que ele seja capaz de carregar informações. Tipicamente, este sinal de características conhecidas é chamado de portadora e o sinal resultante (que vai ser colocado no meio físico pelo emissor) é o sinal modulado.

A partir do conhecimento da portadora original e de suas características, é possível ao receptor descobrir que informações foram codificadas na mesma, e assim recupera-las, tornando a comunicação possível.

Resumindo o processo, teremos, no emissor, um equipamento responsável pela “modulação”). Ele será responsável pela “conversão” da portadora em um sinal que contém as informações digitais. Do outro lado, teremos um outro equipamento

responsável pela decodificação da informação (chamada de **DEModulador**). Como na maior parte dos ambientes atuais é difícil separar em termos funcionais(e até mesmos físicos) o emissor e o receptor, normalmente temos um equipamento que é capaz de fazer os dois papéis ao mesmo tempo, ou melhor, um modem (a palavra vêm da junção das palavras **MO**dulador e **DE**Modulador.) .

2.2 Os tipos de modulação

Em grande parte, o êxito de um sistema de comunicação depende da modulação, de modo que a escolha do tipo de modulação é uma decisão fundamental em projetos de sistemas para transmissão de sinais.

Muitas e diferentes técnicas de modulação são utilizadas para satisfazer as especificações e requisitos de um sistema de comunicação. Independente do tipo de modulação utilizado, o processo da modulação deve ser reversível de modo que a mensagem possa ser recuperada no receptor pela operação complementar da demodulação.

A princípio, é possível identificar dois tipos básicos de modulação, de acordo com o tratamento da portadora pelo sinal modulante:

MODULAÇÃO ANALÓGICA

MODULAÇÃO DIGITAL

Ambos são utilizados nos sistemas de comunicação conforme o tipo de sinal que se quer transmitir. Os dois tipos mencionados acima se subdividem em subtipos de acordo com as necessidades e requisitos do projeto.

Quando o sinal da portadora é analógico, temos uma modulação analógica. Quando a portadora é um sinal digital temos a codificação digital. Em ambos os casos, para efeito do nosso estudo, as informações codificadas serão sinais digitais.

Nesta disciplina iremos abordar somente a Modulação Analógica.

Só para exemplificar, quase a totalidade dos modems utilizados por usuários domésticos para conexão com a Internet são modems analógicos. Por este motivo, falamos a pouco que talvez você mesmo já usasse a modulação analógica sem saber...

2.2.1 MODEM ANALOGICO

Os modems analógicos funcionam baseados em modulação e demodulação analógica, a qual é explicada a seguir:

2.2.2 MODULAÇÃO ANALÓGICA

Também classificada como modulação de onda contínua (CW), na qual a portadora é uma onda cosenoidal, e o sinal modulante é um sinal analógico ou contínuo.

Há um número infinito de formas de onda possíveis que podem ser formadas por sinais contínuos. Tratando-se de um processo contínuo, a modulação CW é conveniente para este tipo de sinal.

Em modulação analógica, o parâmetro modulado varia em proporção direta ao sinal modulante.

Normalmente, a onda portadora possui uma frequência muito maior do que qualquer um dos componentes de frequência contidos no sinal modulante. O processo de modulação, é então caracterizado por uma translação em frequência onde o espectro de frequências da mensagem é deslocado para uma nova e maior banda de frequências.

Na verdade, a grande maioria das linhas telefônicas existentes nas residências são analógicas, o que permite que as mesmas transmitam informações analógicas, como a voz. Por outro lado, para que um computador na sua residência possa se conectar à Internet, por exemplo, ele precisa transferir informações digitais. Portanto, para garantir o uso de um meio analógico como uma linha telefônica para transferência de informações digitais, precisamos de um conversor entre estes dois sistemas, ou melhor, o MODEM (Modulado/DEModulador).

2.2.3 Um portadora típica e suas propriedades

É muito fácil observar como a natureza reage as modificações nos seus estados físicos.

Por exemplo, ao tentar arrastar uma caixa pesada no chão, somos impedidos pela relação do atrito com o solo.

Embora não seja tão visível como neste exemplo óbvio, a natureza também reage a modificações nos estados elétricos. Esta reação, conhecida pelos engenheiros eletricitistas, possui diversas formas. Ela varia em função do tipo de modificação que estamos tentando fazer. Quando por exemplo queremos provocar o movimento dos elétrons dentro de um cabo elétrico (ao passar uma corrente elétrica, por exemplo), a natureza reage sob a forma de um “atrito elétrico”, tecnicamente chamado de resistência elétrica.

Notas:

1 É importante não ser muito rigoroso na interpretação da palavra “equipamento”. Na verdade, um modem é normalmente constituído de partes de hardware e partes de software/firmware(ou até totalmente de software, como vemos nos microprocessadores mais modernos...)

2 Com o avanço das técnicas de representação digital de informações, cada vez mais as informações do homem moderno passam a ser representadas no formato digital. Foi assim com os discos de vinil (substituídos pelos CD's), com os telefones e agora também com a televisão (HD-TV). Tudo leva a crer, então que em breve as informações codificadas serão praticamente todas digitais (mesmo que as portadoras não o sejam!).

No entanto, quando estamos tentando transmitir informação por um meio físico como um cabo elétrico, por exemplo, é necessário, garantir que a corrente elétrica circulante tenha suas propriedades variando com o tempo, ou não conseguiremos representar nada!

Por esse motivo, a portadora normalmente é um sinal com propriedades variáveis com o tempo de acordo com uma função periódica qualquer.

Existem diversos tipos de portadora cada qual representada por uma função periódica específica. Imaginando um sinal digital, vem à nossa mente a imagem de uma onda quadrada, já que esta representa “0s” e “1s” dos bits a serem transmitidos. Infelizmente, no entanto, se decidimos injetar uma onda quadrada diretamente em um meio físico convencional, suas variações bruscas de tensão provocariam uma reação muito forte por consequência, teríamos uma distorção significativa, inviabilizando a interpretação dos dados no receptor. Na figura 2.1 vemos o efeito da distorção sobre uma portadora quadrada em um meio físico típico. No entanto, em meios físicos específicos, ou com distancias limitadas, é perfeitamente possível injetar diretamente o sinal no meio físico.

Temos a chamada modulação em banda base, ou modulação digital, que será analisada nos próximos capítulos.

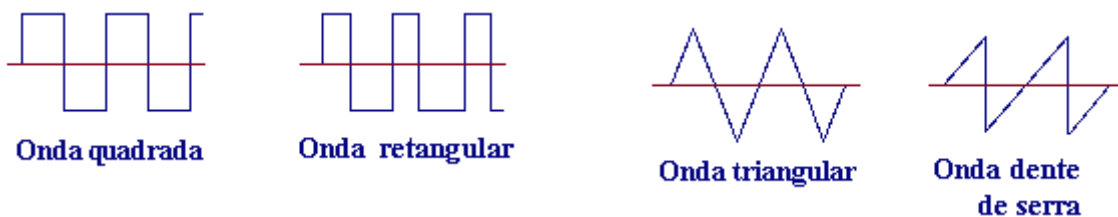


Fig. 2.1 Onda quadrada e a onda dente de serra resultantes após distorção provocada pelo encaminhamento através de meio físico típico

Por outro lado, por razões que só a natureza e alguns matemáticos privilegiados, conseguem explicar, temos uma função periódica bem menos sujeita a estas reações naturais. Esta função é a senoide. A maior prova de que isto é verdade é que qualquer sinal, independente de sua função periódica representativa, pode ser representado pela soma, de uma série de senóides. Este teorema, demonstrado pelo matemático Fourier”.

Nós vamos entender melhor as aplicações deste teorema um pouco mais tarde, mas vale a pena saber de sua existência só para mostrar porque a senoide foi a função periódica escolhida como ideal como portadora nos sistema de comunicação.

De nada adiantaria uma portadora se não tivéssemos a intenção de modificar as suas propriedades para inserir as informações desejadas. Por esse motivo, é muito importante conhecer as principais propriedades de uma portadora típica. Na Figura 2.2, vemos um senoide típica e suas propriedades.

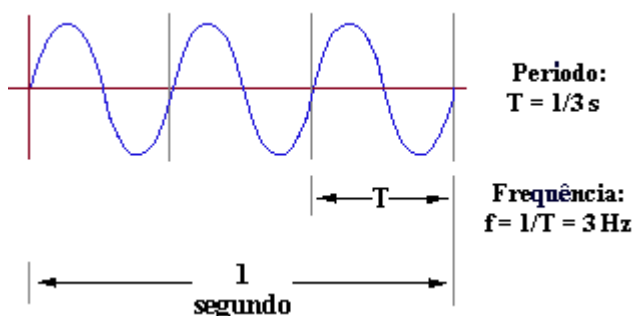


Fig. 2.2 Uma portadora típica e suas propriedades

Amplitude : é a diferença de ordenada entre o ponto mais alto e mais baixo do sinal. É medida normalmente em volts (V), no caso de sinais elétricos.

Período: como o gráfico representa uma função periódica com o tempo, o eixo dos x representa o tempo. O período é o tempo para montagem de um ciclo completo da portadora, medido em segundos.

Frequência : representa a quantidade de vezes por segundo em que o sinal sofre alterações de no seu estado, ou melhor, o inverso do período. É medida em Hertz (Hz). No caso específico de comunicação de dados, pode também ser usada a unidade *baud*, um termo cada dia menos utilizado.

Fase: analisando o gráfico, esta corresponde ao período de tempo decorrido entre o início dos tempos (posição 0,0 do gráfico) e o início do próximo ciclo. No entanto, ao invés de ser medida em segundos, a fase é medida em graus. Considerasse que um ciclo completo “mede” 360° . Como a fase será sempre menor que um ciclo (observe o prolongamento pontilhado à esquerda do “primeiro” ciclo), seu valor pode variar entre 0° e 360° .

2.3 O limite Nyquist & Portadoras em Linhas Telefônicas

Criadas para comunicação direta entre pessoas, as linhas telefônicas hoje são muito utilizadas também para tráfego de dados. Tal uso implica em uma série de limitações de performance, segurança e estabilidade. Estas limitações atingem todo o sistema público de linhas chaveadas para telefonia (PSTN – *Public Switched Telephone network*).

Entre as principais limitações a que está sujeita uma linha telefônica está a baixa frequência de sinalização. Como a voz humana pode ser representada por sinais sonoros com frequência variando entre 300 a 3.300 Hz, a faixa de frequências (também conhecida como banda de passagem) necessária para a transmissão da voz é de apenas 3.000 Hz, uma faixa muito estreita para as aplicações de comunicação de dados. Isto

também implica na limitação da frequência máxima da portadora. É ainda mais fácil explicar esta limitação se discutirmos um conceito matemático descoberto em 1928.

Foi em 1928 que o matemático Nyquist demonstrou uma relação entre a frequência de um sinal e a taxa de amostragem necessária para garantir a reprodução do mesmo sinal em um receptor. Esta relação, conhecida como **limite Nyquist**, determina que a taxa de sinalização em Hz não precisa ser superior a duas vezes a frequência do sinal.

Garantindo este limite, temos a recepção do sinal sem perda de informação. Somando isto à redução de 50% provocada pelas técnicas de modulação, chegamos a uma taxa de sinalização igual ou inferior a 3.000 Hz (tipicamente 2.400 Hz).

No entanto, como sabemos existem modems que superam, e muito, a taxa de 3.000 bps.

A solução adotado pelos fabricantes para permitir tais taxas de transferência mais elevadas foi projetar modems que agrupassem uma seqüência de bits, associando cada possível conjunto de bits a um valor específico no momento da modulação. Obviamente, isto implica em abandonar o sistema binário, já que passarão a existir diversos estados diferentes a serem codificados. No entanto, como cada um dos diferentes estados na verdade representa um conjunto de bits, adota-se sistemas de numeração múltiplos de 2 apenas durante a modulação/demodulação. Esta técnica pode formar, por exemplo, grupos de dois ou três bits e transmiti-los com base em valores de amplitude ou fase de um grupo de 4 (2^2) ou 8 (2^3) estados possíveis de amplitude/fase.

2.4 As técnicas (ou tipos) de modulação convencionais :

A alteração de uma das propriedades de uma portadora de forma a representar informações digitais é a modulação propriamente dita. Como vimos, temos três propriedades diferentes que podem ser modificadas. Consequentemente, podemos ter a modulação por amplitude, por frequência ou por fase. A seguir apresentamos os três diferentes tipos de modulação. Como veremos, o termo chaveamento, ou *keying*, em inglês, é também utilizado para representar a modulação.

2.4.1 ASK (*Amplitude Shift-Keying*) ou Modulação por Amplitude :

Como o próprio nome já diz, trata-se da modulação onde a propriedade alterada é a amplitude da portadora. Na figura 2.3 podemos ver o efeito deste tipo de modulação em uma portadora senoidal. Observem que o sinal modulado, tem sua amplitude variando em função do valor binário da informação. No entanto, as demais características da portadora, como frequência e fase, são mantidas.

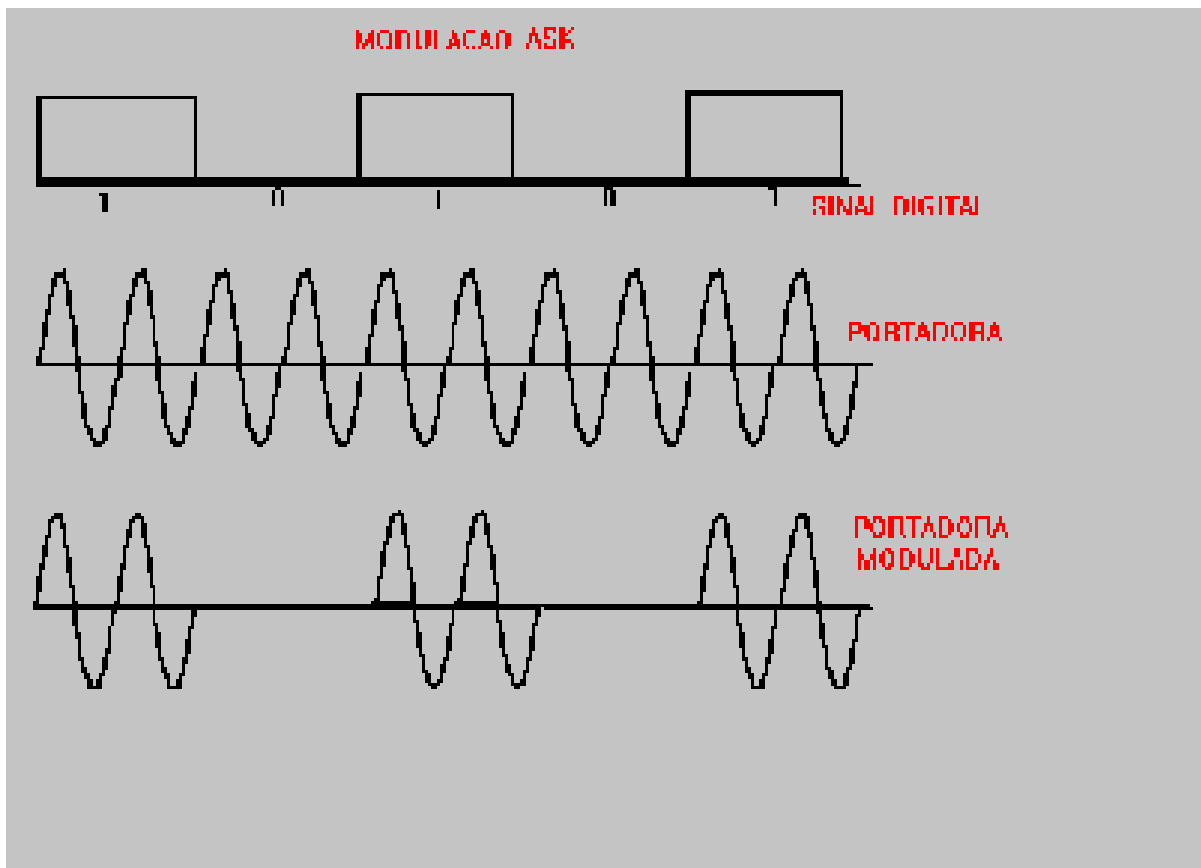


Fig. 2.3 Efeito da modulação ASK sobre uma portadora senoidal

Bastante simples de entender e também de implementar, a modulação em amplitude vem sendo utilizada a muito tempo em telecomunicações em geral. É o método utilizado pelas emissoras de rádio AM (dá para adivinhar o que significa AM ?), pelo sinal de vídeo da televisão de nossas casas etc. No entanto, para aplicações de comunicação de dados, a modulação em amplitude pura tem alguns problemas.

Para entender o principal problema associado à modulação em amplitude, é importante discutir a natureza dos ruídos, ou sinais interferentes. Entende-se como ruído um sinal indesejado que se apresenta agregado ao sinal modulado no receptor.

A maior parte das fontes naturais e artificiais de ruídos provocam alterações na amplitude dos sinais modulados. Desta forma, uma alteração causada pelo ruído pode ser confundida com a informação codificada, já que ambas alteram a amplitude do sinal modulado. Felizmente o uso de sistema de codificação digital binário torna mais difícil confundir ruído com informação. No entanto, ruídos de amplitude mais elevada ou sistemas que utilizem codificação com mais de dois estados (4*) (não binários) tornam a modulação por amplitude demasiadamente sujeita a falhas causadas por interferências.

Outro problema é a chamada distorção de atenuação. Muitos meios físicos e equipamentos ativos são sujeitos a distorções causadas pela variação indesejada da atenuação de um sinal em função de características não controladas. Como esta atenuação variável acaba implicando em variações de amplitude, o receptor pode confundir a distorção com informação, o que é inaceitável. Recursos mais modernos

permitem garantir uma resposta de amplitude estável no meio de transmissão, o que acaba por minimizar os efeitos deste problema.

Estes problemas acabaram por reduzir significadamente a utilização da modulação em amplitude em ambientes de comunicação de dados.

Nota 4 : a modulação em amplitude é largamente utilizada em conjunto com outras técnicas de modulação.

2.4.2 FSK (*Frequency Shift- Keying*) ou Modulação por Frequência :

Nesta técnica, a propriedade alterada é a frequência da portadora. Através de uma associação de valores digitais a frequências específicas, é possível ao DEModulador identificar o valor codificado pelo modulador. Para uma transmissão de valores binários, por exemplo, basta especificar duas frequências diferentes, uma para o 0 e outra para o 1.

Observe na figura 2.4 o efeito obtido em uma portadora senoidal

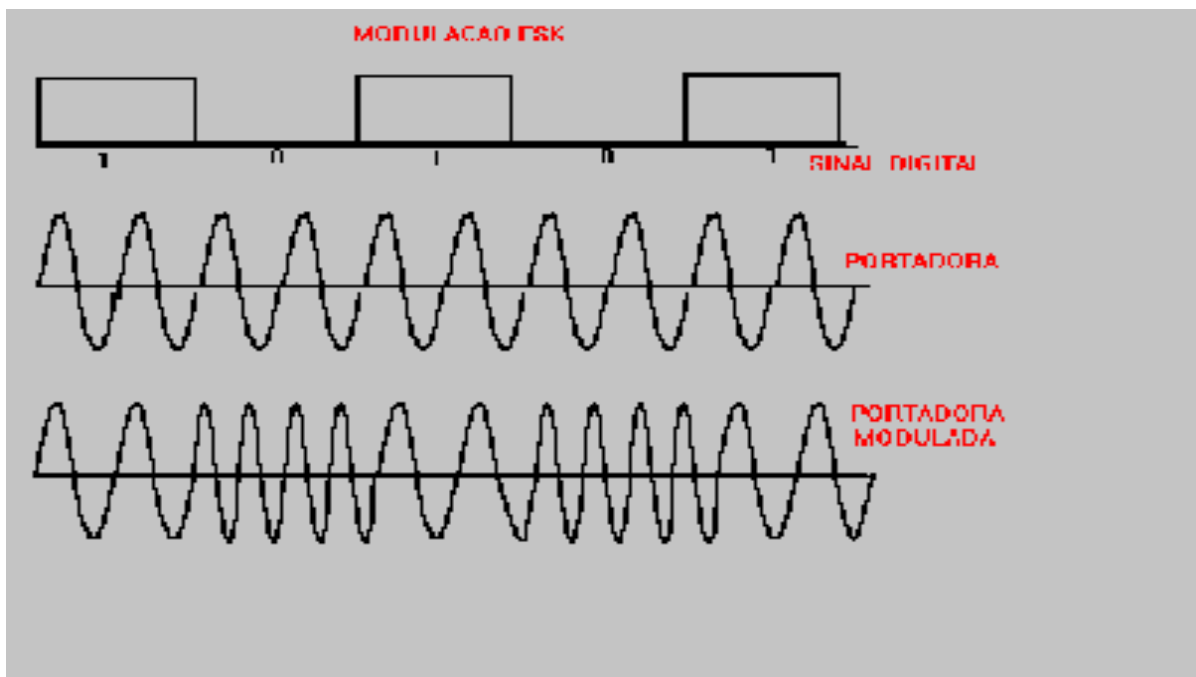


Figura 2.4 - Efeito da modulação FSK sobre uma portadora senoidal

A modulação em Frequência de sinais analógicos é muito conhecida por ser utilizada para a codificação de sinais de áudio nas emissoras FM (o nome é auto-explicativo).

Também usada para a transmissão do sinal sonoro nas emissoras de televisão, a modulação em frequência é reconhecida como sendo relativamente imune a ruídos, garantindo transmissões de alta qualidade.

No entanto, no nosso caso, o que interessa é a transmissão de dados digitais através desta técnica de modulação. Considerando no entanto as características técnicas de uma linha telefônica típica, normalmente trabalhamos com uma frequência máxima de sinalização de 2.400 Hz. Com isto, não é possível grandes variações na frequência da portadora, e, por conseqüência, transportamos menor quantidade de informação representada (5*). Por isto a modulação em frequência em linhas telefônicas é tipicamente utilizada apenas para modems com taxas de transferencia reduzidas, até 1.200 bps.

Um outro detalhe é que temos duas diferentes alternativas de modulação em frequência : na modulação coerente não ocorre mudança de fase para dígitos do menor valor; já na modulação não coerente, pode haver mudança de fase para dígitos de mesmo valor. O exemplo da figura 2.4 é de modulação não coerente.

2.4.3 PM (Phase Modulation) ou Modulação por Fase

Nesta terceira técnica, alteramos a fase da portadora. Em uma transmissão binária (também conhecida como modulação de bit único), tudo funciona como se existissem duas portadoras, uma defasada 180° em relação à outra.

Nota 5 Lembramos que a representação digital pressupõe uma diferença marcante entre valores adjacentes, para garantir imunidade a ruídos e portanto, qualidade de comunicação.*

A chegada de um bit “1” ou “0” permite a seleção de qual portadora será transmitida (veja figura a seguir). O problema neste caso é garantir o sincronismo de fase entre emissor e receptor.

Uma outra questão até agora não discutida é a necessidade de ampliação na taxa de transferencia nominal. Em uma linha telefônica, por exemplo, se codificarmos apenas um bit em cada ciclo da portadora, a taxa de transferencia máxima que pode ser obtida será de 2.400 bps, ou seja, igual à taxa de sinalização típica em Hz. Para resolver o problema do sincronismo de fase, e ainda conseguir aumentar a taxa de transferencia nominal, temos outros tipos de modulação de fase.

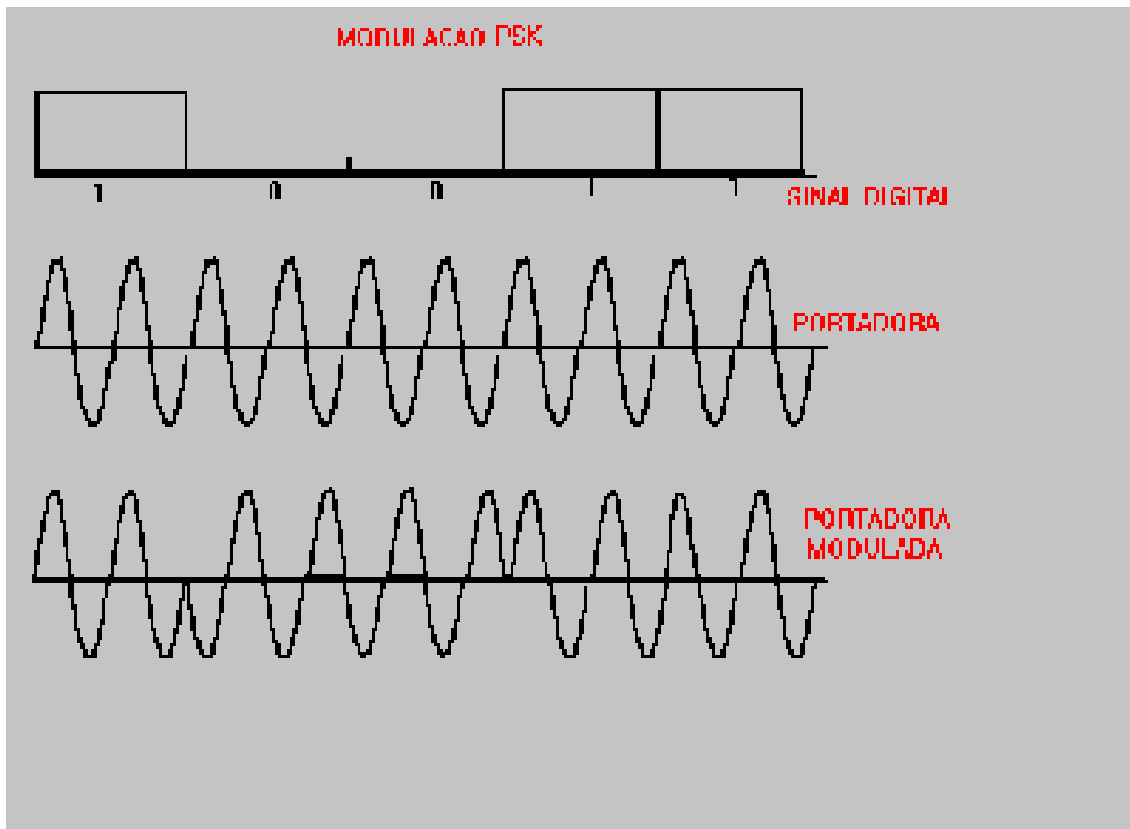


Figura 2.5 - Efeito da modulação Pm convencional sobre uma portadora senoidal

No **modulação diferencial da fase (PSK – Phase Shift Keying)**, por exemplo, o modulador muda a fase da portadora por um determinado número de “graus” para um valor “0” e utiliza um deslocamento de fase diferente para o valor “1”. Na Figura seguinte foi utilizado 0° para o “1” (variação de 0 para 1) e 180° para o “0” (variação de 1 para 0). Como estamos codificando apenas um bit por ciclo, temos a chamada modulação BPSK (*Binary Phase Shift Keying*). Existem também esquemas de codificação para 4 diferentes fases (2 bits por ciclo), chamado de QPSK e com 8 fases diferentes, chamada de 8PSK (3 bits por ciclo.)

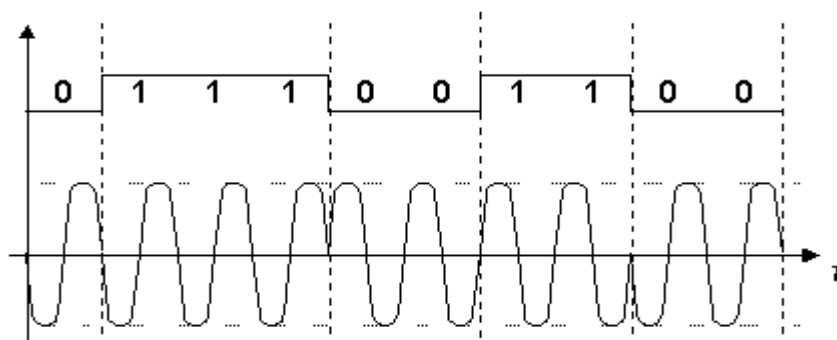


Figura 2.6 – Modulação diferencial de fase binária (Binary Phase Shift Keying -BPSK)

Modems analógicos antigos, que operavam na faixa entre 600 e 4.800 bps, utilizavam a modulação por deslocamento de fase em vários níveis. Alguns dos padrões mais utilizados pelos modems que utilizam a codificação por dupla de bits e terno de bits estão listados na Tabela 1.

<u>Bits Transmitidos</u>	<u>Valores de Ângulo de Fase Possíveis (Graus)</u>		
00	0	45	90
01	90	135	0
10	180	225	270
11	270	315	180
000	0	22,5	45
001	45	67,5	0
010	90	112,5	90
011	135	157,5	135
100	180	202,5	180
101	225	247,5	225
110	270	292,5	270
111	315	337,5	315

Tabela 2.1 – Ângulos de fases típicos

Estas modulações também são chamadas de DPSK (Modulação por Deslocamento Diferencial de Fase)

A modulação em DPSK baseia-se em alterar a fase da portadora, em graus diferentes, conforme o bit de dados seja “0” ou seja “1”, mantendo-se a amplitude constante. Este tipo de modulação permite o envio de mais de um bit de cada vez, associando-se a uma fase particular do sinal com 1 ou mais bits. Podemos representar num diagrama vertical a constelação do DPSK para diversas quantidades de bits. Para modular um bit de cada vez com o DPSK, temos a representação dos pontos das figuras a seguir:



Fig. 2.7 modulação DPSK Dibit e Tribit

Percebemos que aparece dois símbolos na constelação da figura 2.7.1 e 4 símbolos na constelação da figura 2.7.2.

O deslocamento da fase será dado de acordo com as tabelas abaixo e de acordo com a quantidade de bits por baud.

Dibit	
Bits	Deslocamento em graus
00	0
01	90
10	270
11	180

Tribit	
Bits	Deslocamento em graus
000	45
001	0
010	90
011	135
100	270
101	315
110	225
111	180

Tabela 2.2 modulação Dibit e Tribit – ângulos de deslocamentos

2.5 Técnicas Combinadas de Modulação

Combinando diferentes técnicas de modulação (tipicamente amplitude e fase), torna-se possível aumentar a quantidade de estados possíveis para representação de conjunto de bits. Como sabemos, a cada duplicação no número de estados, pode-se acrescentar um novo bit por ciclo, aumentando a taxa de transferência nominal do esquema de modulação.

Foi assim que tornou-se possível a transmissão de dados em alta velocidade usando circuitos de voz. A técnica combinada de modulação mais habitualmente utilizada é a QAM, a qual veremos a seguir.

2.5.1 Modulação de Amplitude em Quadratura (QAM – *Quadrature Amplitude Modulation*).

Uma das primeiras implementações da QAM envolvia 12 valores de fase e 4 valores de amplitude formando 16 estados de sinal possíveis. Isto resulta na decodificação de 4 bits

para cada ciclo. Considerando uma Frequência de sinalização de 2.400 Hz, temos uma taxa de transferência de 9.600 bps. A Figura 2.7 representa os diferentes estados possíveis neste primeiro esquema de modulação, com cada estado representado junto à sua fase a amplitude profissional.

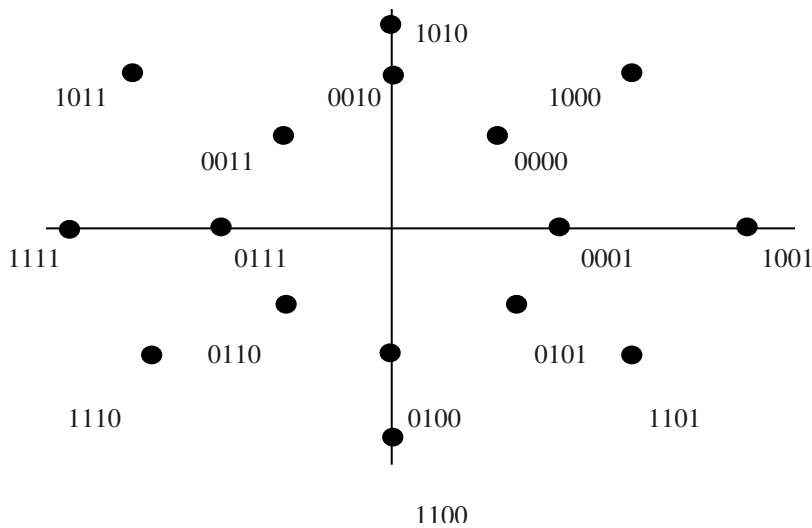


Figura 2.8 – Representação dos 16 diferentes estados possíveis em um dos primeiros esquemas de codificação QAM

Quadribit		
Bits	X	Y
0001	3	0
1001	5	0
0000	1	1
1000	3	3
0010	0	3
1010	0	5
0011	-1	1
1011	-3	3
0111	-3	0
1111	-5	0
0110	-1	-1
1110	-3	-3
0100	0	-3
1100	0	-5
0101	1	-1
1101	3	-3

Tabela 2.3 modulação QAM – ângulos de deslocamentos

Um dos primeiros modems a utilizar esta técnica foi o Bell 209, que transmitia dados a uma taxa nominal de 9.600 bps. Posteriormente, os modems de 9.600 bps aderiram ao

padrão V.29 do ITU (*International Telecommunications Union* – www.itu.int), uma entidade normatizadora com sede em Genebra. O padrão V.29 utiliza uma portadora de 1700 Hz, com um esquema diferente de modulação, utilizando 8 ângulos de fase e 4 amplitudes. Pela figura vista anteriormente podemos deduzir que a mudança no número de fases e/ou amplitudes pode mudar significadamente a taxa de transferência nominal que poderá ser obtida.

Voltando à figura anterior, podemos realizar uma análise da possível influência de interferências sobre o sinal recebido. O gráfico formado pelos pontos indicados é normalmente conhecido como padrão de constelação. No padrão apresentado, temos 12 ângulos diferentes, com diferença entre eles de no mínimo 30 graus, o que garante uma imunidade razoável à interferências que gerem instabilidade de fase. As 3 diferentes amplitudes também estão razoavelmente afastadas, o que garante uma certa resistência a interferências que afetem a amplitude do sinal. Em padrões mais recentes, temos um número bem mais significativo de fases e amplitudes, o que aumenta a probabilidade de erros causados por interferências.

3 - Multiplexação

3.1 Introdução

A banda passante original de um sinal qualquer ocupa, em geral, todas as frequências do espectro. Porém, como vimos pela definição da banda passante necessária, nem todas as frequências contribuem igualmente para a formação de um sinal. Uma vez que a banda passante necessária define uma faixa de frequências que é a faixa considerada realmente importante para a recuperação de um sinal com uma determinada qualidade, essa faixa é, normalmente, bem menor do que a banda passante dos meios físicos disponíveis.

- Ex.: Um par trançado utilizado de uma linha de assinante de sistema de telefonia tradicional tem uma banda passante que pode alcançar 1000 kHz.
Um sinal de voz para uma aplicação telefônica, por outro lado, como observado no exemplo de banda passante necessária, não ocupa mais do que uma faixa de 4 kHz.

Para aproveitar a banda extra disponível, é possível realizar a transmissão de mais de um sinal em um mesmo meio físico por meio de uma técnica denominada de multiplexação.

3.1 Tipos de Multiplexação

Multiplexação é a ação de se compartilhar um mesmo meio físico para várias comunicações simultâneas.

Existem algumas formas de multiplexação, sendo as mais utilizadas:

- A Multiplexação por divisão de frequência (Frequency Division Multiplexing - FDM)
- A multiplexação por divisão de tempo (Time Division Multiplexing – TDM)
- A multiplexação por divisão de código (Code Division Multiplexing – CDM)

3.1.1 Multiplexação por Divisão de Frequência (Frequency Division Multiplexing - FDM)

A técnica de multiplexação por divisão da frequência consiste em tomar cada um dos vários sinais e fazê-los ocupar faixas diferentes do espectro de frequências. Dessa forma, sinais podem ser transmitidos no meio físico, cada um deles ocupando uma banda ou canal distinto com tamanho necessário para sua transmissão.

3.1.1.1 Técnica para Realizar a Multiplexação por Divisão de Frequência

O procedimento para se realizar a multiplexação por divisão de frequência consiste em, primeiramente, filtrar cada sinal de forma a preservar apenas sua banda passante

necessária. Em seguida, cada um dos sinais passará por um processo de transformação (chamado de *modulação*) cujo efeito é deslocá-lo para uma nova faixa ainda não utilizada do espectro. Como os sinais foram previamente filtrados de acordo com a sua banda passante necessária, a informação de cada um deles estará preservada e contida apenas naquela faixa de frequências que agora ele ocupa para ser transmitido, e em nenhuma outra.

Um receptor que deseje recuperar um dos sinais transmitidos em uma linha multiplexada na frequência que está sendo utilizada para a sua transmissão. Assim ele poderá deslocar o sinal recebido de forma a fazer o sinal desejado ocupar novamente a sua faixa original. O sinal pode, a seguir, ser filtrado para conter somente a faixa de frequências do sinal desejado.

3.1.1.2 Multiplexação na Frequência de Dois Sinais de Voz

Considere o exemplo ilustrado na figura abaixo.

Nele estão representados os espectros de dois sinais de voz. Um dos sinais é modulado e, por isso, deslocado para uma outra faixa de frequências. Os sinais são então passados por filtros de forma a impedir que existam componentes em outras frequências que não a faixa a eles reservadas, faixas estas de largura igual a 4 kHz. Note que a banda passante necessária para um sinal de voz tem uma largura de aproximadamente 3 kHz, portanto, 4 kHz é mais do que suficiente para a transmissão desses sinais. Após terem sido filtrados, esses sinais podem trafegar simultaneamente pelo mesmo meio físico.

3.1.2 Multiplexação por Divisão de Tempo (Time Division Multiplexing – TDM)

Na multiplexação por divisão de tempo (Time Division Multiplexing - TDM), ao invés de se utilizar as várias faixas de frequências para separar os sinais a serem transmitidos, utiliza-se o tempo como a grandeza a ser compartilhada.

Em outras palavras, obtém-se o compartilhamento do meio físico intercalando-se porções de cada um dos sinais ao longo do tempo. A forma com que o tempo é subdividido para atender a transmissão dos diferentes sinais dá origem a duas formas de TDM: o TDM *síncrono* e o TDM *assíncrono*.

FDM e TDM – Uma Analogia

Podemos comparar os esquemas de multiplexação por divisão de frequência e de tempo ao tráfego de várias ruas que se concentram em uma rua principal. Uma faixa de frequências, nessa analogia, corresponderá a uma faixa para a passagem de um fluxo de veículos. Nesse caso, a multiplexação por divisão de frequência pode ser comparada a uma rua com várias faixas, cada uma dedicada ao tráfego de um fluxo de veículos específico.

Já no caso do TDM, tem-se apenas uma fatia na rua principal de forma que os veículos deverão se intercalar. Caso o tráfego em cada uma das vias de entrada seja propositadamente controlado e sincronizado de tal forma que os carros se intercalem a

intervalos regulares, seguindo o mesmo padrão em ciclos (ou frames), então tem-se o esquema de TDM síncrono. Se, no esquema do TDM, o tráfego da via principal não obedecer a um padrão cíclico de ocupação, então tem-se um esquema de TDM assíncrono, no qual a via principal vai atendendo, aleatoriamente, a demanda das vias de entrada.

Observe que caso as vias de entrada não tenham um tráfego contínuo, tanto no FDM como no TDM síncrono, existe um desperdício na ocupação da via principal que, na realidade, é o resultado de termos reservado uma capacidade para aquele tráfego que efetivamente não está sendo gerado.

3.1.2.1 TDM Síncrono

No TDM síncrono(ou simplesmente TDM), o domínio do tempo é dividido em intervalos de tamanho fixo T chamados *ciclos* e *frames*. Cada frame é subdividido em N subintervalos $\{t_1, \dots, t_n\}$ denominados *slots* ou segmentos que formam uma partição do tempo, conforme ilustrado na figura.

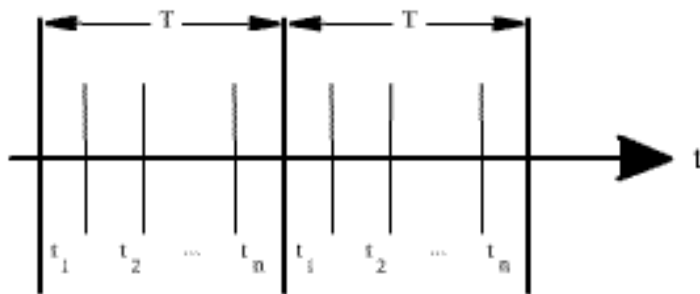


Figura 3.2 Alocação canais TDM

Cada sinal a ser transmitido receberá um slot dentro de cada frame, quando então, poderá transmitir durante o tempo daquele slot, utilizando a taxa de transmissão suportada pelo meio físico. No TDM síncrono o slot atribuído para a transmissão de cada um dos sinais encontra-se sempre na mesma posição dentro de cada ciclo.

3.1.2.1.1 -Canal

Ao multiplexar um meio físico para a transmissão de vários sinais, as técnicas de multiplexação FDM e TDM síncrono definem o conceito de canal como uma representação para uma parcela da utilização do meio físico alocada à transmissão de um sinal. A implementação de um canal varia de acordo com a forma de multiplexação. Assim, tem-se um tipo de canal no FDM e um outro tipo de canal do FDM e um outro tipo de canal no TDM síncrono.

- No FDM, um canal corresponde a uma faixa de frequências.
- No TDM síncrono, chama-se canal ao conjunto de todos os slots, um em cada frame, identificados por uma determinada posição fixa dentro desses frames. Assim,

o canal 3 é formado pelo terceiro slot dentro de cada ciclo; o canal 5 é formado pelo quinto slot; e assim por diante.

3.1.2.1.1.1 - Canais Dedicados e Chaveados

Canais devem ser alocados às diferentes fontes de transmissão. Tal alocação pode ser feita de forma dedicada ou chaveada.

Se a alocação de um determinado canal à transmissão de uma ou mais fontes é fixa durante todo o tempo e preestabelecida antes do funcionamento da rede, então tem-se um canal *dedicado*.

Se alocação de canais é feita sob demanda, de forma que o canal é obtido pela fonte de transmissão e, após utilizado, é devolvido então tem-se um esquema de com canais *chaveados*.

3.1.2.1.1.2 - Canal Chaveado

Na rede telefônica, os enlaces entre as centrais utilizam as técnicas de FDM ou de TDM para concentrar os tráfegos provenientes de várias conversações. No entanto, os canais dentro desses enlaces são alocados dinamicamente no momento em que um usuário discar e estabelece uma conexão com um outro usuário. Quando os usuários de uma conversação desligam o telefone, os canais são liberados, podendo ser, então, utilizados para outras conexões.

3.1.2.1.1.3 - Canal Dedicado

Cada estação de rádio ou canal de televisão utiliza uma faixa de frequências específica para transmissão de sua programação. Essa faixa de frequências é atribuída à emissora a priori, de forma estática, tratando-se, portanto, da utilização de um esquema de multiplexação por divisão de frequências com canais dedicados.

3.1.2.1.1.4 - Chaveamento de Circuitos

Tanto no FDM como no TDM síncrono, quando se tem a utilização de canais chaveados, no momento em que um canal é alocado, estabelece-se uma conexão que permanece dedicada à fonte transmissora até o momento em que ela resolve desfazer essa conexão. Essa forma de chaveamento é denominada chaveamento de circuito.

Note que quando uma estação que alocou um canal não estiver transmitindo (ou a taxa de transmissão for menor do que a taxa assegurada pelo canal) tem-se um desperdício de capacidade do meio físico, já que o canal alocado não pode ser utilizado por qualquer outra fonte até o momento da desconexão.

3.1.2.2 TDM Assíncrono

No TDM assíncrono não há alocação de canais nem estabelecimento de conexões. Parcelas de tempo são utilizadas dinamicamente de acordo com a demanda das estações. Nenhuma capacidade é desperdiçada, pois o tempo não utilizado está sempre disponível caso alguma estação gere tráfego e deseje utilizar o canal de transmissão. Em compensação, cada unidade de informação transmitida deve sempre conter um cabeçalho com os endereços de origem e de destino.

- TDM Assíncrono é também conhecido por TDM estatístico ou STDM (Statistical TDM).
- Alguns autores utilizam a sigla STDM para identificar o TDM síncrono (Synchronous TDM) ao invés do estatístico (ou assíncrono).
- Para o TDM assíncrono, eles preferem a sigla ATDM (Asynchronous Time Division Multiplexing).

Porém, é necessário estar atento para não confundir ATDM com o TDMA.

3.1.3 CDMA

A tecnologia de multiplexação baseada em código (Code Division Multiplexing — CDM) deu origem a um mecanismo de acesso múltiplo bastante popular em sistemas celulares digitais: o CDMA (Code Division Multiple Access). Nas técnicas TDMA e FDMA, cada canal é atribuído respectivamente a uma parcela do tempo ou a uma faixa de frequências. No caso do CDMA, um canal é atribuído e identificado por um código. Cada transmissor efetua uma espécie de transformação na informação original com base neste código, antes da transmissão. Um receptor, sabendo o código utilizado pelo transmissor do sinal desejado, será capaz de separá-lo dos demais.

3.2 - Multiplexador x Acesso Múltiplo

A multiplexação pode ser realizada tanto de forma centralizada, por um equipamento específico denominado de *multiplexador* (MUX), como de forma distribuída, com as várias fontes de sinais diretamente conectadas a um meio físico compartilhado. Nesse último caso, a multiplexação é comumente denominada de *mecanismo de acesso múltiplo*.

A cada esquema de multiplexação pode-se associar um mecanismo de acesso múltiplo. Ex.: para o FDM tem-se o FDMA, para o TDM tem-se o TDMA e para o CDM tem-se o CDMA. Esses três esquemas são bastante comuns em sistemas de telefonia celular.

O FDMA (Frequency Division Multiple Access) é um exemplo de mecanismo de acesso múltiplo no qual o meio físico é multiplexado de forma análoga ao FDM. Porém, cada uma das fontes é diretamente responsável por requisitar, junto a um controlador do sistema, um canal a ser por ela utilizado, não existindo, portanto, a figura do multiplexador como um elemento centralizador da tarefa de multiplexação.

Outros exemplos de esquemas de acesso múltiplo que também são encontrados nos protocolos de acesso utilizados em redes locais e metropolitanas são CSMA/CD e o Token Ring.

3.3 - Hierarquias de Transmissão Digital

3.3.1 PDH

Nas técnicas de TDM síncrono, as formas de particionamento do tempo dependem da capacidade de transmissão do meio. Para tornar o particionamento dos frames independente dos progressos tecnológicos que tendem a possibilitar taxas cada vez maiores de transmissão, criou-se um esquema de *hierarquias*.

Define-se um sinal básico com uma taxa C bps a partir do qual o particionamento em slots é feito. Um meio de maior capacidade é aproveitado fazendo-se uma multiplexação síncrona no tempo de vários sinais básicos, compondo um segundo nível da hierarquia. Assim, esse processo pode se repetir sucessivamente para compor níveis superiores da hierarquia, que poderão ser utilizados em meios físicos com taxas de transmissão mais elevadas.

Em uma hierarquia de sinais digitais, os sinais de taxa mais alta são obtidos através do cascadeamento de multiplexadores, como ilustrado no exemplo da figura abaixo.

Esquemas de hierarquias de transmissão têm sido utilizados em sistemas de telefonia digital, tendo passado por processos de padronização em várias entidades internacionais. Hoje em dia são utilizados também na transmissão de dados.

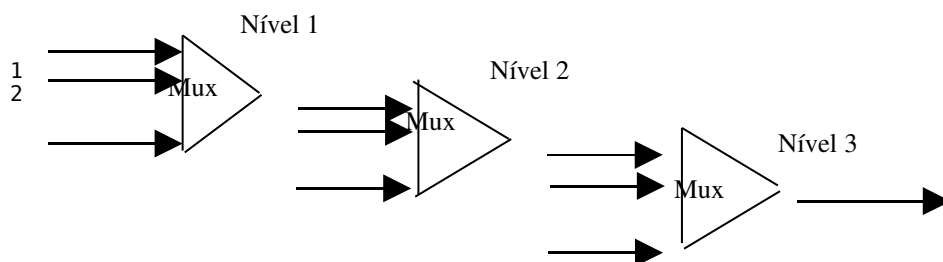


Figura 3.3 Hierarquia Trasmissão Digital

Este sistema é chamado de **PDH** (Plesiochronous Digital Hierarchy), Hierarquia Digital Plesiócrona.

3.3.1.1 Hierarquia de Sinais Européia e Hierarquia de Sinais Americana

Estados Unidos e Europa definiram diferentes padrões para o sinal básico e para a forma de multiplexação na geração dos sinais de ordem mais alta. Enquanto a hierarquia americana está baseada no T1, a hierarquia européia (que é adotada pelo padrão brasileiro) define a utilização de um sinal básica denominada E1.

3.3.1.1.1 -Hierarquia de Sinais T1 (Hierarquia Americana)

O *esquema de portadora T1* é um dos esquemas de hierarquia de sinais mais utilizados e conhecidos. Esse esquema foi inicialmente definido pela AT&T, tendo, posteriormente, se tornado o padrão utilizado para a transmissão digital de voz em sistemas telefônicos nos Estados Unidos. O sistema T1 prevê a multiplexação, síncrona no tempo, de vinte e quatro canais de voz, a 64 Kbps cada, transportados em sinal de 1,544 Mbps(denominado DS-1-Digital Signal Level 1). Um sistema T1 é composto de equipamento para a codificação PCM do sinal de voz a 64 Kbps (denominado DS-0) e das linhas T1(meios de transmissão e repetidores).

<u>Sinal Digital</u>	<u>Número de Canais de Voz</u>	<u>Taxa de Transmissão</u>
DS-1	24	1,544Mbp s
DS-2	96	6,312Mbp s
DS-3	672	44,736Mbp s
DS-4	4032	274,176Mbp s

Tabela 3.1 Hierarquia Americana de Transmissão PDH

3.3.1.1.2 - Hierarquia de Sinais E1 (Hierarquia Européia)

O esquema E1 é oriundo do padrão utilizado para a transmissão de voz em sistemas telefônicos digitais na Europa e no Brasil, sendo análogo ao esquema T1 norte americano. Ele prevê a multiplexação, síncrona no tempo, de 30 canais de voz, a 64 Kbps cada, transportados em um sinal de 2,048 Mbps. O E1 define o sinal básico para a hierarquia de sinais digitais européia.

<u>Sinal Digital</u>	<u>Número de Canais de Voz</u>	<u>Taxa de Transmissão</u>
E1	30	2,048Mbp s
E2	120	8,448Mbp s
E3	480	34,368Mbp s
E4	1920	139,264Mbp s

Tabela 3.1 Hierarquia Européia de Transmissão PDH

3.3.2 - SDH

Para equipamentos com capacidades superiores à hierarquia PDH foram criadas as tecnologias SDH (européia) e SONET (americana).

A **SDH**, Hierarquia Digital Síncrona, é um sistema de transmissão digital de alta velocidade, cujo objetivo básico é construir um padrão internacional unificado, diferentemente do contexto PDH, que possui diferentes padrões (Americano, Europeu e Japonês).

Um sistema unificado propicia maior capacidade e eficiência na gerência das redes, bem como uma considerável redução de preços. O processo de multiplexação, por ser mais flexível, torna muito mais simples essa etapa, em relação ao PDH, que necessita de simetria de equipamentos em todos os pontos da rede. Um sinal SDH pode ser inserido dentro de uma taxa maior, sem passar por estágios intermediários.

- **As principais características diferenciadoras que definem o sistema SDH são:**

1. Toda rede transmite, sincronamente e em fase, os sinais STM-n. A PDH é plesiócrons;
2. Organização em bytes, enquanto que o entrelaçamento em PDH é feito por bits;
3. Os comprimentos dos quadros são uniformes (sempre 125 μ s), o que não ocorre no sistema PDH;
4. Uso de ponteiros para indicar o início de cada quadro e processar eventuais justificações. A PDH usa palavras de alinhamento;
5. Alta capacidade de gerência (supervisão, operação, manutenção, etc.). Aproximadamente 5% dos bytes SDH são reservados para fins de supervisão e gerência, o que é um índice infinitamente maior que num sistema PDH;
6. O sistema SDH pode acomodar os feixes plesiócrons nos quadros STM-n com total compatibilidade;
7. Compatibilidade com tecnologias atuais e futuras. O SDH aceita e é capaz de transmitir todos os sinais tributários existentes nas redes atuais. Sua padronização já prevê que possa também ser usado para transportar serviços ainda não existentes;
8. Padronização mundial, enquanto que a PDH tem padronização parcial;
9. As redes SDH permitem acesso direto aos tributários, o que não é possível em PDH;
10. A transmissão pode se dar por Cross-Connections e Add/Drop. Em PDH, só é possível transmitir ponto-a-ponto.

- **Taxas de Bits da SDH**

As redes digitais implantadas atualmente são baseadas em quadros síncronos de 125 μ s e canais de 64Kbit/s, em função da taxa de amostragem dos sinais de voz ser de 8.000/s e da utilização de 8 bits por codificação de cada amostra.

Na SDH é definida uma estrutura básica de transporte de informação denominada Módulo de Transporte Síncrono-1 (Synchronous Transport Module-1, STM-1), com taxa de 155,5 Mbit/s.

Esta estrutura define o primeiro nível de hierarquia. As taxas de bit dos níveis superiores são múltiplos inteiros do STM-1. Atualmente são padronizados quatro módulos de transporte conforme tabela abaixo:

STM-n	Taxa (Mbps)
STM-1	155.5

STM-4	622.1
STM-16	2488.3
STM-64	9953.3

Tabela 3.2 Hierarquia SDH

Além dessas taxas, surgiu as necessidades de se definir uma estrutura de quadro com capacidade de transmissão mais baixa que a do STM-1, com o objetivo de utilização somente para sistemas de rádio-enlace e satélite. Essa estrutura possui taxa de 51,8 Mbit/s e é denominada STM-0, não sendo considerado um nível hierárquico da SDH.

Na SDH, a informação está organizada em módulos síncronos de transporte (STM), os quais contêm três elementos básicos:

1. SOH (cabeçalho de seção): cumpre funções de sincronismo de quadro, canais de serviço, funções de controle, etc.
2. AU - Pointer (ponteiro da unidade administrativa): indica como está estruturada a informação na área da carga útil, e indica como localizar os “virtual container”, onde está a informação dos tributários.
3. “Payload”(área de carga útil): composta de “containers” virtuais, os quais recebem e acomodam organizadamente as informações dos tributários:

Tendências das Redes SDH

- **Redes Inteligentes**

SDH proporciona a infra-estrutura necessária que possibilita a operação das redes inteligentes de comunicação pessoal. Tais redes são aquelas em que o usuário possui um número telefônico único e a rede de telecomunicações é inteligente o bastante para saber onde a pessoa está e encaminhar a chamada.

Por exemplo, uma pessoa que contrata os serviços da rede inteligente, no horário comercial encaminha suas chamadas para o escritório e, à noite, para casa. Também, se os números chamados não atenderem ou estiverem ocupados, o sistema automaticamente tenta o celular. Ou então, o usuário, talvez através de um cartão inteligente, informa a rede onde está e todas as ligações destinadas a ele serão desviadas para o lugar informado.

Só redes inteligentes, controladas por software e equipadas com um sistema de sinalização muito complexo, poderiam permitir tal serviço. Os sistemas de transmissão SHD são o alicerce ideal para essas redes.

- **SDH em redes de acesso**

Outra aplicação interessante e que começa a ser implantada são os armários ópticos com equipamentos SDH embutidos. Esses armários funcionam como um concentrador de assinantes: em vez de um par de fios sair da casa de cada assinante ir até a central telefônica, ele se estenderá apenas até um armário próximo que fica instalado numa rua do bairro. Do armário até a central, o sinal segue multiplexado, através de uma fibra óptica, com uma estrutura STM-1.

Esta medida economiza fibras e, especialmente, cabos metálicos, porque a distância a ser percorrida por eles é menor. Também, os armários podem ser ligados em anel e facilmente interconectados com a rede da operadora, sendo possível até que ele execute

algumas funções de encaminhamento que seriam executadas pela central, aliviando o tráfego.

Glossário

Glossário- 10 termos para você lembrar:

ASK: Modulação por Chaveamento da Amplitude.

Baud: Unidade de medida dos intervalos de sinalização de um sinal digital.

Canal: Representação para uma parcela da utilização do meio físico alocada à transmissão de um sinal.

FDM: Multiplexação por Divisão de Frequência

FSK: Modulação por Chaveamento de Frequência.

Modulação: Transformação aplicada a um sinal que faz com que ele seja deslocado de sua faixa de frequências original para uma outra faixa.

PSK: Modulação por Chaveamento de Fase

Série de Fourier: Soma de ondas senoidais e coosenoidais que compõe o sinal.

Sinal: Onda que se propaga através de algum meio físico; grandeza; materialização de informações através de uma codificação utilizada no momento da transmissão.

TDM: Multiplexação por divisão de tempo.

4 - Modelos de Referência de Interconexão OSI e TCP/IP

4.1 - O modelo OSI/ISO

O final da década de 70 apresentava um panorama curioso em termos de comunicação de dados em redes de computadores: por um lado, uma perspectiva de crescimento vertiginoso causados pelo investimento e desenvolvimento que estavam sendo feitos, mas por outro lado uma tendência que poderia acarretar em uma profunda crise no setor, a heterogeneidade de padrões entre os fabricantes, praticamente impossibilitando a interconexão entre sistemas de fabricantes distintos.

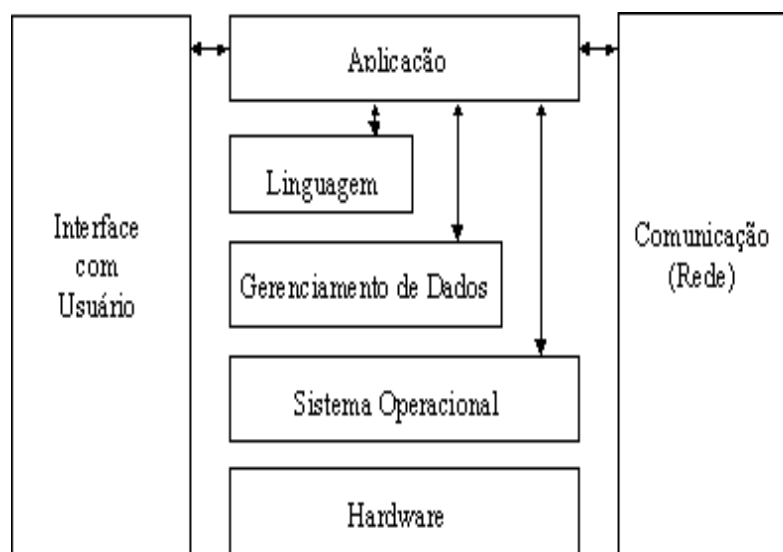


Figura 4.1 Arquitetura de uma máquina do sistema

Então os fabricantes começaram a perseguir alguns objetivos necessários para a implementação de um sistema aberto. Esses objetivos são:

- interoperabilidade: capacidade que os sistemas abertos possuem de troca de informações entre eles, mesmo que sejam fornecidos por fabricantes diversos;
- interconectividade: é a maneira através da qual se pode conectar computadores de fabricantes distintos;
- portabilidade da aplicação: é a capacidade de um software de rodar em várias plataformas diferentes;

- "scalability": capacidade de um software rodar com uma performance aceitável em computadores de capacidades diversas, desde computadores pessoais até supercomputadores.

Para se atingir estes objetivos, a ISO (International Organization for Standardization) passou a se ocupar em criar um padrão de arquitetura aberta e baseada em camadas. Foi então definido o Modelo de Referência para Interconexão de Sistemas Abertos (Reference Model for Open Systems Interconnection - RM OSI).

A utilização de um ambiente de sistema aberto nos oferece algumas vantagens, como:

- liberdade de escolha entre soluções de diversos fabricantes;
- acesso mais rápido a novas tecnologias e a preços mais acessíveis, já que é mais barato e rápido fabricar produtos baseados em uma plataforma padrão;
- redução de investimentos em novas máquinas, já que os sistemas e os softwares de aplicação são portáteis para os vários tipos de máquinas existentes.

A adoção de um modelo baseado em camadas também não é arbitrária. Considerando que uma rede de computadores tem como objetivo o processamento de tarefas distribuídas pela rede de forma harmônica e cooperativa entre os vários processos de aplicação, o projeto desta deve levar em conta vários fatores, como:

- considerar todos os eventos possíveis de acontecer durante a comunicação;
- conhecer todos os efeitos e causas destes eventos;
- especificar em detalhes todos os aspectos técnico-operacionais dos meios físicos a serem utilizados como suporte à comunicação;
- detalhes das próprias aplicações a serem executadas.

Podemos perceber, então, que o problema é extremamente complexo e abrangente. A fim de se lidar com esta complexidade (facilitando a implementação e manutenção), projeta-se a rede como um conjunto de camadas.

Este conjunto de camadas é hierárquico, ou seja, cada camada baseia-se na camada inferior [Moura 86]. Reduzindo-se o projeto global da rede ao projeto de cada uma das camadas, simplifica-se consideravelmente o trabalho de desenvolvimento e de manutenção. O projeto de uma camada é restrito ao contexto dessa camada e supõe que os problemas fora deste contexto já estejam devidamente resolvidos.

Para atender o exposto acima a ISO (*International of Standardization Organization*) em 1977 propôs o **modelo OSI** (*Open Systems Interconnection*).

Para descrever os problemas referentes ao **processo de comunicação entre equipamentos em rede**, a ISO criou um modelo de referência - o OSI.

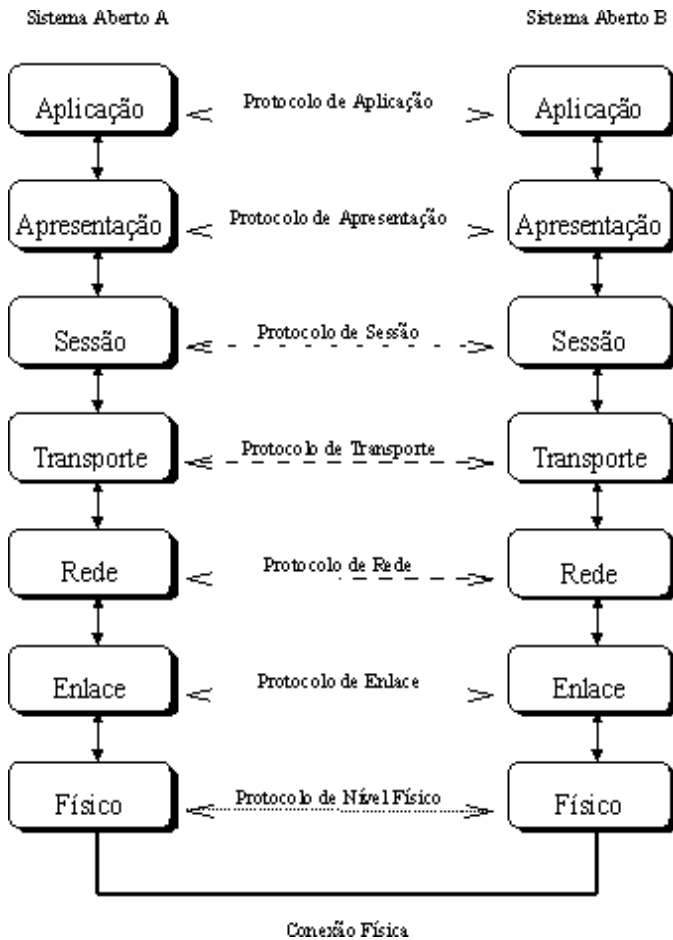


Figura 4.2 Modelo OSI

O OSI é uma proposta para a **interconexão de sistemas abertos**, onde todos têm acesso às especificações e podem fazer implementações. Visa prover uma base comum de informações, para a coordenação do desenvolvimento de padrões voltados para a interconexão de sistemas.

Este modelo obedece a uma **estrutura hierárquica de níveis, ou camadas**, o que incentiva a modularização do software de suporte à redes.

Cada módulo forma um nível no modelo e é responsável por **prover determinados serviços aos níveis superiores**. Cada camada implementa os serviços de acordo com suas funções, e faz uso dos serviços oferecidos pelos níveis inferiores.

A função de cada nível (camada) do protocolo OSI

O **nível físico** fornece as características **mecânicas, elétricas, funcionais e de procedimento** para ativar, manter e desativar conexões físicas para a **transmissão de bits entre duas máquinas**.

Isto é, cabe ao projetista deste nível definir como representar em 0's e 1's: quantos microssegundos durará um bit, quantos pinos possuirá o conector da rede etc.

O objetivo do **nível de enlace** é **estabelecer a conexão entre dois dispositivos físicos** compartilhando o mesmo **meio físico**.

Detecta e opcionalmente pode **corrigir erros** que ocorram no nível físico, tornando este canal de transmissão mais confiável.

A função de correção de erros, seja por **retransmissão ou por bits de redundância**, é opcional neste nível de protocolo.

A tarefa principal do **nível de rede** é **rotear os pacotes da origem para o destino**.

As **rotas** são caminhos a serem seguidos pelos pacotes de dados e podem ser **fixas** ou **dinâmicas**. Se forem dinâmicas, as rotas variam dependendo da condição da **linha de transmissão**, no que tange ao **volume** e às suas **condições elétricas**.

O controle de excesso de pacotes na rede deve também ser gerenciado por esta camada.

O nível de rede não garante necessariamente que a cadeia de bits chegue a seu destino.

O protocolo de **nível de transporte** fornece uma **comunicação fim a fim** verdadeiramente confiável, controlando o fluxo e a sequência de pacotes.

A principal função do **nível de sessão** é fornecer a conexão entre dois processos.

Melhora a forma de endereçamento, permitindo a referência a endereços na rede por nomes simbólicos.

A função do **nível de apresentação** é a de realizar transformações adequadas nos dados, antes de seu envio para a camada de aplicação.

Como exemplo de transformações podemos citar: compressão de textos, criptografia, conversão de padrões de terminais etc.

Por ser o mais alto nível do modelo OSI, o **nível de aplicação** oferece seus serviços a usuários e não a níveis superiores de protocolos.

O propósito deste nível é o de servir como janela entre usuários que querem se comunicar através deste modelo.

COMO AS CAMADAS PARES SE COMUNICAM

Uma maneira bastante fácil e simplista de se enxergar a funcionalidade de um modelo em camadas, como o modelo OSI, é imaginar que cada camada tem como função adicionar um cabeçalho aos dados do usuário a serem transmitidos para outro sistema (figura 2.4). Deste modo a função de cada camada do outro sistema é exatamente a inversa, ou seja, retirar os cabeçalhos dos dados que chegam e entregá-los ao usuário em sua forma original.

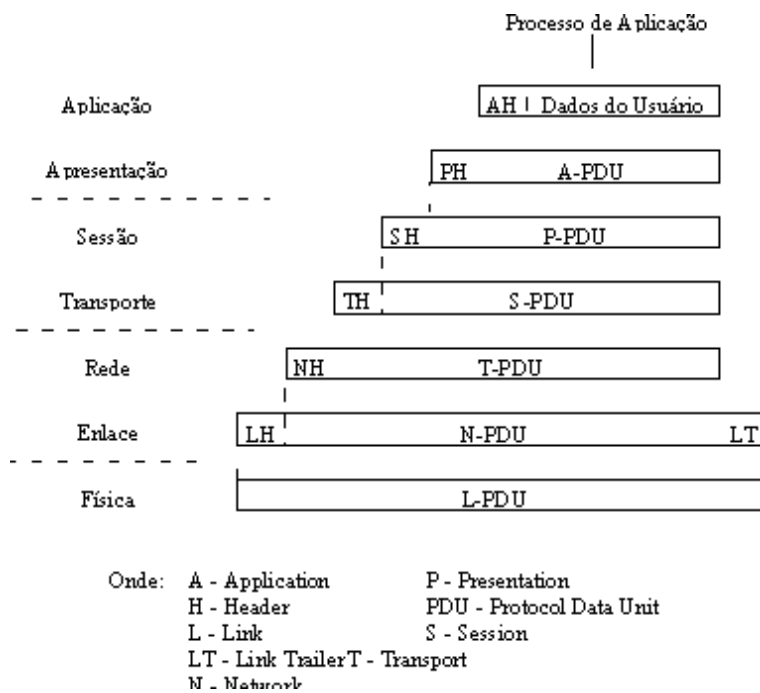


Fig. 4.3 Transferência de Dados entre Camadas

A esse conjunto de dados mais o cabeçalho chamamos genericamente de PACOTE, que constitui a unidade básica de transmissão de dados na rede.

Neste modelo, cada camada além de se comunicar com suas camadas adjacentes, também se comunica com suas camadas pares de outro computador.

Para isso, cada camada acrescenta suas próprias informações de controle à mensagem que está sendo transmitida. A informação é acrescentada na forma de cabeçalhos que são introduzidos pelo transmissor e removidos pelo receptor, depois que a informação for utilizada.

Quando um programa em um computador necessita enviar uma mensagem a um programa em outro computador, ela é entregue à camada superior que acrescenta seu cabeçalho passando-a à camada seguinte, e assim sucessivamente, até a camada inferior (FÍSICA), que transmite a mensagem pelo meio até o receptor.

A camada inferior do receptor lê as informações enviadas a ela, contidas no cabeçalho, e entrega seu conteúdo à camada seguinte, e assim sucessivamente, até que a mensagem seja recebida pelo programa receptor

Em função da camada de origem, o pacote recebe um nome específico:

- Aplicação → Mensagem
- Apresentação → Pacote
- Sessão → Pacote
- Transporte → Segmento
- Rede → Datagrama

Enlace → Frame
Física → Bit

4.2 – O Modelo de Referência TCP/IP

A ARPANET era uma rede de pesquisa criada pelo Departamento de Defesa dos USA, a qual tinha várias Universidades e órgãos do governo conectadas a ela através de LPCDs (Linhas Privativas de Comunicação de Dados).

Com a implantação das redes de satélite e de enlaces de rádio, vários problemas começaram a surgir para a sua interligação à ARPANET, não havia um protocolo para este fim. Surgiu então a necessidade de criar uma nova arquitetura de rede que resolvesse este problema. Com este propósito de ligação inter-rede, foi desenvolvido o Modelo de Referência **TCP/IP** (**T**ransmission **C**ontrol **P**rotocol/ **I**nternet **P**rotocol).

Sua arquitetura de rede é baseado em um modelo de referência de quatro camadas:

Aplicação
Transporte
Inter-rede
Host/Rede

Fig. 4.4 Camadas modelo de referência TCP/IP

Uma outra necessidade deste modelo, pretendido pelas forças armadas dos USA, é que em caso de guerra, com a possibilidade da sub-rede ser parcialmente destruída, as conexões pudessem ser mantidas e serviços como transferência de arquivos e de voz não fossem afetados.

4.2.1 – Camada Inter-Rede

Esta camada é baseada nos problemas apresentados na conexão das inter-redes. O modelo é baseado em comutação de pacotes, onde sua tarefa é que os hosts enviem pacotes para qualquer destino, até mesmo não interessando a ordem de recepção dos pacotes, obrigando as camadas superiores a reordená-los.

Para isto a camada inter-rede define o formato de um pacote padrão e um protocolo chamado de **IP**.

A função desta camada é de entregar pacotes IP

Esta camada também tem a função de roteamento e de controle de tráfego, sendo semelhante a camada de rede do MR OSI/ISO.

4.2.2 – Camada de Transporte

Esta camada é responsável pela comunicação fim a fim entre uma máquina de origem e uma máquina de destino. Para isto foram definidos dois protocolos:

- **TCP** – orientado à conexão confiável. Este protocolo fragmenta um fluxo de bytes em mensagens e as entrega a camada inter-rede. No destino o TCP remonta as mensagens recebidas em fluxo de bytes. Responsável pelo controle de fluxo, controle de erro, seqüencialização e multiplexação do acesso ao nível inter-rede.
- **UDP** (User Datagram Protocol) – é um protocolo sem conexão e não confiável para aplicações que não necessitem de controle de fluxo, nem de seqüencialização das mensagens (voz e vídeo). O serviço fornecido é somente o de multiplexação e demultiplexação do acesso a inter-rede.

4.2.3 – Camada Host/Rede

Esta camada não faz distinção às redes que são interligadas para formar a sub-rede. Portanto como foi pretendido, qualquer rede pode ser interligada, bastando para isto que seja desenvolvida uma interface que compatibilize as tecnologias empregadas com o protocolo IP. A função da interface é de receber os pacotes IP da camada de inter-rede e os transmitir para a rede específica.

Para realizar esta tarefa os endereços lógicos IP são traduzidos para os endereços físicos dos hosts ou Gateways conectados à rede (cada interface tem endereço único, composto pelo código do fabricante, modelo interface, etc.).

4.2.4 – Camada de Aplicação

A arquitetura de rede TCP/IP não implementa as camadas de apresentação e de sessão de acordo com o MR OSI/ISO, porque na prática elas são pouco usadas pelas aplicações.

Os protocolos mais conhecidos desta camada são: **FTP** (File Transfer Protocol), **TELNET** (Terminal Network), **SMTP** (Simple Mail Network Protocol), **DNS** (Domain Name Server), **HTTP**, **WWW**, etc.

TELNET	FTP	SMTP	DNS
TCP		UDP	
IP			
Ethernet	Satélite	Rádio	ARPANET

Fig.4.5 Camada de aplicação do TCP/IP

4.2.5 – Comparação entre os Modelos de Referência OSI e TCP/IP

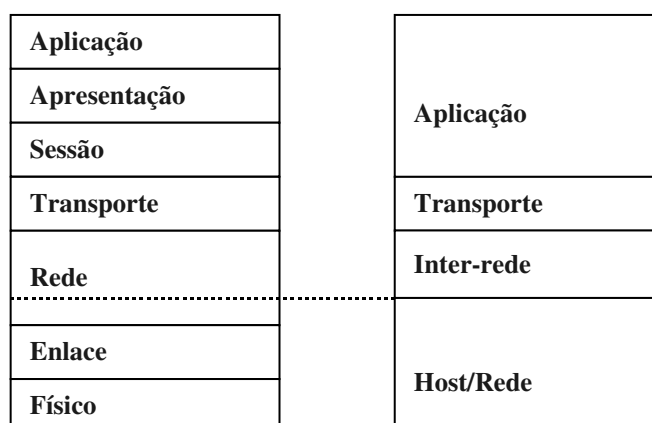


Fig. 4.6 Comparação entre o Modelo OSI e TCP/IP

Pontos em comum:

- Modelo baseado em camadas com pilha de protocolos independentes;
- A camada de transporte implementa serviços de datagrama e orientado à conexão.

Principais diferenças:

- Número de camadas;
- TCP/IP não distingue claramente os conceitos de **serviço** (função da camada), **interface** (especifica parâmetros e resultados esperados) e **protocolo** (fornece os serviços);
- Modelo OSI/ISO não foi baseado em nenhum protocolo existente;
- TCP/IP baseado em um padrão de protocolos de fato;
- No MR OSI/ISO, as funções das camadas Físico, Enlace e Rede que definem a transmissão de dados em uma única rede. Já no MR TCP/IP estes serviços são agrupados na camada Host/Rede, a qual define uma interface com a camada inter-rede;
- Os serviços de Rede são implementados pelo IP, o que define apenas um protocolo para esta função;
- Com a prática verificou-se que a implementação das funções das camadas de apresentação e sessão seriam melhor aproveitadas definindo-se apenas em uma camada, como foi feito a partir do TCP/IP para aplicações distribuídas.

4.3 – Críticas aos MR

Modelo OSI/ISO:

1. **Momento ruim** – não havia definição de um padrão de fato;
2. **Tecnologia ruim** – somente uma opção no MR OSI/ISO, sendo baseada na arquitetura SNA (IBM);
3. **Implementação ruim** – lenta e vários problemas na sua implementação;
4. **Política ruim** – visto como um modelo dos ministérios das telecomunicações europeus e americanos.

Modelo TCP/IP:

1. Não distingue serviço, interface e protocolo, o que é contrário aos conceitos de Engenharia de Software;
2. Não consegue descrever outras pilhas de protocolos a não ser a própria;

3. A camada Host/Rede não é conceitualmente camada de protocolos hierarquizados;
 4. Não distingue as camadas físico e enlace, ou seja não especifica a parte das interfaces físicas da parte da delimitação de quadros;
- Diversidade de implementações causou problemas no passado.

MYRIAD PROTOCOL STACKS

Layer	ISO	TCP/IP	IBM
7. Application	FTAM X.400 JTAM X.500 VT CASE	SMTP FTP NFS Telnet SNMP	
6. Presentation	8923		
5. Session	8327		NetBIOS APPC
4. Transport	8073 (TPO) 8602 (CONS)	UDP TCP	NetBEUI APPC
3. Network	8208 (X.25) 8473 (CLNS) 9542 (ES-IS) 8348 (CONS)	IP	APPC
2. Data-Link	8802.2 LLC 8802.3/4/5	LLC Ethernet	LLC HDLC SDLC MAC
1. Physical	8802.3 Ethernet 8802.4 Token Bus 8802.5 Token Ring	Ethernet FDDI Token Ring	Token Ring Ethernet

The OSI model is not a single definition of how data communications takes place. It states how the processes should be divided and offers several options. In addition to the OSI protocols, as defined by ISO, networks can use the TCP/IP protocol suite, the IBM Systems Network Architecture (SNA) suite, and others. TCP/IP and SNA roughly follow the OSI structure.

Fig. 4.7 Protocolos padrões de cada camada dos modelos de referências

5 – Meio de Transmissão

5.1 - Introdução

A informação de voz e dados é representada através de formas de onda e transmitida ao receptor distante. Porém, a informação não se roteia magicamente do Ponto A ao Ponto B. Ela tem que seguir algum caminho predeterminado. Este caminho é chamado de mídia de transmissão, ou às vezes uma facilidade de transmissão.

O tipo de mídia de transmissão selecionado para unir um remetente a um receptor pode ter um efeito enorme na qualidade, preço, e sucesso de uma transmissão. Escolhendo uma mídia errada pode fazer a diferença entre uma transmissão eficiente e uma transmissão ineficiente.

Eficiente significa escolher a mídia mais apropriado para uma determinada transmissão. Por exemplo, a mídia mais eficiente para transmitir uma chamada normal de sua casa para seu vizinho provavelmente é um par simples de fios de cobre. É barato e ele faz o trabalho. Mas se nós fôssemos transmitir teleconferência de vídeo bidirecional entre São Paulo e Londres, um par de fios de cobre poderia ser a mídia menos eficiente e nos colocaria em muita dificuldade.

Uma empresa pode comprar todo o equipamento certo e pode entender todos os fundamentos, mas se eles transmitirem em cima de uma mídia imprópria, eles provavelmente estariam melhor se entregassem mensagens manuscritos do que se tentassem usar o telefone.

Há várias características que determinam a conveniência de cada mídia para aplicações particulares:

- custo
- facilidade de instalação
- capacidade
- taxa de erro

Ao escolher uma mídia de transmissão, estes e muitos outros fatores devem ser levados em conta.

Cada meio tem as suas características, sua banda passante, sua atenuação e conseqüente distância máxima. Cada meio tem a sua forma de acesso, seus transdutores, suas formas de conexão. É disto que trataremos neste capítulo.

5.2 - Terminologia

As mídias de transmissão usadas em telecomunicações podem ser divididas em duas categorias principais: conduzidas e radiadas. Exemplos de mídia conduzidas incluem fios de cobre, cabo coaxial, e fibra ótica. Mídias radiadas incluem microonda e satélite.

Um circuito é um caminho em cima do qual a informação viaja. Todos as cinco mídias servem como circuitos para conectar dois ou mais dispositivos.

Um canal é um caminho de comunicação dentro de um circuito. Um circuito pode conter um ou mais canais. A Multiplexação divide uma ligação física (circuito) em vários caminhos de comunicações (canais).

A Largura de Banda de um circuito é a gama de frequências que ele pode transportar. Quanto maior a gama de frequências, mais informações podem ser transmitidas. Algumas mídias de transmissão têm uma maior Largura de Banda que outros e podem então levar mais tráfego.

A Largura de Banda de um circuito é relacionado diretamente a sua capacidade para transmitir (transportar) informação.

A Capacidade é a quantidade de informação que pode ser transmitida por um circuito em uma determinada quantidade de tempo. Um circuito de alta capacidade tem uma quantidade grande de Largura de Banda -- Uma gama alta de frequências -- e pode então transmitir muita informação.

5.3 Tipos de Mídias Mais Utilizadas em Telecomunicações

5.3.1 - Pares metálicos

Os cabos de Par Trançado (*Twisted Pair*) constituem-se de dois fios enrolados em espiral de modo a reduzir o ruído (interferência eletromagnética) e manter constante as propriedades elétricas do meio através de todo o seu comprimento. A técnica de entrelaçamento dos dois fios faz com que a atuação do campo magnético gerado por um fio seja anulada pelo campo magnético do outro condutor (Efeito de Cancelamento).

O par de cabos é um meio de comunicação há muito tempo conhecido. Utilizado desde os tempos do telégrafo, o par de fios é o meio de comunicação de dados mais adotado em todo o mundo, com um parque instalado de milhares de quilômetros de cabos.

Neste meio os fios metálicos são enrolados em pares, para diminuir problemas de ruído e manter relativamente constantes as propriedades e constantes elétricas do meio. A transmissão pode ser analógica ou digital. O primeiro caso é o do sistema telefônico da central até seu telefone. Sua central até pode ser digital, mas o acesso local e o seu telefone ainda é analógico. O par trançado foi projetado para o tráfego telefônico analógico, uma banda estreita e para frequências baixas. Uma coisa importante a se observar é que utilizando os pares trançados aproveita-se esta tecnologia que já tem um grande tempo de uso e um grande número de linhas instaladas. A taxa de transmissão varia de acordo com as condições das linhas utilizadas, podendo variar entre 9600 a 19200 bps, ou até mesmo mais, utilizando técnicas de codificação como o HDSL e ADSL. Note bem que neste caso estamos tratando da transmissão em cima do sistema telefônico, e portanto utilizando modems, onde os sinais digitais são modulados em uma portadora analógica (aquele modem que você tem no seu micro) ou em uma portadora

tipo trem de pulsos (aquele caixa preta que a concessionária põe em seu escritório e futuramente em sua casa).

Todo o meio físico de transmissão sofre influências do meio externo que acarretam em perdas de desempenho nas taxas de transmissão. Essas perdas podem ser atenuadas limitando a distância entre os pontos a serem ligados, usando cabos de bitola maior ou códigos compactadores associados a códigos corretores de erros. A qualidade das linha de transmissão que utilizam o par de fios depende, basicamente, da qualidade dos condutores empregados, bitola dos fios (quanto maior a bitola, mais corrente passa pelo condutor- **Efeito pelicular**¹), técnicas usadas para a transmissão dos dados através da linha e proteção dos componentes da linha para evitar a indução dos condutores.

A indução ocorre devido a alguma interferência elétrica externa ocasionada por osciladores, motores, geradores elétricos, mal contato, chaveamentos, curtos-circuitos, tempestades elétricas, proximidades com linhas de alta tensão ou qualquer outro processo que gere ondas eletromagnéticas.

A vantagem principal na utilização do par de fios ou par trançado é seu baixo custo de instalação e manutenção, considerando o grande número de bases instaladas. Agora, note bem que os pares trançados do sistema telefônicos não são os mesmos de uma rede de computadores. Eles não foram fabricados dentro das especificações dos pares trançados das redes locais.

Estes cabos estarão principalmente na rede primária e secundária (Local Loop). Na rede primária são troncos de grande espessura e por isto mesmo enterrados. Saem do DG (distribuidor Geral). Na rede secundária, após o ARD (Armário Distribuidor) são cabos de poucos pares e vão atender às casas. A rede primária tende a ser digitalizada, passando seus sinais via fibra ótica e chegando em estágios remotos de linha. Restarão os pares trançados da rede secundária, mais curtos e por isto passíveis de receberem sinais digitais de alta velocidade (2 Mbit/s) para a transmissão de vídeo, dados (a sua conexão com a INTERNET) e voz (o seu velho telefone, agora digitalizado). Outra possibilidade é o uso de sinais de rádio, como os sistemas WLL que serão comentados mais à frente.

5.3.2. Tipos de Transmissão

Os cabos de par trançado suportam as seguintes formas de transmissão de sinal:

- Analógica
- Digital

5.3.3. Fenômenos de Transmissão

Existem dois fenômenos principais diretamente relacionados à perda de energia do sinal em uma transmissão quando utiliza-se pares metálicos. São eles:

- Radiação
- Dissipação

¹**Efeito pelicular** - Quando se transmite uma corrente contínua por um condutor, os elétrons se distribuem desde o interior até o exterior. Entretanto quando se transmite um sinal que varia no tempo, o interior do condutor se esvazia, ficando os elétrons cada vez mais próximos da superfície. Quanto mais alta a frequência, mais próxima da superfície se concentrarão os elétrons.

5.3.4. Tipos de Cabos

Os cabos de pares metálicos são comumente classificados em dois grupos de acordo com a sua forma da confecção - mais especificamente, a blindagem do condutor. Eles são os seguintes:

- STP (Shielded Twisted Pair) (redes locais -LAN)
- UTP (Unshielded Twisted Pair)

5.3.5. Vantagens

- **Menor custo por comprimento de cabo**
São mais baratos em comparação aos outros tipos de cabo (coaxial e fibra ótica). Os fatores que podem interferir no custo dos fios são: a bitola (espessura) do condutor (quanto maior, menor a resistência e portanto menor a atenuação), o material de fabricação (alumínio - mais caro) e o seu processo de fabricação.
- **Conectividade simples e de baixo custo**
Sistemas que utilizam o par trançado são tanto de fácil instalação quanto de manutenção. Os conectores utilizados são, em sua grande maioria, de baixo custo. Já são bastante conhecidos no mercado os conectores padrão RJ-11 e RJ-45, respectivamente com 4 e 8 contatos por elemento.
- **Diâmetro reduzido do fio**
Devido as suas características, os condutores ocupam pouco espaço físico nos dutos otimizando o seu aproveitamento e simplificando a especificação de projetos (de telefonia e de Redes).

5.3.6. Desvantagens

11. Baixa imunidade a ruídos

O cabo de Cobre tem uma taxa de erro alta.

O cabo de cobre é mais suscetível a interferência eletromagnética (EMI) e interferência de rádio frequência (RFI) que outras mídias. Estes efeitos podem produzir ruído e podem interferir com a transmissão.

12. Limitações quanto à distância máxima empregada

Isto se deve as características físicas e de construção do condutor, como por exemplo: a bitola dos fios, o número de voltas por metro (trançado dos cabos) e qualidade dos condutores.

13. Limitações de Largura de Banda

O cabo de cobre tem limitada Largura de Banda e capacidade de transmissão limitada.

A gama de espectro de frequência (Largura de Banda) de cabo de cobre é relativamente baixo -- aproximadamente um megahertz (um milhão de Hz). Circuitos de Cobre podem ser divididos em poucos canais e podem transportar menos informação que as outras mídias.

5.3.7. Aplicações

Os principais setores de utilização são os seguintes:

1. Telefonia

Este setor é o de maior utilização de pares trançados. Atualmente a utilização de canais telefônicos para transmissão de informações via modem tem se tornado comum, principalmente entre empresas e usuários de PCs devido ao decrescente custo desses equipamentos. A utilização em Linhas residenciais das casas para o CT local (chamado de acesso local ou loop local) e nas linhas de ramais internos de um PABX interno são aplicações típicas deste meio de transmissão.

2. Redes Token-Ring , FDDI e em Barra

Cada vez mais as redes de computadores locais (LANs - Local Area Networks) estão interligando suas estações através de cabos de par trançado. Isto se deve à crescente tecnologia na área de construção de condutores que suportam altas taxas de transferências. É preciso ressaltar que os cabos utilizados em Redes têm características físicas completamente distintas dos cabos normais usados em sistemas de telefonia.

5.4 – Cabos Coaxiais

É o meio de transmissão usado dentro das centrais telefônicas digitais atuais e mas subidas para as antenas de transmissão de rádio. Também é usado atualmente, entretanto suas aplicações tem perdido espaço para os pares trançados nas LANs e para as fibras na interligação das LANs. Ainda é muito utilizado para interligar roteadores ou HUBs, ou mesmo ainda em LANs em uma área grande ou em ambientes muito ruidosos.

Um cabo coaxial consiste em um fio de cobre rígido ou em fios finos trançados, que forma o núcleo, envolto por um material isolante que, por sua vez, é envolto em um condutor cilíndrico, freqüentemente na forma de uma malha cilíndrica entrelaçada. O condutor externo é coberto por uma capa plástica protetora.

A forma de construção do cabo coaxial lhe dá uma boa combinação de alta banda passante e excelente imunidade a ruídos.

A banda passante possível depende do comprimento do cabo. Para cabos de 1 Km, uma taxa de dados de 10 Mbps é factível. Taxas de dados mais altas são possíveis em cabos mais curtos e, pode-se usar cabos mais longos, mas com taxas mais baixas.

Dois tipos de cabo coaxial são bastante utilizados. Um tipo, o Cabo Coaxial Fino, também conhecido como cabo de 50 ohms ou cabo coaxial em **banda base**² (RG-58). O outro tipo, o Cabo Coaxial Grosso, também conhecido como cabo coaxial em Banda Larga (RG-213) também de 50 ohms. Algumas outras impedâncias são usadas para cabos coaxiais, o 75 ohms (RG-59) ou **banda larga**³ e os 98 ohms.

²**Banda Base** É uma forma de transmissão na qual passam no cabo coaxial sinais na forma de pulsos de corrente contínua e não frequências de rádio

³**Banda Larga** Denomina uma forma de transmissão na qual os sinais são transportados em portadoras na faixa de rádio. O termo “Banda Larga” se refere à sua capacidade de banda de passagem maior que os 3,1[kHz] do canal telefônico.

O Cabo Coaxial foi desenvolvido para prover um modo mais efetivo para isolar os fios de influências externa, como também para oferecer maior Capacidade e Largura de Banda que o cabo de cobre.

Nas centrais ele é normalmente de 75 ohms e faz a interligação entre os multiplexers, na transmissão para as antenas é de 50 ohms. Os cabos de 75 ohms são amplamente usados na distribuição de CATV na sua rede secundária (a primária já é opticalizada, transmitindo de maneira analógica e multiplexada em frequência – FDM).

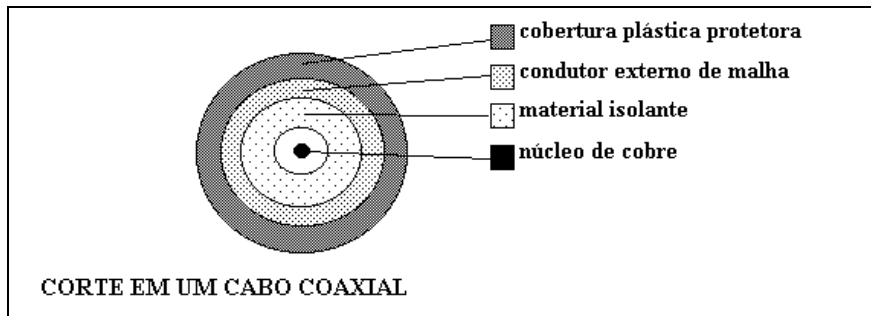


Figura 5. 1 Corte transversal de um cabo coaxial

5.4.1 Tipos de Cabos Coaxiais

5.4.1.2 Cabo Coaxial Banda Larga

Um Cabo Coaxial Banda Larga, também conhecido como 10Base5 ou "Mangueira Amarela de Jardim", consiste de um fio de cobre rígido, que forma o núcleo, envolto por um material isolante, que por sua vez é envolto por um condutor cilíndrico de alumínio rígido, tudo coberto por uma capa plástica protetora.

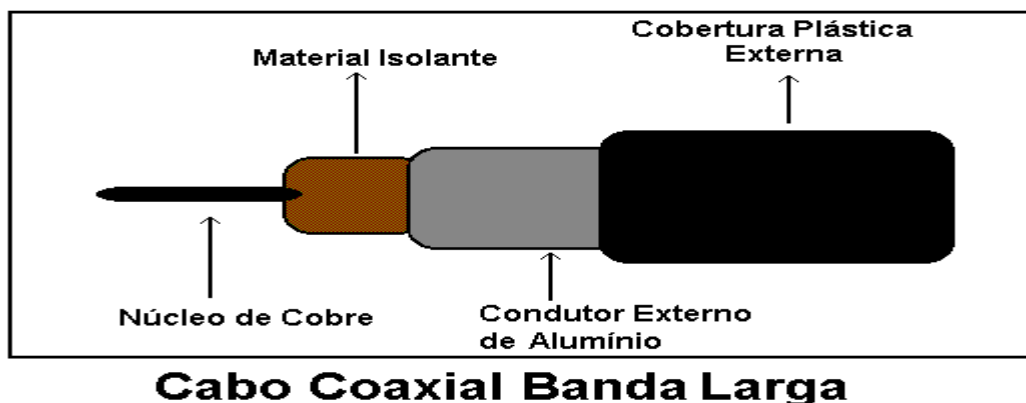


Figura 5.2 Cabo coaxial banda larga

Foi utilizado nas primeiras redes locais de computadores e na interligação de centrais telefônicas de média e longa distância. Hoje é utilizado nas redes de TV a cabo, subida e descida de antenas de rádio e na interligação e multiplexadores do sistema de transmissão das operadoras.

Dados Técnicos

Impedância: 75 ohms

Atenuação: em 500m de cabo não exceder 8,5 dB medido a 10MHz ou 6,0 dB medido a 5 Mhz

Velocidade de Propagação: $0,77c$ (c =vel. luz no vácuo)

Tamanho Máximo de Segmento: 500 metros

Tamanho Mínimo de Segmento: 2,5 metros

Tamanho Recomendado: múltiplos de 23,4 - 70,2 ou 117 metros

Número Máximo de Segmentos: 5

Tamanho Máximo Total: 2.500 metros

Capacidade: 1500 canais com 1 ou mais equipamentos por canal

Acesso ao meio: FDM

Taxas de Transmissão de Dados: 100 a 150 Mbps (depende do tamanho do cabo)

Modo de Transmissão: Full-Duplex.

Transmissão: Por variação em sinal de frequência de rádio

Imunidade EMI/RFI: 85 dB

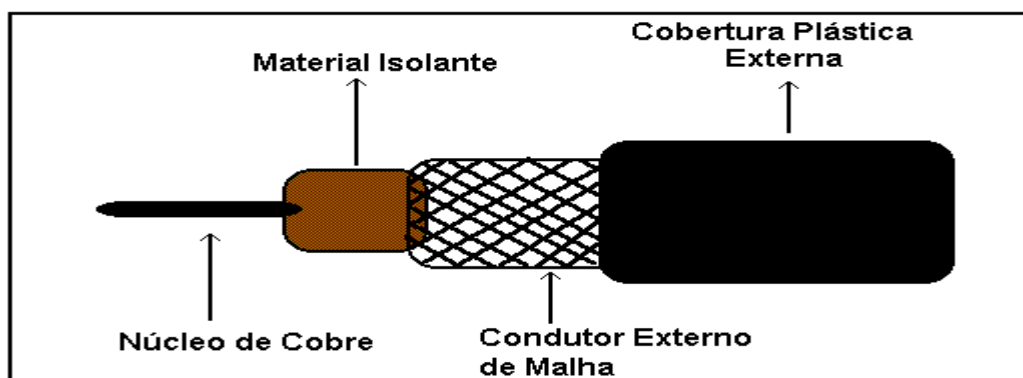
Conector:

- Tipo Derivador Vampiro
- Utiliza Transceptores (detecta a portadora elétrica do cabo)

Instalação: Requer prática/pessoal especializado

5.4.1.3 Cabo Coaxial Banda Base

Um *Cabo Coaxial Banda Base*, também conhecido como 10Base2, consiste de um fio de cobre rígido, que forma o núcleo, envolto por um material isolante, que por sua vez é envolto por um condutor cilíndrico na forma de malha entrelaçada, tudo coberto por uma capa plástica protetora.



Cabo Coaxial Banda Base

Figura 5.3 Cabo coaxial banda base

O método de acesso ao meio usado em Cabos Coaxiais Banda Base é o detecção de portadora, com detecção de colisão.

Amplamente utilizado em redes locais.

Dados Técnicos

Impedância: 50 ohms

Tamanho Máximo de Segmento: 185 metros

Tamanho Mínimo de Segmento: 0,45 metros

Número Máximo de segmentos: 5

Tamanho Máximo Total: 925 metros

Tamanho Máximo sem Repetidores: 300 metros

Capacidade: 30 equipamentos/segmento

Acesso ao meio: CSMA/CD

Taxas de Transmissão de Dados: 1 a 50 Mbps (depende do tamanho do cabo)

Modo de Transmissão: Half-Duplex - Código Manchester.

Transmissão: Por pulsos de corrente contínua.

Imunidade EMI/RFI: 50 dB

Conector: Conector T

Instalação: Facilitada (cabo fino e flexível)

O Cabo Coaxial requer amplificação do sinal aproximadamente a cada 2000 metros.

5.4.2 Vantagens do Cabo Coaxial sobre o par trançado

Os cabos coaxiais tem algumas vantagens sobre o par trançado:

O cabo coaxial, ao contrário do par trançado, mantém uma capacitância constante e baixa, teoricamente independente do tamanho do cabo, evitando assim vários problemas técnicos.

Comparado com o par trançado, o cabo coaxial tem uma imunidade de ruído de crosstalk⁴ bem melhor, e uma fuga eletromagnética mais baixa⁵.

O Cabo Coaxial tem uma largura de banda mais alta e maior capacidade do que o par trançado de cobre. Ele pode transmitir mais informação sobre mais canais do que o cobre pode.

O Cabo Coaxial tem taxas de erro mais baixas. Por causa do melhor encapsulamento, o cabo coaxial é menos afetado pela distorção, ruído, crosstalk (conversações de linhas adjacentes), e outras interferências no sinal.

O Cabo Coaxial tem um espaçamento maior entre repetidores/amplificadores.

5.4.3 Desvantagens do Cabo Coaxial

Em relação ao custo, o metro do cabo coaxial é mais elevado do que o do par trançado, principalmente quando se pensa em termos de interfaces para ligação do cabo.

⁴ Linha cruzada

⁵ o que pode garantir o seu sigilo quando usado na rede secundária

O Cabo Coaxial tem alto custo de instalação. É mais grosso e menos flexível e é mais difícil de trabalhar do que com o fio de cobre.

5.4.4 Aplicações típicas

- TV a cabo
- Instalação de antena de rádio ponto a ponto e antenas de satélite
- Conexões entre Centrais Telefônicas da operadora
- Interligação de multiplexadores nos pontos de presença das operadoras

5.5 - Fibras Ópticas

A Fibra ótica é a mídia de transmissão de mais recentemente desenvolvimento e representa um passo enorme adiante em capacidade de transmissão. Um recente teste reportou taxas de transmissão de 350 Gbps (350 bilhões de bits), Largura de Banda suficiente para suportar milhões de chamadas de voz. Além disso, numa situação experimental levado a cabo recentemente foi registrado que um equipamento transmitiu sinais em 10.000 Km de distância, sem o uso de repetidores, embora na prática entre 80 a 300 Km se faça uma repetição dentro da norma nas instalações usuais. Recorde-se da necessidade por repetidores a cada um quilômetro aproximadamente em cabos de cobre e coaxial.

Comunicação por fibras óticas usa as frequências de luz para enviar sinais. Um dispositivo chamado de modulador converte sinais elétricos analógicos ou digitais em pulsos de luz. Uma fonte luminosa liga e desliga a luz bilhões e até mesmo trilhões de vezes por segundo (semelhante a uma lanterna ligada e desligada -- só muito mais rápido). Esses pulsos de luz são traduzidos em código binário. O pulso de luz positivo (sinal ou luz presente) representa 1; um pulso de luz negativo (nenhum sinal) representa 0. As fibras óticas são digitais por natureza.

A luz é transmitida então ao longo de uma fibra de plástico ou vidro da grossura de um fio de cabelo humano. No lado receptor, são detectados os pulsos de luz e convertidos de volta para sinais elétricos.

Uma fibra ótica é composta basicamente de material dielétrico (em geral, sílica ou plástico), segundo uma longa estrutura cilíndrica, transparente e flexível, de dimensões microscópicas comparáveis às de um fio de cabelo.

A estrutura cilíndrica básica da fibra ótica é formada por uma região central, chamada de *núcleo*, envolta por uma camada, também de material dielétrico, chamada *casca*, como mostrado na figura abaixo. A seção em corte transversal mais usual do núcleo é a circular, porém fibras óticas especiais podem ter um outro tipo de seção (por exemplo, elíptica).

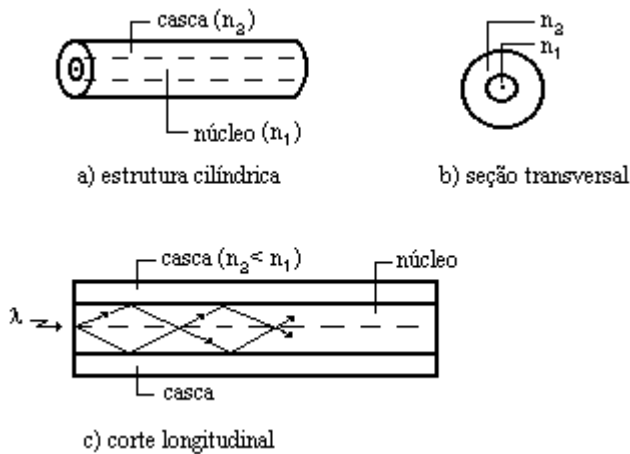


Figura 5.4 Fibra Ótica

A composição da fibra ótica, com material de índice de refração ligeiramente inferior ao do núcleo, oferece condições à propagação de energia luminosa através do seu núcleo. A fibra ótica propaga luz por reflexões sucessivas.

A capacidade de transmissão (banda passante) de uma fibra ótica é função do seu comprimento, da sua geometria e do seu perfil de índices de refração. Existem duas classes principais de fibras: monomodo e multimodo.

A atenuação em fibras óticas é causada por múltiplas fontes. Nelas existem regiões espectrais (janelas de transmissão) onde a atenuação é mínima.

5.5.1 - Vantagens das Fibras Óticas

As fibras óticas, devido as suas características, apresentam algumas vantagens em relação aos suportes físicos de transmissão convencionais, tais como o par trançado e o cabo coaxial. Estas são as seguintes:

- perdas de transmissão baixa e banda passante grande
- pequeno tamanho e peso
- imunidade a interferências
- isolamento elétrica
- segurança do sinal
- matéria-prima abundante

As fibras óticas tem sido uma alternativa superior aos satélites em sistemas de transmissão a longa distância caracterizados por um grande tráfego ponto-a-ponto. Por outro lado, em aplicações multiponto, como aplicações de difusão de TV, os satélites são a melhor alternativa.

As fibras óticas têm uma extremamente alta largura de banda. Na realidade, a largura de banda da fibra ótica é quase infinito, só limitado pela habilidade de engenheiros em aumentar a frequência dos pulsos de luz. A tecnologia atual alcança uma frequência de 100 terahertz (um milhão de bilhão).

As fibras óticas não estão sujeitas à interferência ou prejuízos eletromagnéticos como são as outras mídias.

As fibras óticas têm uma taxa de erro extremamente baixa -- aproximadamente um erro por 1.000.000.000.000.

As fibras óticas têm uma baixa perda de energia o que se traduz em menos repetidores/regeneradores para transmissão de longa distância.

Fibra é feita de vidro e o vidro é feito de areia. Nunca irá haver uma escassez de matéria-prima para a fibra.

5.5.2 - Desvantagens das Fibras Ópticas

O uso das fibras ópticas também possui algumas desvantagens em relação aos suportes de transmissão convencionais:

- fragilidade das fibras ópticas sem encapsulamento
- dificuldade de conexões das fibras ópticas
- acopladores tipo T com perdas muito grandes
- impossibilidade de alimentação remota de repetidores
- falta de padronização dos componentes ópticos

Os Custos de instalação são altos para um sistema de fibra ótico. Atualmente custa aproximadamente \$41.000 por km para instalar um sistema de fibra ótico. A despesa de lançar a fibra é fundamentalmente devido ao alto custo da divisão e junção (união) da fibra. O custo quase certamente diminuirá dramaticamente quando métodos menos caros de divisão e união da fibra forem introduzidos.

Uma potencial desvantagem das fibras óticas resulta de sua enorme capacidade de transporte de sinal. Ocasionalmente um fazendeiro ou um trabalhador de construção civil (no Brasil normalmente obras das administrações municipais ou estaduais) fará escavações na terra e sem querer irá quebrar ou dividir um cabo de fibra ótico.

Como o cabo pode transportar tanta informação, uma cidade inteira poderia perder sua comunicação só por um infortúnio aparentemente de menor importância.

5.5.3 - Instalação

Em razão das dimensões envolvidas, a instalação de fibras ópticas exige o uso de técnicas sofisticadas e de muita precisão, a fim de limitar as perdas de acoplamento. A junção ponto-a-ponto de dois ou mais segmentos de fibra óptica pode ser realizada de modo permanente através de *emendas* ou por meio de *conectores* mecânicos de precisão. As junções multiponto utilizam-se de *acopladores* de diversos tipos.

5.5.4 - Aplicações

Os sistemas de transmissão por fibras ópticas podem ser classificados segundo algumas características básicas. Estas características estão associadas às aplicações dos sistemas ou à especificidade de alguma técnica, configuração ou dispositivo utilizado pelo sistema. Tipos de sistemas:

- sistemas de comunicação
- sistemas sensores
- aplicações militares

5.5.5 - Transmissores e Receptores Ópticos

5.5.5.1 Transmissores

Os transmissores ópticos são responsáveis por converter sinais elétricos em sinais ópticos que irão trafegar na fibra. Os transmissores ópticos convencionais modulam a fonte óptica pela sua intensidade, através da variação da corrente elétrica injetada no gerador óptico. A fonte óptica é um semicondutor, e pode ser de dois tipos:

- LED
- Diodo LASER

LED (Light-Emitting Diode)

Realiza a conversão de sinais elétricos em sinais ópticos através do processo de fotogeração por recombinação espontânea. LEDs são utilizados em sistemas de comunicação que exijam taxas de transferência menores do que aproximadamente 100 a 200 Mbits/s. Em decorrência das diferenças estruturais entre LEDs e LASERS, estes possuem diferenças funcionais que devem ser consideradas ao se optar pela aplicação de um dos dois componentes.

Diodo LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)

Realiza a conversão de sinais elétricos em sinais ópticos através do processo de geração estimulada de luz. Em decorrência das diferenças estruturais entre LEDs e LASERS, estes possuem **diferenças funcionais** que devem ser analisadas ao se optar pela aplicação de um dos dois componentes.

5.5.5.2 Receptores

Os receptores ópticos (ou fotodetectores) são responsáveis pela conversão dos sinais ópticos recebidos da fibra em sinais elétricos. Os fotodetectores devem operar com sucesso nos menores níveis de potência ópticas possíveis, convertendo o sinal com um mínimo de distorção e ruído, a fim de garantir o maior alcance possível. Devido a essas características, os receptores possuem um projeto mais complicado do que o dos transmissores, uma vez que devem fazer decisões sobre quais tipos de dados foram enviados, baseados em uma versão amplificada de um sinal distorcido. Os fotodetectores mais utilizados são os fotodiodos, os quais se utilizam de um mecanismo denominado fotoionização. Os dois principais fotodiodos utilizados como fotodetectores são os fotodiodos PIN e APD (Avalanche FotoDiode), que possuem características funcionais diversas.

5.5.6 - Conectores Ópticos

Existe uma grande variedade de conectores para numerosas aplicações distintas com fibras ópticas. Os tipos de conectores ópticos mais comuns atualmente são os conectores com ferrule, os conectores bicônicos moldados e os conectores com lentes. Destes, os mais utilizados são os conectores com ferrule, dentre os quais se destaca a utilização do conector ST, para fibras multimodo.

5.6 Transmissão de Dados Sem Fio

Introdução

Muitos sistemas de comunicação fazem a transmissão dos dados utilizando fios de cobre (como par trançado, cabo coaxial), ou fibra ótica. Outros entretanto, transmitem os dados pelo ar, não utilizando qualquer tipo de meio físico, como é o caso da transmissão por *raios infravermelhos, lasers, microondas e rádio*. Cada uma destas técnicas é adequada a certas aplicações, que podem ser empregadas em LANs e WANs.

Na realidade, o ar (ou espaço livre) constitui-se de um meio natural para a propagação de sinais eletromagnéticos, podendo talvez, ser considerado o melhor suporte de transmissão, quando se fala em conectividade. Tal afirmação baseia-se no fato de que o ar provê uma interconexão completa, e permite uma grande flexibilidade na localização das estações.

Existem também alguns inconvenientes com relação ao sistema, sendo que os principais são:

- Custo dos equipamentos ;
- Regulamentação pública .

A escolha de canais de radiofrequência para sistemas de comunicação, de uma forma geral, é bastante complicada, pois vários fatores devem ser observados, entre eles:

- Banda passante desejada;
- Área de cobertura;
- Disponibilidade do espectro;
- Interferências e fontes de ruído;
- Regulamentação pública;
- Custos dos equipamentos.

Atualmente, já existem sistemas de comunicação implementados que utilizam este meio de transmissão. Exemplo disto podemos citar:

- Sistema ALOHA da Universidade do Havaí
- Rádio Celular .

Como se observa atualmente, em alguns casos, o cabo está substituindo a TV por radiodifusão, o celular está ganhando o espaço dos telefones convencionais e em algumas redes, o cabeamento da LAN está cedendo sua posição para ondas de rádio e infravermelho.

Mais de vinte fabricantes competem hoje em um mercado impulsionado pela necessidade de substitutos para sistemas com fio em instalações de redes. Vários produtos tem sido desenvolvidos e colocados a disposição no mercado.

5.6.1 -

5.7 Microondas

Para transmissão através de microondas, sinais elétricos ou de luz, devem ser transformados em ondas de rádio de alta frequência. Rádios de microondas transmitem no final do espectro de frequência -- entre um gigahertz (um bilhão de Hz) e 30 GHz.

Os sinais são transmitidos através da atmosfera pelo apontamento direto entre uma parábola e a outra. Uma linha de visada clara tem que existir entre as parábolas transmissora e receptora porque as microondas viajam em linha reta. Devido à curvatura da terra, as estações de microonda são espaçadas entre 30 e 60 quilômetros.

Para compensar a atenuação, cada torre é equipada com amplificadores (para transmissão analógica) ou repetidores (para transmissão digital) para fortalecer o sinal.

Antes da introdução do cabo de fibra ótica em 1984, as microondas eram a principal alternativa à utilização do cabo coaxial para as companhias telefônicas públicas.

5.7.1 Vantagens de Microonda

As microondas tem alta capacidade de transmissão. A transmissão de microonda oferece maior Largura de Banda do que os cabos de cobre ou cabo coaxial resultando em taxas de transmissão mais altas e mais canais de voz.

A microonda tem taxas de erro baixas.

Os sistemas de microonda podem ser instalados e podem ser retirados rapidamente e de forma barata.

Eles podem ser alocados eficazmente ao ponto de maior necessidade em uma rede. A microonda é freqüentemente usada em áreas rurais porque as parábolas de microonda podem ser carregadas em caminhões, levadas ao local desejado e podem ser instaladas rapidamente.

A microonda exige muito pouca potência para enviar sinais de uma parábola para outra porque a transmissão não se espalha fora da atmosfera. Ao invés disso, viaja ao longo do caminho direto para a próxima torre.

A microonda tem um baixo Tempo Médio entre Falhas (Mean Time Between Failures - MTBF) de 100.000 horas -- ou apenas seis minutos de tempo de parada por ano.

A microonda é boa para ultrapassar terrenos inconvenientes como montanhas e lençóis de água.

5.7.2 Desvantagens de Microonda

A Microonda é suscetível à distorções ambientais. Fatores como chuva, neve, e calor podem causar alterações na estrutura física da microonda como dobras e variações. Isto afeta a qualidade do sinal.

As parábolas da microonda devem ser focadas em uma linha de visada direta (reta). Isto pode apresentar um problema em cima de certos terrenos ou em cidades congestionadas. Interrupções físicas temporárias na linha de visada, como um pássaro ou um avião que voa pelo caminho percorrido pelo sinal, pode resultar em uma interrupção dos sinais.

O uso da microonda deve ser registrado em agências reguladoras oficiais. Estas agências monitoram e alocam a designação de frequências para prevenir os sistemas de interferirem entre si.

O uso extensivo de microonda em grandes áreas metropolitanas tem lotado o espectro de rádio frequência, limitando a disponibilidade de frequências.

5.7.3 Aplicações típicas

- Redes privadas
- Redes de longa distância

5.8 Satélite

A Comunicação por Satélite é um segmento que cresce rapidamente do mercado de telecomunicações porque provê circuitos seguros e de alta capacidade.

Na maioria dos aspectos a comunicação por satélite é semelhante a comunicação de microonda. Ambas usam as mesmas ondas de rádio de frequência muito alta (VHF) e ambos requerem transmissão com linha de visada. Um satélite executa a mesma função essencialmente de uma torre de microonda.

Porém, os satélites são posicionados 36.000 quilômetros sobre a terra em uma órbita geosíncrona, isto significa que eles permanecem estacionados relativamente a uma determinada posição na superfície de terra.

Outra diferença entre a microonda e comunicações por satélite são os métodos de transmissão do sinal. Microondas usam só uma frequência para enviar e receber mensagens. Os satélites usam duas frequências diferentes -- uma para o uplink (subida do sinal da terra para o satélite) e uma para o downlink (descida do sinal do satélite para a terra).

Um dispositivo chamado de transponder é levado a bordo do satélite. Ele recebe uma carga de sinal de uplink de uma parábola de microonda terrestre, amplifica (analógico) ou regenera (digital) o sinal, e então retransmite uma carga de sinal de downlink à parábola da microonda de destino na terra.

Os satélites de hoje têm até 48 transponders, cada um com uma capacidade maior que 100 Mbps.

Por causa da longa distância viajada, há uma demora de propagação (atraso ou delay) de 1/2 segundo inerente em comunicação por satélite. A demora de propagação é percebido em conversações telefônicas e pode ser desastroso em comunicação de dados (depende do tipo das aplicações).

Uma vantagem sem igual de comunicação por satélite é que o custo de transmissão não é sensível à distância. Custa o mesmo enviar uma mensagem pela rua como ao redor do mundo.

Outra característica ímpar é a habilidade para prover transmissão ponto para multiponto. A área da superfície da terra onde os sinais de satélite (downlink) podem ser recebidos é chamada de área de cobertura. O Uplink de informações da terra podem ser distribuídas e retransmitidas para qualquer número de parábolas receptoras dentro da área de cobertura do satélite. Distribuição (Broadcast) de sinais de televisão é uma aplicação com transmissão ponto para multiponto.

5.8.1 Vantagens de Transmissão por Satélite

Transmissão de satélite provê acesso a grandes áreas geográficas (limitado pelo tamanho da área de cobertura do satélite), transmissão por difusão ponto para multiponto, uma grande Largura de Banda e é muito seguro.

5.8.2 Desvantagens de Transmissão de Satélite

Problemas associados com transmissão por satélite incluem: demora de propagação (atraso ou delay), exigência de licenças (autorização) por agências reguladoras oficiais por questões de segurança relativas à natureza de difusão (broadcasting) de transmissão por satélite. Partes indesejadas dentro da área de cobertura (footprint) dos satélites podem receber transmissão de downlink ilicitamente.

A instalação requer um satélite em órbita.

6 – Introdução `a Comunicação de Dados

A Comunicação de Dados, também chamada de Transmissão de Dados permite computadores e outros equipamentos comunicarem-se entre si através de uma rede de comunicações. Existem muitas aplicações úteis para a Comunicação de Dados. Um exemplo óbvio é a rede de Máquinas de Atendimento Automático utilizada pelos bancos. Quando um cliente de um banco procura uma destas máquinas para retirar dinheiro de sua conta, a máquina envia uma mensagem através da rede de telecomunicações até o computador central do Banco que mantém os registros relativos às contas de seus clientes. O computador central verifica se o cliente tem fundo suficiente na sua conta e então envia uma mensagem de volta para a Máquina de Atendimento Automático a qual informa para a Máquina se a retirada é permitida. Mensagens enviadas desta forma são referenciadas como sendo “transmissão de dados”.

Outros exemplos de transmissão de dados através de redes de telecomunicações são:

- 1 mensagem eletrônica (e-mail), pela qual uma pessoa envia uma mensagem através de um rede de telecomunicações do seu computador para uma pessoa usando outro computador conectado à rede;
- 2 acesso remoto, pela qual um pessoa pode usar um computador conectado a uma rede de telecomunicações em um lugar para acessar informações, programas de computador e outros materiais armazenados em outro computador conectado à rede à rede em outro lugar; e
- 3 acesso à Internet, pela qual a pessoa pode usar um computador em um lugar para ganhar acesso à informações (incluindo texto, gráficos, sons, vídeos, telefonia e outros materiais), receber e enviar e-mails para qualquer um dos milhões de computadores conectados à rede internet ao redor do mundo.

Os dados do computador está, invariavelmente, na forma digital. É, portanto desejável, quando possível, que os computadores estejam conectados a um serviço a um serviço de transmissão digital ao invés de um serviço analógico, embora os dados de computadores possam ser convertidos para a forma analógica, se necessário. Dados são comumente transmitidos:

- a) na forma da rede analógica através da rede de telefonia pública comutada (RTPC);
- b) em ambas as formas, analógica e digitais, via uma linha dedicada, dependendo se o serviço é analógica ou digital;
- c) na forma digital sobre uma rede RDSI (rede digital de serviços integrados – em inglês ISDN);
- d) na forma digital sobre uma rede de dados digital.

Muitas redes de dados são aquelas chamadas de redes de comutação de pacotes. Com a comutação de pacotes, um fluxo de bits de dados sendo enviado de uma lugar par ao outro é primeiro quebrado no computador no lado do emissor em pequenos lotes de dados. Cada lote de dados é então colocado dentro de um pacote. Um pacote é uma quantidade de dados de tamanho pré definido e num formato também pré definido. Cada pacote normalmente contém as seguintes informações:

- a) informações identificando o local para onde o pacote está sendo enviado;
- b) informações identificando onde o pacote está para ser colocado em seqüência dentro de todo o fluxo de bits de dados do qual o pacote faz parte;
- c) um lote de dados do fluxo de bits de dados sendo transmitido; e
- d) códigos que permitem ao equipamento receptor determinar se algum erro ocorreu na transmissão.

Cada pacote é então enviado separadamente através da rede para o receptor. Cada pacote poderia ser enviado através de diferentes rotas através da rede, e poderia chegar ao receptor em diferentes tempos e fora de seqüência. O computador no lado do receptor então verifica se existe algum erro na transmissão, remonta os pacotes na sua seqüência correta, usando as informações inseridas no início e no final de cada pacote, e cria um fluxo de bits de dados idêntica aquela enviada pelo enviado para o receptor.

Existem padrões aceitos internacionalmente, ou “protocolos”, para a transmissão de pacotes de dados comutados, o mais comum é o X.25. Eles definem, por exemplo, o tamanho e o formato dos pacotes e a velocidade da transmissão. Obviamente, ambos, o enviado e o receptor de pacotes comutados de dados precisam estar aderentes ao mesmo protocolo.

A vantagem da comutação de pacotes é que não é necessário existir transmissão de dados. Entre os pacotes, quando o link de transmissão poderia, de outra forma, estar ocioso, ele pode ser usado para transmitir pacotes entre diferentes enviados e receptores. Consequentemente, a comutação de pacotes obtém um taxa eficiente do uso da mídia de transmissão.

Como uma alternativa à comutação de pacotes, algumas redes de dados agora usam um sistema chamado frame relay. Ela é muito similar à comutação de pacotes. Os dados são quebrados em “frames” ao invés de pacotes. Os frames contém menos códigos para a verificação de erros e pode suportar altas taxas de dados em relação à comutação de pacotes.

Uma evolução das redes baseadas no protocolo Frame Relay (que por sua vez foi uma evolução do protocolo X.25) é a chamada rede ATM (Asynchronous Transfer Mode) cujo alto desempenho, altas velocidades e suporte a comunicação de dados multimídia são as principais características.

Outra realidade atual são as redes de pacotes utilizando o protocolo IP, utilizado na Internet. A internet se tornou nos últimos anos a rede mais abrangente a nível, tanto para uso comercial como para o entretenimento.

6.1 Transformando Dados em Informação

Essencial neste processo de mudança de escala na quantidade de informação que se pode tratar é a capacidade de processamento de dados em grande volume e com grande velocidade, por computadores. Em todas as etapas, seja na produção, comunicação, armazenamento e tratamento de informações, encontram-se computadores capazes de lidar com grandes volumes de dados.

Nas décadas de 60 e 70 já se pôde notar a diferença resultante de meios magnéticos para armazenamento de dados e computadores para seu processamento. Isto teve um forte impacto no modo de trabalho de muitas empresas e órgãos governamentais. A partir da década de 80, essa capacidade de processamento chegou até as pequenas empresas e o usuário individual. No presente, as capacidades de processamento e armazenamento de um computador doméstico são comparáveis às de super-computadores de 15 anos atrás, e inimagináveis no início da década de 70.

Com o acoplamento direto de máquinas de processamento aos meios de comunicação resolveu-se, em grande parte, o problema da latência na transmissão de dados do produtor ao consumidor. As redes de computadores permitem que dados trafeguem em grande volume e velocidade, e que sejam transformados em informação dentro de uma escala de tempo sem comparação na História.

É interessante que, a partir do momento em que essa conjugação de meios se tornou possível, já ficou claro onde estava o futuro:

The information revolution produced a knowledge explosion. Advances in the development and use of computerized information-processing networks, some of them on a worldwide basis, suggest not only further "explosion" of knowledge but revolutionary steps in generation and reorganization, storage and distribution. (...) Anything that can be done anywhere in the world with any computing system could now be done at any standard teletypewriter or other operator's console - provided that the communications connections have been made and the computer files and programs modified to permit general access from remote points. Merrill M. Flood [5, Information Processing, 9:567-574], 1977.

O que estava para vir e concretizar essas previsões, muito além do que se poderia esperar em 1977, era a total capilarização desses meios, através de dois elementos:

- O microcomputador, que trouxe o poder de processamento às mãos do indivíduo.
- A Internet, que permite que todos os computadores a ela conectados se interliguem para troca de dados.

6.2 Comunicação de Dados

A nova velocidade de comunicação de dados e informações é outro aspecto fundamental desse processo de crescente importância da informação. Termos como "Aldeia Global" deixaram de ser conceitos acadêmicos para virar lugar comum do presente. Se tomarmos os meios de comunicação de massa, como rádio e TV, por exemplo, temos novamente aqui uma situação análoga à da informação impressa: grande massa de informação direto do produtor ao receptor humano, que deve de alguma forma integrá-los como conhecimento. A informação é efêmera, e mesmo se guardada em fitas, de difícil recuperação e transformação. Uma mudança qualitativa fundamental está em se poder transmitir informação como dados reutilizáveis.

O progresso na comunicação de dados levou-a a atingir uma velocidade compatível com o volume de dados que se produz e consome atualmente. Novamente aqui é necessário que a informação transite automaticamente, uma vez que a presença do ser humano no meio do processo implica numa perda radical de eficiência.

Sobre a velocidade da comunicação é importante notar dois aspectos diferentes, a banda de passagem (volume de informação que pode ser passado simultaneamente), e a latência (tempo que cada bit de informação leva de fato para ir de um lugar ao outro). Quase sempre, ao se descrever um canal de comunicação, sua capacidade é descrita pela banda, o que pode dar uma idéia errada. Um exemplo interessante da diferença desses conceitos é resumido por Tanenbaum [51, pg. 83,], com a pitoresca frase ``Never underestimate the bandwidth of a station wagon full of tapes hurtling down the highway." De fato, com a gigantesca capacidade de armazenamento de pequenas fitas hoje em dia, é possível, por exemplo, transferir em uma viagem São Paulo-Rio vários terabytes, o que facilmente implementa uma banda da ordem de gigabytes por segundo, impossível na presente tecnologia de telecomunicações. Entretanto, a latência envolvida é grande, envolvendo tempo de estrada, de tráfego urbano e de gravação e leitura das fitas.

Com o uso de telecomunicações, obtém-se baixíssima latência, desde que a banda disponível não esteja sobrecarregada. É por isso que se pode estabelecer comunicação que, para todos os efeitos, parece instantânea. O tráfego de dados se faz, na maior parte, por cabos de cobre e fibras ópticas, com algum uso de rádio e microondas. As fibras são de uso relativamente recente, e, por permitirem velocidades muito altas, vêm se transformando no meio preferido.

O crescimento na capacidade dos canais de comunicação também é impressionante. Por exemplo, as linhas da espinha dorsal da rede que hoje é a Internet evoluíram de 56 Kbps (1980) para 448 Kbps (1984), 1.5 Mbps (1988), 45 Mbps (1990), com perspectiva de gigabits/s até o fim do século.

Antes de estudarmos a Comunicação de Dados propriamente dita é interessante estudarmos como os computadores trocam informações entre si e como estas informações são codificadas.

6.2.1 Códigos Digitais Binários

Considerando que a grande maioria dos equipamentos são digitais e binários, torna-se essencial a definição de um padrão de codificação de letras, números, símbolos e comandos sob a forma de valores digitais binários, normalmente 0 e 1.

6.2.2 Representando dados

Como um bit pode representar apenas dois símbolos distintos, 0 e 1, deve haver uma unidade maior, formada por um conjunto de bits, para representar números e outros símbolos, como caracteres e sinais de pontuação que usamos nas linguagens escritas.

Pode parecer estranho, a princípio, que os comandos de dispositivos façam parte do mesmo conjunto de caracteres das letras, números e sinais de pontuação, mas se você está digitando uma frase no computador, quando pressiona a tecla Return ou Tab, você está querendo que ela tenha um efeito especial sobre o seu texto. Essas teclas especiais têm de produzir caracteres especiais chamados caracteres de controle ou códigos de controle.

Representamos todos os nossos símbolos usando uma unidade de sete bits, 2 na 7 totaliza 128 combinações (já que nossa lista de códigos utilizados totaliza 118, nós temos apenas dez para gastar). O que faríamos se quiséssemos ter símbolos adicionais, como setas e travessões? Sete bits simplesmente não seriam suficientes; entretanto, com oito, dobraremos a capacidade da unidade. Com oito bits, podemos representar todos os 118 símbolos por nós definidos e ficar com 138 de sobra.

Foram criadas diversas codificações binárias, conforme podemos ver abaixo :

Códigos de 4 bits : BCD (ou 8421), Excesso 3 , GRAY etc.

Códigos de 5 bits : 2 em 5, Johnson, Baudot (telex), etc.

Códigos de 7/8 bits : ASCII (7) e EBCDIC (8)

Códigos – Adicionando Significado para os Bits

Para permitir aos computadores conversarem numa linguagem "comum", bits digitais são organizados dentro de códigos como o **ASCII** para computadores pessoais e **EBCDIC** para mainframes e minicomputadores de IBM. Códigos permitem computadores traduzir binário on e off e bits em informações.

Agora examinaremos os dois sistemas mais importantes que foram desenvolvidos para representar símbolos com números binários ou bits, o **EBCDIC** e **ASCII** e um novo padrão, o **Unicódigo**.

O **ASCII** foi a solução encontrada pela organização ANSI para representar símbolos com bits de dados. O conjunto ASCII original era um código de sete bits que definia 128 símbolos. Mais tarde, desenvolveu-se uma versão aprimorada com um oitavo bit, permitindo a descrição de 256 símbolos. A unidade de armazenamento utilizado é o **byte** (8 bits).

O oitavo bit poderia ser utilizado para detecção de erros através da paridade.

Por exemplo, computadores distantes podem ler mensagens de e-mail simples porque eles estão ambos em ASCII. O ASCII (Código de Padrão Americano para Troca Informação), é um código de sete bit usado por PCs. O código ASCII é limitado a 128 caracteres.

O código ASCII estendido suporta código de oito bits. A maioria do PCs atualmente usa o ASCII estendido. Estes caracteres incluem todas as letras maiúsculas e minúsculas do alfabeto, números e pontuação como !," e : (veja Tabela 5.1).

Representação de Caráter ASCII

! 0100001

A 1000001

m 1101101

Tabela 6.1 Exemplos de Código de ASCII

Como existem somente 128 caracteres com o ASCII normal ou 256 caracteres com o ASCII estendido, muitos códigos de formatação especial como o negrito, sublinhar, tabulação e colunas não são incluídos no ASCII.

Processamento de textos especializado e programas de planilha eletrônica acrescentam o próprio código deles ao ASCII para incluir características de formatação e especialização. Assim, documentos Microsoft (r) Word (r), por exemplo, precisam ser "traduzidos" se eles serão "lidos" por um programa WordPerfect (r).

Cada programa usa um arranjo diferente de bits, por exemplo, para formatar colunas, tabulação e marcações especiais de páginas (**footers**). Cada um deles acrescenta código de formatação proprietário ao Código padrão ASCII. Enviar documentos entre computadores em ASCII lhes permitem serem lido por todos os PCs. Porém, formatações especializadas como tabulação, tabelas, colunas e negrito não são incluídos na transmissão.

EBCDIC é um código de oito bits que define 256 símbolos. Ele ainda é comumente usado nos mainframes IBM de médio porte, raramente encontrado em microcomputadores.

UNICÓDIGO . Oferecerá dois bytes para a representação de símbolos. Com dois bytes, o conjunto de caracteres Unicódigo tem mais de 65 mil símbolos ou caracteres diferentes - suficientes para todos os caracteres do mundo. Se houvesse um único conjunto disponível para cobrir todos os idiomas do mundo, os programas de computador e os dados seriam intercambiáveis.

A nível mundial, os dois códigos mais conhecidos são o ASCII e o EBCDIC. Porém, alguns fatores levaram o código ASCII a ser o mais utilizado.

6.3 Funções da Comunicação de dados

Comunicação de Dados significa a técnica da transferência confiável da informação de um ponto a outro. Para tanto realiza funções como:

I - Transmissão de dados

II - Adaptação (força e conversão) do sinal digital

III - Detecção e Correção de Erros

IV - Estabelecimento e controle da comunicação

Vamos detalhar estas funções a seguir.

6.3.1 - I - Transmissão de dados

A transmissão de Dados envolve algumas características que irão depender do sistema do usuário (software / hardware) e/ou da rede de comunicação. São elas:

a) Sentido(Modo) da Transmissão:

Transmissão Simplex: a transmissão é feita em um único sentido (somente A transmite para B). As emissoras de Rádio e Televisão são exemplos de Sistemas Simplex.

Transmissão Half-Duplex (Semi-Duplex): aqui, a transmissão é feita em ambos os sentidos, porém não simultaneamente. Os Sistemas de Rádio-Amador e alguns Sistemas de Comunicação de Dados operam no modo Half-Duplex.

Transmissão Full-Duplex (Duplex): nesse caso, a transmissão é feita nos dois sentidos simultaneamente. Alguns Sistemas de Comunicação de Dados utilizam transmissão no modo Full-Duplex.

A figura a seguir ilustra esse conceito:

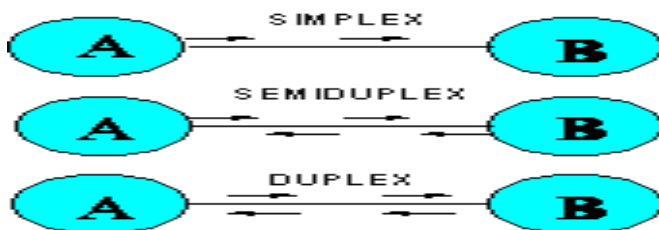


Fig. 6.1 Modos de Transmissão

b) Sincronismo:

Para que o receptor fique apto a receber as informações enviadas pelo transmissor, duas técnicas de sincronismo são utilizadas nos sistemas de C.D.: a ASSÍNCRONA e a SÍNCRONA .

A diferença básica entre as duas técnicas está no fato de que a técnica assíncrona (que foi a primeira a ser desenvolvida) leva em consideração que os relógios (clock's) de transmissão e recepção não têm uma referência única, o que significa que para uma transmissão longa (vários caracteres) a tendência são os relógios se dessincronizarem.

Uma analogia para explicar este fato é você iniciar o cronômetro de dois relógios digitais simultaneamente e deixa-los marcando um longo tempo. Quando eles forem parados, existirá uma diferença de tempo entre eles, já que cada cronômetro tem o seu próprio circuito de clock e que dificilmente (senão impossível) terão a mesma referência. Porém, se esses cronômetros forem disparados e parados em curtos espaços

de tempo, eles sempre marcarão o mesmo tempo. Por isso, na técnica assíncrona cada caracter a ser transmitido deve levar o sinal de sincronismo.

Já na técnica síncrona essa referência é garantida durante a transmissão, e sendo assim, pode-se agrupar vários caracteres e transmiti-los com um único sinal de sincronismo.

Comparando-se as duas técnicas, verifica-se que a técnica assíncrona gera um "overhead" (quantidade de bits que não são de informação) maior que a síncrona (fig. 2).

S1 CAR1 S2 CAR2 S3 CAR3 S4 CAR4 S5 CAR5 TÉCNICA ASSÍNCRONA

S1 CAR1 CAR2 CAR3 CAR4 CAR5 CAR6 S2 TÉCNICA SÍNCRONA

S-Sincronismo

CAR-Character

Fig 6.2 Técnica Assíncrona e Síncrona de Transmissão

c) Transferência de Bits

Os sinais que compõe a informação num computador (bits), são transmitidos por um hardware denominado de Interface ou Porta de Comunicação que pode ser serial ou paralela. O termo serial, indica que a transferência da informação será feita bit a bit e, portanto, necessita de apenas dois fios, e, paralela, significa que a transferência se fará por caracteres, utilizando, para tanto, um fio para cada bit do caracter referente ao código do computador (ver observação a seguir). A figura 6.3 ilustra este conceito.

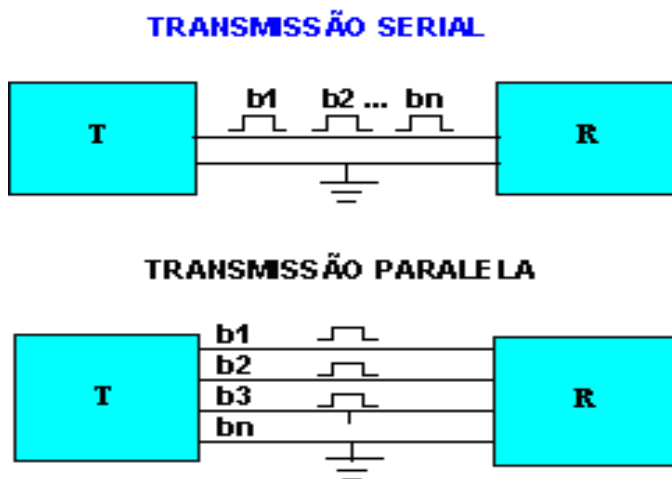


Fig. 6.3 Transmissão Serial e Paralela

OBS:

Os sinais que compõe a informação num computador (bits) são combinados por códigos que podem ser de 7 ou 8 bits (outros equipamentos utilizam códigos de 5 bits, como é o caso das máquinas telex, cujo código é denominado Baudot). Exemplos de códigos são

o ASCII CCITT nº 5 de 7bits, o ASCII Estendido (que é o código utilizado nos PC's) de 8 bits e o EBCDIC, também de 8 bits. As tabelas desses códigos indicam a combinação de bits para cada caracter. Assim, por exemplo, se tivermos o caracter A (a maiúsculo) armazenado na memória de um PC, esse caracter terá a combinação 10000011 (combinação de bits que representa o caracter A no código ASCII Estendido)

Portanto vemos que para interligar dois computadores numa pequena sala, basta que se conecte suas portas (serial ou paralela) através de um cabo (fig 6.4). (Para a troca de

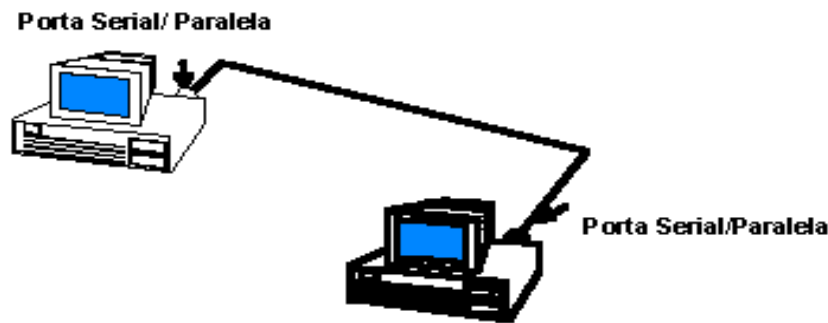


Fig. 6.4 Interligação de Portas Serial/Paralela

informações entre os computadores será necessário "rodar" um software de comunicação em cada um deles e indicar a porta utilizada)

Ocorre que, numa ligação deste tipo, existe um limite de distância imposto pelo hardware da porta de comunicação e pela distância que o sinal tem que percorrer o fio metálico (atenuação de sinal). Como exemplo, podemos citar a porta serial mais utilizada (que equipa o nosso PC) conhecida como RS 232 (norma do EIA) ou V24/V28 (norma do ITU-T - antigo CCITT), cuja distância máxima atingida é de 15 metros para a velocidade de 20.000 bps (vinte mil bits por segundo ou 20 Kbps). Note-se que na última revisão desta interface a velocidade vai a 115 Kbps.

Mas, e se quisermos interligar dois computadores a uma distância longa? Bem, essa é outra função da técnica de C.D., que é:

6.3.2 II - Adaptação (força e conversão) do sinal da porta de comunicação (nesse caso, da porta serial, visto que esta necessita de um par de fios para transferir a informação) de forma a adequá-lo ao meio de transmissão longo (Rede de Telefonia).

De uma forma geral, podemos dizer que existem dois tipos de Sinal Elétrico que pode representar uma informação na rede metálica, conforme mostra a figura a seguir:

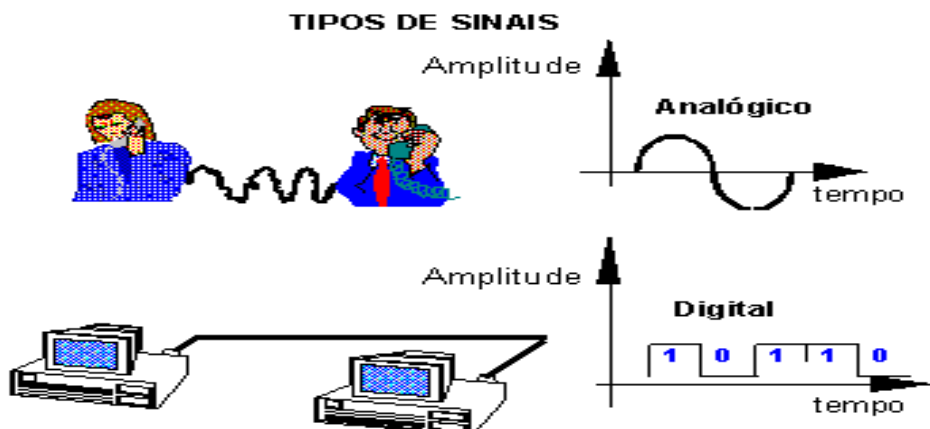


Fig. 6.5 Sinal analógico e digital

Verifica-se que as amplitudes desses sinais se comportam bem diferente no tempo, ou seja, enquanto no sinal analógico a amplitude varia continuamente, no sinal digital a mesma sofre variações discretas.

Se, por outro lado, estudarmos o comportamento desses sinais sob o domínio da frequência, vamos verificar que o sinal gerado pelo aparelho telefônico, que trafega na rede telefônica está numa faixa de frequências entre 300 e 3400 HZ enquanto o sinal digital ocupa uma faixa de frequências bem superior.

Desta forma, para trafegar com esse sinal pela Rede Telefônica, haverá a necessidade de se adaptar o sinal do computador.

Essa função é realizada pelo "MODEM ANALÓGICO" e tem por objetivo "enganar" a Rede de Telefonia (Fig 6.6).

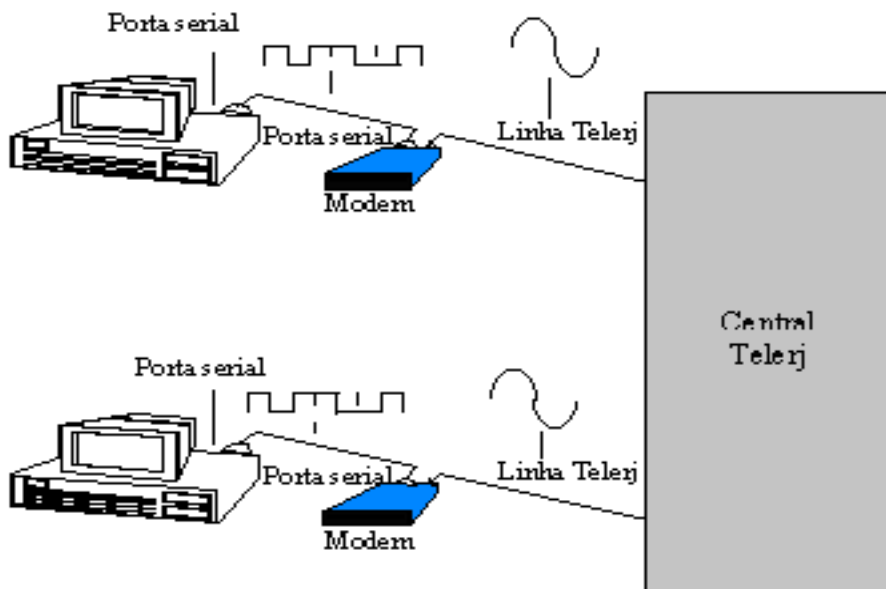


Fig. 6.6 Circuito de Comunicação de Dados Rede Analógica

Para adaptar o sinal digital na Rede Telefônica, os modems analógicos utilizam a técnica de Modulação/Demodulação, que de forma geral, consiste na impressão do sinal da informação num outro sinal bem mais forte (modulação), chamado de "onda portadora" e a retirada do sinal de informação da onda portadora na recepção (depopulação). A frequência da onda portadora estará dentro da faixa do canal de voz (300 a 3400 HZ).

Porém, não ligamos computadores somente na Rede de Telefonia. Hoje já existem redes preparados para trafegar com o sinal do computador (Redes Digitais) que oferecem serviços de interligação de computadores em diversas velocidades. Assim, para se ligar dois ou mais computadores nessas redes utiliza-se o "MODEM DIGITAL", também conhecido como "MODEM BANDA BASE" (fig 6.7).

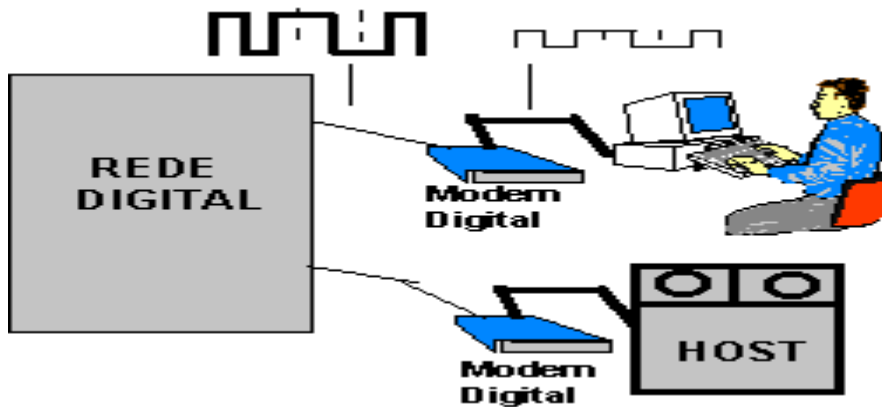


Fig. 6.7 Circuito Digital de Comunicação de Dados

Os modems banda base fazem a adaptação do sinal do computador pela técnica de Codificação/Decodificação, que não utiliza o conceito de onda portadora, gerando dessa forma um sinal com frequências superiores às frequências do canal de voz.

Cabe aqui uma observação: como os modems analógicos são ligados na Rede de Telefonia e esta tem uma abrangência mundial, esses modems são Normalizados, ou seja, mesmo fabricantes diferentes de modems seguem a mesma norma, portanto, os modems conseguem se comunicar, fato este que não ocorre com os modems banda base (digitais). No Brasil os fabricantes de modems analógicos seguem as normas do ITU-T conhecidas como normas "V".

Podemos agora juntar alguns pedaços do que foi dito até aqui:

- Temos dois tipos de modems - analógico e digital - que será conectado dependendo do meio de transmissão (rede analógica ou rede digital);
- o equipamento do usuário (computador) pode transmitir dados pela porta paralela ou serial, sendo a porta serial a utilizada quando a transmissão envolve longa distância (lembre-se que nesse tipo de transmissão apenas dois fios são necessários, e sendo assim, a economia é bem grande);
- além disso, o equipamento pode transmitir no sentido half ou full duplex de modo síncrono ou assíncrono;

Sendo assim, os modems têm que abranger essas características além da característica de velocidade.

A tabela a seguir relaciona os tipos de modems e as velocidades disponíveis:

VELOCIDADES (Em KBPS)	MODEM'S ANALÓGICOS (NORMAS "V")	MODEM'S DIGITAIS (NÃO NORMALIZADOS)
1,2	X	X

2,4	X	X
4,8	X	X
9,6	X	X
14,4	X	X
19,2	X	X
28,8	X	X
N x 64 (N=1,2,4,6,8)	X	X
2000 (Modems HDSL)	X	X

Tabela 6.2 Velocidades de Modems Analógicos e Digitais

O modem local é ligado ao modem distante através de um Meios de Transmissão (Par de Fios, Cabo Coaxial, Fibra Óptica ou Sistemas de Transmissão via Rádio ou Satélite), que podem formar um tipo específico de linha denominado de Linha Privativa (LP)

Linhas Privativas (LPs) são meios dedicados que interligam diretamente dois "pontos telefônicos ou equipamentos terminais" (computadores, telex, etc.), sem passar pelos equipamentos de comutação das centrais públicas de telefonia.

Quando a LP interliga equipamentos de C.D., ela é denominada de LPCD (Linha Privativa de Comunicação de Dados), que dependendo do tipo do modem interligado, são classificadas como:

TIPO B - Para transmissão em banda básica (sinal digital codificado). É utilizada em pares sem pupinização e em âmbito urbano.

TIPO N - Para transmissão analógica. Utilizada em ligações urbanas e IU.

TIPO C - Também para transmissão analógica com características mais rígidas que a do tipo N. (LPCD Condicionada).

Havíamos falado que um modem local era ligado a um outro distante através de um meio de transmissão. A esse conjunto MODEM A - MEIO DE TRANSMISSÃO - MODEM B, chamamos de LINK DE COMUNICAÇÃO DE DADOS, que pode ser ponto-a-ponto, se interliga apenas dois computadores, ou multiponto, se interliga mais de dois computadores (fig 6.8).

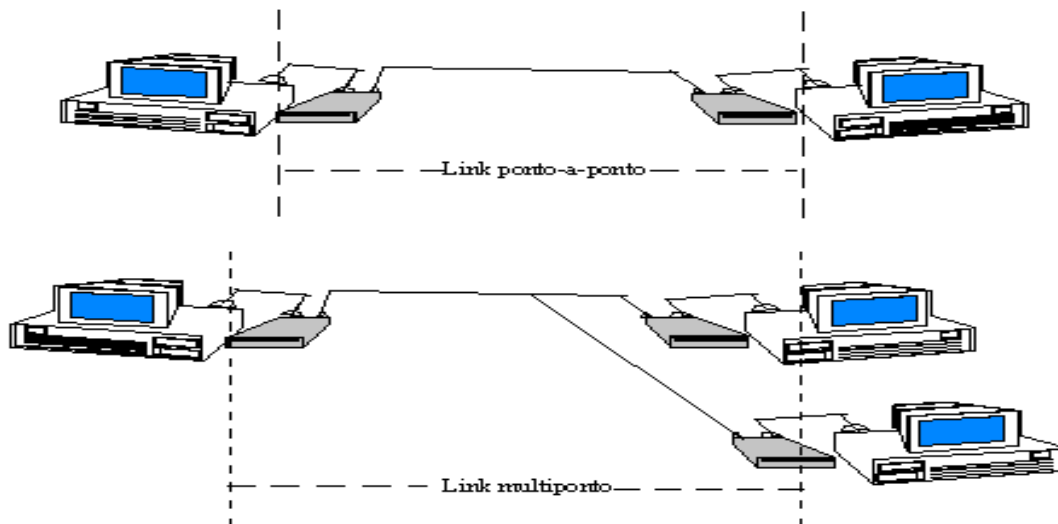


Fig. 6.8 Links Ponto a Ponto e Multi-Ponto

Os Link's de C.D. podem ser de dois tipos: comutados ou dedicados. Chamamos de Link comutado a toda ligação que é feita numa linha de telefone comum (que está ligada ao Equipamento de Comutação de uma Central Telefônica). Sendo assim, uma ligação desse tipo permite o acesso de qualquer assinante da rede telefônica que tenha um computador ligado à sua linha, a um outro computador que tenha o mesmo tipo de ligação (claro está que, para se "entrar" numa aplicação, teremos que ter uma senha e, eventualmente, uma conta no computador acessado).

Já os Links dedicados não estão ligados às Centrais de Comutação, podendo ser analógicos ou digitais.

Os links de C.D. são denominados de LINK'S DE ACESSO quando a ligação envolve REDE DE COMPUTADORES. Um exemplo é a RICD (Rede Integrada de Comunicação de Dados) da Telemar que permite a instalação de links de acesso dedicado ou comutado (fig.6.9).

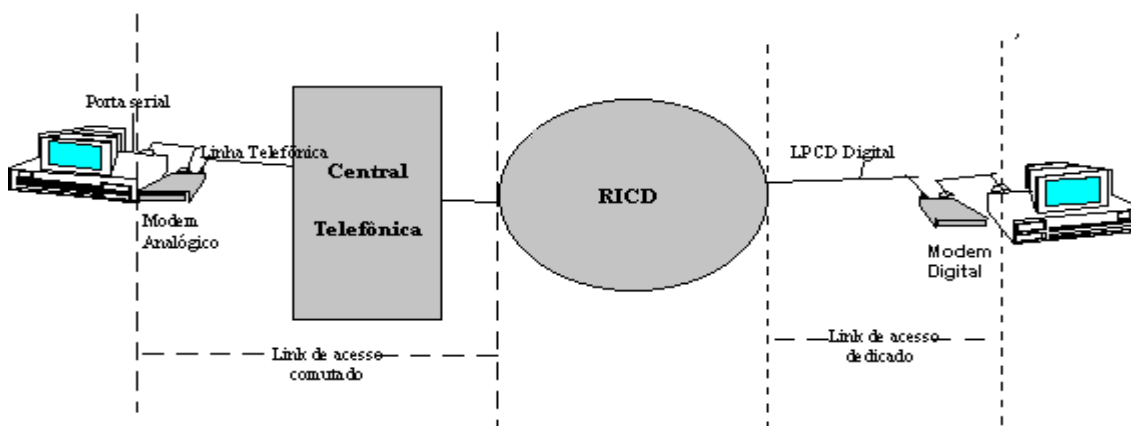


Fig. 6.9 Rede de Comunicação de Dados (fim a fim)

Redes de computadores também podem operar internamente de forma dedicada ou comutada e, nesse caso de forma análoga aos link's, essas redes permitem a conexão de dois ou mais computadores, no caso de redes dedicadas, ou a todos os computadores da rede no caso de redes comutadas, observando-se as mesmas condições dos link's de acesso comutados. Como exemplo, podemos citar a RICD da Telemar, que é formada por duas sub-redes: A RIODATA que é uma rede dedicada (também chamada de Rede Determinística) e a RIOPAC que é uma rede comutada, também conhecida como Rede de Pacotes. .

OBSERVAÇÃO:

Nos link's de C.D. o equipamento do usuário (computador) é denominado de DTE (Data Terminal Equipment) ou na sigla em português, ETD Equipamento Terminal de Dados), enquanto o equipamento de rede (ou o modem) é denominado de DCE (Data Communication Equipment) ou ECD (Equipamento de Comunicação de Dados).

Como os link's de C.D. estão sujeitos a ruídos que podem degenerar a informação, a técnica de C.D. prevê outra função:

6.3.3 III - Detecção e Correção de Erros

Essa terceira função da técnica C.D., compõe-se de algoritmos (programas) capazes de permitir que o receptor identifique uma informação que chegue com erro. Existem vários códigos de detecção de erros sendo um dos mais simples o "Código de Paridade Simples", onde o termo paridade se refere à quantidade de bits 1 que será mantido na transmissão (par ou ímpar).

Vamos ver um exemplo para que as coisas fiquem mais claras. Suponha um link ponto-a-ponto no qual é utilizado a Paridade Par (isto quer dizer que seja qual for o carácter a ser transmitido por um dos computadores, a quantidade de bits 1 deverá ser par). Assim, supondo que a seqüência de bits que forma o carácter seja 1010001 (no caso estamos supondo que o computador desse link utiliza um código de 7 bits), a transmissão desse carácter será 1010001, onde esse último bit 1 é o bit de paridade gerado para fazer a quantidade de bits 1 par.

O receptor após receber o carácter, irá verificar se a quantidade de bits 1 é par. Caso seja, ele considera que o carácter que chegou está OK, senão indica ao transmissor que houve um erro, pedindo retransmissão. A figura a seguir ilustra esse exemplo

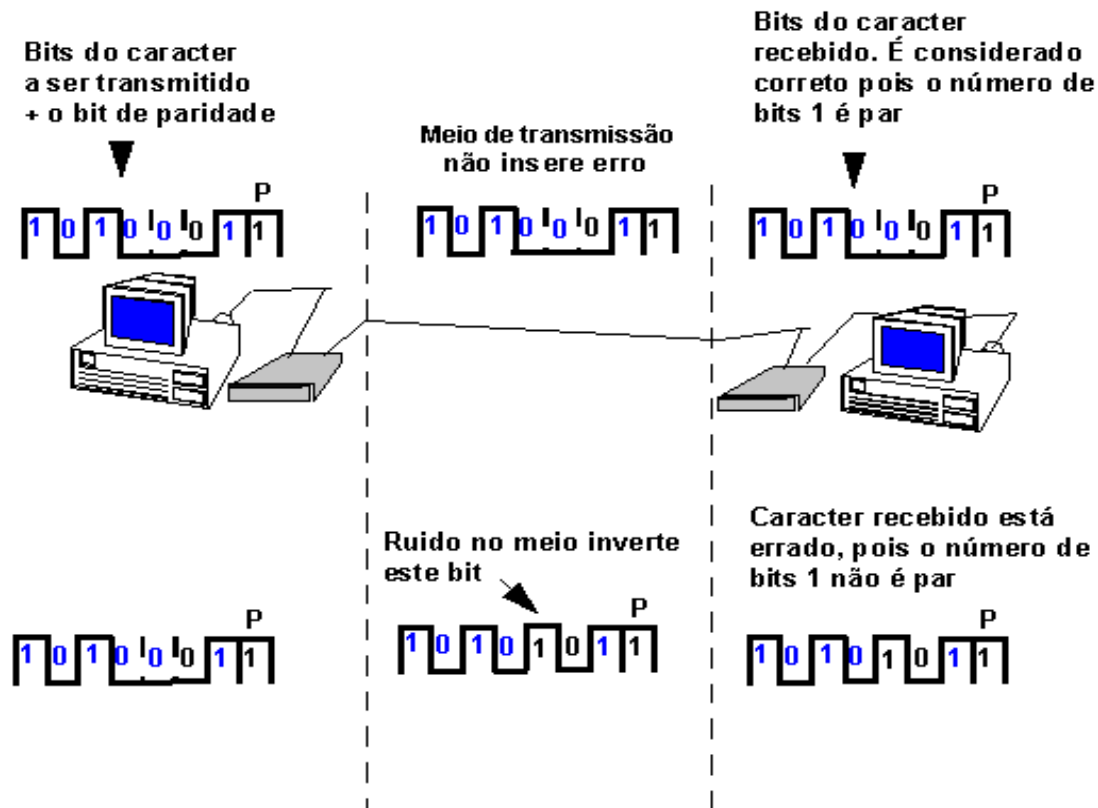


Fig. 6.10 Detecção e Correção de Erros

Naturalmente esse tipo controle de erro não é utilizado em links de longa distância pois, caso a quantidade de bits trocados pelo meio seja par, a recepção irá considerar o carácter como recebido OK.

Um dos algoritmos mais utilizados é o Código de Redundância Cíclico (CRC). Aqui, o carácter a ser transferido é encarado como um número binário e combinado com um outro número binário (que chamaremos de número gerador e que é igual tanto no transmissor quanto no receptor), através de operações de multiplicação e divisão. Estas operações geram um resto que é denominado de BCC (Block Check Character) ou FCS (Frame Check Sequence), e que é acrescentado ao número binário original correspondente à informação.

Com esse acréscimo (informação + BCC, que chamaremos de número gerado) temos agora um número que é múltiplo do número gerador (que conforme já dissemos, é igual na recepção). Agora, vamos pensar na transmissão e recepção desse número. Ora, se o meio não insere erro (ou seja, não há troca de bits) e a recepção faz a divisão do número gerado pelo número gerador, o resto encontrado é zero, o que garante que a informação recebida está correta.

Caso o meio de transmissão troque um ou mais bits do número gerado, este não é mais um múltiplo do gerador, e assim, após a divisão na recepção o resto diferente de zero

garante que a informação esta incorreta, e com isto, será pedida a retransmissão da mesma.

Vale lembrar que esta é uma das formas de funcionamento do CRC. De qualquer maneira, esses códigos podem ser implementados em "firmware", ou seja, gravados em memórias ROM, ou codificados nos softwares denominados PROTOCOLOS DE COMUNICAÇÃO, que implementam a outra função de C.D., que é a de estabelecimento e controle da comunicação.

6.3.4 IV - Estabelecimento e controle da comunicação

Quando atendemos o telefone que toca em nossa casa, seguimos um protocolo (regra) de comunicação: a pessoa que atende fala "alô", a pessoa que chamou pergunta "de onde fala" para verificar se está conectado ao número correto; uma pessoa "fala" enquanto a outra "ouve"; caso uma não entenda o que a outra falou esta pede para que a informação seja repetida e assim por diante.

Com os computadores acontece o mesmo, ou seja, é necessário que existam regras para que possa haver a troca de informação. Essas regras são implementadas por softwares denominados de protocolos de comunicação. Porém, quando conectamos computadores em links ponto-a-ponto, multiponto ou link's de acesso à redes de computadores, vários problemas devem ser resolvidos, tais como características do meio de transmissão (par trançado, cabo coaxial, fibra óptica, etc.), codificação dos sinais elétricos que serão transmitidos, tratamento de erros, controle de fluxo (computares em rede não são iguais e por isso podem ter quantidade de memória diferente), problemas de roteamento e ordenação de mensagens, entre outros.

A maneira encontrada para resolver todas essas questões foi estruturar em camadas (ou níveis) um grupo de funções que seriam implementadas pelo protocolo de cada camada, dando origem ao que se denomina de "Arquitetura de Redes de Computadores" (fig. 11)

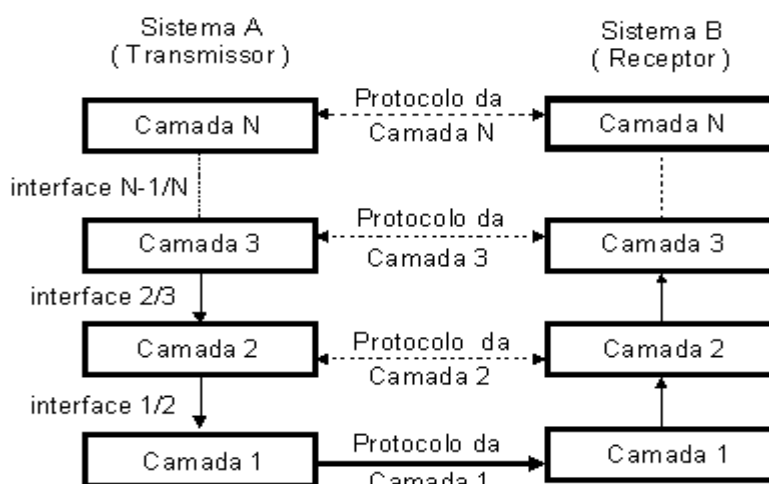


Fig. 6.11 Modelo OSI arquitetura de rede de computadores (pilha OSI)

Conforme visto na figura, a Arquitetura da Rede é formada por camadas(níveis), interfaces e protocolos, onde cada camada pode ser pensada como um programa ou

processo, implementado em hardware ou software, que se comunica com o processo correspondente no outro sistema.

Os dados transferidos na comunicação de uma determinada camada, não são enviados diretamente (horizontalmente) ao processo da mesma camada no outro sistema, mas descem verticalmente através de cada camada adjacente da máquina transmissora até o nível 1 (que é o nível físico por onde há a única comunicação horizontal entre as máquinas), para depois subir verticalmente através de cada nível adjacente na máquina receptora até a camada de destino.

Na arquitetura da rede, com exceção da última camada, cada camada (N) tem como função principal fornecer um conjunto de serviços à camada N+1 (serviços esses definidos pela interface de camada), usando funções realizadas na própria camada e serviços disponíveis na camada N-1 de um sistema. Assim, num processo de comunicação, cada camada N irá controlar a troca de dados com a camada N do outro sistema através dos "protocolo da camada N".

O número, o nome, o conjunto de funções, as interfaces e o protocolo de cada camada varia de uma arquitetura para outra.

Muitas arquiteturas de redes distintas foram definidas ao longo dos anos. Algumas, como a da Recomendação X-25, definem como os dados são transmitidos e não têm regras para aplicações ao nível do usuário, tais como transferência de arquivo e correio eletrônico. Outras, como a DecNet da Digital Equipment e SNA (System Network Architecture) da IBM, fornecem uma gama de serviços, mas só permitem a comunicação entre máquinas desses fabricantes e, por isso, são ditas "arquiteturas proprietárias".

Finalmente, arquiteturas como TCP/IP (Transport Control Protocol/ Internet Protocol) da DDN (Defense Data Network) e RM-OSI (Reference Model - Open System Interconnection) da ISO (International Standards Organization) definem uma gama de serviços para sistemas abertos , permitindo a comunicação entre computadores diferentes que utilizam sistemas operacionais distintos.

07 - Transmissão Serial Assíncrona e Síncrona

7.1 Definindo Assíncrono e Síncrono

Assíncrono (assynchono) significa "não síncrono". Na prática, um sinal assíncrono é aquilo que a porta serial assíncrona envia e recebe, que é uma cadeia de bytes, cada byte delimitado pôr um bit de partida e de parada. Síncrono é quase tudo que resta. Mas isto não explica os conceitos básicos. Em teoria, síncrono significa que os bytes são enviados a uma velocidade constante um após o outro (acompanhando os tiques de um relógio). Bytes assíncronos podem ser enviados de forma aleatória com vários intervalos de tempo entre bytes (como alguém datilografando caracteres num teclado). Existem certas situações que necessitam ser classificadas como síncrono ou assíncrono. A porta serial assíncrona muitas vezes envia bytes numa corrente firme como se fosse um caso síncrono, mas como ainda têm os bits de partida e de parada (que torna possível enviá-los aleatoriamente), é chamado de assíncrono. Um outro caso é onde bytes de dados (sem quaisquer bits de partida e de parada) são postos em pacotes com possível espaçamento aleatório entre um pacote e o próximo. Isto é chamado síncrono pois os bytes dentro de cada pacotes devem ser transmitidos sincronamente.

7.2 O problema da sincronização

Normalmente a comunicação serial consiste em transmitir dados binários pôr um enlace elétrico ou óptico via interfaces como a RS232 ou a V.35. Os dados, sendo binário, normalmente são apresentados através de dois estados físicos. Pôr exemplo, +5v pode representar 1 e -5v representar 0. A decodificação precisa dos dados no lado remoto é dependente do remetente e do receptor em manter a sincronização durante a decodificação. O receptor tem que amostrar o sinal em fase com o remetente.

Se o remetente e o receptor fossem ambos providos pôr exatamente a mesma fonte de relógio, então a transmissão poderia acontecer sempre com a garantia de que o sinal sendo amostrado no receptor estaria em sincronização perfeita com o transmissor. Este raramente é o caso, assim, na prática, o receptor é trazido periodicamente para sincronizar com o transmissor. É deixado para a precisão do relógio (clock) interno do transmissor e do receptor para manter a integridade da amostragem entre os pulsos de sincronização.

7.3 - Transmissão Serial Assíncrona

Este é o método mais amplamente usado para comunicações seriais pelo PC ou terminais simples.

Neste tipo de transmissão o sincronismo é estabelecido individualmente para cada caractere. Cada caractere recebe bits adicionais que indicará o seu início e o seu fim, são chamados de bits de **start e stop**.

Na comunicação serial assíncrona, a interface elétrica é mantida em posição de marca (1) entre caracteres. O começo de transmissão de um caráter é sinalizado pôr uma mudança no nível do sinal para o nível de espaço (0). Neste momento, o receptor dispara seu relógio. Depois de um tempo de bit (o bit de partida – start bit) vem 8 bits dos dados verdadeiros seguidos pôr um ou mais bits de parada (o stop bit) ao nível de marca. O receptor tenta amostrar o sinal no meio de cada tempo de bit. O byte será lido corretamente se a linha ainda estiver no estado planejado quando o último bit de parada for lido.

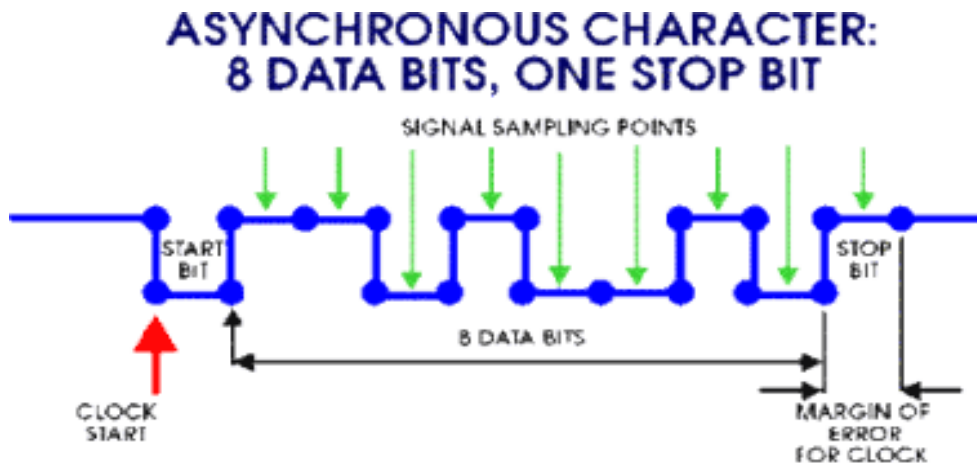


Fig. 7.1 - Comunicação Assíncrona

Assim o transmissor e o receptor só tem que ter aproximadamente a mesma taxa de relógio. Uma pequena aritmética mostrará que para uma sucessão de 10 bits, será interpretado o último bit corretamente até mesmo se os relógios do remetente e do receptor diferirem de até 5%.

A Comunicação Assíncrona é relativamente simples, e portanto barata. Porém, tem um alto overhead, no qual cada byte leva dois bits extras pelo menos: uma perda de 25% de bandwidth da linha. Uma linha de 56kbps pode levar só 5600 bytes/segundo assincronamente, em condições ideais.

Exemplo: Transmissão do caracter “S” no código ASCII.

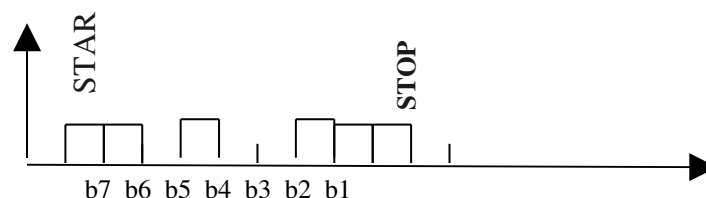


Fig. 7.2 Transmissão Serial Assíncrona

Características:

- Existência de bits adicionais start e stop;
- Possibilidade de transmissão a qualquer tempo, podendo haver tempo de inatividade;
- Sincronização pôr caracter;
- Tempo de duração da transmissão depende do código adotado e da duração convencionada dos bits.

Aplicações:

- Maioria dos programas de comunicação dos PCs;
- Telex.

A Figura 7.2 mostra a forma de onda correspondente para um simples caracter de sete bits. Num sistema de transmissão assíncrona serial o clock entre o transmissor e o receptor responsável pôr dividir o trem de bits (data stream) em bits não são sincronizados. A saída do transmissor permanece em estado de marca (mark state) quando o dados não está sendo transmitido e a linha está idle. O termo marca (*mark*) pertence aos primórdios de transmissão de dados e é representada pôr -12V em muitos sistemas de operação a curtas distâncias.

No que segue, período é o tempo mais curto para o qual a linha pode estar dentro de um estado lógico 1 (marca) ou um estado lógico 0 (espaço). Quando o transmissor desejar transmitir uma palavra, coloca a linha em um estado 0 pôr um período de um bit. Um espaço é representado pôr +12V. Quando o receptor vê este lógico 0, chamado de start bit (bit de partida), sabe que um caráter está a ponto de seguir. O fluxo de dados entrante pode ser dividido então em períodos de sete bits e os dados amostrados no centro de cada bit. O relógio do receptor não é sincronizado com o relógio do transmissor e os bits não são amostrados exatamente no centro.

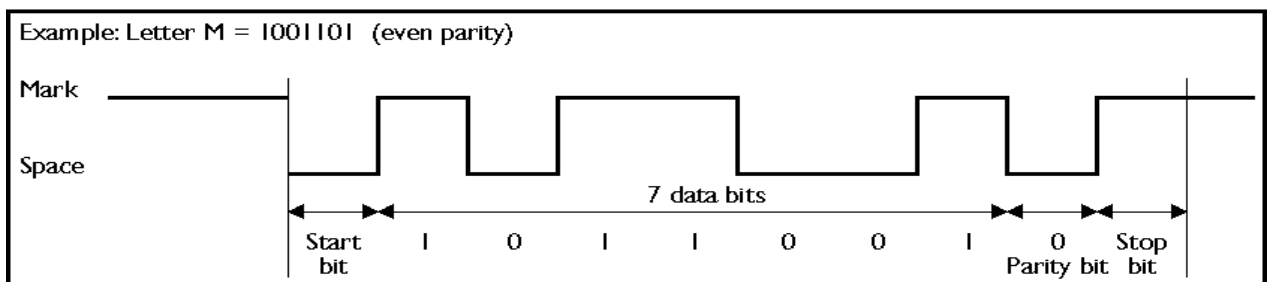


Figura 7.3 Transmissão serial assíncrona

Depois que foram enviados os sete bits de dados, um bit de paridade é transmitido para dar uma medida de proteção de erro. Se o receptor verifica que a paridade recebida não está de acordo com a paridade calculada, um erro é sinalizado e o caráter atual é rejeitado. O bit de paridade é opcional e não precisa ser transmitido.

Um ou dois bits de parada a um 1 nível lógico seguem o bit de paridade. O bit de parada (stop bit) não carrega nenhuma informação e serve apenas como um espaçador entre sucessivos caracteres. Depois que o bit de parada foi transmitido, um caráter novo pode ser enviado a qualquer hora. Ligações de dados serial assíncrona são largamente usados para transmitir dados em forma de caráter.

Se a duração de um único bit é de T segundos, o comprimento de um caráter é determinado através de um start bit, mais sete bits de dados, mais o bit de paridade, mais o stop bit, sendo o total de caracteres $= 10T$. A transmissão assíncrona é claramente ineficiente, desde que exige para transmitir sete bits de informação útil um total de dez bits de dados. Vários formatos para transmissão de dados assíncrona são de uso comum; pôr exemplo, oito bits de dados, nenhuma paridade, um bit de parada.

7.3.1 Taxa de Bit (Bit-rate) e Taxa de Baud (Baud-rate)

A velocidade à qual uma ligação de dados consecutiva opera é expressa em bits pôr segundo e está tipicamente na faixa de 110 a 56.600 bps.

São empregadas duas unidades de velocidade em transmissão de dados. Uma é em bits/pôr segundos (bps) e a outra Baud (de Baudot, um pioneiro nos dias do telégrafo). A Taxa de Bit define a taxa à qual informação flui pôr uma ligação de dados. A Taxa de Bauds define a velocidade de comutação de um sinal (i.e., a taxa de bauds indica com que freqüência um sinal muda de estado).

Para um sinal binário de dois níveis, uma taxa de dados de um bit pôr segundo é equivalente a um Baud; pôr exemplo, um modem que transmite dados binários a 1.200 bps é dito que ele opera a 1.200 Baud. Suponha um sistema transmissão de dados que usa sinais com 16 possíveis níveis discretos. Cada elemento de sinal pode ter um de $16 = 2^4$ valores diferentes; isso é um elemento de sinal codifica 4 bits. Se os sinais de 16 níveis são transmitidos a 1.200 Baud, a taxa de dados é $4 \times 1.200 = 4.800$ bps.

Exercício:

Quanto tempo leva um computador para transmitir um certo quadro para um local remoto em cima do sistema de telefone, determinado os dados seguintes?

1. a imagem mede 4 polegadas pôr 2 polegadas.
2. a imagem foi escaneada a uma resolução de 200 pixels/polegada.
3. cada pixel representa um valor de cinza de 32 níveis (i.e., 32 passos de branco para preto).
4. o dado é transmitido assincronamente com um bit de start, oito bits de dados, sem o bit paridade, e um bit de parada.

5. a velocidade de sinalização do modem é 2.400 baud.

Nota: Um pixel é um elemento de quadro e corresponde a um " ponto ". Um pixel pode ter atributos tais como a cor.

Solução

- a). O número total de pixels é: pixels horizontal x pixels vertical = $(4 \times 200) \times (2 \times 200) = 800 \times 400 = 320,000$ pixels
- b. Cada pixel representa um de 32 níveis de cinza. Então, um pixel é codificado como 5 bits ($2^5 = 32$).
- c. O número total de bits ser transmitido é: pixels bits/pixel de $x = 320.000 \times 5 = 1.600,000$ bits/imagem.
- d. A velocidade de comutação (sinalização) é 2400 baud e cada sinal é 1 de 256 valores diferentes. Quer dizer, cada sinal leva 8 bits (porque $2^8 = 256$).
- e. A taxa de bits transmitida é determinada através da taxa de bauds bits/sinal de $x = 2.400 \times 8 = 19.200$ bits/s
- f. Cada unidade de dados transmitida (i.e., cada caráter) consiste de 8 bits de dados em uma armação (frame) que consiste de 1 start bit + 8 bits de dados + 0 paridade bit + 1 stop bit. Ele leva 10 bits em uma armação para transmitir 8 bits de dados. A taxa de transmissão de dados efetiva está então reduzida antes pôr 8/10. Pôr conseguinte, o modem transmite a $19.200 \times 8/10 = 15.360$ bits/s.
- g. O tempo levado para transmitir a imagem é (total de bits)/(taxa de bits transmitida) = $1.600.000/15.360 = 104$ s.
- h. Na prática, o valor medido seria qualquer tempo superior entre dois caracteres sucessivos e o overhead necessário para preparar a chamada e gerenciar seu progresso.
- i. Note que muitos sistemas de transmissão de dados reais primeiro comprime os dados ao invés de enviá-los com os 1.600.000 bits completos. Desde que a maioria das imagens tem uma intensidade constante (pôr exemplo, a maior parte de uma página impresso é branca), podem ser enviados com o comprimento codificado. Quer dizer, você transmite o número de pixels em uma fluxo de intensidade constante.

7.4) Transmissão Síncrona

Neste tipo de transmissão procura-se garantir a existência única de referência de tempo entre o transmissor e o receptor. Esta referência única no tempo é chamada de sincronismo (clock ou relógio). O sincronismo é estabelecido no início da transmissão de cada mensagem pôr meio de caracteres de sincronismo. Este sincronismo quando estabelecido deve ser mantido até o final da transmissão da mensagem, devendo ser mantido um ritmo de transmissão.

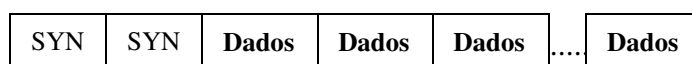


Fig 7.4 Sincronismo do Frame de dados

Nas comunicações síncronas, os dados não são enviados em bytes individuais, mas como frames de grandes blocos de dados. Tamanhos de frames variam de alguns bytes para 1500 bytes para a Ethernet ou 4096 bytes para a maioria dos sistemas de Frame Relay. O relógio é embutido na codificação de fluxo de dados, ou provido em linhas de relógio separadas de tal maneira que o remetente e o receptor sempre estão em sincronização durante uma transmissão de frame. Os frames mais modernos são construídos conforme a estrutura de frame baseado no protocolo de nível 2 denominado de HDLC (High-Level Data Link Control). Um frame HDLC tem a estrutura geral seguinte:



Figura 7.5 Frame Transmissão Síncrona

O flag (bandeira) é uma sucessão de bits 01111110 (7E em Hexadecimal) que delimita o começo do frame. Uma técnica conhecida como “bit stuffing” (enchimento) é usada para nunca inserir zeros adicionais nos dados de forma que uma sucessão de flags nunca aparece em qualquer lugar mas apenas no começo e no fim de um frame. Estes bits extras são novamente retirados (unstuffed) pelo receptor.

O campo de endereço normalmente é um byte, mas pode ser mais. É usado para indicar quem é o remetente ou o receptor desejado do frame. É possível ter estações múltiplas conectadas a uma única linha de comunicação e projetar o sistema de forma que cada receptor “veja” os frames com seu próprio endereço. Isto significa que as estações múltiplas podem comunicar-se usando apenas uma linha (pôr exemplo em uma Rede de Área Local - LAN).

O campo de controle é composto pôr um ou mais bytes. Contém informação sobre o tipo de frame (pôr exemplo, se este é um frame que contém dados de usuário ou um frame de supervisão que executam algum tipo de função de controle de enlace). Ele contém também freqüentemente um número de sequência cíclico (CRC) que permite ao receptor conferir que nenhum frame esteja perdido.

A " carga útil " (payload) do frame é o campo de dados. Os dados neste campo são completamente transparentes. Na realidade, ele nem mesmo tem que ser organizado em bytes de 8 bits, é uma coleção puramente arbitrária de bits.

Em seguida ao campo de dados estão os dois bytes que incluem o controle de erro CRC (Cyclic Redundancy Check). O valor destes bytes é o resultado de um cálculo aritmético baseado em cada bit de dados entre os dois flags (do início e do fim do frame). Quando o frame é recebido, o cálculo é refeito e comparado com os bytes de CRC recebidos. Se as respostas são iguais então nós estamos seguros a um grau muito alto de certeza, que o frame foi recebido exatamente como transmitido. Se há um erro de CRC o frame recebido é normalmente descartado.

Finalmente, o frame é terminado por outro caráter de flag.

A Comunicação Síncrona é normalmente muito mais eficiente no uso da largura de banda (bandwidth) que a Assíncrona. O campo de dados é normalmente grande em comparação aos campos de flag, controle, endereço e de CRC, assim há um overhead muito pequeno. Pode ser esperado que uma linha síncrona de 56kbps leve perto de 7000 bytes pôr segundo (i.e. $56000/8$, considerando que a taxa de dados da linha assíncrona seria de $56000/10$). Outra vantagem das comunicações síncronas é que a estrutura de frame permite manipulação fácil da informação de controle. Há uma posição natural (normalmente no começo da frame) para qualquer código especial que é necessário pelo protocolo de comunicação.

7.4.1 Características da Comunicação Serial Síncrona

- Caracteres de sincronismo são enviados antes dos dados;
- Não há intervalo entre os caracteres;
- O sincronismo da linha deve ser mantido durante a transmissão das mensagens;
- Os terminais devem ter buffer (memória);
- Uma temporização é estabelecida e mantida pelos modems receptor e transmissor, terminais (micros) e outros equipamentos.

Protocolos típicos da transmissão síncrona são o **BISYNC**, o **SDLC**, o **X.25** e o **HDLC**, entre outros.

Para garantir o sincronismo entre o transmissor e o receptor podem ser utilizadas duas técnicas:

- 1- transmitir o sincronismo pôr um canal exclusivo
- 2- transmitir o sincronismo no mesmo canal onde são transmitidos os dados úteis

No primeiro caso utiliza-se um canal exclusivo para transmissão do sinal de sincronismo, A técnica de codificação de dados utilizada neste método é normalmente o NRZ (No Return to Zero).

A existência dos dois canais (um para dados e outro para sincronismo) torna este método impraticável pôr dois motivos : custo e necessidade dos dois circuitos terem que apresentar o mesmo retardo na transmissão dos sinais (o que na prática é bastante difícil de se obter).

O segundo método consiste em enviar-se os dois sinais pelo mesmo canal de transmissão (dados e sincronismo) utilizando-se alguma técnica de transmissão. No

receptor, a partir do sinal de sincronismo recuperado, o sinal de dados é separado do sinal de sincronismo.

Várias técnicas de codificação são utilizados neste último método e visam garantir transições em qualquer que seja o padrão de bit transmitido. Exemplos destas codificações são o Manchester e o Manchester Diferencial.

Algumas características adicionais do modo síncrono de transmissão são:

- Transmite grande quantidade de dados.
- Necessita de um clock externo ou um relógio embutido na codificação.
- Ele é mais eficiente para grandes blocos de dados.
- receptor delimita o bloco de dados (chamado de Frame) através de uma seqüência de bits no início e fim de quadro.
- modo síncrono possui menor overhead.

Por exemplo o código de transmissão síncrono denominado de HDLC contém 48 bits de controle e flags (bandeiras de aviso). Se os dados possuírem 1000 caracteres , teremos um overhead de 0,6 %.

Na transmissão assíncrona o overhead é de 20 %.

7.4.2 Técnicas de Detecção de Erros

Na impossibilidade de eliminar o ruído num sistema de comunicação é importante criar-se mecanismos de detecção e correção dos mesmos.

Todos os mecanismos de detecção de erros tratam de adicionar bits na informação transmitida.

Os bits adicionais são calculados pelo transmissor através de algum algoritmo e recalculado no receptor seguindo a mesma lógica.

O receptor compara o valor encontrado no recalculo e compara com os bits recebidos. Se não houver concordância entre os valores um erro foi encontrado.

Encontrado o erro o sistema aciona um algoritmo para se retransmitir a informação anteriormente transmitida.

Os principais métodos de detecção de erros são a Paridade e o Cyclic Redundancy Check Character (CRC).

O primeiro método é mais utilizado em transmissões assíncronas, como visto anteriormente, e o CRC é utilizado em transmissões síncronas.

O CRC é um método sofisticado que utiliza um polinômio de ordem X, utilizado tanto pelo transmissor como pelo receptor para gerar o chamado Frame Check Sequence (FCS), que é o resto da divisão da informação transmitida pelo polinômio escolhido

para o método de CRC. O resto desta divisão no receptor da informação recebida pelo FCS gerado deve ser zero (0).

Exemplos de polinômios de CRC:

$$\text{CRC-12} = X^{12} + X^{11} + X^3 + X^2 + X + 1$$

$$\text{CRC-16} = X^{16} + X^{11} + X^{15} + X^2 + X + 1$$

$$\text{CRC-32} = X^{32} + X^{26} + X^{23} + X^{22} + X^{16} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 + X^7 + X^5 + X^4 + X^2 + X + 1$$

O CRC-32 foi o escolhido pelo comitê IEEE-802 para ser utilizado em redes locais, gerando um FCS de 32 bits.

08 - Modems

8.1 – Histórico

Na década de 80, o normal era não se possuir um modem, pois era um item dispendioso e de utilidade muito restrita; a velocidade era de 300bps. Aparelhos de fax eram analógicos e raríssimos, a forma de comunicação “rápida” entre empresas era o Telex, que necessitava de uma linha especial (não se comunicavam através da linha telefônica), não permitiam acentuação, caracteres minúsculos, etc. A velocidade de transmissão era de 50bps (com apenas 5 bits por caracteres ao invés dos 8 empregados normalmente).

Um modem atualmente pode transmitir 500 caracteres no mesmo tempo que um Telex necessitava para enviar um único caractere. Em 1990 poucas empresas e “micreiros” (normalmente engenheiros e técnicos em eletrônica possuíam um modem. Nessa época os modems possuíam uma velocidade de 1.200 bps e alguns poucos privilegiados possuíam modems de 2.400 bps. A instalação era difícil, qualquer ruído na linha telefônica gerava caracteres aleatórios na tela. Agora, passados apenas uma década, os modems pelo mesmo custo são acima de dez vezes mais velozes (28.800 a 56 kbps) e possuem compressão de dados, se tornaram mais seguros, pois possuem os protocolos de correção de erros e não costumam apresentar defeitos tão freqüentemente, chegando a oferecer garantia total de até 5 anos, enviam e recebem fax, e com os programas mais modernos são de fácil instalação (plug and play), etc.

8.2 - Modem Analógico

8.2.1 - O que é o modem?

O modem é o dispositivo usado para se fazer a comunicação entre computadores através da linha telefônica, logo ele está ligado a rede telefônica e ao computador. Podemos representar a conexão de dois modems da seguinte maneira:



Fig. 8.1 Modems

8.2.2 - MODEMs Residenciais

Os MODEMs mais conhecidos são aqueles que temos em nossas residências e que permitem que obtenhamos acesso a um provedor Internet através do sistema telefônico. O que esses MODEMs fazem é adaptar o sinal digital proveniente de nosso computador para que ele passe a ocupar apenas a banda entre 0 e 4000 Hz. Esta é exatamente a banda que a central telefônica, por ser preparada para receber sinais de voz, irá considerar que o sinal vindo da nossa linha residencial estará ocupado.

MODEMs são equipamentos capazes de realizar MODulação e DEModulação de sinais e justamente daí vem seu nome.

8.2.3 - MODEMs Diagrama Funcional

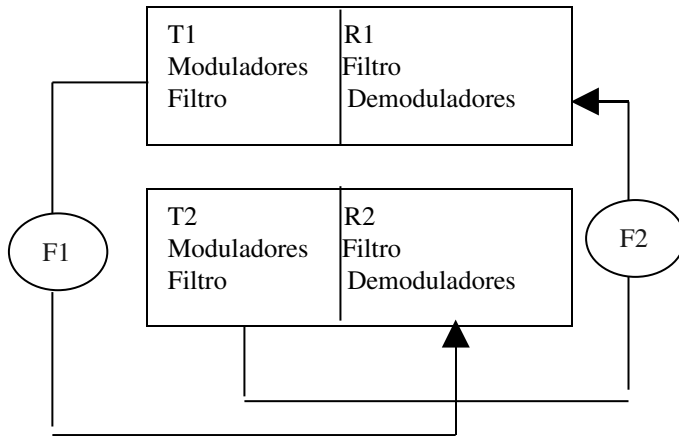


Figura 8.2 Diagrama em Bloco de um Modem

8.2.4 - Como funciona um modem?

Sabemos que um modem está ligado à linha telefônica e ao computador. Sabemos também que ele serve para fazer a comunicação entre o micro e um outro micro através da linha telefônica.

Surge então a questão, por que um computador não pode transmitir dados diretamente pela linha telefônica para outro computador. Para que é necessário o modem?

O motivo pelo qual não se pode fazer a transmissão direta de dados pela linha telefônica para outro computador é simples.

8.2.5 - O telefone

Vejamos como funciona um telefone comum: O microfone do bocal converte as ondas de som que vem de sua boca em sinais elétricos. Do outro lado, o alto falante no fone de ouvido converte novamente esses sinais elétricos em ondas sonoras. Os sinais elétricos trafegam pela linha telefônica por meio de oscilações de voltagem, podendo assim representar as ondas sonoras em sua frequência e altura (amplitude). Esses sinais são chamados de ANALÓGICOS, pois são uma analogia elétrica do som de sua voz. Pela linha telefônica somente este tipo de sinal pode trafegar.

8.2.6 - O computador e a porta serial

Já o computador se comunica com seus periféricos por meio de bits e bytes. Um bit é a menor unidade computacional, e aceita dois valores, ZERO ou UM. Um conjunto de oito bits forma um BYTE. Através das portas SÉRIAS (COMx, normalmente usadas para mouses, modems) o micro se comunica bit a bit com o periférico, e através das portas PARALELAS (LPTx, normalmente usadas para impressoras), byte a byte. Uma

porta serial utiliza sinais elétricos. São voltagens positivas e negativas (normalmente +12V e -12V) para representar o zero e o um. Alternando as voltagens, ela pode se comunicar com periféricos externos bit a bit. Este sinal é um sinal DIGITAL, com o qual o computador tem grande facilidade de trabalhar.

8.2.7 - Os modems

Portanto o **modem** tem a finalidade de transformar essas voltagens positivas e negativas que vêm do micro em tons audíveis, esses tons são transmitidos pela linha telefônica e quando chegam ao modem receptor, este os converte em sinais digitais e os transfere ao computador. Deste processo veio a palavra **MODEM**, que é a sigla MODular/DEModular.

Os modelos de modems mais antigos fazem o seguinte: Transformam essas voltagens positivas e negativas que vêm do micro em tons audíveis. Uma voltagem negativa (representando um bit 1) é convertida em um tom de determinado pitch; uma voltagem positiva (representando um bit 0) em um tom de pitch um pouco mais baixo. Esses sons são transmitidos pela linha telefônica da mesma forma como a voz. O modem receptor por sua vez converte esses sons em sinais digitais e os transfere para o micro, que os interpreta. Desse processo vem a palavra MODEM, que é a sigla de MODulador / DEModulador. Um lado modula os sinais digitais em sinais analógicos, enquanto o outro lado demodula esses sinais analógicos novamente para sinais digitais.

8.2.8 - Como um modem define sua velocidade de transmissão e recebimento?

Observação: BPS, bits por segundo, é a velocidade real do modem na linha telefônica, enquanto BAUD é uma unidade de medida que representa a quantidade de mudanças de fases por segundo que podem acontecer por exemplo em uma linha telefônica.

8.2.9 - Velocidade serial x Velocidade modem

Uma opção de configuração do software de comunicação diz respeito a velocidade, normalmente fazendo referência a Velocidade Serial, Baud Rate, Speed, etc. Um item relacionado a isso é opção Lock Port Speed.

Antes devemos distinguir dois tipos de velocidades presentes em uma conexão entre dois modems:

- **DTE (Data Terminal Equipament)**: velocidade definida entre seu computador e seu modem, sendo a velocidade de sua porta serial.
- **DCE (Data Communication Equipament)**: velocidade definida entre o seu modem e o modem a ser conectado, sendo esta a velocidade efetiva na linha telefônica.

• **LOCK PORT SPEED**

Esta opção ajusta o **DTE**, ou seja a velocidade máxima com que a sua porta serial irá receber os dados que chegam.

Opções:

- **SIM:** velocidade serial permanece a mesma independente do que o modem fizer;
- **NÃO:** isto fará que a velocidade serial **DTE** seja sempre a mesma do que a velocidade entre os modems pela linha telefônica **DCE**.

Observação: Na opção SIM, deve-se colocar um valor mais elevado para modems de alta velocidade, como por exemplo 57600 bps em modems de 14400 bps.

- Os primeiros padrões (alguns utilizados até hoje) eram assíncronos. Estes dispositivos normalmente consideravam taxas de transferência de 18.000 bps.

Tal como já vimos em capítulos anteriores, a comunicação assíncrona considera o uso de dispositivos mais simples, sem transferência de informações de sincronismo.

Isto reduz a eficiência de comunicação, forçando o ambiente a paradas freqüentes para sincronização, que são realizadas a cada bloco transmitido, delimitados por bits chamados de start e stop bits. O bloco mais comum é o de um caracter, representado através do código de sete bits ASCII, com um oitavo bit usado para controle de erros através de paridade.

Modems mais modernos, que hoje chegam a taxas de 56kbps em linhas de voz, podem utilizar a comunicação síncrona. Garantindo um sincronismo emissor e receptor, através de troca de informações de sincronismo, podemos ter maior blocos bem maiores de informações. Estes blocos contém códigos gravados em parte dos bits com o objetivo de garantir a correção de erros. Protocolos típicos são o BISYNC, o SDLC e o HDLC, entre outros.

8.2.10 - Modulação e Demodulação

A modulação é uma transformação aplicada a um sinal que faz com que ele seja deslocado de sua faixa de freqüências original para uma outra faixa.

A Demodulação é uma transformação aplicada a um sinal previamente modulado que faz com que ele seja deslocado de volta para sua faixa de freqüências original.

A modulação e a demodulação permitem que sinais sejam adaptados para a transmissão em canais com características diferentes daquelas do sinal original.

- Por exemplo, sinais modulados em diferentes regiões do espectro podem ser simultaneamente transmitidos em um mesmo meio físico através da multiplexação por divisão de freqüência.

8.2.11 - A modulação

Na verdade o termo MODULAÇÃO envolve bem mais do que somente isso. O uso de dois tons visto acima é chamado de modulação FSK. Com ele, se tem o limite de 300

bits por segundo numa transmissão de dados. Modems atuais usam mais do que os dois “estados” possíveis (no exemplo anterior, cada tom representa um “estado”). Esses modems mais avançados podem combinar estados (como por exemplo a amplitude) com mudança de estados (por exemplo a mudança de fase) afim de representar grupos de dois, três, quatro ou mesmo mais bits.

Existem três técnicas básicas de modulação:

- **modulação por amplitude (AM)** : modifica a amplitude da portadora de acordo com a cadeia de caracteres binários enviada. Uma amplitude de nível mais alto representa o 0 e uma amplitude mais baixa representa o 1.
- **modulação por frequência (FM)** : no qual a amplitude permanece constante e o que varia é a frequência. Um dígito binário 1 é representado por uma determinada frequência, enquanto o dígito binário 0 é representado por outra frequência.
- **modulação por fase (PM)** :o qual altera abruptamente a fase do sinal de 1 para 0 e de 0 para 1.

No caso específico do sinal modulador ser um sinal digital, essas técnicas tomam as seguintes denominações:

- **modulação por chaveamento da amplitude (ASK)**
- **modulação por chaveamento da frequência (FSK)**
- **modulação por chaveamento de fase (PSK)**

8.2.12 - A Modulação e a Transmissão de Dados

Nós vamos estudar os meios de modificar sinais para os tornar adequados para transmissão por um canal particular. Um canal de banda de passagem como um canal de telefone pode transmitir ondas de seno dentro de sua largura de banda mas não pode transmitir pulsos digitais.

Se uma sucessão de sinais binários fosse apresentada num lado de uma rede de telefone, os sinais digitais seriam severamente distorcidos de tal forma que eles seriam irreconhecíveis no lado receptor do circuito.

Porque a rede de telefone pode transmitir sinais na faixa de voz na gama de 300 a 3,300 Hz, foram investigados vários modos de converter informação digital em sinais de fala.

A figura 2 mostra como os dados digitais podem ser usados para mudar, ou modular, a amplitude de uma onda de seno em acordo com um sinal digital. Esta técnica é conhecida como modulação de amplitude ou AM. O equipamento necessário para gerar tal um sinal é chamado de modulador e aquele necessário para extrair os dados digitais do sinal resultante é chamado de demodulador. A interface entre um computador e um sistema de telefone é chamado de MODEM (modulador-demodulador). Porque o sistema AM é mais sensível a ruído (i.e., interferência) do que outras técnicas de modulação, ele não é usado amplamente em transmissão de dados.

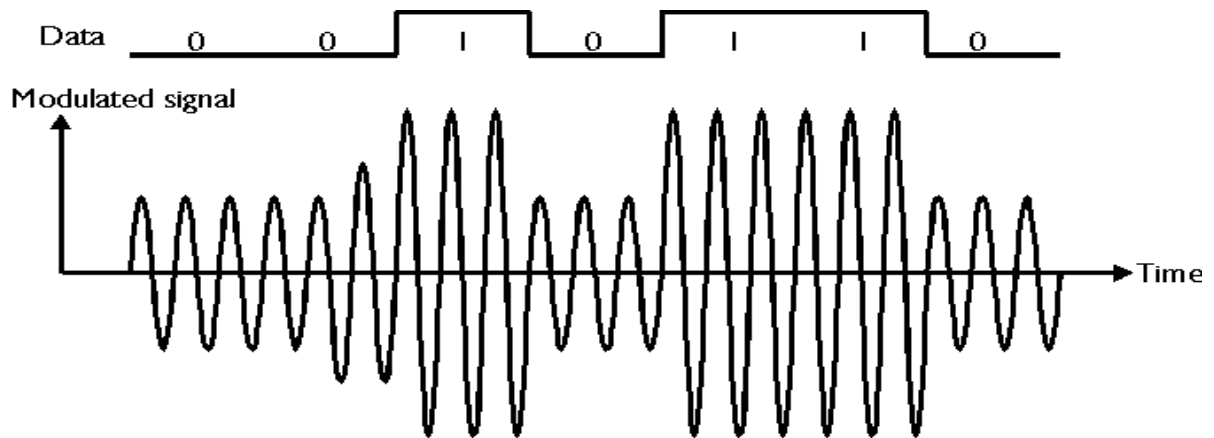


Figura 8.2 Modulação de Amplitude

Em vez de modular uma onda de seno mudando sua amplitude, é possível mudar sua frequência em concordância com os dados digitais. Em um sistema binário, uma frequência representa um valor binário e uma frequência diferente representa o outro. A figura 3 mostra um sinal de frequência modulada (FM). A modulação FM é extensamente usado porque tem uma tolerância melhor a ruído que o AM (i.e., é menos afetado por várias formas de interferência).

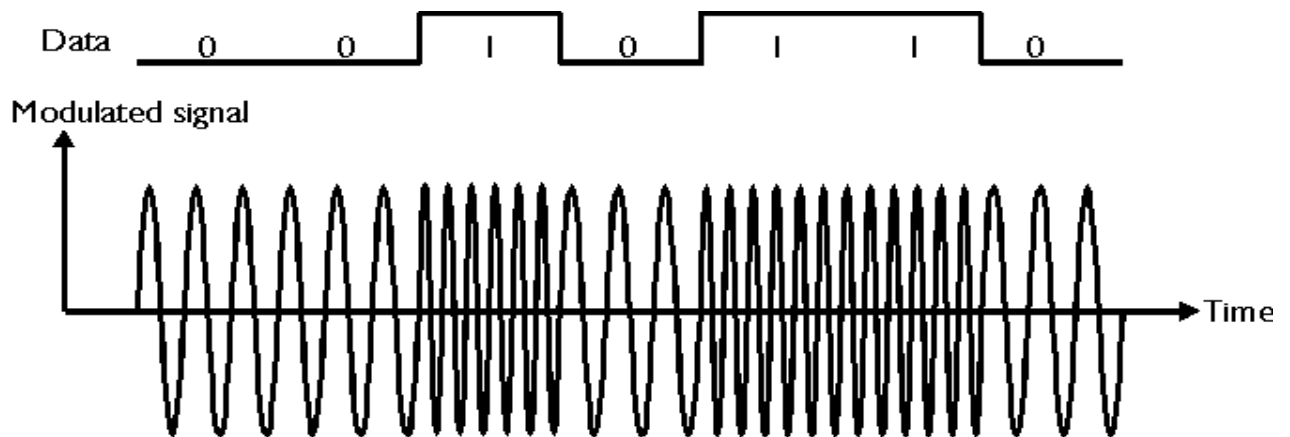


Figura 8.3 modulação de Frequência

A figura 4 ilustra outra forma de modulação chamada modulação de fase (PM). Neste caso, a fase da onda de seno é mudada em concordância com o sinal digital. O sistema PM é extensamente usado e tem características bastante semelhantes ao sistema FM. Se a mudança de fase que corresponde a um lógico 1 é 180° , e 0° (nenhuma mudança) corresponde um lógico 0, um bit de informação pode ser transmitido em cada time slot (Figura 4). Se, porém, a fase é trocada por múltiplos de 90° , podem ser transmitidos dois bits de cada vez (Figura 5).

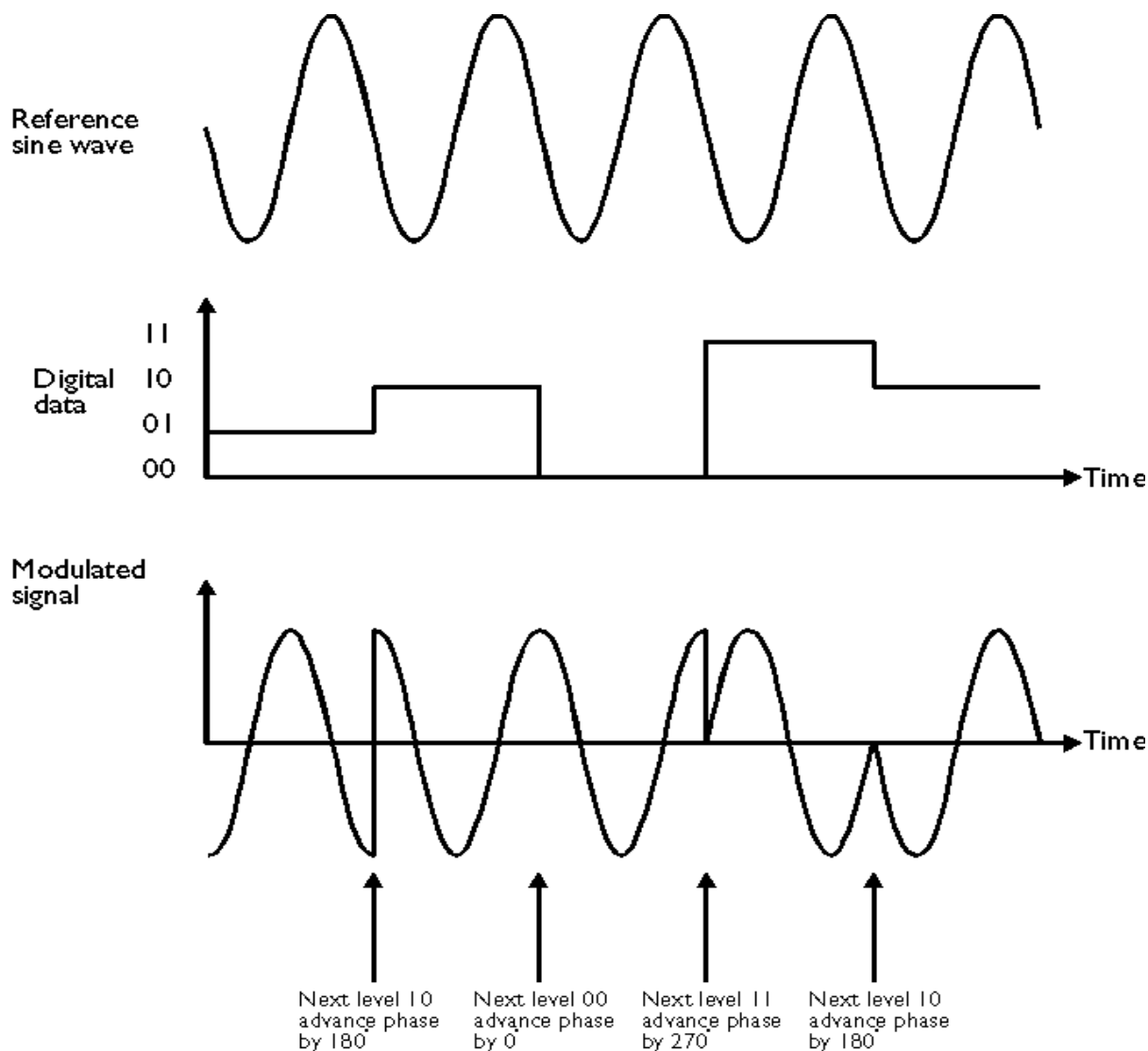


Figura 8.4 modulação de Fase

8.2.13 - Modems de alta velocidade

Modems operam em cima de uma gama extensiva de taxas de bit. Até o meio dos anos noventa a maioria dos modems operava entre 300 bps a 9.600 bps. Baixas taxas de bit eram associadas com a rede de telefone trocada onde algumas linhas eram muito pobres e os sinais sofrem prejuízo e os dados são reduzidos a taxas de 2.400 bps ou abaixo. As taxas mais altas de 4.800 bps e 9.600 bps eram geralmente encontradas em linhas arrendadas privadas onde a companhia telefônica oferecia um grau mais alto de serviço.

O crescimento da Internet proveu um mercado de massa para modem de alta velocidade.

Técnicas de modulação melhoradas e melhor tecnologia de processamento de sinal tem um impacto volumoso em projeto de modem. Pelo meio dos anos noventa, modem de baixos custo operaram a 14.4K baud ou 28.8K baud. Em 1998, modems capazes de

operar a 56K baud via linhas de telefone convencionais estava disponível pelo preço de um modem de 1200 de bps praticado na década anterior.

Modems de alta velocidade operam mudando a amplitude e a fase de um sinal simultaneamente. Esta técnica de modulação é chamada modulação de amplitude de quadratura (QAM). Um sinal de QAM pode ser representado matematicamente pela expressão $S \times \sin(\omega t) + C \times \cos(\omega t)$, onde S e C são duas constantes. O termo "quadratura" é usado porque uma onda de seno e uma onda de co-seno da mesma frequência e amplitude são quase idênticas. A única diferença é que uma onda de seno e uma onda de co-seno estão fora de fase em 90° (90° representam $1/4$ de 360° -consequentemente quadratura). A figura 8.5 demonstra uma constelação de 32 pontos de QAM na qual cada ponto representa um de 32 sinais discretos. Um elemento de sinal codifica um valor de 5 bit o que significa um modem com uma velocidade de sinalização de 2400 baud pode transmitir a 12.000 bps.

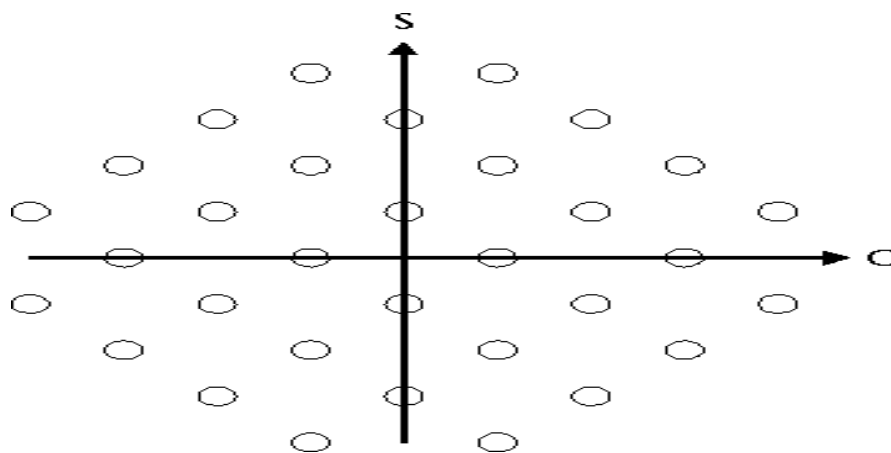


Figura 8.5 A constelação de 32 ponto – QAM

8.2.13.1 – Modulação QAM

Quadrature Amplitude Modulation ou QAM é a base de todos modems de alta velocidade. A figura 8.6 é um exemplo simples do QAM, a qual é uma combinação da modulação por deslocamento de fase diferencial (DPSK) e da modulação por deslocamento de amplitude (ASK).

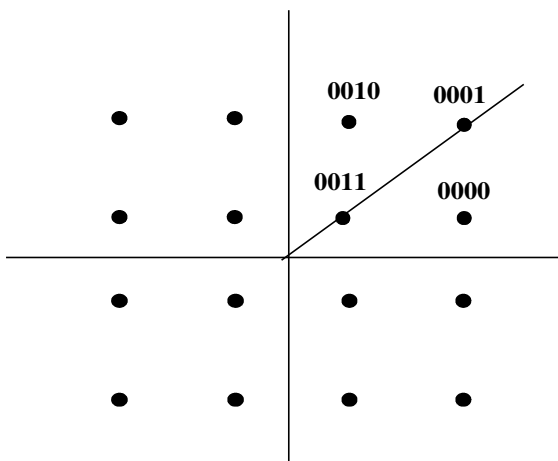


Figura 8.6 - DPSK-16 pontos (modem 9.600 bps)

Como nos vemos na figura, a figura da constelação deste modem de 9.600 bauds tem 16 pontos. Cada ponto carrega 4 bits (desde que $2^4 = 16$), então 2.400 símbolos por segundo (2400 bauds) irão carregar 4×2.400 , ou 9.600 bps.

Ao todo, os 16 pontos aparecem com 12 diferentes ângulos. Mas os pontos não estão numa distância igual em relação ao centro da figura. Lembre que cada ponto simplesmente representa o tipo de um vetor; a direção do vetor mostra o ângulo da fase do símbolo, enquanto o comprimento mostra sua amplitude. Por exemplo, os pontos que carregam 0011 e 0001 estão ambos num ângulo de 45 graus, mas o 0011 tem uma pequena amplitude, enquanto o 0001 tem uma amplitude maior.

Este método portanto combina chaveamento por variação de fase com chaveamento por variação de amplitude para providenciar os 16 diferentes símbolos necessários para permitir uma maior taxa de bits por segundo, enquanto ainda mantendo a taxa de bauds (o real número de diferentes símbolos em cada segundo), dentro do limite.

Mas existe um preço a pagar; com duas diferentes variação de fase como na **figura 8.4**, a diferença entre dois símbolos sucessivos, ambos 0 ou 180 graus, é relativamente fácil distinguir a diferença entre eles. Com 12 diferentes fases da **figura 8.6**, e as três diferentes amplitudes, existe apenas algo como 30 graus entre as diferentes fases. Adicione um pouco de ruído e possivelmente até uma diferença de fase introduzida pela linha telefônica, e você pode ver que o demodulador do modem pode facilmente cometer equívocos.

Agora imagine que nós desejamos expandir a idéia de modems mais rápidos. Por exemplo, suponha que nos desejamos simplesmente dobrar a velocidade para 19.200 bps. Ainda mantendo o limite dos 2.400 bauds, nós precisamos empacotar 8 bits em cada símbolo. Agora devemos ter 2^8 , ou 256 diferentes pontos na figura da constelação. Se nós usamos 4 diferentes amplitudes, existirão 64 diferentes ângulos de fase. Você pode ver que isto poderia incrementar grandemente a taxa de erro de modems, provavelmente tornando-o inutilizável. Então algo deve ser feito.

Antes de continuar, vamos parar para explicar a palavra “quadrature” em QAM (Quadrature Amplitude Modulation).

Em Matemática, quadratura significa “em ângulos retos”. Mas os ângulos no DPSK não eram 0 e 180 graus ? Então porque ele é chamado de quadratura ?

Em matemática, uma onda de seno e uma onda de cosseno parecem a mesma coisa, mas eles são divididos em variações de 90 graus; eles realmente estão numa quadrature. Se você adicionar uma onda de seno a uma onda de cosseno de uma mesma frequência, você obtém um novo sinal o qual parece apenas como uma onda de seno, mas ela está deslocada por alguns novos ângulos de fase. O modulador do modem produz 12 diferentes ângulos de fase na **figura 8.6** pela adição de várias quantidades de sinais de quadraturas de senos e cossenos juntos.

Então os modems atuais de 33 e 56kbps conseguem atingir estas velocidades pela utilização de diversos recursos técnicos:

Negociação e testes em linha (fallback)

Supressão de eco

Embaralhamento de bits (scrambling)

8.2.13.2 Modulação Codificação em Treliça (Trellis Codification Modulation – TCM)

Mesmo após todos estas técnicas, o receptor do modem está ainda propenso a cometer erros quando a constelação contém muitos pontos. Aqui é onde uma forma de correção de erro chamada “codificação Treliça” é usada. Para manter as coisas mais simples possíveis (tarefa árdua !!!!!!!) vamos nos confinar num modem de 9.600 bps.

A **figura 8.6** mostra a figura de constelação de 16 pontos de um modem simples a 9600 bps. Na realidade, a maioria dos modems modernos a 9600 bps usam codificação Treliça com a constelação de 32 pontos como na **figura 8.7**.

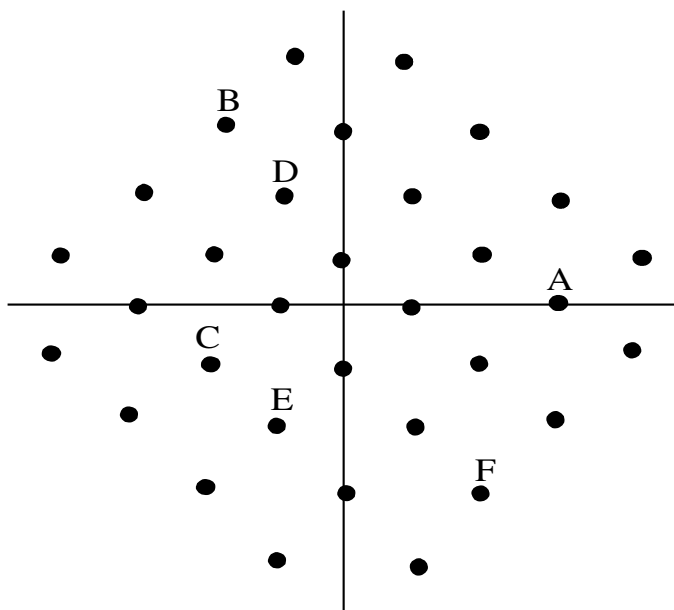


Figura 8.7 Constelação Treliça (modem 9.600 bps)

Quando você olha para ela, você nota que os pontos estão mais juntos que na figura 8.6, então você provavelmente suspeita que existem muitos mais erros do que antes. Isso provavelmente é verdade – exceto que a modulação Treliça age na transmissão do modem, e a detecção Viterbi age na recepção do modem, trabalhando juntas para reduzir fortemente os erros.

Primeiro, nós notamos que a linha telefônica pode transportar 2.400 baud (símbolos por segundo), e isto é um modem de 9.600 bps. Então nós apenas necessitamos pôr 4 bits num único símbolo, e portanto somente necessitamos 2 na 4 ou 16 diferentes símbolos; tendo 32 é um suicídio.

O que a transmissão do modem faz, entretanto, é adicionar um quinto bit de correção de erro para cada grupo de 4 bits do sinal (numa espécie de operação de Embaralhamento – scrambling- que mistura algum dos dados prévios, e na realidade também muda 2 dos 4 bits desejados). Portanto cada símbolo na realidade codifica 5 bits, embora somente quatro bits dos dados atuais, isto explica os 2 na 5 pontos. Os resultantes 5 bits agora dependem não apenas dos correntes bits, mas também dos dados que foram enviados anteriormente.

Então vamos assumir que você está ao lado do modem transmissor, monitorando o que está acontecendo. Você sabe que num determinado momento, o modem simplesmente envia o símbolo particular que corresponde ao símbolo A na **figura 8.7**. O modem apanha agora o próximo grupo de 4 bits, e seu circuito de código de Treliça computa um código do quinto bit dele. Mas o circuito do código precisa seguir regras bem específicas: dado um conjunto de 4 bits (e uma história particular dos dados passados) ele precisa gerar um de código de saída bem específico para o quinto bit. Em outras palavras, desde que existem apenas 16 possíveis combinações de novos dados, existem apenas 16 possíveis combinações de números que ele gera. Ainda em outras palavras, embora 5 bits podem formar 32 diferentes números, apenas 16 dos 32 podem na realidade sair do codificador; os outros 16 são ilegais num determinado instante (eles podem ser gerados em outros instantes, no entanto).

O que isto significa é que: existem 32 possíveis símbolos na **figura 8.7**, mas se você tem apenas o símbolo A, 16 daqueles 32 símbolos são ilegais para o próximo símbolo. Por exemplo os símbolo B e C podem ser legais, mas D e E podem não ser.

Então o que tudo isto significa ? Isto significa que, embora os pontos na figura QAM (8.7) são muitos mais próximos do que na figura DPSK (8.6), você corta fora todos os ilegais num determinado instante, você irá verificar que os pontos remanescentes estão na mesma distância do que aqueles na **figura 8.6**. Em outras palavras, a presença de 32 pontos não é pior do que os 16 pontos na **figura 8.6**.

Portanto, com isto parece que a **figura 8.7** não é pior do que a **figura 8.6**, mas não é melhor, entretanto. Mas isto muda com a próxima técnica;

8.2.13.3 Técnica de Detecção Viterbi

Vamos supor que o modem transmissor envia um lote de dados e termina-o com o símbolo A (todos os quais o modem receptor recebeu corretamente). Ele depois envia o símbolo B e E, nesta ordem, mas suponha que o receptor do modem comete um erro e pensa que o modem transmissor enviou D e E (veja **figura 8.7**).

Desde que todos os dados anteriores foram recebidos corretamente, o modem receptor sabe quais os 16 fora dos 32 símbolos forma poderiam ser legais após o A . Ele não sabe qual deles foi enviado na realidade, mas ele sabe que ele não poderia ter sido D, porque o D não é legal após o A (neste instante em particular).

Pense nesta correta seqüência A-B como sendo uma estrada através de um labirinto – o labirinto é uma diagrama de constelação – onde apenas certos pontos no diagrama tem estradas conectando-os num determinado momento. O modem na recepção então diz para ele mesmo: eu disse que a rota do transmissor era A-D-E, mas não existe rota lá. Qual é a mais próxima rota que inicia em A, passa por perto de D e termina próxima a E ?

O modem receptor sabe todas as regras do jogo; ele pode determinar qual estradas vão para onde e quando. Então ele faz uma lista de todas as rotas ilegais que iniciam em A, passa perto de D e termina perto de E. Esta lista poderia incluir estradas A-B-E, bem como A-F-E e A-D-C. Isto é feito através uma simples computação para determinar qual desses é mais próximo para a rota A-D-E que ele pensa que o outro modem enviou, e determina que a rota A-B-E como sendo a mais provável.

Este processo parece ser muito ocasional (e é – desde que ele é baseado sobre as regras da probabilidade), mas na realidade funciona muito bem. Pense na probabilidade desta maneira: suponha que você tome uma rápida medida, digamos, do comprimento de uma sala. Se você é muito bom nisso, sua medida pode estar errada por alguns centímetros.

Mas se você medir a sala diversas vezes a tirar uma média de suas medidas, a média irá geralmente estar bem próxima do valor real porque seus vários erros tenderão a anular-se a si mesmos.

A codificação Treliça e o esquema de decodificação Viterbi se baseiam no mesmo princípio. Modems modernos geralmente mantém a trilha de até 4 ou 5 símbolos numa coluna, e usa o caminho legal mais perto que encontra os últimos 4 ou 5 símbolos recebidos. Desde que um caminho envolvendo 4 ou 5 símbolos consecutivos é extremamente complexo, o número de caminhos legais que irão residir perto é bem pequeno; desde que a decodificação Viterbi pode capturar o caminho correto com uma boa chance de sucesso. Apenas em caso de erro, entretanto, os mais modernos modems aplicam correção de erro (e possivelmente compressão de dados) para os dados recebidos antes que eles passem-nos para o programa de comunicação.

8.3 – Protocolos de Modulação

8.3.1 - O que são Protocolos?

Hoje em dia os modems não só são mais rápido como também são repletos de novos aspectos, como controle de erros e compressão de dados. De repente, você é confrontado com todas essas siglas: V90, V34, V.32, V.32bis, V.42, V.42bis, MNP5, LAP-M, etc. O que cada uma significa? O que cada uma significa para você? Para tirar

o máximo de proveito de um modem de alta velocidade você precisa entender três diferentes tipos de protocolos e suas relações. São eles:

- 1 - Protocolos de modulação
- 2 - Protocolos de controle e correção de erros
- 3 - Protocolos de compressão de dados

8.3.1.1 - O que são os protocolos de modulação?

As técnicas específicas para modular os bits digitais em sinais analógicos são chamadas de protocolos de modulação. Os vários protocolos de modulação definem o método exato dessa codificação e a velocidade da transferência resultante. Na realidade, você não pode ter um modem sem protocolo de modulação. Um modem normalmente suporta mais de um protocolo de modulação. A velocidade crua (sem compressão de dados) de um modem é determinada pelo protocolo de modulação. Este é negociado entre dois modems na hora da conexão por envio e recepção de sinais característicos (os famosos “beeeb-bbeebeebe-beebe” que se ouve na hora da conexão). Modems de alta velocidade são modems que suportam protocolos de modulação de 9600 bps ou acima (bps é a abreviatura de “bits por segundo”, ou seja, quantos bits podem ser transferidos por segundo).

Quais são os protocolos de modulação?

A) até 2400 bps

Um modem de 2400 bps compatível com o Hayes normalmente suporta os seguintes protocolos de modulação:

Bell 103 (padrão americano para 300 bps)

Bell 212A (padrão americano para 1200 bps)

ITU-T V.22 (padrão mundial para 1200 bps)

ITU-T V.22bis (padrão mundial para 2400 bps)

Alguns modems de 2400 bps também suportam os seguintes protocolos:

ITU-T V.21 (padrão mundial para 300 bps)

ITU-T V.23 (padrão europeu para 1200/75 e 75/1200 bps).

Esse padrão é usado também pelo sistema de Vídeo Texto no Brasil)

B) acima de 2400 bps

Existem hoje três protocolos de modulação que são padrões mundiais para modems de alta velocidade: V.32, V.32bis e V.34.

Os dois primeiros foram estabelecidos pela antiga CCITT e o último já pela ITU-T.

V.32

Esse é o padrão para modems de 9600 bps (e 4800 bps). V.32 foi adotado como padrão pela CCITT em 1984. Mas o mercado para esses modems demorou um pouco para crescer. Um modem com V.32 custava por volta de US\$ 2000 no ano de 1988. Atualmente modems até esse protocolo (que não tenham nenhum protocolo para velocidades superiores) estão praticamente obsoletos e não existem em grandes quantidades no mercado. Nessa época surgiram alguns outros protocolos que não eram padrão mundial, mas proprietários de certas empresas fabricantes de modems, como a USRobotics, a Telebit, a Hayes e CompuCom, que criaram os modems com o chamado “dual standard” (padrão duplo) que suportavam tanto o V.32 e seu próprio padrão.

V.32bis

V.32bis, estabelecido no começo de 1991 é o padrão da ITU-T para modems a 14400 bps. Um modem com V.32bis possui também capacidade de conectar a velocidades menores (“fall back”): 12000, 9600, 7200 e 4800 bps. No V.32bis está incluso o V.32. Diferente da época dos modems de 2400 bps onde um só protocolo de modulação (V.22bis) era suportado por todos os fabricantes de modems, na época do V.32bis surgiram vários protocolos de modulação proprietários (não aprovados pela ITU-T) criados por fabricantes de modems. Os melhores exemplos são os protocolos HST da USRobotics e o PEP da Telebit.

V.34

Atualmente o protocolo de modulação mais veloz para modems. Suporta conexões de até 28800 bps, com um “fall back” inteligente para velocidades inferiores, caso a linha não tenha condições de agüentar a alta velocidade de 28800 bps: 26400, 24000, 21600 e 19200 bps. Possui um método de negociação inteligente, que se adapta à qualidade e condição da linha telefônica.

Qual a diferença entre os protocolos V.FAST, V.34 e V.FC?

V.FAST

V.FAST foi o “codinome” dado ao protocolo para comunicação a 28.8 kbps (kbps significa kilobits por segundo) antes dele ser discutido e aprovado pela ITU-T. Ou seja, até junho de 1994 falava-se do protocolo V.FAST, em desenvolvimento, até aparecer o nome definitivo para o mesmo, que seria V.34. Ou seja, um é nome do protocolo na fase de desenvolvimento, não ainda o nome oficial. Muitos chamaram o V.FAST também de V.LAST, pois diziam que as linhas telefônicas comuns não agüentariam mais que isso, por isso seria o último (=LAST) dessa geração.

V.FC

Existe ainda o V.FC, protocolo que o fabricante de chips para modems Rockwell criou antes do V.34 ser regularizado pela ITU-T. É um protocolo proprietário (não é padrão mundial da ITU-T) para comunicação a 28.8 kbps e que teve muitos seguidores. Era a época de desenvolvimento do V.34 (final de 1993) e a Rockwell achou que a outorgação do mesmo estava demorando muito. Até a USRobotics a seguiu e o implementou em seus modems.

V.34

Até setembro de 1994 o padrão para 28.8 kbps era praticamente o V.FC, pois o V.34 ainda não estava totalmente regularizado (já estava aprovado pela ITU-T, mas ainda devia ser aprovado pelos países membros da ITU por votação). Muitos fabricantes de modems de 28.8 kbps com o V.FC prometeram um upgrade (atualização) para o padrão V.34 quando este estivesse regularizado. Alguns exigiriam troca de hardware, outros upgrade via software. Assim em setembro de 1994 o padrão V.34 foi finalmente aprovado em definitivo, e começou a ser fabricado e usado mundialmente. Hoje em dia um modem 28.8 kbps que não tenha o protocolo V.34 está praticamente obsoleto.

Existem modems com os dois protocolos V.34 e V.FC (caso do USR Courier 28.8 kbps dual standart), mas o V.FC certamente cairá em desuso.

V90

A guerra de mercado para o modem 56K acabou em 6 de fevereiro de 1998, com um acordo importante do ITU alcançado em Genebra, Suíça. Quem ganhou? Os consumidores e os ISP's!

Até o momento da padronização do ITU-T os provedores de acesso estavam em dúvida se deviam comprar modems X2 (vide material no final deste capítulo) ou modems K56flex, por conta da indefinição que reinava no mercado.

O que é a Tecnologia de V.90?

Os padrões de modems tradicionais assumem que ambos os fins de uma sessão de modem têm uma conexão analógica para a rede pública de telefonia. Sinais de dados são convertidos de digital para analógico e reconvertidos novamente, limitando a velocidade de transmissão a 33.6Kbps (Quilo Bits Por Segundo) com modems atuais V.34, e devido a limitações da rede de telefonia pública o máximo teórico é 35Kbps.

Agora com a tecnologia V.90 uma suposição diferente é feita: aquele fim da sessão de modem tem uma conexão puramente digital à rede telefônica (a qual os Provedores de Serviço Internet e corporações já usam para acesso remoto) e tira proveito daquela velocidade alta da conexão digital.

Tendo a visão de uma rede pública de telefonia como uma rede digital, a tecnologia V.90 está apta para acelerar dados de downstream da Internet para seu computador a velocidades de até 56Kbps *. Deste modo a tecnologia V.90 é diferente dos outros padrões atuais, porque ela codifica digitalmente os dados de downstream em vez de modular os dados como os modem analógicos. A transferência de dados é um método assimétrico, então transmissões upstream (principalmente a digitação em seu teclado e comandos do mouse de seu computador para o site central, a qual requer menos largura de banda) continuam fluindo às taxas convencionais de até 33.6Kbps. Desta forma, dados de upstream (dados enviados de seu modem), é enviado como uma transmissão analógica que reflete o Padrão V.34. Somente a transferência de dados de downstream tira proveito das taxas da alta velocidade do V.90.

A tecnologia V.90 é ideal para usuários de Internet, porque você realmente precisa dos 56Kbps * de velocidade para baixar ou carregar páginas de Web com som, vídeo e outros arquivos grandes. Tudo isto é necessário é para seu modem V.90 ser conectado a um ISP ou a um site de corporação que usam tecnologia V.90 em cima das linhas digitais deles para a rede.

* os modem podem receber dados a velocidades de até 56Kbps devido às decisões da FCC (Federal Communications Commission - EUA) sobre a máxima transmissão de níveis de potência permitidas durante transmissões de download, velocidades de

54Kbps é o máximo permitido. Velocidades de dados recebidas poderão variar, dependendo das condições das linhas.

Padrão de mercado durante muito tempo

Para milhões das pessoas, um modem V.90 será a solução para eles se conectarem, por muitos anos, à internet. Até mesmo com o progresso atual, a promoção e a promessa de outras tecnologias de banda larga, como o modem a cabo e o xDSL, em muitos países e mesmo no meio rural dos E.U.A. não haverá infra-estrutura instalada no local para se beneficiar do cabo bidirecional ou xDSL. O modem V.90 será o canal de velocidade alta escolhido para se chegar à internet.

V92

Padronizado em 2000 pelo ITU-T

Se diferencia do V.90 por permitir a um usuário atender o telefone enquanto está navegando a Internet. A operadora telefônica tem que disponibilizar a facilidade chamada call waiting. Não altera velocidade de funcionamento.

Existem três características que diferenciam o V.92 dos modems mais antigos :

A primeira é o quick connect que reduz o tempo de negociação entre os modems.

A segunda característica é o MoH (Modem on Hold) que permite a troca de sinalização e de facilidades entre modem e a central telefônica (tons do call waiting, por exemplo).

A terceira é a modulação PCM downstream e upstream (que já aparecia no padrão V.90).

8.3.1.2 O que e quais são os protocolos de correção de erros? (V.42 e MNP 2-4)

Em transmissões a altas velocidades, não é raro que as chamadas “sujeiras na linha” atrapalhem a conexão. Essas sujeiras nada mais são do que conexões telefônicas “sujas”, que evitam que o mesmo som que um modem produziu seja recebido pelo outro, ou seja, quando o lado que recebe for demodular o que chegou, não será o que o outro lado transmitiu, o que é demonstrado na conexão com a chamada “sujeira na tela”. Em modems de baixa velocidade a tolerância para sujeiras é maior, mas em alta velocidade, é necessária uma precisão muito maior para resultados adequados. É por isso que foram desenvolvidos protocolos que cuidam de monitorar a transferência de dados e que conseguem filtrar fora essa sujeira, que se manifesta na conexão com caracteres aleatórios na tela. Os protocolos V.42 e MNP 2-4 cuidam da linha telefônica filtrando essas sujeiras. Quando dois modems estabelecerem conexão usando um protocolo de correção de erros, a conexão se dará de forma totalmente limpa, sem erros na tela. Note que a sujeira na linha continua presente, só que não transparece na conexão (na tela). O processo de filtro usado pelo V.42 e MNP 2-4 é um esquema de correção de erros baseado em algoritmos sofisticados para garantir que os dados que chegam são os mesmos que foram enviados pelo outro lado. Caso os dados não

correspondam, o bloco é reenviado. É por isso que algumas vezes a conexão a altas velocidades é interrompida brevemente: É a correção de erros em ação.

O protocolo V.42 utiliza o LAP-M (Link Access Procedure for Modems) como esquema primário de correção de erros e inclui o MNP 4 como esquema secundário. Um modem com V.42 automaticamente possui MNP 4, e é capaz de conectar com um modem dos dois tipos. É portanto altamente recomendado deixar a correção de erros ativada durante uma conexão.

8.3.1.3 - O que e quais são os protocolos de compressão de dados? V.42bis e MNP5

8.3.1.3.1 - Compactação de Dados

Como os usuários sempre exigiram um desempenho de transmissão mais rápido para que as transferências de arquivos e operações interativas, várias empresas projetaram modems de operação patenteada para obter taxas de transmissão de dados tidas como impossíveis”. Alguns destes modems incorporam algoritmos de compactação e descompactação de dados, que compactam os dados antes da transmissão e depois os expandem até sua forma original no modem receptor que está na outra extremidade.

A compressão de dados envolve diferentes métodos como por exemplo a Huffman Coding e a Run Length Coding. O primeiro método faz com que os caracteres repetidos na sequência utilizem menos bits do que caracteres não repetidos. O segundo método transmite o valor de um bit e o comprimento da sequência, ao invés de enviar cadeia de bits repetidos. A principal característica dos protocolos de compressão é que eles enfileiram os dados a serem transmitidos, comprimem os mesmos e só depois disto os transferem. O modem do outro lado deve fazer o trabalho inverso.. este trabalho é muito parecido com os compactadores conhecidos no mercado (ZIP, ARJ e ARC, por exemplo). O algoritmo fica armazenado na memória dos modems emissor e receptor e devem trabalhar em tempo real.

Normalmente o índice de compactação depende muito do tipo de informação a ser compactada. Arquivos EXE ou COM podem ser comprimidos entre 40 e 50 %. Já arquivos TXT, por exemplo, podem Ter taxas de compressão superiores a 95 %.

Como a compactação diminui o volume de dados a ser transmitido, o modem pode aceitar uma taxa de transmissão de dados de entrada maior do que ele pode transmitir.

Dessa forma um mdem do tipo V29. Com uma relação de compactação de dados de 2 para 1 pode, teoricamente, transmitir dados a 19.200 bps, mesmo que opere a 9.600 bps.

Como a eficiência da compactação depende da susceptibilidade dos dados ao algoritmo de compactação embutidos no modem, na realidade ele opera em uma taxa de transmissão de dados variável. Quando a compactação não é possível, o modem opera em 9600 bps, ao passo em que o desempenho real do dispositivo aumenta à medida em que a entrada de dados se torna mais suscetível à medida em que a entrada de dados se torna mais suscetível à compactação.

Até 1989, as técnicas utilizadas para implementar a compactação de dados não eram padronizadas. Entretanto, vários padrões de fato surgiram, devido à popularidade do MNO – Microcom Networking Protocol e outros algoritmos de compactação de dados que forma licenciados a um grande número de fabricantes de modems para incorporação aos seus produtos.

Também em 1989, o CCITT promulgou o padrão V.42bis, que definiu um novo tipo de compactação de dados para modems projetados para seguir este padrão.

Estes protocolos permitem uma compactação de dados antes do envio, e a descompactação do outro lado, tudo “on-the-fly”, ou seja, ao mesmo tempo em que está sendo enviado. A utilização ou não desses protocolos é negociado na hora da conexão e estes permanecem válidos até a posterior desconexão. Com o protocolo V.42bis pode-se atingir uma compactação de até 4:1 (4 para 1) se o arquivo transmitido for altamente compactável. Neste caso, a taxa de transferência em modems 14400 bps passaria dos normais 1440 cps para até 5760 cps. Como arquivos altamente compactáveis entendem-se arquivos-texto, planilhas, executáveis (não compactados), bancos de dados, etc.

8.3.1.3.2 - Diferenças entre V.42bis e MNP5

Mas o que acontece quando se transmite algum arquivo que já esteja compactado? Um protocolo que tem que atuar “on-the-fly” logicamente não conseguirá comprimir este arquivo mais ainda. Aí está a grande diferença entre MNP5 e V.42bis: No MNP5, ele não percebe nada, e tenta compactar mesmo assim, fazendo com que a transmissão seja mais lenta do que o normal. Com o V.42bis, ele percebe que os dados já estão compactados, e se auto-desativa. Com isso não se perde nada em performance.

8.3.1.3.3 - O que são modems RPI e por que são mal vistos?

Normalmente os protocolos V.42 e V.42bis (correção de erros e compressão de dados) são implementados via HARDWARE, ou seja, o próprio modem se encarrega disso. Mas existem certas marcas de modems onde isso não é o caso. Quando você compra esse tipo de modem, pode pensar que ele possui o V.42 e o V.42bis, o que normalmente é informado na caixa, mas não repara no escrito “RPI MODEM”, “RPI COMPILANT” ou algo parecido. RPI é a sigla de “Rockwell Protocol Interface” e basicamente significa que o modem depende de que a correção e compressão sejam feitos por algum software padrão RPI. Esses modems normalmente vem com os seus softwares de comunicação, que são justamente padrão RPI e que são capazes de ativar esses protocolos e os usar. Mas assim que se deseje utilizar outro tipo de programa de comunicação, não mais se pode utilizar o V.42 e V.42bis do modem, pois a maioria deles não traz suporte para RPI. A diferença básica de um modem RPI para um não-RPI reside no fato de ONDE o software dos protocolos V.42 e V.42bis são executados. No caso dos modems não-RPI, isto é feito pelo próprio modem, no caso dos modems RPI, isso deve ser feito pela CPU do computador. Assim, além da desvantagem de falta de programas de comunicação, tem-se ainda o fato de estar se gastando ciclos do processamento do micro para a correção de erros, o que pode ser fatal em plataformas de multi-tasking.

8.3.2 - V.42 e MNP 4 ajudando na performance.

Quando uma conexão é feita com V.42 ou MNP4, a transferência ocorre de modo um pouco diferente do que seria a de enviar os bytes em seqüência. Um byte tem 10 bits (1 start bit, 8 dados e 1 stop bit, isso na configuração 8N1, o que na verdade quer dizer: 8 bits de dados, sem bit de paridade e um start bit. Se um dos protocolos V.42 ou MNP4 estiver ativo numa conexão, o modems que envia transmite apenas os 8 bits de dados, os dois restantes são adicionados pelo modem que recebe, fazendo com que 20% dos dados (2 de 10 bits) a menos tenham que ser enviados. Quando o modem que recebe adicionar esses 2 bits, eles tem que ser transmitidos junto com os 8 restantes através da porta serial, e o modem já se preparar para receber os novos bits que estiverem chegando.

Para isso, o modem tem que mandar os 10 bits na mesma velocidade que chegaram os 8 bits pela linha telefônica, para a porta serial. A 14400 bps (bits por segundo) 8 bits chegaram em 1/1800 segundos. Nesse mesmo tempo 10 bits tem que ser mandados pela porta serial, isso dá uma taxa de 18000 bps (bits por segundo) que a porta serial tem que suportar.

Por isso na maioria dos programas de comunicação nem aparece a opção de 14400 bps como velocidade serial, a próxima depois dos 9600 bps normalmente é 19200 bps, que seria o ideal para o caso das conexões com o V.42 ou MNP 4.

8.3.3 - V.42bis e MNP 5 aumentando ainda mais a performance

Quando um protocolo de compressão de dados on-the-fly (V.42bis ou MNP5) está ativo e se recebe arquivos não compactados, o modem que envia vai conseguir compactar esses dados e assim ter que enviar bem menos bytes. Vejamos um exemplo do que ocorre neste caso:

Um arquivo TEST.TXT tem 3072 bytes de tamanho. O protocolo V.42bis consegue compactar ele digamos para somente 1024 bytes, ou seja, compactação no fator 3:1.

Esses 1024 bytes são então enviados pelo modem pela linha telefônica. Assim, se a conexão for de 14400 bps, transmitindo pela linha telefônica a 1600 bytes por segundo (cps), esses 1024 bytes chegam do outro lado em 0.64 segundos (o cálculo é uma simples regra de três). Mas esses mesmos 1024 bytes serão descompactados por sua vez pelo modem que recebe, para os 3072 bytes originais que por sua vez são transmitidos do modem pela entrada serial para o computador (lembre-se que existe a ligação modem-modem e modem-serial, DTE e DCE). Assim, em 0.64 segundos, 3072 bytes (24576 bits) tem que ser enviados do modem para o computador pela entrada serial. Isso quer dizer que a taxa real entre o modem e a serial é de 38400 bps (bits por segundo) e isso tem que ser suportado pela linha serial. Por isso é ideal setar a velocidade serial para o maior possível. Uma placa serial normalmente não agüenta mais de 57600 bps, por isso essa deve ser a opção preferencial.

8.4 – Protocolos de Transferência de Arquivos – Emuladores de Terminais

8.4.1 - O que são protocolos de transferência de arquivos?

Os modems que se comunicam entre si podem apenas passar BYTES de um lado para o outro. Eles não têm noção sobre arquivos, etc. Para que se possa transferir um arquivo,

você deve utilizar um protocolo de transferência de arquivos. Um protocolo desse tipo é o que define como os bytes serão enviados e interpretados pelo outro lado para formarem um arquivo exatamente do mesmo tamanho e conteúdo do existente no lado que o enviou. Um protocolo de transferência define a quantidade de bytes que serão enviados em cada BLOCO, como serão tratados erros de transmissão, como um erro é detectado e como o mesmo é corrigido, como um lado fica sabendo o nome do arquivo que está sendo enviado, como é informada a conclusão da transferência, quantidade de arquivos a serem transmitidos, etc.

Um BLOCO é uma sucessão de bytes que são transmitidos sem pausas. Os blocos de transferência em protocolos de transmissão podem variar de 96 a 8192 bytes (8 Kbytes). A cada final de bloco são enviados bytes de controle, que podem servir simplesmente para delimitar os blocos, como também para controle e correção de erro.

Existem muitos protocolos de transferência de arquivos à disposição, alguns são mais rápidos, outros mais confiáveis, alguns com mais recursos, outros com menos. O que importa é que para se utilizar um protocolo de transferência de arquivos, da mesma forma que para os protocolos de modulação, ambos os lados precisam ter este mesmo protocolo à disposição.

8.4.2 - Quais protocolos de transferência existem?

Os protocolos mais comuns que são apresentados em programas de comunicação são os famosos: Xmodem, Ymodem e Zmodem. Existem ainda outros, que veremos mais tarde nessa mesma sessão.

8.4.2.1 - Xmodem

O protocolo Xmodem original foi desenvolvido em 1977 por um programador chamado Ward Christensen. Através dele, os arquivos são transmitidos em blocos de 128 bytes, aos quais sempre é adicionado um byte de controle para verificação de erros. Esse byte extra, chamado de SOMA DE VERIFICAÇÃO, é composto pelos oito bits de ordem inferior da soma dos 128 bytes. Assim o software receptor calcula igualmente essa soma dos bytes que chegaram e compara com a soma da verificação. Se a soma for outra, o receptor requisita uma retransmissão do bloco.

8.4.2.3 - Xmodem-CRC

O protocolo Xmodem-CRC substituiu a verificação de soma por um esquema chamado de verificação de redundância cíclica (CRC). Ela tem a mesma finalidade que a soma de verificação, porém é mais confiável.

8.4.2.3 - Xmodem-1k

Com os modems de alta velocidade, os blocos de 128 bytes se tornaram muito pequenos. Com isso surgiu o protocolo Xmodem usando blocos de 1024 bytes (1 Kbytes). Algumas vezes, o Xmodem-1k é também chamado de Ymodem. No caso disso ocorrer, o Ymodem real é chamado de Ymodem-Batch.

8.4.2.4 - Ymodem

Basicamente ele é a mesma coisa que o protocolo Xmodem, com algumas diferenças: Se a houver muita sujeira na linha, ele é capaz de comutar automaticamente de blocos de 1024 para blocos de 128 bytes. Em blocos menores, é menos provável que ocorra algum erro e a verificação é mais efetiva. Além disso, os protocolos Ymodem utilizam um bloco de cabeçalho especial no início da transferência, contendo o nome do arquivo,

simplificando a tarefa da transferência de arquivos em forma BATCH. Transferência batch significa nada mais do que transferir diversos arquivos um atrás do outro, numa mesma sessão do protocolo de transferência. Muitas vezes o Ymodem é também chamado de Ymodem-Batch.

8.4.2.5 - Ymodem-G

Variante do Ymodem que simplesmente não realiza correção de erros na transmissão dos arquivos. Ele confia na qualidade da linha, ou então ele confia na correção de erros do seu modem, transmitindo os dados seqüencialmente sem parar. Quando ocorrer um erro ele imediatamente aborta a operação.

8.4.2.6 - Zmodem

É o protocolo mais usado atualmente. Apresenta basicamente os recursos do Ymodem-Batch, com uma performance maior ainda, blocos de 1024 bytes, transferência batch, e além disso o recursos de CRASH RECOVERY, que possibilita que transferências abortadas no meio possam ser prosseguidas mais tarde, a partir do local onde se parou da vez anterior. Até os programas de comunicação mais simples devem suportar esse protocolo, pois é o mais normal de se usar.

8.4.2.7 - ZedZap

O mesmo protocolo Zmodem, com a diferença deste usar blocos de 8192 bytes ao invés dos habituais 1024. Ele não está disponível em todos os programas de comunicação. Ele se encontra por exemplo no Terminate.

Protocolos Bidirecionais

Os protocolos abordados até agora só servem para transmitir em UMA direção. Acontece que numa conexão normal de modems, existem DOIS canais de transferência, como visto na figura da sessão [1.0]. Numa transferência unilateral, um dos canais fica sem uso ou é usado somente para efeito de correção de erros. Por isso surgiram protocolos BIDIRECIONAIS, que são capazes de transmitir arquivos para ambos os lados ao mesmo tempo, sem perda de performance. Exemplos são o HSLINK, Bimodem e o Hydracomm.

8.4.2.8 - ASCII

O protocolo ASCII é um protocolo de transferência em 7 bits que fazem os 128 primeiros caracteres da tabela ASCII. Esse protocolo não possui controle e correção de erros e usa o XON/XOFF (veja depois) para controle de transmissão. Assim sendo, o XON/XOFF precisa estar ligado neste caso. Quando o computador que receber os dados precisa parar a transmissão temporariamente, ele envia um CTRL-S (ASCII #17) para parar o envio. Quando ele estiver pronto para voltar a receber dados, envia um CTRL-Q (ASCII #19) para continuar a transmissão. Esse protocolo não deve ser usado praticamente nunca, só para enviar ou receber rapidamente textos que aparecerem no terminal.

8.4.2.9 - Kermit

Kermit é um protocolo que é usado extensivamente na Internet. É um protocolo um tanto antigo, que possui uma vasta gama de opções mas que normalmente não tem boa performance. Ele usa tamanhos de pacotes variáveis, com um máximo de 1024 bytes. Como o Ymodem, traz suporte para transferências batch.

Quais são os melhores e os piores protocolos de transferência de arquivos?

Em casos normais você deve usar o protocolo Zmodem. Ele é adequado tanto para modems de alta velocidade quanto para modems sem correção de erros. Mas é um fato que o Ymodem-G é mais rápido que o Zmodem normal. Só deve ser usado se seu modem faz correção de erros. Veja porque ele é mais rápido: O Zmodem manda blocos de 1024 bytes por vez. Após mandar um bloco, ele ainda precisa fazer a comparação com o CRC do bloco que foi enviado com o que chegou. Com isso, além do bloco em si, estão sendo mandados bytes de frames (que indicam o começo e fim do bloco) e blocos CRCs para correção de erros. O Ymodem-G não faz correção de erros. Por isso ele não precisa mandar os blocos CRC após cada bloco, o tornando ligeiramente mais rápido. Se o seu modem possuir correção de erros, você pode utilizar o Ymodem-G para maior velocidade (a diferença é mínima). O que então ocorre é que falta o recurso utilíssimo de crash recovery a ele. Assim sendo, se uma transmissão com o Ymodem-G for abortada, para continuar da posição onde se parou, deve-se utilizar o Zmodem. Uma outra opção é o ZedZap. Enviando blocos de 8192 bytes de cada vez, os frames e correção de erros são feitos para os blocos como um todo, assim são menos dados adicionais que precisam ser enviados na transferência de um arquivo. Acontece que se ocorrer alguma falha na transmissão de um bloco, mesmo que já tenham chegado 8000 bytes corretos, o bloco inteiro precisa ser remendado, tornando a transferência ainda mais demorada do que com o Zmodem (onde no máximo 1024 bytes precisam ser reenviados). Se um modem possuir correção de erros e ambos os lados tiverem o ZedZap à disposição, este protocolo pode ser o indicado. Para modems SEM correção de erros (os de 2400 bps, por exemplo), nunca se deve tentar utilizar esse protocolo. Resumindo, os protocolos que devem ter chances de serem usados atualmente são o Zmodem, ZedZap (Zmodem 8Kb) e o Ymodem-G. Se você possuir um modem com correção de erros confiável (você NUNCA vê sujeira na tela), use o protocolo ZedZap se necessitar de velocidade e do recurso de crash recovery ou o protocolo Ymodem-G se necessitar de velocidade e não de crash recovery.

8.5 – Comandos Hayes

8.5.1 - O que são comandos? Como usá-los?

Para você se comunicar com o modem e dar-lhe instruções, você deve usar os chamados COMANDOS AT. Comandos são certas instruções que podem ser passados para o modem. Ele os interpretará retornando a informação requisitada, ou a confirmação de correto recebimento do comando ou de erro na sintaxe do mesmo (“OK” ou “ERROR”).

8.5.2 - O que é padrão Hayes?

Os comandos que podem ser usados nos modems variam de acordo com o modelo e fabricante, mas normalmente seguem o chamado PADRAO HAYES. Hayes é uma empresa fabricante de modems que se tornou conhecida por ter modelos de modems que chegaram como pioneiros no grande mercado, os modems Hayes Smartmodem 1200 e 2400. Nestes usavam-se certos comandos, e eles se tornaram quase que um padrão para os modems futuros que viriam.

8.5.3 Como enviar comandos ao modem?

Os comandos podem ser enviados ao modem, através de um programa de comunicação, de um modo manual ou transparente ao usuário (sem que ele precise digitá-los). No

primeiro caso, para enviar comandos manualmente para o modem, deve-se estar em algum meio onde se esteja em direta comunicação com ele. É o caso dos TERMINAIS dos programas de comunicação. Normalmente são telas vazias, com o cursor piscando no canto superior esquerdo. Qualquer coisa digitada ali será enviada e interpretada diretamente pelo modem. Experimente digitar “AT” + <ENTER>. O modem deve responder “OK”, se ele estiver preparado e operante.

No segundo caso, os comandos são enviados através de opções existentes no programa de comunicação, como por exemplo através da init string, dial string, etc. Normalmente programas de comunicação oferecem uma configuração chamada INIT STRING (= seqüência de inicialização). Ali devem ser colocados comandos que devem ser enviados ao modem assim que se entrar no programa de comunicação, é uma forma de configurar o modem e prepará-lo para as conexões subseqüentes. Outras configurações de programas de comunicação que fazem uso dos comandos do modem normalmente são o DIAL STRING (= comando para discagem) e HANGUP STRING (= comando para desconectar o modem de uma ligação).

8.5.4 - Quais são os comandos mais comuns?

“AT” é o principal comando que deve ser enviado ao modem praticamente sempre antes de um outro comando. Serve para chamar a atenção do modem, informando-o que o que vem a seguir é uma seqüência de comandos que ele deve interpretar.

Os manuais dos modems normalmente trazem uma lista dos comandos possíveis para este determinado modelo. Alguns comandos se tornaram padrão entre todos os modems, como:

“ATD” Para tirar o modem “do gancho” e mandá-lo discar o número que vier a seguir. Ex: “ATD884-2446”. Veja também a sessão II.[6.0] para maiores detalhes neste comando.

“ATZ” Carrega a configuração previamente salva na memória do modem.

“+++” Quando você estiver conectado em algum lugar, não poderá enviar comandos ao modem. Caracteres digitados serão somente enviados ao outro lado da conexão. Para enviar comandos ao modem enquanto conectado, deve-se esperar um segundo depois do envio/recebimento do último byte, digitar “+++” e aguardar mais um tempo. O modem deve responder com “OK” e você estará no modo de comandos. Para depois voltar à conexão usa-se o “ATO”. O problema aqui é quando isso não funciona corretamente. Neste caso tenha certeza que de, quando você enviou o “+++”, não só o SEU modem foi para o modo de comandos, mas também o modem do outro lado, pois ele interpretou o “+++” da mesma forma. Para contornar o problema, a maioria dos modems possibilita a troca do caracter de “+” por um outro para simbolizar essa “seqüência de escape” (como é conhecida essa seqüência “+++”).

“ATA” Tira o telefone do gancho e atende a chamada. Assim, quando alguém ligar e o modem reconhecer os toques no telefone imprimindo a string “RING” em seu terminal, digitando “ATA” seguido de <ENTER> o modem atenderá a chamada a inicializará o procedimento de conexão com o outro modem.

Como fazer uma conexão de modems durante uma ligação VOZ? Digamos que você ligou para alguém e está conversando com a pessoa pelo telefone normal. Resolvem então efetuar uma conexão entre os dois modems, mas sem perder esta conexão. Como

fazer? É bem simples, exige só um pouco de sincronismo: Uma ponta dá um “ATA<ENTER>” e desliga o telefone. A outra ponta dá um “ATX3D<ENTER>” e igualmente desliga o fone.

Assim que você digitar “ATA<ENTER>”, o modem já terá assumido a conexão, e você pode desligar o telefone imediatamente. O mesmo vale para o “ATX3D<ENTER>”. O ideal é ambos digitarem antes os comandos “ATA” e “ATX3D” e fazer em uma contagem regressiva para que ambos digitem o <ENTER> aproximadamente ao mesmo tempo.

8.6 - CONFIGURAÇÃO

Quando você precisa acertar as configurações de seu programa de comunicação, podem surgir algumas dúvidas para alguns itens, justamente pelo desconhecimento dos significados de cada opção.

- 1) Velocidade serial x Velocidade modem (DTE x DCE)
- 2) 8N1, 7E1, etc 3
- 3) Flow control (RTS/CTS - Xon/Xoff)
- 4) Portas de comunicação
- 5) Terminais de comunicação
- 6) Dial String

8.6.1 - Velocidade serial x Velocidade modem (diferenças entre DTE e DCE).

Uma opção na configuração do software de comunicação certamente diz algo a respeito de velocidade. Normalmente faz referência a Velocidade Serial, Baud Rate, Speed, etc. Um item relacionado a isso é a opção Lock Port Speed ou simplesmente Lock Port. Veremos aqui como deve ser setada cada opção. Antes de mais nada, vejamos algumas definições. Devemos distinguir dois tipos de velocidades presentes em uma conexão entre dois modems.

- 1) Velocidade entre o SEU computador com o SEU modem, essa é a chamada velocidade DTE (Data Terminal Equipment), e na verdade é a velocidade de sua porta serial.
- 2) Velocidade entre o SEU modem e o modem onde você está conectando, sendo esta velocidade chamada de DCE (Data Communication Equipment). Esta é a velocidade efetiva que ocorre pela linha telefônica.

O que aparece quando dois modems se conectam (CONNECT xxxx) é a taxa DCE, que os modems negociaram (nos piipiiii's) para ser o protocolo de modulação desta conexão.

Já o que você ajusta no seu programa de comunicação NÃO é essa taxa, já que ela é negociada pelos modems na hora da conexão, e não é possível evitar que eles o façam (a menos que você diga isso expressamente para seu modem). O que você ajusta é a DTE, ou seja, a velocidade máxima com que a sua porta serial irá receber os dados que chegam.

Ajustando a opção Lock Port Speed para NÃO, isso fará com que a velocidade serial (DTE) seja sempre a mesma do que a velocidade entre os modems pela linha telefônica (DCE). Ajustando essa opção para SIM, fará com que a velocidade serial permaneça a mesma independente do que o modem fizer. Na opção de velocidade serial, deve-se então colocar um valor mais elevado para modems de alta velocidade, como por exemplo 57600 bps em modems de 14400 bps.

8.6.2 - O que é 8N1 e 7E1?

Outra configuração que se deve ajustar em praticamente todos os programas de comunicação são esses valores estranhos. Eles simbolizam como será a troca de bytes pela linha telefônica, como interpretar os bits que chegam e que vão. 8N1 significa 8 databits, parity NONE e 1 stop bit. Traduzindo para uma linguagem mais clara, quer dizer que um byte transmitido terá o formato:

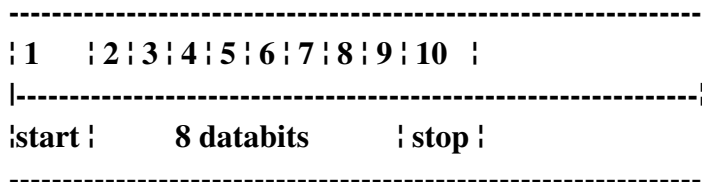


Fig. 8.8 configuração 8N1

O primeiro bit é sempre “0” e é interpretado como um bit de início do byte. Os 8 seguintes são o byte propriamente dito, seguido pelo stop bit que é sempre “1”. Com esses 8 bits de dados, forma-se um byte que conhecemos, o que aceita valores de 1 a 256. O formato 7E1 simboliza 7 data bits, EVEN parity e 1 stop bit.

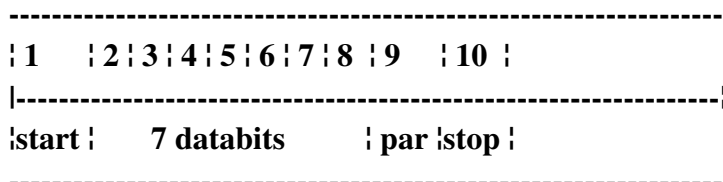


Fig. 8.9 configuração 7E1

Um start bit (“0”), 7 bits de dados, podendo representar 128 valores, um bit de paridade e um stop bit (“1”). O bit de paridade EVEN é um bit de controle. Ele é simplesmente o um valor (1 ou 0) para que a soma dos bits “1” dos dados mais o bit de paridade dê um número par (even). Por exemplo se os databits forem “0110011”, o bit de paridade é ajustado para “0”, pois já existem 4 “1” nos dados. Se os databits fossem “1110011”, o bit de paridade seria ajustado para “1”, para chegarem a 6 (=par) bits com valor “1”. A paridade ODD é justamente o inverso, a soma dos bits “1” deve dar um número ímpar. Na paridade tipo Mark, o bit de paridade é sempre “1” e na paridade tipo Space, este bit é sempre “0”.

Qual usar?

Para conexões comuns, use sempre a configuração 8N1. Ela é usada em 90% dos casos atualmente.

8.7 – Controle de Fluxo

8.7.1 - Como configurar o flow control (RTS/CTS - Xon/Xoff)?

Uma configuração importante para a transmissão de dados é o FLOW CONTROL. Flow control é um método de controlar quando informação pode ser enviada. Se isso não fosse possível de se controlar, o modem poderia ficar sobrecarregado de informações que estivessem chegando enquanto ele está ocupado com outra coisa.

Um método é o SOFTWARE FLOW CONTROL, ou XON/XOFF, onde um BBS irá mandar dados até que o seu computador envie um sinal de XOFF (que é o caracter ASCII #17 - CTRL-S). Enviando um XON (caracter ASCII #19 - CTRL-Q), ele voltará a transmitir.

Outro método é o HARDWARE FLOW CONTROL ou CTS/RTS. Este caso funciona alterando-se voltagens em dois níveis nos pinos de RTS (Request To Send) e CTS (Clear To Send) da interface serial entre o modem e o computador (normalmente um cabo RS232).

CTS é usado pelo modem que está enviando dados. Quando o modem local está pronto para receber dados, ele envia um sinal CTS para o computador local, e este começa a mandar os dados para o modem. Quando o modem não está mais conseguindo receber os dados na velocidade com que o computador os está enviando, o modem irá desligar o CTS, informando ao computador que é para ele parar de enviar. Uma vez o modem está novamente em condições de receber dados, ele novamente liga o CTS.

RTS é usado pelo computador do lado que está recebendo dados. Quando o computador local não consegue receber dados na velocidade que eles estão sendo enviados para ele pelo modem local, ele irá desabilitar o RTS. O computador liga o RTS novamente quando está pronto para receber dados novamente.

Qual usar?

Escolha sempre preferencialmente o HARDWARE FLOW CONTROL (CTS/RTS). O uso do XON e XOFF durante a transmissão de dados por causar problemas quando um arquivo binário conter os caracteres XON e XOFF. Neste caso a transmissão pode travar durante a transferência de arquivos.

8.7.2 - O que é porta serial?

O computador precisa saber em qual PORTA SERIAL está conectado o modem para poder se comunicar com ele. As portas seriais em micros PC são chamadas de COM1, COM2, COM3 e COM4.

Se o seu modem é externo, a porta serial é onde está ligado o modem pelo cabo RS-232.

Se o modem for interno, normalmente existe a opção de configurar em qual porta serial se deseja o modem por meio de JUMPERS, que são pequenas pontes de ligações que podem ser ligadas ou desligadas.

Embora se tenha quatro portas de comunicação à disposição, existem algumas considerações a se fazer quanto à correta configuração:

Cada porta COM possui uma chamada de interrupção que ela usará para informar ao micro que está precisando de atenção. Essas interrupções são chamados de IRQ, e são numerados de 0 a 15. Para as portas seriais, existem dois IRQs:

COM1 IRQ4
COM2 IRQ3
COM3 IRQ4
COM4 IRQ3

Assim sendo, não é recomendado ter dois periféricos em duas portas com IRQs iguais, ou seja, ao mesmo tempo na COM1 e COM3 ou na COM2 e COM4.

Se o modem for INTERNO e se puder configurar à gosto a porta serial a usar, devem ser seguidos algumas recomendações:

COM1:

Use essa porta se seu micro não tiver uma conexão serial já como COM1 (o que não é provável). É comum de se ter um mouse instalado na COM1.

COM2:

Se seu micro estiver equipado com somente uma porta serial na COM1, e se você não já está usando a COM2 para outro equipamento, use essa porta (é a configuração mais comum e os modems normalmente vêm com a COM2 por default).

COM3 ou COM4:

Somente em casos especiais, normalmente não é o caso. Além de poder configurar a porta serial, os modems internos também permitem configurar o IRQ a ser usado, sendo que assim você pode contornar o problema dos IRQs exposto acima.

Cuidado ao configurar um modem interno quando já houver uma placa I/O (entrada e saída) interna no seu micro. Normalmente é uma placa de multi-uso, oferecendo saídas seriais, paralelas (para impressoras) e para joystick. Essas placas normalmente podem ser configuradas por meio de jumpers para oferecer determinadas combinações de portas seriais, como por exemplo COM1 e COM2. Quando o modem interno for instalado, deve se tomar cuidado para não se instalar ele numa porta serial já ocupada pela placa de I/O. Use o programa MSD que vem com o MS-DOS e o MS-Windows e veja o item <C>OM PORTS. Use no seu modem interno somente portas seriais marcadas como "N/A" nessa tela, tomando ainda as precauções do IRQ.

8.8 – Terminais de Comunicação

8.8.1 - O que são terminais de comunicação?

Quando é efetuada uma conexão com um BBS, este normalmente começa enviando caracteres para seu modem, que são apresentados na tela. Ele poderia enviar simples caracteres texto que o seu programa de comunicação iria apresentando, mas convenhamos, uma apresentação só de texto não é muito atraente.

Para isso surgiram diversos tipos de terminais de comunicação que serviriam para interpretar o que chega pelo modem de uma outra forma, apresentando o que chega de maneira diferente da de só texto.

8.8.2 - Como funciona o terminal ANSI?

A forma mais popular que surgiu foi o padrão ANSI de cores e movimentação de cursor, também usado em outras áreas no computador. Neste padrão o que acontece é simplesmente que o que é enviado por um modem é interpretado como texto normal, com uma exceção: Quando chegar a combinação de caracteres “<ESC>[” (os sinais ASCII #27+#91) o terminal receptor aguarda os próximos caracteres, que serão alguma espécie de comando.

Estes comandos podem ser os mais diversos, e vão modificar a apresentação na tela. Por exemplo, pode-se mudar a cor de frente e de fundo dos próximos caracteres, limpar a tela, mover o cursor para outra posição, etc. Em alguns casos, pode-se até tocar música, mas são somente alguns os terminais que suportam esses comandos para música (um exemplo é o Terminate).

8.8.3 - Que outros terminais existem?

Existem mais alguns tipos de terminais que podem ser usados ao invés do ANSI. Os mais comuns além dele são o AVATAR e o VT-100.

8.9 - Modems Curva de Resposta de Frequência

Na figura 8.10 temos o gráfico com o espectro de frequência ocupado pelos Modems, através do qual podemos ver se o mesmo pode ser utilizado ou não em uma determinada LPCD ou canal de comunicação.

Pelo gráfico acima observamos:

- Que os modems analógicos (V22, V32, V34) situam suas portadoras dentro da faixa de 0 Hz a 4KHz, podendo então ser utilizados por qualquer equipamento que prove um canal de voz.

- Os modems Digitais (banda-base) de 64Kbps, 128Kbps e 256Kbps ocupam todo o espectro de frequência até sua velocidade nominal, sendo que a amplitude maior do seu sinal é a metade do seu valor nominal, por isto só é possível utiliza-los em LPCD do tipo B, a qual não possui nenhum tipo de filtro sendo simplesmente um par de fio.
- Os modems HDSL (2Mbps), variam seu espectro de frequência conforme o tipo de codificação utilizado pelos mesmos. Este tipos de modems só podem ser utilizados em LPCD do tipo B, a qual não possui nenhum tipo de filtro sendo simplesmente um par de fio.
- Os modems ADSL utilizam um espectro de frequência de 0 a 1100KHz, por isto também só podem ser utilizados em LPCD do tipo B, a qual não possui nenhum tipo de filtro sendo simplesmente um par de fios.

Abaixo temos o gráfico com o espectro de frequência dos Modems, através do qual podemos ver se o mesmo pode ser utilizado ou não em uma determinada LPCD ou canal de comunicação.

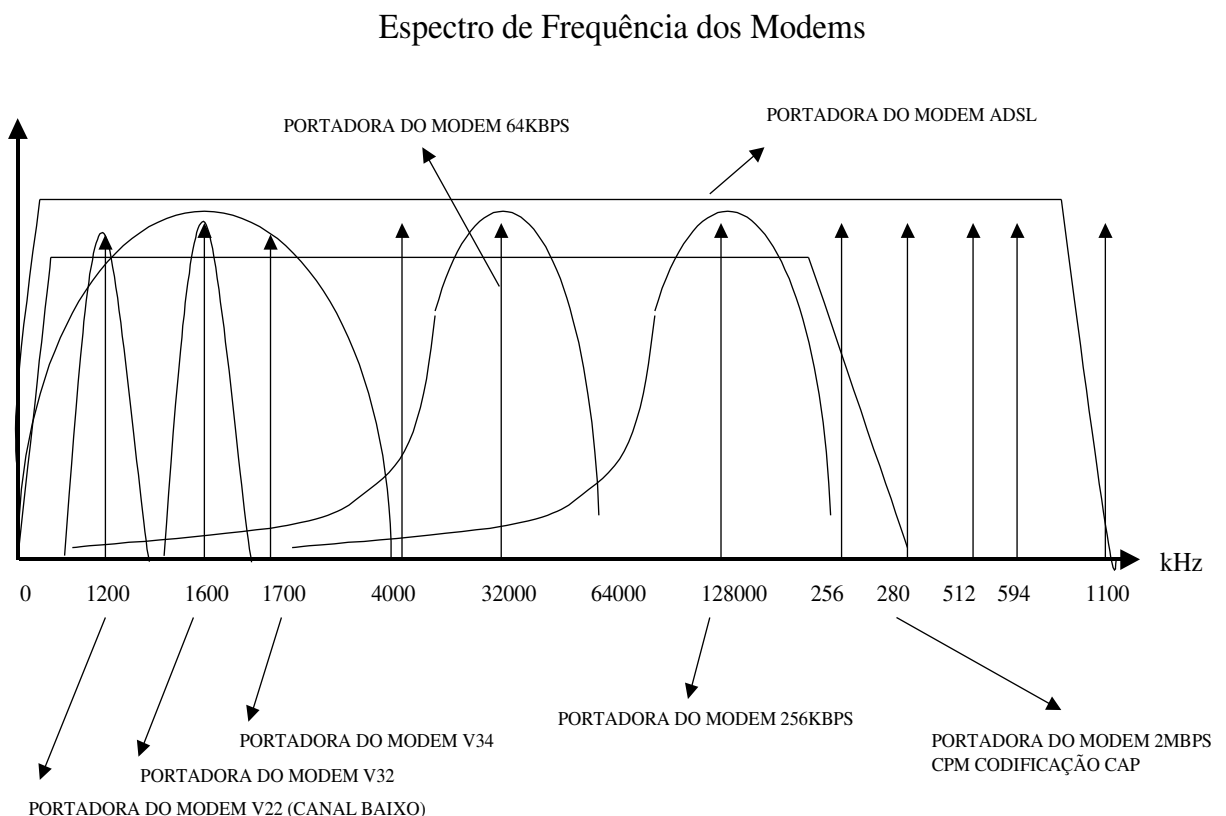


Fig 8.10 Curva de Resposta de Frequências dos Modems

Pelo gráfico observamos:

- 1) Que os modems analógicos (V22, V32, V34) situam suas portadoras dentro da faixa de 0 a 4Khz, podendo então ser utilizados por qualquer equipamento que prove um canal de voz.
- 2) Os modems Digitais (banda base) de 64kbps, 128kbps e 256kbps ocupam todo o espectro de freqüência até sua velocidade nominal, sendo que a amplitude maior do seu sinal é a metade do seu valor nominal, por isto só é possível utilizá-los em LPCD do tipo B, a qual não possui nenhum tipo de filtro, sendo simplesmente um par de fio.
- 3) Os modems HDSL (2 Mbps), variam seu espectro de freqüência conforme o tipo de codificação utilizados pelo mesmos. Este tipo de modems só podem ser utilizados em LPCD do tipo B.
- 4) Os modems ADSL utilizam um espectro de freqüência de 0 a 1.100Khz, por isto também só podem ser utilizados em LPCD do tipo B.

8.10 Padrões Típicos Modems Analógicos

Veja a seguir uma pequena relação de padrões aprovados pelo ITU.

O padrao V.34 finalmente se aproximou do limite teórico de transmissão sobre uma linha analógica (estimado na faixa de 30 kbps). Nem mesmo o padrão V.90, mais recente, permite taxa superior em transmissão full-duplex.

Padrão	Data Aprovação	Taxa Bps	Rede	Tipo de modulação
V.21	1964	300	PSTN	FSK
V.22	1980	1200	PSTN	PSK
V.22 Bis	1984	2400	PSTN	QAM
V.23	1964	1200	PSTN	FSK
V.26	1968	2400	Privada	PSK
V.26 bis	1972	2400	PSTN	PSK
V.26 Ter	1984	2400	PSTN	PSK
V.27	1972	4800	Privada	PSK
V.27 bis	1976	4800	PSTN	PSK
V.29	1984	9600	Privada	QAM
V.32	1984	9600	PSTN	TCM
V.32 bis	1991	14400	PSTN	TCM
V.34 (V. Fast)	1994	28800	PSTN	TCM
V.90	1998	28800/56000	PSTN Digital	PCM
V.92	2000	28800/56000	PSTN Digital	PCM

Tabela 8.1 Modems padronizados pelo ITU-T

8.11 - Modems Digitais

Os modems utilizados atualmente pelos operadores de telecomunicação computadores são modems digitais, onde os modems apenas codificam o sinal a ser enviado pela rede telefônica, portanto não existe qualquer modulação neste caso.

O nome correto deveria ser **CODEC**, ou seja Codificador e Decodificador.

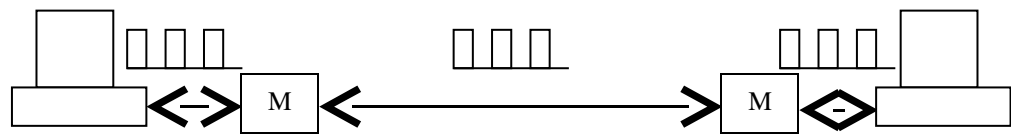


Figura 8.11 Modems Digitais

Existem várias técnicas para a codificação dos sinais

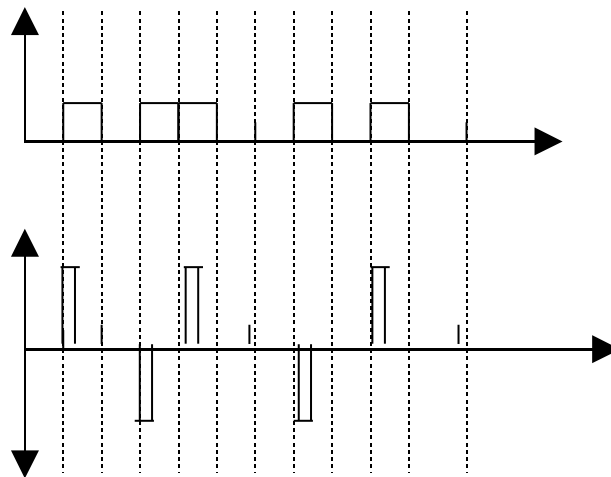


Figura 8.12 Codificação Modems Digitais

Este é um exemplo de um sinal codificado em Bipolar, onde o sinal a ser transmitido quando é zero permanece em zero e quando é um alternado entre positivo e negativo.

8.11.1 - Características:

- Utilizados em circuitos urbanos;

- A distorção cresce em função da extensão da linha;
- Trabalham acima da frequência de voz, em 10 kHz, por isto sua velocidade é em função da distância:

Velocidade (bps)	Alcance (Km)
1.200	22
2.400	16
4.800	11
9.600	8
19.200	7
48.000	6
64.000	5
2 Mbps (* HDSL novo)	4

Tabela 8.2 Alcance Modems Digitais

São equipamentos que realizam uma **codificação** no sinal digital visando adequá-lo à transmissão em uma linha física. A **codificação** é uma mudança na representação do sinal digital, transformando o próprio sinal digital oriundo o ETD em um outro sinal mais adequado às condições da linha.

Rigorosamente, esse tipo de equipamento não deveria ser chamado de modem, uma vez que não realiza a modulação/demodulação do sinal digital. Os modems digitais são também conhecidos como **MODEM BANDA BASE** ou **DATA SET**.

Uma das vantagens de se usar um modem digital é que, pelo fato de apenas realizar a **codificação** do sinal, ele é mais simples a nível de circuitos, tornando o seu preço mais acessível que os modems analógicos.

8.11.2 – Técnicas de Codificação Modems Digitais

As diversas técnicas de **codificação** do sinal digital procuram gerar o sinal codificado com muitas transições, a fim de facilitar a recuperação do sincronismo no modem receptor. Além disso, a fim de facilitar a recuperação do sincronismo no modem receptor. Além disso, procura-se concentrar o espectro de transmissão do sinal codificado dentro de uma faixa de frequência com pouca componente DC.

8.11.2.1 - Codificação AMI

O método bipolar AMI (Inversão Alternada de Marcas) utiliza três níveis de sinal (+,0,-) para codificar a informação binária a ser transmitida. O bit "0" é representado pelo nível 0 (nível nulo), enquanto o bit "1" corresponde a pulsos retangulares com metade da duração do dígito e polaridade alternada (+ ou -), conforme a figura abaixo:

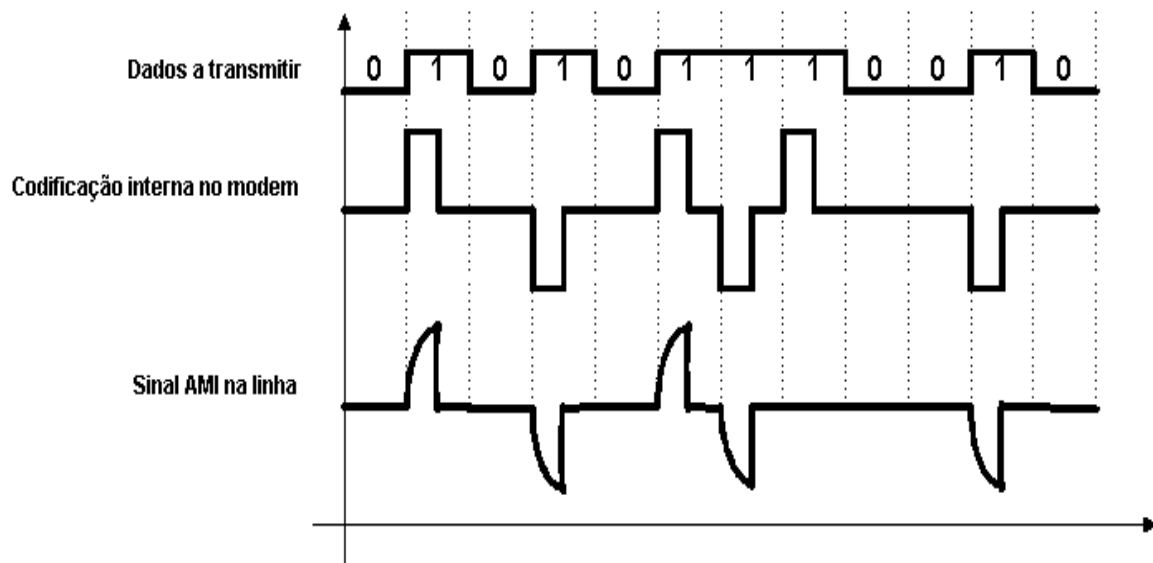


Figura 8.13 Codificação AMI

Com essas alternâncias de marcas, consegue-se garantir a ausência de nível DC no sinal codificado, entretanto, quando ocorrer uma seqüência longa de zeros, o sinal codificado fica muito tempo sem transições na linha, o que dificulta a obtenção do relógio de sincronismo.

8.11.2.2 - Codificação HDB-3

Para assegurar um número mínimo de transições no sinal codificado, é necessário limitar as longas seqüências de nível "0" no sinal. Isso é feito violando-se a regra bipolar (polaridades alternadas para os bits "1") através da **codificação** HDB-3 (Código com Alta Densidade de Pulsos).

Nesse tipo de **codificação**, o sinal digital a ser transmitido é analisado e, cada vez que é detectada uma seqüência de quatro zeros consecutivos, esta seqüência é substituída por uma outra seqüência padronizada. Para isso, é utilizado o recurso da "violação", que consiste no uso de um pulso que tenha a mesma polaridade que o pulso anterior.

No HDB-3, os quatro zeros consecutivos são substituídos pela seqüência 000V ou V00V, onde "V" é a violação, e a substituição dependerá do último pulso transmitido, observando sempre o princípio da alternância de pulsos.

Caso o último pulso transmitido não seja uma violação e tenha polaridade oposta à polaridade da violação anterior, transmitirá 000V.

No caso em que o último pulso transmitido seja uma violação ou tenha polaridade idêntica à polaridade da violação anterior, transmitirá V00V.

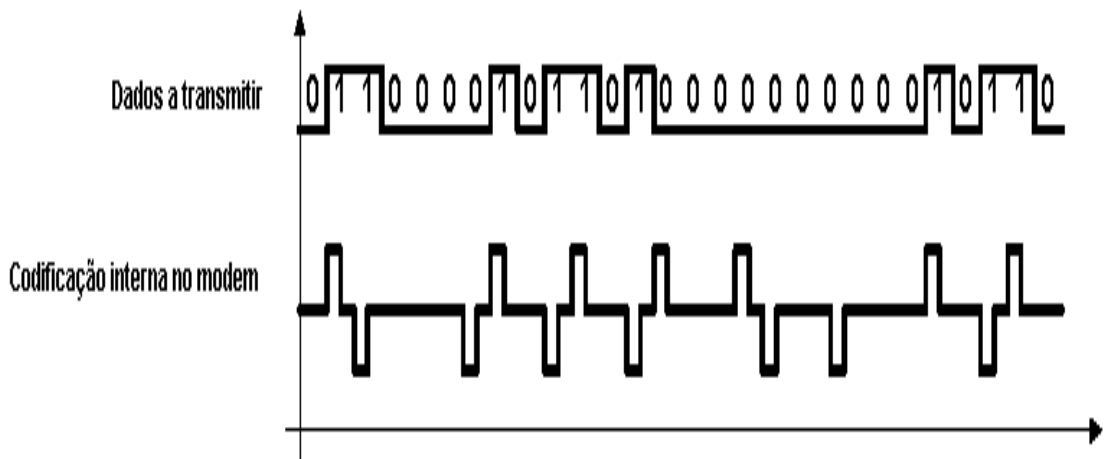


Figura 8.14 - Codificação HDB-3

Na recepção, o decodificador tem de verificar, inicialmente, a violação AMI e, posteriormente, o número de zeros que precede esta violação, para determinar se o último pulso transmitido é também uma violação. Isto é feito da seguinte forma: se na recepção houver dois pulsos, com mesma polaridade, separados por três zeros, o segundo pulso é violação, logo, é eliminado. Se na recepção houver dois pulsos, com mesma polaridade, separados por dois zeros, ambos os pulsos são violação, logo, ambos são eliminados.

Nota-se que na **codificação** HDB-3 são contornados os problemas do aparecimento do nível DC e da falta de transições para recuperação do sinal de relógio.

8.11.2.3 - Codificação Miller

Esta **codificação**, também conhecida como modulação por retardo de fase ou, ainda, FM modificada, ocorre da seguinte forma: para o bit "1", realiza-se uma transição no meio do intervalo significativo do bit, para o bit "0" realiza-se a transição no fim do intervalo significativo do bit, se o próximo bit for "0"; caso o próximo bit seja "1", nenhuma transição é realizada no final do seu intervalo significativo.

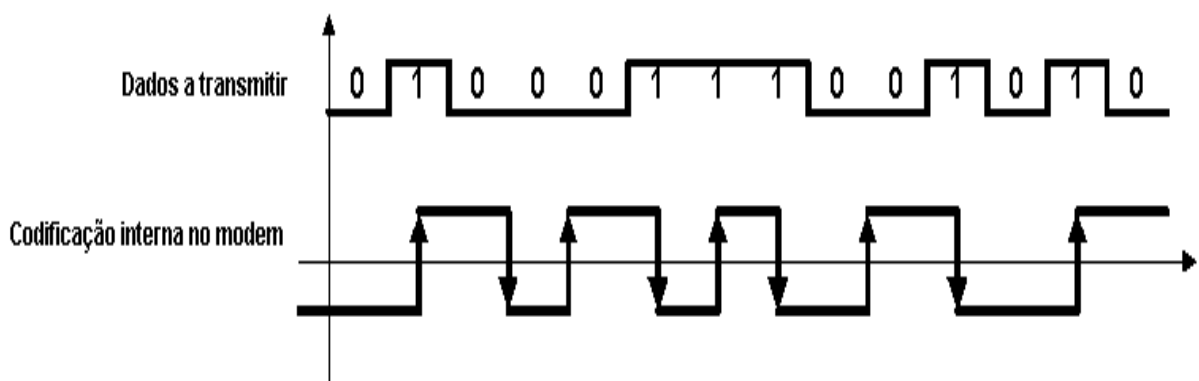


Figura 15 - Codificação Miller

Observa-se que ocorre uma transição no centro do bit, quando ele for "1", e uma transição entre dois bits "0" consecutivos.

O código Miller apresenta boa imunidade a ruído.

8.12 Aumentando a quantidade de informação transmitida

Podemos observar que, quanto maior for a taxa de transferência desejada, maior será o número de pontos no padrão em constelação. Com a maior proximidade entre eles, aumentamos a sensibilidade às interferências, o que pode causar retransmissões mais frequentes em canais ruidosos. Na prática, o desempenho de um modem pode até piorar com o aumento de taxa de transferência nominal em ambientes com ruído. Desta forma, é essencial analisar a qualidade do canal antes de definir a taxa de transferência.

Alguns modems, inclusive, incluem a característica conhecida como fall-back, que permite a redução automática da taxa de transferência praticada ao se encontrar problemas deste tipo. Desta forma, um modem de 19.200 bps pode passar a transmitir em 9.600, 4800 e até 2.400 bps a depender da qualidade da linha. Mas o que ocorre nestes casos de falhas na linha ?

Com a injeção de ruído na linha, pode ocorrer uma distorção de fase ou amplitude, fazendo com que o ponto do sinal recebido não fique na sua posição normal dentro da constelação. Nestes, então, o receptor seleciona o ponto de sinal, contido na constelação, que estiver mais próximo do que foi recebido. Naturalmente, quando os problemas na linha são graves o suficiente para fazer com que o ponto recebido seja mais próximo de um ponto diferente daquele que foi transmitido, ocorre um erro.

Algumas técnicas, no entanto, permitem o aumento da quantidade de informação transferida, muitas vezes sem afetar a taxa de transferência nominal.

8.12.1 - Codificação em Treliça

Um modem que usa a codificação em treliça utiliza um codificador que acrescenta um bit de código redundante a cada sinalização. Considerando como exemplo uma transmissão com taxa de 14.400 bps, o transmissor do modem converte o fluxo de dados serial em símbolos de 6 bits e codifica 2 dos 6 bits utilizando um método conhecido como codificação convolucional binária. Com a codificação, acrescentamos um bit de código aos dois bits de entrada, formando três bits codificados a cada sinalização. Estes bits são agrupados aos quatro bits de dados restantes, resultando em um ponto de sinal de uma constelação com 128 pontos (27).

Para entender o método de codificação convolucional binário, vamos analisar o que aconteceria para um fluxo serial único. Para cada dois bits de entrada, o código gera um terceiro bit que é sempre o resultado da soma em módulo 2 dos últimos dois bits. Assim

sendo, se os primeiro quatro bits de dados a serem transmitidos fossem a seqüência 1101 (b4 b3 b2 b1), teríamos:

$$P1 = b1 + b0 = 1 + 0 = 1$$

$$P2 = b2 + b1 = 0 + 1 = 1$$

$$P3 = b3 + b2 = 1 + 0 = 1$$

$$P4 = b4 + b3 = 1 + 1 = 0$$

Desta forma, a seqüência de quatro bits 1101 seria convertida na seqüência 01111011 (P4 b4 P3 b3 P2 b2 P1 b1). Além de gerar dependências, já que cada bit de paridade depende dos valores dos bits de dados, determinamos, através deste codificador, que apenas alguns pontos são válidos. Desta forma, se um defeito fizer com que um ponto do sinal seja deslocado, o receptor irá então comparar o ponto observado com todos os pontos válidos e selecionará o ponto do sinal válido que estiver mais próximo ao sinal observado. Como resultado, na prática, um modem que utiliza codificação em treliça é na prática duas vezes menos suscetível a erros do que um modem QAM convencional, e seu uso pode reduzir a taxa de erros em aproximadamente três ordens de magnitude. Assim, um modem convencional que requeira 1 em cada 10 blocos de dados seja retransmitido pode ser substituído por um modem treliça. Neste caso, apenas 1 em cada 10.000 blocos de dados seria recebido com erro.

8.13 Características adicionais dos modems atuais

8.13.1 Transmissão com Cancelamento de Eco

Com esta técnica, tanto o modem transmissor como o modem receptor utilizam a mesma frequência. Isto normalmente causaria interferência entre os sinais e transmitido. Usando a tecnologia do cancelamento do eco, o receptor do modem pode cancelar o efeito do seu próprio sinal transmitido, permitindo que o modem faça a distinção do sinal recebido. O padrão CCITT V.32 utiliza o cancelamento de eco com o método QAM de 4 bits, Assim ele opera a 2.400 bps para oferecer uma transmissão full-duplex a 9.600 bps através do cancelamento de eco. Além disso, a codificação de dados em treliça é um método de operação opcional para os modems V.32 que, quando em efeito, resulta na menor probabilidade de ocorrência de erro de bit do que na maioria dos modems que operam em taxas de transmissão de dados significativamente menores do que as do v.32.

8.13.2 Transmissão Assimétrica

Em diversas aplicações que requerem transmissão full-duplex, as taxas de transferência ideais são diferentes para cada um dos sentidos de propagação. Um exemplo bem comum é a operação de um browser. Neste caso, a taxa de transferência necessária no sentido Browser * Servidor WEB é bem menor que a taxa Servidor WEB * Browser. Isto se deve principalmente devido ao tipo de informação transmitida. No primeiro caso, são os cliques no mouse e as informações digitadas no teclado. No segundo, são telas competas, gráficos e até vídeos.

Compreendendo isso, os fabricantes desenvolveram uma nova categoria de dispositivos que usam canais largos e estreitos para transmitir simultaneamente em dois sentidos. Estes modems permitem, além desta operação diferenciada, a escolha automática da taxa de transferência apropriada para cada sentido da transmissão. Eles são conhecidos como modems assimétricos. Um exemplo típico é o modem V.90, que transmite com taxa de 28,8 kbps/56,6Kbps.

8.13.3 Integração Dados e Voz

Um dos últimos padrões aprovados (V.34) habilitam as chamadas aplicações DSDV (Digital Simultaneous Voice and Data). A norma DSVD especifica o compartilhamento de voz e dados em um única conexão discada.

09 – Interfaces de Dados

9.1 - Interface RS232C / EIA232

O primeiro padrão realmente universal para a conexão física entre computador e o modem foi publicado em 1969 pela Associação da Indústria Eletrônica (EIA) nos EUA e é conhecido como RS232C (Recommended Standard 232 version C - Recomendação Padrão 232 versão C). desde então o padrão foi revisado (por exemplo, RS232D e RS232E).

A RS232 especifica o plug (a tomada) e o soquete no modem e o equipamento digital (i.e., sua mecânica), a natureza do caminho de transmissão e os sinais requeridos para controlar a operação do modem (i.e., a funcionalidade da ligação de dados).

A RS-232 tem sido adotada como um padrão durante décadas como uma interface elétrica entre Equipamento Terminal de Dados (DTE) e o Equipamento Terminação Circuito de Dados (DCE) tais como modems ou DSUs. Este tipo de interface recebe diferentes denominações tais como RS-232C, RS-232D, V.24, V.28 ou V.10 mas essencialmente todas estas interfaces são interoperáveis. A RS-232 é usada tanto para transferência de dados assíncronos como também para enlaces síncronos tais como SDLC, HDLC, Frame Relay e X.25

Existe uma pinagem padronizada para a RS-232 em um conector DB25, como mostrado abaixo.

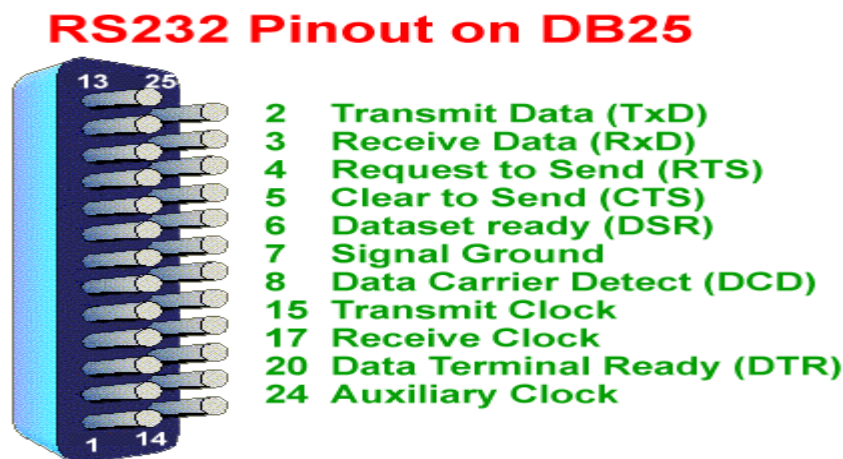
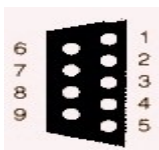


Fig 9.1 Interface Mecânica da Interface RS232 e a pinagem do DB25 (vista frontal)



1 (DCD); 2 (RD); 3 (TD); 4 (DTR); 5 (GRD); 6 (DSR); 7 (RTS); 8 (CTS); 9 (RI)

Fig. 9.2 Interface RS232 pinagem no conector DB9 (vista frontal – conector fêmea)

A característica essencial da RS-232 é que os sinais são transportados como simples voltagens referenciadas a um terra comum no pino 7.

Os dados são transmitidos e recebidos respectivamente nos pinos 2 e 3. O sinal de Equipamento de Dados Pronto (Data Set Ready - DSR) é uma indicação do Dataset (i.e., o modem ou DSU/CSU) que o mesmo está ligado (on). Semelhantemente, o sinal de Terminal de dados pronto (Data Terminal Ready - DTR) indica ao Dataset que o DTE está ligado (on). O sinal de Portadora de Dados Detectada (Data Carrier Detect - DCD) indica que a portadora para a transmissão está presente (on).

Os pinos 4 e 5 levam os sinais RTS e CTS. Na maioria das situações, o RTS e CTS estão constantemente ligados (on) ao longo da sessão de comunicação. Porém quando o DTE é conectado a uma linha multiponto o RTS é usado para comutar a portadora de tempo em tempo no modem. Em uma linha multiponto, é imperativo que só uma estação esteja transmitindo de cada vez. Quando uma estação quiser transmitir, eleva o RTS. O modem comuta sua portadora, tipicamente espera alguns milissegundos para a portadora estabilizar, e eleva o CTS. O DTE transmite quando vê que o CTS ficou ligado. Quando a estação termina sua transmissão, derruba o RTS e o modem derruba o CTS e a portadora juntos. Isto é explicado mais adiante em nosso tutorial sobre o protocolo SDLC que usa linhas multiponto extensivamente.

Os sinais de relógio só são usados para comunicações síncronas. O modem ou DSU extrai o relógio do fluxo de dados e provê um sinal de relógio fixo ao DTE. Note que os sinais de transmissão e recepção de relógio não têm que ser o mesmo, ou até mesmo à mesma taxa de bauds. O sinal de relógio auxiliar no pino 24 é provido em equipamentos on boards construídos pela Sangoma para permitir conexões locais sem a necessidade de um eliminador de modem. A taxa de bauds do relógio auxiliar é programável. Através de jumpeamento (conexões físicas) deste sinal, entre os pinos 15 e 17 em cada lado, você pode usar um cabo simples para anular modems para conexões síncronas. Este arranjo é muito menos caro que usando um Eliminador de Modem para prover o crossover de cabo e sinais de relógio.

A tabela verdade para a RS232 é:

Sinal > +3v = 0

Sinal < -3v = 1 <-3v>

O nível do sinal de saída normalmente varia entre +12v e -12v. A " área morta " entre +3v e -3v é projetada para absorver o ruído de linha. Nas várias definições semelhantes da RS-232 esta área morta pode variar. Por exemplo, a definição para V.10 tem uma área morta de +0.3v para -0.3v. Muitos receptores projetados para RS-232 são sensíveis a diferenças de 1 volt ou menos.

A RS-232 é simples, universal, bem entendida e suportada em todos lugares. Porém, tem algumas falhas sérias como uma interface elétrica.

Primeiro, a interface pressupõe um terra comum entre o DTE e DCE. Esta é uma suposição razoável quando um cabo curto conecta um DTE e DCE na mesma sala, mas com linhas mais longas e conexões entre dispositivos que podem estar em barramentos elétricos diferentes, isto pode não ser verdade. Nós vimos algumas causas de eventos elétricos espetaculares através de " terras não comuns".

Segundo, um sinal em uma única linha é impossível de se proteger efetivamente contra o ruído. Protegendo o cabo inteiro a pessoa pode reduzir a influência de ruído externo, mas interiormente o ruído gerado permanece um problema. Como a taxa de bauds e o comprimento de linha aumentam continuamente, o efeito da capacitância entre os cabos introduz sério crosstalk até que um ponto é alcançado onde os próprios dados são ilegíveis.

O Crosstalk pode ser reduzido usando um cabo de baixa capacitância. Também, como são as frequências mais altas que são o problema, o controle de taxa de **slew** no sinal (i.e., gerar um sinal mais arredondado, em vez de um sinal quadrado) também diminui o crosstalk. As especificações originais para a RS-232 não tiveram nenhuma especificação para a máxima taxa de **slew**.

Os padrões para a RS-232 e interfaces similares normalmente restringem a RS-232 a taxas de 20kbps ou menos e a comprimentos de linha de 15m (50 ft) ou menos. Estas restrições devem ser analisadas principalmente regressando aos dias onde 20kbps eram considerados uma velocidade de linha muito alta, e os cabos eram grossos, com alta capacitância.

Porém, na prática, a RS-232 é mais robusta que os limites tradicionais especificados de 20kbps em cima de uma linha de 15m. A maioria dos DSUs de 56kbps são providos com portas V.35 e RS-232 porque a RS-232 é perfeitamente adequada a velocidades de até 200kbps. Você pode se lembrar da " zero slot LANs " que era popular alguns anos atrás, usando portas de RS-232 em PCs que rodavam a 115kbps. Na Sangoma nós usamos a RS-232 com sucesso (embora em cabos curtos) a velocidades de linha de mais de 1.6Mbps.

De forma bastante interessante, a maioria das portas de RS-232 em mainframes e computadores de midrange é capaz de velocidades mais altas, distantes do que o 19.2kbps avaliado. Normalmente estas portas de " baixas velocidade " rodam livre de erro a 56kbps e superiores.

A limitação de 15m para comprimento de cabo pode ser estendida a aproximadamente 30m para um cabo comum, se bem protegido e aterrado, e aproximadamente a 100m se o cabo é feito com baixa capacitância. Nosso cabo de teste standard da Sangoma é

interconectado a um flat cable , de aproximadamente 25M de comprimento, sem proteção adicional (screening). Nós rodamos livre de erro nesta coleção de cabeamento a até 112kbps.

Do ponto de vista do padrão, o modem é conhecido como equipamento de comunicações de dados (DCE) e o equipamento digital a ser conectado ao modem é conhecido como equipamento terminal de dados (DTE). A Figura 9.2 ilustra o papel feito pelo padrão de RS232 unindo o DCE ao DTE.

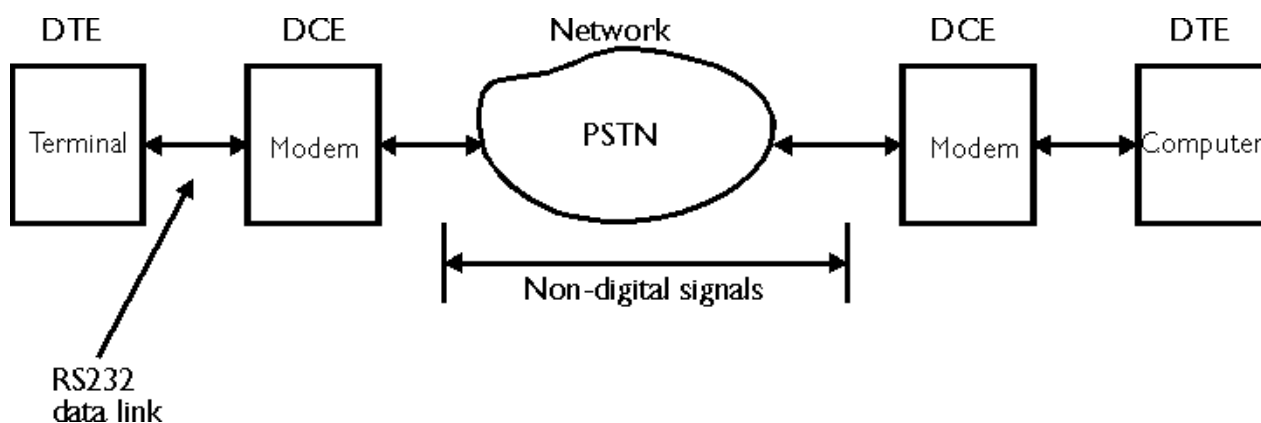


Fig 9.3 Unindo o DTE ao DCE com a RS232 ligação de dados

Como a RS232 foi planejada para unir o DTE ao DCE, suas funções são largamente necessárias para controlar um modem.

Linhas de Controle da RS232C

O padrão RS232 descreve as funções levadas a cabo por vários sinais de controle entre o DTE e o DCE. Os seguintes instrumentos de sinais de controle implementam a maioria das funções importantes de um link RS232 entre DTE e DCE.

Requisição para Transmitir (Request to Send - RTS). Este é um sinal do DTE para o DCE. Quando enviado, o RTS indica ao DCE que o DTE deseja transmitir dados para ele.

Pronto para Transmitir (Clear to Send - CTS). Este é um sinal do DCE para o DTE e, quando enviado, indica que o DCE está pronto para receber dados do DTE.

Equipamento de Comunicação de Dados Pronto (Data Set Ready - DSR). Este é um sinal do DCE para o DTE que indica a estado de pronto do DCE. Quando este sinal é enviado, o DCE pode receber dados do DTE. O DSR indica que o DCE (normalmente um modem) está ligado e está em seu modo normal de funcionamento (ao invés de seu modo de auto-teste).

Terminal de Dados Pronto (Data Terminal Ready - DTR). Este é um sinal do DTE para o DCE. Quando enviado, o DTR indica que o DTE está pronto para aceitar dados do DCE. Em sistemas com um modem, mantém a conexão e mantém o canal aberto. Se o DTR está ausente, o caminho de comunicação está aberto. Em condições cotidianas, o DTR ausente é igual a desligar um telefone.

O padrão RS232 ou EIA 232 pode ser dividido em 03 recomendações que veremos a seguir:

V24 – recomendação funcional

V28 – recomendação elétrico

DB-25 – recomendação mecânica

9.2 RECOMENDAÇÃO V.24 (Recomendação Funcional)

Esta recomendação define os circuitos que são utilizados para a interligação dos equipamentos terminal dados (DTE) com equipamentos de comunicação de dados (DCE) quanto as linhas de dados, sinais de controle e sinais de relógio.

Quando são utilizados conversores para a interligação destes equipamentos, estes devem estar de acordo com esta recomendação. A figura 3 (abaixo) mostra os pontos onde esta recomendação se aplica.

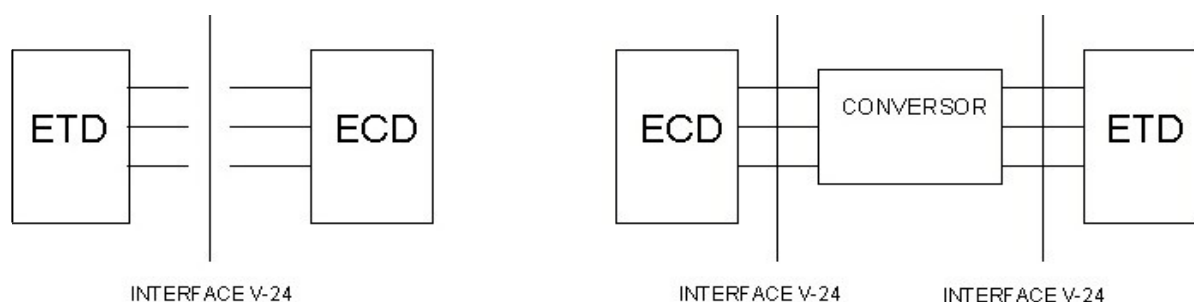


Figura 9.4 - RECOMENDAÇÃO V-24

As características elétricas e mecânicas para interligação dos circuitos são definidas nas recomendações específicas para cada tipo de interface utilizada.

DEFINIÇÃO DOS CIRCUITOS

INTERFACES ELÉTRICAS

A tabela abaixo mostra a designação dos circuitos definidas por esta recomendação.

Nº CCTO	DESIGNAÇÃO	SENTIDO DTE-----DCE	
102	TERRA DE SINAL OU RETORNO COMUM	-	-
102-A	RETORNO COMUM DO DTE	-	-
102-B	RETORNO COMUM DO DCE	-	-
103	TRANSMISSÃO DE DADOS	>>	
104	RECEPÇÃO DE DADOS		>>
105	REQUISIÇÃO PARA TRANSMITIR	>>	

106	PRONTO PARA TRANSMITIR		>>
107	MODEM PRONTO		>>
108/1	CONECTAR O MODEM A LINHA	>>	
108/2	TERMINAL PRONTO	>>	
109	DETECÇÃO DE PORTADORA		>>
110	DETETOR DE QUALIDADE DE SINAL		>>
111	SELETOR DE VELOCIDADE (DTE)	>>	
112	SELETOR DE VELOCIDADE (DCE)		>>
113	RELÓGIO DE TRANSMISSÃO (DTE)	>>	
114	RELÓGIO DE TRANSMISSÃO (DCE)		>>
115	RELÓGIO DE RECEPÇÃO (DCE)		>>
116/1	CHAVEAMENTO PARA O MODO RESERVA		>>
116/2	CHAVEAMENTO AUTORIZADO		>>
117	INDICADOR DE MODO RESERVA	>>	
118	TRANSMISSÃO DO CANAL SECUNDÁRIO	>>	>>
119	RECEPÇÃO DO CANAL SECUNDÁRIO		
120	REQUISIÇÃO PARA TRANSMITIR DO CANAL SECUNDÁRIO	>>	
121	CANAL SECUNDÁRIO PRONTO		>>
122	DETECÇÃO DE PORTADORA DO CANAL SECUNDÁRIO		>>
123	DETETOR DE QUALIDADE DE SINAL DO CANAL SECUNDÁRIO		>>
124	SELETOR DE GRUPO DE FREQUÊNCIA	>>	
125	INDICADOR DE CHAMADA		>>
126	SELETOR DA FREQUÊNCIA DE TRANSMISSÃO	>>	
127	SELETOR DE FREQUÊNCIA DE RECEPÇÃO	>>	
128	RELÓGIO DE RECEPÇÃO (DTE)	>>	
129	REQUISIÇÃO PARA RECEPÇÃO	>>	
130	TRANSMISSÃO DE TOM NO CANAL SECUNDÁRIO	>>	
131	RECEPÇÃO DE RELÓGIO DE CHARACTER		>>
132	RETORNO PARA O MODO DE NÃO DADOS	>>	
133	PRONTO PARA RECEPÇÃO	>>	
134	RECEPÇÃO DE DADOS PRESENTE		>>
136	NOVO SINAL	>>	
140	LOOP REMOTO	>>	
141	LOOP LOCAL	>>	
142	INDICADOR DE TESTE		>>

Tabela 9.1 - DESIGNAÇÃO DOS CIRCUITOS

DESCRIÇÃO DOS CIRCUITOS

102- TERRA DE SINAL OU RETORNO COMUM

Este circuito estabelece o sinal de retorno comum para circuitos desbalanceados (recomendação v-28) e o potencial de referência para os circuitos de acordo com as recomendações V-10, V-11 e V-35.

Este circuito deve ser ligado no DCE ao terra de proteção diretamente ou via estrape. A utilização de estrape é aconselhável devido a ajustes que devem ser feitos durante a instalação para minimizar a introdução de ruído e problemas de aterramento que possam vir a ocorrer nos locais e instalação.

NOTA Deve-se tomar o cuidado quando da interligação do terra para não provocar loops com altas correntes.

102-A- RETORNO COMUM DO DTE

Este circuito é usado como referência para circuitos desbalanceados (recomendação V-10) , devendo ser interligado aos circuitos de recepção do DCE.

102-B- RETORNO COMUM DO DCE

Este circuito é usado como referência para circuitos desbalanceados (recomendação V-10). Deve ser interligado aos circuitos de recepção do DTE.

NOTA Quando são utilizadas as recomendações V-10 e V-11 na mesma interface os pontos 102,102-a e 102-b não devem ser conectados no mesmo ponto.

103- TRANSMISSÃO DE DADOS

Este sinal é originado pelo DTE. Pode ser utilizado para:

- A- Transmitir via canal de dados para uma ou mais estações remotas;
- B- Transmitir informações de controle/teste ao DCE.

104- RECEPÇÃO DE DADOS

Este sinal é gerado pelo DCE quando:

- A- É recebido um sinal na linha da estação remota;
- B- Em resposta a um sinal de teste de manutenção do DTE.

105- REQUISIÇÃO PARA TRANSMITIR

Este sinal é gerado pelo DTE, com a função de controlar o canal de transmissão de dados do DCE podendo assumir as seguintes estados:

- ON-** Quando o DTE quer transmitir;
- OFF-** Quando o DTE termina de transmitir.

106- PRONTO PARA TRANSMITIR

Este sinal é gerado pelo DCE em resposta ao sinal 105 informando que o DTE podendo inicializar a transmissão de dados . Pode assumir os seguintes estados:

- ON-** Indica que o DCE está pronto para receber os dados;
- OFF-** Indica que o DCE não está pronto para receber os dados.

107 - MODEM PRONTO

Este sinal é gerado pelo DCE, informando que está preparado para inicializar a troca de sinais de controle/dados. Pode assumir os seguintes estados;

ON -

A- Quando o circuito 142 está OFF ou não é implementado, indica que o DCE está pronto para inicializar a troca de sinais de controle com o DTE.

B- Quando o circuito 142 está ON indica que o DCE está pronto para inicializar a troca de sinais de controle com o DTE para manutenção.

OFF-

A- Quando o circuito 106 esta ON indica que o DCE está pronto para inicializar a troca de sinais de controle ou programação da porta de chamada automática do DCE;

B- Quando o circuito 106 esta OFF pode assumir as seguintes condições:

1- O DCE não esta pronto para inicializar a fase de transferência de dados;

2- O DCE detectou uma condição de falha;

3- O DCE detectou a indicação de desconexão da rede ou da estação remota;

C- Quando o circuito 142 esta ON indica que o DCE está envolvido em teste .

108/1- CONECTE O DCE A LINHA

Este sinal é gerado pelo DTE , solicitando ao DCE que se conecte a linha podendo assumir as seguintes condições:

A- Na transição de OFF para ON indica que o DCE deve se conectar a linha ou inicializar a facilidade de chamada automática. Quando este circuito está na condição ON, o DCE não deve ser desconectado da linha. Porém, em alguns casos pode ocorrer a desconexão:

1- Perda do sinal de linha ou comutação da rede telefônica;

2- Quando o DCE tem implementado a facilidade callback;

3- Quando é desativado via chave no DCE.

B- Na condição OFF indica que o DCE deve se desconectar da linha.

108/2- TERMINAL PRONTO

Este sinal é gerado pelo DTE, indicando seu estado podendo assumir as condições:

ON- Indica que o DTE está pronto para operar esta condição. Deve persistir quando o terminal está transmitindo ou recebendo dados, preparando o DCE para se conectar à linha.

O DCE pode ser conectado à linha em outras condições como mostrado abaixo:

A- Por acionamento de chave no DCE;

B- Por *INCOMING CALL* no caso de resposta automática;

C- Por *CALL REQUEST* em caso de chamada automática;

OFF- Indica que o DCE deve ser desconectado da linha.

109 – DETEÇÃO DE PORTADORA

Este sinal indica ao modem que o mesmo recebe a portadora do modem distante, indicando que o acesso local (meio físico) está inteiro.

110 - DETETOR DE QUALIDADE DE SINAL

Este sinal é gerado pelo DCE, indica que os dados recebidos estão com erro, podendo assumir as seguintes condições:

ON- Indica que os dados recebidos não contém erros.

OFF- Indica que os dados recebidos contém erros.

111- SELETOR DE VELOCIDADE

Este sinal é gerado pelo DTE. Ele seleciona no DCE uma das duas velocidade de dados para DCE síncrono ou uma das duas frequências para DCE assíncrono. Quando implementado no DCE, estas facilidades podem assumir os seguintes estados:

ON- Seleciona a maior velocidade ou frequência.

OFF- Seleciona a menor velocidade ou frequência.

112 - SELETOR DE VELOCIDADE

Este sinal é gerado pelo DCE, selecionando no DTE uma das duas velocidades de dados ou frequência que o DCE esta operando, podendo assumir os seguintes estados:

ON- Seleciona a maior velocidade ou frequência.

OFF- Seleciona a menor velocidade ou frequência.

113 - RELÓGIO DE TRANSMISSÃO

Este sinal é gerado pelo DTE. Provê ao DCE de relógio de transmissão, na transição de ON para OFF normalmente coincidindo com o centro do sinal 103.

114 - RELÓGIO DE TRANSMISSÃO

Este sinal é gerado pelo DCE. Provê ao DTE de relógio de transmissão, na transição de OFF para ON. O DTE deve enviar o circuito 103.

115 - RELÓGIO DE RECEPÇÃO

Este sinal é gerado pelo DCE. Ele provê ao DTE de relógio de recepção, na transição de ON para OFF. Normalmente deve coincidir com o centro do sinal 104.

116/1- CHAVEAMENTO PARA O MODO RESERVA

Este sinal é gerado pelo DTE. Ele controla o chaveamento do DCE do modo normal e reserva, podendo assumir os seguintes estados:

ON- Seleciona o DCE para o modo reserva.

OFF- Seleciona o DCE para o modo normal, porém o DCE só deve ir para o modo normal quando não estiver recebendo dados no circuito 103.

116/2- CHAVEAMENTO AUTORIZADO

Este sinal é gerado pelo DTE. Ele controla o chaveamento do DCE do modo normal e reserva, podendo assumir os seguintes estados:

ON- Informa que o DTE está pronto para ir para o modo reserva, e prepara o DCE para ir para o modo reserva quando necessário.

OFF- Seleciona o DCE para o modo normal, porém o DCE só deve ir para o modo normal quando não estiver recebendo dados no circuito 103.

117 - INDICADOR RESERVA

Este sinal é gerado pelo DCE , informando ao DTE que está operando no modo reserva. Pode assumir os seguintes estados:

ON- Indica que o DCE está operando no modo reserva.

OFF- Indica que o DCE está operando no modo normal.

118 - TRANSMISSÃO DE DADOS NO CANAL SECUNDÁRIO

Este sinal é gerado pelo DTE, equivalente ao sinal 103 para o canal secundário.

119- RECEPÇÃO DE DADOS NO CANAL SECUNDÁRIO

Este sinal é gerado pelo DCE. É equivalente ao sinal 104 para o canal secundário.

120 - REQUISIÇÃO PARA TRANSMITIR

Este sinal é gerado pelo DTE. É equivalente ao sinal 105 só que para o canal secundário.

121 - CANAL PRONTO

Este sinal é gerado pelo DCE. É equivalente ao sinal 106 só que para o canal secundário.

122 - DETECÇÃO DE PORTADORA

Este sinal é gerado pelo DCE. É equivalente ao sinal 109 só que para o canal secundário.

123 - DETETOR DE QUALIDADE DE SINAL

Este sinal é gerado pelo DCE. É equivalente ao sinal 110 só que para o canal secundário.

124 - SELETOR DE GRUPOS DE FREQUÊNCIAS

Este sinal é gerado pelo DTE. Seleciona um grupo de frequência disponível no DCE. Ele pode assumir os seguintes estados:

ON- Seleciona todos os grupos de frequência para representar o sinal de dados.

OFF- Seleciona um grupo reduzido de frequência para representar os dados.

125 - INDICADOR DE CHAMADA

Este sinal é gerado pelo DCE. Indica que recebeu um sinal de chamada, podendo assumir os seguintes estados:

ON- Indica que o DCE recebeu um sinal de chamada

OFF- Indica que o DCE não recebeu nenhum sinal de chamada.

126- SELETOR DE TRANSMISSÃO DE FREQUÊNCIA

Este sinal é gerado pelo DTE. Seleciona a frequência de transmissão do DCE, podendo assumir os seguintes estados:

ON- Seleciona as frequências altas para transmissão .

OFF- Seleciona as frequências baixas para transmissão.

127 - SELETOR DE FREQUÊNCIA DE RECEPÇÃO

Este sinal é gerado pelo DTE. Seleciona a frequência de recepção do DCE, podendo assumir os seguintes estados:

ON- Seleciona as frequências baixas para recepção.

OFF- Seleciona as frequências altas para recepção.

128 - RELOGIO DE RECEPÇÃO

Este sinal é gerado pelo DTE. Ele provê o relógio de recepção para o DCE.

O DCE deve enviar o sinal de dados (circuito 104) quando ocorrer a transição de OFF para ON deste sinal.

129 - REQUISICÃO PARA RECEBER

Este sinal é gerado pelo DTE. Controla a função de recepção do DCE, pode assumir os seguintes estados:

ON- Faz com que o DCE assuma o modo de recepção.

OFF- Faz com que o DCE saia do modo de recepção.

130- TRANSMISSÃO DE TOM NO CANAL SECUNDÁRIO

Este sinal é gerado pelo DTE. Ele controla a geração de tom no canal secundário, podendo assumir os seguintes estados:

ON- Faz com que o DCE transmita um tom no canal secundário.

OFF- Faz com que o DCE pare de transmitir o tom no canal secundário.

131 - RECEPÇÃO DO RELÓGIO DE CHARACTER

Este sinal é gerado pelo DCE. Ele provê o DTE com informação de relógio de caracter.

132 - RETORNO PARA O MODO DE NÃO DADOS

Este sinal é gerado pelo DTE. Ele restabelece a condição de "NÃO DADOS" no DCE, liberando a conexão com a estação remota, podendo assumir os seguintes estados:

ON - Faz com que o DCE vá para a condição de não dados.

OFF- Quando o modo NÃO DADOS é estabelecido.

133 - PRONTO PARA RECEBER

Este sinal é gerado pelo DTE. É utilizado para o DTE controlar o fluxo de dados do circuito 104, podendo assumir os seguintes estados:

ON- Informa ao DCE que tem capacidade de receber dados.

OFF- Informa ao DCE que não tem capacidade de receber dados.

134 - RECEPÇÃO DE DADOS PRESENTE

Este sinal é gerado pelo DCE. Indica que os dados contidos no circuito 104 são referentes a mensagens de informação ou mensagens de supervisão, podendo assumir os seguintes estados:

ON- Indica que os dados presentes são mensagens de informação.

OFF- indica que os dados presentes não são mensagens de informação.

136 - SINAL NOVO

Este sinal é gerado pelo DTE. É usado para controlar o tempo de resposta da recepção do DCE quando da falha do circuito 109, podendo assumir os seguintes estados:

ON- Informa que o DCE tem que detectar rapidamente a perda do sinal 109, após a queda do sinal de linha. Abaixo do limiar do detetor do sinal de linha o DCE pode :

Tornar o circuito 109 OFF.

Preparar o detetor para o aparecimento de um novo sinal de linha (circuito 109).

OFF- Uma vez tornado ON, o circuito 136 deve ir para OFF após um intervalo de tempo ou, OFF após a circuito 109 estar OFF.

140 - LOOP REMOTO

Este sinal é gerado pelo DTE. Solicita ao DCE a realização de loop remoto, podendo assumir os seguintes estados:

ON- Inicializa a condição de loop remoto no DCE.

OFF- Retira o DCE da condição de loop remoto.

141 - LOOP LOCAL

Este sinal é gerado pelo DTE. Solicita ao DCE a realização de loop local podendo assumir os seguintes estados:

ON- Inicializa a condição de loop local no DCE.

OFF- Retira o DCE da condição de loop local.

142 - INDICADOR DE TESTE

Este sinal é gerado pelo DCE. Indica que o DCE está em condição de teste, podendo assumir os seguintes estados:

ON- Indica que o DCE está na condição de teste.

OFF- Indica que o DCE não está em condição de teste.

9.3 RECOMENDAÇÃO V.28 (RS 232)

Esta recomendação trata das características elétricas para equipamentos de dados que operam a velocidades de até 20kbit/s utilizando circuitos desbalanceados e velocidades de até 64kbit/s. É possível que em condições específicas, para estas velocidades as recomendações V-10 e V-11 sejam mais apropriadas.

Para os equipamentos que utilizam esta interface, é recomendado a utilização de conector de 25 pinos de acordo com a ISO 2110. (figura-5).

Os níveis do sinal da interface devem assumir os valores abaixo:

NÍVEL LÓGICO 1 (MARCA)

De -3vots A -15volts

NÍVEL LÓGICO 0 (ESPAÇO)

De +3volts A +15volts

A distância entre as interfaces utilizando velocidade de 20kbit/s, deve estar limitada a 15 metros porém, para velocidades inferiores esta distância pode ser maior.

A figura 9-4 mostra a interligação típica desta interface.

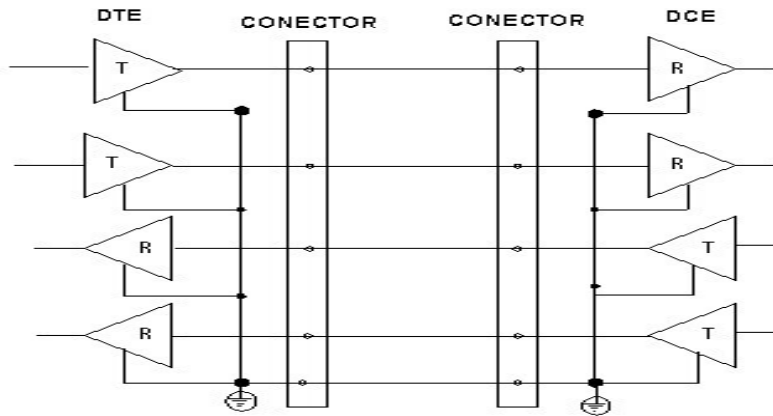


Figura 9.5 - INTERLIGAÇÃO DA INTERFACE V-28

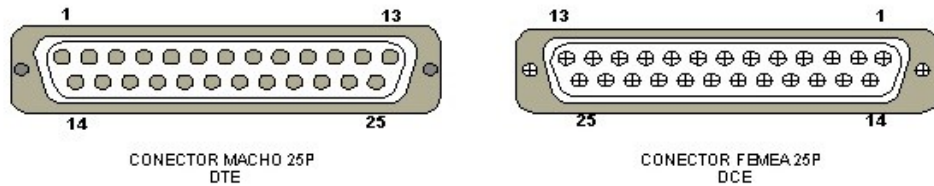


Figura 9.6 - APRESENTAÇÃO DOS CONECTORES DB-25 (vista frontal)

9.4 Comunicação Síncrona x Assíncrona na RS232

Muitos não são usados em um conector de 25 pinos para a porta serial padrão RS232. A maioria deles são para uso em comunicação serial raramente implementados em PCs. Existem pinos para sinais temporizadores síncronos, assim como para canal reverso síncrono. A especificação EIA-232 provê comunicação síncrona e assíncrona mas os PCs usam uma pastilha UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) tal como a 16450, 16550A, ou 16650 e não pode lidar com síncrono. Para síncrono é necessária uma pastilha USART ou equivalente, onde o "S" vem de Síncrono. Como síncrono é um mercado de nicho, uma porta serial síncrona deve ser bastante dispendiosa. Além da parte síncrona do EIA-232, existem vários outros padrões síncronas EIA. Para o EIA-232, 3 pinos do conector são reservados para sinais de relógio (ou temporizadores). Algumas vezes é tarefa do modem gerar alguns sinais temporizadores, tornando impossível usar comunicações síncronas sem um modem síncrono (ou sem um dispositivo chamado "eliminador de modem síncrono", que provê os sinais temporizadores). Embora poucas portas seriais sejam síncronas, comunicação síncrona às vezes ocorre em linhas telefônicas usando modems que usam a correção de

erro V.42. Esta remove os bits de partida e de parada e põe bytes de dados em pacotes, resultando em operação síncrona na linha telefônica.

9.5 - RS-422, RS-485, V.11 e outras interfaces equilibradas.

As limitações da RS-232 são largamente eliminadas pela interface de linha balanceada.

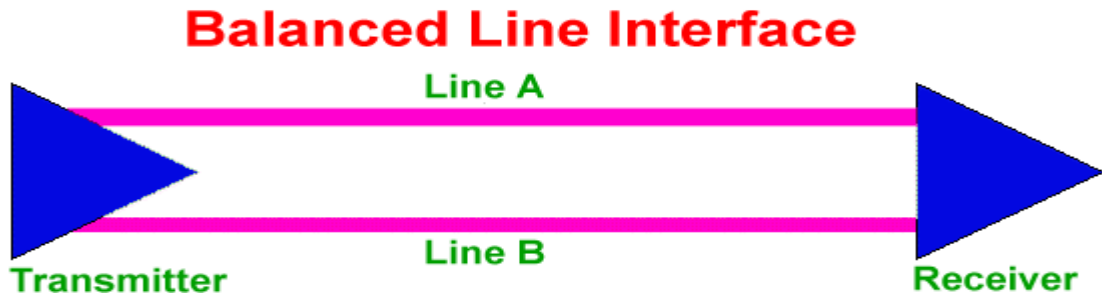


Fig 9.7 Interface Balanceada

Um par de fios é usado para transportar cada sinal. Os dados são codificados e decodificados como uma voltagem diferencial entre as duas linhas. Uma tabela verdade típica para uma interface balanceada é como segue:

$$V_A - V_B < -0.2V = 0$$

$$V_A - V_B > +0.2V = 1$$

Como uma voltagem diferencial, em princípio a interface não é afetada através de diferenças em voltagem de terra entre transmissor e receptor.

Além disso, se as linhas A e B estão bem próximas e paralelas, elas serão afetadas quase identicamente através de ruído eletromagnético externo. Se as linhas também forem trançadas juntas, então nenhuma linha está permanentemente perto para uma fonte de barulho do que a outra. Conseqüentemente o bem conhecido “par trançado” é extremamente efetivo em eliminar o ruído do sinal.

Sistemas balanceados são usados através de topologias de LAN como Ethernet e Token Ring. Eles podem suportar velocidades de linha de mais de 100Mbps e podem trabalhar confiavelmente a distâncias de vários quilômetros.

Há vários padrões que incorporam sinais de linha balanceadas em conectores DB. Estes incluem RS-449 (DB37), X.21 (DB15) e RS530 (DB25). Os limiares das voltagens na tabela de verdade não são idênticas para estes padrões, mas os padrões normalmente são interoperáveis.

Como as velocidades de linha e as distâncias aumentam continuamente, para atender as demandas do mercado, os problemas de reflexões de sinais tornam-se importante. As linhas devem ser terminadas corretamente por um resistor que faz com que o cabo eletricamente se pareça como infinitamente longo (um cabo infinitamente longo, com certeza, não pode ter nenhum sinal refletido porque a ponta final é infinitamente longa). Estes valores de resistor da terminação dependem da geometria do próprio cabo. Assim

você verá cabo designado como cabo 75 Ohm, ou cabo 50 ohm, etc. O que isto significa é que instalando um resistor de 50 ohm, digamos, entre o par do sinal, este tipo particular de cabo terá as características elétricas de um cabo infinitamente longo. Note que a designação " cabo de 50 ohm " não tem nada a ver com a impedância elétrica do próprio cabo físico.

Teoricamente, um ruído indesejável, introduzido igualmente em cada linha de um par não tem nenhum efeito. Na prática, porém, as características dos receptores são tais que ruído de nível suficientemente alto causa saturação num lado do receptor, conduzindo a erros de dados. Frequentemente são incluídas redes de resistores que provêem baixos caminhos de resistência para o terra dissipar o ruído.

9.6 - RECOMENDAÇÃO V.35

A interface V.35 foi especificada originalmente pelo CCITT como uma interface para transmissões de linha de 48kbps. Foi adotado para todas as velocidades de linha acima de 20kbps, e parece ter adquirido uma vida própria. Foi descontinuada pelo CCITT em 1988, e substituída através das recomendações V.10 e V.11. No entanto na prática ela continua sendo usada intensivamente.

A V.35 é uma mistura de sinais de interfaces balanceados (como a RS422) e terra comum (como a RS232). O controle da linha, incluindo DTR, DSR, DCD, RTS e CTS, é um único fio de interface de terra comum, funcionalmente compatível com os níveis de sinais da RS-232. Os dados e os sinais de relógio são balanceados, como os sinais da RS-422.

Os sinais na V.35 são interfaces de um único fio com terra comum porque estes níveis de sinal são principalmente constantes ou variam a baixas frequências. Os dados de alta frequência e sinais de relógio são transportados através de linhas balanceadas. Assim fios únicos são usados para as baixas frequências, para as quais eles são adequados, enquanto que os pares balanceados são usados para os dados de alta frequência e sinais de relógio.

A tomada de V.35 é padrão (standard). É um plugue de plástico preto aproximadamente entre 20mm e 70mm, frequentemente com contatos banhados a ouro e cabo embutido junto com parafusos. O plugue V.35 custa 30 vezes o preço de um DB25, tornando tudo o que se faça com V.35 um pouco caro.

Se seu DSU suporta a RS-232 e também a V.35 sempre é melhor financeiramente usar a opção da RS-232. Uma complicação adicional com a V.35 é que o plugue V.35 é muito grande para se adaptar em muitos cartões de equipamentos, como esses usados por PCs. Assim muito frequentemente existe um cabo não padronizado conectando um sistema de V.35, terminando em um DB25 em um lado e um plugue V.35 no outro. É muito fácil de usar o cabo errado, e bastante difícil depurar se você o fez.

Depurando qualquer sinal balanceado é bastante enganador. Identificação da metade do par de sinais " A " e " B " é difícil. É muito fácil trocar a polaridade dos sinais em um par de sinais. Sob certas circunstâncias, uma interface parecerá estar trabalhando corretamente, com exceção de erros de linha estranhos de tempos em tempos.

A Pinagem padrão dos cabos usados para cartões Sangoma estão publicados na Internet.

Esta recomendação especifica as características elétricas para modems analógicos que operam na faixa de frequência de 60 a 108 KHz.

A velocidade de operação para dados síncronos é de até 48Kbit/s.

INTERFACE DIGITAL

Esta recomendação não define as características mecânicas do conector a ser utilizado, porem é usual a utilização do conector de 34 pinos conforme ISO- 2593 (FIGURA 9.7).

A tabela abaixo mostra os circuitos utilizados por esta interface, de acordo com a recomendação V-24.

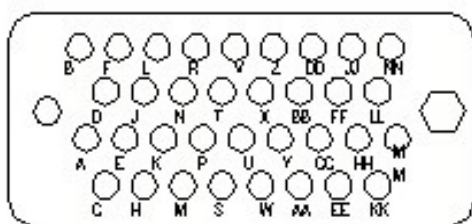
V.24 / V.35 Interface

Nome circuito V.24	Nomes pinos conector de 34-pinos	Descrição
101	A	Terra de Proteção
102	B	Terra de Sinal ou Retorno Comum
103	P - S	Transmissão de Dados
104	R - T	Recepção de Dados
105	C	Requisição para Transmitir (RTS)
106	D	Pronto para Transmitir (CTS)
107	E	Modem Pronto (DSR)
108.1	H	Conecta o Modem à Linha
108.2	H	Terminal Pronto (DTR)
109	F	Detecção de Portadora (DCD)
125	J	Indicador de Chamada (RI)
126	II	Seleciona Frequência de Transmissão
113	U - W	Clock de Transmissão (DTE)
114	Y - AA	Clock de Transmissão (DCE)
115	V - X	Clock de Recepção (DCE)

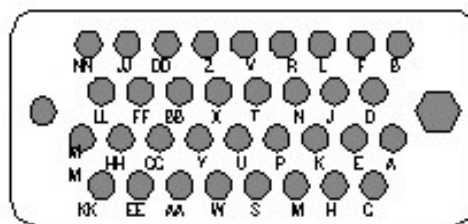
Tabela 9.2 - Circuitos interface V.35 de acordo com a recomendação V-24

NOTA:

Os circuitos de dados e relógio são balanceados com características próprias(V.35). Os outros circuitos seguem as características definidas na recomendação V-28.



CONECTOR FEMEA DCE



CONECTOR MACHO DTE

Figura 9.8 - CONECTOR M-34

CARACTERÍSTICAS DOS CIRCUITOS BALANCEADOS

A- GERADOR

O transmissor quando terminado com 100 Ohms deve apresentar os seguintes valores para :

NÍVEL LÓGICO 0 (+ 0,55Volts +/- 20%) ENTRE OS TERMINAIS A/B

NÍVEL LÓGICO 1 (- 0,55Volts +/- 20%) ENTRE OS TERMINAIS A/B

B- RECEPTOR

O receptor deve ser terminado com $100 \pm 10 \Omega$. Não são definidos os níveis lógicos para os receptores.

Observação:

Na reunião do CCITT em **MELBOURNE** em 1988, esta recomendação foi considerada ultrapassada, portanto não é recomendada sua utilização para novos equipamentos. Como alternativa, devem ser utilizadas as recomendações V-36 e V-37. Entretanto quando se deseja utilizar a interface V-35 para novos equipamentos, estas devem seguir as características elétricas da recomendação V-11.

No entanto, a interface V35 continua sendo utilizada como padrão para circuitos digitais de até 2 Mbps, em muitos países, na atualidade (2004).

9.7 - Recomendação V36

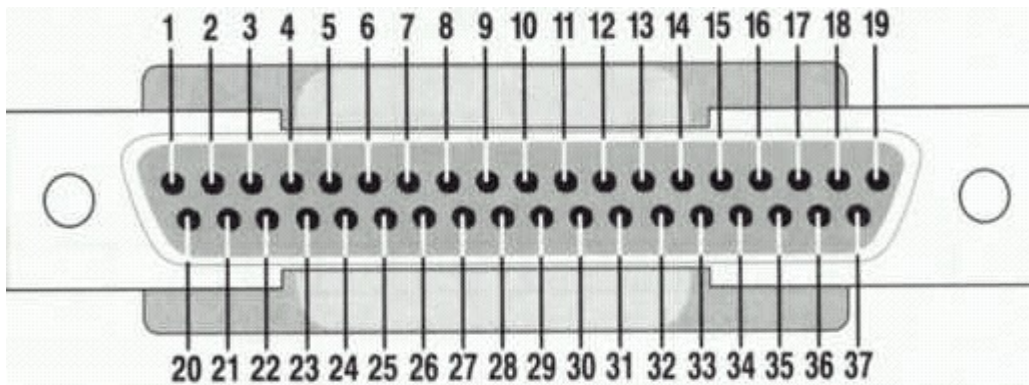
A recomendação V36, também conhecida como RS449 é uma interface digital de alta velocidade - diferente do RS232 o qual usa sinais com referência ao terra, os receptores RS449 V.11 devem verificar a diferença de potencial entre os dois fios. Torcendo os dois fios e fazendo um " par trançado" qualquer ruído apanhado num fio será apanhado no outro, porque ambos os fios detectam o mesmo ruído na interface diferencial RS449 , sendo que ela apenas troca em nível de voltagem com referência para o terra, mas não muda com respeito a um ao outro. Os receptores apenas verificam a diferença em nível de voltagem de cada fio para o outro mas não para o terra. O maior problema enfrentado neste tipo de interface é a confecção dos cabos.

Os sinais diferenciais para a RS449 são rotulados como " A e B " ou " + e -". No caso da RS449 o fio A ou + não se conecta ao fio B ou -. O fio A sempre conecta ao A e o B conecta ao B ou o + para o + e o - para o -. Se você inverter os fios você inverterá os dados ou relógio em sua interface e ela não irá funcionar - esteja seguro de conferir as polaridades.

9.7.1 pinagem RS449 / V.11

O padrão EIA RS449 especifica as características funcionais e mecânicas da interconexão da RS449 entre o equipamento terminal de dados (DTE) e o equipamento de comunicações de dados (DCE) seguindo padrões EIA de interface elétricas RS 422 e RS 423.

Interface Principal RS449 (V-36)



Pin		EIA CKT	Description	From DCE	To DCE
A	B				
1			Shield		
2		SI	Signaling Rate Indicator	*C	
4	22	SD	Send Data		*D
5	23	ST	Send Timing	*T	
6	24	RD	Receive Data	*D	
7	25	RS	Request to Send		*C
8	26	RT	Receive Timing	*T	
9	27	CS	Clear to Send	*C	
10		LL	Local Loopback		*C
11	29	DM	Data Mode	*C	
12	30	TR	Terminal Ready		*C
13	31	RR	Receiver Ready	*C	
14		RL	Remote Loopback		*C
15		IC	Incoming Call	*C	
16		SR	Signaling Rate Selector		*C
17	35	TT	Terminal Timing		*T
18		TM	Test Mode	*C	
19		SG	Signal Ground		
20		RC	Receive Common		
28		IS	Terminal in Service		*C
32		SS	Select Standby		*C
33		SQ	Signal Quality	*C	
34		NS	New Signal	*C	
36		SB	Standby Indicator		*C
37		SC	Send Common		

Signal Type: D = Data, C = Control, T = Timing
 Note: On the DB37 connector that is commonly used for RS449;
 Pins 3 and 21 are undefined. B = Return.

Fig 9.9 Pinagem interface V36 (conector DB-37)

Interface Secundária EIA-449 (V-36)

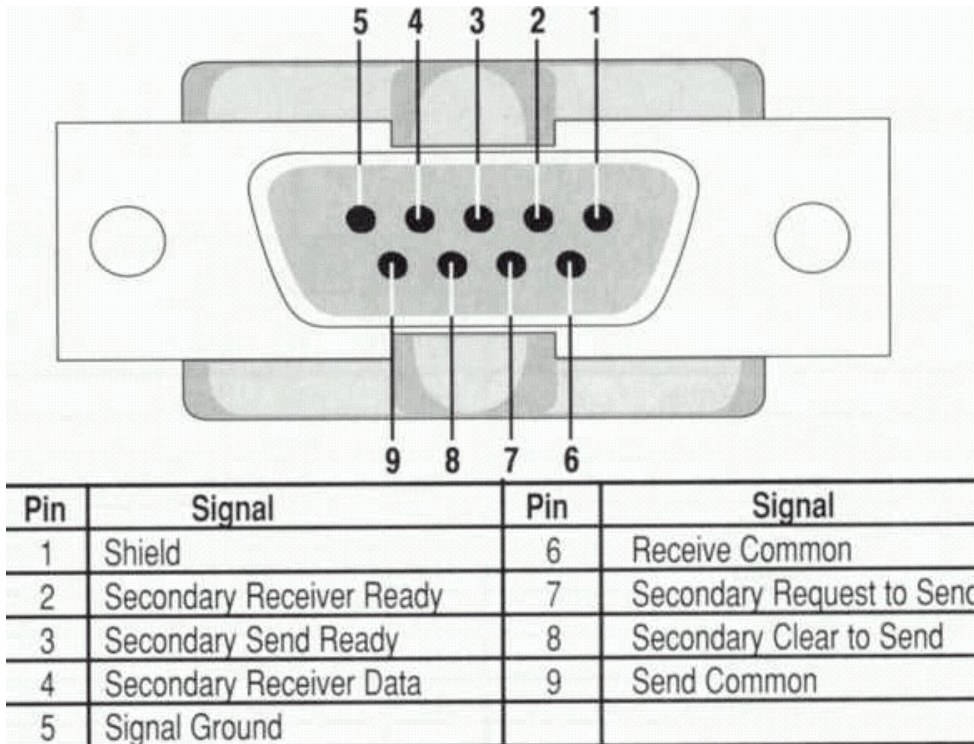


Fig 9.10 Pinagem interface V36 (conector DB-9)

9.8 OUTRAS RECOMENDAÇÕES

Nos próximos tópicos falaremos sobre as diversas interfaces de uso corriqueiro em comunicação de dados mas que não fazem parte da série V.

9.8.1 RECOMENDAÇÃO G.703

Esta recomendação descreve as características físicas e elétricas para HIERARQUIAS DIGITAIS de equipamentos.

As velocidades possíveis para esta interface vão desde 64 Kbps até vários Mbps (megabits por segundo) sendo seu modo de transmissão balanceado tendo apenas dois circuitos, circuito de transmissão e circuito de recepção com dados e clock enviados juntos no mesmo circuito (par de fios) conforme figura 9.11.

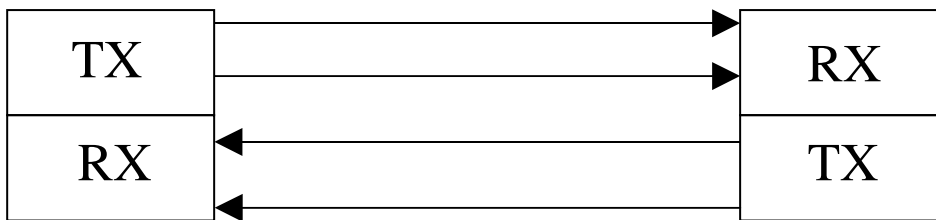


Fig 9.11 Interface G.703

Existem 3 tipos básicos de interfaces G.703 a saber.

G.703 CODIRECIONAL

Neste tipo os dois lados da comunicação geram dados e clock para a recepção do outro lado não havendo portanto o esquema de mestre/escravo ou clock interno de um lado e regenerado do outro.

G.703 COM CLOCK CENTRALIZADO

Nenhum dos lados da comunicação gera o clock, este é gerado por uma unidade central externa e fornecido tanto para a transmissão como para a recepção dos dados.

G.703 CONTRADIRECIONAL

Neste caso temos um equipamento controlador que gera o clock na transmissão para ser usado por um equipamento subordinado (configuração semelhante ao clock interno de um modem e regenerado no correspondente).

Neste documento abordaremos apenas o tipo codirecional por ser o mais difundido e utilizado em nossos equipamentos.

Para circuitos a 64 kbps os níveis de tensão são os seguintes:

MARCA : 1,0 Volts
 ESPAÇO: DE -0,1 V A +0,1 V

Os bits 0 e 1 são codificados em 4 tempos de relógio sendo que:

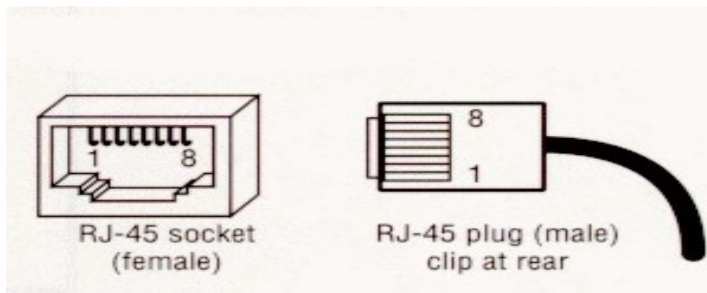
PARA O BIT 0 TEMOS : MARCA ESPAÇO MARCA ESPAÇO
 PARA O BIT 1 TEMOS : MARCA MARCA ESPAÇO ESPAÇO

A distância de cabo possível para esta interface pode ser de alguns quilômetros dependendo do cabo e velocidade utilizada. Como referência, para circuitos de 2M utilizando-se cabo coaxial pode-se atingir em torno de 1000 metros com resultados satisfatórios.

Normalmente se utiliza cabo de pares para circuitos até 1.5 Mbps e cabos coaxiais (75 ohms) de 1.5 Mbps em diante.

9.7.2 RJ-45

O conector **RJ-45** é o padrão para conexão em LAN, com cabos de pares trançados de cobre.



Pino 1 e 2 (TX)

Pino 3 e 6 (RX)

Fig 9.12 Interface RJ-45

9.7.3 G.957

A interface óptica mais utilizada é a G.957, para cordões ópticos do tipo monomodo, com conectores tipo FC ou SC, entre outros.

9.9 Outros Dispositivos Seriais (não assíncronos EIA-232)

9.9.1 Sucessores do EIA-232

Alguns padrões EIA foram estabelecidos para maiores velocidades e distâncias usando tecnologia de pares trançados (equilibrados). Transmissão equilibrada pode algumas vezes ser cem vezes mais rápida do que o EIA-232 desequilibrado. Para uma dada velocidade, a distância (comprimento máximo do cabo) pode ser muitas vezes maior com par trançado. Mas os Cs continuam a ser construídos com o obsoleto EIA-232, pois funciona bem com modems e mouses, devido ao curto cabo requerido.

9.9.2 EIA-422-A (equilibrado) e EIA-423-A (desequilibrado)

EIA-423 é apenas um EIA-232 desequilibrado exceto que a tensão é de apenas 5 volts. Como isso cai dentro das especificações do EIA-232, pode ser conectado a uma porta a EIA-232. Suas especificações requerem velocidades um pouco mais altas do que o EIA-232, mas isto pode ajudar pouco com o tempo onde o desequilíbrio causa interferência. O computador MacIntosh da Apple antes de meados de 1998 com sua porta EIA-232/EIA-422 provia pares trançados (equilibrados) para transmitir e receber (quando usado como um 422). Pelas especificações, é exatamente 100 vezes mais rápido que o EIA-423 (que, por sua vez, é um pouco mais rápido que o EIA-232). Os MacIntosh usam um pequeno conector cilíndrico "mini-DIN-8". Também provêm um EIA-232 convencional mas a apenas 5 volts (que ainda é um EIA-232 compatível). Para fazê-lo funcionar como um EIA-232 deve-se usar um cabo especial que aterriza o sinal RxD+ (um lado de um para equilibrado) e usar RxD- como o pino de recepção. Enquanto o TxD- é utilizado como um pino de transmissão, por alguma razão o TxD+ não deveria ser aterrado. Ver o [Macintosh Communications FAQ](#). Entretanto, devido ao

fato de que os Macs custam mais que os PCs, eles não são usados largamente como computadores abrigando Linux.

9.9.3 EIA-485

Este é como o EIA-422 (equilibrado). É um padrão semi-duplex. Não é apenas ponto-a-ponto mas pode ser usado para um LAN multidrop (até 32 nós). Não há especificações do conector.

9.9.4 EIA-530

O EIA-530-A (equilibrado mas pode ser usado desequilibrado) a 2Mbits/s (equilibrado) foi desenvolvido como substituição ao EIA-232 mas poucos foram instalados. Usa o mesmo conector de 25 pinos como o EIA-232.

9.9.5 EIA-612/613

A Interface Serial de Alta Velocidade (HSSI = EIA-612/613) usa um conector de 50 pinos e atinge 50 Mbits/s mas a distância é limitada a apenas alguns metros.

9.9.6 Equivalência Funcional dos Sinais de Interfaces

Equivalência Funcional dos Sinais da Interface v.24, v.35 e v.36										
Função	Interface V.24			Interface V.35			Interface V.36			CCT
	Pino	Características Elétrica	Abrev.	Pino	Características Elétrica	Abrev.	Pino	Características Elétrica	Abrev.	
Terra Lógico	1		P.GND	A		P.GND	1		P.GND	CT.101
Terra Sinal	7		S.GND	B		S.GND	37.20.19		S.GND	CT.102
Transmissão de Dados	2	V.28	TD	P S	V.35	IDa IDb	4 22	V.11	SDa SDb	CT.103
Recepção de Dados	3	V.28	RD	R T	V.35	RDa RDb	6 24	V.11	RDa RDb	CT.104
Requisição p/ Transmitir	4	V.28	RTS	C	V.28	RTS	7 15	V.11	RSa RSb	CT.105
Pronto p/ transmitir	5	V.28	CTS	D	V.28	CTS	9 27	V.11	CSa CSb	CT.106
DCE ligado	6	V.28	DSR	E	V.28	DSR	11 29	V.11	DMa DMb	CT.107
DTE ligado	20	V.28	DTR	H	V.28	DTR	12 30	V.11	IRa IRb	CT.108
Portadora Presente	8	V.28	DCD	F	V.28	DCD	13 31	V.11	RRa RRb	CT.109
Clock Externo	24	V.28	XTC	U W	V.35		17 35	V.11	TTa TTb	CT.113
Clock Transmissão	15	V.28	TXC	Ya ou AA	V.35	TCa TCb	5 23	V.11	STa STb	CT.114
Clock Recepção	17	V.28	RXC	V X	V.35	RCa RCb	8 26	V.11	RTa RTb	CT.115

Tabela 9.4 Equivalência Funcional dos sinais de interfaces V24, V35 e V36

Acesse o site www.blackbox.com.br e obtenha o desenho de várias interfaces de dados utilizadas no mercado.

10- PROTOCOLOS DE COMUNICAÇÃO

Um protocolo é definido como um conjunto de normas ou procedimentos necessários para iniciar e manter uma comunicação entre dois pontos em um sistema de comunicação. É também definido também como um conjunto de regras preestabelecidas, que disciplinam a comunicação de dados entre dois ou mais ETD' s com o intuito de garantir a troca de informações de modo ordenado e sem erros. No caso das redes de computadores, um protocolo é o conjunto de normas que permite que dois ou mais computadores se comuniquem.

O protocolo consta de uma *sintaxe*, uma *semântica* e um *tempo*. A *sintaxe* de um protocolo define os conjuntos de bits (séries de 1 e 0) divididos em campos. A *semântica* define o significado exato dos bits dentro dos campos. O *tempo* define a relação entre a faixa dos bits dentro dos campos e as pausas entre reconhecimentos dos mesmos.

O protocolo está relacionado com a disciplina de controle da linha, que pode ser assíncrona (START/STOP ou TTY), para baixas velocidades, ou síncrona (BSC, SDLC, ...), orientados a caractere ou a bit, para redes de comunicações a longa distância. Para o ambiente de redes locais vários outros protocolos são conhecidos, como: CSMA/CD e TOKEN PASSING.

Outra característica dos protocolos, que está diretamente relacionada com a disciplina, decorre da forma como o protocolo é orientado, ou seja, como é feito o tratamento das suas funções, que pode ser a bit ou a byte. Nos **protocolos orientados a byte**, existe um conjunto de caracteres convencionados para desempenhar determinadas funções, enquanto que nos **protocolos orientados a bit**, essas funções são desempenhadas por conjuntos de bits que têm significado para algumas camadas da arquitetura, considerando que estas foram desenvolvidas de acordo com um determinado modelo e organizadas em camadas que realizam uma função bem definida.

10.1 PROTOCOLOS ORIENTADOS A BYTE / CHARACTER

Os **protocolos orientados a byte** exigem uma sincronização ao nível de caractere, para que a estação receptora possa identificar quais os bits que formam um caractere. Esta sincronização deve ser estabelecida no início de cada transmissão e mantida até o seu final. Caso o tamanho do bloco seja muito extenso, a estação transmissora deve enviar caracteres de sincronismo no interior do bloco, assegurando que o sincronismo de caractere não seja perdido.

Exemplos típicos são os protocolos START-STOP e BSC.

10.1.1 PROTOCOLOS START / STOP

Comparando com os protocolos atuais são muito simples e um dos mais antigos, tendo sido exaustivamente utilizado em terminais de vídeo não bufferizados, terminais telex e

impressoras de baixa velocidade. Utilizam basicamente seis caracteres especiais para o controle de linha:

INÍCIO DE BLOCO; FIM DE BLOCO; PROCEDIMENTO DE SELEÇÃO; RESPOSTA POSITIVA, RESPOSTA NEGATIVA, ERRO NA LINHA; FIM DE TRANSMISSÃO e RESET.

10.1.2 PROTOCOLOS BSC

Tendo sido desenvolvido originalmente pela IBM visando permitir a transmissão síncrona entre computador e periféricos localizados em pontos remotos, o protocolo BSC foi concebido para ser utilizado em ligações ponto-a-ponto ou multiponto, dedicadas ou comutadas, podendo operar com os códigos EBCDIC ou ASCII, no modo HALF-DUPLEX. A estrutura básica :

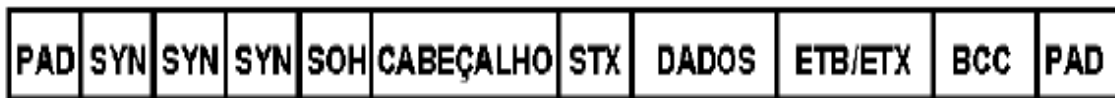


Fig. 10.1 protocolo BSC

Onde : PAD – Caracter PAD, utilizado antes da seqüência de sincronismo para garantir que a estação transmissora não inicie a transmissão antes que a estação receptora esteja em condições de receber, assegurando o estabelecimento do sincronismo. Este caractere é também utilizado para garantir que os últimos bits de um bloco (os caracteres BCC) sejam realmente transmitidos antes da virada do modem, em ligações HALF-DUPLEX. Costuma-se utilizar os caracteres HEX “FF” (seqüência de 1), “AA” ou “55” (seqüência de 0 e 1 alternados).

SYN – caracter de sincronismo.

SOH – “Start of Header” – início de cabeçalho

STX – “Start of Text”

ETB – “End of Transmission Block”

ETX – “End of Text”

EOT – “End Of Transmission”

ACK0 / ACK1 – “Affirmative Acknowledgment” – Reconhecimento Positivo

NACK – “Negative Affirmative Acknowledgment” – Reconhecimento Negativo

WACK – “Wait Before Transmit Affirmative Acknowledgment” – Reconhecimento Positivo, Espere antes de Transmitir

ENQ – “Enquiry” – caractere utilizado para requisitar uma resposta da estação receptora ou solicitar a retransmissão da resposta a uma mensagem enviada, porque a primeira resposta foi truncada ou não foi recebida quando esperada.

BCC – “Caractere de Check de Bloco” – verificação, baseado no método polinomial CRC-16.

Disponível em três versões: a primeira BSC-1, ponto-a-ponto; a segunda BSC-2, para ligação multiponto com terminais inteligentes; a última, BSC-3, para ligação multiponto com terminais não-inteligentes.

10.2 PROTOCOLOS ORIENTADOS A BIT

Os **protocolos orientados a bit** não utilizam caracteres específicos e os campos de informação, endereço e controle são tratados em nível de bit. São diferenciados dos orientados a byte (caractere) por serem HALF e FULL-DUPLEX, independentes dos códigos, permitem blocos de tamanho maior. São exemplos típicos SDLC, BDLC, HDLC e X.25.

10.2.1 PROTOCOLOS SDLC

Desenvolvido pela IBM em 1974 para atender a arquitetura SNA (“Systems Network Architecture”) em transmissões HALF ou FULL-DUPLEX, este protocolo pode operar em linhas comutadas ou permanentes, ponto-a-ponto ou multiponto, com uma estrutura de quadros (ou frames), no seguinte formato:

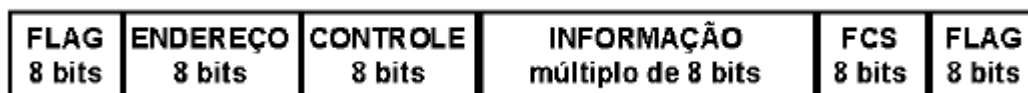


Fig. 10.2 protocolo SDLC

FLAG - byte padrão 01111110 delimita o início e o fim do quadro

ENDEREÇO - Endereço da estação secundária que está recebendo ou enviando o quadro para a estação principal.

CONTROLE - Identifica o tipo do quadro que está sendo enviado, se de informação, de supervisão ou não numerado.

INFORMAÇÃO - Informação propriamente dita

FCS - Frame Checking Sequence”- teste de redundância de 16 bits usado para detecção de erros, determinado usando o CRC-16, o polinômio $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$

Protocolo SDLC (HDLC NRM = Normal Response Mode ou Modo de Resposta Normal)

O SDLC foi inventado pela IBM para substituir o antigo protocolo Bisynchronous para conexões de longas distâncias entre equipamentos da IBM. Uma variação do protocolo HDLC da ISO chamado de HDLC NRM é essencialmente igual ao SDLC.

O SDLC não é um protocolo peer to peer como o HDLC, Frame Relay ou o X.25. Uma rede de SDLC é composta de uma estação primária que controla todas as comunicações, e uma ou mais estações secundárias. Quando múltiplas estações secundárias são

conectadas a uma única primária, este tipo de interligação é conhecida como um multiponto ou rede multidrop.

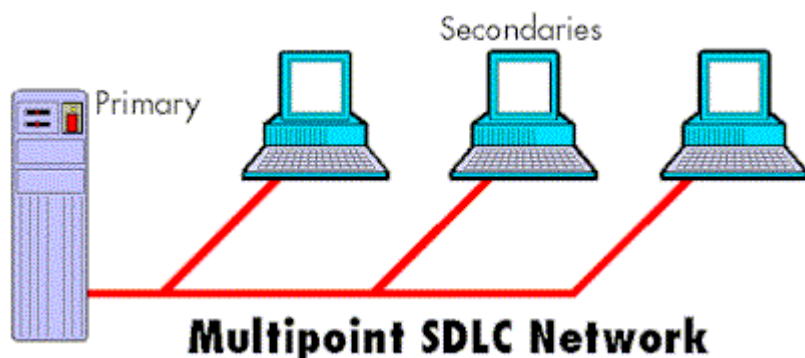


Fig. 10.3 Rede Multiponto SDLC

A estação primária normalmente é um mainframe ou computador central de médio porte, e as secundárias são quaisquer terminais, ou controladoras que agem como concentradores para terminais locais (normalmente terminais burros ou emuladores de terminais). As diferentes derivações (drops) podem ser organizadas pelo provedor de linha de transmissão para estar em locais diferentes. Então, por exemplo, um mainframe em Los Angeles pode suportar uma linha de multidrop com controladoras conectadas a derivações em escritórios em Boston, Nova Iorque e Washington.

O SDLC usa o mesmo formato de frame como descrito em nossa seção “Comunicações Assíncronas e Síncronas”. O Campo de Endereço de cada frame HDLC é usado para distinguir conversações entre o primário e cada um dos secundários, com cada secundário tendo um endereço diferente. Cada secundário vê todas as transmissões do primário mas só responde a frames com seu próprio endereço.

Note que ao contrário do X.25 ou Frame Relay, esta rede está baseado em linhas arrendadas dedicadas com conexões físicas permanentes.

O SDLC é capaz de operação full duplex, mas quase todas aplicações práticas são estritamente semi duplex. Isto significa que ou o primário ou um dos secundários pode estar transmitindo em qualquer tempo, mas nunca ambos ao mesmo tempo.

O segredo de administrar uma linha multiponto é que só um secundário pode estar transmitindo num determinado momento. Se dois ou mais secundários transmitirem ao mesmo tempo, eles interferem, e os dados de ambas as estações são perdidos. Por causa disto, transmissões dos secundários são controladas pelo primário: um secundário só pode transmitir quando permitido pelo primário, e pode transmitir só um número limitado de frames antes de passar o controle de volta para o primário.

As estações secundárias têm modem ou DSUs que são capazes de comutar a portadora para ligado e desligado. A portadora é controlada pelo sinal de Pedido de Enviar (Request to Send - RTS) enviado do terminal para o modem. Quando ao secundário é permitido transmitir pelo primário, ele eleva o RTS. O modem comuta a portadora para ligado (ON). Pode haver uma demora curta de alguns milissegundos para a portadora

estabilizar, e então o modem eleva o sinal Pronto para Transmitir (Clear to send - CTS), no sentido modem para o terminal. O secundário então transmite. Quando a transmissão está completa, o secundário derruba o sinal RTS, e o modem derruba o sinal CTS e comuta a portadora para desligado (off) ao mesmo tempo. Agora o próximo secundário pode transmitir.

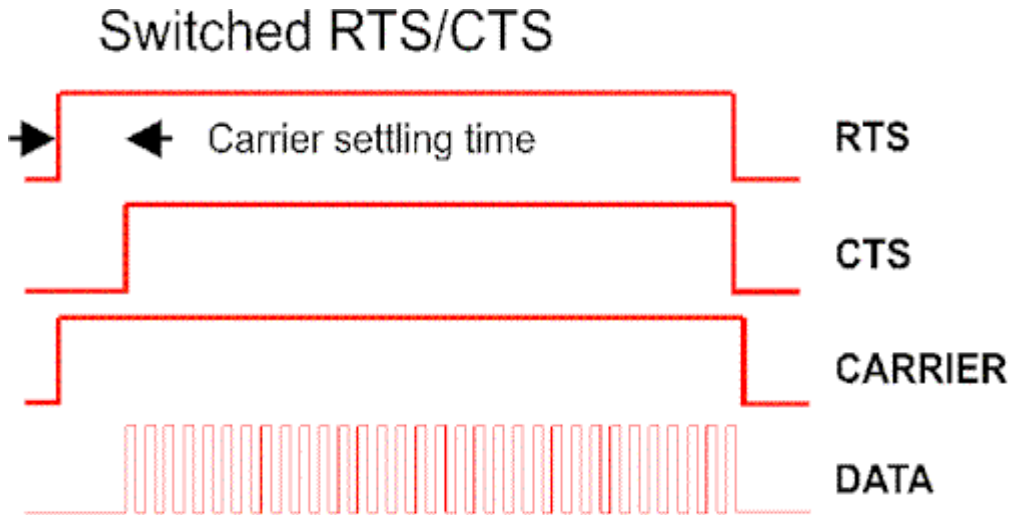
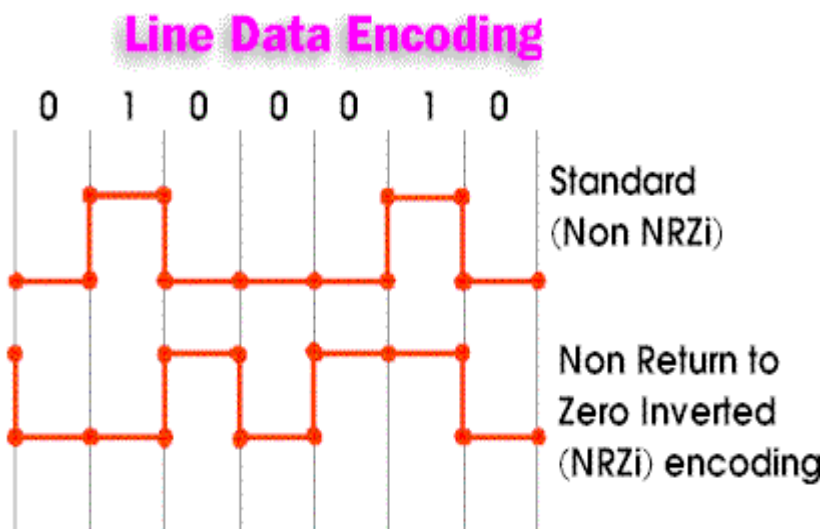


Fig. 10.4 Diagrama de Portadora Controlada

O SDLC suporta dois tipos de codificação de linha. A codificação non-NRZi (código de linha padrão) é onde um lógico 1 é representado por um nível de voltagem e um zero lógico por outro nível de voltagem. A codificação Non-Return to Zero Inverted (NRZi) é onde um lógico é representado pela voltagem que permanece igual durante um prévio tempo de bit, e um zero lógico é representado por uma mudança de voltagem. A



diferença entre as codificações non-NRZi e NRZi é mostrada abaixo.

Fig. 10.5 Codificação do frame de dados

A vantagem da codificação NRZi é que existem garantias para se ter suficientes transições para sincronizar o relógio (clock) entre o transmissor e o receptor em quaisquer circunstâncias. Isto funciona como segue:

Em HDLC a técnica de frames " bit stuffing" é usada para introduzir zeros extras (0) em qualquer sucessão de mais de 5 bits uns (1). Isto é feito de forma que sucessões de bits 0111110 nunca pode acidentalmente aparecer no fluxo de dados. A codificação NRZi assegura uma transição para todo zero transmitido. O resultado é que em um stream de dados SDLC NRZi com bits uns (1) é garantido uma transição a cada intervalo de tempo de 5 bits no mínimo, e é em cada transição que o relógio reajusta sua sincronização. Assim a codificação dados NRZi não necessita, em princípio, linhas de relógio separadas, pois o sincronismo do clock pode ser recuperado confiavelmente do fluxo de dados.

O SDLC, como o HDLC ABM, provê integridade de enlace. Todos os frames terminam com bytes de CRC (*Cyclic Redundancy Check*) que são usados para descobrir qualquer erro de dados. Frames recebidos corretamente são reconhecidos pelo receptor enquanto são ignorados frames com erros. Uma janela (window sizing) de até 7 frames podem ser enviados de ambos os lados antes do reconhecimento ser requerido. O reconhecimento de frames recebidos é codificado no **campo de controle** do frame de dados, de forma que se os dados estiverem fluindo em ambas as direções, nenhum frame adicional é necessário para o reconhecimento de frame. Como o HDLC LAPB, o SDLC não só provê comunicação livre de erro através da descoberta de erro e recuperação, mas também provê o controle de fluxo automático.

A recuperação de erro em SDLC trabalha de tal maneira que um erro de linha pode causar muitas retransmissões de frames. Assim uma linha ruidosa manifesta a si mesma com baixo throughput e tempos de resposta longos.

SDLC é bastante eficiente para um protocolo semi duplex. É uma parte integrante da Arquitetura de Rede de Sistema da IBM (System Network Architecture - SNA) e foi estratégico para o desenvolvimento de interconexões de redes de longa distâncias (redes WAN) desde 1976. Como o SDLC é semi duplex, pode freqüentemente rodar a velocidades de linha muitas mais altas numa determinada plataforma de hardware do que poderia se rodasse num protocolo full duplex como o HDLC LAPB.

10.2.2 PROTOCOLO HDLC

Desenvolvido pela ISO em 1979 visando a padronização de um protocolo orientado a bit para transmissão de dados síncrono HALF ou FULL-DUPLEX, possui uma estrutura semelhante ao SDLC, podendo operar em linhas comutadas ou permanentes, ponto-a-ponto ou multiponto.

Na realidade o HDLC é um sub-conjunto do protocolo SDLC.

HDLC LAPB e NRM Protocolos de Nível 2

O protocolo HDLC (High-level Data Link Control) da ISO usa o formato de frame descrito abaixo. Este padrão corresponde a Camada 2 (a Camada de Link ou Enlace de

Dados) da arquitetura ISO de 7 camadas. É responsável pelo movimento de dados livre de erros entre nós da rede.

Frame padrão HDLC

Flag inicial	Endereço	Controle	Dados	Flag final
---------------------	-----------------	-----------------	--------------	-------------------

Nome do campo Comprimento (em bits)

Flag inicial 8 bits

Endereço 8 bits

Controle 8 or 16 bits

Dados Variável (não usado em alguns frames)

FCS 16 or 32 bits

Flag final 8 bits

Fig. 10.6 Frame HDLC

O trabalho da camada HDLC é assegurar que os dados passados à próxima camada sejam recebidos exatamente como transmitidos (isto é livre de erros, sem perda e na ordem correta).

Outro trabalho importante é o controle de fluxo que assegura que os dados só são transmitidos tão rápido quanto o receptor pode recebê-los.

Há duas implementação distintas do HDLC: HDLC NRM (veja SDLC) e HDLC LAPB (Link Access Procedure Balanced). Normalmente ao se referir ao HDLC as pessoas querem falar do LAPB ou alguma variação.

LAPB é um protocolo síncrono orientado a bit que provê transparência de dados completa em uma operação de ponto a ponto full duplex. Ele suporta um link peer to peer no qual nenhum equipamento nas pontas desempenham o papel da estação mestre permanente. HDLC NRM (também conhecido como SDLC), por outro lado, tem uma estação primária permanente com uma ou mais estações secundárias.

HDLC LAPB é um protocolo muito eficiente. Um mínimo de overhead é exigido para assegurar o controle de fluxo, detecção de erro e recuperação do mesmo. Se os dados estão fluindo em ambas as direções (full duplex), os próprios frames de dados levam todas as informações exigidas para assegurar a integridade de dados.

O conceito de uma janela de frame é usado para se poder enviar frames múltiplos antes da confirmação da parte receptora que o primeiro frame foi recebido corretamente. Isto significa que dados podem continuar fluindo em situações onde podem haver longo atraso de tempo de "turnaround", sem paradas para esperar por um reconhecimento. Este tipo de situação acontece, por exemplo em, comunicação por satélite. Os tamanhos de janela variam, mas é tipicamente de 7 frames para a maioria das linhas terrestres e de até 128 frames para ligações por satélite.

Existem três categorias de frames:

- **Frames de Informação** que transporta os dados pelo enlace e pode encapsular as camadas mais altas da arquitetura OSI.
- **Frames de Supervisão** que executam o controle de fluxo e funções de recuperação de erro.
- **Frames Unnumbered** provêm a inicialização da ligação e o término da mesma.

O tamanho máximo do frame depende do número de bytes de CRC no final do frame. Pode ser mostrado que para tamanhos de frame de até 4096 bytes, 2 bytes de CRC dão uma probabilidade muito alta de que nenhum frame com erro será passado como bom. Para tamanhos de frame maiores, de até 16kbytes, um CRC de quatro bytes é usado.

O HDLC LAPB atua na Camada de Enlace (Nível 2 do modelo OSI) e é normalmente usado pelo X.25, o padrão da ITU (anteriormente chamado de CCITT) para Redes de Comutação de Pacotes.

10.2.3 PROTOCOLO X.25

O protocolo X.25 foi definido pelo CCITT como interface padrão entre DCEs para redes de dados comutadas chaveadas ("switched") por pacotes, conhecida como Recomendação da Série X.

Este fato ocorreu tendo por objetivo possibilitar aos fabricantes de computadores e equipamentos de transmissão de dados o desenvolvimento de hardware e software para ligação de um computador a qualquer rede pública do mundo, além de facilitar o trabalho de interconexão de redes.

O protocolo X.25 pertence à categoria dos protocolos orientados a bit, operando de acordo com as três primeiras camadas do modelo OSI/ISO, definindo uma disciplina de comunicação entre terminais e rede pública ou privada, regularizando o estabelecimento de chamada, transmissão de dados, desconexão e controle do fluxo de dados.

Normalmente, as redes de comutação por pacotes caracterizam-se por um compartilhamento eficiente dos recursos da rede entre diversos usuários e pela aplicação de tarifas baseadas no volume efetivo de dados transmitidos.

O nível de enlace usa procedimentos de controle de link de dados que é compatível com o High Level Data Link (HDLC) padronizado pelo ISO, e com o Advanced Data Communications Control Procedures (ADCCP) padronizado pelo U.S.American National Standards Institute (ANSI).

Existem diversos protocolos os quais podem ser utilizados no nível de enlace:

- **Link Access Protocol, Balanced (LAPB)** é derivado do HDLC e é o mais frequentemente utilizado. Ele habilita a formação de uma conexão de link lógico juntamente com todas as outras características do HDLC.
- **Link Access Protocol (LAP)** é uma versão anterior do LAPB e é raramente usado atualmente.
- **Link Access Procedure, D Channel (LAPD)** é derivado do LAPB e é usado pelo Integrated Services Digital Networks (ISDN) i.e. ele habilita transmissão de dados entre os DTEs através do canal D, especialmente entre um DTE e um nó ISDN.
- **Logical Link Control (LLC)** é um protocolo IEEE 802 Local Area Network (LAN) o qual habilita pacotes X.25 serem transmitidos através de um canal LAN.

Nós vamos discutir o LAPB em mais detalhes desde que ele é o mais utilizado, como mencionado anteriormente.

LAPB-Link Access Protocol, Balanced.

O protocolo LAPB usa a seguinte estrutura de frame:

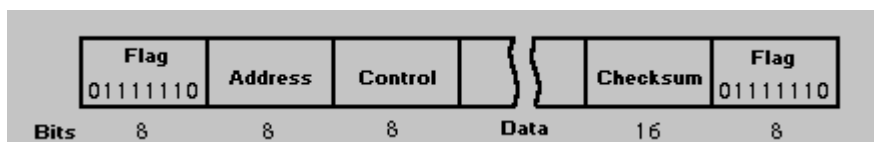


Fig. 10.7 Formato do Frame LAPB

- O campo **Flag** indica o início e o final do frame.
- O campo **Address** contém o endereço do DTE/DCE, e é o mais importante em linhas multidrop, o qual é usado para identificar um dos terminais.
- O campo **Control** contém os números dos frames de comandos e respostas para o controle do fluxo de dados entre o DTE e o DCE.

O campo **Checksum** indica se os erros ocorrem ou não na transmissão. Ele é uma variação do Cyclic Redundancy Code (CRC).

Outros protocolos de comunicação:

PPP

Frame Relay
ATM

11 – Introdução à Rede Local de Computadores

11.1 - Introdução

Na década de 1950 foram projetados os primeiros computadores, chamados de main-frame, eram máquinas caríssimas que custavam alguns milhões de dólares. Além disto, eram máquinas muito complexas que só eram manipuladas por pessoas especializadas.

Nesta época somente algumas empresas e universidades possuíam main-frames, sendo que estes computadores não foram projetados para respostas on-line dos usuários.

Os usuários faziam seus programas em papel, digitava-os em uma perfuradora de cartões e os entregava ao Centro de Processamento de Dados (CPD). No CPD os programas eram lidos através de uma leitora de cartões e transferidos para o computador criando os jobs dos usuários, sendo que sua leitura e processamento obedecia a uma determinada ordem de prioridade. O tempo de entrega do resultado podia durar dias dependendo da prioridade do job usuário. Esta técnica de processamento de jobs era chamada de processamento em lote ou *batch*. Este é o caso típico do IBM 1130, onde os usuários não conheciam nem mesmo as máquinas responsáveis pelo processamento.

Na década de 1960, os primeiros terminais interativos foram desenvolvidos, permitindo que os usuários interagissem diretamente com computador. Estes terminais eram ligados ao computador através de linhas de comunicação. Outro fato importante nesta época é o desenvolvimento das técnicas de processamento que permitiu que vários jobs de usuários ocupassem simultaneamente o computador através dos sistemas de tempo compartilhado ou *time-sharing*. Estes terminais não possuíam capacidade de processamento, sendo também conhecidos como terminais “burros” (TTY).

Os terminais eram conectados ao main-frame através de cabos, quando instalados localmente, ou remotamente através de modems conectados a rede telefônica. Devido à lentidão no envio de informações através da rede telefônica e também ao tamanho físico e ao alto custo dos main-frames, foram desenvolvidos os minicomputadores.

Com custo menor que os main-frames, os minicomputadores começaram a ser utilizados em vários departamentos de uma mesma empresa, descentralizando então a informação em várias máquinas. Desta forma, com um volume menor de informações para processar, os usuários podiam utilizar o computador com velocidades maiores que as obtidas com o tempo de processamento compartilhado. Para interligar-se a este sistema o usuário necessitava somente providenciar um terminal e os cabos necessários para conectá-lo.

A informação estava então distribuída nos diversos minicomputadores em vários departamentos desta empresa, o alto custo de armazenamento em disco e a necessidade de troca de informações, tornou necessário a interligação destes diversos minicomputadores. Então, as empresas começaram a interligá-los através de cabos e a produzir softwares para a comunicação entre os computadores e para que eles pudessem utilizar o **compartilhamento de recursos**, não só da área de armazenamento, mas também de periféricos, tais como impressoras.

No final da década de 1970, surgiram os primeiros microcomputadores que eram bem menores do que os minicomputadores e que possuíam custo bem inferior. Com a sua popularização vários softwares mais sofisticados começaram a ser desenvolvidos, e as empresas começaram a investir nos microcomputadores, já que o custo de manutenção dos main-frames e minicomputadores era muito alto.

Logo surgiu (1980 em diante) a necessidade de interligar os microcomputadores, minicomputadores e main-frames para que compartilhassem recursos, banco de dados e aplicativos, como também a necessidade de gerenciamento destes recursos.

A este conjunto de computadores autônomos interconectados denomina-se Redes de computadores.

11.2 – Redes de computadores

O main-frames com seus terminais e impressoras não constituem uma rede de computadores, pois os terminais não realizam processamento.

Uma rede de computadores é um conjunto de computadores autônomos interconectados. Os computadores são ditos autônomos quando não existe uma relação mestre/escravo entre eles, se um computador puder iniciar, encerrar ou controlar outro computador não existirá autonomia.

É necessário também distinguir um sistema distribuído de uma rede de computadores:

- No sistema distribuído existem vários computadores autônomos interligados, mas o usuário não indica qual deles deve usar, o **software** de rede instalado é quem automaticamente aloca o processamento das tarefas para os processadores, dos arquivos para o disco e a transferência de arquivos para outros locais
- Na rede de computadores os usuários devem logar-se explicitamente com uma determinada máquina, submeter explicitamente as suas tarefas remotas e movimentar explicitamente os seus arquivos.(exemplo: comp, nt_server1).

Quem determina a diferença entre sistemas distribuídos e redes de computadores é o software e não o hardware.

a) As redes de computadores, quanto a aplicação, são organizadas em alguns modelos:

- **Cliente-servidor** - em uma rede de computadores, podemos ter um computador servindo como repositório de arquivos, servidor de impressão, servidor de periféricos, sem oferecer mais nenhum outro serviço. Podemos ter também computadores que gerenciem a rede e ofereçam alguns serviços, este tipo de interligação entre os computadores em rede é conhecido como Rede Cliente Servidor, onde uma determinada máquina é servidora de determinado serviço e as outras são clientes deste serviço. O cliente solicita

ao servidor que determinada tarefa seja executada, o servidor executa a tarefa e devolve a resposta ao cliente.

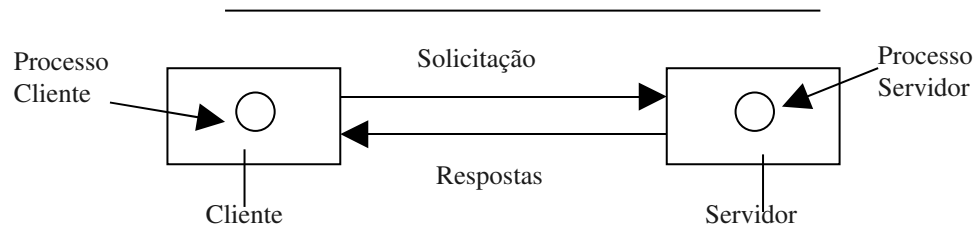


Fig.11.1 Sistema distribuído

- **Ponto a ponto (peer-to-peer)**- em uma rede “peer-to-peer”, cada PC de um indivíduo age como um servidor para outros PCs - seus pares (“peers”) - sendo também um cliente para todos os pares que funcionam como servidores. Por exemplo, um computador pode ser servidor de impressão para a rede, mas também é cliente de outros computadores, par a par.

b) Quanto a sua utilização ou emprego, as redes de computadores podem ser:

- **Corporativas** – quando uma empresa ou instituição possui diversas filiais espalhadas em diversas localidades e cada localidade por sua vez possui redes de computadores, existe a necessidade do compartilhamento de informações entre as localidades. A interligação destas redes pode ser feita através de cabos telefônicos, enlaces de rádio, fibras ópticas, satélite, etc. Um exemplo de rede corporativa, a antiga concessionária TELEPAR, possuía uma rede corporativa para troca de informações entre a cidade de Curitiba e as demais regiões do estado, um relatório era gerado por um setor em Curitiba e corrigido por outros setores das diversas localidades.
- **Redes de pessoas** – a partir da popularização dos microcomputadores, várias aplicações puderam ser levadas ao uso doméstico e as redes começaram a oferecer serviços para pessoas físicas. Atualmente estas aplicações, podem ser o acesso a informações remotas(Web, jornais eletrônicos), comunicação pessoa a pessoa (e-mail, ICQ, chat) e diversão interativa (vídeo, etc.)

c) Quanto à tecnologia de transmissão as redes podem ser:

- **Redes de difusão** – apenas um canal de comunicação é compartilhado por todas as máquinas. As mensagens que trafegam são chamadas de **pacotes**, quando uma máquina origina um pacote ele possuirá um campo com o endereço de origem e de destino. O pacote é enviado para todas as máquinas

da rede, que ao receberem o pacote, analisam o seu endereço de destino. Se o endereço coincidir com o da máquina ela irá processar o pacote. Caso contrário a máquina simplesmente o ignora. Existe a possibilidade de uma máquina originar um pacote a todos os destinos através de um código especial no campo de endereço, este método é conhecido como **difusão** ou **broadcasting** (exemplos de rede de difusão: rádio e TV). Outro método é o de **multidifusão**, ou **multicasting**, que consiste na transmissão de pacotes a todas as máquinas de um determinado subconjunto de máquinas, sendo que cada máquina precisa inscrever-se neste subconjunto (exemplo canal de TV a cabo pay-per-view).

- **Redes ponto a ponto** – consiste em conexões entre dois pares individuais de máquinas. O pacote ao trafegar na rede, de uma origem até um destino, talvez necessite passar por máquinas intermediárias ou rotas alternativas.

d) Quanto ao tamanho da rede ou escala as redes podem ser:

- **LAN – Local Area Network**, são redes privadas que contém apenas alguns km de extensão; pode ser a rede de um laboratório, de um prédio ou de um Campus universitário. As redes locais possuem três características principais:
 - **tecnologia de transmissão**, quase sempre as máquinas são interligadas através de um só cabo;
 - **tamanho**, devido às suas características de transmissão possuem limitação de tamanho sendo que o pior tempo de transmissão é conhecido;
 - **topologia**, podendo ser barramento, anel ou ponto a ponto.
- **MAN – Metropolitan Area Network** – são na verdade a interligação de várias LANs podendo abranger vários prédios de um empresa ou até mesmo uma cidade inteira, podem ser pública ou privada. Uma MAN deve possuir no máximo dois cabos e não contém elementos de comutação para várias linhas de saída (caso da rede telefônica que possui elementos de comutação).
- **WAN – Wide-Area Network** – ou rede geograficamente distribuída, abrange uma grande área geográfica, um país ou um continente. Este tipo de rede possui elementos de comutação e um conjunto de linhas de comunicação que formam a sub-rede de comunicação que irão interligar as Lans ou Mans.

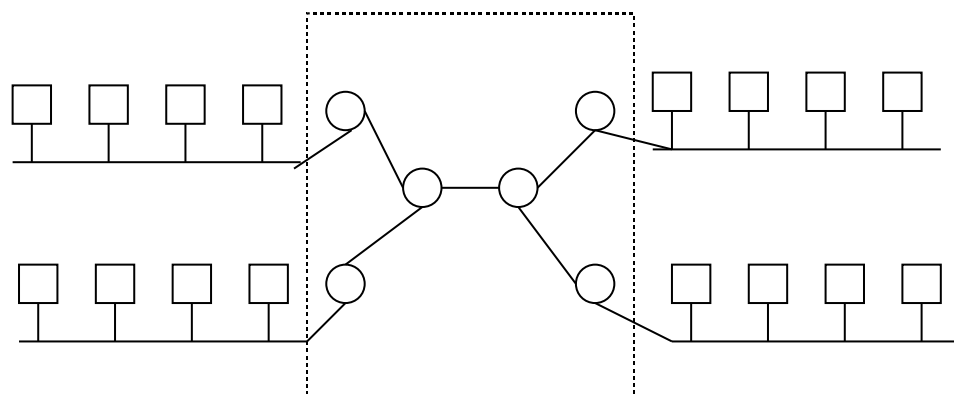


Fig. 11.2 Redes de Longa Distância (redes WAN)

12.3 – Modos de Operação

A transmissão entre dois equipamentos de comunicação de dados pode ser feita nos seguintes modos: Simplex, Half-duplex e Full-duplex.

- a) **Simplex** – a transmissão da informação se dá sempre no mesmo sentido, a comunicação é unidirecional. Exemplos: um terminal de coleta de dados que sempre
- b) informações ao CPD, um determinado sensor, rádio e TV.

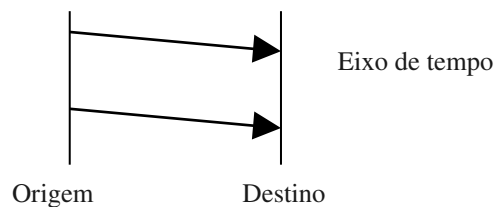


Fig. 11.3 Modo de operação Simplex

- c) **Half-duplex** (semi-duplex) – a transmissão da informação se dá nos dois sentidos, porém não simultaneamente. Exemplos: rádio amador, telex, e protocolos que necessitam de confirmação e respostas às informações transmitidas.

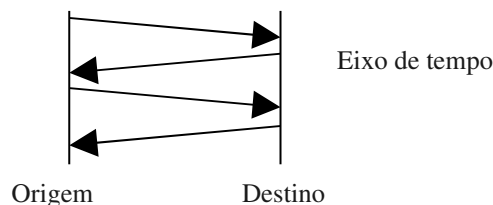


Fig. 11.4 Modo de operação Half-Duplex ou Semi-Duplex

- c) **Full-duplex** – a transmissão da informação se dá em ambos os sentidos simultaneamente. Exemplo: Telefone

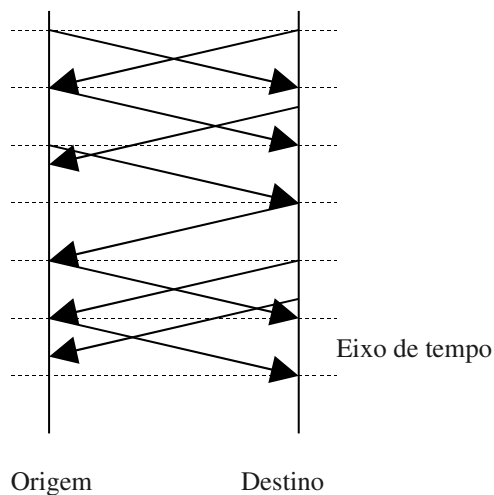


Fig. 11.5 Modo de operação Full-Duplex

12.4 Introdução às redes locais de computadores

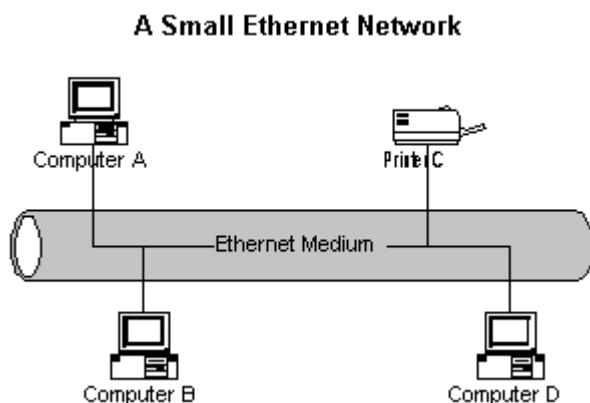


Fig. 16. 6 Uma pequena rede Ethernet

A LAN é um modo muito popular para estruturar redes. A LAN conecta dispositivos geograficamente pertos uns dos outros. Uma rede LAN é muito segura e veloz. Há vários modos em que uma rede de LAN pode ser configurada. A Ethernet é um deles. A rede padrão Ethernet se tornou o modo mais popular para se estruturar Redes. Os Computadores em uma rede Ethernet conectam-se a uma mídia comum que é um caminho que permite a informação fluir entre eles. A mídia mais comum era o cabo coaxial, depois passou a ser o cabo de par trançado mas agora ambas estão sendo substituídas por cabos de fibra ótica. Uma única mídia compartilhada é chamado de um segmento. Computadores são conectados a estações, chamados de nós, os quais se

conectam à mídia. Os nós se comunicam entre si usando frames que são longa sequência de informações. Os frames são como sentenças na fala humana. Quando um computador envia uma informação a outro computador, a informação viaja através da mídia, passando por todo computador conectado à mesma mídia. Cada computador examina a informação e vê se é para si mesmo. Se não, eles passam-na ao próximo computador. O chamado CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection) é uma regra ou protocolo que gerencia o funcionamento da rede padrão Ethernet. Quando um computador está enviando informação a outro computador, é ouvido por todos os outros computadores (na realidade pelos nós). Com o protocolo CSMA/CD presente todo computador tem que esperar até que a mídia esteja livre de qualquer sinal ou informações para enviar seu próprio sinal ou informação. Mas o que ocorre se a mídia estivesse livre e dois nodos notaram isto, e ao mesmo tempo enviaram o sinal individual deles? Quando isso acontecer, uma colisão ocorre. Em uma colisão, os dois computadores (nós) esperam por uma quantidade aleatória de tempo e então retransmitem o sinal deles. Estes são óbvios limites da Ethernet. Primeiro, a mídia só pode ir até uma certa distância. Adicionalmente, dois sinais não podem ser transmitidos ao mesmo tempo. Isto poderia criar uma real demora (delay) para um usuário. Também, se uma Ethernet tiver muitos usuários conectado a rede, a demora será até maior em capacidade e a colisão será mais freqüente. Naturalmente, algo foi criado para acomodar o problema. Um dispositivo chamado de repetidor conecta segmentos múltiplos. Outro dispositivo semelhante ao repetidor é chamado de ponte. Uma ponte conecta dois segmentos, como o repetidor. Mas diferentemente de um repetidor, uma ponte administra e regula o tráfego entre os segmentos.

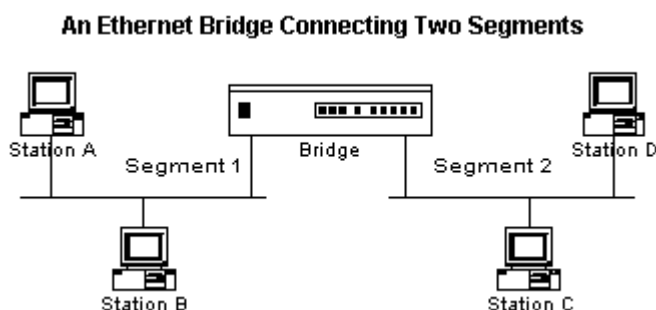
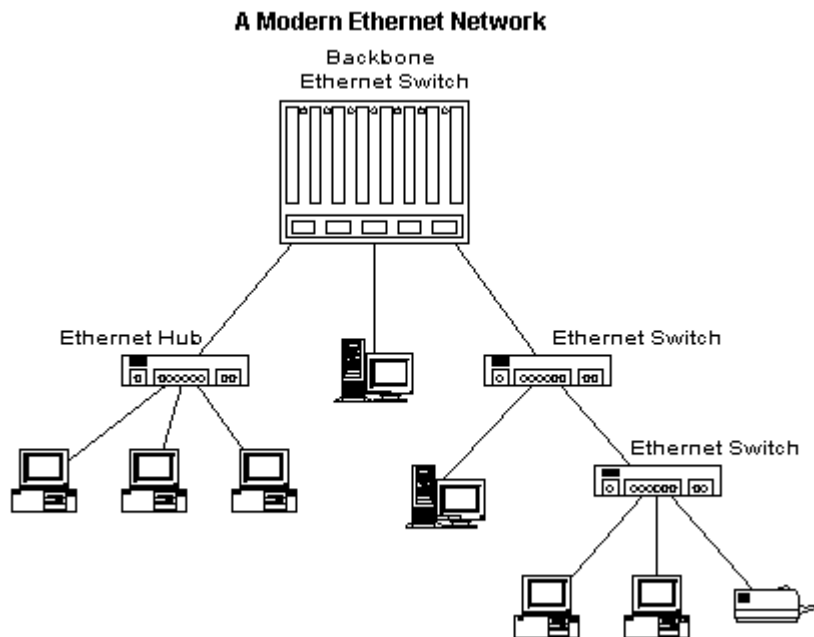


Fig. 11.7 Uma Bridge Ethernet conectando dois equipamentos

A rede Ethernet moderna usa switches (comutadores). Cada nó tem seu próprio segmento. Cada segmento conecta-se a um Switch Ethernet. O Switch Ethernet conecta-se a uma mídia que por sua vez se conecta ao backbone (ou infraestrutura principal de uma rede) de Switch Ethernet. Os Switchs Ethernet podem regular tráfego como as Pontes. O Switch de backbone Ethernet age como um pai administrando todos os demais Switchs Ethernet (filhos). Por causa desta reestruturação, uma Rede Ethernet pode operar a um nível Full-Duplex. Full-Duplex é a habilidade para receber e enviar



ao mesmo tempo.

Fig. 11.8 Uma rede Ethernet moderna

12.4.1 Componentes de uma rede Local (Local Area network – LAN).

Os principais componentes de uma Rede Local (LAN) são os servidores, as workstations e os recursos de comunicação. O servidor é um computador com elevada capacidade de processamento cuja função é disponibilizar serviços à rede. Em geral esta máquina processa grandes volumes de dados, requerendo CPU's rápidas e dispositivos de armazenamento de alta capacidade e rápido acesso. Os serviços que ele oferece à rede são : Servidor de Aplicação, Servidor de Arquivos, Servidor de Impressão, Servidor de Rede e Servidor de Bancos de Dados Relacionais. As workstations são as estações de trabalho. A partir delas os usuários acessam os serviços do Server e executam tarefas locais. Por fim, os recursos de comunicação são a infra-estrutura de hardware e software requeridas para a comunicação entre os diversos componentes da LAN. Os recursos mais comuns são Hubs, placas de redes Ethernet, repetidores, bridges, switches, roteadores e o cabeamento.

12.5 Interconexão de Redes

12.5.1 Básico de Interconexão de Redes

Como as companhias confiam em aplicações como correio eletrônico e administração de banco de dados para o núcleo das operações empresariais, a interconexão de redes de computadores tornou-se cada vez mais importante. Este tutorial ajuda a explicar a Ethernet e a Fast Ethernet que são duas das tecnologias mais populares usadas em interconexão de redes.

LANs (Redes de Área Locais)

Uma rede é qualquer coleção de computadores independentes que se comunicam um com o outro sobre uma mídia de rede compartilhada. As LANs normalmente são redes limitadas a uma pequena área geográfica, como um único edifício ou um campus de faculdade. As LANs podem ser de pequeno porte, unindo próximo a três computadores, mas freqüentemente centenas de ligação de computadores são usadas nas LANs, por milhares das pessoas. O desenvolvimento de protocolos padrão de interconexão de redes e de mídia resultou na proliferação mundial das LANs nas organizações tanto empresariais como educacionais.

WANs (Interconexão de Redes de Longa Distâncias)

Freqüentemente uma rede fica situada em múltiplos lugares físicos. Interconexões de redes de grandes distâncias (Wide Area Networking - WAN) combinam LANs múltiplas que estão geograficamente separadas. Isto é realizado conectando as diferentes LANs que usam serviços tais como linhas telefônicas arrendadas dedicadas, linhas telefônicas discadas (síncronas e assíncronas), enlaces satélite, e serviços de rede de pacotes das operadoras. A interconexão de WAN's podem ser tão simples quanto um modem e um servidor de acesso remoto para empregados discarem para ele, ou pode ser globalmente tão complexa quanto centenas de escritórios de filiais unidos usando protocolos de roteamento especiais e filtros para minimizar a despesa de enviar dados a longas distâncias.

Internet

A Internet é um sistema de redes interligadas que tem extensão em escala mundial e facilitam os serviços de comunicação de dados tais como login remoto, transferência de arquivo, correio eletrônico, World Wide Web e newsgroups.

Com a elevação meteórica da demanda por conectividade, a Internet se tornou uma rodovia expressa de comunicações para milhões de usuários. A Internet foi restringida inicialmente para o uso do exército e instituições acadêmicas, mas agora é um canal desenvolvido para qualquer e todas as formas de informação e comércio. Sites Web da Internet agora provêm recursos pessoais, educacionais, políticos e econômicos em todo canto do planeta.

Intranet

Com os avanços feitos em software baseado em browser para a Internet, muitas organizações privadas estão implementando intranets. Uma intranet é uma rede privada que utiliza ferramentas do tipo Internet, mas disponível só dentro daquela organização. Para grandes organizações, uma intranet provê um modo de fácil acesso à informação corporativa para os empregados.

Ethernet

A Ethernet é a tecnologia mais popular da camada física de LAN em uso hoje. Outros tipos de LAN incluem Token Ring (Anel, Fast Ethernet, FDDI (Fiber Distributed Data Interface), ATM (Asynchronous Transfer Mode) e LocalTalk.

A Ethernet é popular porque alcançou um equilíbrio bom entre velocidade, custo e facilidade de instalação. Estes benefícios, combinados com aceitação larga no mercado de computador e a habilidade para suportar virtualmente todos protocolos de rede populares, fazem a Ethernet uma tecnologia de interconexão de redes ideal para a maioria dos usuários de computador atuais. O Instituto para Engenheiros Elétricos e Eletrônicos nos EUA (Institute for Electrical and Electronic Engineers - IEEE) define o padrão de Ethernet como IEEE Padrão 802.3. Este padrão define regras para configurar uma rede de Ethernet como também especifica como os elementos em uma rede Ethernet interagem um com o outro. Aderindo ao padrão IEEE, equipamentos de rede e protocolos de rede podem se comunicar eficazmente.

Fast Ethernet

Para redes Ethernet que precisam de velocidade de transmissão mais alta, o padrão Fast Ethernet (IEEE 802.3u) foi estabelecido. Este padrão eleva a velocidade máxima da Ethernet de 10 Megabits por segundo (Mbps) para 100 Mbps com mudanças mínimas na estrutura de cabo existente. Há três tipos de Fast Ethernet : 100BASE-TX para uso com cabo UTP de nível 5, 100BASE-FX para uso com cabo de fibra ótica, e 100BASE-T4 que utiliza dois fios extras para uso com cabo UTP de nível 3. O padrão 100BASE-TX se tornou o mais popular devido a sua compatibilidade próxima com o padrão Ethernet 10BASE-T. Para o administrador da rede, a incorporação da Fast Ethernet em uma configuração existente apresenta um número alto de decisões. Os Administradores têm que determinar o número de usuários em cada local na rede que precisa do processamento mais alto, decidir quais segmentos do backbone precisam especificamente ser reconfigurados para 100BASE-T e então escolher o hardware necessário para conectar os segmentos 100BASE-T com os segmentos 10BASE-T existentes. A Gigabit Ethernet é uma tecnologia futura que promete um caminho de migração além da Fast Ethernet, assim a próxima geração de redes suportará até mais altas velocidades de transferência de dados.

Token Ring (Anel)

Rede em Anel (Ring) é outra forma de configuração de rede a qual difere de Ethernet pois que todas as mensagens são transferidas a toda hora de uma maneira de unidirecional ao longo do anel. O Dado é transmitido em tokens (bastões/símbolos) os quais são passados ao longo do anel e visto por cada dispositivo na rede. Quando um dispositivo vê uma mensagem dirigida a ele, aquele dispositivo copia a mensagem e então marca a mensagem como lida. Como a mensagem percorre seu caminho ao longo do anel, volta eventualmente ao remetente que agora percebe que a mensagem foi recebida pelo dispositivo planejado. O remetente pode então remover a mensagem e pode liberar o token para uso pelos outros nós da rede.

Vários fornecedores de PC foram os proponentes das redes em Anel (Token Ring) em tempos diferentes e assim estes tipos de redes foram implementadas em muitas organizações.

Protocolos

Os protocolos de rede são padrões que permitem os computadores se comunicar. Um protocolo define como computadores identificam um ao outro em uma rede, a forma que os dados deveriam assumir em trânsito, e como esta informação é processada uma vez alcançada seu destino final. Protocolos também definem procedimentos para controlar transmissões perdidas ou transmissões ou “pacotes” corrompidos. TCP/IP (para UNIX, Windows NT, Windows 95 e outras plataformas), IPX (para Novell NetWare), DECnet (para interconexão em Equipamentos de rede Digital Corp. computadores), AppleTalk (para computadores Macintosh), e NetBIOS/NetBEUI (para redes LAN Manager e o Windows NT) são os tipos principais de protocolos de rede utilizados na atualidade.

Embora cada protocolo de rede seja diferente, todos eles compartilham o mesmo cabeamento físico. Este método comum de acessar a rede física permite protocolos múltiplos coexistirem pacificamente em cima das mídias de rede, e permitem ao construtor de uma rede usar hardware comum para uma variedade de protocolos. Este conceito é conhecido como "independência de protocolo" o que significa que dispositivos os quais são compatíveis na camada física e de dados permitem o usuário rodar muitos protocolos diferentes em cima da mesma mídia.

Mídia

Uma parte importante do projeto e instalação de uma rede Ethernet é a seleção da mídia apropriada. Há quatro tipos principais de mídia em uso atualmente:

Cabo coaxial grosso (Thickwire) para redes 10BASE5, cabo coaxial fino para redes 10BASE2, par trançado sem proteção (unshielded twisted pair - UTP) para redes 10BASE-T e fibra ótica para redes 10BASE-FL. Esta larga variedade de mídia reflete a evolução da Ethernet e também conta pontos para a flexibilidade da tecnologia. O cabo coaxial grosso foi um dos primeiros sistemas de cabeamento usado na Ethernet mas era caro e difícil de usar. Ele evoluiu para cabo coaxial fino (thinwire) o qual é mais fácil de se trabalhar e menos caro.

Os esquemas de instalação elétrica mais populares são 10BASE-T e 100BASE-TX que usam cabo de par trançado sem proteção (UTP). Ele é semelhante ao cabo telefônico e vem numa variedade de graus, com cada grau mais alto oferecendo um desempenho melhor. Estão sendo desenvolvidos cabos da categoria 6 e 7 na atualidade. O cabo de nível 5 é um dos graus mais altos, e um dos mais caros, oferecendo suporte para taxa de transmissão de até 100 Mbps. O cabo de nível 4 e nível 3 são menos caros, mas não podem suportar as mesmas velocidades de processamento de dados; o nível 4 pode suportar velocidades de até 20 Mbps; o nível 3 até 16 Mbps. O padrão 100BASE-T4 permite suporte de 100 Mbps Ethernet sobre cabo de nível 3, mas às custas de adicionar outro par de fios (4 pares em vez do 2 pares usados para 10BASE-T); para a maioria dos usuários, este é um esquema desajeitado e então o 100BASE-T4 se tornou pouco popular. Cabos nível 2 e nível 1 não são usados no projeto de redes 10BASE-T.

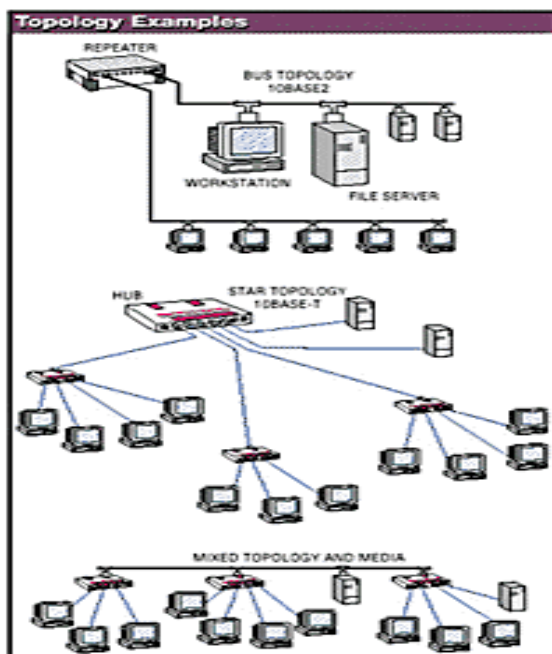
Para aplicações especializadas, segmentos Ethernet de fibra ótica, ou 10BASE-FL, são populares. O cabo de fibra ótica é mais caro, mas é inestimável para situações onde emissões eletrônicas e perigos ambientais são uma preocupação. O cabo de fibra ótica é freqüentemente usado em aplicações entre prédios para isolar o equipamento de interconexão de redes de danos elétricos causados por descargas atmosféricas. Porque ele não conduz eletricidade, o cabo de fibra ótica também pode ser útil em áreas onde grandes quantidades de interferência eletromagnética estão presentes, como em um chão

de fábrica. O padrão Ethernet permite segmentos de cabo de fibra ótica de até 2 quilômetros de comprimento, tornando a Ethernet por fibra ótica perfeita para conectar nós e edifícios que não são alcançáveis por mídia de cobre.

Topologias

Uma topologia de rede é o arranjo geométrico de nós e links de cabo em uma LAN, e é usada em duas configurações gerais: barramento (bus) e estrela. Estas duas topologias definem como os nós são conectados um ao outro. Um nó é um dispositivo ativo conectado à rede, como um computador ou uma impressora. Um nó também pode ser um equipamento de interconexão de redes como um hub (centralizador de conexões), switch (comutador de pacotes) ou um roteador (encaminhador de pacotes). Uma topologia de bus consiste em nós unidos em séries com cada nó conectado a um cabo longo ou bus. Muitos nós podem alcançar o bus e podem começar a comunicação com todos os outros nós naquele segmento de cabo. Uma interrupção em qualquer lugar no cabo normalmente fará que o segmento inteiro se torne inoperável até que a falha seja consertada. Exemplos de topologia de bus incluem 10BASE2 e 10BASE5.

A Ethernet 10BASE-T e Fast Ethernet usam uma topologia em estrela na qual o acesso é controlado por um computador central. Geralmente um computador fica situado numa ponta final do segmento, e o outro ponto final é terminado em uma localização central com um Hub. Como o UTP é frequentemente utilizado junto com o cabeamento de telefone, este local central pode ser um bastidor de telefone ou outra área onde é conveniente se conectar o segmento UTP a um backbone. A vantagem principal deste tipo de rede é a confiabilidade, pois se um destes segmentos 'ponto-a-ponto' tiver uma falha, afetará só os dois nós naquela ligação. Outros usuários de computador na rede continuam operando como se aquele segmento fosse inexistente.



11.9 Topologias de Redes Locais

Colisões

A Ethernet é uma mídia compartilhada, assim existem regras para se enviar pacotes de dados para evitar conflitos e proteger a integridade de dados. Os nós determinam quando a rede está disponível para enviar pacotes. É possível que dois nós em locais diferentes tentem enviar dados ao mesmo tempo. Quando ambos os PCs estiverem transferindo um pacote ao mesmo tempo na rede, uma colisão resultará.

A minimização de colisões é um elemento crucial no projeto e operação de redes. O incremento de colisões são freqüentemente o resultado de muitos usuários na rede que resulta em muita contenção para largura da banda de rede. Isto pode reduzir o desempenho da rede do ponto de vista do usuário. Segmentando a rede, onde uma rede é dividida em pedaços diferentes unidos logicamente com uma ponte (bridge) ou switch, é um modo de reduzir uma rede superpovoada.

Produtos Ethernet

Os padrões e tecnologias que foram discutidas há pouco ajudam os administradores de rede definirem os produtos específicos que usarão para montarem as redes Ethernet. O texto seguinte discute os produtos fundamentais necessários para a montagem de uma LAN Ethernet.

Transceptores

Os transceptores são usados para conectar os nós às várias mídias Ethernet. A maioria dos computadores e cartões de interface de rede contém um transceptor 10BASE-T ou 10BASE2 embutido, permitindo serem conectados diretamente a Ethernet sem requerer um transceptor externo. Muitos dispositivos Ethernet dispõem de um conector AUI para permitir ao usuário conectar-se a qualquer mídia via um transceptor externo. O conector AUI consiste em um conector de 15 pinos D-shell, fêmea do lado do computador, macho no lado do transceptor. Cabos Thickwire (10BASE5) também usam transceptores para permitir as conexões.

Para redes Fast Ethernet, uma interface nova chamada de MII (Media Independent Interface) foi desenvolvida para oferecer um modo flexível para suportar conexões a 100 Mbps. O MII é um modo popular para se conectar links 100BASE-FX a dispositivos de Fast Ethernet baseados no fio de cobre.

Cartões de Interface de rede

São usados cartões de interface de rede, geralmente chamados de NICs, para conectar um PC a uma rede. O NIC provê uma conexão física entre o cabo de gestão de redes e o bus interno do computador. Computadores diferentes têm arquiteturas de bus diferentes; Slots principais de bus PCI geralmente são encontradas em PCs 486/Pentium e slots de expansão ISA geralmente são achados em PCs 386 e mais antigos. As NICs são fabricadas em três variedades básicas: 8-bit, 16-bit, e 32-bit. Quanto maior o número de bits que podem ser transferidos ao NIC, mais rápido o NIC pode transferir dados ao cabo de rede.

Muitos adaptadores NIC obedecem especificações Plug and Play. Nestes sistemas, os NICs são configurados automaticamente sem intervenção de usuário, enquanto em sistemas de não Plug and Play, a configuração é manualmente executada por um programa de configuração e/ou por chaves DIP.

Os Cartões estão disponíveis para suportar quase todos padrões de interconexão de redes, inclusive o mais recente ambiente Fast Ethernet. Os NICs Fast Ethernet freqüentemente suportam 10/100 Mbps, e ajustam-se automaticamente à velocidade

apropriada. Interconexão de redes full duplex é outra opção onde uma conexão dedicada para um switch permite um NIC operar a duas vezes a velocidade.

Hubs/Repeaters

São usados Hubs/repeaters para conectar juntos ou dois mais segmentos Ethernet de qualquer tipo de mídia. Em projetos maiores, a qualidade do sinal começa a deteriorar quando os segmentos começam a exceder o seu comprimento máximo. Os Hubs provêm a amplificação do sinal exigido para permitir um segmento se estender a uma maior distância. Um Hub capta qualquer sinal entrante e repete-o para todas as portas (do mesmo).

Hubs Ethernet são necessários em topologias em como 10BASE-T. Um Hub multi-porta de par trançado permite unir vários segmentos ponto-a-ponto em uma rede. Um terminal do link ponto-a-ponto é ligado no Hub e o outro é ligado ao computador. Se o Hub é ligado ao backbone, então todos os computadores na ponta dos segmentos de par trançado podem se comunicar com todos os hosts (servidores/computadores) conectados a este backbone. O número e o tipo de Hubs em qualquer domínio de colisão estão limitados pelas regras da Ethernet. Estas regras de repetição são discutidas depois em mais detalhes.

Um fato muito importante para observar sobre Hubs é que eles só permitem aos usuários compartilharem a Ethernet. Uma rede de hubs/repeaters é denominada de uma "Ethernet compartilhada", significando que todos os membros da rede compartilhada estão disputando a transmissão de dados sobre uma única rede (domínio de colisão). Isto significa que os membros individuais de uma rede compartilhada adquirirão somente uma porcentagem da largura da banda de rede disponível. O número e tipo de Hubs em qualquer domínio de colisão para 10Mbps Ethernet está limitado pelas regras seguintes:

Tipo de Rede	Máximo de nós por Segmento	Máxima Distância por Segmento
10BASE-T	2	100m
10BASE2	30	185m
10BASE5	100	500m
10BASE-FL	2	2000m

Tabela 11.1 Distância e número máximo de nós em redes Ethernet

12.5.2 Adicionado velocidade

Embora os repetidores permitem as LANs se estenderem além de limitações de distância normais, eles ainda limitam o número de nós que podem ser suportados. Porém, as pontes (bridges) e switches (comutadores) permitem às LANs crescerem significativamente em virtude da habilidade destes equipamentos suportarem segmentos Ethernet full duplex em cada porta. Adicionalmente, pontes e switches seletivamente filtram o tráfego de rede permitindo tráfego apenas de pacotes necessários em cada segmento - isto aumenta processamento significativamente em cada segmento e na rede global. Provendo melhor desempenho e mais flexibilidade para topologias de rede, pontes e switches continuarão ganhando popularidade entre os administradores de rede.

Pontes (Bridge)

A função de uma ponte é conectar redes separadas. Pontes conectam tipos de redes diferentes (como o Ethernet e Fast Ethernet) ou redes do mesmo tipo.

Pontes mapeiam os endereços Ethernet dos nós que residem em cada segmento de rede e permitem somente o tráfego necessário para atravessar a ponte. Quando um pacote é recebido pela ponte, a ponte determina os segmentos de destino e de origem.

Se os segmentos são o mesmo, o pacote é roteado ("filtrado"); se os segmentos forem diferentes, então o pacote é retransmitido ao segmento correto.

Adicionalmente, pontes não retransmitem pacotes ruins ou desalinhados.

Pontes também são chamados dispositivos de armazenamento e retransmissão ("store and forward") porque eles olham para os pacotes Ethernet inteiros antes de tomar decisões de filtragem ou retransmissão.

A filtragem de pacotes e a regeneração de pacotes na retransmissão habilita a tecnologia de bridging para dividir uma rede em domínios de colisão separados. Isto permite maiores distâncias e mais repetidores serem usados no projeto completo da rede.

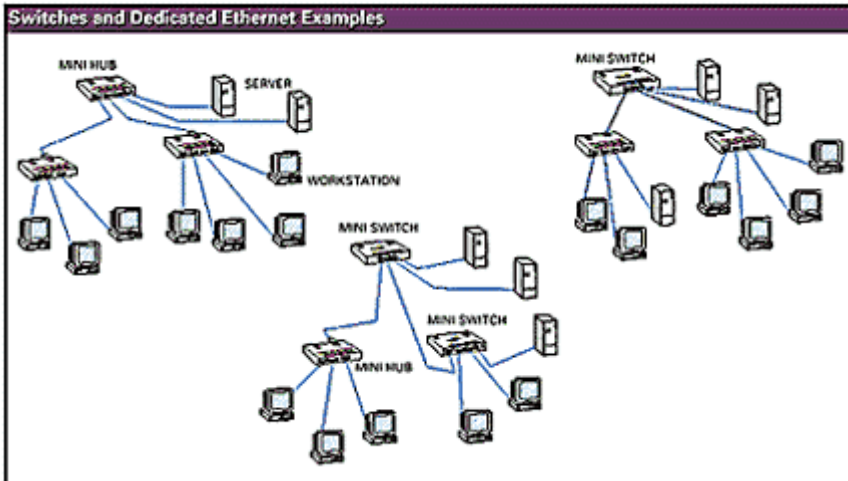
A maioria das pontes são auto-configuráveis; elas determinam o endereço do usuário Ethernet no segmento construindo uma tabela com os pacotes que passam pela rede. Porém, esta capacidade de auto-aprendizagem dramaticamente aumenta o potencial de loops na rede em redes que têm muitas pontes. Um loop apresenta informação conflitante sobre em qual segmento um endereço específico fica situado e força o dispositivo para retransmitir todo o tráfego. O Algoritmo Spanning Tree é um padrão de software (encontrado na especificação IEEE 802.1d) para descrever como switches e pontes podem se comunicar para evitar loops de rede.

Switch Ethernet

Switches (comutadores) Ethernet são uma expansão do conceito de bridging Ethernet. Os switches LAN podem unir quatro, seis, dez ou mais redes juntas, e tem duas arquiteturas básicas: cut-through e store-and-forward. No passado, switches cut-through eram mais rápidos porque eles só examinavam o endereço de destino dos pacotes antes de retransmití-los para seu segmento de destino. Por outro lado, um switch store-and-forward aceita e analisa o pacote inteiro antes de retransmití-lo para seu destino.

Leva mais tempo para examinar o pacote inteiro, mas permite ao switch detectar certos erros de pacote e os impedir de serem propagados pela rede. Hoje, a velocidade de switches store-and-forward tem se nivelado com switches cut-through e assim a diferença entre os dois é mínima. Também, há um número grande de switches híbridos disponíveis que mistura ambas arquiteturas cut-through e store-and-forward.

Ambos switches cut-through e store-and-forward separam uma rede em domínios de colisão, permitindo estender regras de projetos de rede. Cada um dos segmentos ligados a um switch Ethernet tem uma largura da banda de 10 Mbps full duplex compartilhados por menos usuários o que resulta em desempenho melhor (ao invés de hubs que só permitem uma largura da banda que compartilha uma única Ethernet). Switches mais novos hoje oferecem links de alta velocidade, qualquer um dos que seguem FDDI, Fast Ethernet ou ATM. Eles são usados para ou unir switches ou para dar maior largura da banda para servidores de alto tráfego. Uma rede composta de vários switches unidos por uplinks é chamado de rede "backbone congestionado".



11.20 Exemplo de interligação de Switches

Roteadores

Os roteadores filtram todo o tráfego da rede através de protocolo específico em lugar de através de endereço de pacote. Os roteadores também dividem redes logicamente em vez de fisicamente. Um roteador IP pode dividir uma rede em várias subnets de formas que só o tráfego destinado para endereços IP particulares podem passar entre segmentos. A velocidade da rede diminui freqüentemente devido a este tipo de retransmissão inteligente. Tais filtros levam mais tempo do que o exercido em um switch ou bridge (ponte), os quais somente olha ao endereço de Ethernet. Porém, em redes mais complexas, a eficiência global é melhorada usando roteadores.

Crítérios de Projeto de Rede

Ethernets e Fast Ethernets têm regras de projeto que devem ser seguidas para funcionar corretamente. O número de máximo de nós, o número máximo de repetidores e máximas distâncias de segmento estão definidas pelas propriedades de projetos elétricos e mecânicos de cada tipo de mídia Ethernet e de Fast Ethernet.

Por exemplo, uma rede que usa repetidores, funciona com o sincronismo cronometrado da Ethernet. Embora os sinais elétricos nas mídia Ethernet viajam perto da velocidade de luz, ainda leva um tempo finito para o sinal viajar de uma ponta para outra de uma rede Ethernet grande. O padrão Ethernet assume que levará 50 microsegundos aproximadamente para um sinal alcançar seu destino.

Ethernet está sujeito à regra "5-4-3" de colocação de repetidores: a rede pode ter só cinco segmentos conectados; pode usar só quatro repetidores; e dos cinco segmentos, só três podem ter os usuários conectados a eles; o outro dois devem ser links entre repetidores.

Se o projeto da rede viola estas regras de instalação de repetidores, então as diretrizes do sincronismo não serão obtidos e a estação transmissora vai reenviar o pacote. Isto pode conduzir a pacotes perdidos e excessiva retransmissão de pacotes que podem reduzir o desempenho de rede e podem criar dificuldade para aplicações. A Fast Ethernet modificou as regras de repetidores, desde que o tamanho de pacote mínimo leva menos tempo para ser transmitido do que a Ethernet regular. O comprimento dos links de rede permite um pequeno número de repetidores. Em redes Fast Ethernet, há duas classes de repetidores. A classe I de repetidores têm uma latência de 0.7 microsegundos ou menos

e são limitados a um repetidor por rede. A classe II de repetidores têm uma latência de 0.46 microsegundos ou menos e são limitados a dois repetidores por rede. A seguir temos as distâncias (diâmetro) características para as combinações destes tipos de repetidores Fast Ethernet:

Fast Ethernet	Cobre	Fibra
Sem Repetidores	100m	412m*
Um Repetidor Classe I	200m	272m
Um Repetidor Classe II	200m	272m
Dois Repetidores Classe II	205m	228m

Tabela 11.2 Número máximo de repetidores em redes Fast Ethernet

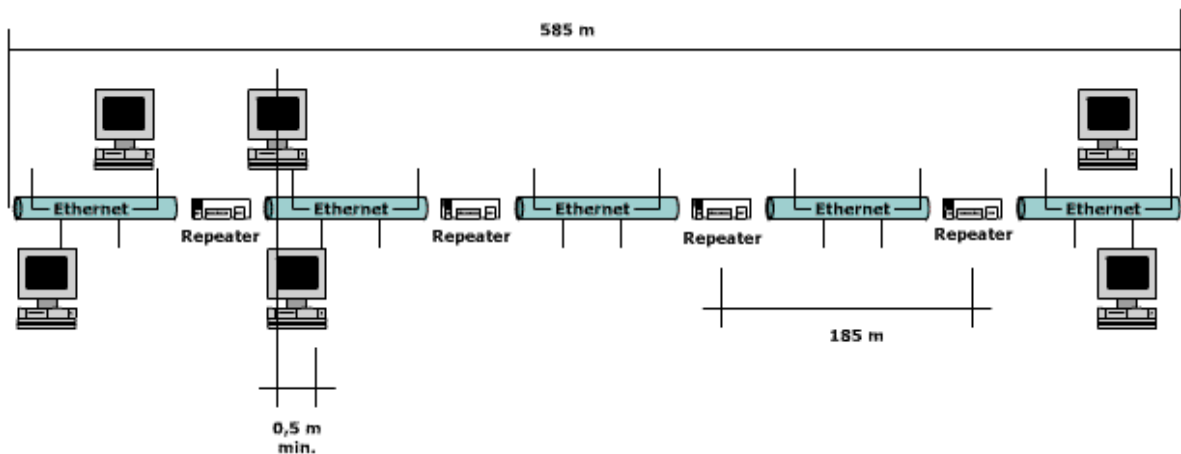
* Modo Full Duplex 2 km

Quando as condições requererem maiores distâncias ou um aumento no número de nós/repetidores, então pode ser usado uma ponte, roteador ou switch para conectar redes múltiplas juntas. Estes dispositivos unem duas ou mais redes separadas, permitindo restabelecer critérios de projetos de rede.

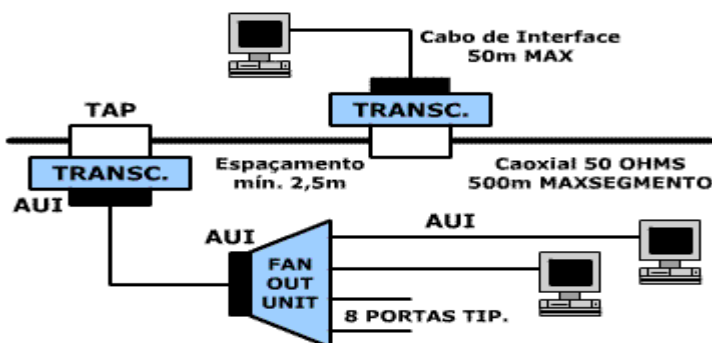
Switches permitem aos projetistas de rede construir redes de grande porte que funcionam bem. A redução em custos de pontes e switches reduz o impacto de regras de repetidores em projetos de rede.

Cada rede conectada por um destes dispositivos é chamado de um domínio de colisão separado na rede global.

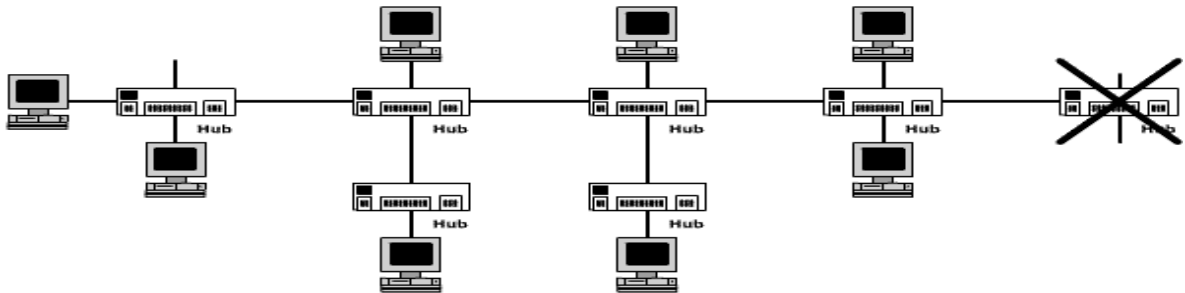
10Base2



10Base5



10BaseT



10BaseF

Figura 11.21 Limitações de nós e repetições em redes Ethernet

Quando as Ethernets Se Tornam Muito Lentas

Como mais usuários são acrescentados a uma rede compartilhada ou conforme aplicações que requerem mais dados são adicionadas, o desempenho deteriora. Isto ocorre porque todos os usuários em uma rede compartilhada são competidores para usar o barramento Ethernet. Em uma rede Ethernet de 10Mbps moderadamente carregada compartilhada por 30-50 usuários, a rede só sustentará o processamento ao redor de 2.5Mbps depois de responder pela análise de overhead do pacote, tempo entre pacotes e colisões.

Aumentando o número de usuários (e portanto transmissões de pacotes) cria-se um alto potencial de colisão. Colisões acontecem quando dois ou mais nós tentarem enviar informação ao mesmo tempo - quando eles percebem que uma colisão aconteceu, cada nó aguarda um tempo aleatório antes de tentar outra transmissão. Com a Ethernet compartilhada, é maior a probabilidade de aumentos de colisão quantos mais nós no domínio de colisão compartilhado da Ethernet forem adicionados. Um dos passos para aliviar este problema é segmentar o tráfego com uma ponte ou um comutador (switch). Um switch pode substituir um hub e pode melhorar o desempenho de rede. Por exemplo, um Switch de oito portas pode suportar oito Ethernets, cada uma rodando a 10 Mbps full duplex. Outra opção é dedicar um ou mais destas portas do Switch para um dispositivo de tráfego alto como um servidor de arquivo.

Aplicações multimídias e de vídeo exigem até 1.5 Mbps de largura da banda contínua - como nós vimos acima, um único usuário raramente pode obter esta largura da banda se eles compartilharem uma rede comum de 10Mbps com 30-50 pessoas. O vídeo também parecerá deslocado ou "clunky" se a taxa de dados não é contínua. Então, maior processamento é exigido para suportar esta aplicação. Quando acrescentado à rede, Switches Ethernet provêm várias melhorias nas redes compartilhadas. Em primeiro lugar é a habilidade para dividir redes em segmentos menores e mais rápidos. Switches Ethernet examinam cada pacote, determinam para onde aquele pacote é destinado e então retransmite aquele pacote só para as portas para as quais o pacote precisa ir. Switches modernos podem fazer todas estas tarefas "wirespeed", quer dizer, sem demora.

Além de decidir quando retransmitir ou quando filtrar o pacote, os Switches Ethernet também regeneram completamente o pacote Ethernet. Esta regeneração e re-sincronização permite cada porta em um Switch ser tratada como um segmento de Ethernet completo, capaz de suportar o comprimento total de cabo juntamente com todas as restrições de repetidores.

Adicionalmente, pacotes ruins são identificados através de Switches Ethernet e imediatamente descartados de qualquer transmissão futura. Esta atividade de "limpeza" mantém problemas isolados a um único segmento e os impede de romper outra atividade de rede. Este aspecto de comutação (switching) é extremamente importante em um ambiente de rede onde falhas de hardware se anteciparão.

A operação full duplex dobra a largura da banda em uma ligação, provendo 20Mbps para a Ethernet e 200Mbps para Fast Ethernet, e é outro método usado para aumentar a largura da banda a estações de trabalho dedicadas ou servidores. Para usar full duplex, cartões de interface de rede especiais são instalados no servidor ou estação de trabalho, e o Switch é programado para suportar a operação full duplex.

A implementação da Fast Ethernet Rápido para aumentar o desempenho é o próximo passo lógico. Podem ser conectados dispositivos de tráfego mais altos a switches ou um ao outro por Fast Ethernet a 100 Mbps, um grande aumento de largura da banda. São projetados muitos Switches pensando nisto, e tem uplinks de Fastnet Ethernet Rápido disponível para conexão para um servidor de arquivo ou outros Switches.

Eventualmente a Fast Ethernet pode ser desenvolvida para os desktops dos usuários equipando todos os computadores com cartões interface rede Fast Ethernet e usando Switches Fast Ethernet e repetidores.

Frame Padrão Ethernet

O protocolo padrão Ethernet utiliza endereços físicos para movimentar dados de uma estação (host) para a outra.

Estes endereços físicos também são chamados de MAC ADDRESS.

Eles se constituem de um endereço de 48 bits gravados no hardware do equipamentos de comunicação padrão Ethernet.

Estes 48 bits são divididos em 06 números hexadecimais: a primeira parte (03 números hexadecimais) representa o endereço OUI (Organizational Unique Identifier) designado para cada fabricante para hardware de rede a nível mundial.

Por exemplo:

00 60 2F são equipamentos fabricados pela Cisco.

A Segunda parte do MAC Address (03 números em hexadecimal) representa o “número de série” do equipamento daquele determinado fabricante.

Abaixo temos a representação de um endereço físico padrão Ethernet completo:

00 60 2F 3A 07 BC equipamento de comunicação de dados fabricado pela Cisco
número de série 3A 07 BC

Frame padrão Ethernet completo:

Flag : Destination Address : Source Address : Type/LEN : Data : CRC : Flag

12 – Introdução ao TCP/IP

TCP/IP é o nome genérico para um conjunto de protocolos de comunicação especializados cujas especificações são abertas e são desenvolvidos independente de programas e equipamentos, compartilham um padrão comum de endereçamento. Podemos dividir conceitualmente o TCP/IP em 4 camadas para facilitar o entendimento: enlace, rede, transporte e aplicação. A camada de Enlace/Física é a mais baixa, se comunica com o meio físico.

A camada de Rede é responsável por localizar e descobrir um caminho (rota) para enviar as informações para o computador de destino.

A camada de Transporte é responsável por estabelecer a sessão de comunicação entre dois computadores.

A camada de Aplicação é mais elevada, responsável pela comunicação com os programas.

Todo computador conectado à Internet possui um endereço IP único, representado por 4 grupos de 8bits (octetos). A representação mais comum é a decimal com ponto separado os octetos, como por exemplo 200.255.125.213. Como é difícil memorizar estes números existem mecanismos de tradução de nomes para IP e assim podemos chegar no computador através de seu nome na rede. www.embratel.com.br , ou através de seu endereço IP.

12.1 - Interconexão TCP/IP - O QUE É TCP/IP?

DESCRIÇÃO

TCP/IP é uma abreviação de Protocolo de Transmissão e Controle / Protocolo Internet. O TCP/IP é um pedaço de software de interconexão (networking).

O pacote conterà duas partes principais:

Um jogo de protocolos de interconexão
Aplicações de rede que usam os protocolos de interconexão

Os protocolos TCP/IP provêem a habilidade para conectar máquinas sem se preocupar com o cabeamento da rede subjacente e também sem se preocupar com os sistemas operacionais em uso.

A característica principal destes protocolos é que eles provêem uma capacidade de interconexão.

As aplicações de rede são chamadas de **serviços**. O TCP/IP provê os três serviços de núcleo:

Transferência de arquivo
Login remoto
Correio eletrônico

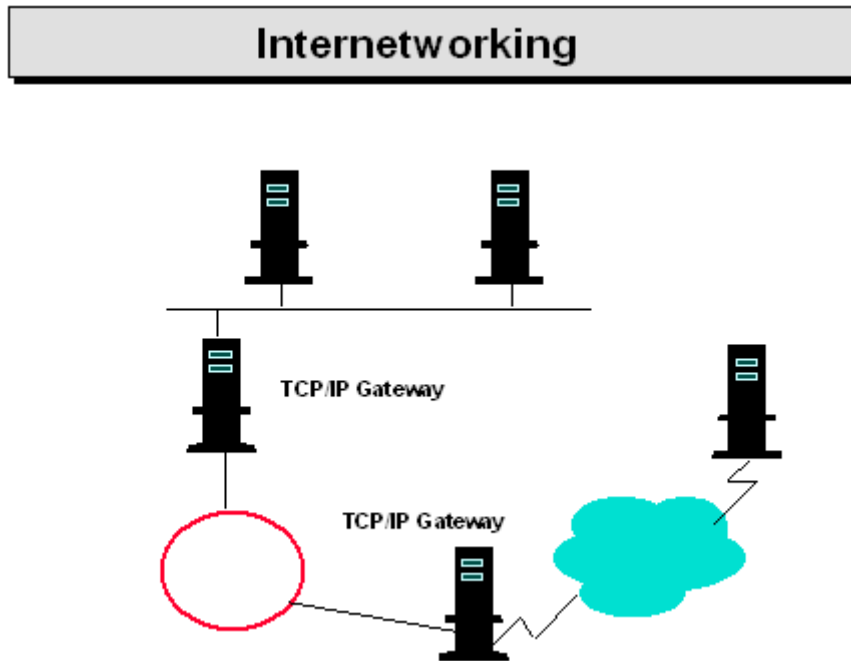


Fig. 12.1 Interconexão de redes

Interconexão de Redes

A maioria das redes são estabelecidas para servir as necessidades de um grupo particular. Os grupos escolherão uma tecnologia de hardware apropriada para as necessidades de comunicação deles. Alguns poderiam escolher enlaces lentos em cima de grande distancias outros escolheriam enlaces rápidos em cima de distâncias mais curtas...

Interconexão é a tecnologia a qual permite a conexão entre redes físicas separadas. Um das metas principais do TCP/IP era prover uma arquitetura de interconexão. A conexão de várias redes separadas resulta numa Internet.

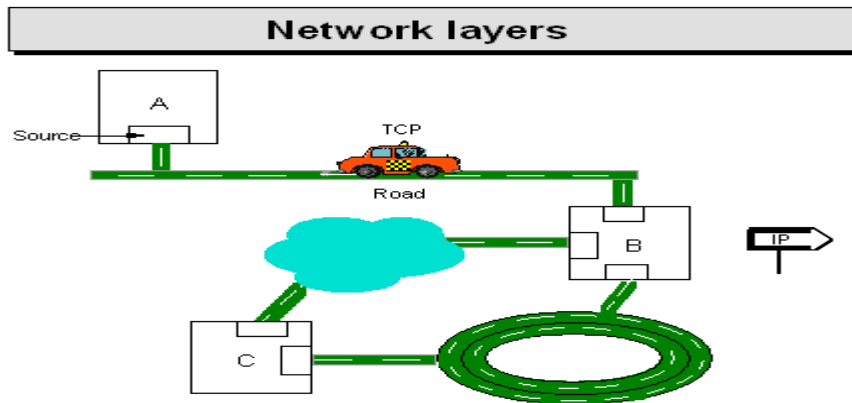


Fig. 12.2 Protocolo por camada

As Quatro Camadas do TCP/IP

Por muito tempo todas as comunicações foram divididas numa arquitetura própria (proprietárias).

Um divisão por camadas simples poderia envolver apenas duas camadas:

- Software
- Hardware

Um modelo mais sofisticado dividiria a camada de hardware em duas (resultando em três camadas):

- Software
- Cartão de rede
- Cabo

Four layers of TCP/IP

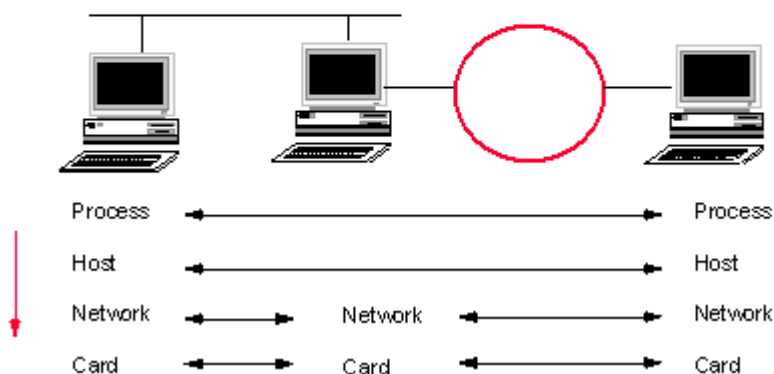


Fig. 12.3 As 4 camadas do TCP/IP

Cada camada executa uma tarefa discreta. As camadas são chamadas freqüentemente de protocolos. As camadas se apoiam em cima uma da outra.

Quando os dados são enviados em cima da rede eles são passados através de todas as camadas e então quando alcança seu destino os dados são passados através de todas as camadas correspondentes. (O que desce, tem que subir!)

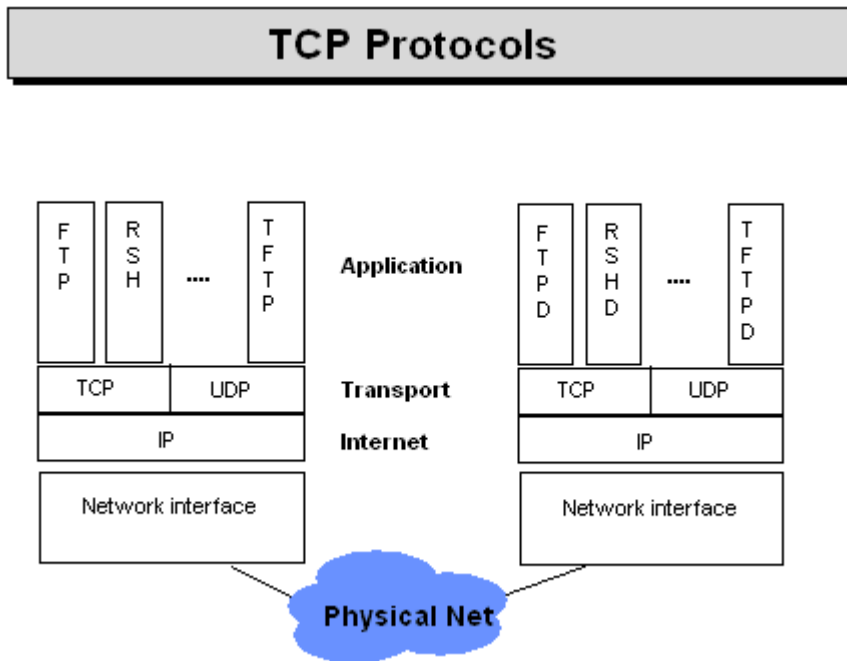


Fig. 12.4 Protocolos do TCP/IP

O TCP/IP na verdade vem em quatro camadas. Um conjunto de camadas é chamado freqüentemente de uma **pilha de protocolo**. A pilha **TCP/IP** contém as camadas de TCP/IP.

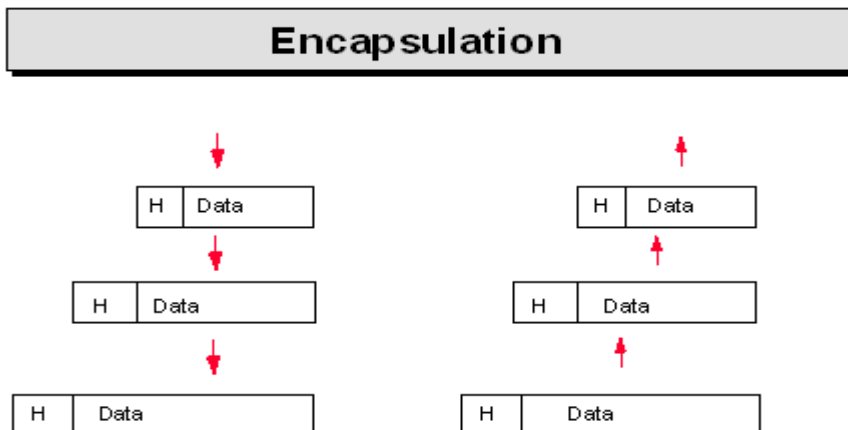


Fig. 12.5 Encapsulamento do Protocolo TCP/IP

Com a divisão por camadas vem três conceitos fundamentais principais:

Encapsulamento (Encapsulation)
Demultiplexação (Demultiplexing)
Fragmentação (Fragmentation)

Encapsulamento

Cada camada apanha os dados da camada superior e encapsula estes dados na área de dados de seu próprio " pacote ". Uma analogia é que cada camada apanhará os dados e envelope da camada superior e colocará isto em seu próprio envelope o qual por sua vez é passado para a camada inferior.

Demultiplexing (Demultiplexação)

Este é o contrário de multiplexação. Quando um pacote chega a um Host as camadas têm que passar o pacote até a camada superior. Não é atípico ter mais que uma camada apoiada no topo de uma camada. Neste caso a camada mais baixa tem que decidir para qual camada passar a informação. Em outras palavras alguma forma de Demultiplexação é requerida.

Fragmentação (Fragmentação)

Resumidamente a fragmentação ocorre quando os dados numa camada são divididos em unidades menores de forma que as camadas mais baixas possam controlá-los corretamente. Isto será explorado em detalhes posteriormente.

História do TCP/IP

Começo

No final dos anos 60s a Agência de Projeto de Pesquisa Avançada (ARPA) nos EUA desejava conectar seus computadores.

Nota: ARPA ficou conhecida depois como a Agência de Pesquisa de Projeto de Defesa Avançada (DARPA).

A rede produzida ficou conhecida como a ARPANET. Esta rede uniu universidades e agências de governo juntas. É importante se lembrar que a ARPANET era essencialmente um projeto de hardware. O Departamento Americano de Defesa (DOD) estava fortemente envolvido na fundamentação nesta fase. O protocolo inicial usado pelo ARPANET foi chamado de NCP. Nenhum pensamento tinha sido dado à expansão desta rede.

Pelo meio dos anos 70s o protocolo NCP já não podia lidar com o tamanho da rede e foi substituído então pelo Suite Internet Protocol. O Suite Internet Protocol foi nomeado posteriormente como TCP/IP devido aos seus dois protocolos principais.

A partir de janeiro de 1983 todos os computadores que desejassem se conectar à ARPANET era exigido neles o uso dos protocolos TCP/IP. Também em 1983, o Departamento de Defesa separou a rede em redes independentes:

ARPANET para pesquisa experimental

MILNET para uso militar.

Berkeley

Nos princípios dos anos 80s a Universidade de Berkeley migrou os protocolos de TCP/IP para a versão do UNIX deles. Isto fez o TCP/IP cada mais popular e também assegurou que TCP/IP se tornasse o método principal de conectar máquinas UNIX. Também com a migração os protocolos Berkeley adicionaram aplicações TCP/IP baseadas em UNIX.

Origem da Internet

Da ARPANET veio a Internet. Os pesquisadores que desenvolveram a arquitetura de Internet pensaram na ARPANET como um backbone de rede de longa distância (WAN) seguro ao redor do qual a Internet poderia ser construída.

A Internet começou ao redor de 1980 quando o DARPA começou convertendo máquinas ligadas às redes de pesquisa aos protocolos de TCP/IP.

Hoje a ARPANET foi substituída através de tecnologias novas mas a MILNET ainda forma o backbone das comunicações militares dos EUA. O sucesso do TCP/IP e da Internet levaram outros grupos a adotá-lo. A Fundação de Ciência Nacional dos EUA (National Science Foundation) teve um papel ativo habilitando o protocolo TCP/IP em suas máquinas possibilitando a conexão de tantos cientistas quanto possível.

Na ocasião em que a ARPANET estava em declínio, um novo backbone de rede tinha sido produzido. Este backbone foi chamado de NSFNET. A NSFNET é agora o backbone principal da Internet.

A Internet

A Internet é um exemplo de interconexão. Consiste em mais de 5.000 LANs e é baseada no TCP/IP. Muitos problemas na Internet resultam em desenvolvimentos do TCP/IP para superar estes problemas.

A Internet conecta a maioria das instituições de pesquisa nos EUA. A Internet se expande pelo mundo e não é limitada aos EUA. A Internet foi descrita como um grande projeto de pesquisa para o qual qualquer um pode contribuir via RFCs.

O IAB e as RFCs

O TCP/IP não surgiu de um vendedor particular ou de corpo de padrões reconhecido. O TCP/IP é " controlado " pelo Internet Activities Board (IAB). O papel principal do IAB é:

Gerenciar a direção técnica do TCP/IP
Padronizar protocolos pertinentes.

A documentação para o TCP/IP vem na forma de documentos chamados Request for Comments (Pedido Para Comentários), as RFCs. Antes das RFCs a documentação era conhecida como Internet Engineering Notes (Notas da Engenharia Internet), as IENs.

Um grupo fundador chamado de Network Information Center (Centro de Informação de Rede - NIC) distribui as RFCs para todo mundo. A RFC 1261 dá o endereço do NIC como:

Government Systems Inc.
Attn: Network Information Centre
14200 Park Meadow Drive
Suite 200
Chantilly, VA 22021
Help Desk number: 1-800-365-3642

Todas as RFCs são numeradas. Uma atualização para um RFC resultará em um número novo e o RFC antigo ficará obsoleto.

Há dois tipos principais de RFC:

Informação e discussão

Por exemplo: RFC 1118 Hitchhikers guide to the Internet (Guias de Caronas para a Internet)

Protocolos

Nem todos são padrões. Os protocolos padrões são referenciados na RFC1100 IAB Official protocol standards (protocolo padrão oficial da IAB).

O modelo de referência OSI (OSI Reference Model)

Durante o final dos anos 70s a Organização de Padrões Internacionais (International Standards Organisation - ISO) organizou comitês para definir uma arquitetura para o desenvolvimento adicional de padrões no mundo de interconexão.

Esta arquitetura ficou conhecida como o Modelo de Referência de Interconexão para Sistemas Abertos (Open Systems Interconnect Reference Model – OSI/RM). O OSI/RM consiste em 7 camadas (O autor prefere 7 ½). O modelo define um sistema de camadas peer to peer para arquitetura de interconexão.

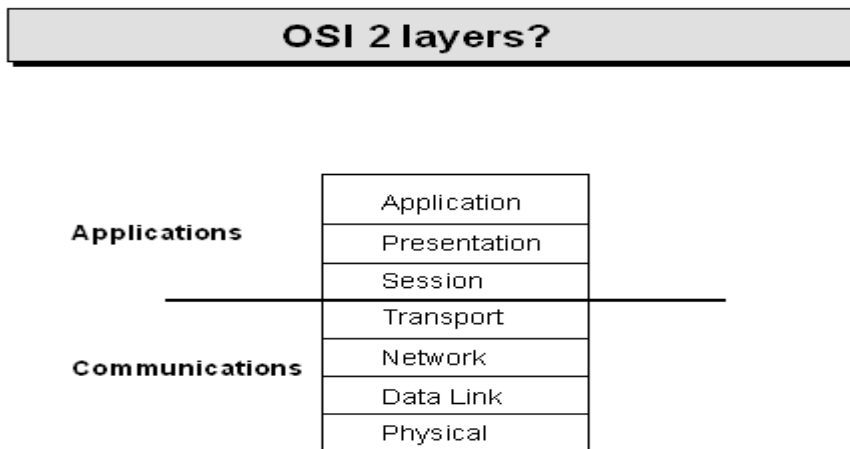


Fig. 12.6 Modelo OSI

O modelo é freqüentemente dividido em duas partes principais:

Comunicações: Camadas 1-4 são responsáveis para transferir dados entre dois sistemas.

Aplicações: Camadas 5-7 provêm serviços orientados a aplicação.

Segue uma descrição breve das sete camadas:

Camada 1: Física

Envia e recebe os bits ao longo de uma mídia.

Camada 2: Ligação de Dados

Executa a transmissão real. Detecta erros na transferência.

Camada 3: Rede

Conecta redes. Provê roteamento através de sistemas intermediários se necessário.

Camada 4: Transporte

Provê transferência de dados entre processos fim a fim.

Camada 5: Sessão

Administra a sessão de comunicação no lado da aplicação.

Camada 6: Apresentação

Assegura que os dados sejam representados no formato apropriado para máquinas diferentes.

Camada 7: Aplicação

Não é a aplicação real propriamente dita mas o procedimento (negociação) da aplicação com a rede.

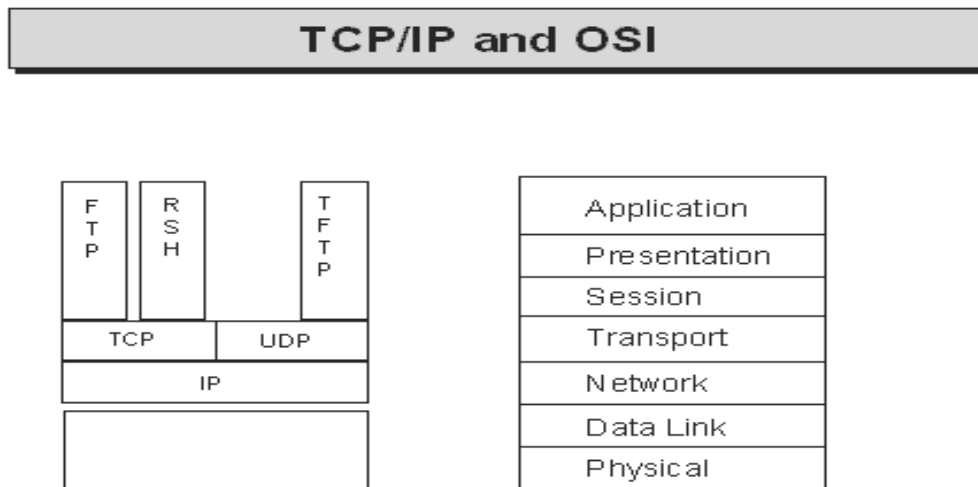


Fig. 12.7 Modelo OSI e os protocolos de cada camada

Há dois modos de usar o Modelo de Referência OSI

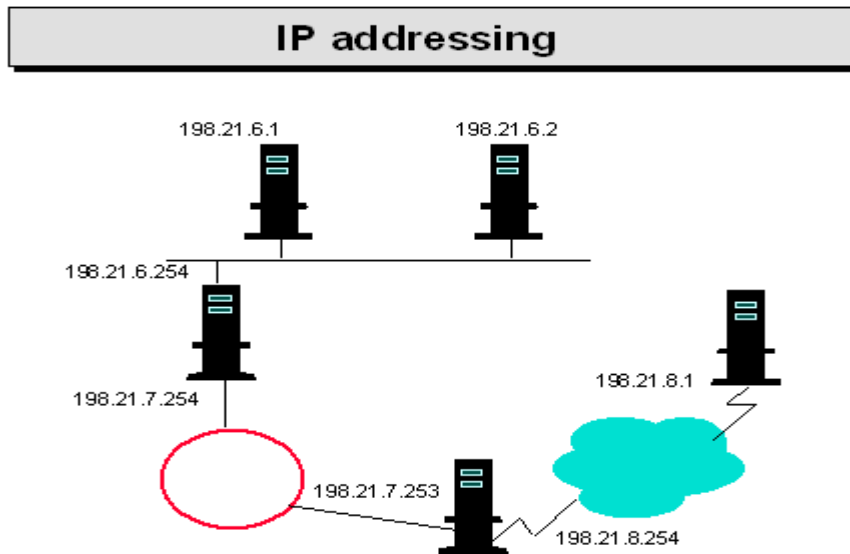
- Implementá-lo.
- Usá-lo como uma referência para comparar protocolos diferentes.

Não existem muitas implementações do OSI. O uso principal do modelo é como uma referência. Note que é um anseio declarado da Internet em migrar para o modelo OSI em alguma fase. O autor acredita que o lapso de tempo para esta migração é de 3-50 anos.

12.2 - TCP/IP NETWORKING – Endereçamento IP

DESCRIÇÃO

Todos Hosts numa rede TCP/IP devem poder falar entre si. Para permitir isto um único



e sem igual endereço é preciso para cada Host na rede.

Fig. 12.8 Endereçamento IP

Endereços Ethernet são garantidos serem sem iguais mas não podem ser usados porque o TCP/IP pode trabalhar com muitas diferentes mídias físicas.

O endereçamento único (sem igual) em uma rede de TCP/IP é levado a cabo na camada de rede. Considerando que é o protocolo IP que utiliza a camada de rede o esquema de endereçamento é comumente chamado de endereçamento IP. O endereço IP esconde os detalhes da rede física.

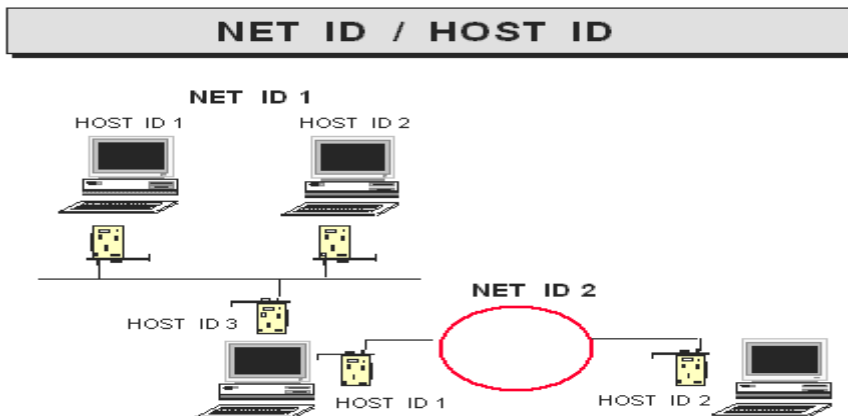


Fig. 12.9 Endereço de Rede e de Host
Formato básico

O endereço IP pode ser quebrado em duas partes principais

O endereço de Rede (Network ID)

O endereço de Host (Host ID)

Esta separação permite aos roteadores saber se um endereço de destino é local ou precisa ser roteado.

Regras de ouro para quaisquer de duas máquina se comunicarem entre si:

- Os endereços são únicos (sem igual)
- As máquinas têm um mesmo endereço de rede a menos que haja um roteador entre eles.
- Todo Host terá pelo menos um endereço IP, talvez mais. Na verdade haverá um endereço IP para cada cartão de rede. Se uma máquina tem três cartões de rede então terá três endereços IP separados.

Registrando Endereços IP

Embora o esquema de endereçamento IP permite endereços únicos há só um modo de garantir que um determinado endereço é exclusivo.

Para adquirir um endereço exclusivo você tem que registrar-se no NIC (Network Information Center).

Oficialmente você só precisa registrar seus endereços com o NIC se você desejar conectar-se à Internet. De qualquer fazendo o registro vale a pena pois você pode descansar já que fica assegurado que seus endereços de IP são únicos e que você pode conectar-se facilmente a máquinas de TCP/IP que estão fora de seu controle. Por favor note, porém, que se você está absolutamente seguro que nunca terá que conectar-se a máquinas fora de sua intranet que então você pode escolher endereços IP privativos (portanto não será preciso, neste caso, fazer o registro).

Os únicos problemas surgirão quando você precisa se conectar a outras máquinas que escolheram o mesmo endereço IP que, por casualidade, você escolheu. A maioria das pessoas não tratam diretamente com o NIC. A maioria dos sites (locais) terá um time de rede centralizado que é responsável para nomear endereços IP dentro de sua organização.

Normalmente um endereço de rede inteira é nomeado e você tem a liberdade de usar qualquer endereço válido dentro daquele endereço de rede. Se você desperdiçar os endereços no range fornecido então você precisará solicitar outro endereço de rede. O problema é que os endereços IP realmente estão terminando (pela utilização ou pelo desperdício). Este é um assunto que deve ser tratado seriamente nos próximos anos.

Classes de endereço

O endereço IP tem 32 bits de comprimento. O formato atual do endereço é dependente de qual classe de endereço é usada. O formato do endereço está de fato dividido em três partes:

Classe, Endereço de Rede e Endereço de Host

A classe determina quantos bits são usados para o endereço da rede e para o endereço do Host. As classes válidas são A, B, C, D e E. Quando solicitamos endereços de IP registrados você têm que pedir a classe que você deseja usar.

Escolhendo uma classe

Class	Use
Class A	For very large networks. Each network can have up to 16 million hosts. 24 bits are used for the host id.
Class B	For networks with between 254 and 65.534 hosts. 16 bits are used for the host id.
Class C	For small networks with less than 254 hosts. Only 8 bits are used for the host id.
Class D	For multicasting. (Multicasting is similar to broadcasting but is directed to a specific group of machines.)
Class E	Reserved

Fig. 12.10 Tabelas de Classe de Endereçamento IP

Quando lidando com endereço IP é importante reconhecer qual classe de endereço você está negociando. Isto é porque a classe de endereço determina o número de bits usados para representar o endereço de rede e o endereço de Host. Para determinar a classe de um endereço particular você tem que trabalhar ao nível de bit. Os primeiros bits de um endereço determinam a classe de endereço.

Bits	Class
0	Class A
10	Class B
110	Class C
1110	Class D
1111	Class E

Fig. 12.11 Bits iniciais de cada classe de endereçamento IP

Importance of classes

1000 0000	0000 1110	0001 1010	0000 0001
↓	↓	↓	↓
128	14	26	1

What class ?
 What net id ?
 What host id?

Fig. 12.12 Notação Decima da Classe C

Notação Ponto Decimal

Embora você precisa trabalhar ao nível de bit para achar a classe de endereço não é prático lidar com bits para falar de endereços. Porque com bits não são razoáveis de se lidar, a notação ponto decimal é usada.

O endereço de 32 bits é dividido em 4 partes de 8 bits. Cada número tem um range de 0 a 255. (2 elevado à potência de 8 são 256).

Exemplo de números IP são então

190.23.10.1
86.1.46.101
200.100.100.254

Quando lidando com endereçamento IP é importante poder trabalhar fora da classe de um endereço para determinar qual o endereço de rede e qual o endereço IP do Host se referem. Para achar a classe de um endereço particular apanhe o primeiro número e escreva-o em binário. Então compare o padrão de bit binário com os padrões na página seguinte para determinar a classe de endereço.

Special Addresses

NET ID	HOST ID	
0	0	This host
0	x	x host on this net
x	0	This network
1	1	Limited broadcast
1	x	Class E reserved
x	1	Directed (at x net) broadcast

Fig. 12.13 Endereços Especial de Classes IP

Endereços especiais

Alguns endereços não são permitidos de serem usados como endereços IP para Hosts. O primeiro é endereço de Rede 127. Este endereço de Rede ID é reservado para loopback interno. O endereço IP 127.0.0.1 indica a própria máquina, como endereço dela de loopback. Outro IP reservado é aquele com todos uns (1) ou todos zeros (0). Nenhuma parte constituinte (endereço de rede ou de Host) do endereço IP para um host pode ser com todos bits uns (1) ou zeros (0).

A regra geral é

1s significam TODOS
0s significam ESTE

Segue uma uma tabela de endereços especiais e os significados deles

Net ID	Host ID	Meaning
0s	0s	THIS host.
0s	valid	A host on THIS network
valid	0s	THIS network
1s	1s	Limited broadcast
1s	valid	Class E reserved
valid	1s	Directed broadcast

Fig. 12.14 Tabela de Endereços Especiais

11.3 TCP/IP NETWORKING – Roteamento e TCP/IP

DESCRIÇÃO

A meta de projeto inicial do TCP/IP era prover uma arquitetura de interconexão (internetworking). Com muitas redes TCP/IP os gateways foram envolvidos. Um gateway (gateway) TCP/IP é equivalente a um roteador OSI e assim nos manuais de gateways TCP/IP eles são chamados de roteadores.

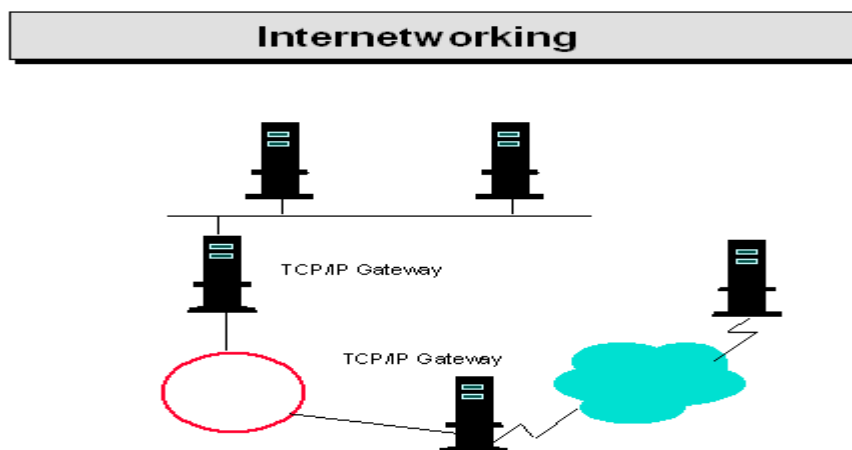


Fig. 12.15 Interconexão de Redes

Um roteador terá dois cartões de rede pelo menos e se conectará a pelo menos duas redes. Um roteador retransmitirá datagramas IP somente entre redes. Esta retransmissão é conhecida como roteamento.

Repetidores e Pontes

Antes de analisar os roteadores é interessante rever outra tecnologia para interconectar redes físicas. Com o cabo grosso Ethernet um comprimento de cabo (um segmento)

pode ter no máximo 500m de comprimento. Para superar esta restrição repetidores podem ser usados. Um repetidor apenas amplifica um sinal. Um repetidor reside na camada 1.

Nota: estes repetidores são " invisíveis " para o TCP/IP.

Os protocolos de TCP/IP não têm nenhum conhecimento da presença ou não de repetidores. O problema com repetidores é que aumentando o comprimento de uma LAN Ethernet também pode aumentar o tráfego na LAN o que resulta em problemas de desempenho.

As Pontes superam os problemas de repetidores. Pontes trabalham na camada 2 do OSI/RM. As Pontes também conectam segmentos físicos da LAN para formar uma única LAN lógica. As Pontes portanto transacionam com frames ao invés de pacotes individuais.

As Pontes podem obter os endereços da fonte e destino dos cabeçalhos do frame. Usando estes endereços uma ponte pode determinar onde as workstations estão em termos de qual lado da Ponte a workstation está. Uma vez que uma ponte sabe onde uma workstation está ela vê que o frame vai para aquela workstation e a Ponte pode decidir se o frame precisa ser passado para o outro lado da Ponte. O resultado na rede é que uma Ponte filtrará o tráfego permitindo um tráfego múltiplo em uma única LAN Ethernet.

Nota: as Pontes não são apenas para Ethernet.

A regra básica é que só redes semelhantes podem ser interligadas por Pontes. Por exemplo Ethernet não pode interligada via Ponte com o X.25

Nota: porém uma característica das LANs IEEE 802 é que elas compartilham uma Camada de Controle de Ligação Lógica Comum (LLC) - IEEE 802.2

Isto significa que é possível as pontes interligar, digamos uma Ethernet (802.3) e uma Token Ring (802.5). A presença de Pontes pode ter um efeito positivo no desempenho. Como acontece com os Repetidores, as Pontes são invisíveis ao TCP/IP. A ponte cria a ilusão de uma única rede às camadas mais altas.

Pontes remotas

Podem ser usadas Pontes para conectar LANs geograficamente distantes. Neste caso duas pontes estariam conectadas às LANs respectivas delas. As Pontes seriam conectadas por uma linha arrendada ou ligação de fibra ótica.

Roteadores e Gateways

Um roteador é usado para conectar duas redes fisicamente separadas. O roteador retransmitirá pacotes entre estas redes. Roteadores se situam na camada três do

OSI/RM. Isto significa que eles são dependentes do protocolo. Por isso é que no TCP/IP é o IP que decide para onde o roteamento deve ser feito.

Existem numerosos roteadores IP no mercado. Uma das decisões a se fazer é a de usar Hosts normal como seus roteadores ou usar roteadores dedicados. Note que a documentação de TCP/IP refere-se freqüentemente a roteadores como Gateways.

Gateways na terminologia OSI converte protocolos nas camadas acima da camada 3. Um bom exemplo seria um Gateway de e-mail, por exemplo convertendo e-mails formatos **smtp** para e-mails formatos de **X.400**.

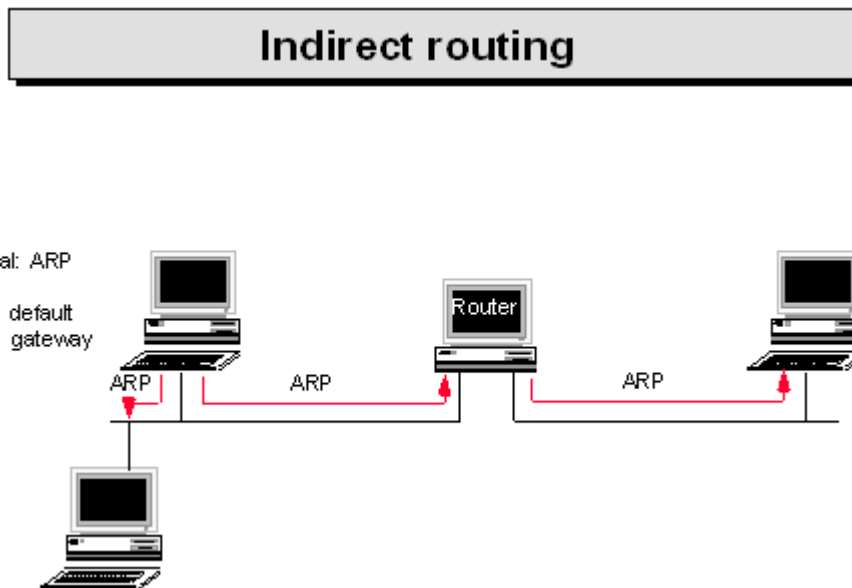


Fig. 12.16 Roteamento Indireto

Como o Roteamento Indireto Funciona

Previamente a este capítulo nós vimos como dois Hosts se comunicam e que o ARP é usado para determinar o endereço físico do host de destino. Isto às vezes é chamado de roteamento direto.

Antes de um Host enviar um datagrama IP o endereço IP é estudado. O endereço de rede do endereço IP de destino é comparado ao nosso endereço de rede local. Se eles são o mesmo então o IP sabe que nenhum roteamento é requerido e que o datagrama pode ser enviado usando método de roteamento direto onde o ARP achará o endereço físico do Host de destino.

Routing and addressing

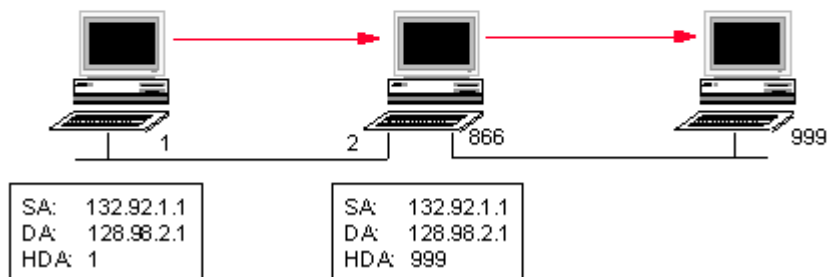


Fig. 12.17 Roteamento e Endereçamento

O roteamento será usado quando são comparados os endereços de destino e de origem e descobre-se que eles são diferentes. Se este é o caso a tabela de roteamento do Host será usada para achar o destino intermediário deste datagrama.

Isto poderia parecer amedrontador no princípio em termos de que cada Host tem que ter uma tabela de roteamento mas na realidade na maioria dos casos a tabela de roteamento terá uma entrada simples. A entrada simples será aquela do default gateway. O default gateway é especificado frequentemente na instalação do DOS baseado na implementação do TCP/IP.

O resultado é que o datagrama IP será direcionado para o roteador. Note que para achar o roteador o roteamento direto (i.e. ARP) será usado. O roteador comparará então o endereço IP e vê se ele é para uma rede para a qual ele está diretamente conectado. Se o datagrama IP não é então para a rede local, serão usadas as tabelas de roteamento do roteador para determinar o próximo destino intermediário do datagrama. O datagrama “salta” então entre roteadores até alcançar um roteador que está conectado diretamente ao Host de destino e em tal caso o método de roteamento direto que usa o ARP é utilizado.

O campo TTL é continuamente decrementado por um e se este campo alcança zero então o datagrama é jogado fora e um erro é retornado.

Tabelas de Roteamento

As tabelas de roteamento são usadas para descobrir qual roteador para o qual o datagrama deveria ser passado. Todos os Hosts têm tabelas de roteamento mas os Hosts normais terão uma entrada que define a rota default para tomar. As tabelas de roteamento não contêm uma lista de todos os Hosts. Ao invés as tabelas de roteamento só contêm as rotas para chegar numa rede particular. Isto torna as tabelas de roteamentos menores e mais manejáveis.

Roteadores terão uma tabela de roteamento completa que contém todas as rotas em sua intranet. Se preciso for o Host pode ser empregado para um roteamento específico. Roteamento específico é aquele onde um endereço IP de Host está na tabela de roteamento. Esta técnica poderia ser útil numa depuração.

A pergunta é quem atualiza as tabelas de roteamento? As tabelas de roteamento podem ser atualizadas manualmente mas este é um não requerido fardo extra atribuído ao administrador. Tabelas de roteamento de Roteadores normalmente são dinamicamente atualizados pelo uso de protocolos de roteamento.

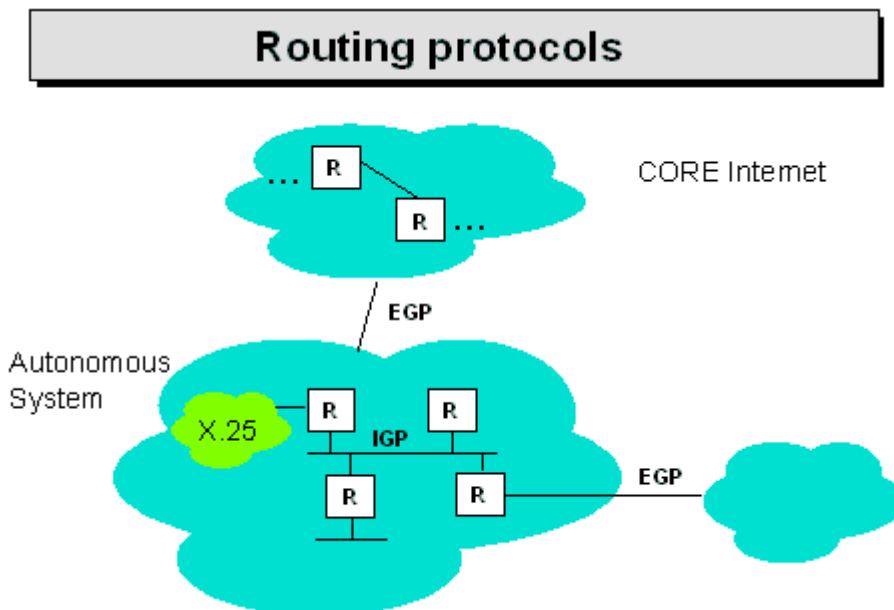


Fig. 12.18 Protocolos de Roteamento

Protocolos de roteamento

Protocolos de roteamento são chamados freqüentemente de protocolos de gateway como o TCP/IP chama Gateways de roteadores. Protocolos de roteamento dinamicamente atualizam tabelas de roteamento. Isto significa que software extra rodará nos roteadores.

Se seus roteadores são máquinas UNIX então freqüentemente este software de roteamento entra na forma de um programa chamada **routed**. Outro protocolo de roteamento comum no UNIX é programa **gated**.

Há dois tipos principais de protocolo de roteamento

- Protocolos de gateway interiores
- Protocolos de gateway exteriores

Em uma internet haverá grupos de redes administrados por uma organização particular. Este grupo de redes será chamado um sistema autônomo (.autonomous system – AS).

Protocolos de Gateway interior troca informação de roteamento em um sistema autônomo.

Os roteadores em um sistema autônomo sabem tudo sobre todas as rotas dentro do sistema autônomo.

Há muitos protocolos de gateway interiores.

RIP - Protocolo de Roteamento de Informação. O mais comum?

OSPF - O melhor?

IGRP - Proprietário dos roteadores da Cisco.

HELLO - não muito usado.

GGP – para ser usado dentro do núcleo da Internet.

Protocolos de gateway exteriores são usados para conexões para fora de um sistema autônomo.

Protocolo RIP

RIP é um exemplo de Protocolo de Gateway Interior.

RIP representa Protocolo de Roteamento de Informação.

RIP só é satisfatório para redes pequenas.

RIP só é popular porque vem com a implementação TCP/IP do UNIX.

Roteadores utilizando RIP fazem o broadcast de suas tabelas de roteamento para os vizinhos a cada 30 segundos. Cada entrada na tabela de roteamento consiste em um endereço de rede de destino e o número de saltos (hop) que levará para chegar lá.

Há vários problemas com o RIP. Um é que ele toma muito tempo do roteamento de dados através da rede, devido a sua maneira de trabalhar.

OSPF

OSPF é o protocolo Primeiro Caminho mais Curto Aberto (Open Shortest Path First protocolo).

OSPF foi projetado para superar as limitações dos protocolos de roteamento antecessores.

OSPF supera os problemas de RIP e é muito mais satisfatório para redes maiores.

13 – Redes de Acesso

13-1 Introdução

Chamamos de Rede de Acesso toda e qualquer tecnologia de meio de transmissão utilizada para interligar os equipamentos terminais de dados (ETD) numa determinada localização física (site) de uma determinada empresa até o Ponto de Presença (PPE) da Operadora de Telecomunicações.

Neste PPE a operadora possui equipamentos de comutação ou de transmissão que fazem parte do backbone desta operadora (a infra-estrutura principal que a Operadora utiliza para disponibilizar os serviços comercializados para seus clientes).

13-2 Tecnologias de Rede de Acesso

Como principais tecnologias de Redes de Acesso podemos citar:

- rede telefônica
- rádio acesso
- rede de fibra ótica
- rede de satélite
- linhas privativas (LPCD)
- ISDN
- ADSL

Rede Telefônica

Dispensa maiores comentários pelo seu alcance, disponibilidade e tradição na oferta do serviço.

Embora o grande alcance da rede telefônica ela fica limitada à largura de banda da linha telefônica. As novas tecnologias de modulação utilizadas nos modems modernos possibilitaram um aumento na capacidade de transmissão via rede telefônica.

Linhas Privativas (LPCD)

Utiliza a rede externa (par metálico) para atender sites de clientes com linhas alugadas de forma dedicada 24 horas/dia. Normalmente são escolhidos os melhores pares metálicos. A LPCD passa por uma série de testes antes de ser aceita pela Operadora que está locando ou instalando a mesma.

Rádio Acesso

Utilizado pelas operadoras para atingir sites de clientes onde não há disponibilidade de malha de par metálico. Normalmente necessita de linha de visada entre o cliente e o PPE da operadora.

Rede Satélite

Quando não existe outra viabilidade de atender o site do cliente por meio de acesso terrestres ou mesmo por acesso rádio a única alternativa torna-se o atendimento por acesso satélite.

Deve ser verificado se o custo de infra-estrutura, da mensalidade e a alta latência deste tipo de acesso atende as necessidades do cliente.

Rede de Fibra Ótica

As operadoras montam seu backbone utilizando uma infra-estrutura de fibra ótica.

Seu grande alcance, alta imunidade a ruído, alta taxa de transmissão de informação torna-a a tecnologia do futuro. As operadoras tendem a estender a rede de fibra ótica até o site do cliente.

ISDN

Uma tecnologia chamada ISDN (serviços integrados rede digital) foi desenvolvida nos anos oitenta para ajudar a superar as limitações de largura de banda impostas pela última milha. O ISDN foi desenvolvido em grande parte para aplicações empresariais e profissionais e está agora disponível a qualquer um com computador pessoal. Há duas variantes de serviços de ISDN - serviços de taxa básica e de taxa primária. O serviço de taxa básica é planejado para pequenos negócios e provê três canais completamente duplex. Dois destes canais denominados de B podem levar voz ou dados e o terceiro canal chamado de D é usado para levar informação de controle. Canais B operam a 64K bps e o D a 16K bps.

A popularidade do ISDN é devido a seu relativamente baixo custo e a qualidade alta de serviço que oferece via linha de telefone. Você pode combinar os dois canais B para alcançar uma taxa de dados de 128Kbps. Você pode usar até mesmo o canal de controle D (simultaneamente) para prover um canal auxiliar a 9.6K bps. Note que o ISDN pode controlar transmissão de voz e de dados simultaneamente.

Foram projetados vários protocolos para controlar sistemas de ISDN. São usados os protocolos V.110 e V.120 para conectar desde dispositivos de comunicações ISDN até linhas ISDN de alta velocidade. O ISDN levou muito tempo para sua primeira implementação ser adotada por muitos negócios. Neste meio tempo, foram inventadas tecnologias mais novas para superar o problema da última milha e o ISDN provavelmente nunca se tornará tão comum quanto alguns tinham anunciado.

13-3 ADSL

Se há uma coisa que você pode garantir no mundo da computação, é que a tecnologia de estado-de-arte de ontem se torna o padrão atual, pois então uma nova tecnologia de

estado-de-arte está emergindo. Da mesma maneira que o ISDN estava ficando popular no início dos anos 90, um sistema chamado ADSL (linha de assinante digital assimétrica) estava sendo desenvolvida como um novo sistema de alta velocidade da "última milha".

Como nós dissemos, linhas de telefone têm um largura de banda de 3000 Hz que limitam a taxa máxima à qual podem ser transmitidos dados. Na realidade, o par de cobre trançado entre sua casa e a companhia telefônica tem um largura de banda muito mais alta. A largura de banda de um par trançado típico com aproximadamente 3 milhas é superior a 1 MHz.

A tecnologia de Linha de Assinante Digital Assimétrica explora a largura de banda disponível na conexão local. A largura de banda da ligação do telefone é dividida em fatias de 4 KHz como a figura abaixo demonstra. A primeira fatia de 0 a 4 KHz representa a largura de banda de telefone convencional. Frequências entre 4 kHz e 24 KHz não são usadas para prover uma faixa de guarda para bloquear (parar) as frequências mais altas que interferem com o equipamento de telefone convencional.

O espectro entre 24 kHz e 1.1 MHz é dividido em 249 canais de 4 KHz da mesma maneira como a faixa de FM é dividida em slots (intervalos) para as várias estações de radiodifusão. Um sinal de dados pode ser nomeado numa destas fatias e seu espectro costurado para ajustar sua alocação no slot de 4 KHz. No outro lado extremo do link, o sinal no slot de 4 KHz é convertido de volta para o sinal de dados. Até recentemente era muito difícil executar estas operações. O advento do processamento barato do sinal digital tornou muito mais fácil processar sinais (i.e., comutar seu range de frequências de uma faixa para outra).

As características destes slots variam com a frequência; por exemplo, há muito mais atenuação de sinais em slots perto de 1.1 MHz. O equipamento terminal pode usar os melhores canais para transportar dados com alta taxa e alocar a frequência mais alta para canais com menores taxas de bit.

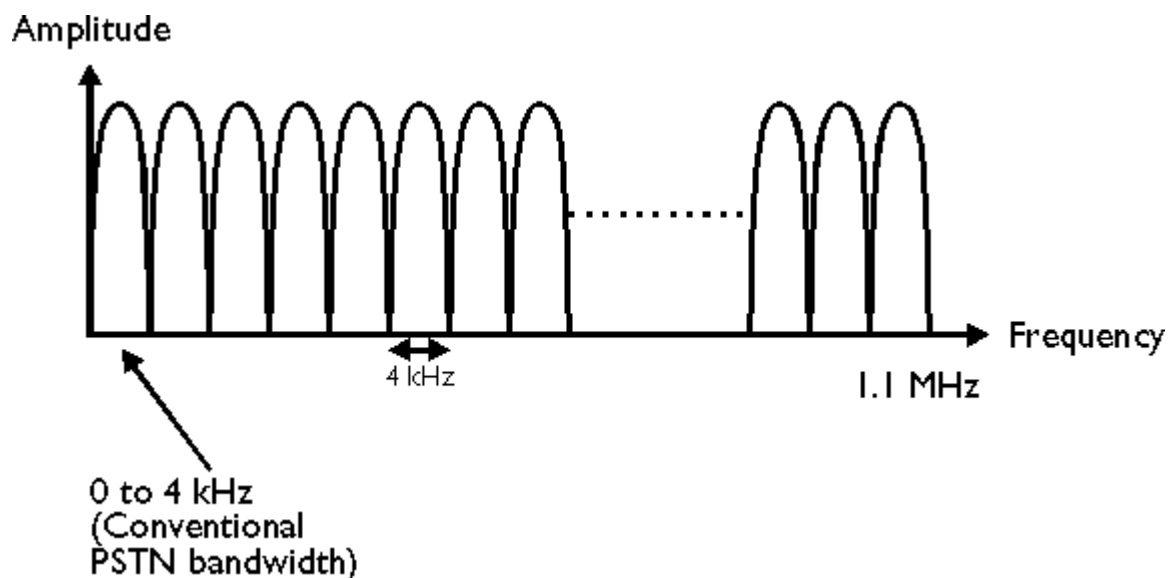


Fig 13.1 Dividindo uma largura de banda de 1.1 MHz em slots de 4 kHz

13-2.1 Introdução ao ADSL

O ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Lines) é usado para entregar alta taxa de dados digital sobre as existentes linha telefônicas comuns. Uma nova modulação chamada de DMT (Discrete Multitone) permite transmissão de dados a altas velocidades.

O ADSL facilita o uso simultâneo de serviços normais de telefonia , ISDN, e transmissão de dados de alta velocidade, tipo vídeo.

O ADSL baseado no DMT- pode ser visto como a transição das linhas de cobre existentes para os cabos de fibra ótica do futuro. Isto faz o ADSL economicamente interessante para as companhias telefônicas locais. Eles podem oferecer serviços de dados de alta velocidade a clientes até mesmo antes de mudar para a fibra ótica.

13-2.2 Tecnologia do ADSL

ADSL é uma tecnologia de transmissão recentemente padronizada que facilita o uso simultâneo do serviço de telefonia normal, transmissão de dados de downstream (descida) a 6 Mbit/s e taxa de Acesso Básico (BRA).

ADSL pode ser visto como um sistema FDM no qual a largura de banda disponível no acesso de cobre é dividido em três partes. Veja a figura seguinte. O baseband ocupado pela Rede Telefônica Tradicional é dividido em canais de dados usando um método que garante os serviços de Rede Telefônica Tradicional no caso de falha do sistema ADSL (exemplo: filtros passivos).

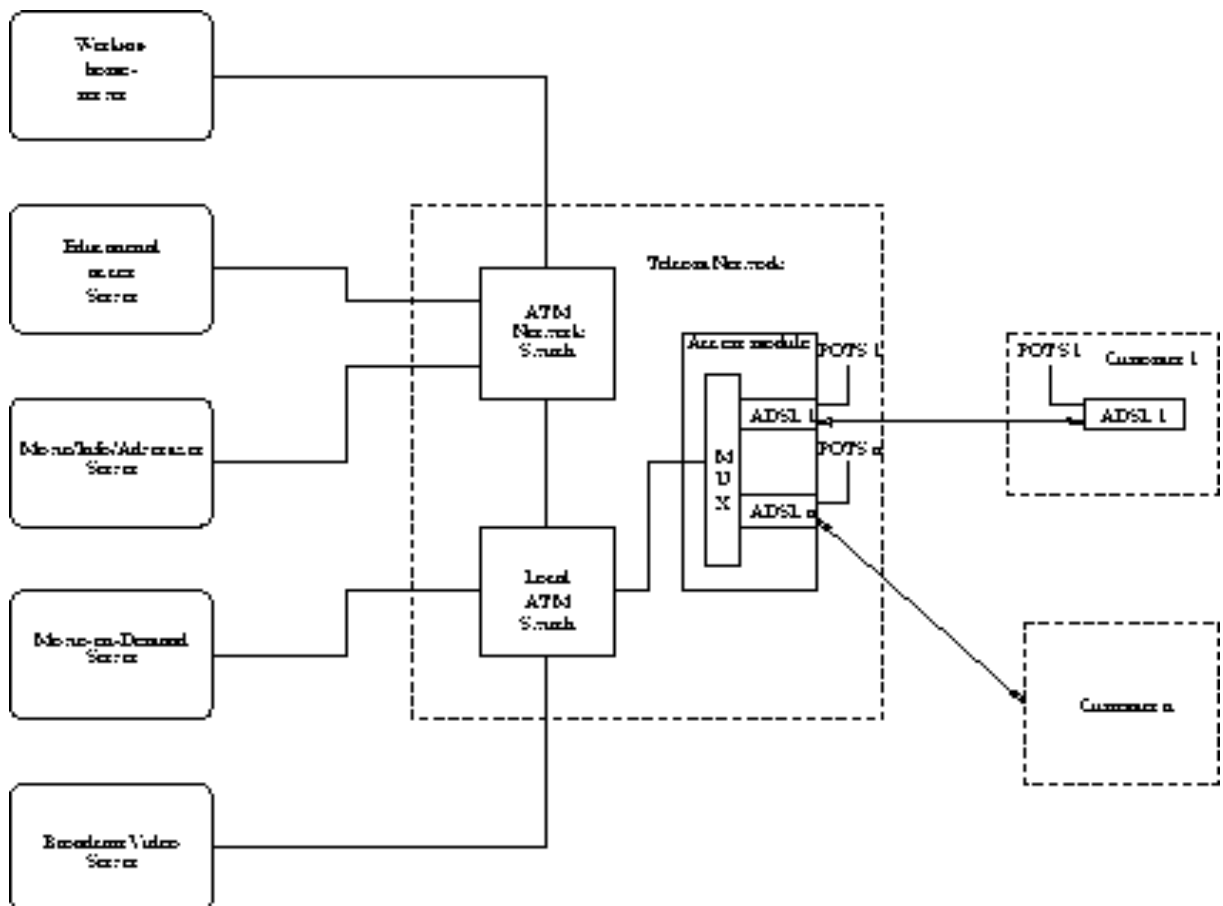


Fig 13.2 Rede de Acesso ADSL

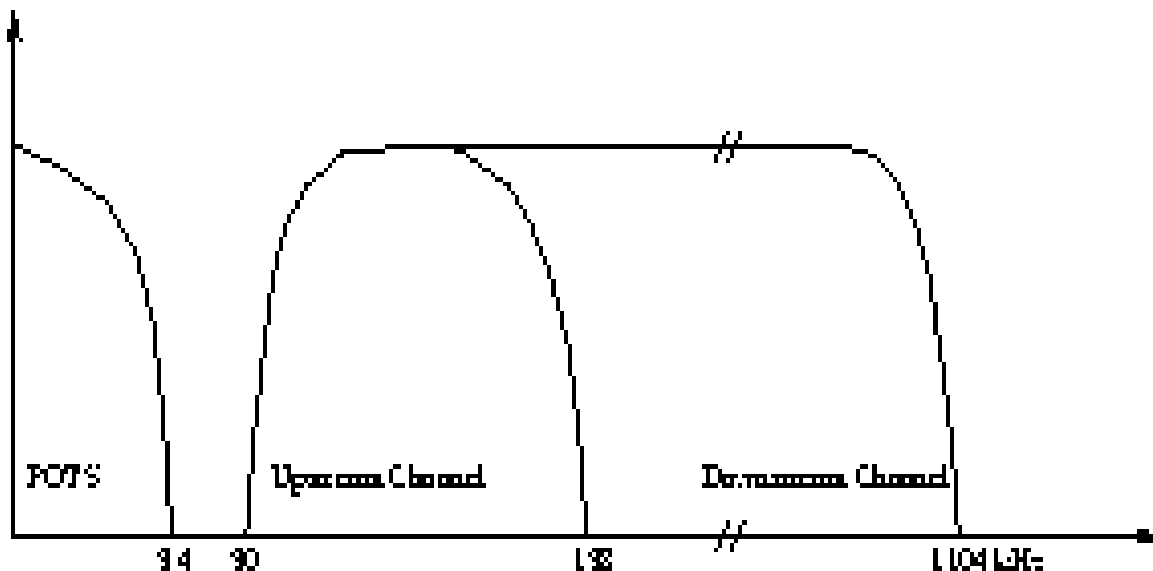


Fig 14.3 Resposta de frequência tecnologia ADSL: 0 a 14KHz – voz; 30 a 138 KHz Upload; 138 KHz a 1 MHz Download

Transferência de Dados em ADSL

A forma dominante da tecnologia ADSL no momento em que este artigo foi escrito é o DMT (Discrete Multi-Tone).

Existem outras duas formas de tecnologias habilitadas para o ADSL, tais como a CAP (Carrierless Amplitude Phase Modulation) e a QAM (Quadrature Amplitude Modulation).

Neste momento nós iremos nos concentrar no DMT.

Sistema ADSL DMT.

A máxima largura de banda suportada pelo par de cobre é de aproximadamente 1MHz.

Esta largura de banda é dividida em três distintas seções :

- (A) Conversação normal de telefonia
- (B) Canal de retorno do ADSL de baixa taxa de bits
- (C) Canal de envio ADSL de alta taxa de bits

Como pode ser visto no diagrama abaixo

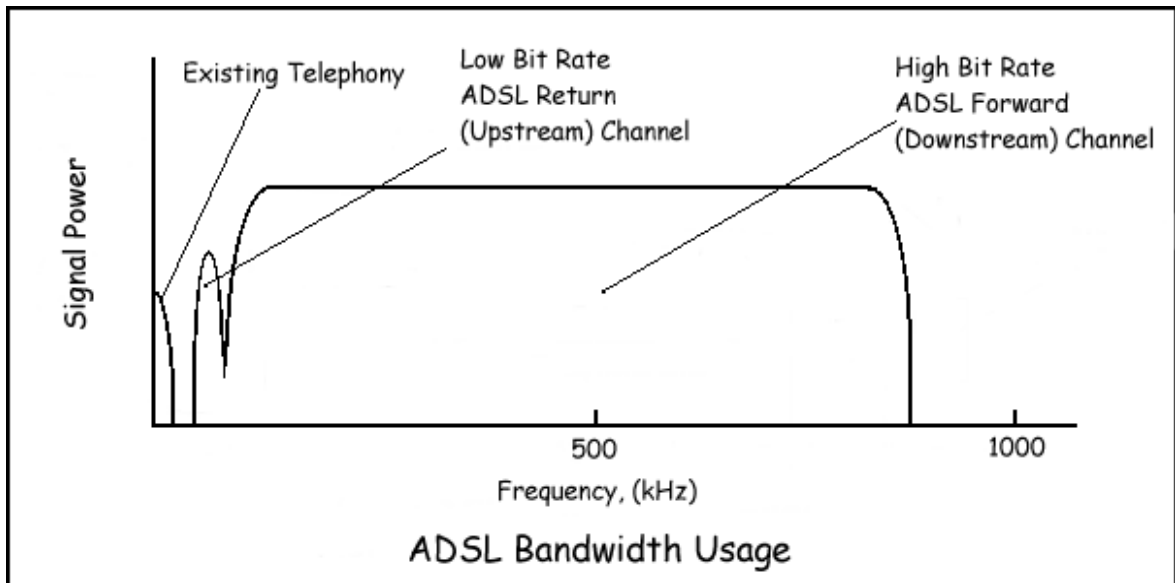


Fig 13.4 Largura de Banda tecnologia ADSL

O DMT funciona dividindo a banda disponível em múltiplos sub-canais.

Esses sub-canais são alocados a um número de bits (0-8) por hertz em cada banda de 4kHz do sub-canal, dependendo da relação sinal ruído experimentado no sub-canal.

Por exemplo, se um sub-canal em particular experimenta ruído de uma fonte externa, o mecanismo de taxa adaptativa construída nos últimos chipsets irão automaticamente alocar os canais de menores bits de taxa de dados até que o sinal de ruído reduza.

NOTA: Neste contexto, o ruído pode ser derivado de transientes tais como interferência de Rádio AM ou atenuação inerente do trem de dados pelo efeito de capacitância no loop de cobre conforme o comprimento da linha aumenta.

Isto explica a redução na taxa de dados quando a linha é aumentada

Utilização da Largura de Banda DMT

A técnica de codificação de linha Discreto Multi-Tom (DMT) é parte fundamental do padrão ANSI T1.413.

Neste ponto, vale observar que a ETSI criou um Anexo a este padrão que dará maior aceitação do padrão.

O DMT ocupa a largura de banda entre 26kHz e 1.1MHz, mas como nós já descobrimos, a largura de banda de muitas instalações de telefonia existentes não

excede 800kHz assim o desempenho de sub-canais nesta gama de frequência mais alta diminuirá.

Adicionalmente, o padrão de ANSI permite a carga de 16 bits por canal, mas a maioria das implementações atuais só carrega o canal com 8 bits.

Como a largura de banda é Alocada

A largura de banda disponível numa linha de código DMT é de 26kHz a 1.1MHz.

Ela é dividida em sub-canais discretos de 4kHz, cada hertz dos quais é alocado 8 bits em modulação QAM antes de transmissão.

Isto dá para cada sub-canal uma carga máxima de 32kbps

Agora, porque a largura de banda tem que ser dividida entre transmissão de dados de subida (upstream) e descida (downstream), nós chegamos às taxas de dados seguintes:

$$\text{Upstream} = 20 \times 8 \times 4\text{kHz} = 640\text{kbps}$$

$$\text{Downstream} = 256 \times 8 \times 4\text{kHz} = 8.1\text{Mbps}$$

Essas figuras são obtidas apenas na teoria, devido ao comprimento do acesso de par metálico, qualidade da linha, ruído, etc...irão reduzir essas figuras.

Realisticamente, 90 % dos assinantes podem obter taxa de transmissão de download (descida) de 1.5Mbps, os quais terão recursos para vídeo movimento MPEG-1 ou, mais importante, acesso à internet com desempenho extremamente rápido.

Fazendo Conexão Utilizando o ADSL

- Dividindo a largura de banda, de aproximadamente 1 mhz, no par de cobre torcido já conectado a seus equipamentos, em um número grande de sub-canais, o ADSL pode providenciar taxa de transmissão de dados de downstream (do comutador central para os equipamentos de clientes) até 6.144Mbps e de upstream (equipamentos dos usuários para o comutador central) com taxa de transmissão ao redor de 600kbps, dependendo de como a conexão é configurada.

Obviamente, isto proverá um acesso à internet de velocidade extraordinária (aproximadamente 200 vezes a taxa à qual um modem de V.34 pode operar), mas, como com a maioria das coisas há um impecilho, em que o canal de upstream (subida) opera a uma fração da velocidade à qual os dados serão recebidos.

Agora, este não é um problema para o tráfego normal na web, onde o dados recebidos excede largamente a quantia de dados transmitida para a internet.

Por exemplo, usuários do Windows 95 podem conferir isto agora mesmo posicionando o ponteiro do mouse em cima das luzes do modem na barra no lado direito da tela do PC. Espere um momento e as estatísticas de sessão serão exibidas. Infelizmente, o desempenho de transmissão de dados reduz com o aumento da distância sobre a qual a informação é transmitida.

Em resumo, isto significa que apenas os assinantes perto da estação telefônica (comutador central) receberão dados a taxas suficiente para levar vídeo MPEG-1 ou 2, mas quase todo assinante poderá obter taxa de transmissão de dados a 1.536Mbps, o qual eu estou seguro que você concordará que possibilita um excelente desempenho de acesso à Internet.

Assim, há bastante razões por que você deveria ler mais adiante.

Examinando a conexão entre seu computador e a central telefônica ...

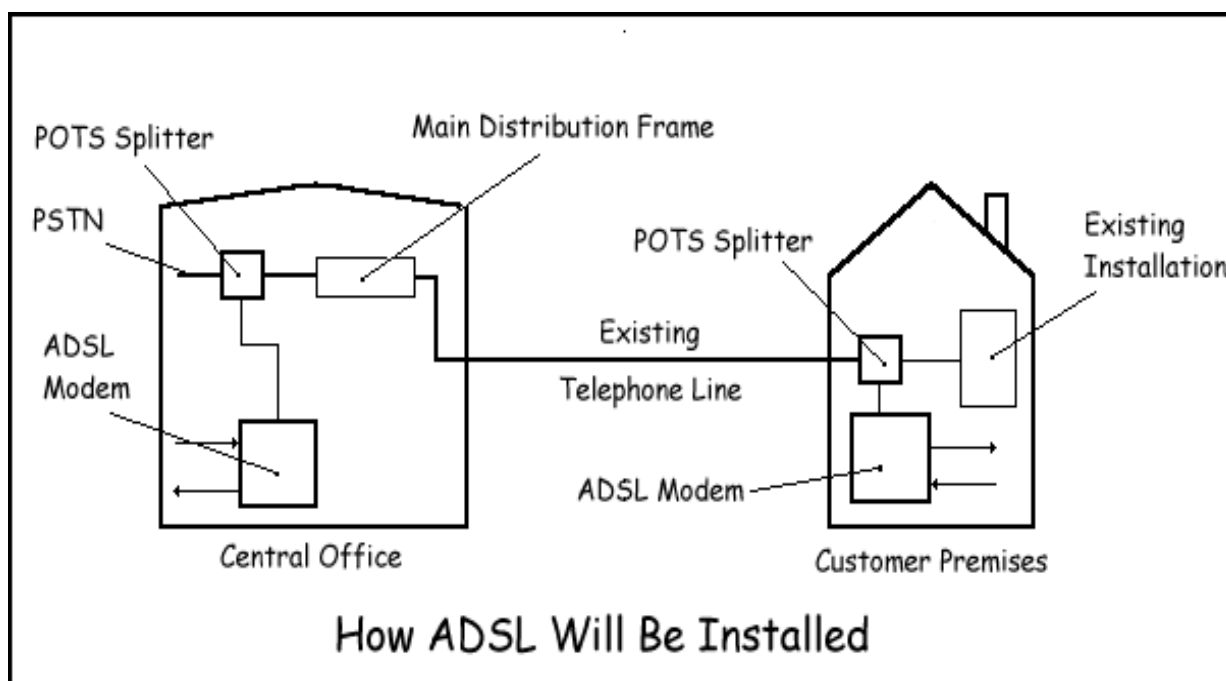


Fig 13.5 Instalação rede ADSL

Como você pode ver no diagrama acima, a instalação da tecnologia de ADSL é simples para o operador de rede e o assinante.

Tudo o que o operador de rede tem que fazer é ligar o circuito de linha do assinante (já terminado no bastidor de distribuição principal (MDF) para o equipamento de comutação via o splitter da Rede Telefônica Tradicional (filtro de separação) e ligar o modem de ADSL com seu controle e terminações de dados de áudio/visual e todo seu trabalho está completo.

Para os assinantes, a tarefa é até mais simples.

Então, conecte o(s) telefone(s) na parte de trás do splitter da Rede Telefônica Tradicional, junto com o modem de ADSL e assim que a alimentação do modem de ADSL seja aplicada uma conexão de broadband é estabelecida!.

O modem de ADSL será suprido com uma grande variedade de equipamentos, desde o modem de mesa, ao cartão de PC até o adaptador de Rede. Finalmente, deve ser notado que os assinantes servidos por sistemas pares pupinizados ou com partilhadores de linha não poderão usar o ADSL.

14 – Rede Telefônica

14.1 – Introdução

Durante quase 100 anos a rede telefônica manteve-se fiel ao conceito tradicional da telefonia analógica: trabalhar com uma largura de banda estreita de 3.100 hz e efetuar ligações telefônicas através de centrais de comutação telefônica que utilizam a técnica de comutação de circuitos.

14.2 – Sistema de Telefonia Fixa Comutada (STFC – sigla Anatel).

Todos os usuários de telefonia de um local precisam se conectar entre si e com outras localidades no país ou no exterior.

Para que isto seja feito eficientemente é necessário alguma forma de equipamento que faça tais conexões seja ele manual, eletro-mecânico ou mesmo eletrônico.

A estes equipamentos chamamos de centrais de comutação telefônica ou simplesmente de centrais telefônicas.

Os assinantes se interligam a estas centrais através de um acesso local. Normalmente este acesso é formado por pares de fios de cobre, as chamadas linhas privativas (LP's). Ele é um meio de transmissão essencialmente analógico. Outros meios de transmissão estão sendo utilizados atualmente, tais como rádio frequência, fibra ótica, satélite, etc...

Quando um assinante deseja falar com um assinante de uma outra central diferente da sua é necessário a interligação entre estas centrais. Muitas vezes entre estas duas centrais é necessário, por diversos fatores, a existência de uma terceira ou quarta central.

Forma-se então uma malha de comunicação entre as centrais telefônicas onde cada uma delas tem funções bem determinadas:

- A central que recebe as linhas dos usuários é chamada de **Central Local**.
- A central que recebe conexões das centrais locais é chamada de **Central Tandem**.
- A central que recebe as conexões das centrais Tandem é a chamada **Central de Trânsito Interurbana**. Esta central tem o maior nível hierárquico da rede pública de telefonia fixa e deve se interligar a outras centrais de mesmo nível. Em alguns pontos estratégicos elas se interligam a pelo menos uma **Central Internacional**.

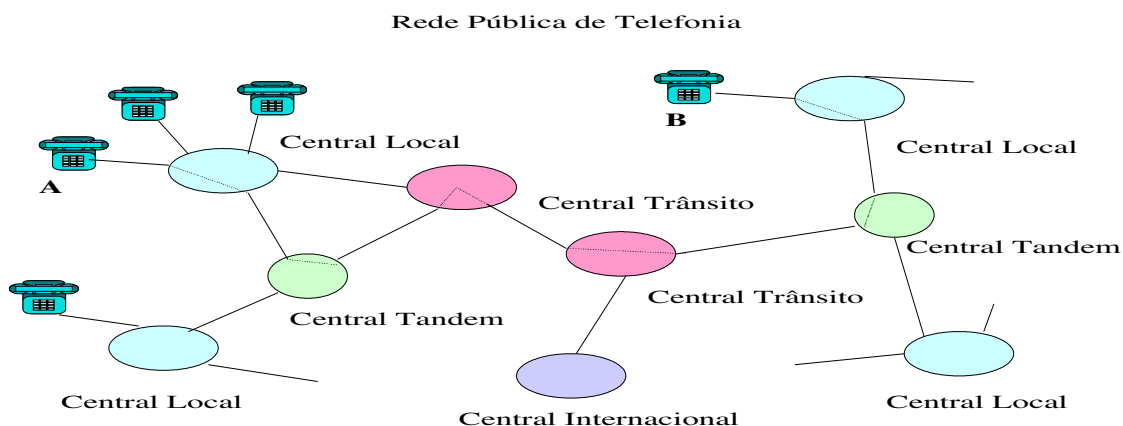


Fig. 14.1 Rede Pública de Telefonia Fixa

14-3 Evolução da telefonia

Com a digitalização dos sistemas (década de 60 em diante) o sistema telefônico começou a digitalizar a rede telefônica. Primeiramente nos circuitos de interligação entre as centrais (os chamados troncos telefônicos) que utilizando-se da técnica de multiplexação por sistema TDM.

Criou-se então o sistema hierarquizado de multiplexação baseado no sistema E1 europeu (canais de 30 canais de voz, com um agregado de 2 Mbps) ou no sistema T1 americano com 24 canais e um agregado de 1,54 Mbps.

Em seguida as próprias centrais telefônicas começaram a adotar a digitalização de seus componentes internos como os antigos registradores, marcadores, troncos e ramais. A principal inovação foi a adoção dos comutadores TDM e dos troncos baseados nos sistemas PCM (os mesmos 30 canais para conversação e 2 canais para a sincronização e sinalização).

Particularmente no Brasil com a privatização do sistema brasileiro verificou-se o boom da telefonia digital: as “n” operadoras se degladiam para oferecer as linhas digitais (linha E1, interface 2 Mbps, com 30 canais digitais de 64kbps disponíveis para o cliente, a partir de um par de fios de cobre, ou 2 pares coaxiais, ou mesmo via link de rádios ou fibra ótica). Nos últimos 6 anos as centrais privadas de telefonia (os chamados PABX’s) tem migrado da telefonia analógica para a telefonia digital.

No entanto há uma revolução em andamento na área de transmissão de dados e voz: a chamada convergência de tecnologia, ou seja, a integração de dados e voz, através da mesma rede de telecomunicação.

Como já sabemos a rede telefônica tradicional, seja analógica ou digital trabalha baseada em comutação de circuitos. Tudo se passa como se nós estendêssemos um fio desde do telefone que origina a ligação até o telefone para o qual a chamada foi realizada. Num primeiro momento a rede telefônica estende o fio e depois então a conversação pode acontecer. Por fim, após a conversação, a chamada é desfeita e todos

os circuitos telefônicos são liberados (não importando se a chamada foi local, estadual, intraestadual ou internacional).

A transmissão de dados no entanto se dá segundo a técnica de comutação de pacotes. Um pacote de dados é enviado pelo computador transmissor e este pacote de dados é roteado ou encaminhado através de sucessivas análises de cabeçalhos que são inseridos em cada um destes pacotes. Diferentemente da comutação por circuito o caminho não é traçado fisicamente entre o transmissor e receptor da mensagem. Os pacotes contém os dados para onde ele deve ser enviado e assim os pacotes de dados percorre a rede de telecomunicação segundo um caminho traçado pelos nós intermediários da rede de telecomunicação. Estes nós intermediários definem qual o melhor caminho, num determinado instante, entre os pontos A e B.

A idéia da convergência é aproveitar a mesma rede de telecomunicações que suporta os pacotes de dados e encaminhar a voz digitalizada e inserida em pacotes de dados.

Para realizar estas tarefas alguns obstáculos devem ser ultrapassados:

- o tempo que o pacote contendo voz leva para ir do ponto A para o B
- a possibilidade de jitter na rede de telecomunicação, ou seja, um pacote contendo voz, chegar em tempo diferente do pacote de voz que lhe sucedeu ou antecedeu
- a não possibilidade de retransmitir ou pacote de voz
- como lidar com eventuais descartes dos pacotes de voz

Para superar estas dificuldades e outras que não foram citadas, as operadoras de telecomunicações e grandes fabricantes de equipamentos de comunicação de dados e voz se empenham em pesquisa de novas técnicas e equipamentos.

Apesar destas dificuldades para o tráfego de voz num rede de telecomunicações criadas para transmissão de dados várias tentativas estão em andamento.

Destaca-se a tecnologia VoIP que é justamente o processo de digitalizar a voz analógica, adotar uma tecnologia de compressão na voz digitalizada, inserir o resultados desta compressão num pacote de dados do protocolo TCP/IP e finalmente enviá-lo para seu destino num rede de telecomunicação IP.

Hoje justamente a rede de telecomunicação mais adotada pela relação custo benefício é a Internet. E por ela a maioria das iniciativas da nova tecnologia de transmissão de voz é executada.

O VoIP residencial já está bem difundido e em andamento.

As operadoras de telefonia neste ano de 2005 esforçam-se para lançar seus produtos, ou pelo menos, para anunciar o lançamento dos mesmos. Este é o caso da GVT, Brasil Telecom e Telemar.

Para entender esta nova tecnologia é necessário que se conheça tanto a área de telefonia como a área de redes de computadores. O profissional que desejar permanecer no mercado de TI forçosamente deverá se atualizar nestas duas área.

15 – Bibliografia

Cap 01 – Curso Tecnologias de Comunicação - Embratel

Cap 02 - Curso Tecnologias de Comunicação - Embratel

- Artigo Técnica de Modulação Analógicas – Prof. Marco A. C. Câmara

Cap 03 – Curso Tecnologias de Comunicação - Embratel

Cap 04 – Artigos e tutorias Internet

Cap 05 - Tutorial: Comunicação de Dados - Equipe Webmaster

Cap 06 – Livro Principles of Computer Hardware (terceira edição).

Cap 07 – Apostila Comunicação de Dados – Antônio G. Thomé

- Tutorias SDLC e HDLC da Sangoma.com

Cap 08 - Artigo_Modems_ site [eHardware](#) - Autor desconhecido.

- Artigo_Modems_Transmissão Assíncrona x Síncrona

- Apostila_Redes de Computadores Professor Marco A. C. Câmara

Cap 09 – Apostila Interfaces - Marcelo Augusto Neves - Embratel.

- Tutorial site Samgoma.com

- Apostila Comunicação de Dados – Antônio G. Thomé

Cap 10 - Curso TCP/IP da Embratel

- Tutorias Internet

Cap 11 – Artigos e Tutoriais Internet

Cap 12 - Tutoriais diversos na Internet

- Curso TCP/IP da Embratel

Cap. 13 – Cursos Embratel

- Tutoriais Internet

Cap. 14- Apostila de Telefonia Ademar Felipe Fey

Livros recomendados:

Redes de Computadores, Tanembaun

Comunicação de Dados, Held

Redes de Computadores, Soares/Lemos e Colcher

16- Anexo A - Exemplos cálculo capacidade máxima de meio de transmissão

Fórmulas;

$$C = W \times \log_2 (1 + S/N)$$

$$dB = 10 \log_{10} (P1/P2)$$

$$dB = 20 \log_{10} (V1/V2)$$

$\log_b x = \log_e x / \log_e b$, onde b é a base que se quer converter e \log_e é o logaritmo neperiano (ln nas máquinas de calcular)

Exemplo 1 :

Canal de voz analógico = LB (W) = 3.000 Hz (considerando Fb=400 e Fa=3400 Hz)

Relação sinal/ruído = 30 dB

Vamos isolar o valor S/N da fórmula:

$$30 = 10 \log_{10} (S/N)$$

$$30/10 = \log_{10} (S/N)$$

$$3 = \log_{10} (S/N)$$

$$10^3 = S/N$$

$$1000 = S/N$$

Capacidade máxima do canal = C= W $\log_2 (1+1000)$

$$C = 3000 \times \log_2 1001$$

$$C = 3000 \times 9,9671 (\log_2 1001 = \log_e 1001 / \log_e 2 = 6,9087 / 0,6931 = 9,99671)$$

$$C = 29.901 \text{ bps (menor que 30.000 bps)}$$

Exemplo 2:

Num canal de 10 KHz, operando com SNR de 15 db, qual a taxa de transmissão máxima ?

$$15 = 10 \log_{10} (S/R)$$

$$15/10 = \log_{10} (S/R)$$

$$10^{1,5} = S/R \rightarrow S/R = 31,6227$$

C = W log₂ (1 + S/N)

$$C = 10000 \times \log_2 (32,6227) = (\log_2 32,6227 = \log_e 32,6227 / \log_e 2 = 3,4850 / 0,6931 = 5,0281) = 10000 \times 5,0281$$

$$C = 50.281,46 \text{ bps}$$

Exemplo 3:

Um sinal de vídeo possui uma informação com $29,9 \times 10^6$ bps. Qual é a largura de banda necessária no meio de transmissão para uma relação sinal ruído de 1000 (30 dB).

$$29,9 \times 10^6 = W \times \log_2 (1001)$$

$$W = 29,9 \times 10^6 / 9,99671$$

$$W = 3 \text{ Mhz}$$

17- Anexo B - Endereçamentos IP

17.1 Endereçamento IP

Classe	Endereços de Rede	Endereços de Equipamento	Bits iniciais	Exemplo de Endereço
A	1 a 126 (1)	0.0.1 a 255.255.254 (2)	0.0.0.0 (3)	25.2.3.15
B	128.0 a 191.255	0.1 a 255.254 (2)	10.0.0.0	130.26.58.2
C	192.0.0 a 223.255.255	1 a 254 (2)	110.0.0.0	200.21.235.68
D	224.0.0.0 a 239.255.255.255	Endereços Multicast	1110.0.0.0	226.35.45.21

(1) Duas redes são reservadas:

0.x.x.x -- endereço utilizado para indicar que o endereço origem é desconhecido

127.x.x.x -- rede reservada para endereço de loopback (endereço 127.0.0.1 indica o próprio equipamento)

(2) Em cada rede existem os endereços reservados:

x.0.0.0 -- indica a própria rede (classe A)

x.x.0.0 -- indica a própria rede (classe B)

x.x.x.0 -- indica a própria rede (classe C)

x.255.255.255 -- indica o endereço de broadcast de uma rede classe A

x.x.255.255 -- indica o endereço de broadcast de uma rede classe B

x.x.x.255 -- indica o endereço de broadcast de uma rede classe C

(3) Sub-redes

Classe	Endereços de Rede	Endereços de Equipamento	Máscara	Nr de Bytes de Rede	Nr de Bytes de Equipamento
A	1 a 126	0.0.1 a 255.255.254	255.0.0	1	2
B	128.0 a 191.255	0.1 a 255.254	255.255.0.0	2	2
C	192.0.0 a 223.255.255	1 a 254	255.255.255.0	3	1

Sub-redes Classe C

	/24	/25	/26	/27	/28	/29	/30
Máscara 255.255.255	0	128	192	224	240	248	252
Número de Sub-redes	1	2	4	8	16	32	64
Nr endereços total	256	128	64	32	16	8	4
Nr endereços válidos	254	126	62	30	14	6	2

17.2 IP's privativos (só podem ser utilizadas em redes locais):

Nome	Endereço IP inicial	Endereço IP Final	Descrição classe cheia	Bloco CIDR mais largo
bloco de 24-bit	10.0.0.0	10.255.255.255	Classe A simples	10.0.0.0/8
bloco de 20-bit	172.16.0.0	172.31.255.255	16 contíguas classes Bs	172.16.0.0/12
bloco de 16-bit	192.168.0.0	192.168.255.255	256 contíguas classes Cs	192.168.0.0/16

17.3 Valor em Decimal de cada posição do bit no byte

7	6	5	4	3	2	1	0
^	^	^	^	^	^	^	^
2	2	2	2	2	2	2	2

128 64 32 16 8 4 2 1

endereçamento IP.doc 24/12/06

18- Anexo C – Utilitários TCP/IP

TCP/IP Utility	Function
Ping	Verifies configuration and connection
FTP	Provides bi-directional file transfers, using TCP datagrams
TFTP	Uses UDP for file transfers
Telnet	Character based terminal emulation
RCP	Remote copy protocol - copies files between a UNIX host and NT server
RSH	Remote Shell - run commands on UNIX host
REXEC	Run a remote process on UNIX box
Finger	Retrieves system data from remote UNIX system
ARP	Displays a cache of locally resolved IP to MAC addresses
IPCONFIG	Displays current IP configuration data
NSLOOKUP	Examines entries in the DNS database
TRACERT	Verifies the route used from the local to the remote host
LPR	Prints a file
LPQ	Queue information from LPD service
NBTSTAT	Displays a list of NetBIOS names resolved to IP addresses
Netstat	Displays TCP/IP protocol information
Route	Displays or modifies local routing table
Hostname	Returns the hostname

Figure 1.- Windows 2000 TCP/IP utilities

19 - Anexo D - Unidades de Medidas

Nome	Símbolo	Fator multiplicativo
exa	E	10^{18}
peta	P	10^{15}
tera	T	10^{12}
giga	G	10^9
mega	M	10^6
quilo	k	10^3
hecto	h	10^2
deca	da	10
deci	d	10^{-1}
centi	c	10^{-2}
mili	m	10^{-3}
micro	μ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}
pico	p	10^{-12}
femto	f	10^{-15}
ato	a	10^{-18}

20- Anexo E – Exercícios

Capítulo: 1 – Comunicação – Conceitos Básicos

1) Quais são os elementos de um sistema de comunicação ?

2) Una a 1ª coluna com a 2ª.

1. Transmissor () elemento que recebe o sinal do meio de TX
2. Meio Transmissão () sinal indesejável numa comunicação
3. Receptor () elemento que transmite o sinal no meio de Tx
4. Ruído () meio físico que interliga dois equipamentos de comunicação

3) Qual a função do protocolo da linguagem (código) num sistema de comunicação ?

4) Qual a diferença entre sinal e informação num sistema de comunicações ?

5) Una a 1ª coluna com a 2ª.

1. Sinal () sinal com valores infinitos
2. Informação () sinal com valores discretos
3. Analógico () a forma técnica da informação sendo transmitida
4. Digital () dado útil que eu desejo transmitir

6) A capacidade de Transmissão de uma canal em telecomunicações depende da largura de banda deste canal ? Por que ??

7) Una a 1ª coluna com a 2ª.

1. Baud () de 0 a 100 Mhz
2. Taxa de bits () 300 a 3.400 hz
3. Banda de fonia () número de bits transmitidos por segundo
4. Banda cabo cat 5 () número de intervalos de sinalização por segundo

8) Porque o ruído influi num processo de transmissão de informação entre um transmissor e um receptor ??

9) Qual das respostas abaixo indica as principais características de um sinal analógico?

- () bits 0 e 1
- () amplitude, frequência e fase
- () amostragem, quantização, compressão e codificação
- () frequência, ciclos por segundo e período

10) Qual a diferença entre sinal e ruído ?

11) O que afirma a lei de Nyquist ?

12) O que afirma a lei de Shannon ?

13) Una a 1ª coluna com a 2ª.

1. Nyquist () relação sinal/ruído
2. Shannon () diferença entre a maior e menor frequência aceita pelo canal
3. S/N () definiu a Capacidade máxima de transmissão de um canal
4. banda () definiu a Capacidade máxima de TX um canal sujeito a ruídos

14) Calcule a máxima taxa de transmissão possível num cabo de par metálico cuja largura de banda é de 3 000 Hz e L possui 2 níveis de amplitude ?

15) O que é a atenuação de um sinal ?

16) Una a 1ª coluna com a 2ª.

1. ruído térmico () interferência entre dois pares metálicos vizinhos
2. ruído de intermodulação () ruído intermitente que aparece num canal

- 3. ruído de crosstalk () inerente ao movimento dos elétrons nos condutores
- 4. ruído impulsivo () interferências de frequências no mesmo meio físico

Capítulo: 2 – Modulação

1) Qual a finalidade da Modulação de um Sinal ?

2) Qual a função do Modem ?

3) Una a 1ª coluna com a 2ª.

- 1. sinal modulante () sinal de características conhecidas
- 2. sinal modulado () sinal original que se quer transmitir
- 3. sinal de portadora () resultado do batimento do sinal modulante e a portadora
- 4. ruído () sinal que limita a capacidade de transmissão do canal

4) Qual a diferença entre a taxa de Bps e a taxa de Bauds ?

5) Una a 1ª coluna com a 2ª.

- 1. período () valor da tensão elétrica de um sinal
- 2. frequência () tempo em que se realiza uma ciclo do sinal
- 3. amplitude () localização dos sinais em relação ao tempo
- 4. fase () número de ciclos por segundo

6) Calcule a máxima taxa de transmissão possível num cabo de par metálico cuja largura de banda é de 100 Mhz e L possui 32 níveis de amplitude ?

7) Una a 1ª coluna com a 2ª.

- 1. ASK () modulação por deslocamento da frequência
- 2. FSK () modulação por deslocamento da amplitude
- 3. PSK () modulação por deslocamento da fase binária
- 4. DPSK () modulação por deslocamento da fase

8) Porque surgiu a necessidade de utilizar as técnicas combinadas de modulação ?

9) Quais as duas técnicas de modulação utilizadas na modulação QAM ?

Capítulo: 3 – Multiplexação

1) Qual a finalidade da Multiplexação de sinais ?

2) Quais os tipos de multiplexações básicas ?

3) Una a 1ª coluna com a 2ª.

- 1. TDM () baseada na divisão de código
- 2. FDM () acesso múltiplo por multiplexação de código
- 3. CDM () baseada na divisão de tempo
- 4. CDMA () baseada na divisão de frequência

4) Qual a função do equipamento chamado de multiplexador ?

5) Una a 1ª coluna com a 2ª.

- 1. ATDM () acesso múltiplo FDM
- 2. STDM () acesso múltiplo CDM
- 3. FDMA () TDM assíncrono
- 4. CDMA () TDM síncrono

5) Descreva a hierarquia de sinais digitais Européia.

6) Qual é a estrutura básica do quadro E1 ?

7) Descreva a hierarquia de sinais digitais Americana

8) Qual é estrutura básica do quadro T1 ?

9) Una a 1ª coluna com a 2ª.

- 1. E1 () 274 Mbps

- 2. E4 () 1,544 Mbps
- 3. DS-1 () 2,048 Mbps
- 4. DS-4 () 139 Mbps

9) Para que serve a tecnologia SDH e SONET ?

10) Qual o meio de transmissão usado na tecnologia SONET ?

Capítulo 4: Modelo de Referência de Interconexão OSI e TCP/IP

1) Explique o modelo de referência de Interconexão OSI.

2) Una a 1ª coluna com a 2ª.

- 1. cabos e conectores () camada 7 OSI
- 2. enlace de com. de dados () camada 2 OSI
- 3. comunicação fim a fim () camada 1 OSI
- 4. ftp () camada 4 OSI

3) Una a 1ª coluna com a 2ª.

- 1. ethernet () nível 4 TCP/IP
- 2. ip () nível 3 TCP/IP
- 3. tcp () nível 2 TCP/IP
- 4. http () nível 1 TCP/IP

4) Explique as diferenças entre o modelo OSI e TCP/IP.

5) Qual a função da camada de nível 1 do modelo OSI ?

6) Una a 1ª coluna com a 2ª.

- 1. camada física () cuida do roteamento dos pacotes de informações
- 2. camada rede () estabelece um canal de comunicação fim a fim
- 3. camada transporte () permite ao usuário final utilizar os programas aplicativos
- 4. camada aplicação () cuida das interfaces físicas e elétricas

7) Qual o protocolo de comunicação utilizado na Internet ?

8) Una a 1ª coluna com a 2ª.

- 1. X.25 () modelo de arquitetura de redes de computadores
- 2. ITU () protocolo de comunicação adotado como padrão de fato
- 3. TCP/IP () padrão do modelo OSI de protocolo de comunicação
- 4. modelo OSI () organismo internacional de padronização em telecomunicações

9) Cite 03 protocolos ligados à camada de aplicação do modelo de referência TCP/IP.

10) Qual o protocolo do nível de enlace mais utilizado nas redes LAN ?

11) Qual a função da sub-camada MAC e LLC no protocolo Ethernet ?

Capítulo: 5 – Meios de Transmissão

1) Qual a finalidade dos Meios de Transmissão ?

2) Quais as características que determinam a utilização de um Meio de Transm. ?

3) Una a 1ª coluna com a 2ª.

- 1. Largura de Banda () ligação física entre pontos A e B
- 2. Capacidade de TX () caminho dentro de um circuito
- 3. Canal () gama de frequência aceita pelo meio de transmissão
- 4. Circuito () quantidade de informações que podem ser transmitidas

4) Quais as desvantagens do par metálico como Meio de Transmissão ?

5) Onde é utilizado atualmente o cabo coaxial ?

6) Quais as vantagens da fibra ótica ?

7) Una a 1ª coluna com a 2ª.

- 1. par metálico () muito utilizado nas conexões internas de equipos. de TX
- 2. cabo coaxial () imune a ruído eletromagnético
- 3. fibra ótica () tem Largura de Banda limitada
- 4. rádio () transmite a informação pelo ar

8) Una a 1ª coluna com a 2ª.

- 1. par metálico () era muito usado em redes locais de computadores
- 2. cabo coaxial () maior parque instalado em redes de telecomunicações
- 3. fibra ótica () utilizado em pequenas distâncias para acesso local da Tele
- 4. satélite () utilizado atualmente para montar o backbone da Tele
- 5. rádio () utilizado onde não há outro meio de transmissão

9) Una a 1ª coluna com a 2ª.

- 1. par metálico () utiliza dois condutores na sua constituição por sentido de Tx
- 2. cabo coaxial () precisa de visada direta entre os dois pontos (até 50 Km)
- 3. fibra ótica () independe da distância entre os dois pontos
- 4. satélite () muito utilizado para montar o backbone da operadora
- 5. rádio () são espaçadas entre 30 e 60 quilômetros no backbone da Tele
- 6. microondas () capacidade depende do comprimento do cabo

Capítulo: 6 – Comunicação de Dados

1) Qual a finalidade da Comunicação de Dados ?

2) Qual a finalidade da codificação dos dados binários?

3) Quais são os modos (sentido) de transmissão de dados ?

4) Una a 1ª coluna com a 2ª.

- 1. código de 4 bits () EBCDIC
- 2. código de 5 bits () ASCII
- 3. código de 7 bits () Baudot
- 4. código de 8 bits () BCD

5) Quais são as técnicas de sincronismo utilizadas em comunicação de dados ?

6) Qual a diferença entre a Transmissão Serial e Transmissão Paralela na transferência de bits ?

7) O que é o modem analógico e o modem digital ?

8) Qual a função da Detecção e Correção de Erros

9) Para que serve o estabelecimento e controle de comunicação ?

10) Qual a aplicação dos modems digitais e modems analógicos ?

11) Una a 1ª coluna com a 2ª.

- 1. Modem () interliga o ETD à CC da operadora
- 2. Multiplexador () modula o sinal digital no meio físico
- 3. Interface () permite interligação de vários equipos no mesmo meio físico
- 4. Acesso () permite a interligação entre dois equipamentos distintos

12) Una a 1ª coluna com a 2ª.

- 1. rede Local () interligação entre várias redes de computadores
- 2. rede MAN () rede de computadores localizada entre sites distantes
- 3. rede WAN () rede de computadores localizada num mesmo local
- 4. rede Internet () rede de computadores localizada na mesma cidade

13) Una a 1ª coluna com a 2ª.

- 1. Baudot () código de 7 bits de dados + start + stop
- 2. ASCII () código de 5 bits de dados + start + stop
- 3. BCD () código de 4 bits (eletrônica digital)
- 4. EBCDIC () código de 8 bits de dados + start + stop

14) Una a 1ª coluna com a 2ª.

- 1. X.25 () modelo de arquitetura de redes de computadores
- 2. ITU () protocolo de comunicação padrão de fato
- 3. modelo TCP/IP () protocolo de comunicação padrão do modelo OSI
- 4. modelo OSI () organismo internacional de padronização em telecom

Capítulo: 7 – Transmissão Serial Síncrona e Assíncrona

1) O que significa Taxa de Bit (Bit Rate) ?

2) Una a 1ª coluna com a 2ª.

- 1. Start Bit () permite verificação de erros na transmissão
- 2. Stop Bit () bits que codificam o byte transmitido
- 3. Bits de dados () bit que sinaliza o final da transmissão em andamento
- 4. Bit de Paridade () bit que sinaliza o início de uma nova transmissão

3) Explique o que é Taxa de Baud (Baud-rate)

4) Cite três características da técnica de transmissão assíncrona.

5) Cite três características da técnica de transmissão síncrona.

6) Una a 1ª coluna com a 2ª.

- 1. flag de 8 bits () onde está inserida a informação propriamente dita
- 2. campo de controle () bits que não constituem informações sendo transmitidas
- 3. campo de dados () indica o início e o final de um trem de bits (frame)
- 4. overhead () indica o tipo de frame

7) Qual a diferença entre uma transmissão síncrona e assíncrona ?

8) Una a 1ª coluna com a 2ª.

- 1. sincroniza a cada byte () resto da divisão da mensagem (bits) pelo polinômio
- 2. sincroniza por bloco de bits () método de correção de erro
- 3. FCS () transmissão assíncrona
- 4. CRC () transmissão síncrona

9) De que forma é estabelecido o sincronismo (clock) entre o transmissor e o receptor numa transmissão síncrona ?

10) Para que servem as técnicas de codificação Manchester e o Manchester Diferencial ?

11) Para que servem as técnicas de detecção e correção de erros ?

Capítulo: 8 – Modems

1) Para que serve o modem ?

2) Una a 1ª coluna com a 2ª.

- 1. modulação ASK () modulação por deslocamento de fase
- 2. modulação FSK () modulação por deslocamento de amplitude
- 3. modulação PSK () modulação por deslocamento de fase + amplitude
- 4. modulação QAM () modulação por deslocamento de frequência

3) Explique resumidamente a modulação por codificação Treliça (TCM).

4) Una a 1ª coluna com a 2ª.

1. PSK () modulação por quadratura de amplitude e fase
2. DPSK () modulação por codificação treliça
3. QAM () modulação por deslocamento de fase
4. TCM () modulação por deslocamento diferencial de fase

5) Explique o que são os protocolos de modulação padrão ITU-T.

6) Una a 1ª coluna com a 2ª.

1. V21 () padrão mundial modem 1200 bps modulação PSK
2. V22 () padrão mundial modem 1200/75 bps modulação FSK
3. V22BIS () padrão mundial modem 300 bps modulação FSK
4. V23 () padrão mundial modem 2400 bps modulação QAM

7) Qual a vantagem da modulação QAM sobre a FSK e PSK ?

8) Una a 1ª coluna com a 2ª.

1. V26 () padrão mundial modem 28.800 bps modulação TCM
2. V29 () padrão mundial modem 28.800/56.000 modulação TCM
3. V34 () padrão mundial modem 2400 bps modulação PSK
4. V90 () padrão mundial modem 9600 bps modulação QAM

9) Qual a vantagem da modulação TCM sobre as demais técnicas de modulação ?

10) Qual a diferença entre os modems analógicos e modems digitais ? Onde eles são utilizados ?

Capítulo: 9 – Interfaces de Dados

1) Para que serve uma interface de dados ?

2) Una a 1ª coluna com a 2ª.

1. RS-232 () interface utilizada em circuito de alta velocidade
2. V-35 () padrão mecânico para a interface padrão V-35
3. M-34 () interface utilizada em circuito de baixa velocidade
4. DB-25 () padrão mecânico para a interface padrão RS-232

3) Explique os circuitos 103 e 104 de uma interface RS-232.

4) Una a 1ª coluna com a 2ª.

1. 105 () modem pronto
2. 106 () detecção de portadora
3. 107 () requisição para transmitir
4. 109 () pronto para transmitir

5) Qual a diferença entre os circuitos de relógio 113 (relógio externo), 114 (relógio interno) e 115 (relógio de recepção) ?

6) Una a 1ª coluna com a 2ª.

1. terra de sinal () pinos P e S interface V-35
2. transmissão de dados () pino 7 interface V-24 (RS-232)
3. portadora presente () pinos U e W na interface V-35
4. clock externo () pinos 13 e 31 na interface V.36

7) Em que tipo de circuito é utilizada a interface G-703 ?

8) Qual a mídia (meio de transmissão) utilizado na interface G703 ?

9) Qual o tipo de interface utilizados atualmente nos circuitos digitais de comunicação de dados ?

10) Quais são os conectores padrão de mercado (de fato) utilizados hoje no cabo do aparelho telefônico e no cabo de conexão à rede LAN (cabo azul) ?

Capítulo: 10 – Protocolos de Comunicação

1) Para que servem os protocolos de comunicação ?

2) Una a 1ª coluna com a 2ª.

1. Protocolo orientado a byte () exemplo de protocolo orientado a byte
2. Protocolo orientado a bit () exemplo de protocolo orientado a bit
3. BSC () sincronismo definido por um byte (carater)
4. X.25 () sincronismo definido por bits (flag)

3) Os protocolos orientados a bytes funcionam no modo de transmissão full-duplex ?? Porque ??

4) Assinale os protocolos orientados a bit.

- () BSC
- () TTY
- () SDLC
- () X25

5) Os protocolos de comunicação orientados a bit podem funcionar no modo Full Duplex. Qual a vantagem desta característica ?

6) Una a 1ª coluna com a 2ª.

1. campo flag () endereço da máquina de origem e destino
2. campo endereço () indica o tipo de quadro sendo transmitido
3. campo controle () informação propriamente dita
4. campo informação () indica início e fim do quadro

7) Quais os campos do protocolo de nível de enlace chamado de LAPB ?

8) Em que nível (camada) do modelo OSI atua o protocolo X.25 ?

9) Para que serve o campo Checksum no protocolo LAPB ?

Capítulo 11: Introdução às redes locais (LAN)

1) Quais as principais topologias utilizadas na montagem de uma rede LAN ??

2) Una a 1ª coluna com a 2ª.

1. estrela () as estações são ligadas em série
2. anel () rede totalmente interligada
3. barramento () todas estações se ligam a um ponto central
4. full-meshed () todas estações se ligam a um barramento principal

3) Explique a diferença entre a operação do Hub e do Switch numa rede LAN.

4) Una a 1ª coluna com a 2ª.

1. hub () opera no nível 2 protocolo OSI
2. bridge () opera no nível 3 protocolo OSI
3. switch () opera no nível 1 protocolo OSI
4. roteador () interliga redes que operam com mídias diferentes ou iguais

5) Por que o switch oferece maior performance do que o Hub numa rede LAN ?

6) O que é domínio de colisão ?

7) Cite duas características da Bridge ?

8) O que significa as siglas 10BaseT, 10Base2, 10 Base5 e 100BaseFx ?

9) Qual o meio de transmissão das 4 tecnologias de rede local citado na questão 8 ?

10) Como funciona o protocolo ARP ?

11) Qual a função de um roteador numa rede LAN ou WAN ?

Capítulo 12: Introdução ao TCP/IP

- 1) Qual a diferença entre o endereço físico e lógico de uma estação na rede LAN ?**
- 2) Quantos octetos formam um endereço IP (versão 4) ??**
- 3) Quais as classes de endereço IP utilizadas comercialmente ?**
- 4) Para que aplicações são utilizadas as classes D e E do IP ?**
- 5) Una a 1ª coluna com a 2ª.**
 1. endereço classe A () 191.255.1.1
 2. endereço classe B () 126.1.1.1
 3. endereço classe C () 224.100.1.1
 4. endereço classe D () 223.100.1.1
- 6) Explique o funcionamento da máscara no endereçamento IP.**
- 7) Una a 1ª coluna com a 2ª.**
 1. 192.168.1.255 () indica a própria estação
 2. 127.0.0.1 () broadcast para uma rede específica
 3. 200.100.55.0 () endereço de loopback
 4. 127.0.0.0 () indica uma determinada rede
- 8) Qual a função do default gateway ?**
- 9) O que é uma tabela de roteamento ?**
- 10) O que é o roteamento direto ?**
- 11) O que é o roteamento indireto ?**

Capítulo: 13 Redes de Acesso

- 1) Quais os principais meio de transmissão utilizados na rede de Acesso das Operadoras ?**
- 2) Una a 1ª coluna com a 2ª.**
 1. fibra ótica () utilizado até 40 km entre usuário e PPE da operadora
 2. par metálico () utilizado onde não há outro meio de tx disponível
 3. rádio () utilizado no backbone da operadora
 4. satélite () maior base instalada
- 3) Explique a diferença entre Acesso, Rede Acesso e Rede de Telecomunicação..**
- 4) Una a 1ª coluna com a 2ª.**
 1. linha dedicada () a infra-estrutura pode ser utilizada por qualquer cliente
 2. linha discada () a infra-estrutura é privativa de um determinado cliente
 3. rede privativa () linha exclusiva 24 horas, ponto a ponto
 4. rede pública () linha por chamada telefônica até a rede pública
- 5) Qual a principal característica da tecnologia ISDN ?**
- 6) Una a 1ª coluna com a 2ª.**
 1. LPCD () meio mais moderno na rede de acesso
 2. ligações discadas () depende da localização física do cliente e do PPE
 3. fibra ótica () linha dedicada 24 horas por dia
 4. rádio acesso () utiliza a rede pública de telefonia
- 7) Qual as principais características da tecnologia xDSL ?**
- 8) Qual é a grande vantagem das operadoras de telecomunicações denominadas “Incumbents” em relação às concorrentes no Brasil ???**
- 9) Qual a principal finalidade da Rede de Acesso ?**

Capítulos: 14 – Rede Telefônica

- 1) **Qual a diferença entre a telefonia analógica e digital ?**
- 2) **Qual a diferença entre a técnica de comutação de circuitos e a de comutação de pacotes ?**
- 3) **Quantas chamadas telefônicas aceita uma linha analógica ?**
- 4) **Quantas chamadas telefônicas aceita uma linha digital ?**
- 5) **Qual a taxa de transmissão de um canal digital de voz ?**
- 6) **Resuma o conceito do VoIP.**
- 7) **Quais os obstáculos técnicos para a viabilização do VoIP com a mesma qualidade da telefonia tradicional (99,999 % de qualidade, segundo o mercado americano) ?**
- 8) **Porque no VoIP necessitamos comprimir a voz digitalizada ?**
- 9) **Qual a diferença entre a telefonia tradicional e o VoIP ?**

aff 28.12.05

Sistema Rádio

O rádio surgiu das pesquisas de Hertz, Marconi e Landel de Moura, e sua utilização foi inicialmente transportando sinais de morse, daí ser chamado inicialmente de telégrafo sem fio, sendo recebidos como fagulhas em um “para raio de chifre”, tal qual na primeira experiência de Hertz. Sua importância ficou demonstrada no naufrágio do Titanic, onde sem ele, a tragédia teria sido muito maior. Seus sinais em Morse chamaram a ajuda de barcos próximos, isto acabou transformando o rádio em equipamento obrigatório nas embarcações.

Diferentemente da eletricidade e das ondas mecânicas (como som), as ondas de rádio não necessitam de um meio para se propagarem. Tal qual a luz, as chamadas ondas de rádio são ondas eletromagnéticas, formadas por dois campos perpendiculares, um elétrico e um magnético. Entretanto, como todas as ondas, apresenta características próprias em cada meio que se propague, estando sujeita aos fenômenos próprios da ondulatória tais como: difração, reflexão, absorção e interferências construtivas e destrutivas.

Os sistemas que não utilizam “meios físicos” são aqueles que transmitem os dados pelo ar como a transmissão por raios infravermelhos, lasers e nas diversas faixas de rádio.

Cada uma destas técnicas é adequada a certas aplicações, que podem ser empregadas em comunicações digitais e analógicas de sinais de voz, interligação de LANs, WANs e sinais de vídeo.

Existem também alguns fatores a serem levados em conta:

- ❑ Custo dos equipamentos - estes podem ser justificados haja visto o custo de uma ligação com LPCD, em alta velocidade por uma concessionária pública ou em local onde esta última não oferece este serviço ;
- ❑ Regulamentação pública necessária nos casos de transmissão via rádio.
- ❑ Problemas relacionados com a propagação dos sinais de rádio ou neblinas nos casos de transmissão via infravermelho ou laser.

O espectro eletromagnético se divide da seguinte forma

<i>FAIXA</i>	<i>DESIGNAÇÃO</i>		Uso
300 Hz a 3000 Hz	ELF	Ondas Extremamente Longas	Comunicação para submarinos, para escavações de minas, etc.
3 kHz a 30 kHz	V.L.F.	Ondas Longas Muito	idem
30 kHz a 300 kHz	L.F.	Ondas Longas	Auxílio à navegação aérea, serviços marítimos, radiodifusão local
300 kHz a 3000 kHz	M.F.	Ondas Médias	idem
3 Mhz a 30 Mhz	H.F.	Ondas Tropicais Ondas Curtas	Radiodifusão local e distante, serviços marítimos (Estações Costeiras)
30MHz a 300 Mhz	V.H.F.		comerciais e particulares de comunicação, serviços de segurança pública (polícia, bombeiros)
300 MHZ a 3000 MHZ	U.H.F.		idem
3 GHz a 30 GHz	S.H.F.	Microondas	Comunicação pública à longa distância: sistemas interurbanos e internacional em radiovisibilidade, tropodifusão e satélite.
30 GHz a 300 GHz	EHF	Microondas	idem

Onde :

- E.L.F. - Extremely Low Frequency
- V.L.F. - Very Low Frequency
- L.F. - Low Frequency
- M.F. - Medium Frequency
- H.F. - High Frequency
- V.H.F. - Very High Frequency
- U.H.F. - Ultra High Frequency
- S.H.F. - Super High Frequency
- E.H.F. - Extremely High Frequency

5.6.2 - Propagação das ondas de rádio

A propagação das ondas de rádio na face da terra é influenciada basicamente pelas propriedades do solo e da atmosfera. Considerando a não homogeneidade da terra, as propriedades variam muito entre um ponto e outro. A água do mar é altamente condutora, já as areias do deserto são dielétricas, ou seja com condutividade quase nulas, dissipando energia com as perdas por polarização.

A atmosfera é um meio extremamente mutável com alterações de umidade, temperatura, grau de ionização, etc..

Lembrando das aulas de geografia, a atmosfera pode ser dividida em diversas camadas, uma delas é a ionosfera, com alto grau de ionização. Esta camada é grande condutora de uma gama de frequências, refletindo-as para a terra. Suas propriedades são muito influenciadas pelo sol, sendo que alterações marcantes ocorrem do dia para a noite e durante as estações. O responsável por isto é o vento solar, formado por íons, a espessura da ionosfera varia com sua intensidade, mudando o ângulo de reflexão. O vento solar tem uma grande variação conforme o ciclo de onze anos, onde o número de manchas solares (grandes explosões que lançam íons no espaço) aumentam muito.

Outro fator que afeta a propagação das ondas eletromagnéticas são as variações do campo magnético da terra.

Alguns fenômenos da atmosfera estão ligados a fatores como o magnetismo da terra, gases da atmosfera e o vento solar. As auroras boreal e austral, fenômeno que ocorre nas regiões próximas dos pólos magnéticos se devem ao encontro dos íons do vento solar com gases da atmosfera, ionizando-os e tornando-os fosforescentes.

A energia irradiada por um transmissor pode seguir diversos caminhos, como os apresentados na figura a seguir.

As ondas recebidas ganham nomes de acordo com o caminho percorrido, a saber:

Ondas nas faixas entre 3MHz e 50MHz, são refletidas na Ionosfera e se chamam ionosféricas ou celestes.

Ondas das faixas de VHF, UHF e SHF, refletidas na troposfera (10 Km da superfície) são chamadas troposféricas.

Além das ondas citadas acima temos as ondas terrestres, que se subdividem em:

Ondas espaciais, que se propagam diretamente de uma antena a outra, ou que sofrem uma reflexão na superfície da terra antes de atingir a antena receptora(também chamadas de ondas refletidas). As ondas espaciais podem ser das faixas de VHF, UHF e SHF, já as refletidas são predominantemente das faixas de VHF e UHF.

Ondas de superfície, são aquelas que guiadas ao longo da superfície da terra, são frequências muito baixas, não ultrapassando 3MHz. Seu comportamento é o mesmo das ondas que seguem por guias de ondas.

A forma mais simples de propagação é aquela que a onda se irradia da antena transmissora para a receptora em uma linha reta. É a onda direta. Parte desta energia transmitida irradia em direção ao solo onde reflete, formando a onda refletida. Este tipo de comunicação é realizado normalmente com microondas e não passam de 60 Km.

Caso haja necessidade de se transmitir mais longe, há a necessidade de se usar repetidoras que regeneram o sinal e os retransmitem, fazendo um outro link de mesma distância.

Uma das formas mais antigas de rádio comunicação se baseia nas ondas ionosféricas.

Como citado antes as faixas que sofrem este tipo de reflexão são as HF. Aqui se compreendem distâncias de pelo menos 4000 Km.

A ionosfera se comporta de maneira diferente para faixas diferentes, refletindo os comprimentos de onda maiores que 10m e deixando passar os comprimentos inferiores.

Na realidade a antena irradia não só para a ionosfera, mas também de maneira direta, aparecendo portanto uma onda terrestre próximo ela, mas se atenuando muito com o aumento da distância. Uma outra imprecisão é o fato de nos referirmos a reflexão, que no caso da ionosfera e da troposfera não ocorre. O que ocorre são múltiplas refrações, resultando em uma mudança de direção que equivale a uma reflexão.

De um modo geral as ondas de mais baixa frequência refratam nas áreas mais baixas, de menor ionização, com isto atinge distâncias menores que uma onda de frequência maior que refrata mais alto, área de mais alta ionização, e com isto chegando mais longe.

Frequências acima dos 50MHz refratam menos e acabam por transpassar a ionosfera e seguir para o espaço.

A propagação de ondas troposféricas foi muito usada na Amazônia, no sistema de tropodifusão da EMBRATEL, que até alguns anos fazia a interligação de diversas estações, transmitindo a diversos quilômetros nas faixas de UHF. As ondas eram espalhadas por causa da não homogeneidade das constantes dielétricas na troposfera. Usavam antenas que irradiavam feixes cônicos e estreitos, direcionados para uma região da troposfera de maneira tangente à terra. Era usada uma potência elevada, se comparada com os links diretos de SHF.

A onda ao se irradiar pelo espaço livre sofre atenuações e ainda pode sofrer espalhamento, difração e rotação do plano de polarização.

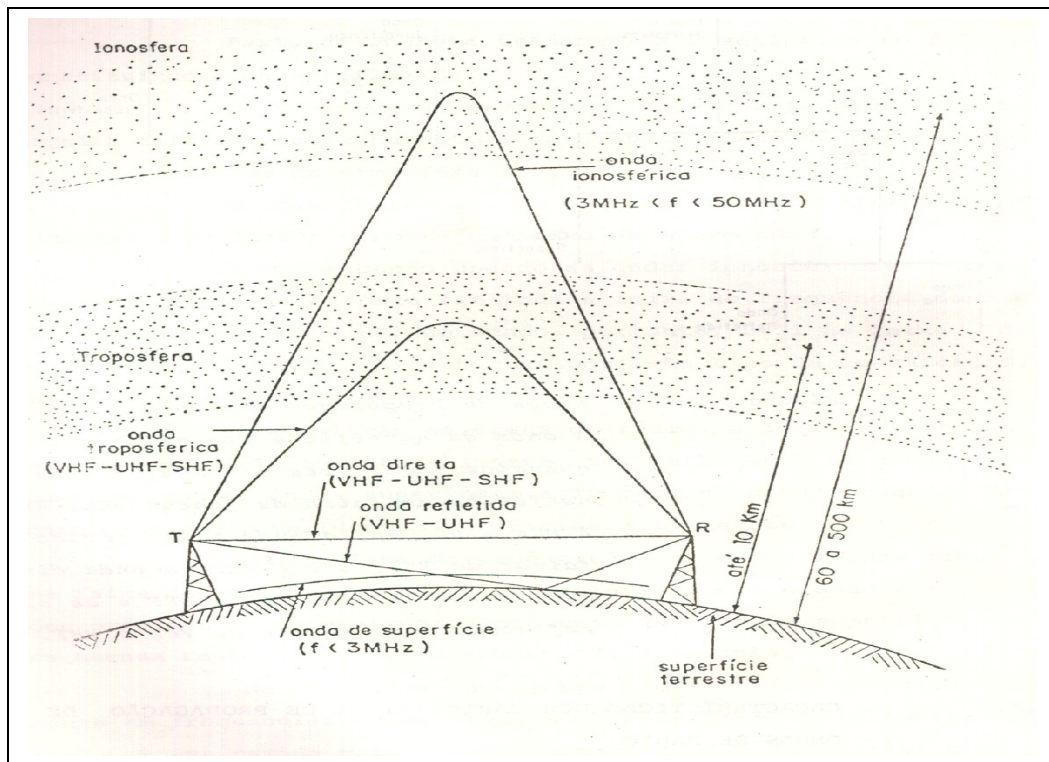


Figura 5.5 Tipos de propagação

Entre os sistemas de comunicação implementados que utilizam este meio de transmissão podem ser citados:

Sistema por satélite como o ALOHA , ou o de empresas privadas.

Sistemas de CATV nas bandas de SHF

Sistemas de rádio e televisão comum – “Broadcast” – nas mais variadas bandas de transmissão e modulações.

Radio-packet.

Links de SHF como os oferecidos pela Ericsson, NCR, MOTOROLA e Xircom.

Rádio Celular .