

# INTRODUÇÃO À COMUNICAÇÃO DE DADOS

INE 5602 Introdução à Informática  
Prof. Roberto Willrich

1

## Introdução

- **Até o início da década de 60**
  - computadores eram utilizados apenas de forma isolada
    - sem oferecer oportunidade de exploração a qualquer usuário remoto
- **A partir dos anos 80**
  - Surgiram as redes de computadores
  - Objetivos
    - Compartilhamento de recursos
    - Trocas de mensagens

2

## Meios de Transmissão

### ● Transmissão de bits entre sistemas

- via terrestre
  - cabos metálicos
  - fibra ótica
- via aérea
  - transmissão de superfície
  - transmissão via satélite

3

## Meios de Transmissão

### ● Transmissão via terrestre

- diferem quanto aos seguintes parâmetros
  - capacidade
  - potencial para conexões ponto a ponto ou multiponto
  - limitação geográfica devido à atenuação característica do meio
  - imunidade a ruídos
  - custo
  - disponibilidade de componentes
  - e confiabilidade
- meios físicos mais utilizados em redes locais
  - par trançado
  - cabo coaxial
  - fibra ótica

4

## Cabo coaxial

### ● Constituição

- condutor interno cilíndrico
  - no qual é injetado o sinal
- condutor externo
  - separado do condutor interno por um elemento isolante
- capa externa
  - evita irradiação e a captação de sinais

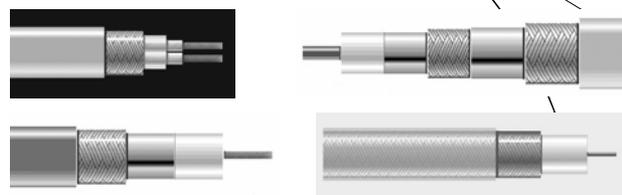


5

## Cabo coaxial

### ● Existe uma grande variedade de cabos coaxiais

- cada uma com suas características específicas



6

## Cabo coaxial

### • Conector



Plug BNC



Conector T BNC

7

## Cabo coaxial

### • Características

- cabos de mais alta qualidade não são maleáveis
  - são difíceis de instalar
- cabos de baixa qualidade
  - podem ser inadequados para altas velocidades e distâncias maiores
- possui características elétricas que lhe permitem suportar velocidades da ordem de megabits por segundo
  - sem necessidade de regeneração do sinal e sem distorções ou ecos
- comparado ao par trançado
  - cabo coaxial tem uma imunidade a ruído bem melhor
  - cabo coaxial é mais caro do que o par trançado
    - mais elevado custo das interfaces para ligação ao cabo

8

## Cabo coaxial

### • Características

- Desvantagens
  - problema de mau contato nos conectores utilizados
  - difícil manipulação do cabo
    - como ele é rígido, dificulta a instalação em ambientes comerciais
      - por exemplo, passá-lo através de condutives
  - problema da topologia
    - mais utilizada com esse cabo é a topologia linear (barramento)
    - faz com que a rede inteira saia do ar caso haja o rompimento ou mau contato de algum trecho do cabeamento da rede
    - fica difícil determinar o ponto exato onde está o problema
- No passado esse era o tipo de cabo mais utilizado
  - por causa de suas desvantagens está cada vez mais caindo em desuso



9

## Cabo coaxial

### • Cabo coaxial para redes Ethernet

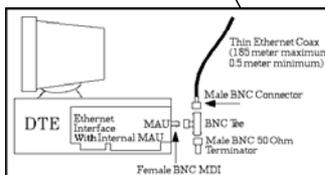
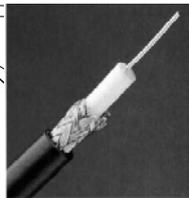
- Cabo coaxial usado em rede possui impedância de 50 ohms
  - cabo coaxial utilizado em sistemas de antena de TV possui impedância de 75 ohms
- Existem dois tipos básicos de cabo coaxial
  - fino (10Base2) e grosso (10Base5)

10

## Cabo coaxial

### • Cabo Coaxial Fino (10Base2)

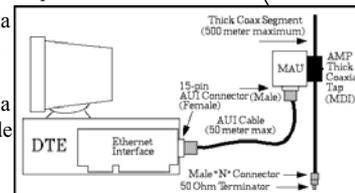
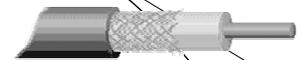
- cabo coaxial mais utilizado
- também chamado "Thin Ethernet" ou 10Base2
  - "10" significa taxa de transferência de 10 Mbps
  - "2" a extensão máxima de cada segmento da rede
    - 200 m (na prática 185 m)



## Cabo coaxial

### • Cabo Coaxial Grosso (10Base5 ou "Thick Ethernet")

- pouco utilizado
- 10Base5
  - "10" significa 10 Mbps de taxa de transferência
  - cada segmento da rede pode ter até 500 metros
  - conectado à placa de rede através de um transceiver

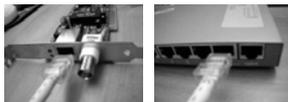
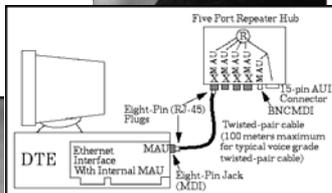
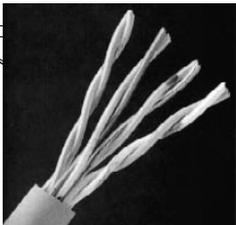


## Par Trançado

### ● Constituição

- dois fios de cobre são enrolados em espiral de forma a reduzir o ruído e manter constante as propriedades elétricas do meio através de todo o seu comprimento

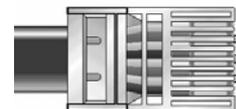
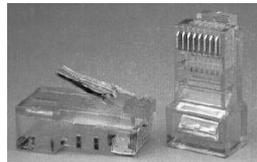
- transmissão no par trançado pode ser tanto analógica quanto digital



## Par trançado

### ● Pinagem

- par trançado é composto de oito fios (4 pares)
  - cada um com uma cor diferente
- cada trecho de cabo par trançado utiliza em suas pontas um conector do tipo RJ-45
  - possui 8 pinos, um para cada fio do cabo



## Par Trançado

### ● Características

- taxas de transmissão podem chegar até a ordem de uma centena de megabits por segundo
  - dependendo da distância, técnica de transmissão e qualidade do cabo
- perda de energia aumenta com o aumento da distância
  - até chegar a um ponto onde o receptor não consegue mais reconhecer o sinal
  - energia pode ser perdida com a radiação ou o calor

15

## Par Trançado

### ● Desvantagem

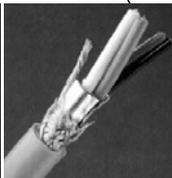
- é sua susceptibilidade a ruídos
  - podem ser minimizados com uma blindagem adequada
- provocados por interferência eletromagnética
  - se o cabo tiver de passar por fortes campos eletromagnéticos, especialmente motores, quadros de luz, geladeiras, etc.
  - campo eletromagnético impedirá um correto funcionamento daquele trecho da rede
- se a rede for ser instalada em um parque industrial - onde a interferência é inevitável
  - outro tipo de cabo deve ser escolhido para a instalação da rede
    - cabo coaxial ou a fibra ótica

16

## Par trançado

### ● Tipos de par trançado

- não blindado (UTP- Unshielded Twisted Pairs)
- blindado (STP- Shielded Twisted Pairs)
  - blindagem ajuda a diminuir a interferência eletromagnética
    - aumenta a taxa de transferência obtida na prática



17

## Par trançado

### ● UTP são classificados em cinco categorias

- categoria 1: utilizado em sistemas de telefonia
- categoria 2: utilizado em baixas taxas
- categoria 3: cabos com velocidade de 10 Mbps
- categoria 4: com velocidades de até 16 Mbps
- categoria 5: com taxas típicas de até 100 Mbps



18

## Par trançado

### ● Pares trançados STP

- são confeccionados obedecendo a padrões industriais que definem suas características
- classificados em tipos: 1, 1A, 2, 2A, 6, 6A, 9 e 9A
  - apresentam diferenças de parâmetros tais como o diâmetro do condutor e material usado na blindagem



19

## Par trançado

### ● Vantagens

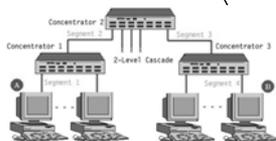
- par trançado é o meio de transmissão de menor custo por comprimento
- ligação de nós ao cabo é também extremamente simples, e portanto de baixo custo

20

## Par trançado

### ● Permite conectar dois pontos de rede

- conexão direta de dois computadores
- senão é obrigatório a utilização de um dispositivo concentrador (hub ou switch)
  - o que dá uma maior flexibilidade e segurança à rede



21

## Par trançado

### ● Tipos de par trançado na Ethernet

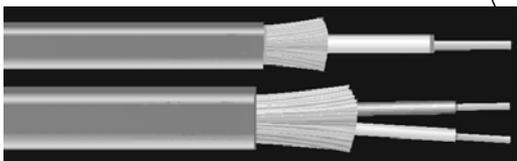
- 10BaseT
  - taxa de transferência de 10 Mbps
- 100BaseT
  - taxa de transferência de 100 Mbps

22

## Fibra ótica

### ● Constituição

- núcleo e a casca são feitos de sílica dopada ou plástico
  - no núcleo é injetado um sinal de luz proveniente de um LED ou laser que percorre a fibra se refletindo na casca
  - ao redor existem outras substâncias de menor índice de refração
    - faz com que os raios sejam refletidos internamente
    - minimizando assim as perdas de transmissão

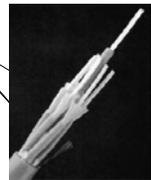


23

## Fibra ótica

### ● Fibra Multimodo

- não necessita uso de amplificadores
- tem capacidade de transmissão da ordem de 100 Mbps a até cerca de 10 km
- mais empregadas em redes locais



### ● Fibra Monomodo

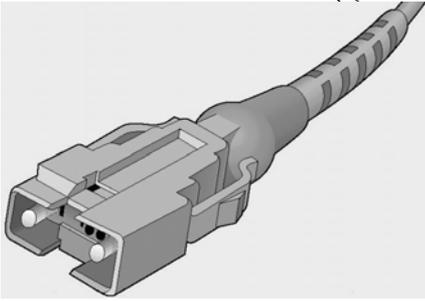
- alcança velocidades em Gbps a uma distância de cerca de 100 km
- empregadas em redes de longa distância
- requer fonte de laser



24

# Fibra ótica

## ● Conector



25

# Fibra ótica

## ● Vantagens

- características de transmissão superiores aos cabos metálicos
- por utilizar luz tem imunidade eletromagnética
- ideal para instalação de redes em ambientes com muita interferência

## ● Desvantagens

- seu custo é superior
- é mais frágil requerendo que seja encapsulada em materiais que lhe confiram uma boa proteção mecânica
- necessita de equipamentos microscopicamente precisos para sua instalação e manutenção
- difícil de ser remendada

26

# Transmissão aérea

## ● Características

- fornecem conexões menos confiáveis que os cabos terrestres
- sua taxa de erros de transmissão é mais alta

## ● Transmissão de superfície (Microondas)

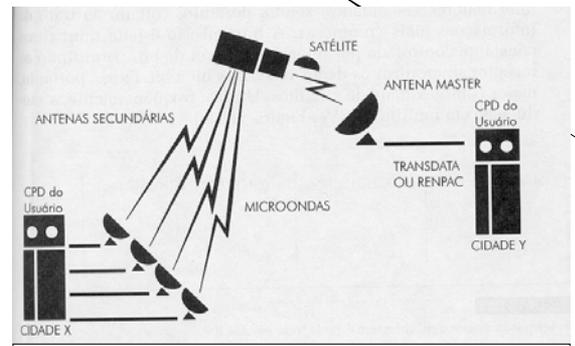
- sistema de rádio
- transmitindo em uma frequência onde as ondas eletromagnéticas são muito curtas e se deslocam a alta velocidade

## ● Transmissão via satélite

- gera um atraso de cerca de 270 ms
- atrasos pode criar problemas para a comunicação interativa

27

# Transmissão em Microondas



28

# Transmissão em Microondas

## ● Microondas em visibilidade

- sinal emitido por uma antena parabólica
- de alcance restrito a 50Km
- chega a seu destino através de repetições sucessivas por antenas colocadas no trajeto a cada 50Km

## ● Microondas em tropodifusão

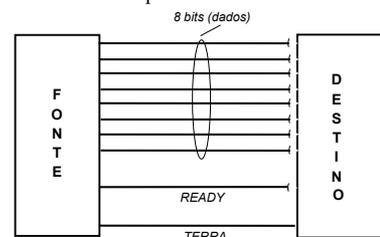
- sinal a transmitir é lançado na troposfera onde é refletido em direção ao destino

29

# Transmissão Serial/Paralela

## ● Transmissão paralela

- bits compondo uma palavra de dados são conduzidos ao longo de um conjunto de vias
- sendo uma via para cada bit



30

# Transmissão Serial/Paralela

## ● Transmissão paralela

- Custo dos canais de transmissão são elevados
  - só pode ser empregado para curtas distâncias
- Terminais são mais baratos
  - não exigem circuitos que individualizem os diversos caracteres
- Exemplo:
  - comunicação entre computador e impressora
  - entre a CPU e memória

31

# Transmissão Serial/Paralela

## ● Transmissão Serial

- número de linhas necessárias à transmissão pode ser reduzida convertendo-se os dados a serem transmitidos num feixe serial de bits
  - são necessárias apenas duas vias para a transmissão do feixe de bits, uma para cada direção e uma linha de terra conectando os dois dispositivos

32

# Transmissão Digital

## ● Transmissão Digital

- dados são transmitidos via sinais digitais
- empregada em linhas diretas (direct connect)
- método econômico
  - não requer conversões
- distorção do sinal torna-se sensível com o aumento da distância
  - recomenda-se um limite de 300 m (pode ser estendido com cabos e meios de conexão especiais)

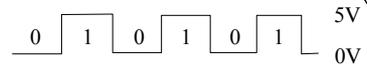


33

# Transmissão Digital

## ● Transmissão Digital

- geração de valores discretos pode ser produzida pela emissão de um sinal a partir de uma referência nula



- ou por interrupção de um sinal

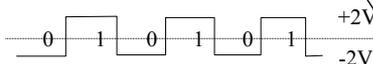


34

# Transmissão Digital

## ● Transmissão Digital

- geração bipolar: inverte-se o sentido da corrente para passar da condição 0 à condição 1 ou vice-versa

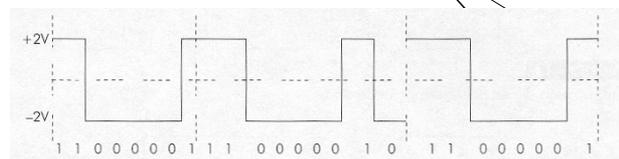


35

# Transmissão Digital

## ● Transmissão Digital

- Exemplo: string ABA codificado em EBCDIC



36

# Modos de Transmissão

- **Simplex**

- quando a linha permite a transmissão em um único sentido

- **Half-Duplex ou semiduplex**

- quando a linha permite a transmissão nos dois sentidos, mas somente alternativamente
  - toda vez que inverte o sentido da comunicação existe um tempo de comutação da linha (100 a 400 ms)
- emprega-se dois fios

- **Full-Duplex ou duplex**

- permite a transmissão nos dois sentidos simultaneamente
- emprega-se quatro fios ou dois fios com subdivisão de frequências

37

# Transmissão Serial/Paralela

- **Transmissão Serial Assíncrona**

- Transmissão é feita caractere a caractere
- Cada caractere é antecedido de um sinal de start e sucedido de um sinal de end



- Se o transmissor tem dados para transmitir, ele envia:
  - um sinal de partida, dados e um sinal de fim
  - enviados em uma taxa de bits fixa
- Caso não haja dados a transmitir, o meio de transmissão se mantém em um estado “ocioso”

38

# Transmissão Serial/Paralela

- **Transmissão Serial Assíncrona**

- Termo assíncrono refere-se a este caráter aleatório do tempo de transmissão de dados
  - a transmissão de dados pode começar a qualquer momento
- Parte considerável do que transmite não transporta informação útil
  - Utilizada quando não se necessita de transmissão freqüente de informações
- Fornece baixas velocidade de transmissão

39

# Transmissão Serial/Paralela

- **Transmissão Serial Síncrona**

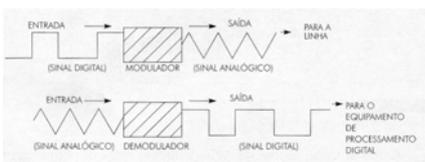
- Relógios no transmissor e no receptor estão sincronizados
- Tempo é dividido em intervalos de tamanho fixo
  - Um intervalo corresponde a um bit
  - Termo síncrono refere-se a este intervalo fixo de bit
  - Bits de dados são transmitidos continuamente sobre o meio de transmissão sem qualquer sinal de início e fim
- Vantagens
  - Mais eficiente
    - não há envio de sinais de partida e parada
  - Não é tão sensível à distorção e opera a velocidades bem altas

40

# Transmissão Analógica

- **Informações são enviadas sob a forma de quantidades continuamente variadas**

- exige a presença de um modulador e de um demodulador
  - sinal é adaptado a uma onda portadora

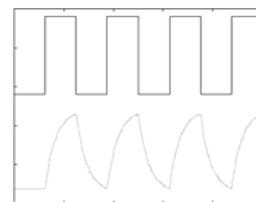


41

# Modulação

- **Se sinais digitais fossem transmitidos em um meio analógico**

- ondas quadradas seriam distorcidas pelo meio analógico
- receptor será incapaz de interpretar corretamente estes sinais
- devem ser convertidos para sinais analógicos (modulação)



42

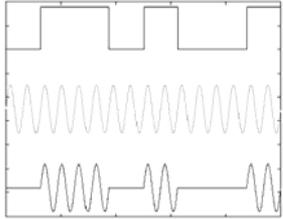
# Modulação

- **Procedimento para transportar um sinal digital na forma de um sinal analógico**

- corresponde a uma variação no tempo de uma ou mais características de um sinal portador senoidal, segundo a informação a ser transmitida

- **Modalidades**

- Modulação em frequência
- Modulação em amplitude
- Modulação em fase



43

# Faixas de Frequência

- **Canal de Comunicação**

- meio físico pelo qual os sinais trafegam

- **Não se trafega qualquer sinal**

- só os que possuem frequência entre determinados valores limites (superior e inferior)

- **Banda**

- faixa do espectro de frequências em que ocorre uma transmissão

- por exemplo: definida entre 16KHz e 20KHz

- **Banda Passante, largura de banda**

- é a diferença entre a frequência mais alta e a frequência mais baixa

44

# Faixas de Frequência

- **Faixa Estreita (Narrow Band)**

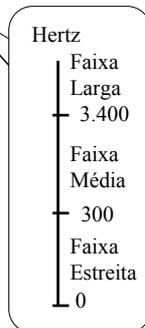
- linhas de baixa velocidade

- **Faixa Média (Voice Band)**

- linhas telefônicas
- voz humana

- **Faixa Larga (Wide Band)**

- permite transmissões de alta velocidade



45

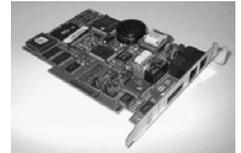
# MODEMS

- **Moduladores/demoduladores**

- equipamentos utilizados na conversão dos dados digitais em sinais modulados e na operação inversa

- **Canal Telefônico**

- um canal analógico
- largura de banda muito limitada (3000Hz)
  - não é possível uma alta taxa de transmissão



46

# MODEMS

- **Modem para transmissão de dados (Data modem)**

- primeiros modems eram usados exclusivamente para transferir dados

- **Fax modem**

- modems especiais para transferir fax.

- **Data/Fax modem**

- capazes de transferir dados e fax

- **Data/fax/voice modems**

- transmissão e recepção de sinais de áudio (voz)
- mistura de modem com placa de som
- usuário pode falar e ouvir, ao mesmo tempo em que está sendo feita uma transmissão ou recepção de dados

47

# MODEMS

- **Modems de 14.400 bps**

- Populares até 1994
- Praticamente todos os modelos eram capazes de transmitir e receber dados a 14.400 bps, e transmitir e receber fax a 9.600 bps

- **Modems de 28.800 bps**

- Populares entre 1995 e 1996
  - transmissão e recepção de fax chega a 14.400 bps
  - dados são transmitidos a 28.800 bps.
- Utiliza o padrão V.34

- **Modems de 33.600 bps**

- Revisão do V.34 (meados de 1996) permitiu um aumento de velocidade
- aumento de velocidade não requer alterações no projeto das placas
  - alterações no firmware (memória)

48

# MODEMS

## • Modems de 56k bps

- ITU (International Telecommunications Union) padronizou em 1998 V.90
- 56k é obtido evitando uma conversão de digital para analógico na conexão entre o usuário e provedora
- Conexões ordinárias
  - iniciam sobre uma linha analógica
  - são convertidas para digital pela companhia telefônica
  - são convertidas para analógico na ligação com o provedor
- Conexões de 56k
  - começam analógicas
  - são convertidas em digital
  - não são convertidas para analógico na ligação com o provedor
    - requer que o provedor tenha uma conexão digital direta

49

# MODEMS

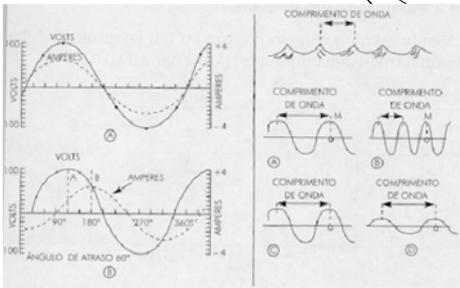
## • Modems de 56k bps

- Não significa que o usuário obterá 56k
  - linhas telefônicas de baixa qualidade ou outras condições pode limitar a velocidade
- modems 56k baixam dados (download) na velocidade de até 56kbps, mas podem transferir (upload) a apenas 33.6kbps

50

# Modulação

## • Parâmetros da onda que são levados em conta no processo de modulação

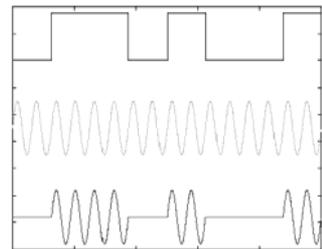


51

# Modulação

## • Modulação em Amplitude

- cada estado expresso por um bit corresponde uma amplitude diferente da outra

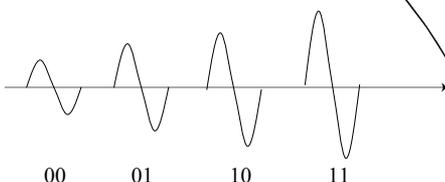


52

# Modulação

## • Modulação em Amplitude

- estado pode representar mais que um bit
  - diferentes amplitudes



53

# Modulação

## • Modulação em Amplitude

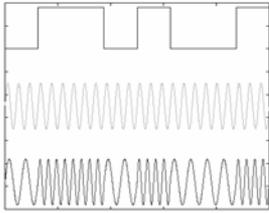
- Principal vantagem
  - é fácil produzir tais sinais e também detectá-los
- Desvantagens
  - velocidade da troca de amplitude é limitada pela largura de banda da linha
    - linhas telefônicas limitam trocas de amplitude em 3000 trocas por segundo
  - pequenas mudanças da amplitude tornam a detecção não confiável
    - sinal modulado torna-se mais sensível a interferências
    - faz-se necessário transmissores de alta potência
      - encarece demasiadamente o processo
- desvantagens fizeram com que esta técnica não fosse mais utilizada pelos modems
  - a não ser em conjunção com outras técnicas

54

# Modulação

## ● Modulação em Frequência

- cada estado expresso por um bit (ou conjunto de bits) corresponde uma frequência diferente



55

# Modulação

## ● Modulação em Frequência

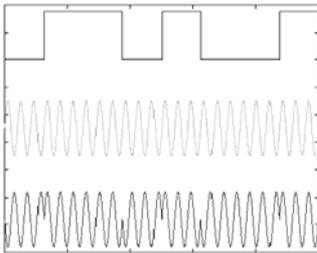
- Vantagens
  - boa imunidade a interferências
  - pouca sofisticação de equipamentos
- Desvantagens
  - taxa de mudança da frequência é limitada pela largura de banda da linha
  - distorção causada nas linhas torna a detecção mais difícil do que na modulação de amplitude
  - Usada em modems de baixa velocidade

56

# Modulação

## ● Modulação em Fase

- Alteração da fase do sinal indica mudança de valor de bit

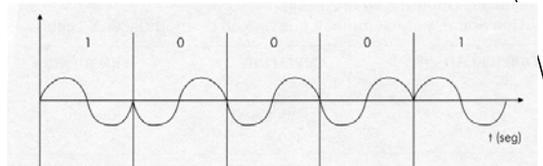


57

# Modulação

## ● Modulação em Fase

- Detecção com referência fixa
  - uma dada condição de fase valendo 1 e outra valendo 0
- Detecção diferencial
  - trocas de fase indicando troca de bits
- Vantagem
  - oferece boa tolerância a ruídos



58

# Modulação

## ● Modulação em Fase de Detecção com Referência Fixa

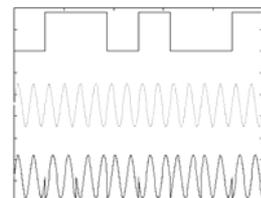
- Desvantagem
  - para detectar a fase de cada símbolo requer sincronização de fase entre receptor e transmissor
    - complica o projeto do receptor

59

# Modulação

## ● Modulação Diferencial em Fase (PSK – phase shift keying)

- modem modifica a fase de cada sinal um certo número de graus para "0" (p.e. 90°) e um diferente número de graus para "1" (p.e. 270°)



60

# Modulação

## ● Modulação Diferencial em Fase (PSK – phase shift keying)

- Vantagem
  - é mais fácil fazer a detecção do que no anterior
  - receptor tem que detectar desvios de fase entre símbolos, e não absolutos

61

# Modulação

## ● Resumo

Tipo de Modulação	Tolerância a			
	Ruído	Distorção por amplitude	Distorção por retardo	Distorção por frequência
Amplitude	ruim	ruim	média	boa
Fase	boa	média	ruim	média
Frequência	média	boa	boa	ruim

62

# Modulação

## ● Canal Telefônico

- um canal analógico
- largura de banda muito limitada (3000Hz)
  - não é possível uma alta taxa de transmissão

## ● Técnica de Modulação Multinível

- solução para aumentar a velocidade de transmissão
- manipula grupos de bits e não bit a bit

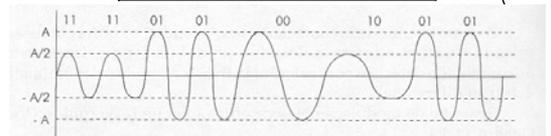
63

# Modulação

## ● Técnica de Modulação Multinível

- Exemplo: técnica dibit

Codificação	Amplitude	Frequência
00	A	f
01	A	2f
10	A/2	f
11	A/2	2f



64

# Modulação

## ● Técnica de Modulação Multinível

- Técnicas que modificam simultaneamente a amplitude e fase são chamadas de QAM (*Quadrante Amplitude Modulation – Modulação por Amplitude em Quadratura*)

65

# Modulação

## ● QAM - *Quadrature Amplitude Modulation*

- baseada na modulação de amplitude e aumenta seu desempenho
  - pois dois sinais portadoras são enviados simultaneamente
- Duas portadoras tem a mesma frequência com uma diferença de fase de 90 graus
  - fórmula matemática do sinal transmitido é o seguinte:
    - $S(t) = A * \sin(W_c * t) + B * \cos(W_c * t)$
- A e B são as amplitudes dos dois sinais portadores
  - receber um valor de um conjunto conhecido de valores
  - alguns bits podem ser enviados no período de um símbolo
- Por exemplo
  - considere o conjunto de valores {1,2,3,4} => 2 bits
  - durante o tempo de um símbolo, 4 bits serão transmitidos

66

# Modulação

## • TCM - Trellis Coded Modulation

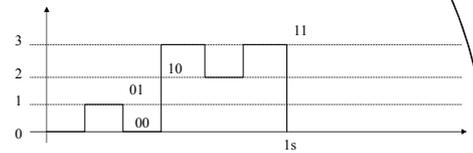
- usa as técnicas discutidas (como QAM ou PSK) em conjunção com codificação a fim de aumentar as taxas de transmissão
- utilizada pelos MODEMS Modernos

67

# Velocidade de Transmissão

## • Pode ser expressa em bps ou bauds

- Bps
  - número de bits transmitidos a cada segundo
    - exprime a taxa de transmissão da informação
- Baud
  - mede o número de vezes que a condição da linha se altera por segundo (taxa de modulação)
    - usualmente exprime a taxa de transmissão serial



68

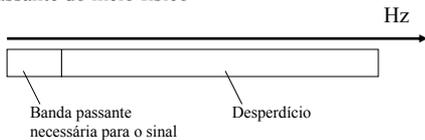
# Multiplexação

## • Sempre que a banda passante de um meio físico for maior ou igual à banda passante necessária para um sinal

- podemos utilizar este meio para a transmissão do sinal

## • Em geral

- banda passante do sinal é bem menor que a banda passante do meio físico



69

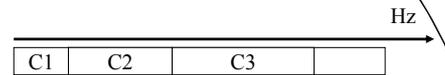
# Multiplexação

## • Multiplexação

- técnica que permite transmitir mais de um sinal ao mesmo tempo no canal de comunicação

## • Duas formas

- Multiplexação na frequência (FDM)



- Multiplexação no Tempo (TDM)

- tempo de transmissão é compartilhado entre os sinais

70

# Multiplexação

## • Multiplexação na frequência (FDM)

- Faixa de frequência são deslocados (C2 e C3)
- C1, C2 e C3 podem ser transmitidos ao mesmo tempo
  - ocupando uma banda ou canal distinto
- Receptor deverá conhecer a faixa de frequências que está sendo usada para a transmissão (MODEM)
  - deve deslocar o sinal recebido de forma a fazer o sinal desejado ocupar novamente sua faixa original



71

# Multiplexação

## • Multiplexação no Tempo (TDM)

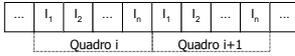
- tempo de utilização do suporte físico de transmissão
  - compartilhado pelos diversos nós de transmissão
- baseado na idéia que a taxa suportada pelo meio físico excede a taxa média de geração de bits das estações conectadas ao meio físico
- dois Tipos:
  - TDM Síncrono
  - TDM Assíncrono

72

# Multiplexação

## ● Multiplexação por divisão de tempo síncrona (TDM)

- Tempo é dividido em frames de tamanho fixo que por sua vez são divididos em intervalos de tamanho fixo



- Canal

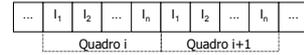
- conjunto de intervalos em cada frame
  - canal 3 é o terceiro intervalo de cada frame
- são alocados às estações que desejam transmitir

73

# Multiplexação

## ● Exemplo de Multiplexação TDM

- Quadro de transmissão dividido em 10 intervalos que são numerados de 1 a 10
- Se o intervalo 1 é atribuído a uma estação, o emissor pode transmitir dados sob esta conexão apenas no intervalo 1
- Caso ela tiver mais dados a transmitir, ela deve aguardar novo quadro
- Se ele não usa este intervalo temporal, nenhuma outra conexão pode utilizá-lo



74

# Multiplexação

## ● Multiplexação por divisão de tempo síncrona (TDM)

- canal pode ser alocado a uma fonte de transmissão
- **Canal dedicado**
  - se o canal é alocado durante todo o tempo para uma fonte
- **Canais chaveados**
  - se os canais podem ser alocados e desalocados dinamicamente

75

# Multiplexação

## ● Deficiências do TDM

- uma conexão pode apenas usar o intervalo temporal de cada quadro dedicada a ela
- Multiplexação TDM é feita por reserva
  - um intervalo de tempo pode apenas ser usado pela conexão que o reservou durante o seu estabelecimento
    - Se a fonte não tem dados a transmitir durante o intervalo, o intervalo é perdido (não pode ser usado por outra conexão)
    - Caso o transmissor ter mais dados a transmitir, ele deve aguardar o próximo quadro (ou reservar mais que um intervalo em cada quadro)

76

# Multiplexação

## ● Deficiências do TDM

- Exemplo: se cada intervalo corresponde a 64 Kbps
  - conexão pode apenas ter um largura de banda múltiplo de 64 Kbps
  - se a conexão necessita apenas de 16 Kbps
    - um intervalo de tempo deve ser reservado, assim 48 Kbps são perdidos
  - se uma conexão necessita de 70 Kbps, dois intervalos (128 Kbps) em cada quadro deve ser reservado e 58 Kbps são desperdiçados

77

# Multiplexação

## ● Multiplexação por divisão de tempo assíncrona (ATDM)

- não há alocação de canais para uma fonte
  - uma fonte pode usar qualquer intervalo de tempo se ele não está sendo utilizado por outra conexão
- parcelas de tempo são alocadas dinamicamente sob demanda
- nenhuma capacidade é desperdiçada
  - tempo não utilizado está disponível para outra fonte

78

## Multiplexação

### ● Multiplexação por divisão de tempo assíncrona (ATDM)

- cada unidade de informação deve conter um cabeçalho
  - com endereços da fonte e destino

79

## Técnicas de Transmissão

### ● Banda de Base (Baseband ou sinalização digital)

- sinal é colocado na rede sem usar qualquer tipo de modulação
  - não aparecendo como deslocamentos de frequência, fase ou amplitude de uma portadora de alta frequência
- não necessita de modem
- possibilita alta velocidade
- adequada para redes locais

80

## Técnicas de Transmissão

### ● Banda Larga (Broadband ou sinalização analógica)

- realiza a multiplexação em frequência
  - espectro do meio é dividido em vários canais
  - diferentes sinais podem ser enviados simultaneamente com diferentes frequências
  - várias comunicações podem ser multiplexadas alocando para cada uma frequência portadora

81

## Detecção de Erros

### ● Transmissões são susceptíveis a erros

- várias formas de deterioração do sinal acabam por provocar alguns erros na detecção da informação enviada

### ● Taxa média de erros

- em canais de baixa e média velocidades situa-se em torno de 1 bit errado para cada 100.000 transmitidos
- algumas aplicações isto pode ser toleráveis, em outras não
  - transferência de arquivos

82

## Detecção de Erros

### ● Deve existir esquemas para prevenir erros

- requer passar informações redundantes
- quanto mais eficiente, mais cara é a sua implementação
  - menor é a eficiência da transmissão

### ● Eficiência em uma transmissão

- $E = \frac{\text{Bits de informação}}{\text{Total de bits transmitidos}}$

83

## Detecção de Erros

### ● Teste de Paridade

- usado com frequência para detectar erros
- é adicionado um bit adicional no final da mensagem
- Dois tipos de paridade: par e ímpar
- Paridade par
  - bit adicional terá valor 1 se o número de bits a 1 na mensagem é ímpar (mensagem sempre será par)
- Paridade ímpar
  - bit adicional terá valor 1 se o número de bits a 1 na mensagem é par (mensagem sempre será ímpar)

84

## Detecção de Erros

### ● Teste de Paridade

- na recepção é recalculado o bit de paridade e comparado com o recebido
- incorreção de 2 bits em uma mesma mensagem pode levar à falha dessa vigilância
  - existem métodos mais sofisticados

85

## Detecção de Erros

### ● Teste de Paridade

- Paridade longitudinal
  - consiste em acrescentar um caractere (BBC – Block Character Check) que represente uma operação lógica sobre os bits dos diversos caracteres que compõem a mensagem

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	BCC
b <sub>5</sub>	1	1	1	1	0
b <sub>5</sub>	0	0	0	0	0
b <sub>4</sub>	1	0	1	0	0
b <sub>3</sub>	0	0	0	1	1
b <sub>2</sub>	1	1	0	0	0
b <sub>1</sub>	0	1	1	1	1
b <sub>0</sub>	1	0	0	0	1
P	0	1	1	1	1

86

## Detecção de Erros

### ● Redundância cíclica (CRC)

- mais eficiente e muito utilizada
- para transmissão
  - representação binária da informação é dividida em módulo 2, por um número predeterminado
  - resto da divisão é acrescentado à mensagem como bits de verificação
- na recepção
  - mensagem recebida é dividida pelo mesmo número e o resto é comparado com o que foi recebido

87