

INTRODUÇÃO À COMUNICAÇÃO DE DADOS

INE 5602 Introdução à Informática
Prof. Roberto Willrich

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

Meios de Transmissão

- **Transmissão de bits entre sistemas**
 - via terrestre
 - cabos metálicos
 - fibra ótica
 - via aérea
 - transmissão de superfície
 - transmissão via satélite

Meios de Transmissão

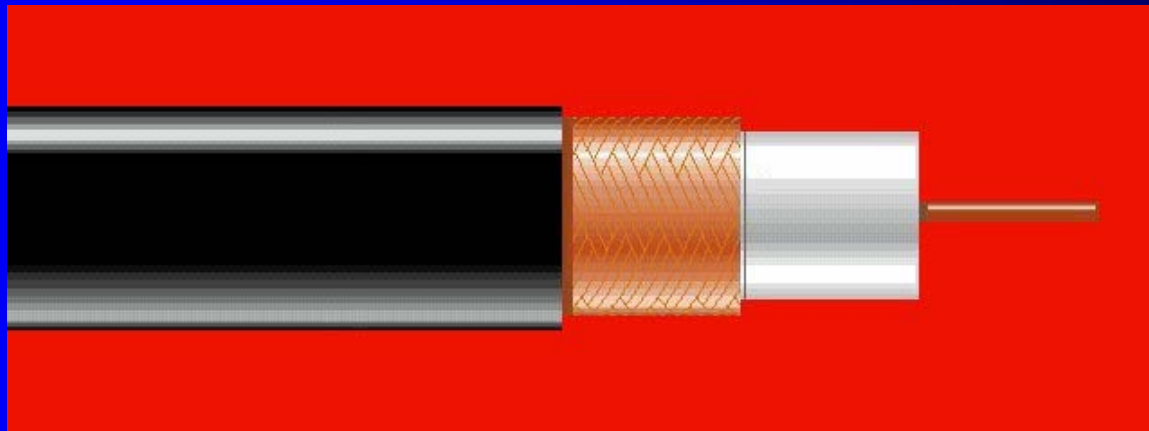
- **Transmissão via terrestre**

- 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

Cabo coaxial

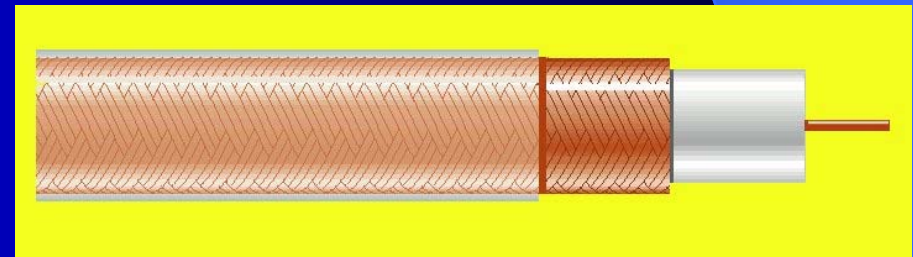
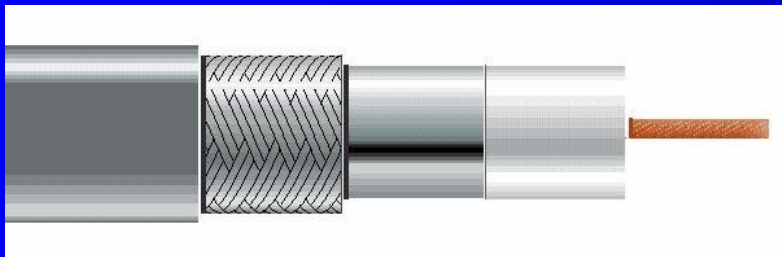
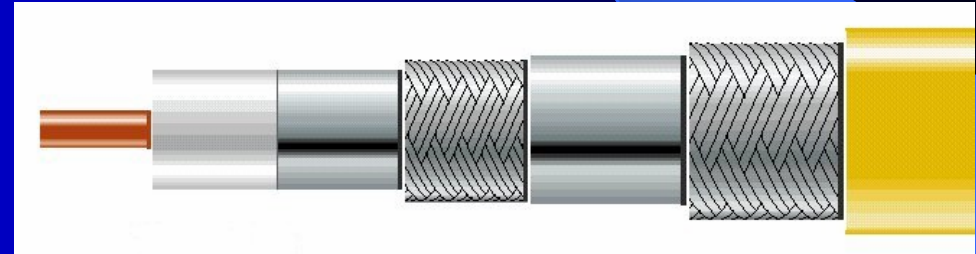
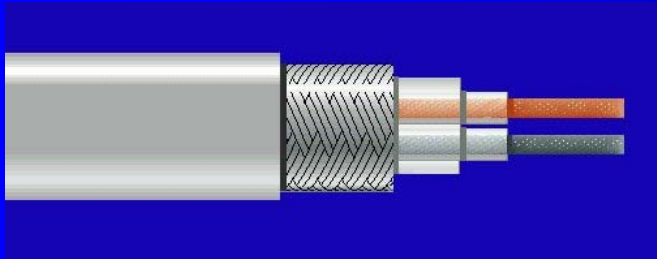
- **Constituição**

- 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



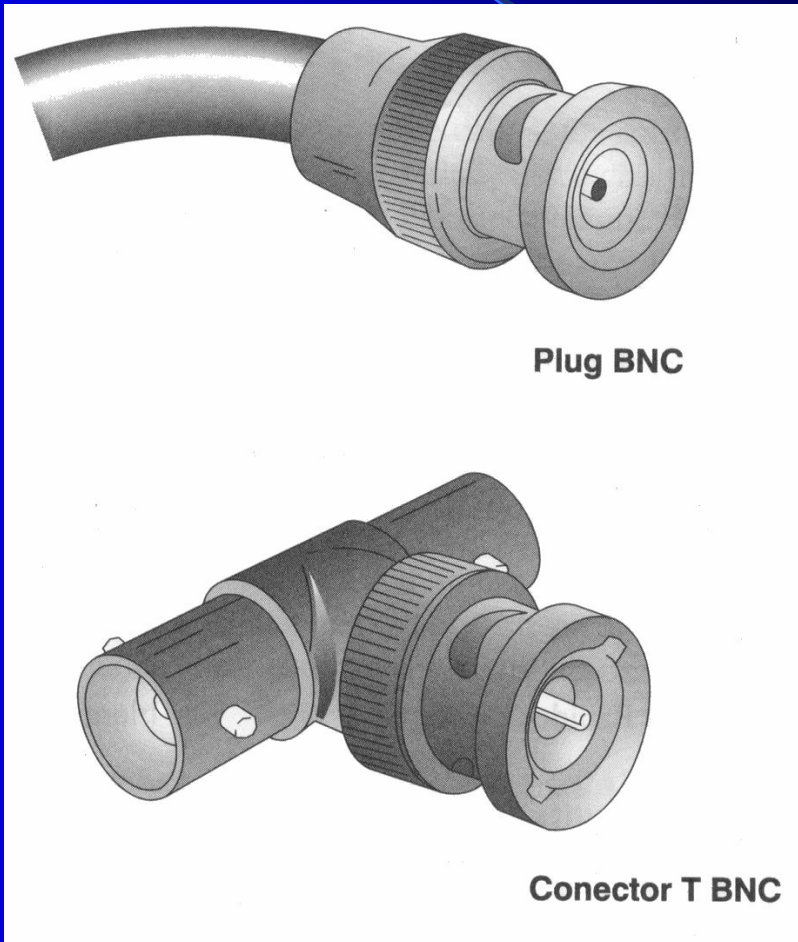
Cabo coaxial

- **Existe uma grande variedade de cabos coaxiais**
 - cada uma com suas características específicas



Cabo coaxial

- **Conector**

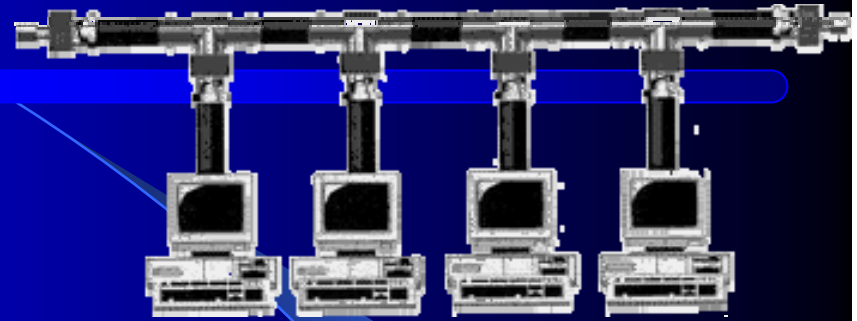


Cabo coaxial

- **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

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 conduítes
 - 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

Cabo coaxial

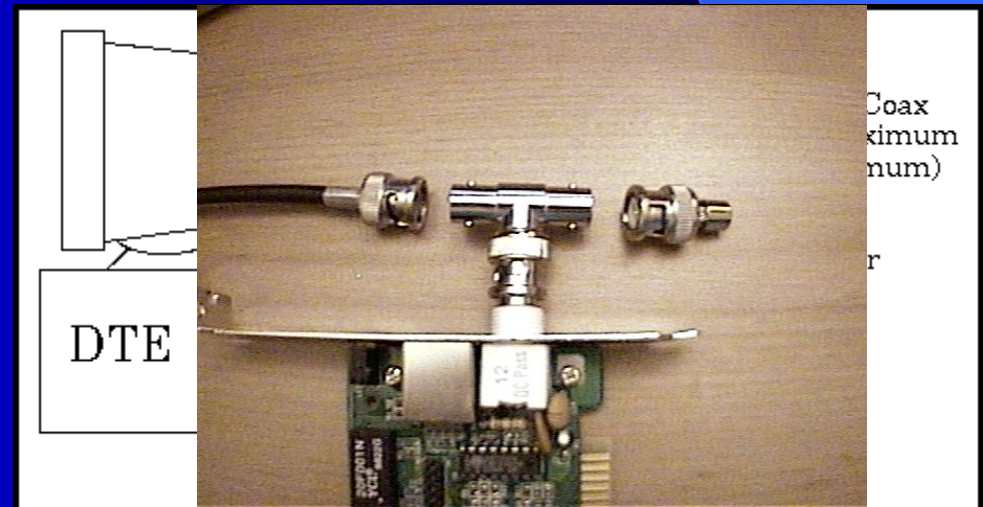
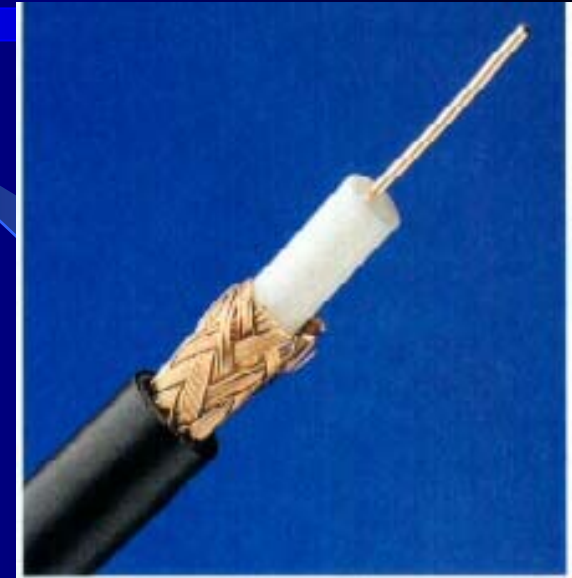
- **Cabo coaxial para redes Ethernet**
 - Cabo coaxial usado em rede possui impedância de 50 ohms
 - cabo coaxial utilizado em sistemas de antena de TV possui impedância de 75 ohms
 - Existem dois tipos básicos de cabo coaxial
 - fino (10Base2) e grosso (10Base5)

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)

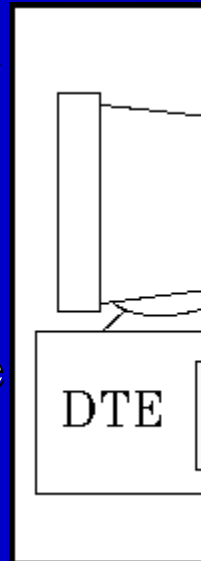


Cabo coaxial

- **Cabo Coaxial Grosso (10 Ethernet')**

- pouco utilizado
- 10Base5

- “10” significa 10 Mbps de taxa
- cada segmento da rede pode ter até 500 metros
- conectado à placa de rede através de um transceiver

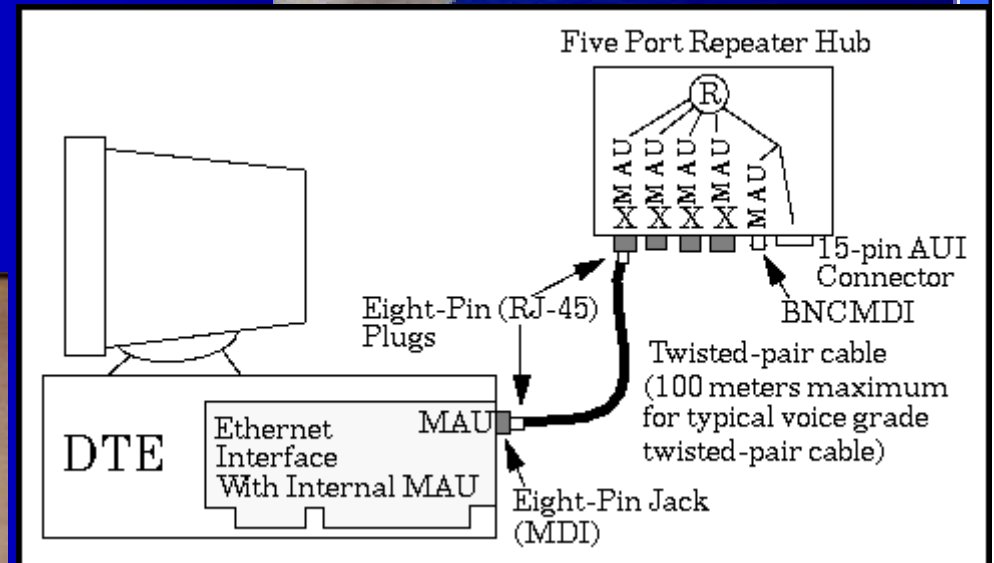
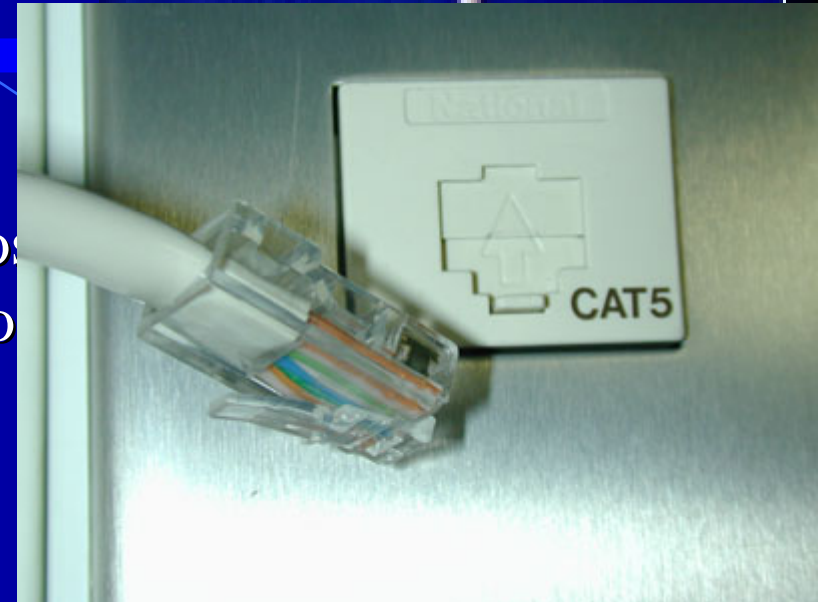


Par Trançado

- **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

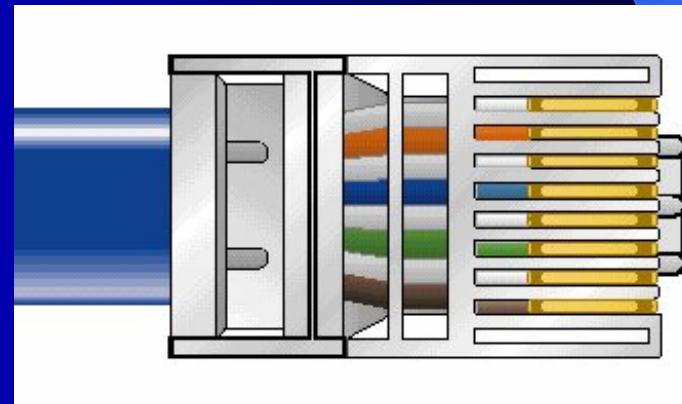
- transmissão no par trançado pode ser tanto analógica quanto digital



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

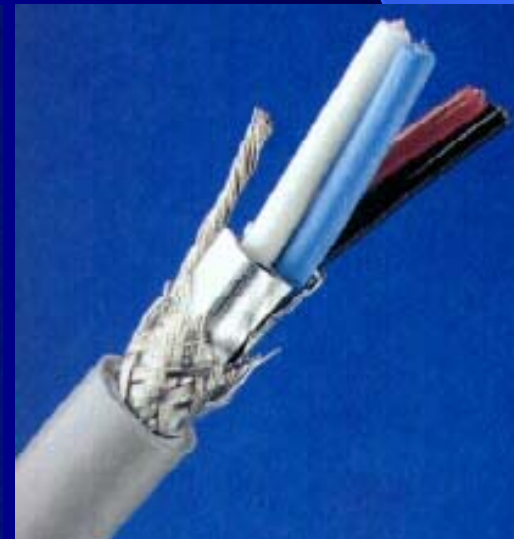
Par Trançado

- **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

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



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



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



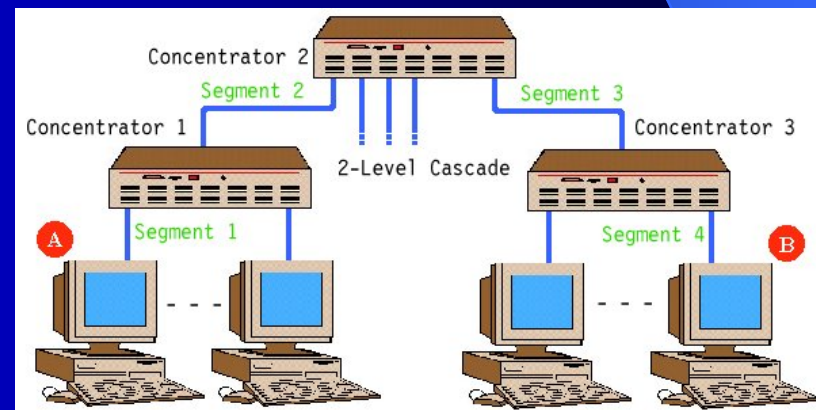
Par trançado

- **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

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



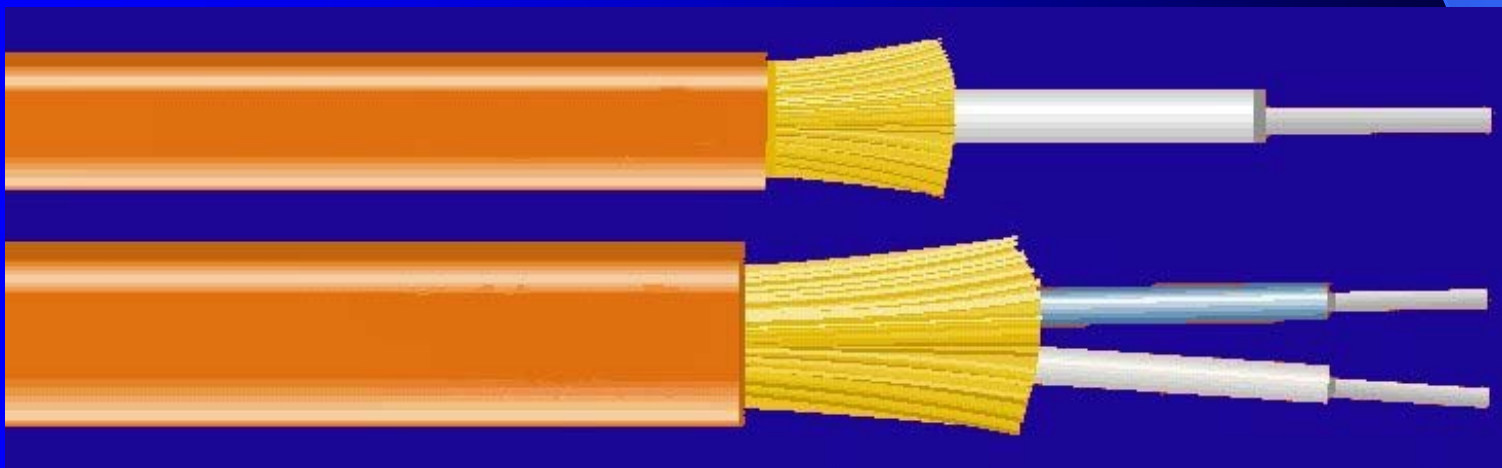
Par trançado

- **Tipos de par trançado na Ethernet**
 - 10BaseT
 - taxa de transferência de 10 Mbps
 - 100BaseT
 - taxa de transferência de 100 Mbps

Fibra ótica

- **Constituição**

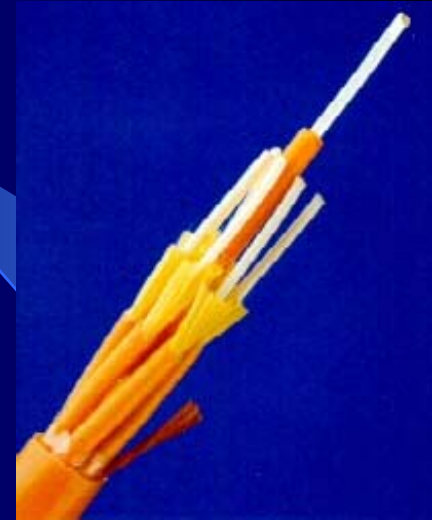
- núcleo e a casca são feitos de sílica dopada ou plástico
 - no núcleo é injetado um sinal de luz proveniente de um LED ou laser que percorre a fibra se refletindo na casca
 - ao redor existem outras substâncias de menor índice de refração
 - faz com que os raios sejam refletidos internamente
 - minimizando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



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



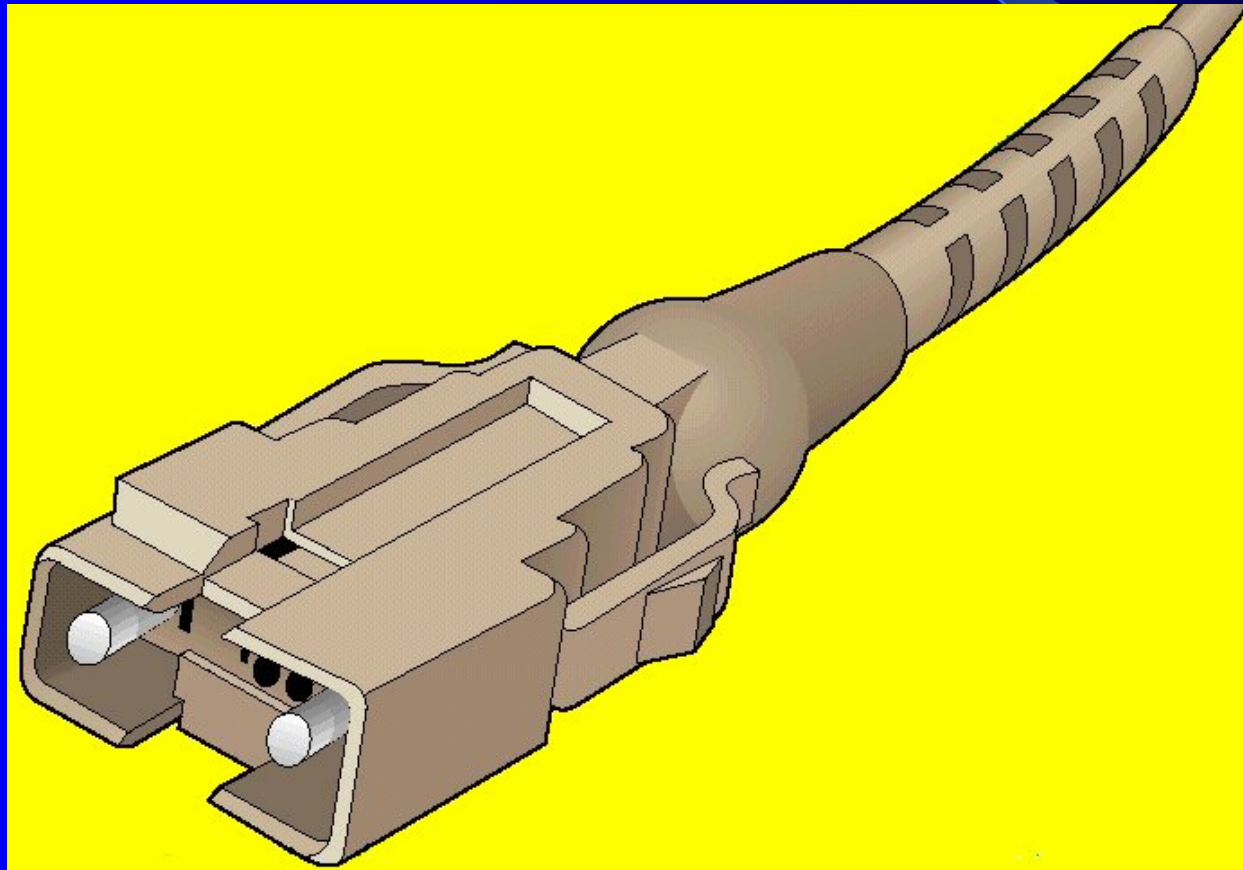
- **Fibra Monomodo**

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



Fibra ótica

- Conector



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 confirmam uma boa proteção mecânica
- necessita de equipamentos microscopicamente precisos para sua instalação e manutenção
 - difícil de ser remendada

Transmissão aérea

- **Características**

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

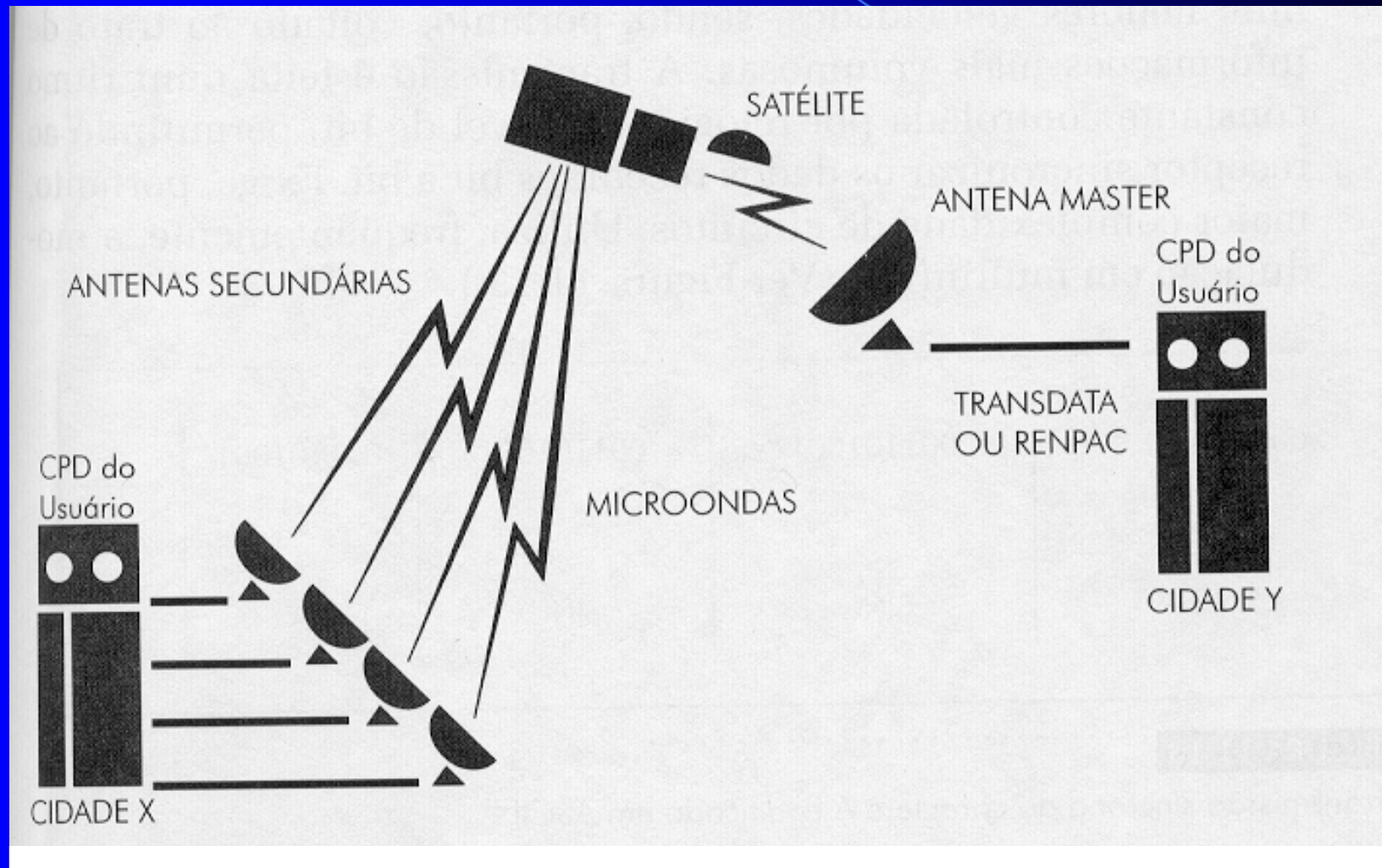
- **Transmissão de superfície (Microondas)**

- 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

Transmissão em Microondas



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

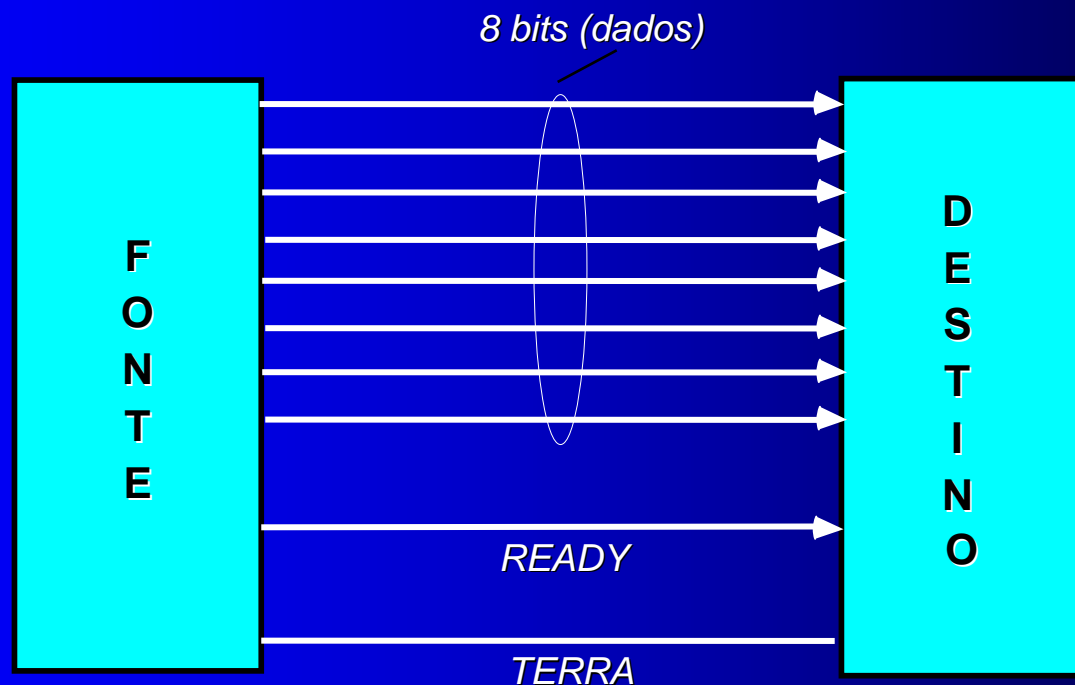
- **Microondas em tropodifusão**

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

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



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

Transmissão Serial/Paralela

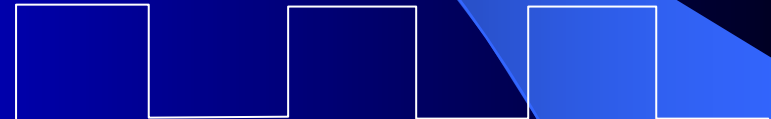
- **Transmissão Serial**

- 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

Transmissão Digital

- **Transmissão Digital**

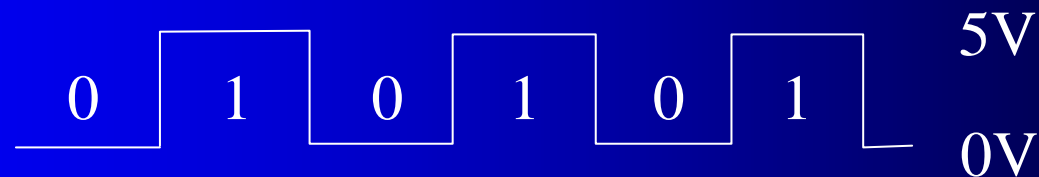
- dados são transmitidos via sinais digitais
- empregada em linhas diretas (direct connect)
- método econômico
 - não requer conversões
- distorção do sinal torna-se sensível com o aumento da distância
 - recomenda-se um limite de 300 m (pode ser estendido com cabos e meios de conexão especiais)



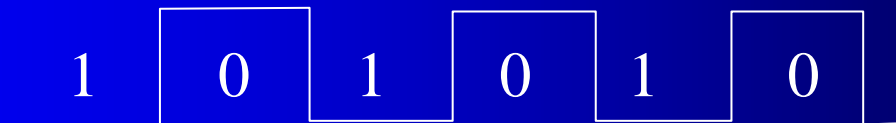
Transmissão Digital

- **Transmissão Digital**

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



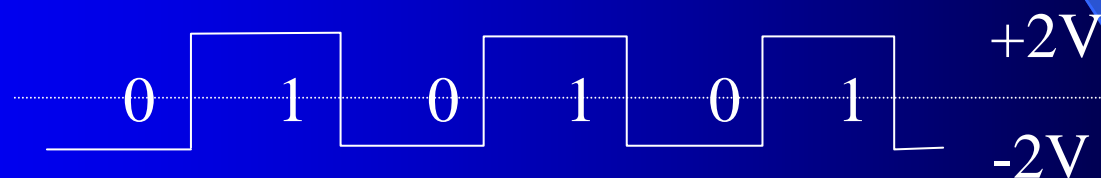
- ou por interrupção de um sinal



Transmissão Digital

- **Transmissão Digital**

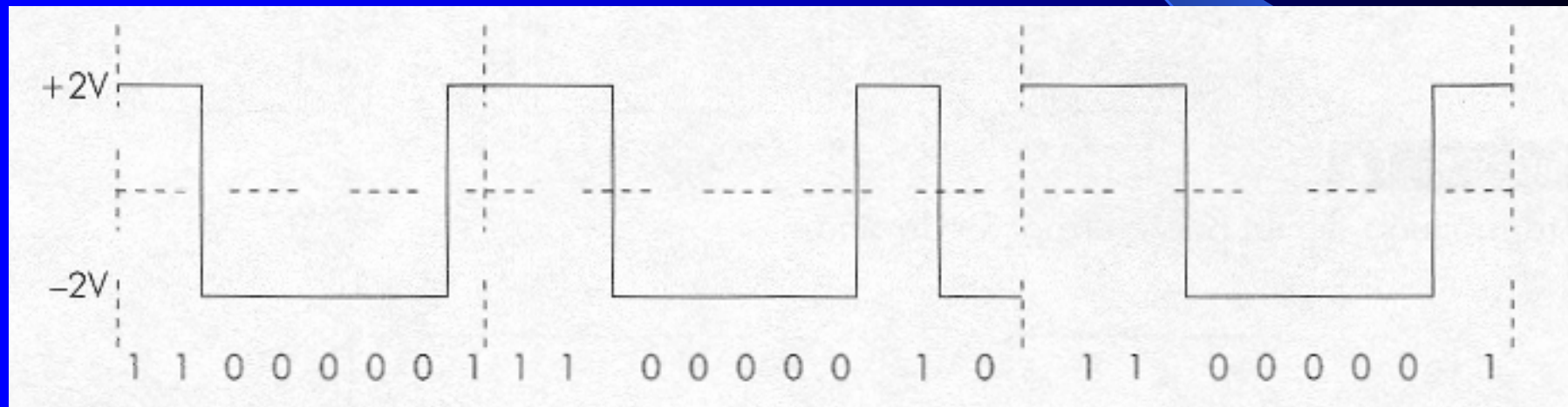
- geração bipolar: inverte-se o sentido da corrente para passar da condição 0 à condição 1 ou vice-versa



Transmissão Digital

- **Transmissão Digital**

- Exemplo: string ABA codificado em EBCDIC



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

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”

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 frequente de informações
- Fornece baixas velocidade de transmissão

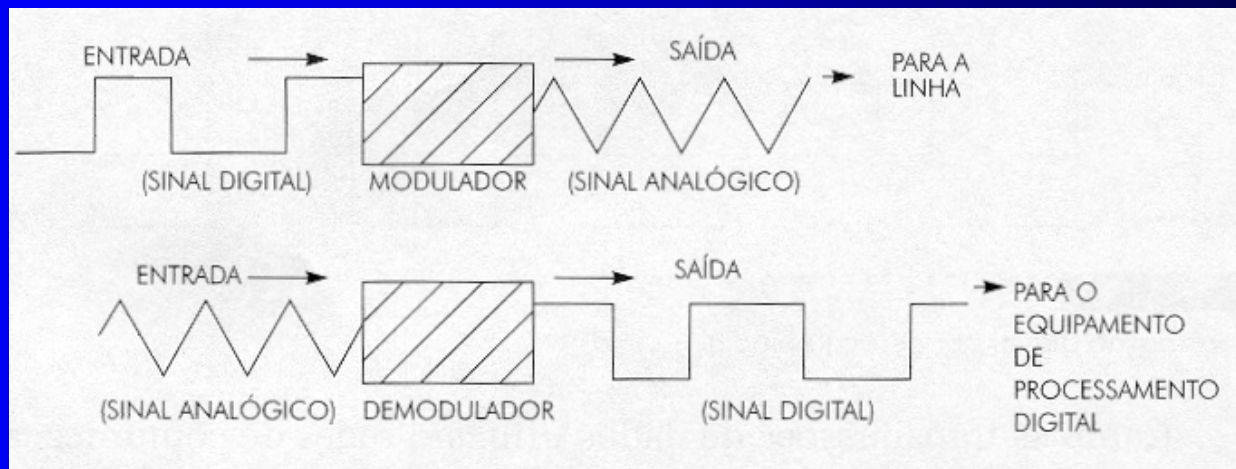
Transmissão Serial/Paralela

- **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 mais altas

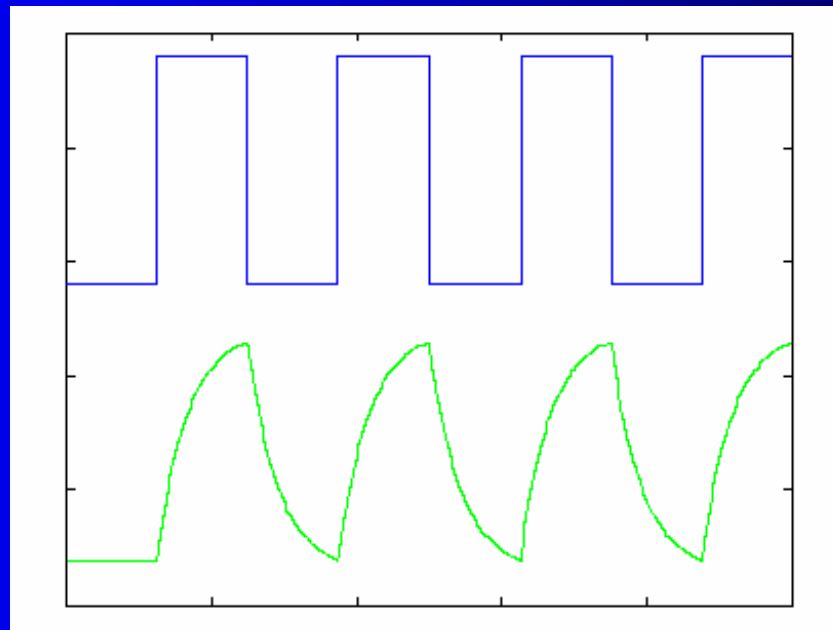
Transmissão Analógica

- **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



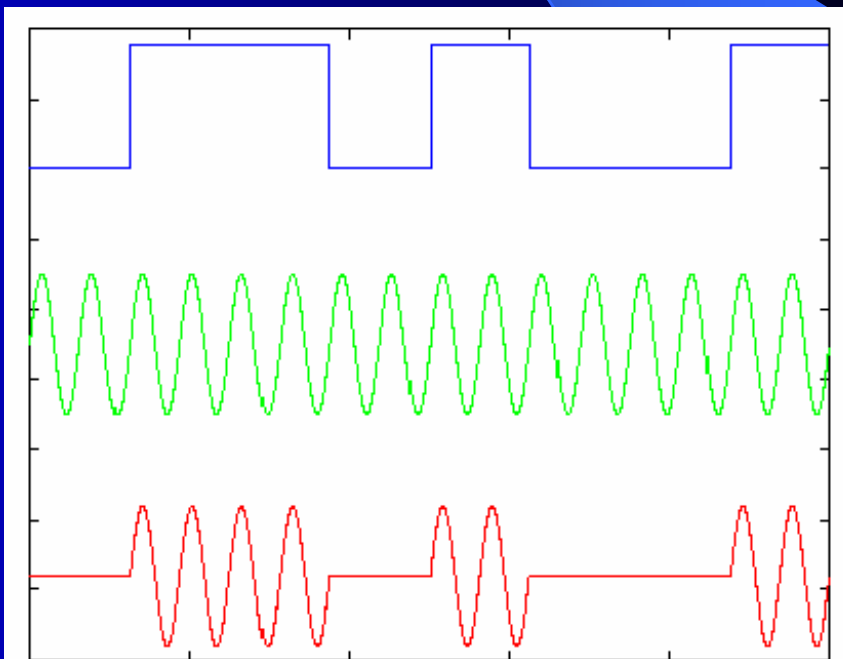
Modulação

- **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)



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



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

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

Hertz

Faixa
Larga

— 3.400

Faixa
Média

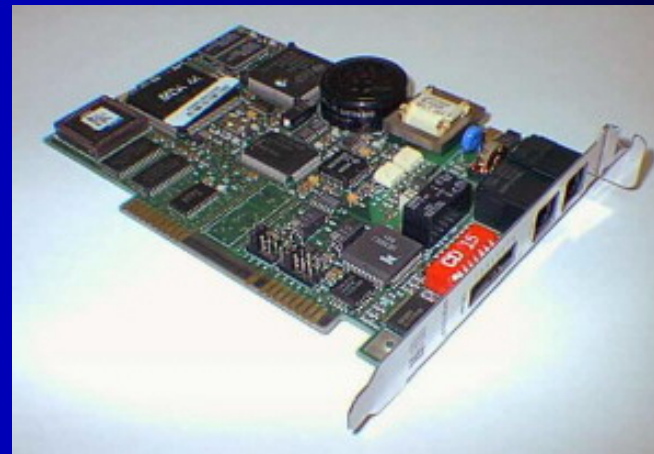
— 300

Faixa
Estreita

— 0

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



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

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)

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

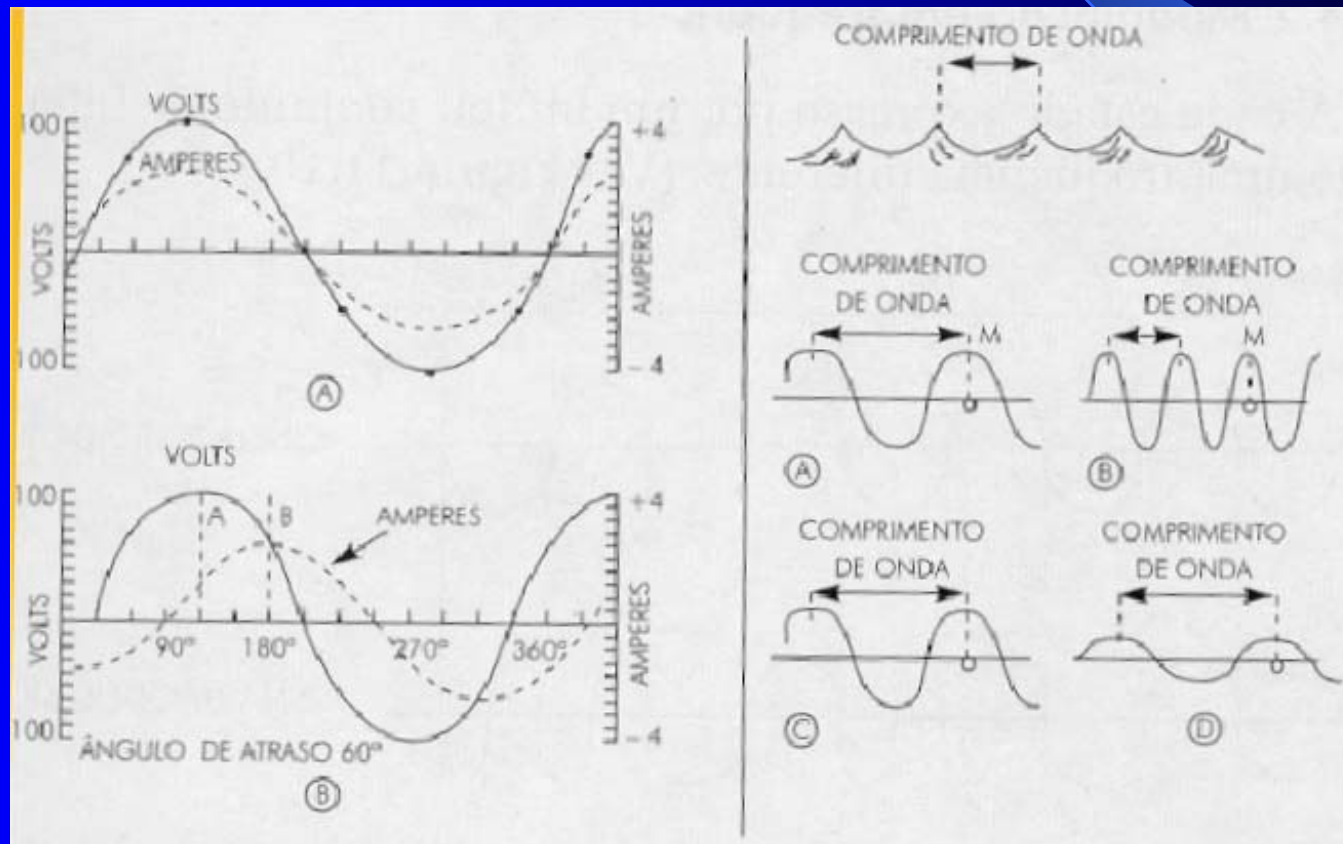
MODEMS

- **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

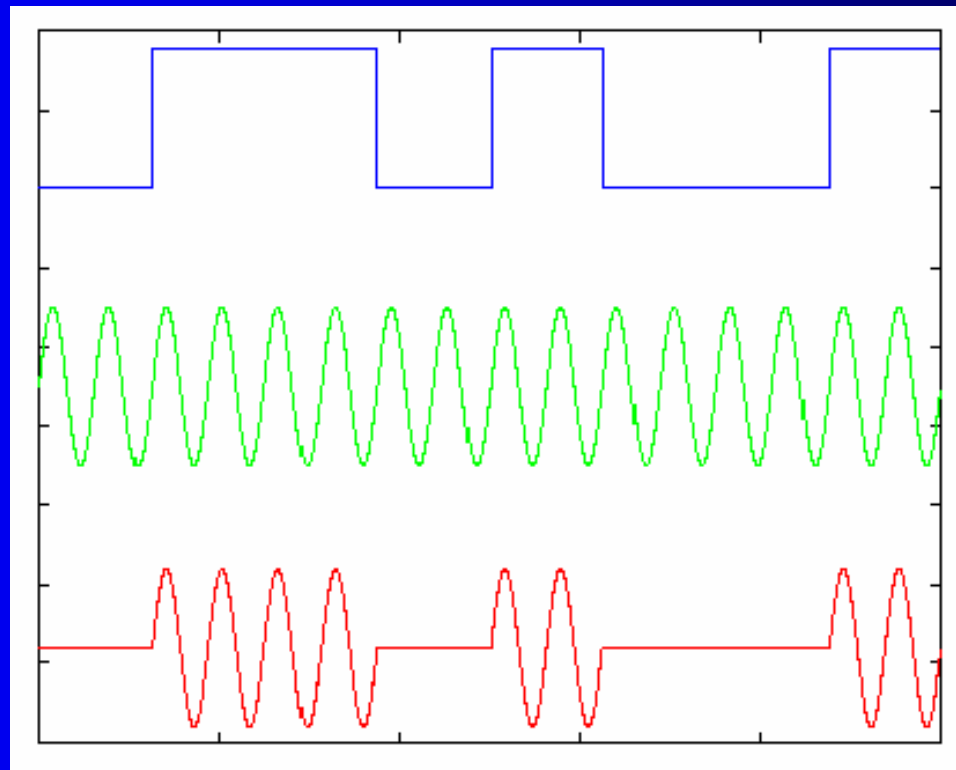
Modulação

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



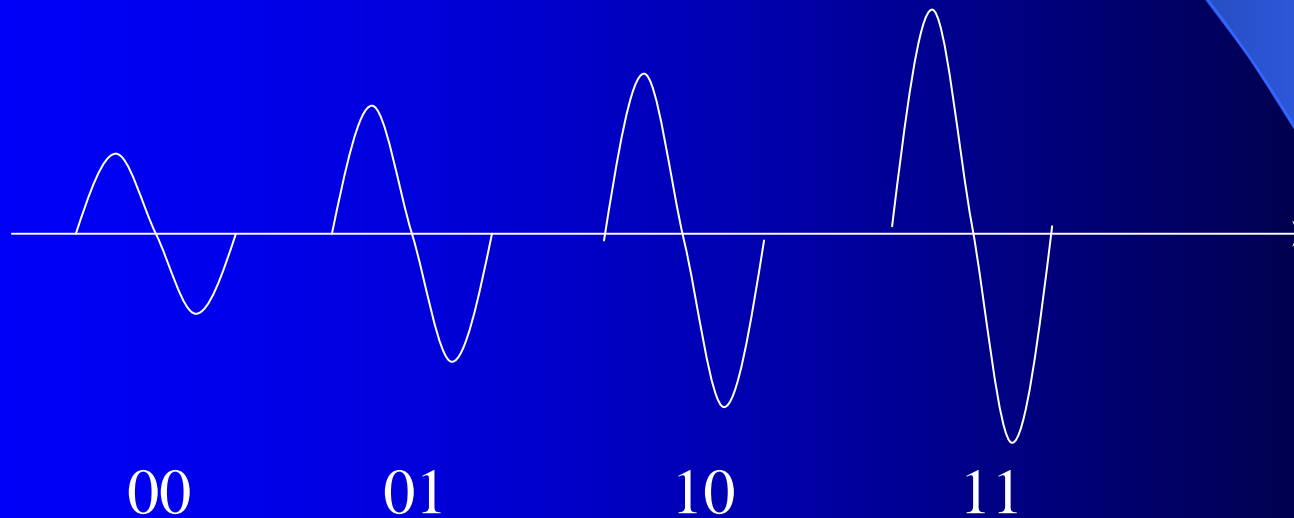
Modulação

- **Modulação em Amplitude**
 - cada estado expresso por um bit corresponde uma amplitude diferente da outra



Modulação

- **Modulação em Amplitude**
 - estado pode representar mais que um bit
 - diferentes amplitudes



Modulação

- **Modulação em Amplitude**

- Principal vantagem

- é fácil produzir tais sinais e também detectá-los

- Desvantagens

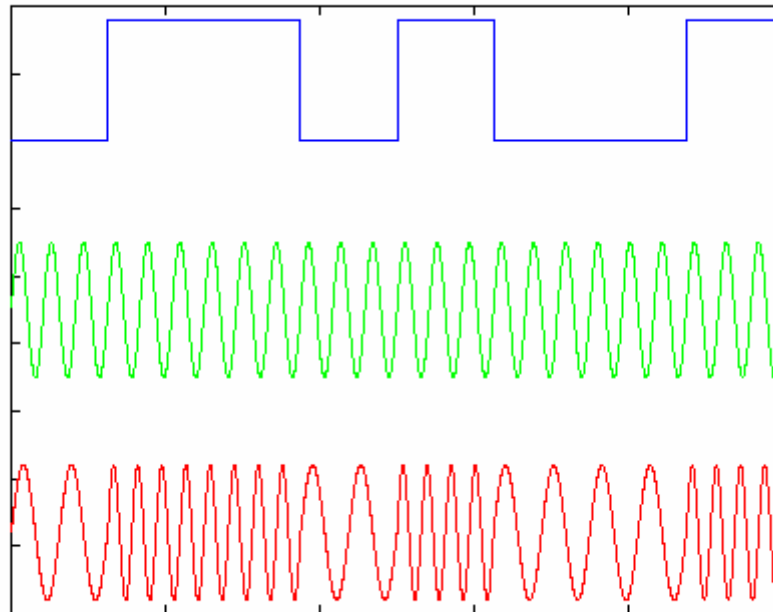
- velocidade da troca de amplitude é limitada pela largura de banda da linha
 - linhas telefônicas limitam trocas de amplitude em 3000 trocas por segundo
 - pequenas mudanças da amplitude tornam a detecção não confiável
 - sinal modulado torna-se mais sensível a interferências
 - faz-se necessário transmissores 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

Modulação

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



Modulação

- **Modulação em Frequência**

- Vantagens

- boa imunidade a interferências
 - pouca sofisticação de equipamentos

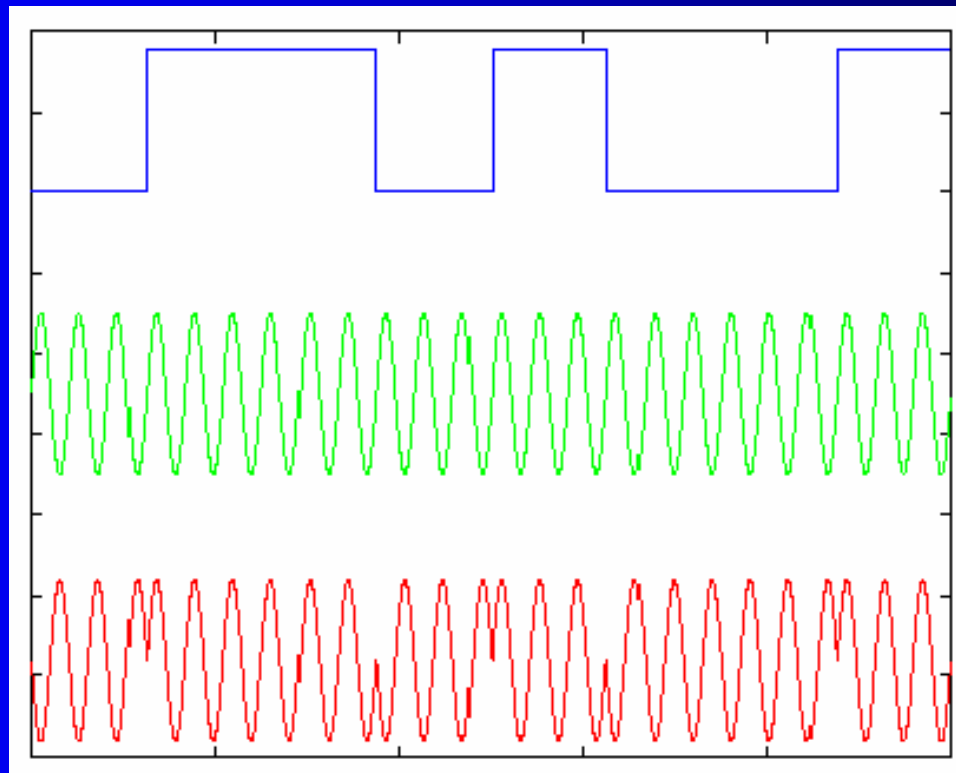
- Desvantagens

- 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

Modulação

- **Modulação em Fase**

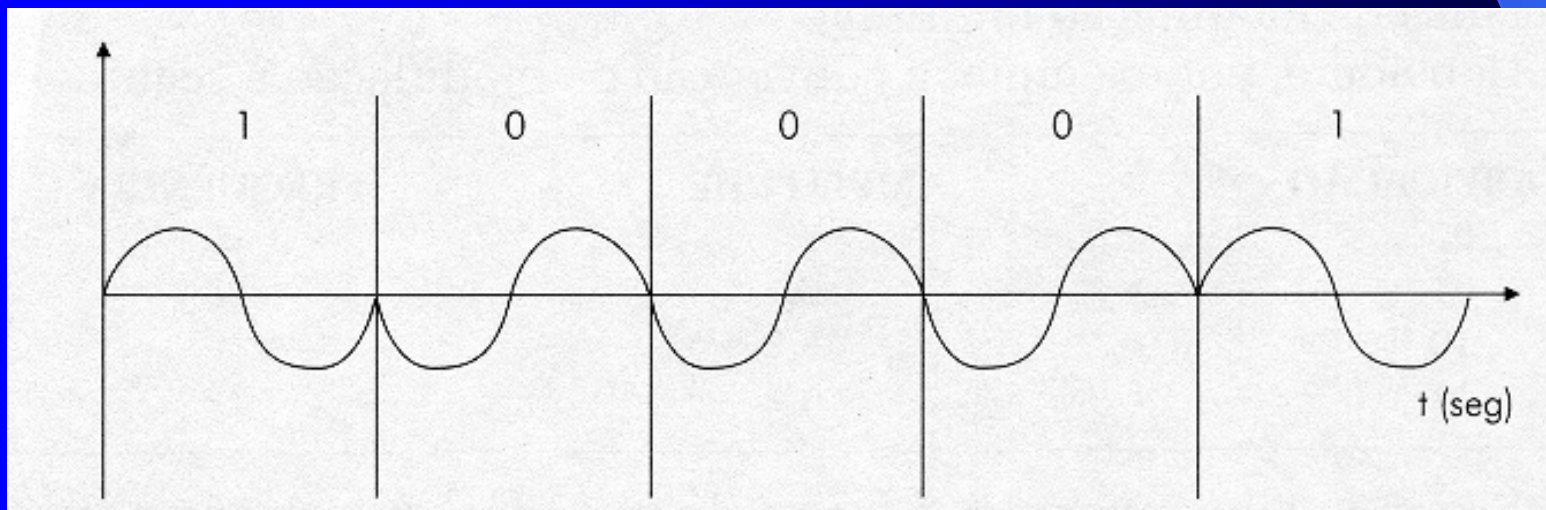
- Alteração da fase do sinal indica mudança de valor de bit



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

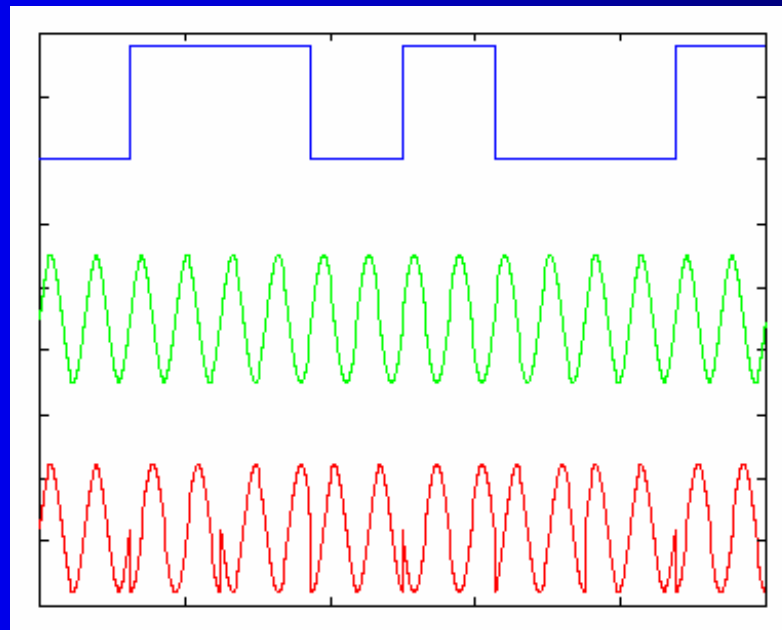


Modulação

- **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

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°)



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

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

Modulação

- **Canal Telefônico**

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

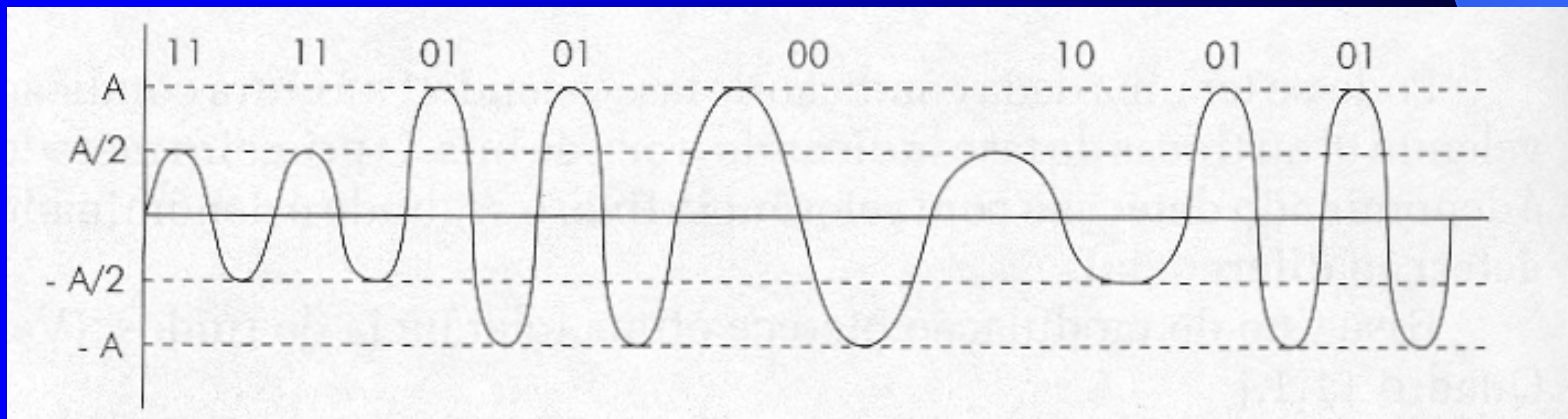
- **Técnica de Modulação Multinível**

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

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



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)

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 $\{1, 2, 3, 4\} \Rightarrow 2$ bits
 - durante o tempo de um símbolo, 4 bits serão transmitidos

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

Velocidade de Transmissão

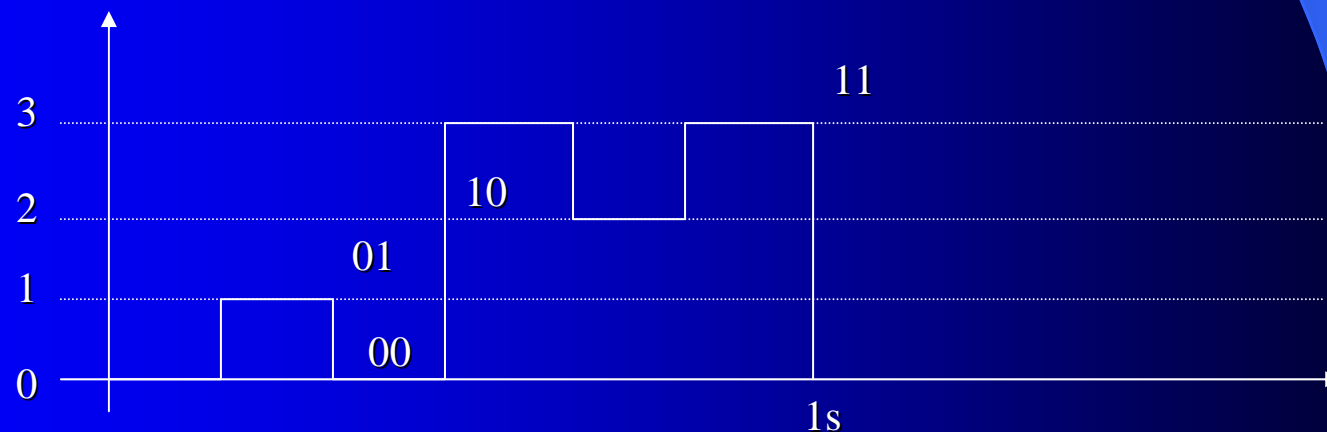
- **Pode ser expressa em bps ou bauds**

- Bps

- número de bits transmitidos a cada segundo
 - exprime a taxa de transmissão da informação

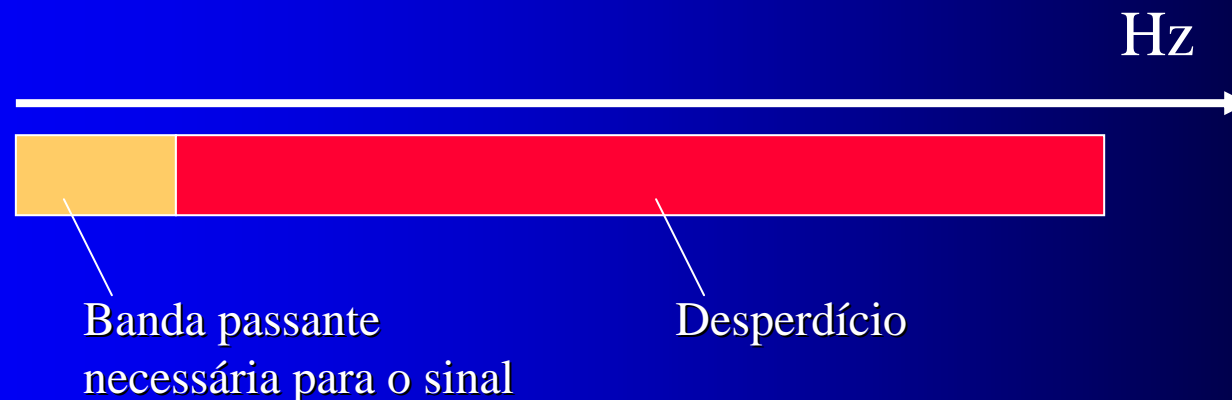
- Baud

- mede o número de vezes que a condição da linha se altera por segundo (taxa de modulação)
 - usualmente exprime a taxa de transmissão serial



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



Multiplexação

- **Multiplexação**

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

- **Duas formas**

- Multiplexação na frequência (FDM)

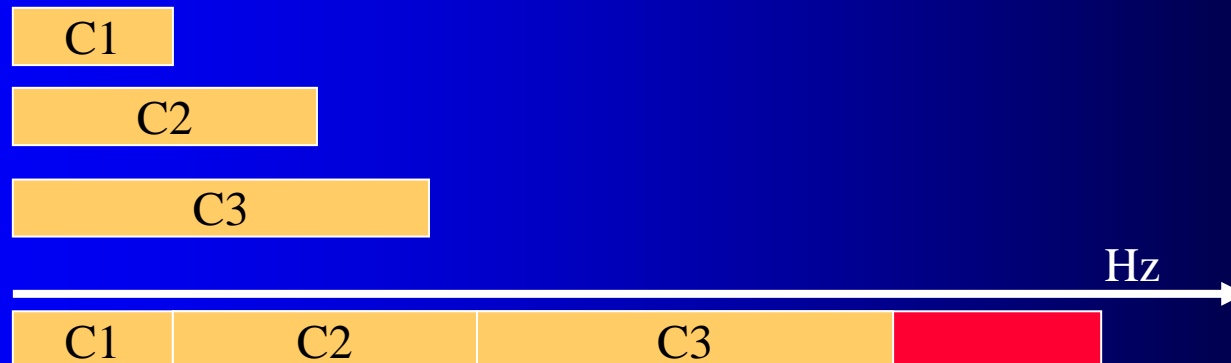


- Multiplexação no Tempo (TDM)

- tempo de transmissão é compartilhado entre os sinais

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



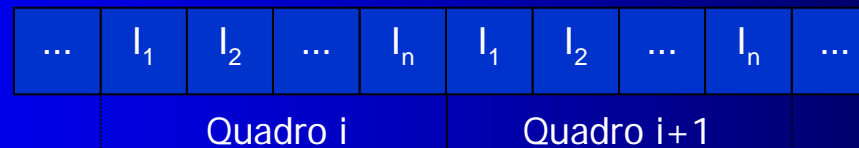
Multiplexação

- **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

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



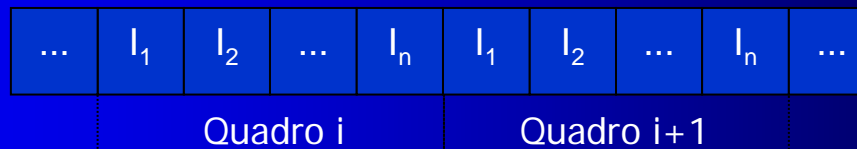
- Canal

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

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



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

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)

Multiplexação

- **Deficiências do TDM**

- Exemplo: se cada intervalo corresponde a 64 Kbps
 - conexão pode apenas ter uma 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

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

Multiplexação

- **Multiplexação por divisão de tempo assíncrona (ATDM)**
 - cada unidade de informação deve conter um cabeçalho
 - com endereços da fonte e destino

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

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

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

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**

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

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)

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

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_1	C_2	C_3	C_4	BCC
b_6	1	1	1	1	0
b_5	0	0	0	0	0
b_4	1	0	1	0	0
b_3	0	0	0	1	1
b_2	1	1	0	0	0
b_1	0	1	1	1	1
b_0	1	0	0	0	1
P	0	1	1	1	1

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 determinado
 - 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