

O que é uma rede de computadores?

Conjunto de módulos processadores capazes de trocar informações e compartilhar recursos, interconectados por um sistema de comunicação.



Por que ter uma rede?

- **Aumento da produtividade**
- Aumento da eficiência do processamento de informações
- Troca de informações
- **Compartilhamento de recursos**
- Melhor uso X Redução de custos
- **Padronização de políticas**
- **Criação de perfis de usuários, ...**

Quais os desafios de possuir uma rede???

- **Projeto**
 - Identificação de requisitos e serviços
 - Especificação de equipamentos e serviços
- Cronograma e Custos, ...
- **Implantação**
 - Ocupação do espaço físico
 - Aquisição dos componentes
 - Testes e certificação
 - Cumprimento do cronograma,
 - Mão-de-obra, treinamento, ...

Quais os desafios de possuir uma rede???

- **Administração**
 - Usuários
 - Hardware das estações e da rede
 - Software das estações e da rede
 - Segurança, ...
- **Atualizações**
 - Crescimento físico
 - Novos serviços
 - Mudanças tecnológicas – hardware e software, ...

Componentes principais de uma rede:

- Computadores e periféricos
- Software local e de rede
- Elementos do sistema de comunicação
 - Hardware de rede – placa de rede, modem, repetidor, conversores de mídia, hub, ponte, switch, roteador, access point, ...
 - Meio físico – cabeamento, conectores, antenas, ...

■ Modelos de referência para redes de computadores

- Definição de hierarquia de camadas
- Camadas podem oferecer/usar serviços
- Modelos para o mundo das redes...
 - RM-OSI
 - TCP/IP
 - ATM

Arquitetura de rede TCP/IP:

- Especificada em documentos técnicos – RFC's (Request For Comments)



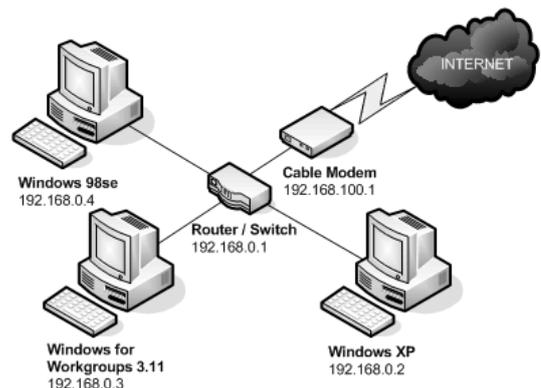
Tipos de Redes:

- Arranjo topológico;
- Enlaces físicos;
- Meios de transmissão;
- Conjunto de regras → (protocolo).

Classificação das redes quanto à distância:

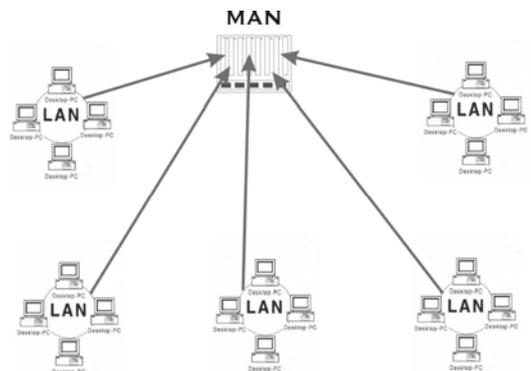
- **LAN** (Local Area Network): Redes locais caracterizam-se por conectarem equipamentos de uma pequena região. A distância variar entre 100 metros e 25 Km.
- **Ex:** Laboratórios; Escritórios; Escolas; Universidades; Organizações.

LAN (Local Area Network)



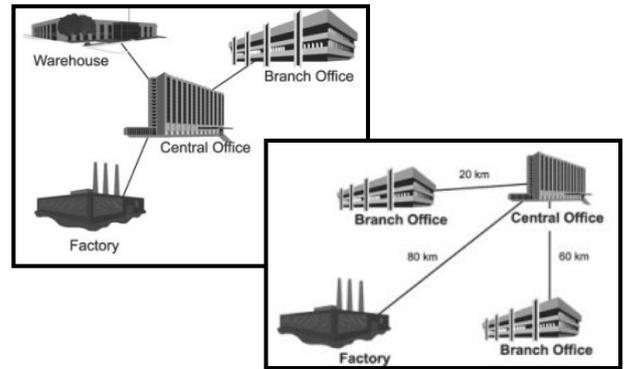
- **MAN** (Metropolitam Area Network): Uma rede metropolitana apresenta características semelhantes às redes locais, porém operando em velocidades maiores.
- Utilizam linhas telefônicas, as linhas de TV a cabo. Suas distâncias variam de 40 a 100 Km.

MAN (Metropolitam Area Network)



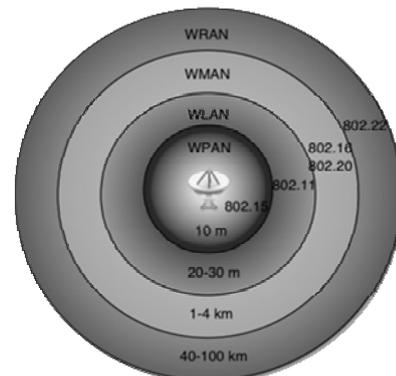
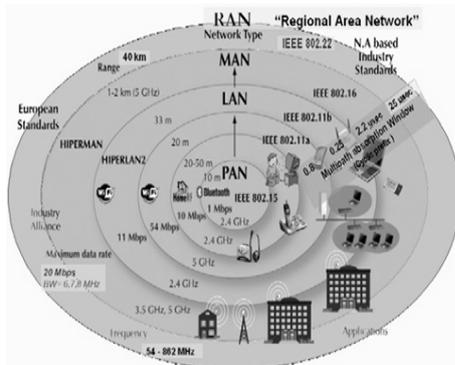
- **RAN (Regional Area Network):** **RAN** é a sigla para Regional area network, uma rede de dados que interconecta negócios, residências e governos em uma região geográfica específica. RANs são maiores que local área networks (**LANs**) e metropolitan area networks (**MANs**), mas menores que wide area networks (**WANs**). RANs são comumente caracterizadas pelas conexões de alta velocidade utilizando cabo de fibra óptica ou outra mídia digital.

RAN (Regional Area Network)



- **CAN (Campus Area Network):** A **CAN** (Campus Area Network) é uma rede que usa ligações entre computadores localizados em áreas de edifícios ou prédios diferentes, como em campus universitários ou complexos industriais.

- **WLAN (Wireless Local Area Network - Redes Locais sem Fio):** é uma nova tecnologia de redes de computadores, com as mesmas funcionalidades das redes de computadores com fio. Por meio do uso de rádio ou infravermelho é que as WLANs estabelecem a comunicação entre os computadores e dispositivos da rede, ou seja, não usam fios ou cabos. Os dados são transmitidos através de ondas eletromagnéticas e várias conexões podem existir em um mesmo ambiente sem que uma interfira na outra, permitindo, por exemplo, a existência de várias redes dentro de um prédio.

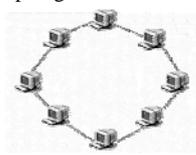


Topologias de redes:

Topologia em barramento



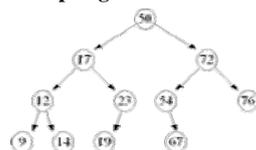
Topologia em anel ou ring



Topologia em estrela ou star

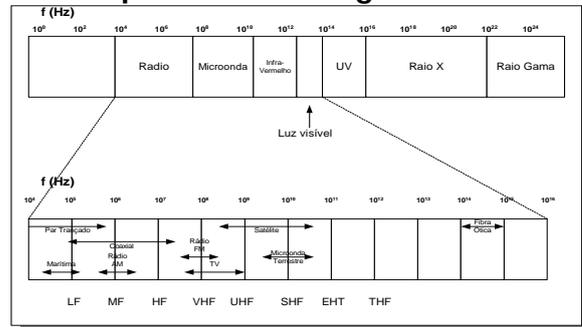


Topologia em Árvore



Sistemas de telecomunicações (análogo e digital):

■ O Espectro Eletromagnético

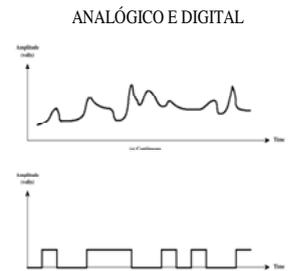


INFORMAÇÃO E SINAL:

- Informações – associadas a idéias ou dados manipulados pelos agentes que as criam, manipulam e processam.
- Sinais – Correspondem à materialização específica dessas informações utilizadas no momento da transmissão. Nada mais são do que ondas que se propagam através de algum meio físico.

ANALÓGICO E DIGITAL:

- Os termos analógico e digital correspondem à variação contínua ou discreta, respectivamente, dos sinais.
- Sinais analógicos – Variam continuamente com o tempo.
- Sinais digitais – Variam discretamente com o tempo, ocupando valores (ou níveis) bem definidos durante intervalos de tempo fixos.



Todo sinal é composto e definido através de três quantidades matemáticas:

- Amplitude – módulo do deslocamento máximo de um sinal em relação ao nível zero.
- Freqüência – número de vezes que um sinal se repete dentro de um intervalo de tempo fixo, geralmente 1 segundo, é medida em Hz (hertz).
- Fase – fator que determina o ponto onde o sinal começa a ser medido (início dos tempos).

BANDA PASSANTE:

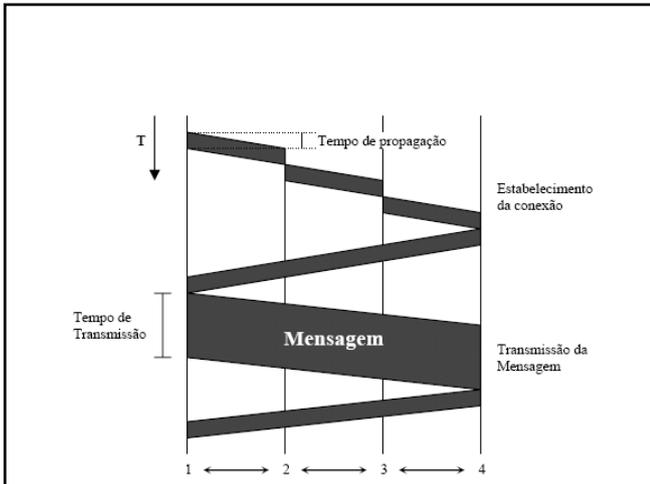
- **Banda passante** – intervalo de freqüências que compõem o sinal.
- **Largura de banda** – diferença entre a maior e a menor freqüência que compõem a banda passante.

Comutação:

A função de *comutação* (ou *chavemento*) em uma rede de comunicação refere-se à alocação dos recursos da rede (meios de transmissão, repetidores, sistemas intermediários, etc.) para a transmissão pelos diversos dispositivos conectados. As principais formas de comutação são denominadas *comutação de circuitos* e *comutação de pacotes*.

Fases da Comutação de Circuitos:

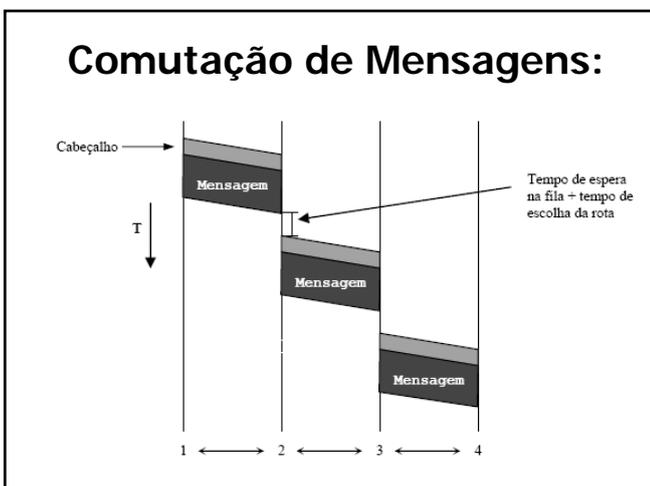
- 1. *Estabelecimento do circuito*: antes que estações possam se comunicar, um circuito fim a fim tem que ser estabelecido. Em cada enlace, um *canal* é alocado e permanece dedicado a essa conexão até a hora da desconexão do circuito.
- 2. *Transferência de informação*: uma vez estabelecida a conexão, os dados podem ser transmitidos e recebidos pelas estações envolvidas.
- 3. *Desconexão do circuito*: após um certo período a conexão pode ser encerrada, em geral, pela ação de uma das estações envolvidas.



Comutação de Mensagens:

- Na comutação de mensagens não é necessário o estabelecimento de um caminho dedicado entre as estações. Ao invés disso, se uma estação deseja transmitir uma mensagem (uma unidade lógica de informação), ela adiciona o *endereço de destino* a essa mensagem que será então transmitida pela rede de nó em nó. Em cada nó, a mensagem inteira é recebida e o próximo caminho da rota é determinado com base no endereço contido na mensagem.

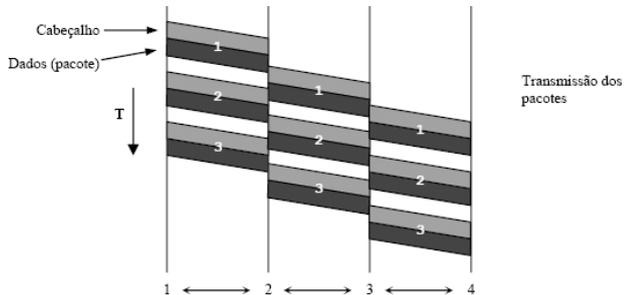
Comutação de Mensagens:



Comutação de Pacotes:

- A comutação de pacotes é semelhante à comutação de mensagens.
- O tamanho da unidade de dados transmitida na comunicação de pacotes é limitado.
- Mensagens devem ser quebradas em unidades menores denominadas *pacotes*.
- Pacotes de uma mesma mensagem podem estar em transmissão simultaneamente pela rede em diferentes enlaces, o que reduz o atraso de transmissão total de uma mensagem.
- Além disso, redes com tamanho de pacotes requerem nós de comutação com menor capacidade de armazenamento e os procedimentos de recuperação de erros para pacotes são mais eficientes.

Comutação de Pacotes:



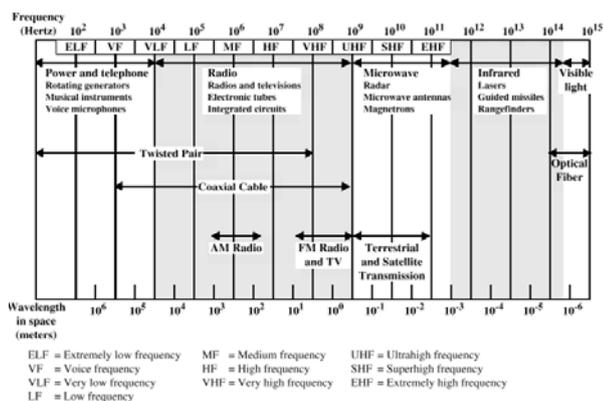
MODULAÇÃO:

- Para se transmitir informação através de um meio físico, utiliza-se uma onda com frequência e potência adequadas para se propagar através do meio, denominada onda portadora. A informação vai codificada nesta onda através de técnicas de *modulação*.

- Existem três técnicas básicas de modulação:
 - Modulação por amplitude (AM)
 - Modulação por frequência (FM)
 - Modulação por fase (PM)

- No caso dos sinais digitais:
 - Modulação por chaveamento de amplitude (Amplitude Shift Keying – ASK)
 - Modulação por chaveamento de frequência (Frequency Shift Keying – FSK)
 - Modulação por chaveamento de fase (Phase Shift Keying – PSK)

MODULAÇÃO



MULTIPLEXAÇÃO:

- Frequência (FDM) – quando a banda passante do meio físico for maior que a do sinal, utiliza-se o meio para a transmissão de vários sinais.
- Tempo (TDM) – quando a capacidade do meio de transmissão, em bits por segundo (bps), for maior que a taxa média de geração das estações conectadas, vários sinais podem ser transmitidos intercalando-se porções de cada sinal no tempo.

MULTIPLEXAÇÃO DA FREQUÊNCIA:

- Banda básica (baseband) – o sinal é colocado na rede sem modulação. Ocupa todo o espectro de frequência do meio.
- Banda larga (broadband) – utiliza multiplexação de frequência. O meio é dividido em vários canais.
- Nas redes em banda larga, cada canal pode ser utilizado para transportar qualquer tipo de sinal: analógico, digital, imagem ou som.
- Os canais podem ser dedicados, chaveados, ponto-a-ponto ou multiponto.
- Os canais ponto-a-ponto podem ser simplex, half-duplex ou full-duplex.

MULTIPLEXAÇÃO DO TEMPO :

- TDM síncrono – o domínio do tempo é dividido em intervalos fixos (tamanho T) chamados *frames*, e cada *frame* é subdividido em N intervalos denominados *slots* ou *segmentos*.
- Canal – conjunto de todos os segmentos que ocupam a mesma posição dentro dos frames.
- TDM assíncrono – as parcelas de tempo são alocadas dinamicamente de acordo com a demanda das estações.

FONTES DE DISTORÇÃO DE SINAIS:

- **Ruídos** – distorções impostas pelas características do meio e devido interferências de sinais indesejáveis.
- **Ruído térmico** – é provocado pelo atrito dos elétrons nos condutores, também chamado ruído branco
- **Ruído de intermodulação** – ocorre quando sinais de frequências diferentes compartilham o mesmo meio físico.

- **Crosstalk** – interferência que ocorre entre condutores próximos que induzem sinais mutuamente (linha cruzada)
- **Ruído impulsivo** – pulso irregular com grande amplitude, não determinístico, provocado por diversas fontes.
- **Atenuação** – degradação na potência de um sinal devido a distância percorrida no meio físico. A atenuação se dá devido a perdas de energia por calor e radiação.
- **Ecoss** – ocorrem devido a mudança na impedância em uma linha de transmissão, parte do sinal é refletido e parte transmitido.

Sistemas de Telecomunicações – Analógico e Digital

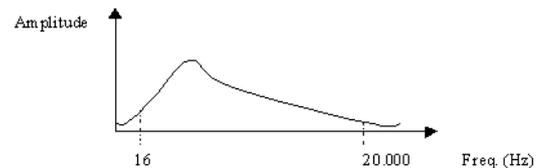
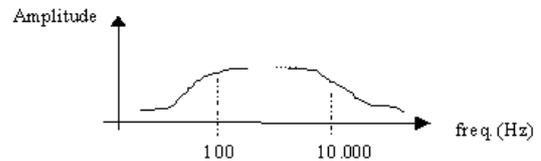
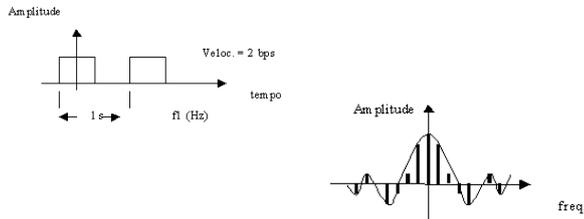
- Telecomunicações = *tele* (grego) = distância + *communicatio* (latim) = *communis* = comum.
- Formas primárias de comunicação à distância:
 - - sonora: tambores, apitos etc;
 - - visual: fumaça, luminosos etc.

Fundamentos de Acústica:

- O som é sensação causada no sistema nervoso pela vibração de delicadas membranas no ouvido, como resultado da vibração de corpos rígidos ou semi-rígidos, tais como diapasão, alto-falante ou uma campainha. O som é uma energia mecânica, necessitando de um meio material para propagar, diferentemente da energia eletromagnética que se propaga no vácuo.

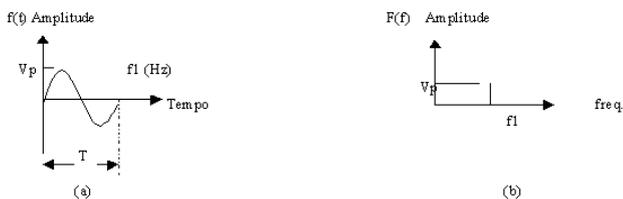
Sinais Digitais:

- Os sinais digitais apresentam variação abrupta (discreto no tempo) e com no mínimo de dois níveis de estado.

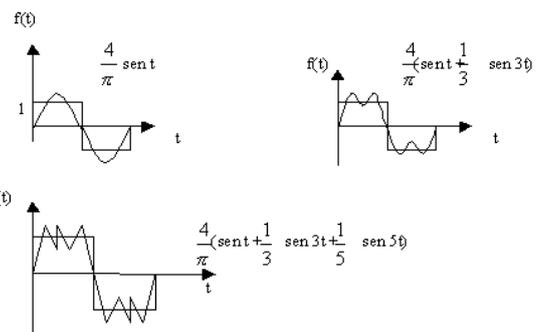


Sinais Analógicos:

- Os sinais analógicos apresentam variação contínua no tempo ou espaço e diversos níveis de estado.

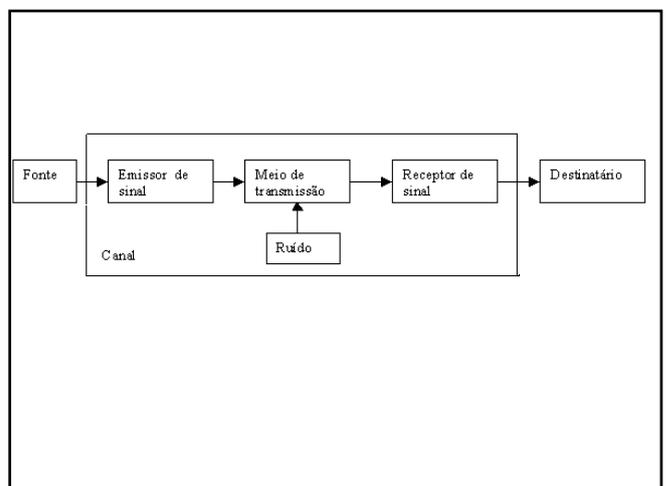


Aproximação uma onda quadrada por sinais senoides:



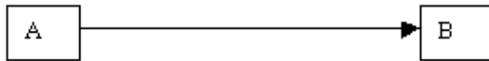
Sistema de Telecomunicações:

- Restrições gerais num projeto de telecomunicações: tecnológicos e limitações físicas fundamentais.
- As limitações fundamentais de transmissão de informação por meios elétricos são a largura de faixa e o ruído.
- Canal de comunicação é o conjunto de recursos técnicos que permite a transmissão da informação somente num sentido. É um caminho elétrico unidirecional. O canal de transmissão mais o canal de recepção formam um circuito de comunicação.



Modos de Transmissão:

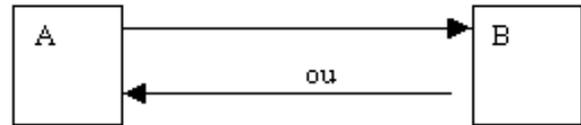
- Simplex, quando a comunicação é possível em somente um sentido



Exemplo: A transmissão do sinal de televisão e rádio.

Modos de Transmissão:

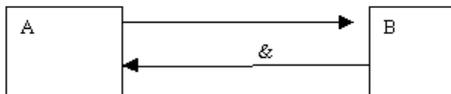
- Semi-Duplex (Half-Duplex), quando a comunicação é possível em ambos os sentidos, porém não simultaneamente.



Exemplo: Transmissão de mensagens escrita pelo telex, algumas transmissões de dados.

Modos de Transmissão:

- Duplex (Full-Duplex), quando a comunicação é possível, simultaneamente, em ambos os sentidos.



Exemplo: Conversação telefônica, algumas transmissões de dados.

Comunicação Analógica e Digital:

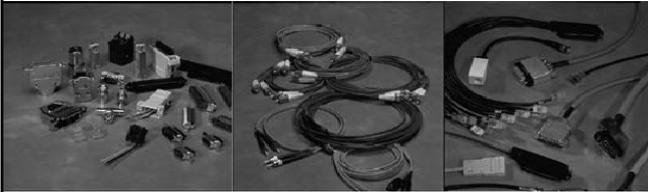
- O que caracteriza a transmissão analógica é que as formas de onda possuem a informação que deve ser reproduzida no destino, ou seja não há o emprego de técnicas de codificação para a mensagem.
- A transmissão digital apresenta melhor desempenho frente ao ruído devido ao uso de repetidores regeneradores na transmissão de sinais pulsados permitindo a recuperação de pulsos de formato perfeito, totalmente isento de ruído.

Meios e canais de comunicação:

- Meios de transmissão são as conexões físicas entre as estações da rede. Geralmente eles diferem com relação à banda passante,
 - Tipo de conexão (se ponto-a-ponto ou multiponto),
 - Limitação geográfica,
 - Atenuação característica do meio,
 - Imunidade a ruído,
 - Custo,
 - Disponibilidade de componentes
 - Confiabilidade.

Qualquer meio físico capaz de transportar informações eletromagnéticas é possível de ser usado em redes locais. Os mais comumente utilizados são o par trançado, o cabo coaxial e a fibra ótica, que são os chamados meios guiados. Sob circunstâncias especiais, radiodifusão, infravermelho e microondas, que são os meios não-guiados, também são escolhas possíveis.

**Exemplos de meios de transmissão:
conectores diversos, fibras ópticas e
cabos metálicos.**



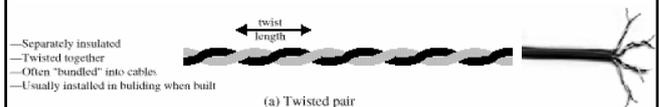
O meio de transmissão é o suporte físico que transporta um ou mais canais. Uma das maneiras mais comuns de transporte de dados de um computador para outro são as fitas magnéticas, discos flexíveis, discos rígidos ou CDs.

Transmissão Guiada:

- Cabos
 - Par trançado
 - Coaxial
 - Fibra óptica

Meios: Par Trançado

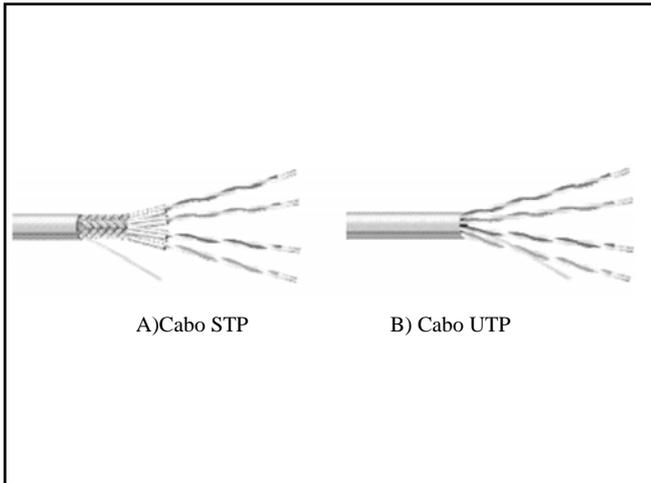
- São trançados para reduzir a interferência elétrica de pares vizinhos.
- Pode ser usado em transmissões digitais ou analógicas
- Pode transmitir na faixa de Mbps em distâncias de alguns kms dependendo do diâmetro do condutor



São classificados de acordo com a blindagem:

- STP - Shielded Twisted Pair: com blindagem interna envolvendo cada par trançado e uma global minimizando interferências externas.
- Pode alcançar uma largura de banda de 300 MHz em 100 metros de cabo. Possui a vantagem de transportar dados utilizando uma sinalização muito rápida com poucas chances de distorção;

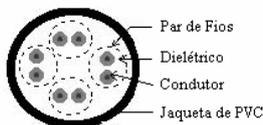
- UTP - Unshielded Twisted Pair: sem blindagem. Tem como vantagem ser flexível e reduzida espessura. Transportam dados a 100 Mbit/s. Pode-se utilizar com três principais arquiteturas de rede (ARCnet, Ethernet e token-ring).



Par trançado sem blindagem (UTP):

- É composto por pares de fios sendo que cada par é isolado um do outro e todos são trançados juntos dentro de uma cobertura externa. Não havendo blindagem física interna, sua proteção é encontrada através do "efeito de cancelamento", onde mutuamente reduz a interferência eletromagnética de radiofrequência.

- Uma grande vantagem é a flexibilidade e espessura dos cabos. O UTP não preenche os dutos de fiação com tanta rapidez como os outros cabos. Isso aumenta o número de conexões possíveis sem diminuir seriamente o espaço útil.



Categorias dos cabos de par trançado:

| Tipo | Utilização |
|-------------|---|
| Categoria 1 | Voz (Cabo Telefônico) |
| Categoria 2 | Dados a 4 Mbps (LocalTalk) |
| Categoria 3 | Transmissão de até 16 MHz. Dados a 10 Mbps (Ethernet) |
| Categoria 4 | Transmissão de até 20 MHz. Dados a 20 Mbps (16 Mbps Token Ring) |
| Categoria 5 | Transmissão de até 100 MHz. Dados a 100 Mbps (Fast Ethernet) |
| Categoria 6 | Utilizado em ISDN, cabos para modem e TV a cabo. |
| Categoria 7 | Ethernet 1000BaseT, ATM com transmissão de até 500MHz. |

Pares trançados não blindados (UTP - *Unshielded Twisted Pair*):

- Categoria 3:
 - dois fios isolados, trançados entre eles
 - 4 destes pares são agrupados e envolvidos por uma proteção de plástico para manter os 8 fios juntos.
- Categoria 5:
 - semelhante ao de categoria 3, mas com mais voltas por centímetro e isolamento de Teflon.
 - Conseguem assim reduzir as linhas cruzadas e uma melhor qualidade do sinal em distâncias mais longas.

Vantagens:

- Tecnologias e padrões estão estáveis para comunicações de voz;
- Sistema telefônico, que usa transmissão por par trançado, estão presentes na maioria das construções, e normalmente pares estão disponíveis para conexões em rede;
- Diâmetro reduzido;
- Baixo custo de instalação e manutenção;
- Fácil manuseio.

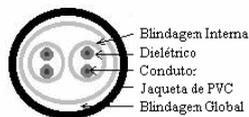
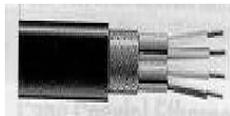
Desvantagens:

- Baixa imunidade à ruídos, principalmente para cabos desprotegidos;
- Limitação quanto à distância máxima empregada;
- Necessita usar hubs (concentradores).

Par trançado blindado (STP):

- Possui uma blindagem interna envolvendo cada par trançado que compõe o cabo, cujo objetivo é reduzir a diafonia. Um cabo STP geralmente possui 2 pares trançados blindados, uma impedância característica de 150 Ohms e pode alcançar uma largura de banda de 300 MHz em 100 metros de cabo.

- Utiliza uma classificação definida pela IBM, baseada em diferentes características de alguns parâmetros, como diâmetro do condutor e material utilizado na blindagem, sendo ela: 1, 1A, 2, 2A, 6, 6A, 9, 9A.



■ Vantagens:

- Alta taxa de sinalização;
- Pouca distorção do sinal.

■ Desvantagens:

- A blindagem causa uma perda de sinal que torna necessário um espaçamento maior entre os pares de fio e a blindagem; isso ocasiona um maior volume de blindagem e isolamento, aumentando consideravelmente o tamanho, o peso e o custo do cabo.

Aplicações dos cabos de par trançado:

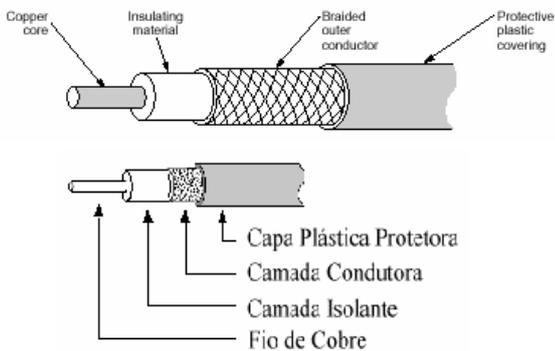
- A utilização mais comum do cabo de par trançado é o sistema telefônico e atualmente as redes de computadores. O sinal pode ser transmitido através do cabo de par trançado por vários quilômetros sem amplificação, mas para distâncias mais longas, repetidores são necessários.

Fatores que interferem na qualidade dessas linhas de transmissão quer seja para a transmissão de voz ou dados.

■ A qualidade da linha de transmissão depende:

- Da qualidade dos condutores (resistência, reatância, impedância);
- Bitola ou espessura dos fios;
- Técnicas utilizadas;
- Proteção dos componentes para evitar a indução dos condutores;
- Radiação;
- Dissipação.

Meios: Cabo Coaxial



Cabos Coaxiais:

- Grosso
 - 10 Mbps
 - 500 metros (10Base5)
 - 0,4 polegadas de diâmetro
 - Utiliza transceptores e cabos AUI para conexão
- Fino
 - 10 Mbps
 - 185 metros \cong 200 (10Base2)
 - 0,25 polegadas de diâmetro
 - Utiliza conectores BNC e tipo T para para conexão

Vantagens do cabo grosso:

- Comprimento maior que o coaxial fino;
- É muito utilizado para transmissão de imagens e voz.
- **Desvantagens:**
 - Difícil instalação
 - Custo elevado em relação ao cabo coaxial fino.

Cabo Coaxial de Banda Base:

- Também conhecido como CABO COAXIAL BANDA BASE ou 10BASE2, é utilizado para transmissão digital, já foi o meio mais largamente empregado em redes locais. O sinal é injetado diretamente no cabo.



- **Vantagens:**
 - É maleável;
 - Fácil de instalar;
 - Sofre menos reflexões do que o cabo coaxial grosso, possuindo maior imunidade a ruídos eletromagnéticos de baixa frequência.

Cuidados na instalação do cabo coaxial:

- É necessário verificar a qualidade dos elementos que constituem o cabeamento: cabos, conectores e terminadores. Esses devem ser de boa qualidade para evitar folgas nos encaixes, o que poderia causar mau funcionamento a toda rede.
- Os cabos não podem ser tracionados, torcidos, amassados ou dobrados em excesso pois isso pode alterar suas características físicas.



Meios: Fibra Óptica

- Uma fibra ótica é constituída de material dielétrico, em geral, sílica ou plástico, em forma cilíndrica, transparente e flexível, de dimensões microscópicas comparáveis às de um fio de cabelo.

Meios: Fibra Óptica

- Componentes de um sistema óptico:
 - Fonte de luz
 - Converte sinais elétricos em pulsos de luz
 - Meio de Transmissão
 - A tecnologia já permite transmitir em até 200 Tbps
 - A luz não é afetada por ruídos elétricos
 - Detector
 - Converte pulsos de luz em sinais elétricos

Meios: Fibra Óptica

- Esta forma cilíndrica é composta por um núcleo envolto por uma camada de material também dielétrico, chamada casca. Cada um desses elementos possui índices de refração diferentes, fazendo com que a luz percorra o núcleo refletindo na fronteira com a casca.



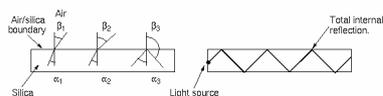
Meios: Fibra Óptica

- A fibra ótica possui duas camadas com índices de refração diferentes o que faz com que a luz sofra reflexão total quando tenta passar do núcleo para a casca, quando isso acontece, ela é refletida de volta para o núcleo e assim percorre toda a extensão da fibra.



Meios: Fibra Óptica

- Tipos de fibras
 - Multimodo ou simples



- Multimodo degrau ou multimodo de índice gradual
- Monomodo

Meios: Fibra Óptica

- Atenuação
 - Depende do comprimento de onda

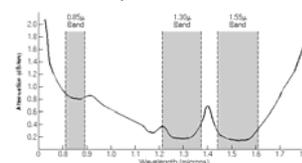
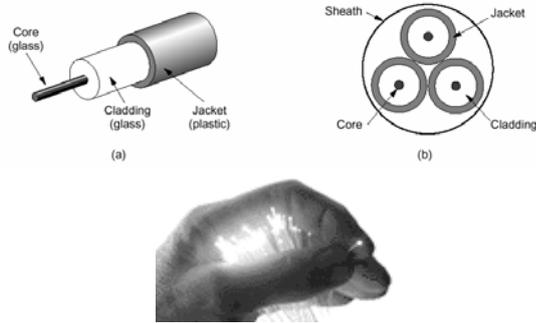


Fig. 2-6. Attenuation of light through fiber in the infrared region.

- Dispersão modal
 - Os raios se propagam por caminhos diferentes

O cabo de fibras:



Meios: Fibra Óptica, **Vantagens:**

- Perdas de transmissão baixa e banda passante grande;
- Pequeno tamanho e peso;
- Imunidade a interferências;
- Isolação elétrica;
- Segurança do sinal;
- Matéria-prima abundante;

Meios: Fibra Óptica, **desvantagens:**

- Fragilidade das fibras óticas sem encapsulamento;
- Dificuldade de conexões das fibras óticas;
- Acopladores tipo T com perdas muito grandes;
- Impossibilidade de alimentação remota de repetidores;
- Falta de padronização dos componentes óticos;
- Alto custo de instalação e manutenção;

Aplicações de Fibras Óticas:

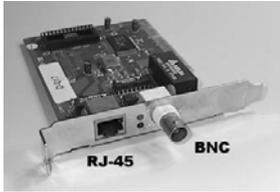
- Sistemas de comunicação;
- Rede Telefônica;
- Rede Digital de Serviços Integrados;
- Cabos Submarinos;
- Televisão por Cabo (CATV) ;
- Sistema de Energia e Transporte;
- Redes Locais de Computadores;
- Sistemas sensores;
- Aplicações industriais;
- Aplicações médicas;
- Automóveis;
- Aplicações militares;

Como funciona a transmissão óptica:

- O sinal luminoso é transmitido para a fibra ótica sob a forma de pulso '0'/'1' representando uma seqüência de símbolos binários. As ondas passam através do núcleo da fibra, que é coberto por uma camada chamada cladding. A refração do sinal é controlada pelo desenho do cabo, os receptores e os transmissores.



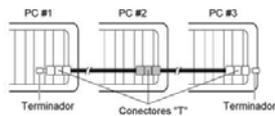
Conectores RJ-45 no cabo UTP e na placa de rede.



Placa de rede com conectores RJ-45 (para cabo de par trançado) e BNC (para cabo coaxial fino).



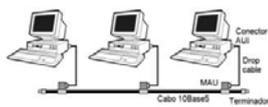
Conector BNC, T e Terminador



Ligação de cabos Thin Ethernet



Conexão de cabos Thin Ethernet na placa de rede usando conector "T".



Conexões com cabos 10Base5



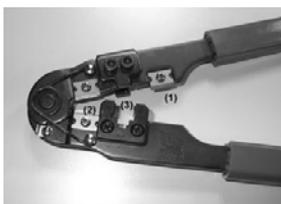
Adaptador AUI/RJ-45.



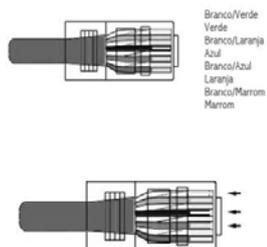
Detalhe da conexão dos cabos no hub



Alicate para fixação de conectores RJ-45



O alicate em detalhes.
(1): Lâmina para corte do fio
(2): Lâmina para desencapar o fio
(3): Fenda para crimpar o conector



Encaixando o cabo no conector RJ-45



Protetores de borracha para os conectores RJ-45



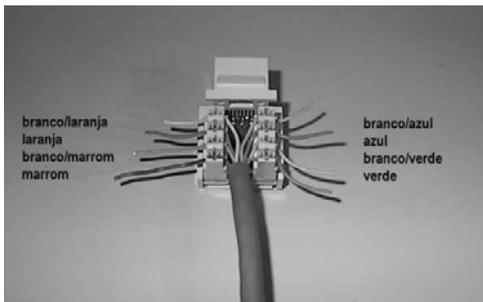
Tomada de rede embutida na parede



Tomadas de rede em caixas externas.



Detalhes de conectores RJ-45 fêmea



Ordem das logações dos fios no conector



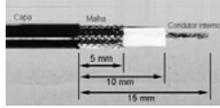
Detalhe do encaixe dos fios no conector



Ferramentas usadas na montagem de cabos coaxiais.



Peças que formam um conector BNC



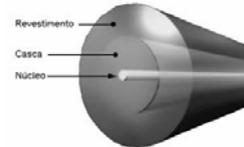
Desencapando o cabo



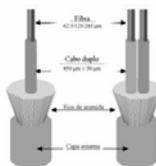
Conector BNC e tubo metálico externo.



Cabo coaxial pronto



Estrutura interna de um cabo de fibra óptica



Exemplos de cabos de fibras ópticas (2 e 4 fibras).



Cabo com conectores ST

