



Organização e Arquitetura de Computadores

**Firewire,
Conceitos de Multiplexação e Demultiplexação
Ethernet e Bluetooth.**

**Tópico 26
PORTAL UNIGTI**

Esclarecimentos

- Esse material é de apoio para as aulas da disciplina e não substitui a leitura da bibliografia básica.
- Os professores da disciplina irão focar alguns dos tópicos da bibliografia assim como poderão adicionar alguns detalhes não presentes na bibliografia, com base em suas experiências profissionais.
- O conteúdo de slides com o título “Comentário” seguido de um texto, se refere a comentários adicionais ao slide cujo texto indica e tem por objetivo incluir alguma informação adicional aos conteúdo do slide correspondente.
- Bibliografia básica:
 - PATTERSON, A.D.E.; HENNESSY, L.J.. Organização e projetos de computadores: a interface hardware/software. São Paulo: Campus, 2005.;
 - MONTEIRO, Mário A.. Introdução à organização de computadores. 5.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.
 - STALLINGS, William. Arquitetura e organização de computadores : projeto para o desempenho. São Paulo: Pearson Education, 2005.



FIREWIRE



FireWire

FireWire ou i.Link ou

High Performance Serial Bus (HPSB) – IEEE 1394

É um meio de transmissão serial que permite uma conexão fácil de diversos tipos de dispositivos ao computador.

Desenvolvido pela Apple no começo da década de 1990 para substituir o padrão SCSI, somente em 1995 o padrão Firewire foi padronizado, através da norma IEEE 1394.

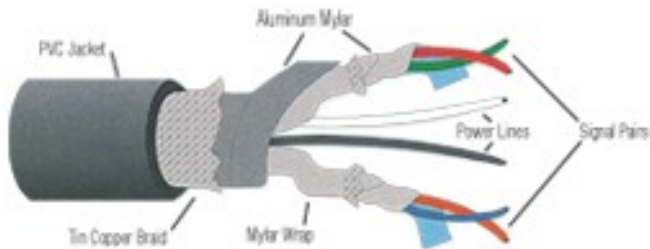
Desde então, o uso de dispositivos Firewire começou a crescer e nos equipamentos da Apple, hoje em dia já é padrão.

FireWire ou i.Link ou High Performance Serial Bus (HPSB) – IEEE 1394 (cont.)

É um barramento usado por vários tipos de equipamentos, entre eles drives removíveis, pen-drives, câmeras digitais, televisões, impressoras, scanners, dispositivos de som.

Algo interessante no padrão FireWire é que ele consegue transmitir dados com velocidade pré-definida e independente do que mais estiver sendo transmitido pela rede, tornando-o uma ótima opção para transmissões de dados em tempo real.

Fotos dos conectores



© 2005 HowStuffWorks

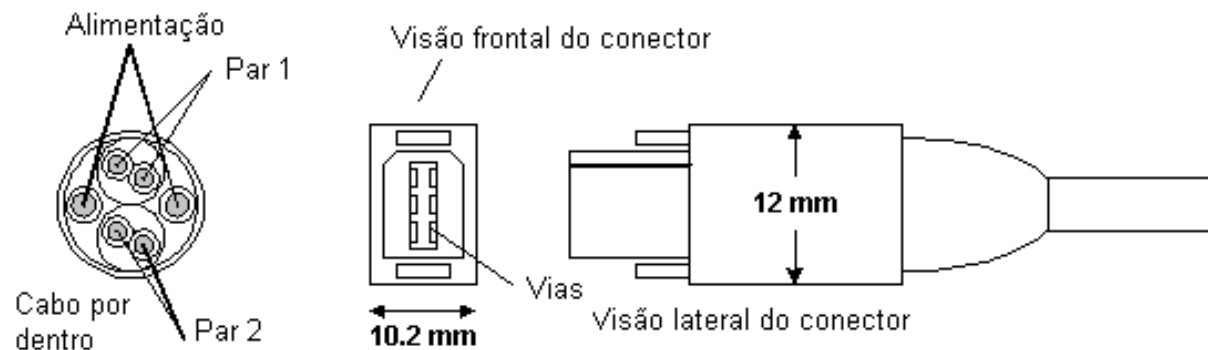
Material de Apoio para
Organização e Arquitetura de
Computadores - Grupo OAC

Estrutura Elétrica e sinais do cabo FireWire

O conector do barramento FireWire possui 6 vias. Duas vias são de alimentação, as demais formam dois pares diferenciais, sendo um para transmissão de dados em modo half-duplex e um para sinal de clock.

Cada par trançado é blindado internamente assim como o invólucro exterior do cabo. É a boa proteção desta blindagem que permite as altas taxas de transferência do FireWire.

Os dispositivos FireWire podem oferecer ou consumir até 45W de potência, suficiente para discos rígidos de alto desempenho e rápido carregamento de baterias.



Características

- Taxa de transferência, 1394a tem taxa de 400Mbps e a 1394b tem taxa de 800Mbps.
- Capacidade de colocar até 63 dispositivos em um barramento.
- Facilidade de uso, Sistemas Operacionais Windows (98 e posteriores), Mac OS (8.6 e posteriores) são compatíveis com essa tecnologia.
- Função hot-pluggable (conectar os equipamentos sem os desenergizar). Existem relatos de problemas ao desconectar camcorders, **CUIDADO**.
- Fornecimento de energia pelo cabo. Tensão: 8V a 30V. Corrente: 1,5A.
- Desempenho plug-and-play.
- Utiliza sistema de enumeração, cria uma fila e distribui endereços.
- Sua comunicação é Peer-to-Peer, ou seja, permite que duas câmeras FireWire se comuniquem sem um computador intermediando.
- Distâncias entre dispositivos: 1394a até 4,5m em grupos de 16 cabos até 72m, 1394b até 100m, veja a tabela a seguir.

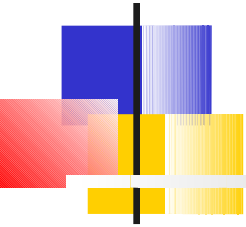
IEEE 1394b: velocidade e distância em cada mídia

Tipo de cabo	100 Mbps	200 Mbps	400 Mbps	800 Mbps	1600 Mbps	3200 Mbps
Par trançado de cobre, isolado, 9 pinos	4,5 m	4,5 m	4,5 m	4,5 m	4,5 m	4,5 m
Par trançado de cobre, não isolado, CAT-5	100 m	–	–	–	–	–
Fibra óptica de plástico com índice de grau	50 m	50 m	–	–	–	–
Fibra óptica de plástico, Hard-polymer clad	100 m	100 m	–	–	–	–
Fibra óptica de vidro	100 m	100 m	100 m	100 m	100 m	100 m

Comparativo USB x FireWire

Característica	USB		FireWire	
	1.1	2.0	400	800
Taxa de transferência de dados	12 Mbps	480 Mbps	400 Mbps	800 Mbps
Número de dispositivos	127	127	63	63
Plug and play	Sim	Sim	Sim	Sim
Hot-pluggable	Sim	Sim	Sim	Sim
Dispositivos isócronos	Sim	Sim	Sim	Sim
Energia fornecida pelo barramento	Sim	Sim	Sim	Sim
Requerida terminação do barramento	Não	Não	Não	Não
Tipo de barramento	Serial	Serial	Serial	Serial
Tipo de cabo	Par trançado (4 fios: 2 de energia, 1 conjunto de par trançado)	Par trançado (4 fios: 2 de energia, 1 conjunto de par trançado)	Par trançado (6 fios: 2 de energia, 2 conjuntos de pares trançados)	Par trançado (8 fios: 2 de energia, 2 conjunto de pares trançados, 2 terra)
Compartilhável	Sim - baseado no host	Sim - baseado no host	Sim - ponto a ponto	Sim - ponto a ponto
Topologia de rede	Cadeia	Cadeia	Hub	Hub

CONCEITOS DE MULTIPLEXÃO E DEMULTIPLEXAÇÃO



MULTIPLEXAÇÃO - DEMULTIPLEXAÇÃO

- A função básica da **multiplexação** é combinar múltiplas entradas elétricas em uma única saída;
- A função básica de um **demultiplexador** é a inversa do multiplexador, isto é, distribuir uma única entrada em múltiplas saídas elétricas;
- Existem vários dispositivos que executam a multiplexação, que são chamados de multiplexador, multiplexer, mux ou multiplexor;
- Analogamente, existem dispositivos que executam a demultiplexação, que são chamados de demultiplexador, demultiplexer, demux ou demultiplexor;
- Existe a **multiplexação analógica** e a **multiplexação digital**.

MULTIPLEXAÇÃO E DEMULTIPLEXAÇÃO ANALÓGICA

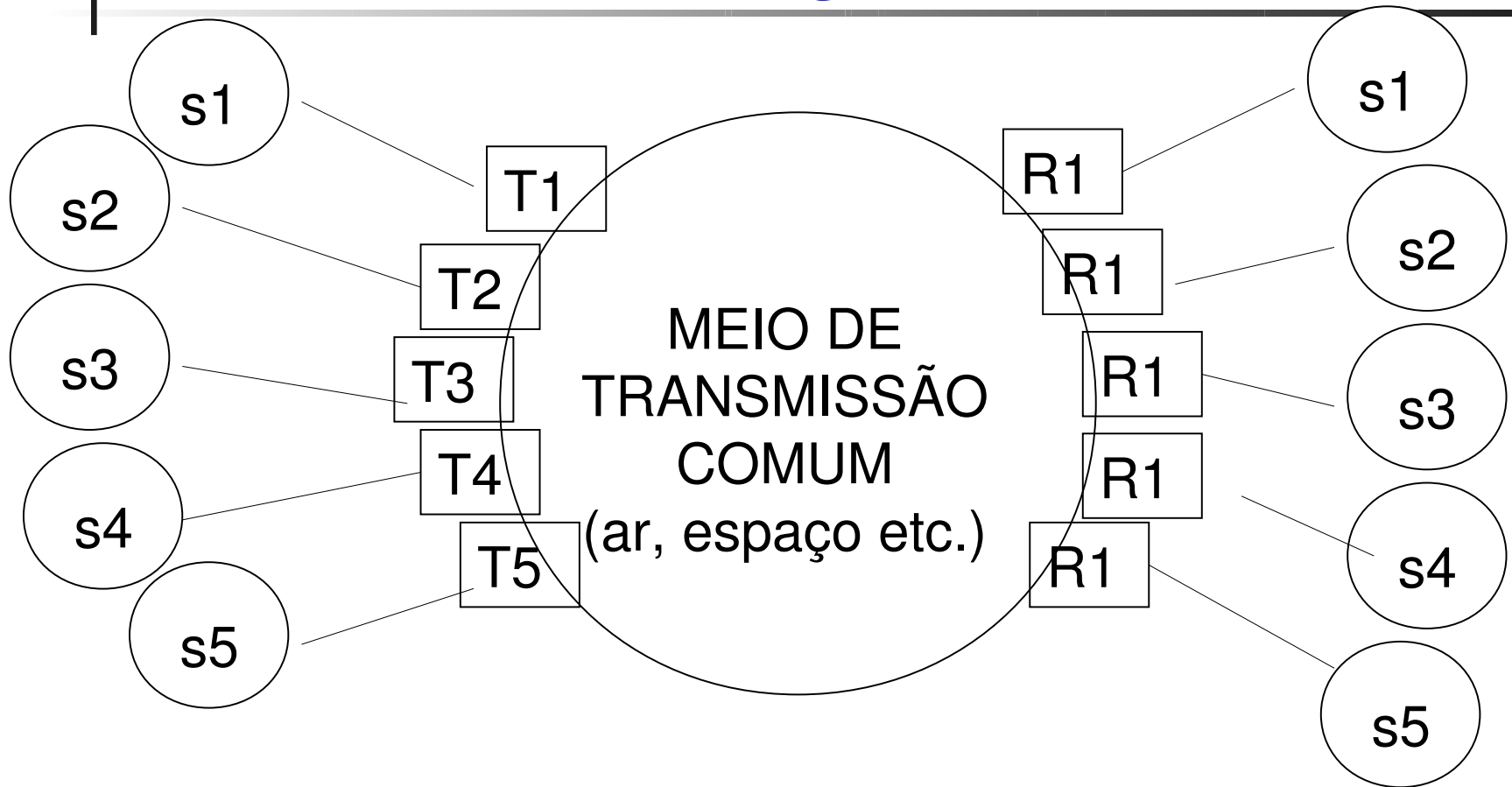


- Nesse caso, as múltiplas entradas e saídas são sinais elétricos analógicos, isto é, sinais que não têm variação brusca dos níveis de tensão, tais como sinais de rádio, luz etc.;
- Existem 4 tipos básicos de multiplexação analógica:
 - **Multiplexação por frequência;**
 - **Multiplexação por tempo;**
 - **Multiplexação estatísticas;**
 - **Multiplexação por código;**
- Examinaremos brevemente esses 4 tipos; uma visão mais completa será vista nos cursos de comunicação de dados e redes de computadores.

MULTIPLEXAÇÃO POR FREQUÊNCIA

- Nesse caso, os diversos sinais de entrada são sinais analógicos de frequências diferentes que são enviados a um meio de transmissão comum;
- Como eles têm frequências diferentes, eles não se misturam durante a transmissão (banda de guarda);
- A demultiplexação é feita pela recepção de diferentes receptores, que trabalham em frequências diferentes e iguais às frequências dos sinais transmitidos;
- Um exemplo muito comum desse tipo de multiplexação é a da transmissão de sinais de rádio (que engloba rádio AM, rádio FM, televisão, celulares, comunicação via satélites etc.).

VISÃO DA MULTIPLEXAÇÃO POR FREQUÊNCIA



T_n – transmissores das frequências s_n;
R_n – receptores das frequências s_n.

MULTIPLEXAÇÃO NO TEMPO

- Os sinais de entrada são divididos em pequenas porções de tempo, de tal maneira que cada porção represente uma porção significativa do sinal;
- O multiplexador faz uma ligação temporária entre uma entrada e uma saída durante um certo intervalo de tempo;
- Rapidamente, outro sinal é conectado a outra saída, percorrendo assim todos os sinais de entrada e saída;
- Ao término das entradas, o ciclo é reiniciado.

MULTIPLEXAÇÃO NO TEMPO



- O interruptor cíclico do MUX é sincronizado com o interruptor cíclico do DEMUX;
- Durante um breve intervalo de tempo, a conversa A do MUX fica conectada com a conversa A do DEMUX;
- No próximo passo, a conversa B do MUX é conectada com a conversa B do DEMUX;
- Ao fim do ciclo, repetem-se os passos.

MULTIPLEXAÇÃO ESTATÍSTICA

- Funciona com os mesmos princípios da Multiplexação no Tempo, mas tem uma “inteligência” para detectar se um dos canais não tem sinais para transmitir e, nesse caso, a conexão não é feita, pulando-se para o próximo passo;
- Devido ao tipo de tráfego existente em sistemas de transmissão de dados (tráfego em rajadas), esse dispositivo aumenta muito o desempenho do sistema.

MULTIPLEXAÇÃO POR CÓDIGO

- Nesse caso, os sinais de entrada são codificados, com senhas individuais;
- Todos os sinais de entrada são enviados a todas as saídas;
- Só poderá entender a mensagem o receptor que tiver a senha específica de um sinal;
- Esse método é particularmente importante para as comunicações por satélite;

MULTIPLEXAÇÃO DIGITAL

- A **MULTIPLEXAÇÃO DIGITAL** é, normalmente, obtida com o uso de portas lógicas.
- A multiplexação digital não é apenas a agregação de vários sinais digitais, sem distinção dos mesmos; usamos outros sinais, chamados de **sinais de seleção**, para individualizar os sinais multiplexados.
- Se quisermos multiplexar **m** sinais digitais, devemos usar **n** sinais de seleção para fazer a multiplexação, de tal maneira que $m \leq 2^n$.
- Assim, com um sinal de controle podemos multiplexar 2 sinais digitais, pois $2^1 = 2$; Analogamente, com 2 sinais de controle, temos $2^2 = 4$, podemos multiplexar até 4 sinais digitais, e assim por diante.

EXEMPLO DE MULTIPLEXAÇÃO DIGITAL

- A multiplexação é feita com portas lógicas;
- O projeto da multiplexação é feito por Tabelas de Verdade;
- Suponhamos o caso de multiplexar 2 sinais digitais A e B, usando-se um sinal de sinalização S;
- O sinal resultante da multiplexação (que será único) terá o valor 1 se A tiver o valor 1 e S tiver o valor 0; o sinal resultante terá o valor 1 se B tiver o valor 1 e S tiver o valor 1;
- Isso nos permite deduzir a equação booleana:

$$X = (A \text{ and not } S) \text{ or } (B \text{ and } S)$$

- Para simplificar nossa equação, consideraremos apenas os valores quando A e B são diferentes; assim, definimos:

$$A' = A \text{ xor } B$$

TABELA VERDADE DO MULTIPLEXADOR

$A' = A \text{ xor } B$	B	S	$A' \text{ and not } S$	B and S	X
0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	1	1
1	0	0	1	0	1
1	0	1	0	0	0

TABELA VERDADE PARA O DEMULTIPLICADOR

- A demultiplexação será feita usando o sinal resultante e o mesmo sinal de seleção, sabendo-se que;

$$A' = X \text{ and not } S \text{ e } B = X \text{ and } S$$

x	s	A' = X and notS	B = X and S
0	0	0	0
0	1	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1

Notem que é fácil construir o circuito lógico dessas tabelas verdade. Daí temos a multiplexação e a demultiplexação.

CONCLUSÃO

Nos circuitos de computadores, especialmente nos microcomputadores, a existência de multiplexadores de demultiplexadores é muito freqüente;

No barramento de controle, em especial, trafegam sinais multiplexados que são demultiplexados nos destinos dos sinais (lembrem-se que o barramento de endereços endereça a memória ou as unidades de entrada e saída e o barramento de dados transporta os dados para ou da memória ou das unidades de entrada e saída).



REDES LOCAIS

ETHERNET

TIPOS DE REDES LOCAIS

- **REDES GUIADAS** – com meios de transmissão guiados (par trançado, cabo coaxial, fibras ópticas etc.);
- **REDES SEM FIO** – Com transmissão de dados por sinais de rádio;

CONCEITUAÇÃO DE REDE LOCAL

Uma **Rede Local** é uma rede de comunicações que faz a interconexão de uma variedade de dispositivos em uma pequena área geográfica.

CARACTERÍSTICAS DAS REDES LOCAIS GUIADAS

- Tem velocidade de transmissão de dados interna **muito alta** – a partir de 10 Mbps.;
- Tem taxa de erros **muito baixa** – um bit errado em cada 1.000.000.000 de bits transmitidos;
- É uma rede **privada** – não é necessário autorização do governo para instalar uma rede local.

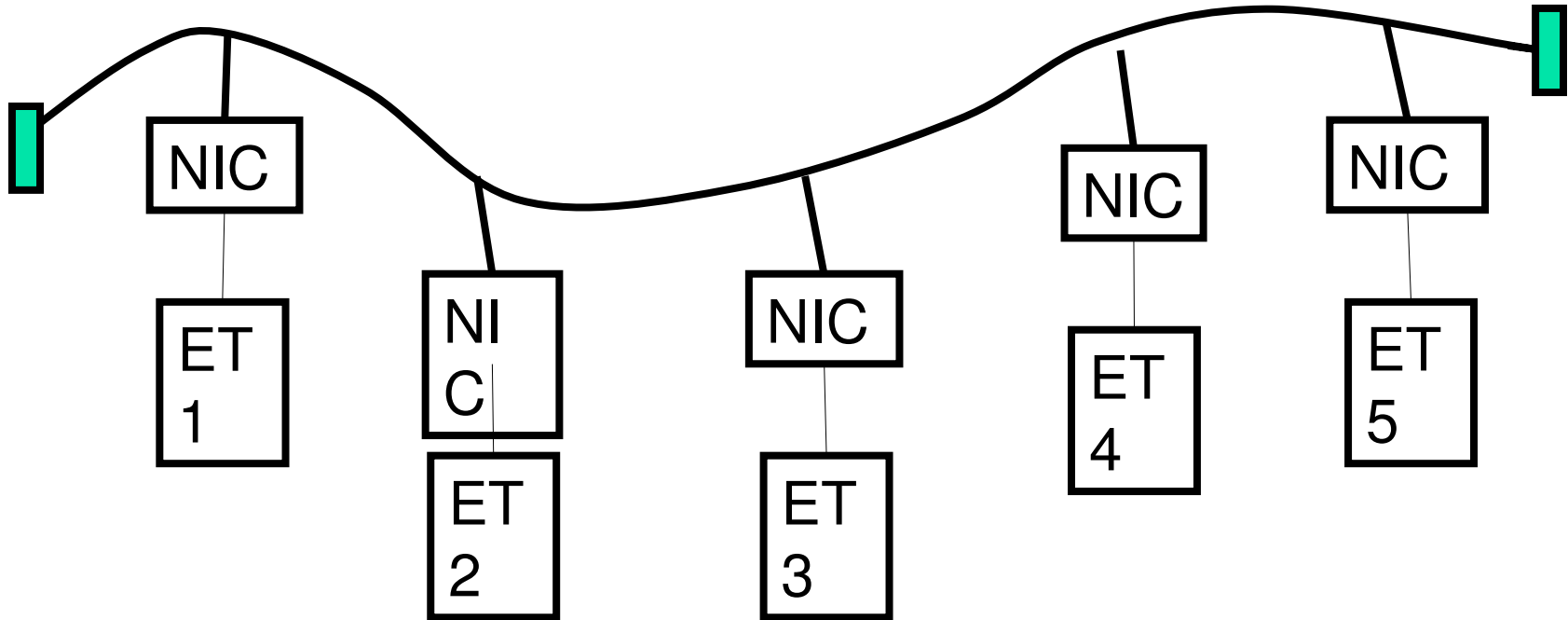
TOPOLOGIAS DAS REDES LOCAIS

GUIADAS



- **Topologia de Barra** – um cabo único une todas os equipamentos da rede, utilizando um NIC – Network Interface Card (Cartão de Interface com a Rede) para fazer a conexão dos equipamentos com o cabo.
- **Topologia em Anel** – os equipamentos são ligados por repetidores formando um círculo.

TOPOLOGIA DE BARRA DE REDE GUIADA



ACESSO MÚLTIPLO AO MEIO

- Para as redes locais em barra, existe o problema de que todos os equipamentos precisam ter acesso a **um meio de transmissão único**;
- Caso dois ou mais equipamentos tenham acesso **simultâneo** ao meio de transmissão, os sinais elétricos se somarão formando uma **colisão**, na qual todos os sinais ficarão ininteligíveis;
- Para evitar colisões, todos os equipamentos devem seguir uma mesma série de instruções que são chamadas de **protocolo ou disciplina de acesso**, fazendo uma multiplexação no tempo.

PROTOCOLO DE ENLACE ETHERNET

- Invenção em meados 1970.
- Inventores: Bob Metcalfe e David Boggs.
- Durante a década de 1980 disputou mercado com Token Ring, FDDI e ATM e se consolidou como líder.
- Razões para seu sucesso:
 - Foi a 1ª LAN de alta velocidade (padrão IEEE 802.3);
 - Token Ring, FDDI e ATM eram topologias concorrentes caras e complexas;
 - Ethernet foi evoluindo para velocidades cada vez maiores mas mantendo sua estrutura e funcionalidade.
- Inicialmente usava cabo coaxial em barramento (10Base2 e 10Base5) e após, cabo de par trançado em topologia estrela usando Hubs e Switches (inicialmente 10BaseT).

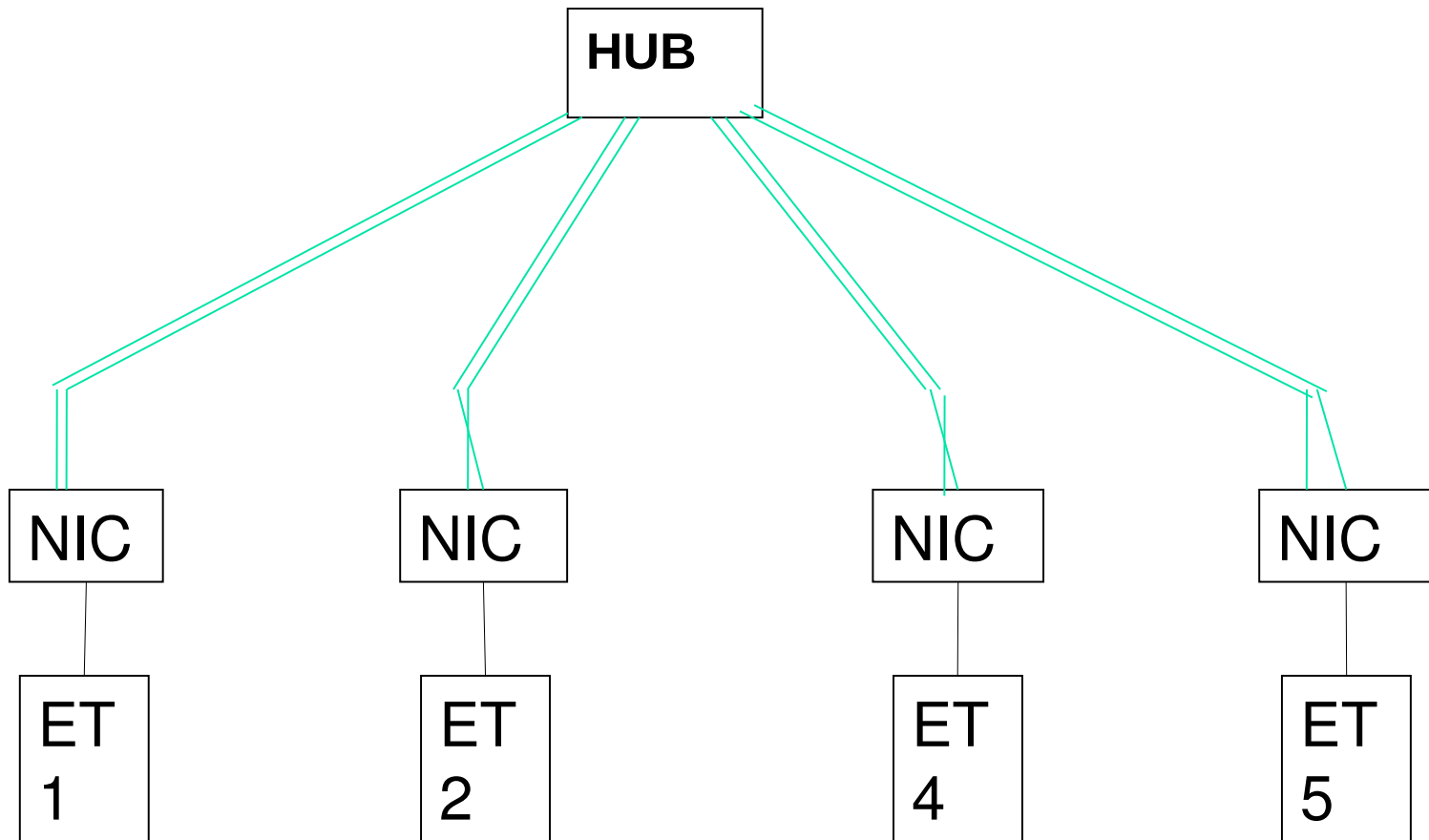
Método de acesso CSMA/CD

- Método de Acesso: CSMA/CD – Carrier Sense Multiple Access/ Collision Detection: acesso múltiplo por detecção de portadora com detecção de colisão.
- Regras de acesso:
 - A transmissão só é iniciada se o transmissor percebe que não tem nenhuma transmissão no segmento de rede.
 - Durante toda a transmissão, o receptor monitora para saber se não está ocorrendo colisão, isso é, se passar a “ouvir” um sinal diferente daquele que está sendo transmitido.
 - Detectando colisão, a transmissão é interrompida imediatamente e um sinal de “reforço de colisão” de 48 bits é transmitido (“Jam signal”).
 - A transmissão é retomada após o transcurso de um período aleatório ditado por um “cronômetro” interno à placa de rede. Esse tempo vai aumentando a cada nova colisão do mesmo pacote.

CARTÃO DE REDE

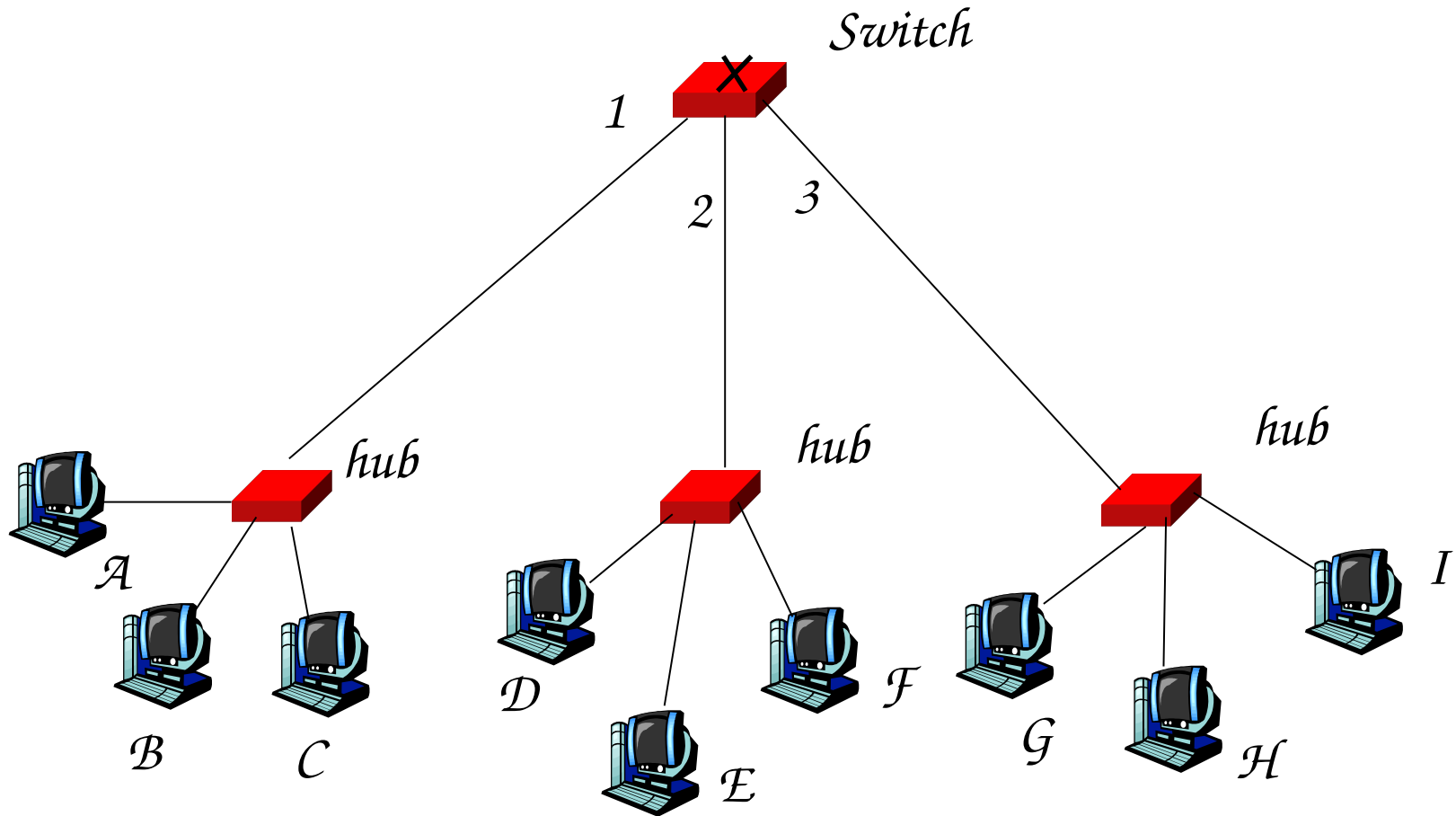
- É o mais usado **protocolo** de redes locais de barra em todo o mundo;
- Ele ficou mais fácil de ser usado quando toda sua lógica foi **incorporada** em um **NIC (Network Interface Card – Placa de Interface de Rede)**, que é conhecido como **Cartão de Rede**;
- O NIC tem transmissor/receptor, buffers para armazenamento de mensagens recebidas/transmitidas e todo o CSMA/CD;
- Teve sua popularidade aumentada com a utilização de **hubs, switches e roteadores.**

HUB PASSIVO



A REDE LOCAL COM HUB PASSIVO CONTINUA SENDO UMA REDE DE BARRA

SWITCH



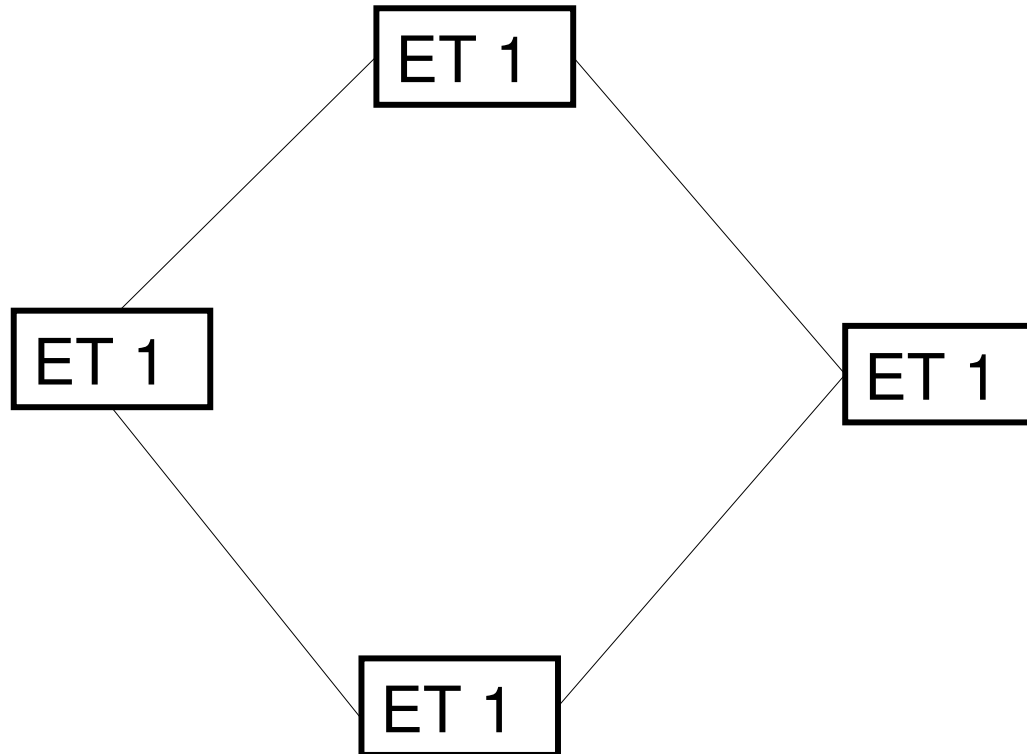
COMPARAÇÃO ENTRE HUB E SWITCH

CARACTERÍSTICA	HUB	SWITCH
Isolamento de Tráfego	Não	Sim
Plug and Play	Sim	Sim
Roteamento	Não	Não

TIPOS DE ETHERNET GUIADAS

- Ethernet 10Base5 – 10 Mbps;
- Ethernet 10base2 – 10 Mbps;
- Ethernet 10baseT – 10 Mbps;
- Ethernet 10baseF – 10 Mbps;
- FastEthernet – 100 Mbps;
- Gigabit Ethernet – 1 Gbps;
- 10Gigabit Ethernet – 10 Gbps.

REDES EM ANEL



REDES EM ANEL

- Uma mensagem é originada em uma das Estações de Trabalho (ET) e percorre todo o anel, sendo descartada pela ET que a originou;
- As outras ET recebem a mensagem mas só a ET endereçada processa a mensagem recebida;
- Não tem colisões e a distância entre as ET pode chegar a 4 ou 6 km;
- As conexões podem ser de fibras ópticas, o que garante uma grande velocidade de transmissão;
- Também são chamadas de Token Ring;
- Existem também as redes Token Bus, que funcionam como as Token Ring com uma topologia de barra.

INTERLIGAÇÃO DE REDES LOCAIS

- **REPETIDORES** – só aumentam o comprimento do cabo;
- **PONTES** – interligam redes locais com estações de trabalho de endereços diferentes;
- **GATEWAY** – interligam redes locais com outros tipos de redes.

REDES SEM FIO

- **Wireless (Wire = Fio; Less = Sem):** É o termo aplicado aos dispositivos de informática ligados em redes sem fio, ou seja, as informações são transportadas pelo ar, através de ondas eletromagnéticas, infravermelhas ou ondas de rádio.
- **Classificação**
 - WPAN – Wireless Personal Area Network.
 - WLAN – Wireless Local Area Network.
 - WWAN – Wireless Wide Area Network.

WPAN - Wireless Personal Area Network

- Rede sem Fio na Area de uso Pessoal em curta distância.
- Bluetooth: por ondas de rádio omnidirecional, isto é, não há a necessidade de alinhamento dos dispositivos, pois o sinal propaga-se em todas as direções.
- Quando dois ou mais dispositivos bluetooth são conectados, eles formam uma “piconet” que é uma rede ponto-a-ponto composta por no máximo 8 dispositivos, sendo que é possível a interconexão de várias piconets, formando uma “scatternet”.

WPAN – WIRELESS PERSONAL AREA NETWORK (cont.)



WPAN – WIRELESS PERSONAL AREA NETWORK COM IRDA



- Pode-se fazer a WPAN com raios infravermelhos, padronizados pela IRDA - Infrarede Data Association.
- A tecnologia IRDA é bidirecional e exige o alinhamento dos dispositivos e visada direta.

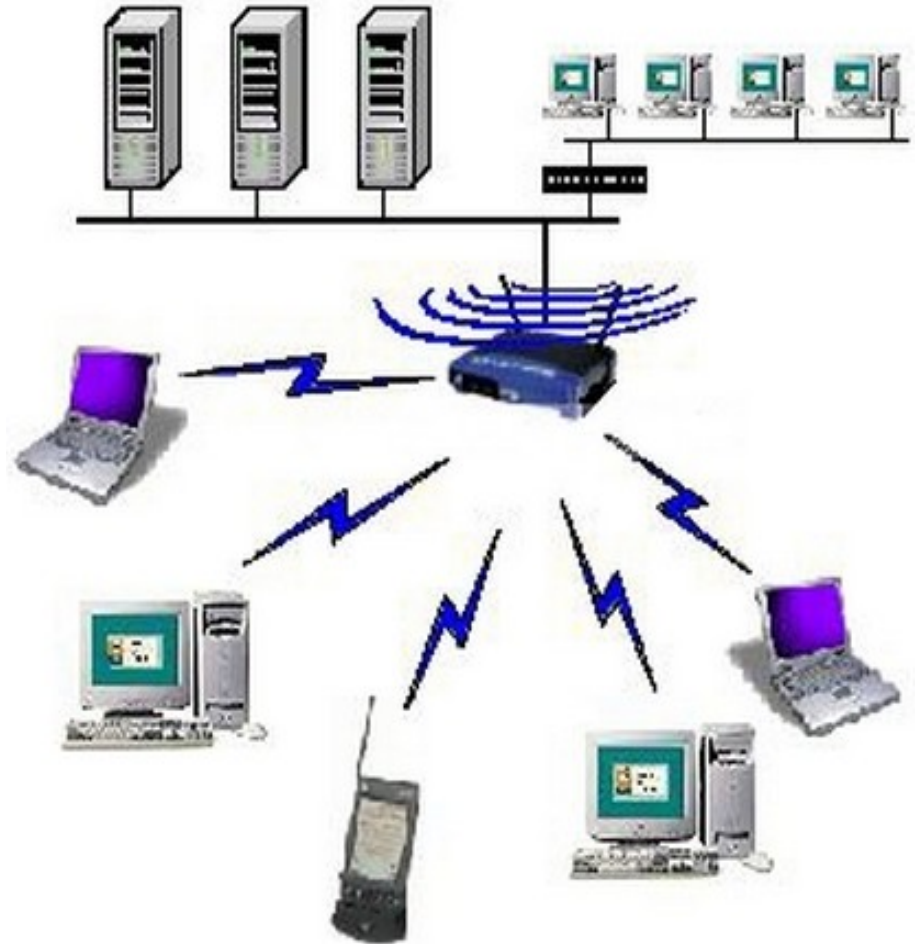
WLAN – Wireless Local Area Network

- Rede local sem fio.
- Existem duas topologias para redes WLAN: a “ad-hoc (ponto-a-ponto)” e a de “infra-estrutura”:
 - Ad-hoc: É formada por dispositivos equipados com placas de rede wireless formando uma rede ponto-a-ponto, sem um dispositivo central para interligar os pontos da rede.
 - Infra-estrutura: Além das placas de rede wireless, é necessário um “AP – Ponto de Acesso” (Access Point) que é um dispositivo central que fornece a comunicação entre os elementos da rede.
- WiFi (Wi = Wireless; Fi = Fidelity) Fidelidade sem Fios. É o termo usado para designar o padrão 802.11x.

WPAN – WIRELESS PERSONAL AREA NETWORK (cont.)



Ad-Hoc

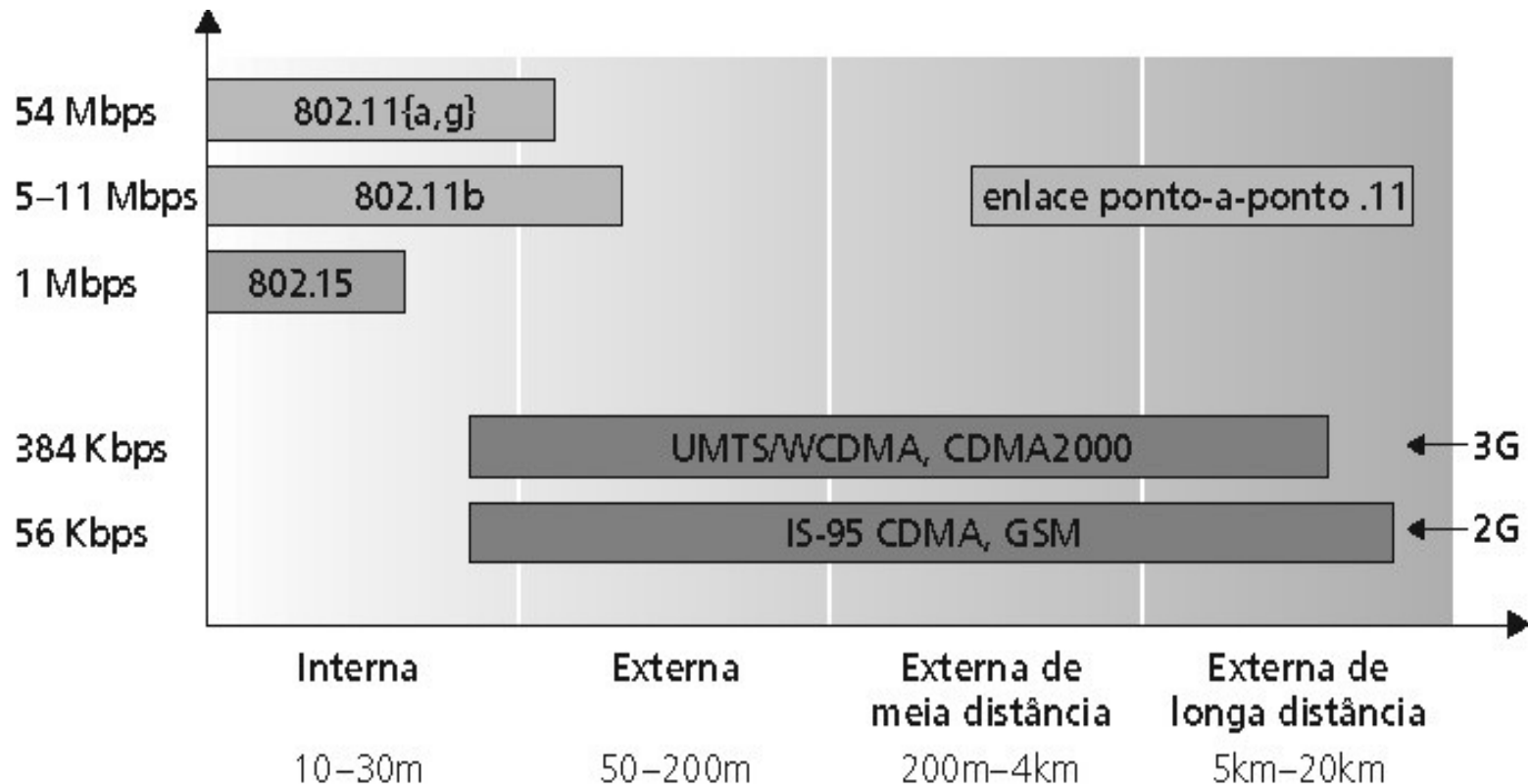


Infra-Estrutura

WWAN – Wireless Wide Area Network

- Tecnologias de Telefonia Celular: GSM/GPRS, Celulares 2G/ 3G, CDPD, Mobitex e CDMA/1xRTT.
- Tecnologia WIMAX.
- Tecnologia MESH.

Comentário: Características de padrões de enlaces sem fio



Características de um enlace sem fio

- Diferenças do enlace cabeado:
 - Potência reduzida do sinal: os sinais de rádio se atenuam à medida que eles se propagam através do meio de comunicação mais rapidamente que em meios metálicos (Path Loss – Perda de Propagação).
 - Interferência de outras fontes: as frequências padronizadas para redes sem fio (ex. 2,4 GHz) são compartilhadas por outros sistemas (ex. telefone sem fio). Motores também produzem interferência.
 - Propagação de múltiplos caminhos: o sinal de rádio se reflete no solo e em objetos. O sinal principal e os refletidos chegam ao destino em instantes ligeiramente diferentes podendo prejudicar a recepção.
- Esses fatores tornam a comunicação de sistemas sem fio muito mais “difícil” (mesmo no caso ponto-a-ponto) que as redes cabeadas.

Comentário: IEEE.802.11

- Usa a faixa de 2,4 a 2,485 GHz;
- É dividido em 11 canais diferentes;
- O administrador do AP escolhe a frequência para o AP;
- Possível interferência: canal pode ser o mesmo que aquele escolhido por um AP vizinho!
- Hospedeiro: deve se associar com um AP;
- Interface wireless percorre os canais, buscando identificar o nome do AP (SSID) e o endereço MAC ativos na área de sua cobertura rádio e escolhe um AP para se associar. Pode realizar autenticação ;
- Usa tipicamente DHCP para obter um endereço IP na sub-rede do AP;
- Segurança (Criptografia);
 - WEP – Wired Equivalent Privacy;
 - WAP – WIFI Protected Access.

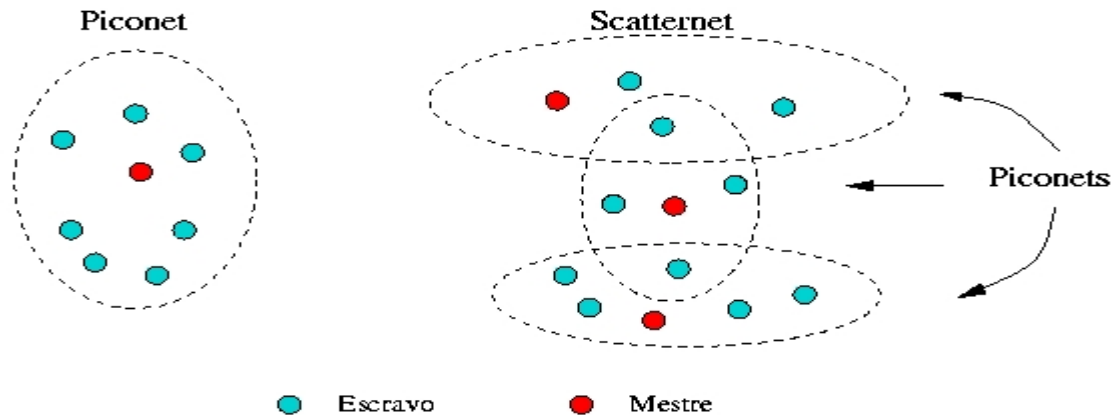
IEEE 802.11: acesso múltiplo

- 802.11: CSMA – escuta antes de transmitir. Não colide com transmissões em curso de outros nós e não faz detecção de colisão!
 - Difícil de receber (sentir as colisões) quando transmitindo devido ao fraco sinal recebido (desvanecimento)
 - Meta: evitar colisões usando CSMA/CA (collision avoidance)
- CSMA/CA: evita colisões de quadros grandes
 - Estação deseja transmitir.
 - Transmissor envia primeiro um pequeno quadro chamado Request to Send (RTS) que será tratado na Estação-Base usando CSMA.
 - RTS podem ainda colidir uns com os outros, mas são pequenos e não comprometem o desempenho.
 - Estação-Base envia, em broadcast, um pequeno quadro Clear to Send (CTS) em resposta ao RTS identificando a estação autorizada.
 - CTS é ouvido por todos os nós e o transmissor selecionado pelo CTS envia o quadro de dados.
 - As outras estações aguardam sua vez e o processo se repete a cada transmissão.

- É um padrão para comunicação sem-fio, de curto alcance e baixo custo, por meio de conexões de rádio ad hoc;
- Através do Bluetooth, pode-se conectar uma ampla variedade de dispositivos de computação, de telecomunicações e eletrodomésticos de uma forma bastante simples, sem a necessidade de adquirir, carregar ou conectar cabos de ligação;
- A idéia é permitir a interligação desses dispositivos de uma forma automática e sem que o usuário necessite se preocupar com isso;
- Em 1998 a Ericsson, a Nokia, a IBM, a Intel e a Toshiba, formaram o consórcio denominado **Bluetooth SIG** (*Special Interest Group*) com o objetivo de expandir e promover o conceito Bluetooth e estabelecer um novo padrão industrial.

CONEXÃO

- Os dispositivos Bluetooth comunicam entre si e formam uma rede denominada *piconet*, na qual podem existir até oito dispositivos interligados, sendo um deles o mestre e os outros dispositivos escravos.
- Nas aplicações Bluetooth, várias *piconets* independentes e não-sincronizadas podem se sobrepor ou existir na mesma área.
- Neste caso, forma-se um sistema ad hoc disperso denominado *scatternet*, composto de múltiplas redes, cada uma contendo um número limitado de dispositivos.



COMUNICAÇÃO

- Os dispositivos Bluetooth trabalham numa frequência na faixa **ISM (Industrial, Scientific, Medical)**, em 2,45 GHz.
- A comunicação entre os dispositivos Bluetooth é feita através de um canal **FH-CDMA (Frequency Hopping - Code-Division Multiple Access)**. O transmissor envia um sinal sobre uma série randômica de frequências de rádio. Um receptor captura o sinal, através de uma sincronia com o transmissor. A mensagem somente é recebida se o receptor conhecer a série de frequências na qual o transmissor trabalha para enviar o sinal.

COMUNICAÇÃO (cont.)

Para a operação do Bluetooth na faixa ISM de 2,45 GHz, foram definidas 79 portadoras espaçadas de 1 MHz. Ou seja, existem 79 frequências nas quais, instantaneamente, um dispositivo pode estar transmitindo. A seqüência escolhida deve ser estabelecida pelo dispositivo mestre da *piconet* e os dispositivos escravos devem tomar conhecimento dessa seqüência para poderem se comunicar. Isso é feito através de sincronismo. Para minimizar interferências, o dispositivo mestre pode mudar sua frequência 1600 vezes por segundo.

ALCANCE

Os dispositivos podem ser classificados, de acordo com a potência e alcance, em três níveis:

- classe 1, 100 mW, com alcance de até 100 m;
- classe 2, 2,5 mW e alcance até 10 m;
- classe 3, 1 mW e alcance de 1 m.



Para estabelecer conexões no Bluetooth, são necessários três elementos:

Scan - usado para economia de energia. Quando dispositivos estiverem ociosos, eles entram num modo conhecido "stand-by".

Page - utilizado pelo dispositivo que deseja estabelecer uma conexão. Para isso, são transmitidos dois pedidos de conexão seguidos em diferentes portadoras, a cada $1,25 \mu\text{s}$. O dispositivo "paging" transmite duas vezes um pedido de conexão e verifica também duas vezes se há respostas.

Inquiry - mensagens que são difundidas por um mecanismo que deseja determinar quais outros dispositivos estão em sua área e quais suas características. Ao receber uma mensagem desse tipo, um dispositivo deve retornar um pacote chamado FHS (Frequency Hopping-Synchronization) contendo, além de sua identidade, informações para o sincronismo entre os dispositivos.

INFRAVERMELHO

- São ondas eletromagnéticas com frequência superior às ondas de rádio de telecomunicações e inferiores à da luz visível, com frequências de 300 GHz a 300 THz;
- Existe um instituto de luz infravermelha para promover o seu estudo e padronização de uso, chamado IrDA – Infrared Data Association (Associação de Dados Infra Vermelhos).
- Seu uso é mais comum do que se pode imaginar.

USOS DO INFRAVERMELHO

Os raios infravermelhos têm uso em uma variedade de aplicações:

- Visão noturna;
- Termografia;
- Vestígios de passagem;
- Transmissão de calor;
- Espectroscopia;
- Meteorologia;
- Climatologia;
- Astronomia;
- História da arte;
- Comunicações;
- Etc..

IrDA

- **IrDA - Infrared Data Association** é uma organização que define padrões de comunicação entre equipamentos wireless com o uso de luz infravermelha.
- Existe um barramento que permite a conexão de dispositivos sem fio ao microcomputador (ou equipamento com tecnologia apropriada), tais como impressoras, telefones celulares, notebooks e PDAs.
- Padrões:
 - ✓ 1.0 - com taxas de transmissão de até 115.200 bps
 - ✓ 1.1 - com taxas de transmissão de até 4.194.304 bps (4 Mbps).
 - ✓ As transmissões podem ser full-duplex ou half-duplex.

A tecnologia IrDA® é um padrão de comunicação usado para criar conexões de rede sem fio. Os dispositivos conectados em uma rede sem fio IrDA *utilizam feixes de luz em lugar de cabos* para transferir dados. As redes sem fio IrDA oferecem portabilidade e acessibilidade que a conexão com cabos não permite. No entanto, como a luz não pode atravessar a parede, essa tecnologia é limitada ao "campo de visão" da área de comunicação.

USO EM COMPUTADORES

- Usado em comunicação de dados entre computadores, principalmente notebooks.
- Há o inconveniente do campo visual e das condições do ar entre as estações.
- Não é muito popular, mas o potencial para comunicações de dados é muito grande.