

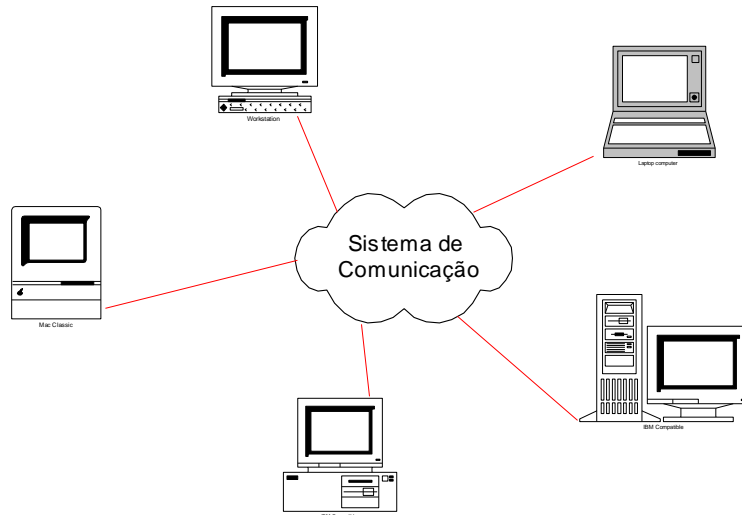
Preparatório para Concursos na área de TI

Comunicação de Dados
Resumo da Teoria
Prof. Fred Sauer, D.Sc

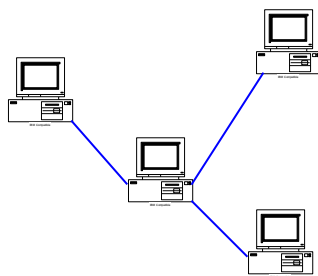
Programa Comunicação de Dados

- Redes de Comunicação de Dados.
 - Meios de transmissão.
 - Técnicas básicas de comunicação.
 - Técnicas de comutação de circuitos, pacotes e células.
 - Topologias de redes de computadores.
 - Tipos de serviço e QoS.
 - Elementos de interconexão de redes de computadores (*gateways*, *hubs*, repetidores, *bridges*, *switches*, roteadores).

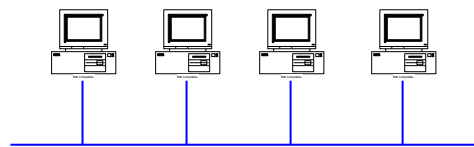
Princípios de Comunicação de Dados



Tipos de Ligação

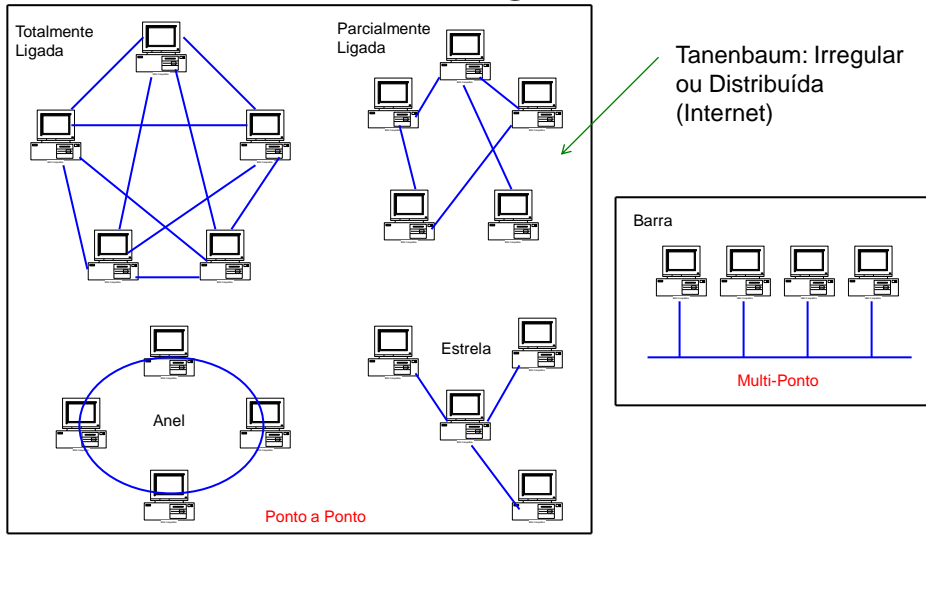


Ponto a Ponto



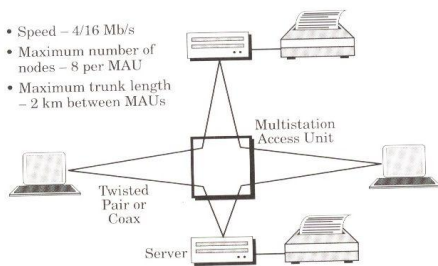
Ponto a Multi-Ponto

Topologias



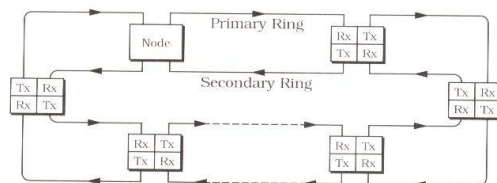
Anel Físico e Anel Lógico

- Speed – 4/16 Mb/s
- Maximum number of nodes – 8 per MAU
- Maximum trunk length – 2 km between MAUs



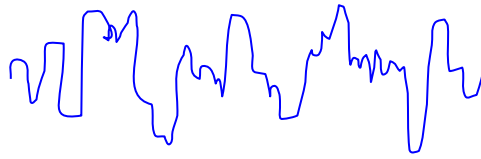
Token-Ring

FDDI



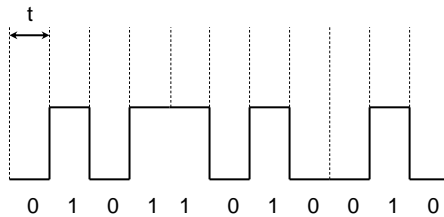
Análise de Sinais

- Sinal Analógico
 - Variação contínua



➡ Sinal Digital

- ◆ Variação discreta
- ◆ Intervalo de Sinalização



Dados Analógicos e Digitais

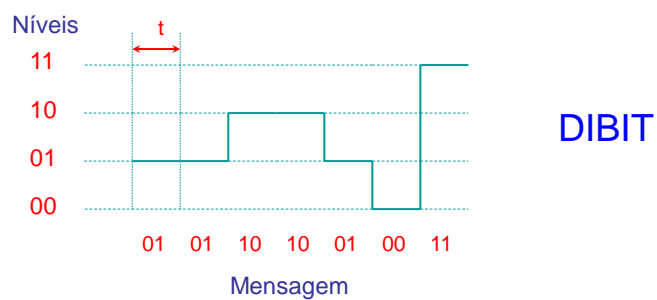
- Dados Analógicos
- Dados Digitais
- Transmissão Analógica
- Transmissão Digital
- Vantagens e desvantagens

Transmissão Digital

- Nyquist
- Shannon

Sinal Digital

- É possível codificar-se mais de uma unidade de informação por nível de sinal (dibit, tribit, etc...)

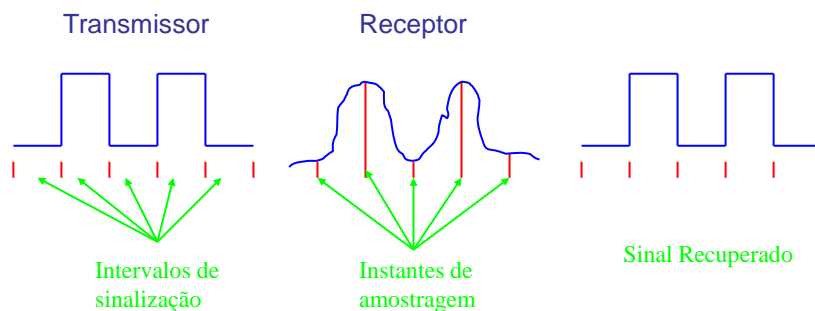


Fontes de Distorção de Sinais na Transmissão

- Banda Passante limitada no meio
- Impedância do meio
- Atenuação
 - A potência do sinal é menor quanto mais longe se chega da fonte de transmissão
 - Medida em dB/m
 - Soluções:
 - Repetidores
 - Amplificadores
- Ruído
 - Ruído térmico
 - Ruído de intermodulação
 - Diafonia (*crosstalk*)
 - Ruído impulsivo

Recuperação do Sinal Digital

- Não é necessário que se preserve o formato preciso do sinal original para que se possa receber corretamente as informações



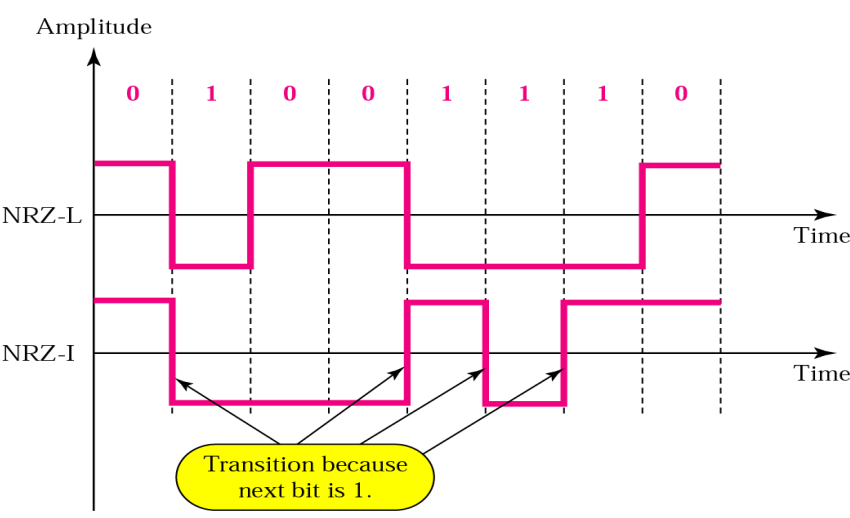
Codificação e Transmissão de Informação Digital

- Transmissão digital (banda básica)
 - Informação digital codificada diretamente sobre o par de fios como diferenças discretas de voltagem (com um valor fixo para cada símbolo digital utilizado)
- Transmissão Analógica
 - Através de modulação de onda portadora
 - Ex.: MODEM

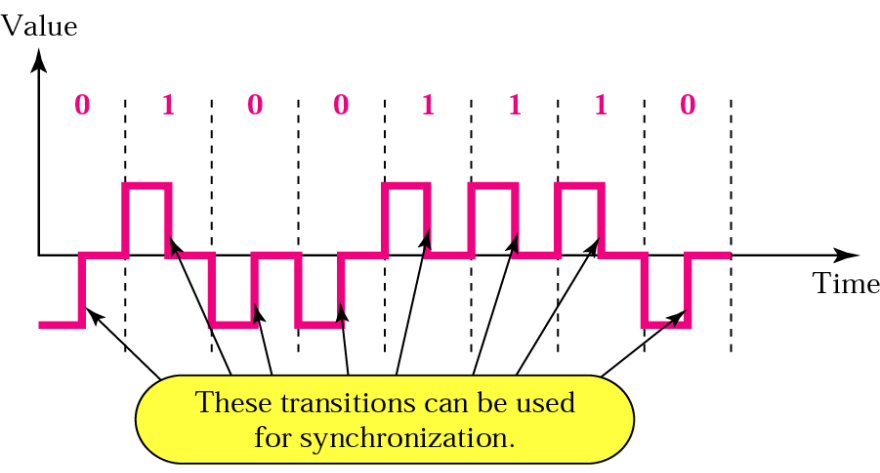
Transmissão em Banda Básica

- Codificação em Banda Básica
 - NRZ (Non-Return to Zero)
 - NRZI (Non-Return to Zero Inverted)
 - Pseudoternary
 - AMI (Alternate Mark Inversion)
 - HDB3 (High Density Bipolar Three Zeros)
 - B8ZS (Bipolar with Eight Zeros Substitution)
 - 4B3T (4-Binary 3-Ternary)
 - Manchester
 - Differential Manchester
 - Multi-level Codes

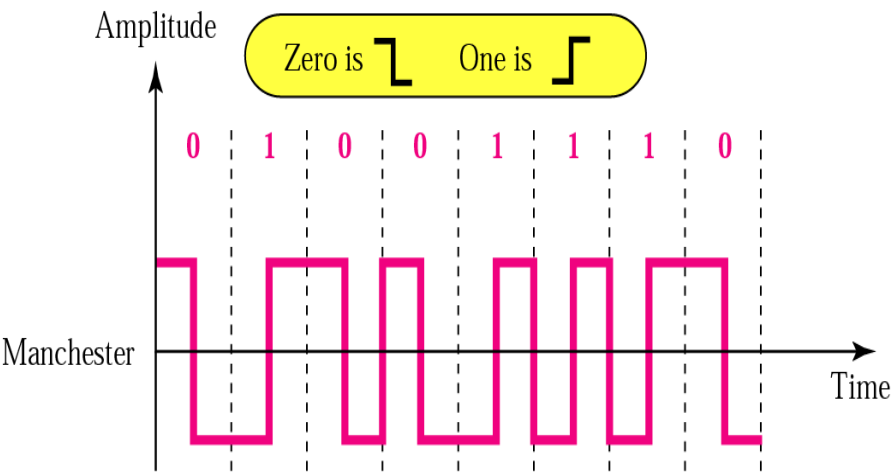
Codificação Digital (Banda Básica) NRZ



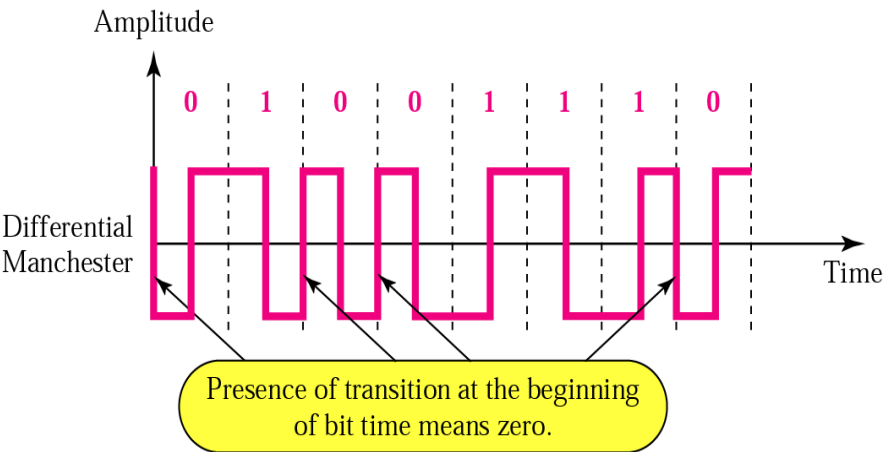
Codificação Digital (Banda Básica) RZ



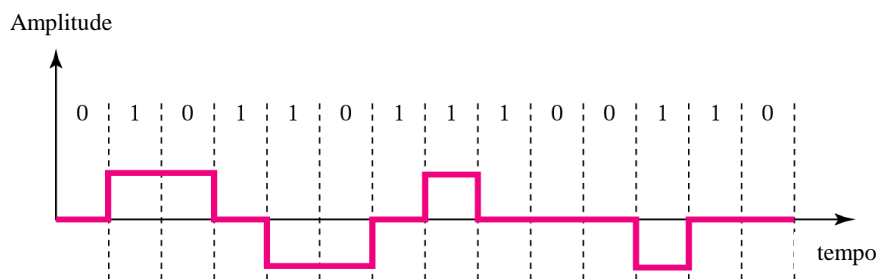
Codificação Digital (Banda Básica) Manchester



Codificação Digital (Banda Básica) Manchester Diferencial



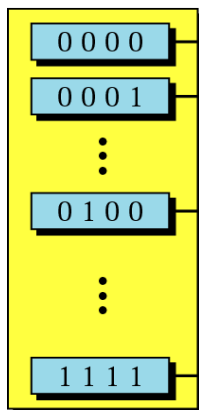
Sinal MLT-3 Multiline Transmission three level



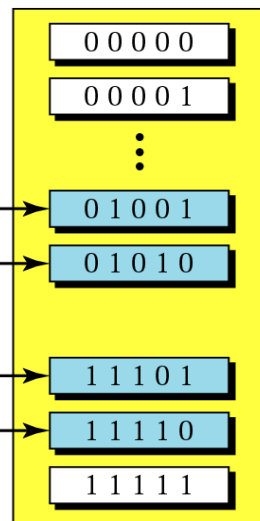
NRZ-I com três níveis, fazendo a transição para o próximo nível

Codificação 4B/5B

4- blocos de bits



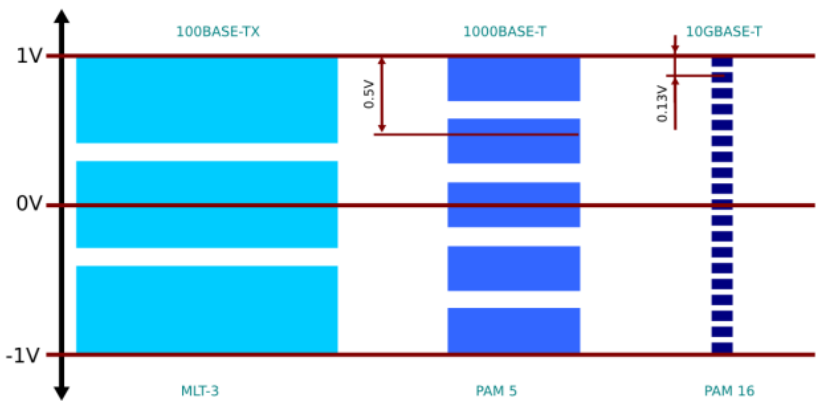
5- blocos de bits



Padrões de Sinalização

<i>Padrão</i>	<i>Sinalização</i>
Ethernet (10Mbps)	Manchester
100BaseTx	4B5B MLT-3
100BaseFx	4B5B NRZI
1000BaseT	PAM-5
1000BaseSX	8B10B NRZ
10GBaseT	PAM-16

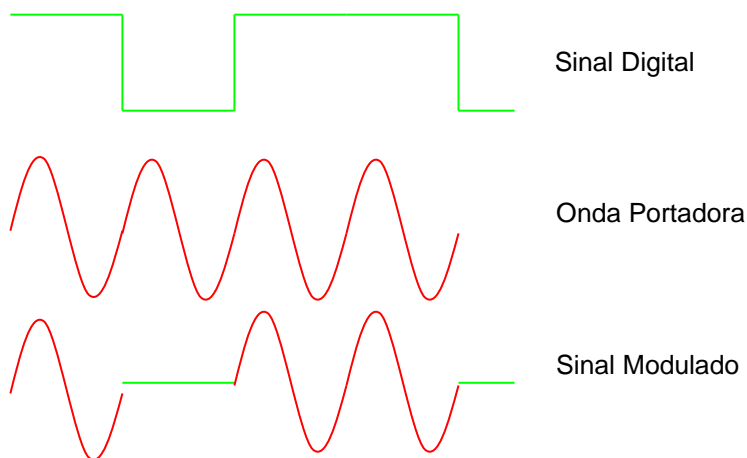
Aumento da Taxa *versus* Codificação



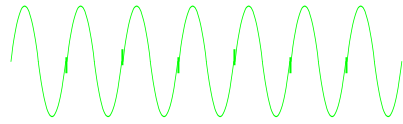
Transmissão Analógica

- Transmissão de Dados Digitais
 - Banda de frequências original é realocada para outra região do espectro que, em geral, não engloba a frequência de 0 Hz - Modulação
 - Modulação em Onda Portadora
 - Amplitude Shift Keying (ASK)
 - Phase Shift Keying (PSK)
 - Frequency Shift Keying (FSK)
 - Minimum Shift Keying (MSK)

Amplitude Shift Keying (ASK)



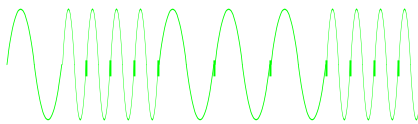
Frequency Shift Keying (FSK)



Onda Portadora

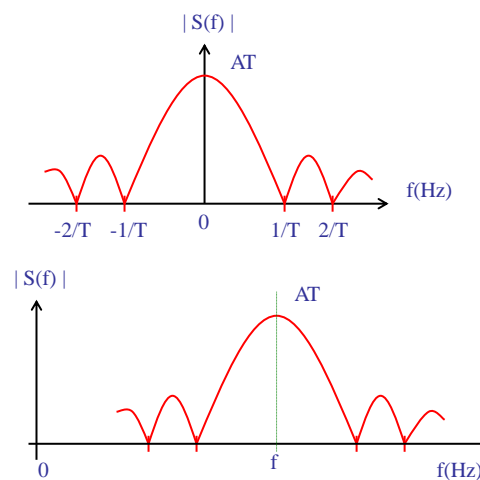
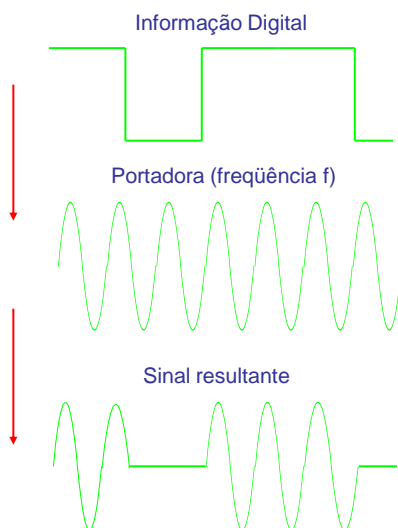


Sinal Digital



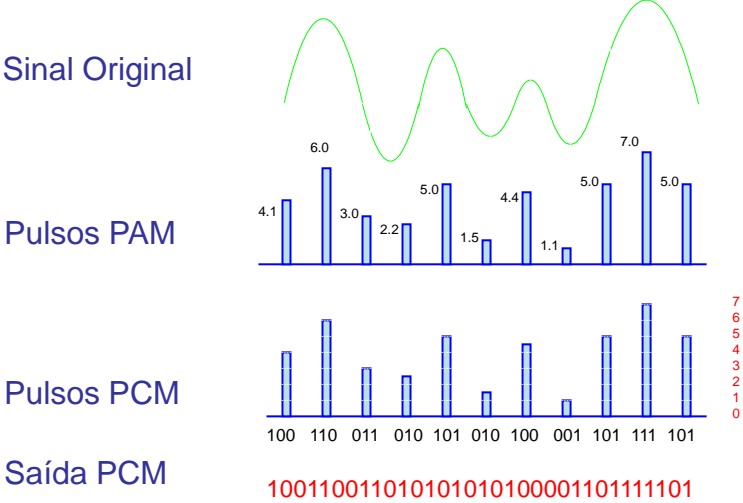
Sinal Modulado

Efeito da Modulação



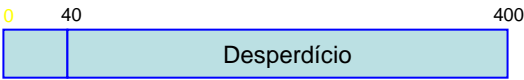
Transmissão Digital de Dados Analógicos

PCM – Pulse Code Modulation

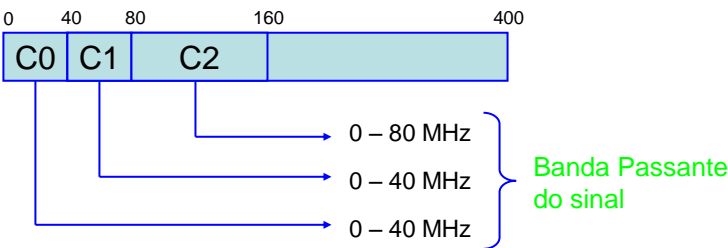


Multiplexação e Comutação

➡ Utilização da Banda Passante do meio de transmissão



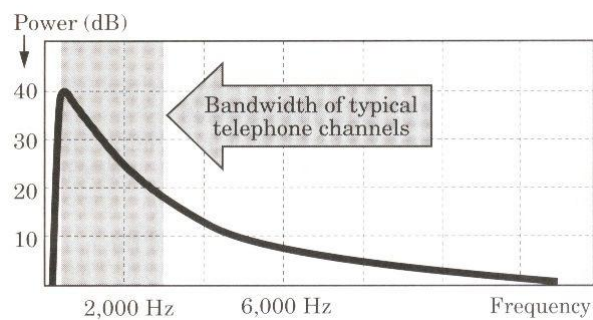
➡ Como otimizar a utilização do meio ?



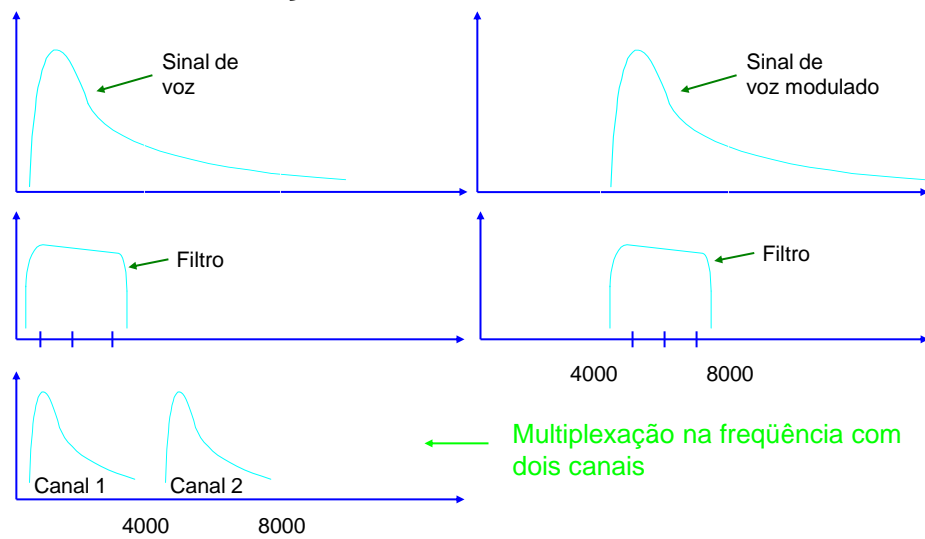
Multiplexação

- Permite que vários sinais de diferentes fontes possam compartilhar o mesmo meio físico
 - Multiplexação por divisão da Frequência
 - Frequency Division Multiplexing (FDM)
 - Multiplexação por divisão do tempo
 - Time Division Multiplexing (TDM)
 - Multiplexação por Divisão do Comprimento de Onda
 - Wavelength Division Multiplexing (WDM)

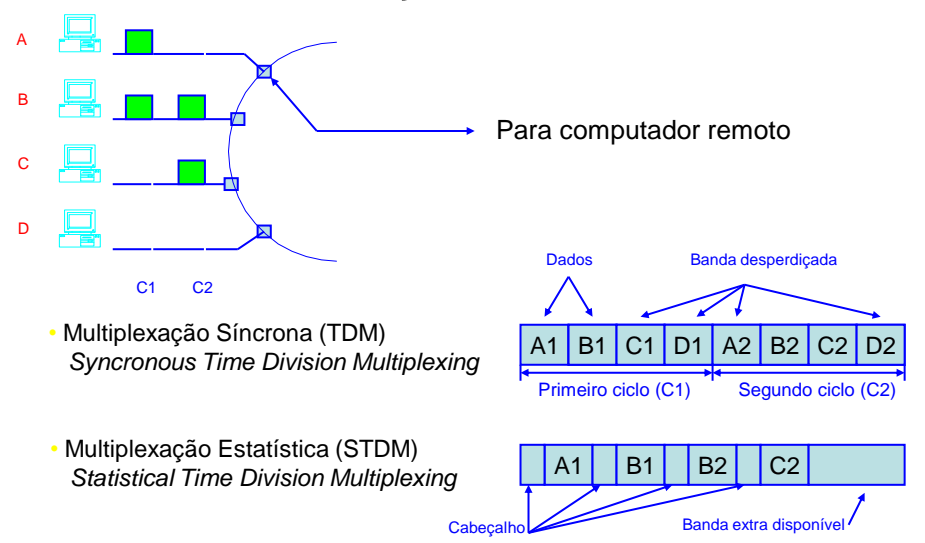
Sinal de Voz



Multiplexação na Frequência (FDM)



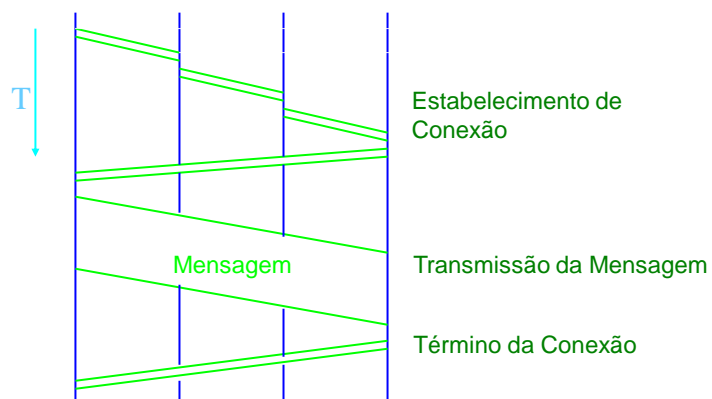
Multiplexação no Tempo



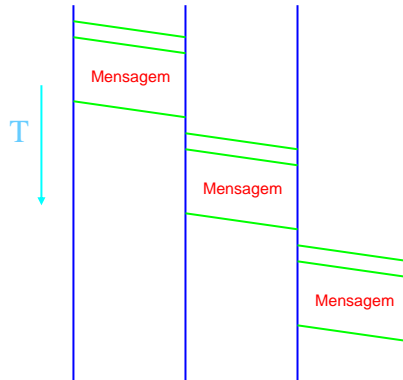
Comutação

- Comutação de Circuitos
- Comutação de Mensagens
- Comutação de Pacotes
 - Datagrama
 - Circuito Virtual
- Comutação Rápida de Pacotes
- Comutação de Células

Comutação de Circuitos

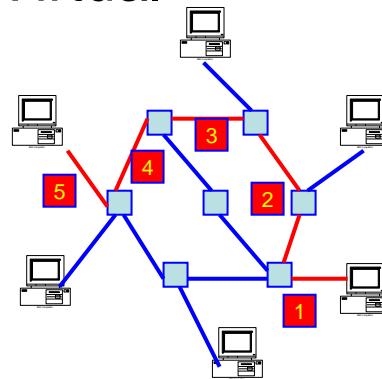


Comutação de Mensagens

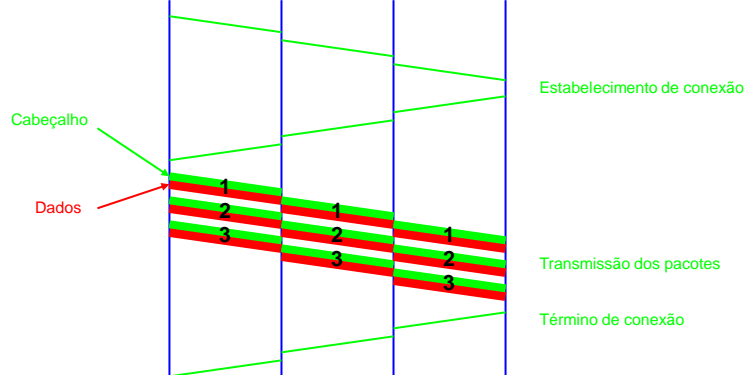


Comutação de Pacotes Circuito Virtual

- Estabelecimento de conexão
- Rota única determinada durante a conexão
- Cabeçalho necessário em cada pacote para identificação do circuito virtual
- Seqüência de transmissão preservada

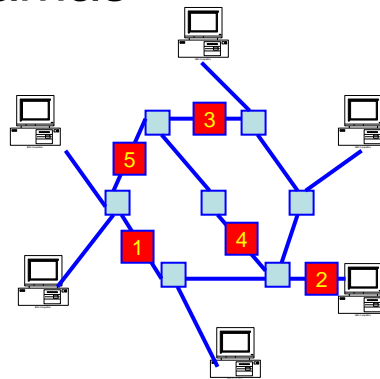


Comutação de Pacotes Circuito Virtual

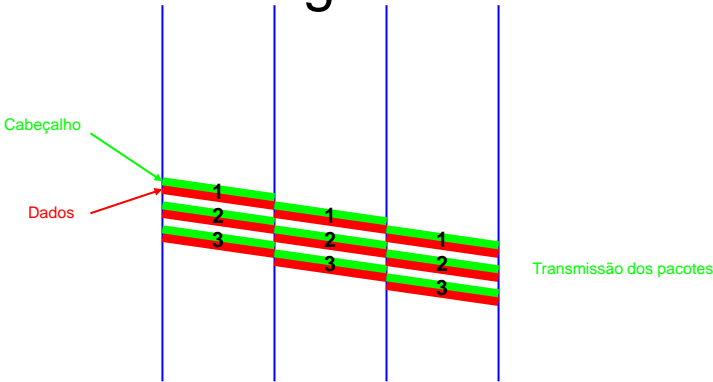


Comutação de Pacotes Datagramas

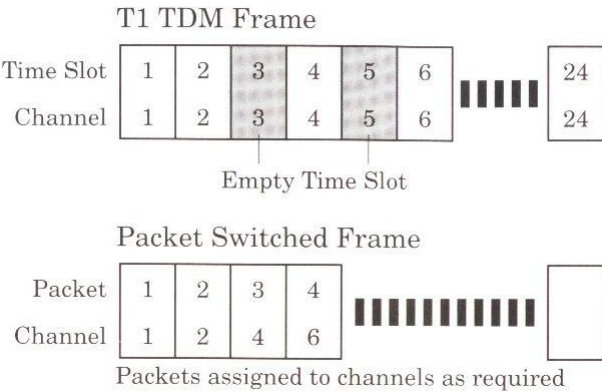
- Cada pacote é roteado de forma independente
- Cabeçalho necessário em cada pacote para identificação de endereço de origem e destino
- Possibilidade dos pacotes chegarem fora de ordem no destino



Comutação de Pacotes Datagramas



Circuitos *versus* Pacotes



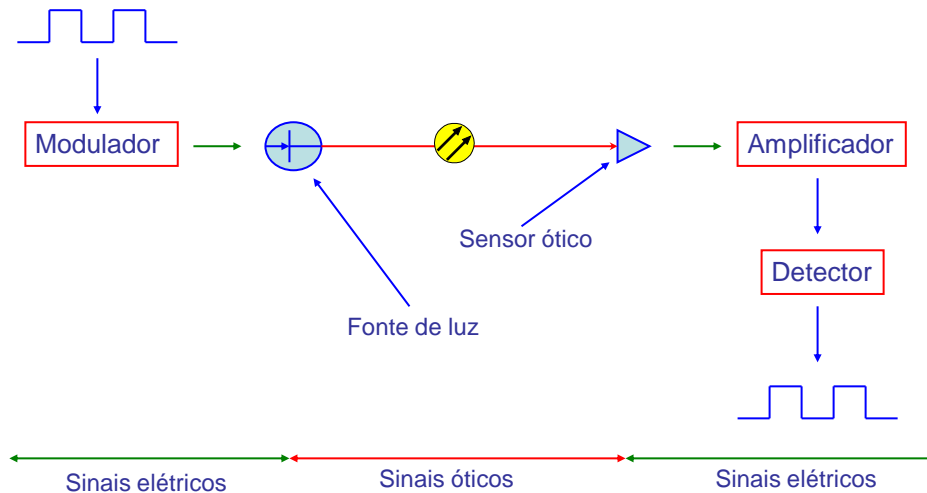
Modos de Transferência

- Modo de transferência Síncrono (*Synchronous Transfer Mode – STM*)
 - Multiplexação por divisão síncrona do tempo (TDM) + comutação de circuitos (canais E1, T1, etc)
- Modo de Transferência Assíncrono (*Asynchronous Transfer Mode – ATM*)
 - Multiplexação por divisão estatística do tempo
 - Comutação de células pequenas e de tamanho fixo

Meios Físicos de Transmissão

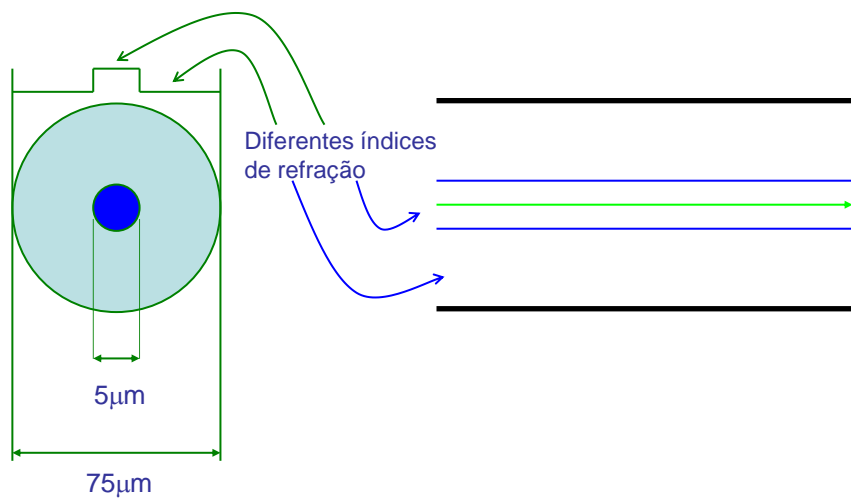
- Par trançado
- Cabo coaxial
- Fibra ótica

Fibra ótica



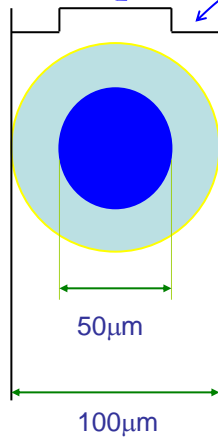
Fibras Óticas

- Monomodo

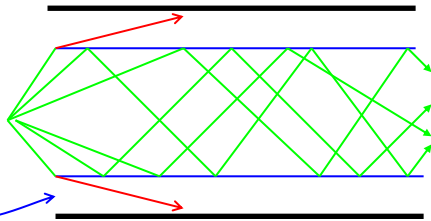


Fibras Óticas

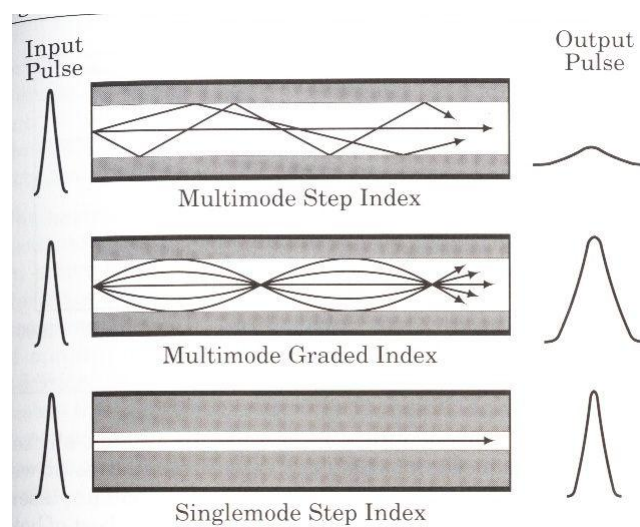
➡ Multimodo



Diferentes índices de refração



Tipos de Fibras



Tecnologias Wireless WAN

- Comunicações via Satélite
- Comunicações via Rádio
 - Comunicações fixas sem fio
 - Comunicações móveis sem fio

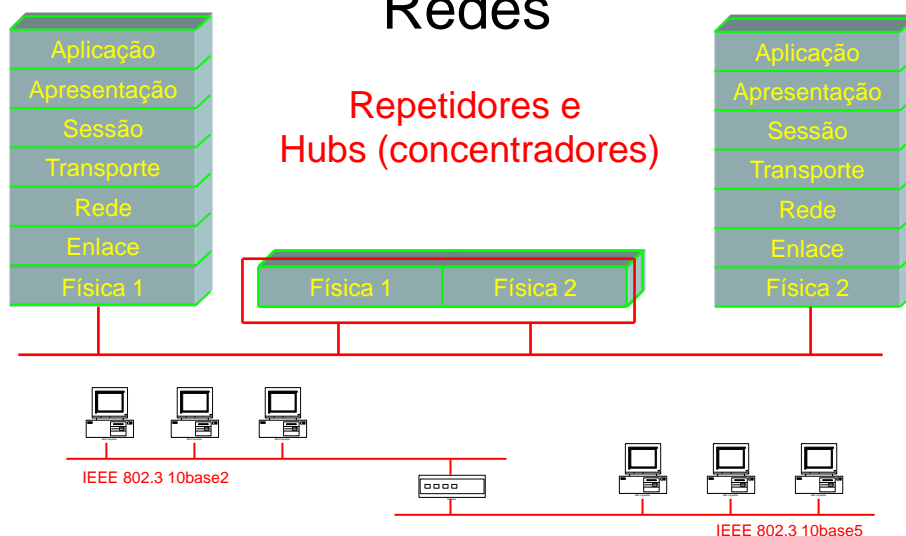
Tipos de Satélites

- LEO
- MEO
- GEO

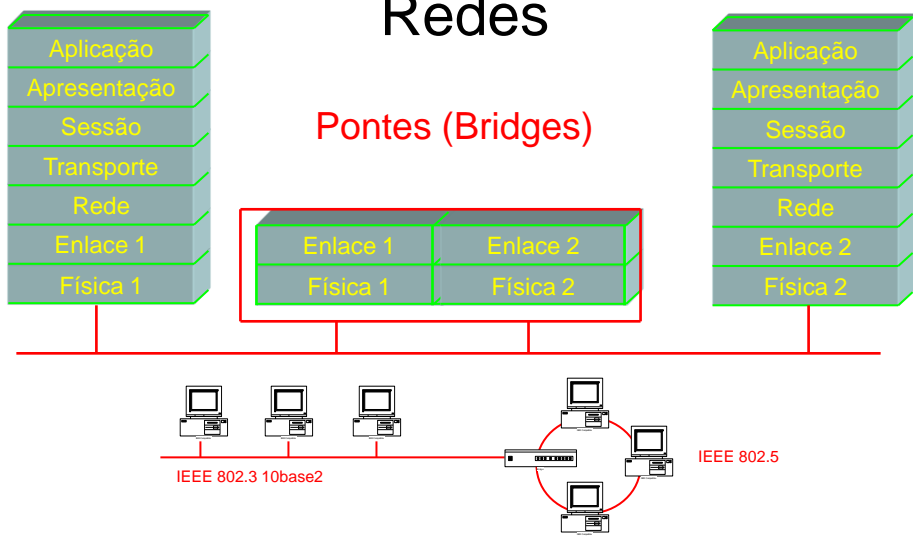
Comunicação sem-fio fixa

- Características das comunicações via rádio-microondas
 - Visibilidade – uma antena “enxerga” a outra
 - Repetidores – às vezes é necessário
 - Desvanecimento – perda ou atenuação no espaço livre.
 - Obstruções – elipsóide de Fresnel
 - Disponibilidade - atenuação por chuva
 - Interferência de outros sistemas – reflexão

Estendendo e Segmentando Redes



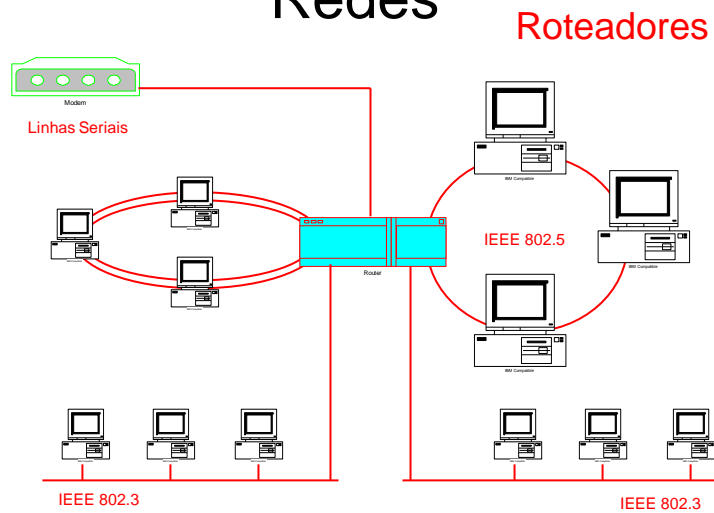
Estendendo e Segmentando Redes



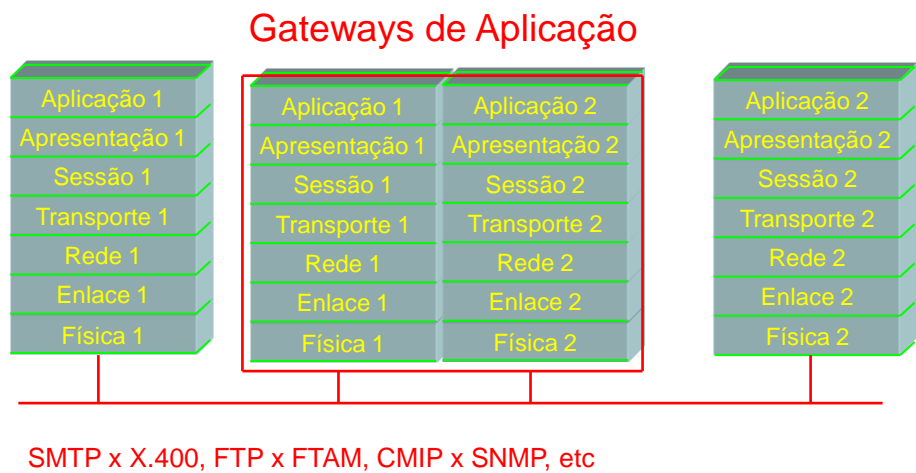
Estendendo e Segmentando Redes



Estendendo e Segmentando Redes



Estendendo e Segmentando Redes



Tecnologias disponíveis para WAN

- Circuit Switching (Comutação de Circuitos)
 - TDM
 - Camada Física
- Frame Switching (Comutação de Pacotes)
 - X.25/HDLC, SNA/SDLC
 - Camada de Enlace / Rede
- Cell Switching (Comutação de Células)
 - ATM
 - Camada Física / Enlace

Hierarquia TDM

- Em 1960 AT&T utilizou a técnica pela primeira vez
- Foi criada a 1a. Hierarquia - 24 canais de 64 K - (T-1 ou 1.544 kbps)
- Na Europa padronizou-se o CEPT PCM-30 ou E1 - 2.048 kbps (30 canais de 64 K para dados)

Padrão Americano

Nível	Canais de Voz Disponíveis	Velocidade Transmissão	Padrão de Sinalização
T1	24	1,544 Mbps	DS1
T2	96	6,312 Mbps	DS2
T3	672	44,736 Mbps	DS3
T4	4032	274,176 Mbps	DS4

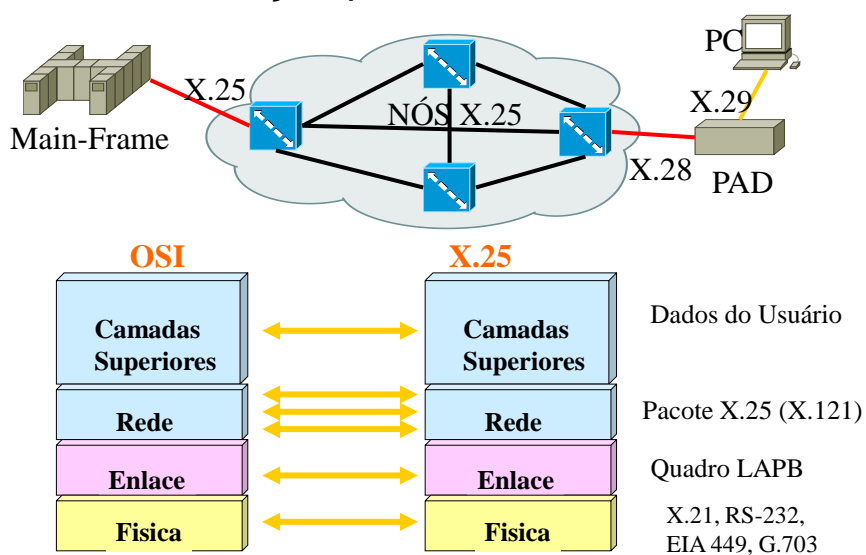
Hierarquia TDM

- No Brasil utilizamos o padrão Europeu
- E1 ou 2 Mbps (ITU-T G.703/G.704)
- O E1 é estruturado em 8.000 quadros onde cada quadro possui 32 time-slots de 8 bits cada (256 bits)
- Time-slots 0 e 16 são reservados sincronismo e sinalização
- Desta forma sobram somente 30 canais disponíveis ou 1,920 Mbps

Padrão Europeu

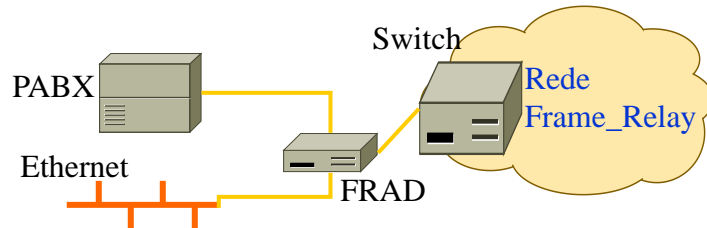
Nível	Canais de Voz Disponíveis	Velocidade Transmissão
E1	30	2,048 Mbps
E2	120	8,448 Mbps
E3	480	34,368 Mbps
E4	1920	139,264 Mbps
E5	7680	565,148 Mbps

Comutação por Pacotes - X.25



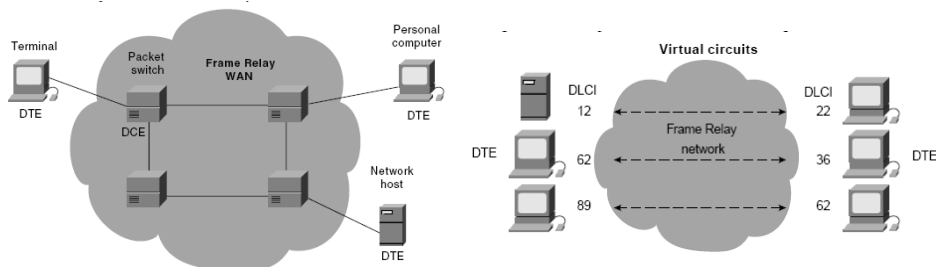
Comutação (rápida) por Pacotes - *Frame-Relay*

- Elementos de rede:
 - FRAD (Frame Relay Access Device)
 - SWITCH



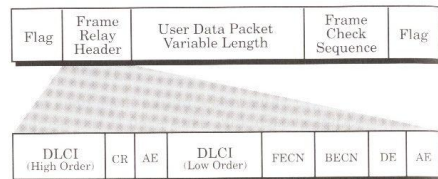
Frame-Relay

- Melhor uso do meio com STDM e pacotes variáveis
- Comunicações através de DLCI (Data-link Connection ID – 10 bits) que identificam os PVC e SVC
 - SVC – Call setup – Data transfer/Idle – Call Termination
 - PVC – Data Transfer/Idle



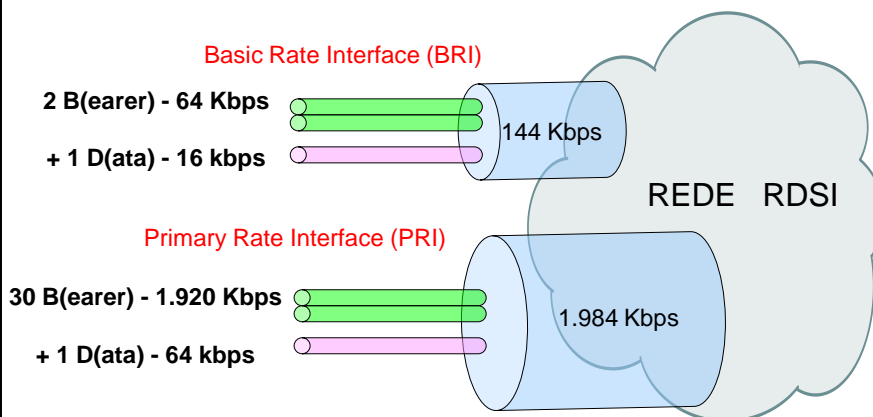
Frame-Relay - QoS

- Controlo de Congestionamento
 - Bit BECN e FECN – Nos DCE (switches FR)
 - Bit DE (Nos DTE)
- Controlo de erros (só detecção)
 - Fim-a-fim com CRC



DLCI = Data Link Connection Identifier
 CR = Command Response
 AE = Address Extender
 FECN = Forward Explicit Congestion Notification
 BECN = Backward Explicit Congestion Notification
 DE = Discard Eligibility

RDSI-FE

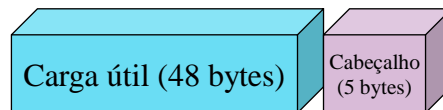


Comutação de Células ATM

- Características do ATM

- Unidade de Dados de tamanho Fixo (célula)
- Com isso obtém-se baixa latência e retardos mais previsíveis

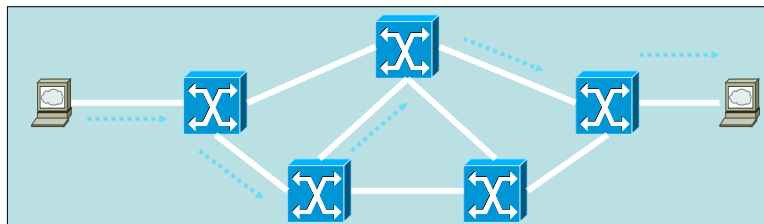
53 bytes no total : 5 de header e 48 de payload



Comutação de Células ATM

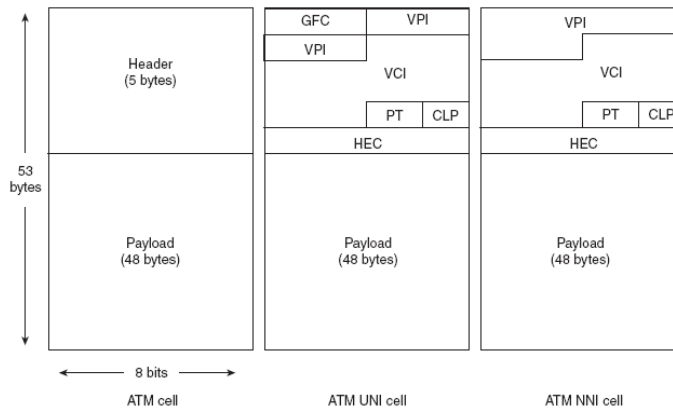
- Tipos de Conexão em ATM:

- As conexões são feitas utilizando-se circuitos virtuais que estabelecem um caminho fim-a-fim :
 - **Permanentes** (PVC - Permanent Virtual Circuits) - definidas manualmente pela gerência da rede
 - **Comutadas** (SVC - Switched Virtual Circuits) - definidas através de sinalização
- Os canais ou circuitos são orientados-a-conexão : células sempre chegam na ordem em que foram enviadas



ATM – Asynchronous Transfer Mode

- Vantagens da comutação de circuitos (controle de banda e delay para tráfego contínuo) com pacotes (flexibilidade e eficiência no tráfego de rajadas)
- Células (pacotes 53 bytes) UNI ou NNI e STDM



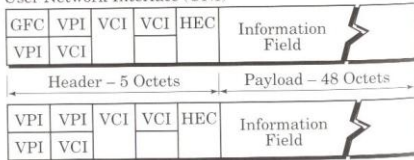
ATM

- GFC – Generic Flow Control: tipicamente não usado
- VPI – Virtual Path ID: Próximo destino
- VCI – Virtual Channel ID: idem (figura), em um VP
- PT – Payload type:
 - 1º bit – célula dados usuário (0) ou controle (1)
 - 2º bit – congestionamento (1) ou não (0)
 - 3º bit – célula é última do frame AAL5 (1) ou não (0)
- CLP – Cell Loss Priority: se descartável, “1”
- HEC – Header Error Control: verifica erros nos 4 bytes iniciais, corrigindo 1 erro



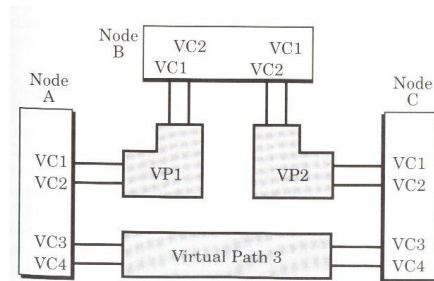
ATM

User Network Interface (UNI)

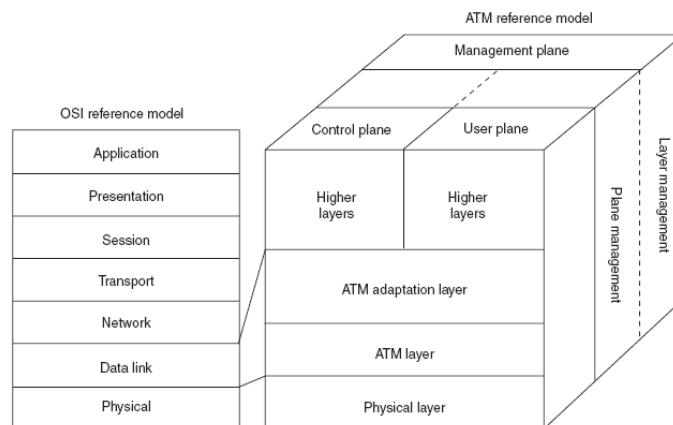


Node Network Interface (NNI)

GFC = Generic Flow Control
HEC = Header Error Check
VC1 = Virtual Channel Identifier
VPI = Virtual Path Identifier



ATM

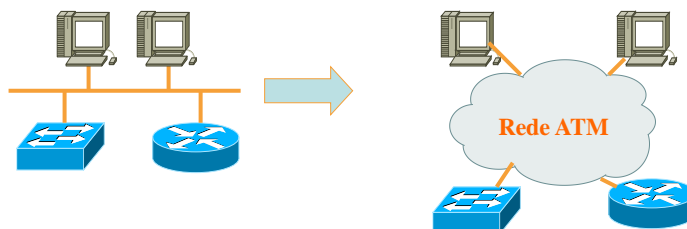


ATM - AAL

- AAL1 – CBR (Voz, video-conferências) – requer sincronização
- AAL2 – VBR (Voz e vídeo compactados) – RT ou NRT
- AAL3/4 – Serviço orientado a conexão ou não – criado para network service providers
- AAL5 – suporte ao tráfego de dados

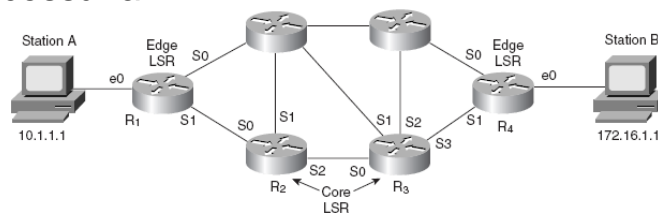
LANE – *Lan Emulation*

- Padrão do ATM Forum que faz um switch ATM funcionar como uma bridge
- Faz com que um ambiente ATM pareça com um ambiente de LAN Ethernet ou Token-Ring
- Suportado por NICs, Switches e roteadores
- Outra opção: MPOA



MPLS – Multiprotocol Label Switching

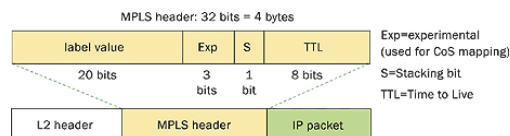
- Altera o mecanismo hop-by-hop tradicional escolhendo os caminhos de acordo com a QoS necessária



Router	Incoming label	Incoming interface	Destination network	Outgoing interface	Outgoing label
R1	—	e0	172.16.1	S1	6
R2	6	S0	172.16.1	S2	11
R3	11	S0	172.16.1	S3	7
R4	7	S1	172.16.1	e0	—

MPLS Header

- Considerada uma tecnologia L2,5
 - Campos
 - Label value – identificador do caminho
 - EXP – CoS ou TC (Traffic Class) – usado para funções de QoS. FEC (Forwarding Equivalent Class) – independente de endereços L3, identificam tráfegos que tem necessidades de QoS semelhantes, de acordo com o ToS precedence ou DSCP do IP
 - S – Stacking bit – usado quando há mais de um MPLS header (MPLS VPN) para identificar o “bottom of stack”
 - TTL – igual ao IP



```

46 46.192000 192.168.1.1 192.168.4.1 ICMP Echo (ping) reply
47 46.230000 192.168.4.1 192.168.1.1 ICMP Echo (ping) request
48 46.297000 192.168.1.1 192.168.4.1 ICMP Echo (ping) reply

# Frame 46 (118 bytes on wire, 118 bytes captured)
# Ethernet II, Src: cc:02:02:fc:00:01 (cc:02:02:fc:00:01), Dst: cc:03:02:fc:00:00 (cc:03:02:fc:00:00)
# Destination: cc:03:02:fc:00:00 (cc:03:02:fc:00:00)
# Source: cc:02:02:fc:00:01 (cc:02:02:fc:00:01)
# Type: MPLS label switched packet (0x8847)
# MultiProtocol Label Switching Header, Label: 19, Exp: 0, S: 1, TTL: 254
# MPLS Label: 19
# MPLS Experimental bits: 0
# MPLS Bottom Of Label Stack: 1
# MPLS TTL: 254
# Internet Protocol, Src: 192.168.1.1 (192.168.1.1), Dst: 192.168.4.1 (192.168.4.1)
# Internet Control Message Protocol
    
```