Redes de Alta Velocidade

José Augusto Suruagy Monteiro
Departamento de Informática - UFPE
Fone: (081) 271-8430
http://www.di.ufpe.br/~suruagy/rav

Introdução

- O que é alta-velocidade? Implicações.
- Tecnologias de Redes de Alta-Velocidade:
  - FDDI
  - DQDB
  - Frame Relay
  - SMDS
  - RDSI-FE e RDSI-FL (ATM)
  - Ethernet, Fast Ethernet e Gigabit Ethernet
- Internet 2

O que é alta-velocidade?

- Até pouco anos atrás, 9.600 bps era considerada alta velocidade!!!
- Para acesso à Internet, 64 kbps é considerada uma excelente velocidade.
- RDSI-FE: (2x64+16)kbps
- RDSI-FE e Frame Relay: 2Mbps
- Ethernet: 10 Mbps
- Token Ring: 16 Mbps

O que é alta-velocidade?

- FDDI: 100 Mbps
- Fast Ethernet: 100 Mbps
- DQDB: 45-150 Mbps
- SMDS: 45-150 Mbps
- RDSI-FL (ATM): 155-622 Mbps e além
- Gigabit Ethernet: 1 Gbps
- … ??!!??

Implicações da Alta Velocidade

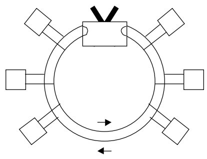
- Maior grau de interatividade, menor tempo de resposta (baixa latência)
- Transparência de localidade
  - atraso de propagação permanece
- Congestionamento

FDDI

- Fiber Distributed Data Interface
- Anel com passagem de permissão a 100 Mbps
- Diferença do 802.5:
  - uma estação pode inserir uma nova permissão assim que tiver terminado de transmitir os seus quadros
- Usa fibra multimodo
- Distâncias de até 200 km com até 1000 estações conectadas

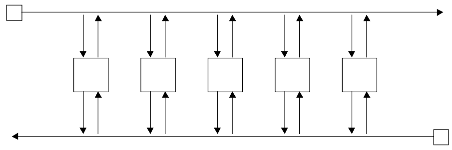
FDDI

- 2 anéis concêntricos: se houver uma falha os dois anéis podem ser unidos para formar um anel com, aproximadamente, o dobro do comprimento.



DQDB

- Distributed Queue Dual Bus (IEEE 802.6)



DQDB

- Cada ponto terminal gera continuamente um fluxo de células de 53 bytes
- Cada célula contém 44 bytes de carga útil
- Distâncias de até 160 km
- Velocidade de 45 Mbps

Frame Relay

- Serviço orientado a conexão
- Evolução do X.25, subproduto da RDSI-FE
- Tira partido da maior velocidade e melhor qualidade das linhas de comunicação
- Protocolo simplificado:
  - delimitação do quadro
  - deteção, mas não correção, de erros
  - não envia reconhecimentos
  - não efetua controle de fluxo

Formato do Quadro do LAP-F

8 7 6 5 4 3 2 1

FLAG 0 1 1 1 1 1 1 0				
DLCI (MSB)			C/R	0 EA
DLCI (LSB)	BECN	FECN	DE	1 EA
INFORMAÇÃO				
FCS				
FLAG 0 1 1 1 1 1 1 0				

DLCI = Data Link Connection ID

C/R = Command/Response bit

EA = Extended Address

DE = Discard Eligibility

FECN = Forward Explicit Congestion Notification bit

BECN = Backward Explicit Congestion Notification bit

FCS = Frame Check Sequence

SMDS

- SMDS = *Switched Multimegabit Data Service*
- Serviço direcionado à interconexão comutada de LANs de alto desempenho.
- Taxas na SNI (*Subscriber Network Interface)* variando entre 56 Kbps até 44 Mbps.

SMDS

- Serviço semelhante ao de uma LAN:
  - Não-orientado a conexões
  - Multicast para facilitar extensões de protocolos tais como o *Address Resolution Protocol* (ARP)
- Formato simplificado do pacote SMDS:

Endereço do Destino	Endereço da Fonte	Informação
8 bytes	8 bytes	≤9188 bytes

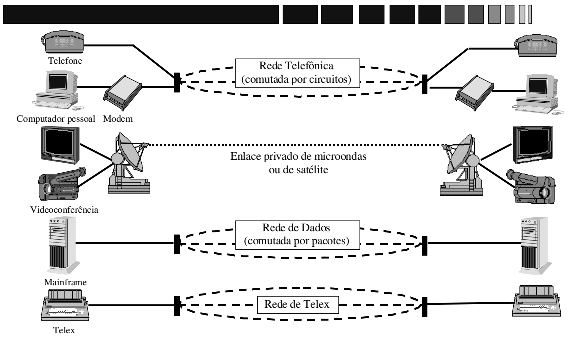
Características do SMDS

- Endereços (E.164)
- Validação do endereço de origem
- Transporte individual de unidades de dados
- Endereços de grupos (multicast)
- Filtragem de endereços

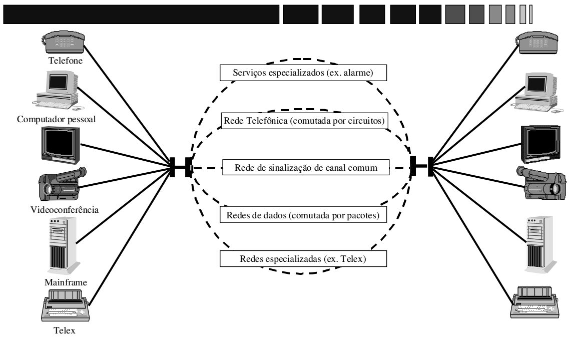
Plataformas que dão suporte ao SMDS

- Plataforma baseada em quadros baseada no SMDS DXI (*Data Exchange Interface)*
  - DXI é baseado no HDLC
- Plataforma baseada em células baseada no DQDB (*Distributed Queue Dual Bus)*
  - Baseada no IEEE 802.6
- Plataforma baseada em células baseada em ATM.

Redes de comunicações antes da RDSI



Redes de comunicações com a RDSI-FE



Características Principais da RDSI-FE

- Conectividade Digital
- Acesso Básico: 2B+D
- Acesso Primário: 30B+D
- Serviços Vocais e Não Vocais
- Conjunto Limitado de Interfaces Padronizadas

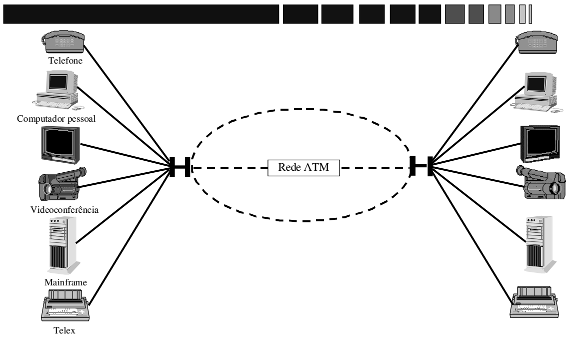
Evolução da Percepção sobre a RDSI

- ***I**nnovations **S**ubscribers **D**on't **N**eed*
  (Inovações que o assinante não necessita)
- ***I S**till **D**on't **N**eed*
  (Eu ainda não preciso)
- ***I S**mell **D**ollars **N**ow*
  (Agora eu sinto o cheiro do dinheiro)
- ***I**nformation **S**uperhighway **D**elivered **N**ow*
  (Rodovia da informação disponível agora)


Demanda da Internet promete volta da RDSI

(Informativo TELEXPO'97/Maio1996)

Redes de comunicações com a RDSI-FL



Características Principais da RDSI-FL

- Serviços
  - Alta velocidade (de Megabits a Gigabits)
  - Sob demanda, reservados ou permanentes
  - Modo circuito ou modo pacote
  - Mono ou multimídia
  - Orientado ou não a conexões
  - Conexões ponto a ponto, ponto a multiponto (e multiponto a multiponto)

Características Principais da RDSI-FL

- Utiliza o Modo de Transferência Assíncrono (ATM - *Asynchronous Transfer Mode*)
- Comutação de células
  - PDU de 53 bytes sendo 5 de cabeçalho
- Camada de Adaptação adapta o serviço desejado ao ATM
- Qualidade negociada de serviço (QoS)

Ethernet

- Ethernet (IEEE 802.3): CSMA/CD 1-persistente
- Inventado em 1976 por Metcalfe e Boggs
- 10Base5, 10Base2, 10Base-T, 10Base-F
- Ethernet comutado (protocolos proprietários de interconexão).
  - Cada cartão do hub pode formar um domínio de colisão ou
  - Cada porta de entrada pode ter um buffer.

Fast Ethernet

- Aprovado em Junho de 1995 como IEEE 802.3u
- 100 Mbps com o uso de hubs
- Cabeamento:
  - 100Base-T4 (4 pares de UTP categoria 3)
  - 100Base-TX (2 pares de UTP categoria 5, Full duplex)
  - 100Base-FX (2 pares de fibra multimodo)
- Hubs:
  - hub compartilhado
  - hub comutado

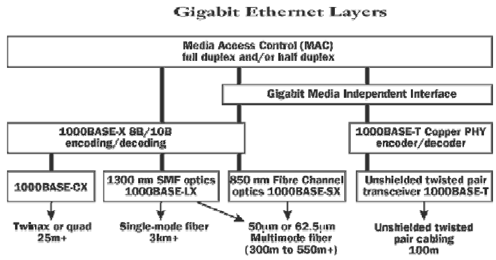
Requisitos das Aplicações

Application	Data Types/Size	Network Traffic Implication	Network Need
Scientific Modeling, Engineering	• Data files • 100's of megabytes to gigabytes	• Large files increase bandwidth required	• Higher bandwidth for desktops, servers and backbone
Publications, Medical Data Transfer	• Data files • 100's of megabytes to gigabytes	• Large files increase bandwidth required	• Higher bandwidth for desktops, servers and backbone
Internet/Intranet	• Data files now • Audio now • Video is emerging • High transaction rate • Large files, 1 MB to 100 MB	• Large files increase bandwidth required • Low transmission latency • High volume of data streams	• Higher bandwidth for servers and backbone • Low latency
Data Warehousing, Network Backup	• Data files • Gigabytes to terabytes	• Large files increase bandwidth required • Transmitted during fixed time period	• Higher bandwidth for servers and backbone • Low latency
Desktop Video Conferencing, Interactive Whiteboarding	• Constant data stream • 1.5 to 3.5 Mbps at the desktop	• Class of service reservation • High volume of data streams	• Higher bandwidth for servers and backbones • Low latency • Predictable latency

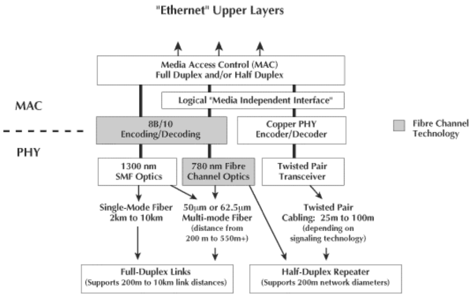
Gigabit Ethernet

- Padronizado em Julho 1998 como IEEE 802.3z
- Utiliza o mesmo protocolo CSMA/CD, mesmo formato e mesmo tamanho do quadro
- Operação half ou full-duplex
- Novo slot de 512 bytes (diâmetro de colisão de 200m).
- *Packet bursting* transmissão em conjunto de pacotes pequenos.
- Gigabit Ethernet Alliance:
  - http://www.gigabit-ethernet.org

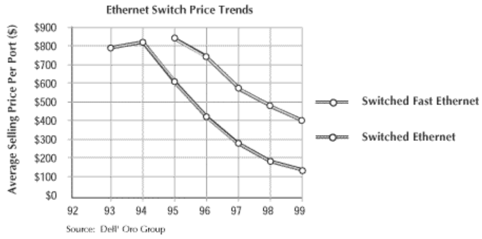
Elementos Funcionais



Camadas MAC/PHY



Preço de Comutadores Ethernet



Preço dos componentes

Technology	Equipment Type	1996 Equipment Price/Port	1998 Equipment Price/Port	Change %
Shared Fast Ethernet	Hub	$137	$102	-25%
Switched Fast Ethernet	Switch	$785	$500	-36%
Shared FDDI	Concentrator	$835	$680	-19%
Switched FDDI	Switch	$4000	$3200	-20%
ATM 622 Mbps Estimate (multimode fiber)	Switch	$6600	$4200	-36%
Shared Gigabit Ethernet IEEE goal (multimode fiber)	Hub	N.A.	$920 to $1400 ** (2x to 3x Fast Ethernet MM)	
Switched Gigabit Ethernet IEEE goal (multimode fiber)	Switch	N.A.	$1850 to $2800 ** (2x to 3x Fast Ethernet MM)	

Source: Dell'Oro Group
** Estimates based on Dell'Oro Group info and IEEE goals

Comparação com outras tecnologias

Capabilities	Gigabit Ethernet	Fast Ethernet	ATM	FDDI
IP Compatibility	Yes	Yes	Requires RFC 1557 and IP over LANE today, I-PNNI and/or MPOA in future	Yes
Ethernet Packets	Yes	Yes	Requires LANE 1.0 or routing from cells to packets	No
Handle Multimedia	Yes	Yes	Yes, but application needs to change	Yes
Quality of Service	Yes, with RSVP and 802.1Q	Yes with RSVP and 802.1Q	Yes with SVCs	Yes, with RSVP and 802.1Q
VLANs with 802.1Q/p	Yes	Yes	Requires mapping SVCs to 802.1Q/p	Yes

ATM x Gigabit Ethernet

GIGABIT ETHERNET

- herança 80% dos desktops Ethernet
  - mera extensão
  - sem re-treinamento
  - sem overhead de conversão
- 2.000 U$/porta Gbps
- QOS
  - banda massiva e barata
  - IEEE 802.1q (*bridged* VLANs)
  - IEEE 802.1p
    - » classes de tráfego
    - » filtragem de *multicast* dinâmica
  - IETF RSVP
  - TCP *sockets*
- suporte a IP (e IPX?)

ATM

- banda escalável
- gerência *out of band*
  - tolerância a falhas
- QOS
  - tempos de resposta previsíveis
  - único protocolo de roteamento com QOS (PNNI-1)
- *jitter* pequeno e controlável
  - vídeo de alta qualidade
- tecnologia madura
  - redes com mais de 300 *switches* (PNNI)
- suporte multiprotocolo (MPOA)
- escalabilidade LAN/MAN/WAN