



Arquitetura do IBM-PC

Guiou Kobayashi guiou.kobayashi@ufabc.edu.br

2º Quadrimestre, 2014





CONTEÚDO PROGRAMÁTICO:

- História e Evolução dos Computadores e Sistemas
- Estrutura de Computadores Digitais
- Lógica Digital Binária
- Processamento
- Instruções e linguagem de máquina
- Microprocessadores modernos: pipeline, super escalar, RISC
- Memórias cache e gerenciamento de memórias
- Arquitetura de computadores pessoais
- Arquitetura de Computadores Paralelos
- Sistemas Computacionais: desempenho e confiabilidade



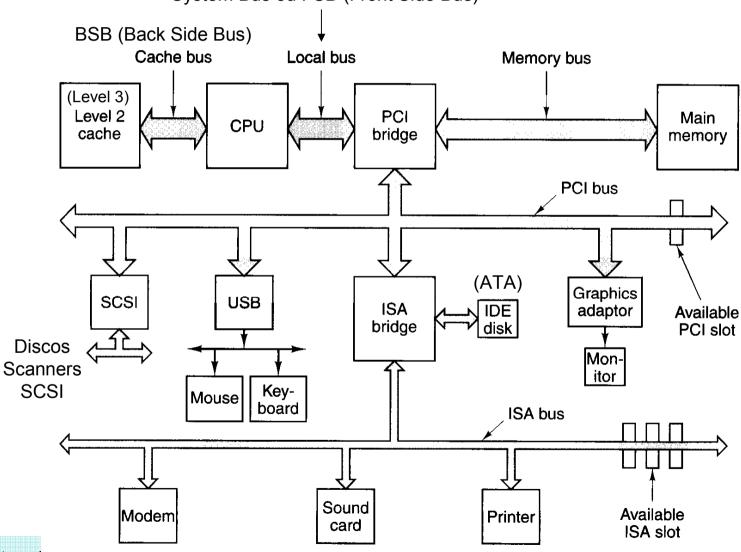


Hierarquia de Barramentos



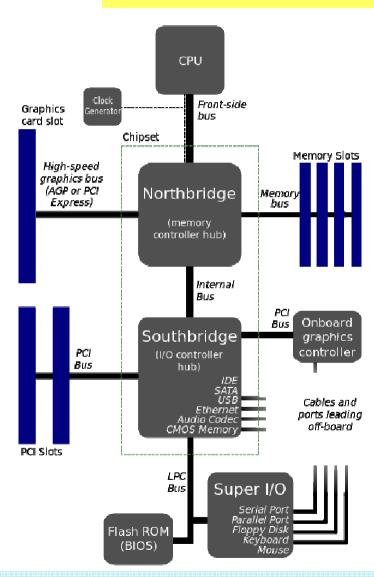
BARRAMENTOS E HIERARQUIAS







PRINCIPAIS TECNOLOGIAS DE INTERCONEXÃO



Front Side bus:

Barramento de Sistema Intel (2008) 400 MHz – 800 MHz

Back Side bus:

Barramento dos Cache de Memória

Substituído pelo QPI (2009)





Barramentos do Sistema



HYPERTRANSPORT

Lightning Data Transport (LDT): Interconexão de barramentos principais entre chips.

Conexão ponto a ponto unidirecional, 6,4 GByte por segundo

Aplicação em co-processamento e multiprocessamento. Desenvolvido pela AMD.

Renomeado como HyperTransport em 2001

to multiple Interface Controllers Athlon Athlon Athlon Athlon CPU CPU CPU CPU EV6 bus EV6 bus North Bridge North Bridge DRAM DRAM – LDT North Bridge North Bridge DRAM DRAM EV6 bus EV6 bus Athlon Athlon Athlon Athlon CPU CPU CPU CPU

HT	800 MHz, 16-pair	25.6 Gbit/s	3.2 GB/s	2001
HT	1 GHz, 16-pair	32.0 Gbit/s	4.0 GB/s	
HT 2.0	1.4 GHz, 32-pair	179.2 Gbit/s	22.4 GB/s	2004
HT 3.0	2.6 GHz, 32-pair	332.8 Gbit/s	41.6 GB/s	2006
HT 3.1	3.2 GHz, 32-pair	409.6 Gbit/s	51.2 GB/s	2008

to multiple Interface Controllers



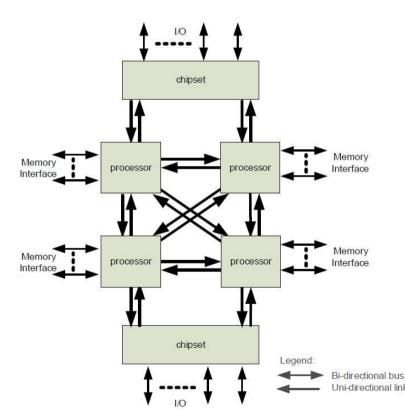
Intel QuickPath Interconnect (QPI)

Conexão de barramentos principais entre chips, desenvolvido pela Intel para substituir o FSB Conexão ponto a ponto bidirecional, 20 linhas por direção mais clock: 42 linhas Aplicação em co-processamento e multiprocessamento: Xeon, Itanium, Core i7 Taxa de transferência: 25.6 GB/s

Lançado em Novembro 2008, para competir com HyperTransport

Clock rate: 2.4 GHz, 2.93 GHz, ou 3.2 GHz

- 3.2 GHz
- × 2 bits/Hz (double data rate)
- × 20 (QPI link width)
- × (64/80) (data bits/flit bits)
- × 2 (two links to achieve bidirectionality)
- ÷ 8 (bits/byte)
- $= 25.6 \, \text{GB/s}$



An Introduction to the Intel® QuickPath Interconnect Jan 2009



PENTES DE MEMÓRIA PRINCIPAL PARA PC

Nome	Ano	Tipo	Dados	System Bus	Velocidade	Ciclos	Tempo acesso
SIMM - 72 vias	1990	Assíncrono	32 bits	16 a 66 MHz	88 MB/s	3 ciclos	100 a 120ns
DIMM - 168 vias	1993	Assíncrono	64 bits	16 a 66 MHz	176 MB/s	3 ciclos	100 a 120ns
EDO	1997	Assíncrono Burst	64 bits	33 a 75 MHz	300 MB/s	2 ciclos	70 a 100ns
PC-100 - SDRAM	1998	Síncrono	64 bits	100 MHz	800 MB/s	1 ciclo	8 a 10ns
PC-133 - SDRAM	2000	Síncrono	64 bits	133 MHz	1,1 GB/s	1 ciclo	8 a 10ns
PC-1600 - DDR	2000	Síncrono Duplo	64 bits	100 MHz	1,6 GB/s	meio ciclo	8 a 10ns
PC-2100 - DDR	2000	Síncrono Duplo	64 bits	133 MHz	2,1 GB/s	meio ciclo	6 a 7ns
PC-2700 - DDR	2001	Síncrono Duplo	64 bits	166 MHz	2,7 GB/s	meio ciclo	< 6ns
PC-3200 - DDR	2002	Síncrono Duplo	64 bits	200 MHz	3,2 GB/s	meio ciclo	
PC-4300 - DDR		Síncrono Duplo	64 bits	266 MHz	4,3 GB/s	dual-ch	
PC2-4200 - DDR2		Síncrono Quad	64 bits	533 MHz	4,2 GB/s		7,5ns
PC2-5300 - DDR2		Síncrono Quad	64 bits	667 MHz	5,3 GB/s		6ns
PC2-6400 - DDR2		Síncrono Quad	64 bits	800 MHz	6,4 GB/s		5ns
PC2-8500 - DDR2		Síncrono Quad	64 bits	1.066 MHz	8,5 GB/s		3,7ns
GDDR3		Síncrono Quad	64 bits	1.066 MHz	8,5 GB/s	Graphic Card	low power
PC3-6400 - DDR3		Síncrono Octal	64 bits	800 MHz	6,4 GB/s	3 ch	10ns
PC3-8500 - DDR3		Síncrono Octal	64 bits	1.066 MHz	8,5 GB/s		7,5ns
PC3-10.600 - DDR3		Síncrono Octal	64 bits	1.333 MHz	10,6 GB/s		6ns
PC3-12800 - DDR3		Síncrono Octal	64 bits	1.600 MHz	12,8 GB/s		5ns
PC3-14.900 - DDR3		Síncrono Octal	64 bits	1.866 MHz	14,9 GB/s		4,3ns
PC3-17000 - DDR3		Síncrono Octal	64 bits	2.133 MHz	17,0 GB/s		3,7ns
RIMM - DRDRAM	2001	Direct Rambus	16 bits	400 MHz	1,6 GB/s	por canal (2x)	6 a 7ns
RIMM 3200	2002	Direct Rambus	32 bits	400 MHz	3,2 GB/s	por canal	6 a 7ns
RIMM 4200		Direct Rambus	32 bits	533 MHz	4,2 GB/s	por canal	
RIMM 4800		Direct Rambus	32 bits	600 MHz	4,8 GB/s	por canal	
RIMM 6400		Direct Rambus	32 bits	800 MHz	6,4 GB/s	por canal	
XDR	2005	Extreme DR octal	32 bits	400 a 1.066	25,6 GB/s	por canal	1,2 a 3,3ns
XDR2	2008	Extreme DR hexad	32 bits	800 min.	80 GB/s	por canal	



PENTES DE MEMÓRIA PRINCIPAL PARA PC

SIMM: Single In-line Memory Module DIMM: Dual In-line Memory Module

EDO: Extended Data Out

SDRAM: Syncronous Dynamic RAM

DDR: Double Data Rate

GDDR: Graphics Double Data Rate

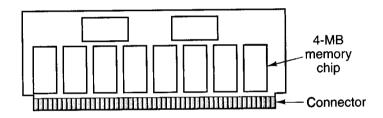
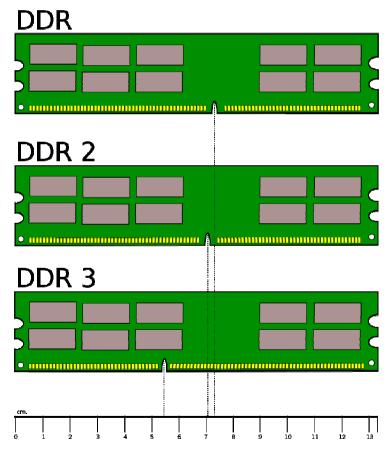


Figure 2-17. A single inline memory module (SIMM) holding 32 MB. Two of the chips control the SIMM.

RIMM: Rambus In-line Memory Module

DRDRAM: Direct Rambus RAM

XDR: eXtreme Data Rate







Barramentos de E/S



BARRAMENTOS DE IO (ENTRADA / SAÍDA)

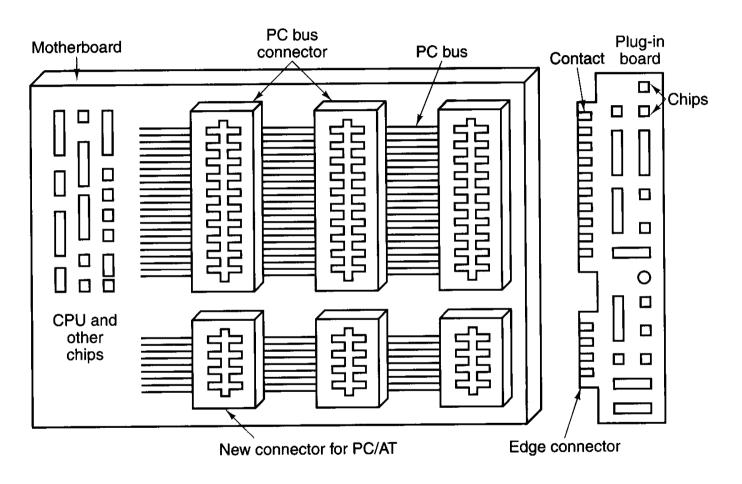


Figure 3-49. The PC/AT bus has two components, the original PC part and the new part.



Nome	Ano	Dados	Endereço	Frequência	Velocidade	Ciclos	OBS
PC - XT	1981	8 bits	20 bits	4,77 MHz	2,38 MB/s	2 ciclos	PC Original
PC - AT	1984	16 bits	24 bits	8,33 MHz	8,33 MB/s	2 ciclos	
ISA (IEEE)	1987	16 bits	32 bits	8,33 MHz	16,7 MB/s	1 ciclo	Padronização
EISA	1988	32 bits	32 bits	8,33 MHz	33 MB/s	1 ciclo	
PCI Local Bus	1992	32 bits	32 bits	33 MHz	133 MB/s	1 ciclo	uso geral
PCI 2	1993	64 bits	64 bits	66 MHz	528 MB/s	1 ciclo	multiplexado
PCI-X 66	2000	64 bits	64 bits	133 MHz	528 MB/s	1 ciclo	protocolo Sw
PCI-X 133	2000	64 bits	64 bits	133 MHz	1 GB/s	1 ciclo	protocolo Sw
PCI-X 266 (2)	2002	64 bits	64 bits	133 MHz	2,1 GB/s	meio ciclo	DDR, ECC, 3,3v
PCI-X 533 (2)	2002	64 bits	64 bits	133 MHz	4,3 GB/s	1/4 ciclo	QDR
PCI-X 2.0	2003	64 bits	64 bits	266 MHz	2,1 GB/s	1 ciclo	Suplantado PCIe
PCI Express V1	2004	Serial	Serial	2,5 GHz	2,5 GT/s	32 lanes max.	full duplex 8b/10b
PCI Express V2	2007	Serial	Serial	5,0 GHz	5,0 GT/s	32 lanes	x16 (16 lanes)
PCI Express V3	2010	Serial	Serial		8,0 GT/s	32 lanes	128b/130b

L	PCMCIA (ISA)	1990/91	16 bits	32 bits	8,33 MHz	16,7 MB/s	1 ciclo	Notebooks
I	PCMCIA (2)	1993	16 bits	32 bits	10 MHz	20 MB/s	1 ciclo	rev. 2.1
	CardBus (PCI)	1995	32 bits	32 bits	33 MHz	133 MB/s	1 ciclo	comp. mecanica

ISA: Industry Standard Architecture DDR: Double Data Rate EISA: Extended ISA QDR: Quad Data Rate

PCI: Peripheral Component Interconnect Site: www.pcisig.com ODR: Octal Data Rate PCMCIA:Personal Computer Memory Card International Association ECC: Error Correcting Code

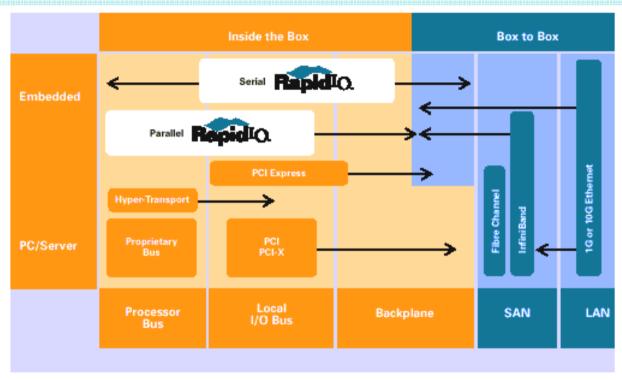
Barramento para placas Gráficas

Nome	Ano	Dados	Endereço	Frequência	Velocidade	Ciclos	OBS
VESA	1992	32 bits	32 bits	33 MHz	133 MB/s	1 ciclo	extensão ISA
AGP	1996	32 bits	32 bits	66 MHz	266 MB/s	1 ciclo	Video Port Intel
AGP 2x, 4x (2)	1998	32 bits	32 bits	66 MHz	1 GB/s	meio, 1/4 ciclo	DDR, QDR, 3,3v
AGP 8x (3)	2002	32 bits	32 bits	66 MHz	2,1 GB/s	1/8 ciclo	ODR

VESA: Video Electronics Standards Association Conexão ponto a ponto com o processador

AGP: Accelerated Graphics Port Site Oficial: www.agpforum.org





RapidIO connects processors, memory, and peripherals within a subsystem or across a backple

- Rapid IO: interface de alto desempenho (1 Gbps até 60 Gbps) e baixa latência para interconexão multiponto entre dispositivos internos do computador.
 - baseado em transferência de pacotes
 - desenvolvimento **Motorola**: compete com Hyper Transport (AMD) e PCI Express (Intel)
 - versão paralela e serial

PCI Express: versão serial do PCI, compatível em software

- ponto a ponto, 1 a 32 linhas
- 2,5 Gbps por linha (ou 250 MB/s): 8 GB/s para 32 linhas



DISCOS: PADRÕES DE INTERFACES

Barramento Paralelo para Drives (HD, CD-ROM, etc) do IBM-PC

Padrões de interface para discos: define o nível físico, elétrico e protocolo de sinalização

Velocidade depende do modo de transferência: PIO (I/O Programado), DMA-M (DMA Multiword), DMA-U (Ultra DMA)

O software e o disco determinam o modo utilizado. O endereçamento é definido por CHS (Cilindro, Head / Cabeçote, Setor)

Padrão	Nome	Ano	Dados	Controle de Acesso	Frequência	Velocidade	OBS
ATA-1	IDE	1985 / 1991	8 / 16 bits	PIO (0 a 2)	8,33 MHz	8,33 MB/s	2 disp. cabo 40 vias
ATA-2	EIDE / Fast ATA	1994	8 / 16 bits	PIO (0 a 4)	8,33 MHz	16,7 MB/s	4 dispositivos
ATA-3		1997	16 bits	PIO (4), DMA-M (1, 2)	8,33 MHz	16,7 MB/s	Inclui CRC, ATAPI
ATA-4	Ultra ATA 33	1998	16 bits	PIO (4), DMA-M (1, 2), DMA-U (0 a 2)	8,33 MHz	33 MB/s	DDR
ATA-5	Ultra ATA 66	2000	16 bits	PIO (4), DMA-M (1, 2), DMA-U (0 a 4)	16,7 MHz	66 MB/s	Cabo de 80 vias
ATA-6	Ultra ATA 100	2002	16 bits	PIO (4), DMA-M (1, 2), DMA-U (0 a 5)	25 MHz	100 MB/s	
ATA-7	Ultra ATA 133	em desenv.	16 bits	PIO (4), DMA-M (1, 2), DMA-U (0 a 6)	33 MHz	133 MB/s	

ATA: Advanced Technology Attachment 40 vias: 16 bits dados, 16 controle, 4 alimentação, 2 audio, 2 terra

IDE: Integrated Drive Electronics 80 vias: mais 40 terras para evitar crosstalk

ATAPI: ATA Packet Interface (CD-ROM)

EIDE: Enhanced IDE Site oficial: www.t13.org

Serial ATA Site oficial: www.serialata.org

Compatibilidade de softwarecom os ATA paralelo, baixo custo

Conexão serial ponto a ponto cabo de 7 vias (4 sinal e 3 terra). Hot plug e Hot swap

Padrão	Nome	Ano	Dados	Taxa de Comunicação	Velocidade	OBS
SATA-1	Serial ATA rev. 1	2001	8 / 16 bits	1,5; 3,0; 6,0 Gbps	600 MB/s	
SATA II	adendo à rev. 1	2003	8 / 16 bits	3,0 Gbps	600 MB/s	sup. Servidor
SATA 6 Gb/s	rev. 3.0	2008	8 / 16 bits	6,0 Gbps	600 MB/s	

Ref: www.interfacebus.com



Barramento Paralelo para Drives (HD, CD-ROM, scanner, etc) workstations UNIX, Mac, Servidores Intel

Uso profissional, protocolo e arbitragem complexa. Até 7 (15) unidades mais o controlador.

Padrão	Nome	Ano	Dados	Frequência	Velocidade	OBS
SCSI-1	SCSI-1	1979 / 1986	8 bits	5 MHz	5 MB/s	
SCSI-2	Fast SCSI / Wide	1986 / 1994	8 / 16 bits	10 MHz	10 / 20 MB/s	
	Ultra SCSI / Fast20	1996	8 / 16 bits	20 MHz	20 / 40 MB/s	
	Ultra 2 SCSI / Fast40	1998	8 / 16 bits	40 MHz	40 / 80 MB/s	
SCSI-3	Ultra 3 SCSI / Ultra 160	1999	16 bits	80 MHz	160 MB/s	Detecção Erro CRC
	Ultra 3 SCSI / Ultra 320	2002	16 bits	80 MHz	320 MB/s	
	Dual Ultra 320	2003	2 x16 bits	80 MHz	640 MB/s	

SCSI: Small Computer System Interface

System Interface Site oficial: www.scsifaq.org 50 vias: 8 bits dados, 1 paridade, 9 controle, 4 alimentação, reservas, 25 terras Opção Wide (16 bits de dados): acrescenta mais um cabo, no total: 68 vias.

Barramento Serial para Drives em SANs

Fibre Channel: Conexão serial via cobre ou fibra ótica, encadeados em anel. Cada nó é uma repetidora

Padrão	Nome	Ano	Dados	Taxa Comunicação	Velocidade	OBS
Fibre Channel	Fibre 1; Fibre 2	1988	8 bits/ 10	1,0; 2,0 Gbps	100 / 200 MB/s	Nota 1:
Fibre Channel	Fibre 10		8 bits/ 10	10 Gbps	1000 MB/s	
Fibre Channel	SCSI sobre Fibre					
iSCSI	Internet SCSI	2002				Nota 2:
Serial Attached SCSI	SCSI sobre SATA	2004		3,0 Gbps		vide SATA-1
SAS	SCSI sobre SATA	2009		6,0 Gbps		vide SATA 6 Gb/s

Nota 1: Depende do meio físico: Fibra (10 Gbps, 10 km), Coaxial (1 Gbps, 75 m) ou Par trançado (1 Gbps, 33 m)

Nota 2: Comandos SCSI sobre redes IP (Ethernet, WAN, etc)

SAN: Storage Area Network Sites Ref.: www.storagesearch.com;





Interconexões



INTERFACES DE COMUNICAÇÃO LOCAL

ETHERNET (IEEE 802.3)

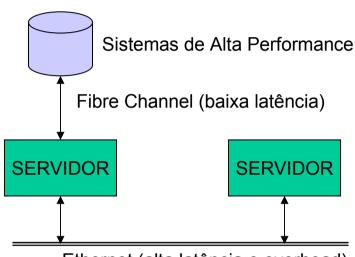
- alta latência
- overhead do protocolo CSMA-CD
- não determinístico
- multiponto: escalável e flexível
- 1 Gbps, 10 Gbps, 100 Gbps (sobre fibra ótica)

FIBRE CHANNEL (transporte de SCSI)

- baixa latência
- configuração em enlaces formando um anel
- determinístico
- ponto a ponto entre enlaces: não permite muitas conexões
- 1 Gbps, 2 Gbps, 4 Gbps, 8 Gbps, 10 Gbps, 20 Gbps

INFINIBAND (www.infinibandta.org)

- baixa latência
- baseado em roteamento de pacotes por hardware (nível transporte)
- ponto a ponto entre nós: escalável e flexível
- 2,5 Gbps, 10 Gbps até 300 Gbps
- Switch: roteia nível enlace; Router: roteia nível rede



Ethernet (alta latência e overhead)

Ethernet:

10BaseT2: 10 MHz, par trançado, 200 m 100BaseT4: 100 MHz, par trançado, 400 m

100BaseF5: 100 MHz, Fibra, 500 m





ARQUITETURA DO INFINIBAND

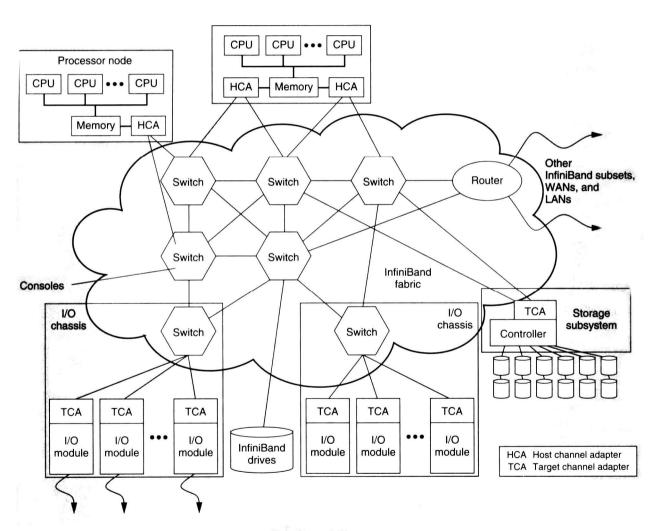
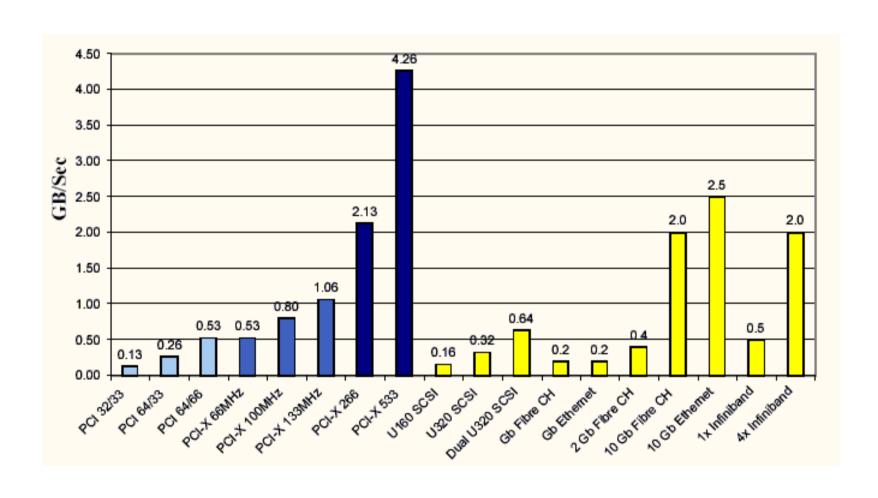


Figure 1. Basic components of an InfiniBand system area network.

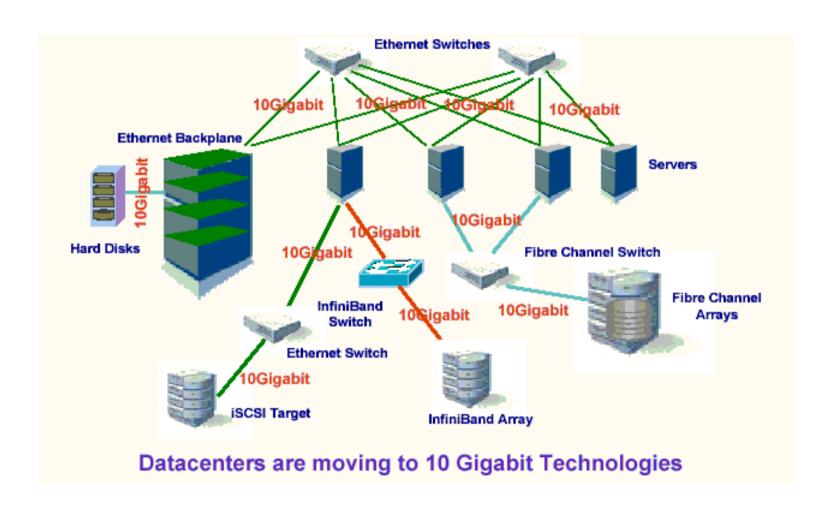


COMPARAÇÃO DE VELOCIDADES DE TRANSFERÊNCIA





ARQUITETURA DE SAN: Storage Area Networks





RESUMO DAS INTERCONEXÕES

Nomes	Interconexão	Aplicação	Velocidade	Tipo
HyperTransport	Chip-chip	PCs and embedded systems	400 MB/s to 16 GB/s	Packet-switch, point to point, source synchronous clock, parallel
PCI-X 2.0	Chip-chip	Internal bus, PCs, servers, workstations, and peripherals	2 to 4 GB/s	Parallel, shared bus, globally clocked
Rapid IO	Chip-chip	Telecom, networking, cell phone base stations	400 MB/s to 8 GB/s	Packet-switched, point-to-point, parallel (serial planned)
PCI	Chip-chip, expansion bus	Internal bus, PCs and peripherals	1.1 GB/s	Parallel, shared bus, globally clocked
PCI Express (3GIO)	Expansion bus, chip- chip	PCs and servers	8 GB/s	Packet-switched, point-to-point, serial
InfiniBand	External backplane servers and storage	Data centers and storage networks: server-server, server	2.5/10/30 Gb/s	Packet-switched, point-to-point, serial
Fibre Channel	External backplane server-storage	Storage networks	2 Gb/s scaling to 10 Gb/s	Serial, embedded clock, point-to- point
Fibre Channel over IP (FCIP)	External backplane server-storage	Storage networks	1 Gb/s	Serial, packet- switched, embedded clock, point-to-point
Gigabit Ethernet	External backplane server-storage	Data centers and storage networks	1-10 Gb/s	Serial, packet- switched, embedded clock, point-to-point
iSCSI	External backplane server-storage	Storage networks	1 Gb/s scaling to 10 Gb/s	Serial, packet- switched, embedded clock, point-to-point

ref.: revista IEEE Spectrum Jan / 2003



INTERFACES DE CONEXÃO EXTERNA (PERIFÉRICOS)

Seriais, por cabo:

- USB 1.1: 12 Mbps
- USB 2.0: 480 Mbps
- IEEE 1394b (FireWire): 400 Mbps / 800 Mbps

Video

- DVI: Digital Video Interface (www.ddwg.org)
- HDMI

Sem Fio (Wireless)

- IEEE 802.11(a, b, g) Wi-Fi
- Bluetooth
- IrDA