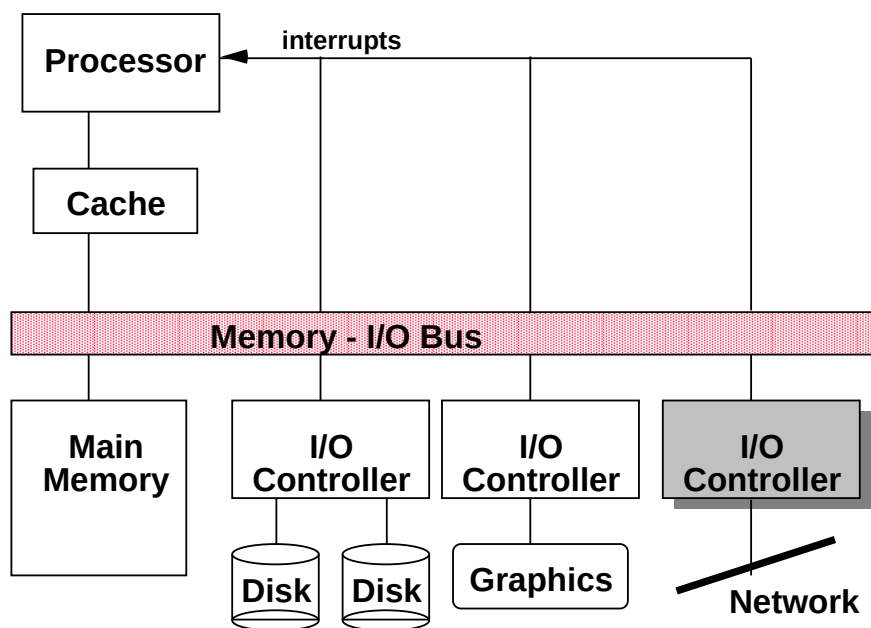


Aula 20: Redes de Interconexão

I/O para Dispositivos Externos e Outros Computadores

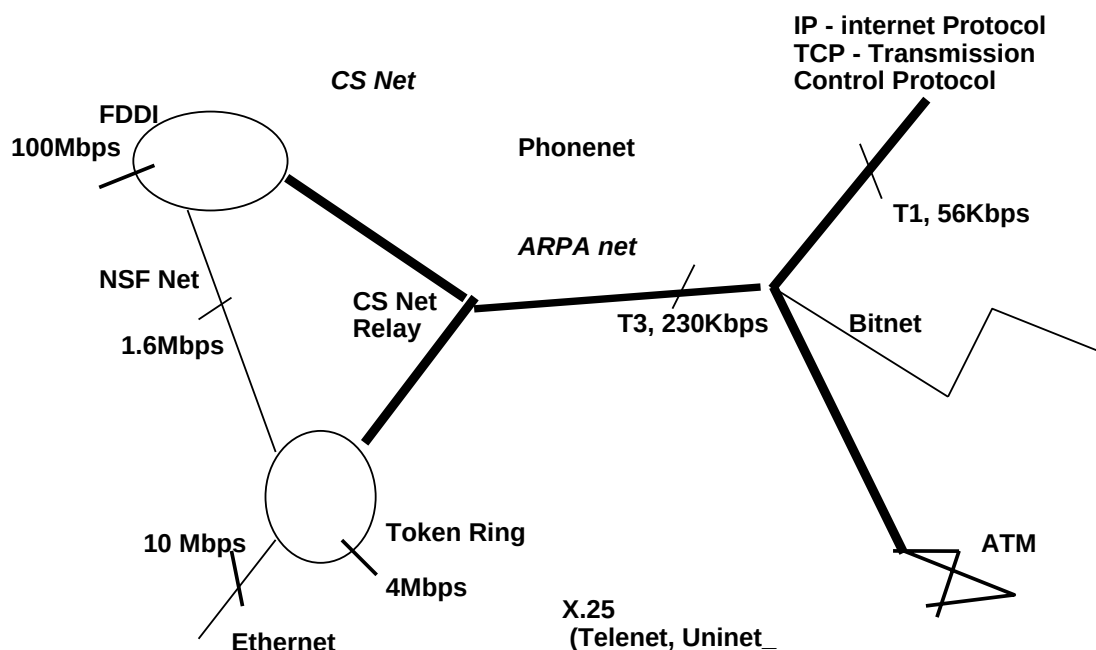


ideal: bandwidth alto, baixa latência

Redes de Interconexão

- **Objetivos:** Comunicação entre computadores heterogêneos
- **Objetivo eventual:** tratar conjunto de computadores como um grande sistema distribuído com compartilhamento de recursos

Redes de Computadores Correntes

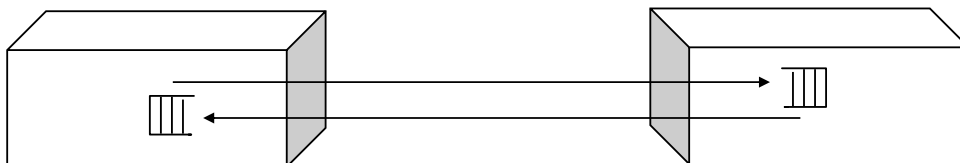


Redes

- Termos comuns:
 - conexão direta (ponto-a-ponto) vs. indireta (multi-ponto)
 - topologia (e.g., barramento, anel, DAG)
 - algoritmos de roteamento
 - switching (multiplexação)
 - cabeamento (cobre, coaxial, fibra)
- O que realmente interessa:
 - latência
 - bandwidth
 - custo
 - *reliability*

ABCs de Redes

- **Ponto de início:** Enviar bits entre 2 computadores



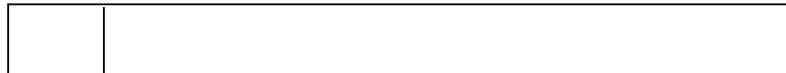
- Fila em cada terminação
- As duas máquinas pode enviar dados ao mesmo tempo (“Full Duplex”)
- Regras de comunicação? “**protocolo**”
 - Dentro do computador:
 - Loads/Stores: Requisição (Endereço) & Resposta (Dado)
 - Necessita de requisição/resposta
 - Cada grupo de bits: **Pacote**

Exemplo Simples

- Formato do pacote?
 - Fixo? Número de bytes?

**Request/
Response**

Address/Data



1 bit

32 bits

0: Envie dado do endereço

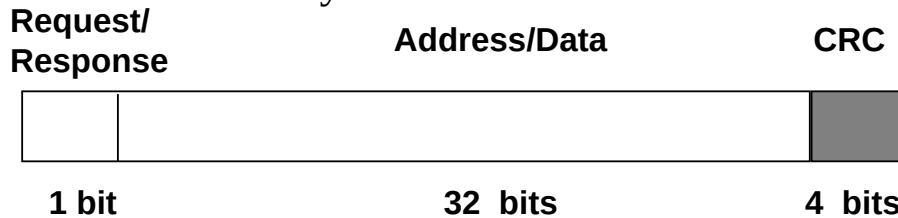
1: Pacote contém dado correspondendo ao endereço

Perguntas sobre Exemplo Simples

- Se mais de 2 computadores quiserem se comunicar?
 - Precisa colocar endereço do destinatário no pacote
- Se linha de transmissão for ruidosa?
 - Adicione cheque/correção de erros no pacote (e.g., CRC)
- Se **pacote** for perdido?
 - Pacotes precisam ser mais elaborados (e.g., NAK, ARQ, timeout)
- Se múltiplos processos por máquina?
 - Fila por processo
- Tais questões fazem com que pacote só se torne mais complexo

Exemplo Simples Novamente

- Formato do pacote?
 - Fixo? Número de bytes?



00: *Request*—Envie dado do endereço

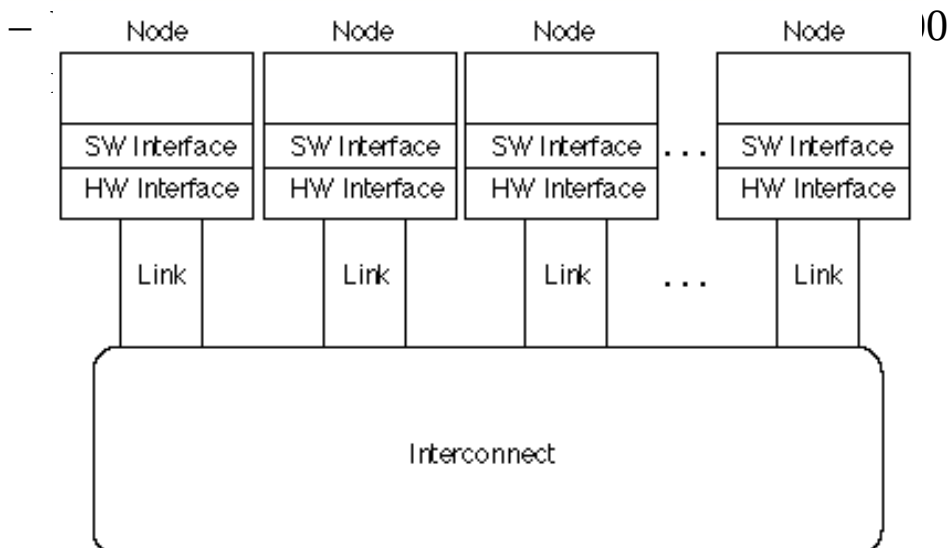
01: *Reply*—Pacote contém dado correspondendo ao endereço

10: *Acknowledge request*

11: *Acknowledge reply*

Redes de Interconexão

- Exemplos:
 - MPP (CM-5): 1000s nós; ≤ 25 metros
 - Local Area Networks (Ethernet): 100s nós; 1000 metros



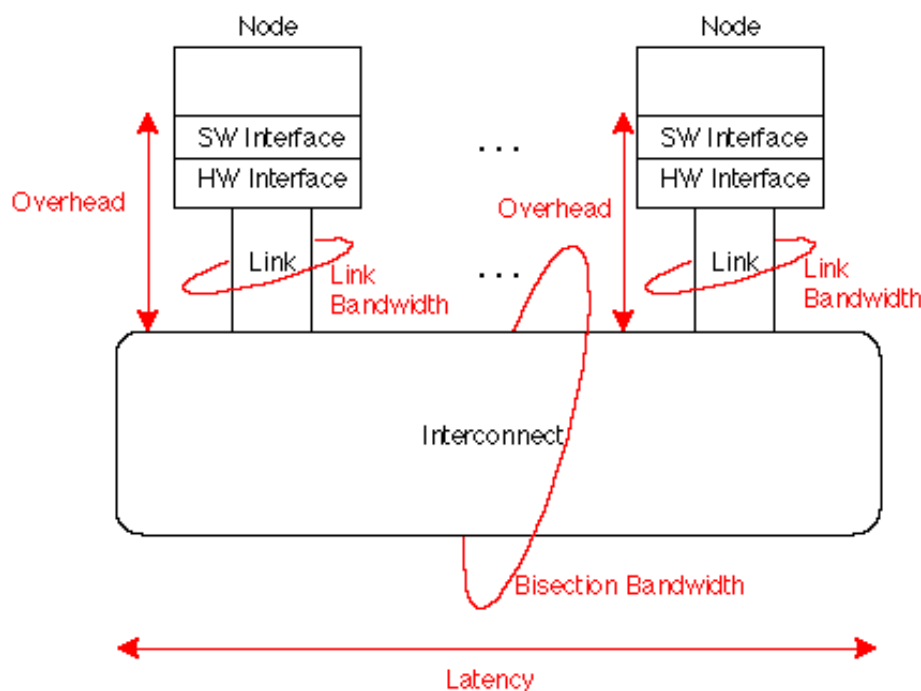
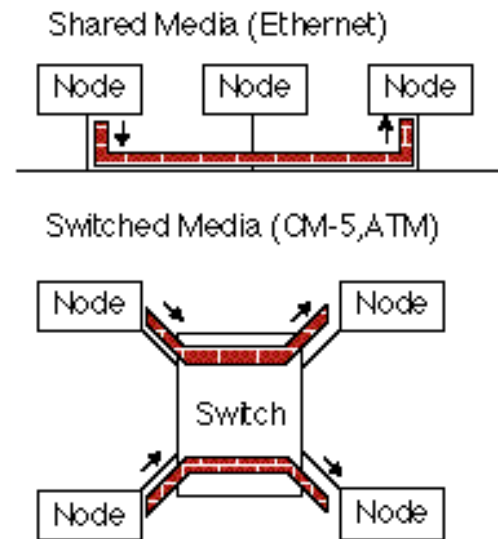
Redes de Interconexão

- Implementação
- Performance
- Arquitetura
- Prática

Implementação

<i>Interconnect</i>	<i>MPP</i>	<i>LAN</i>	<i>WAN</i>
Example	CM-5	Ethernet	ATM
Maximum length	25 m	500 m; between nodes optical: 2 km—25 km	copper: 100 m ≤5 repeaters
Number data lines	4	1	1
Clock Rate	40 MHz	10 MHz	≥ 155.5 MHz
Shared vs. Switch	Switch	Shared	Switch
Maximum number of nodes	2048	254	> 10,000
Media Material	Copper	Twisted pair copper wire or Coaxial cable	Twisted pair copper wire or optical fiber

- Vantagem de serial vs. paralelo:
 - Não necessita de sinais de sincronização
 - > taxa de transmissão, > distâncias
(e.g., 60 MHz x 256 bits x 0.5 m vs. 155 MHz x 1 bit x 100 m)
 - Imperfeições nos fios ou nos circuitos integrados podem causar skew na chegada dos sinais, limitando a taxa, o comprimento e o número de linhas em paralelo.
- Switched vs. Compartilhado: nós podem se comunicar ao mesmo tempo



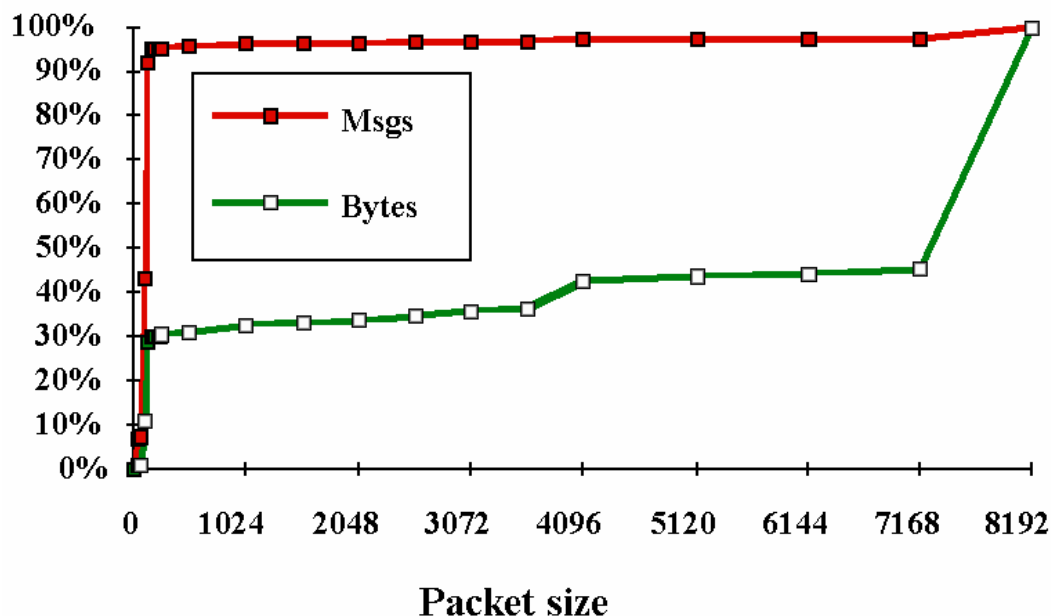
- **Overhead**: latência da interface vs. latência da rede

Medidas de Performance

<i>Interconnect</i>	<i>MPP</i>	<i>LAN</i>	<i>WAN</i>
Example	CM-5	Ethernet	ATM
Bisection BW	N x 5 MB/s	1.125 MB/s	N x 10 MB/s
Int./Link BW	20 MB/s	1.125 MB/s	10 MB/s
Latency	5 μ sec	15 μ sec	50 to 10,000 μ s
HW Overhead to/from	0.5/0.5 μ s	6/6 μ s	6/6 μ s
SW Overhead to/from	1.6/12.4 μ s	200/241 μ s	207/360 μ s

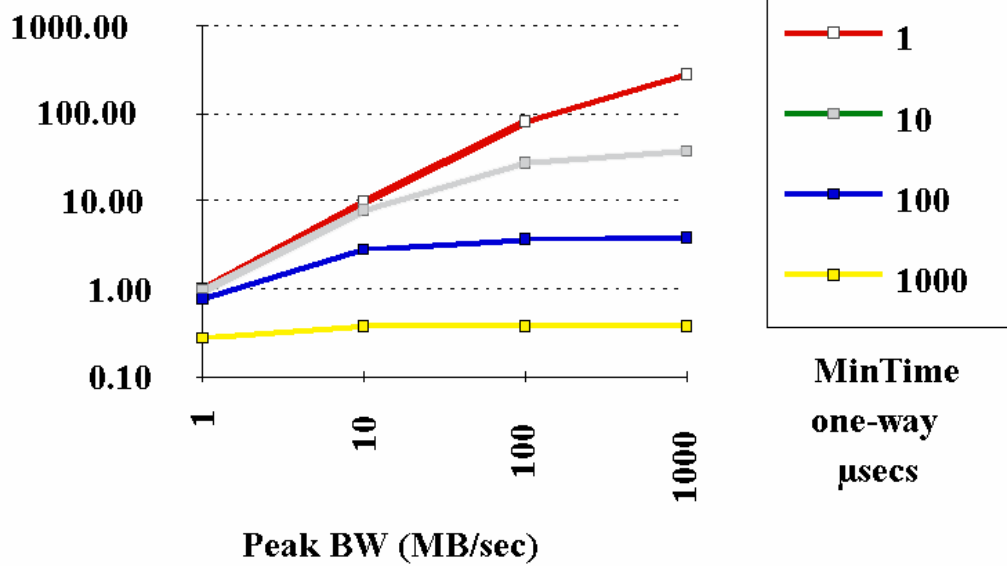
(TCP/IP on LAN/WAN)

Tamanhos das Mensagens do NFS



- 95% das mensagens possui ≤ 200 bytes
- $> 50\%$ dos dados enviados em pacotes de 8KB

Impacto do Overhead no BW



- Modelo de BW :

$$\text{Time} = \text{overhead} + \text{tam msg/peak BW}$$
- > 50% dos dados transferidos em pacotes de 8KB

Resumo: Interconexões

- Comunicação entre computadores
- Padrões para protocolos e formato de pacotes cobrem casos anormais
- Impacto da implementação e performance
- Topologias: muitas, mas overheads (SW) podem fazer sistema ter mesma performance com diferentes custos