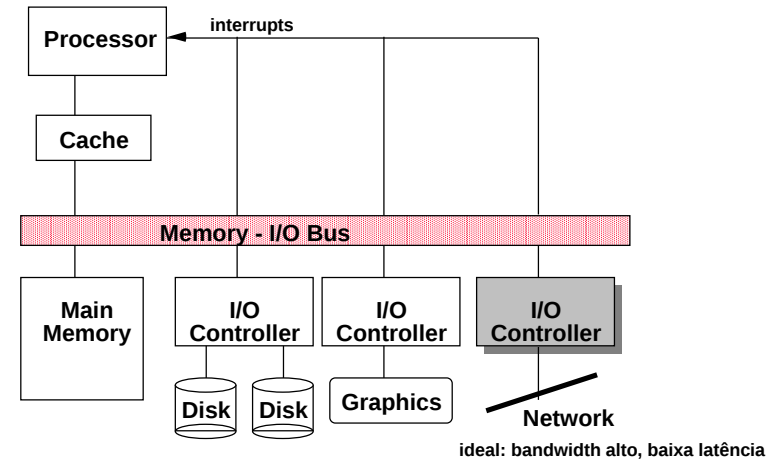


Redes de Interconexão

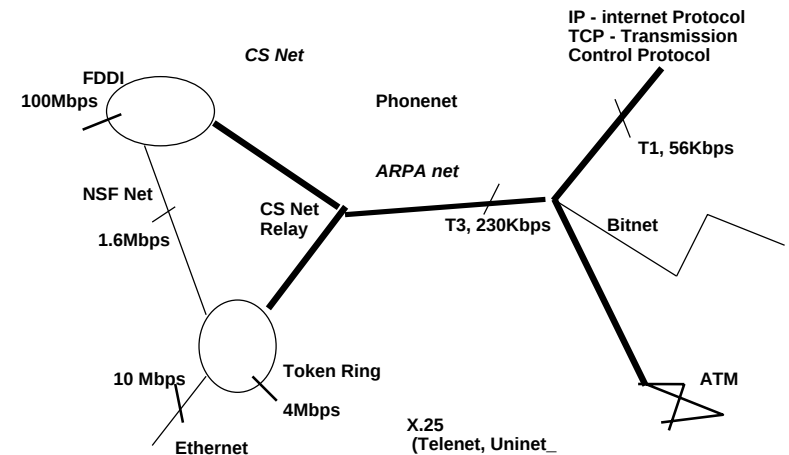
I/O para Dispositivos Externos e Outros Computadores



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

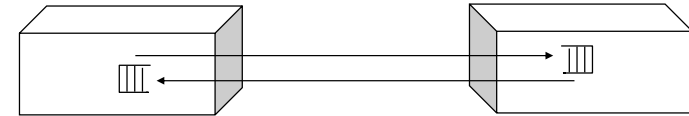


Redes

- 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 podem 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

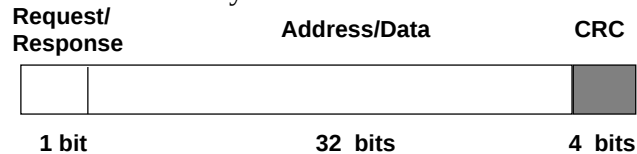
- Formato do pacote?
 - Fixo? Número de bytes?
- | Request/
Response | Address/Data |
|----------------------|--------------|
| 1 bit | 32 bits |
- 0: Envie dado do endereço
1: Pacote contém dado correspondendo ao endereço

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 verificação/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

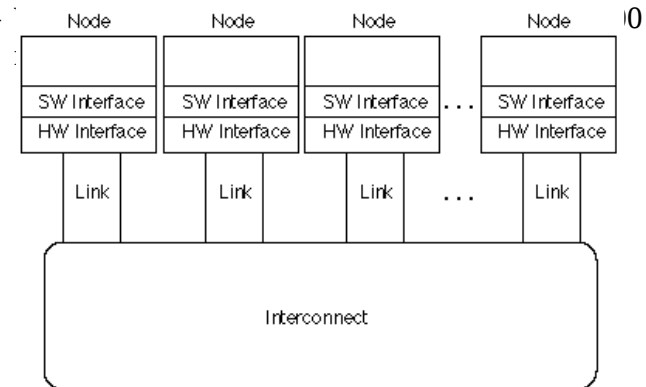
- Formato do pacote?
 - Fixo? Número de bytes?



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

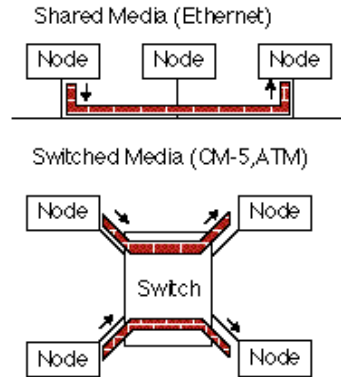
<i>Interconnect</i>	<i>MPP</i>	<i>LAN</i>	<i>WAN</i>
Example	CM-5	Ethernet	ATM
Maximum length	25 m	500 m;	copper: 100 m
	between nodes		≤ 5 repeaters
	optical: 2 km—25 km		
Number data lines	4	1	1
Clock Rate	40 MHz	10 MHz	≥ 155.5 MHz
Shared vs. Switch	Switch	Shared	Switch
Maximum number of nodes	2048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

Implementação

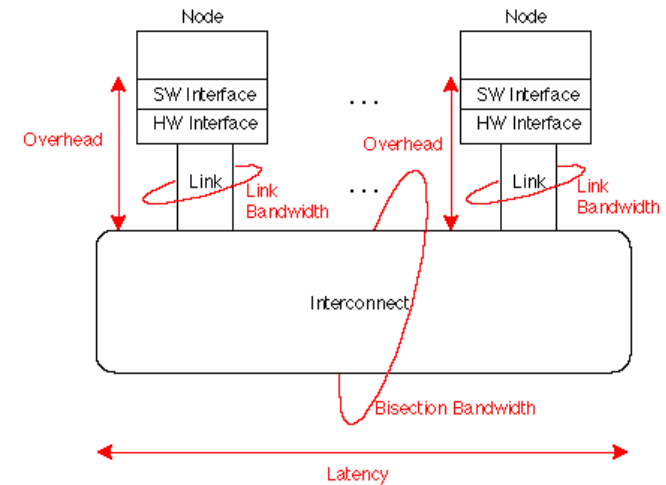
- Vantagem de serial vs. paralelo:

- 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



Medidas de Performance



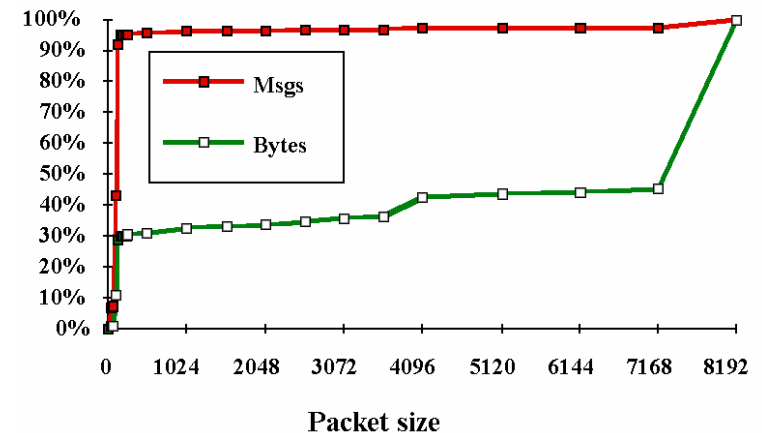
- **Overhead:** latência da interface vs. latência da rede

Medidas de Performance

Interconnect	MPP	LAN	WAN
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 µsec	15 µsec	50 to 10,000 µs
HW Overhead to/from	0.5/0.5 µs	6/6 µs	6/6 µs
SW Overhead to/from	1.6/12.4 µs	200/241 µs	207/360 µs

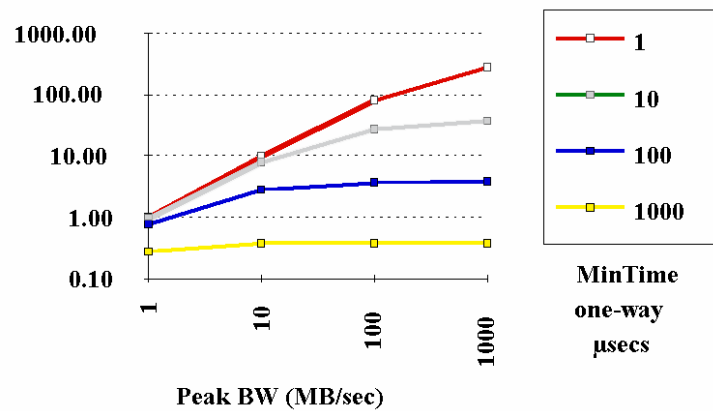
(TCP/IP on LAN/WAN)

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 :
 $\text{Time} = \text{overhead} + \text{tam msg}/\text{peak BW}$
- > 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