

Arquitectura de Computadores II



3º Ano

Interface com Periféricos

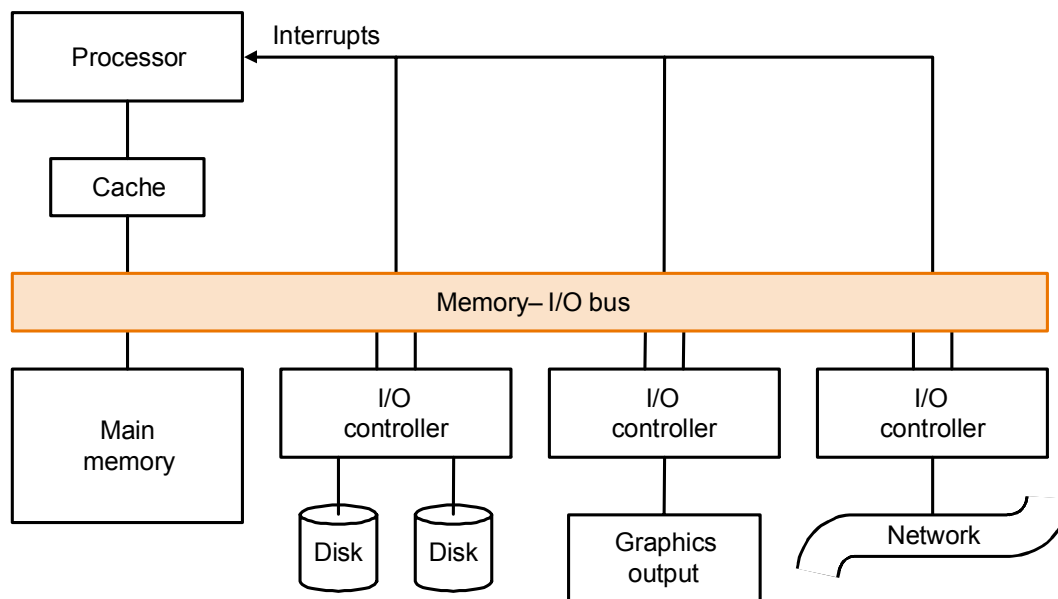
João Luís Ferreira Sobral
Departamento de Informática
Universidade do Minho



Abril 2005

Interface com Periféricos

- Aspecto frequentemente relegado para segundo plano na arquitectura de computadores
- Deve considerar outros factores, tais como a escalabilidade, a tolerância a falhas, ...
- Exemplo de um sistema com E/S:



- É necessário um balanço entre a capacidade de processamento e a capacidade de Entrada e Saída (E/S) de dados

Exemplo: Programa com 90 segundos de tempo de CPU e 10 segundos de E/S

Qual a melhoria, ao fim de 5 anos, se o Tempo de CPU for reduzido, em média, 50% ano?

Ano	Tempo de Execução	% tempo em E/S
0	90 segundos	10%
1	70 segundos	14%
2	50 segundos	20%
3	37 segundos	27%
4	28 segundos	36%
5	22 segundos	45%

$$\text{Ganho}_{CPU} = 90 / 12 = 7,5$$

$$\text{Ganho}_{Global} = 100 / 22 = 4,5$$

Interface com Periféricos

• Como medir o desempenho de periféricos?

- O desempenho do sistema de E/S é mais difícil de medir que o desempenho do processador, designadamente devido à diversidade de periféricos existentes
- **Tempo de resposta** (ou latência) – tempo necessário transferir uma unidade de informação
- **Débito** (ou largura de banda) – informação fornecida por segundo
- Quando se trata de periféricos o débito é medido geralmente considerando 1MB = 1 000 000 bytes

• Medidas frequentes de desempenho

- **Supercomputadores** – Débito: são transferidas grandes quantidades de informação e executadas tarefas com horas de duração
- **Processamento de transações** – Transações por segundo: um misto de débito e de tempo de resposta obtido através de benchmarks
- **Servidores de ficheiros** – Benchmarks envolvendo a criação, cópia e consulta de ficheiros e directorias

• Tipos e características de periféricos

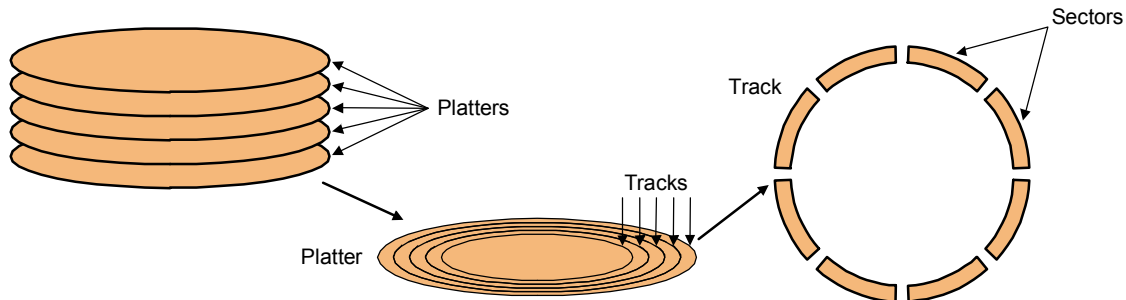
- **Comportamento** – entrada, saída ou armazenamento de informação
- **Parceiro** – homem ou máquina
- **Débito de dados** – pico da taxa de transferência de informação

Periférico	comportamento	parceiro	débito de dados
Teclado	entrada	humano	0,01 KB/s
Rato	entrada	humano	0,02 KB/s
Entrada de voz	entrada	humano	0,02 KB/s
Scanner	entrada	máquina	400 KB/s
Saída de voz	saída	humano	0,60 KB/s
Impressora laser	saída	humano	200 KB/s
Ecrã gráfico	saída	humano	100 MB/s (XGA)
Modem	entrada ou saída	máquina	8 KB/s - 500KB/s (ADSL)
Rede	entrada ou saída	máquina	0,5 a 120 MB/s (1 Gbit/s)
Disquete	armazenamento	máquina	100 KB/s
Disco óptico	armazenamento	máquina	1,4 a 21 MB/s (DVD+16x)
Disco magnético	armazenamento	máquina	4 a 80 MB/s

Interface com Periféricos

● Discos rígidos

- Constituídos por um conjunto de pratos, cada um com várias pistas, cada uma com vários sectores



- O **desempenho dos discos** depende do tempo de acesso (*seek*), da taxa de transferência (débito) e da velocidade de rotação do disco

Tempo de leitura da informação =
 $T_{seek} + \text{tempo de meia rotação} + \text{tempo de transferência}$

Exemplo:

512 bytes, $T_{seek} = 12\text{ms}$, Taxa = 5 MB/s, $V_{rot} = 5400\text{ RPM}$

Tempo = $0,012\text{ seg} + 0,5 / (5400/60)\text{ seg} + 0,0005\text{ MB} / 5 =$
 $= 0,012\text{s} + 0,0056\text{s} + 0,0001\text{s} = 17,7\text{ms}$

Reduzindo o tempo de acesso para 6 ms (50% de redução)

Tempo = $6\text{ ms} + 5,6\text{ms} + 0,1\text{ms} = 11,7\text{ ms}$ (34% de redução)

- Características de discos comerciais (IBM - 2003)

Característica	Ultrastar 36Z15	Ultrastar 36LZ	Deskstar 120GXP	Deskstar 60GXP	Travelstar 60GH
Diâmetro (polegadas)	3,5	3,5	3,5	3,5	2,5
Dimensões (AxLxP)	26x102x146	26x102x146	26x102x146	26x102x146	12x70x100
Capacidade (GB)	36,7	36,7	120	60	60
Superfícies de discos	12	12	6	6	8
Densidade (Gbit/in ²)	11	7	30	15	28
Vel. de rotação (RPM)	15 000	10 000	7 200	7 200	5 400
Buffer Interno (KB)	4096	4096	2048	2048	2048
Débito interno (MB/s)	37 – 53	22 – 36	23 - 48	21 - 41	- 32
Interface	Ultra320 SCSI	Ultra160 SCSI	IDE ATA100	IDE ATA100	IDE ATA100
Débito externo (MB/s)	320	160	100	100	100
Seek track-track (ms)	0,7	0,5	1,2	1,2	2,5
Latência rot. (ms)	2,0	3,0	4,2	4,2	5,5
Seek médio (ms)	4,2	4,9	8,5	8,5	12,0
Watt	13,5	12,9	6,7	6,7	2,5
GB/Watt	2,7	2,8	17,9	9,0	32,8

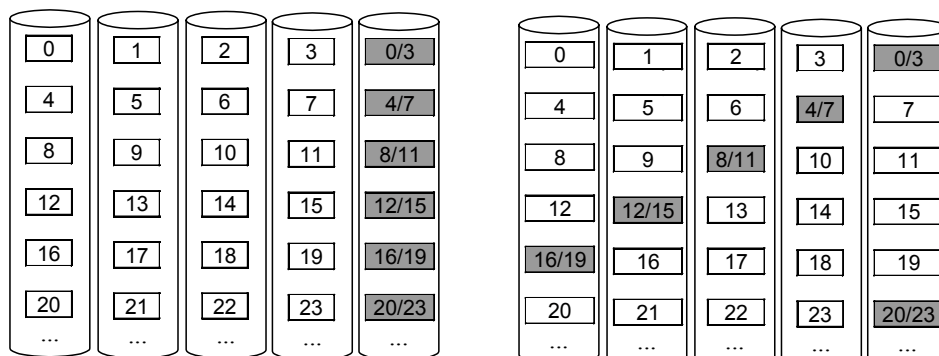
Interface com Periféricos

● RAID (*Redundant Array of Independent Disks*)

- Utiliza um conjunto físico de discos como um só disco lógico
- Aumenta a disponibilidade e/ou desempenho de um sistema de armazenamento de dados através da replicação e/ou distribuição da informação pelos discos
- Possui vários níveis, consoante o serviço desejado (exemplo para 8 discos):

Nível	Falhas toleradas	Discos de dados	Discos de verificação
0 - Não redundante	0	8	0
1 - Espelho	1	8	8
2 - ECC tipo memória (Hamming)	1	8	4
3 - Paridade <i>bit-interleaved</i>	1	8	1
4 - Paridade <i>block-interleaved</i>	1	8	1
5 - Paridade distribuída <i>block-interleaved</i>	1	8	1
6 - Redundância P + Q	2	8	2

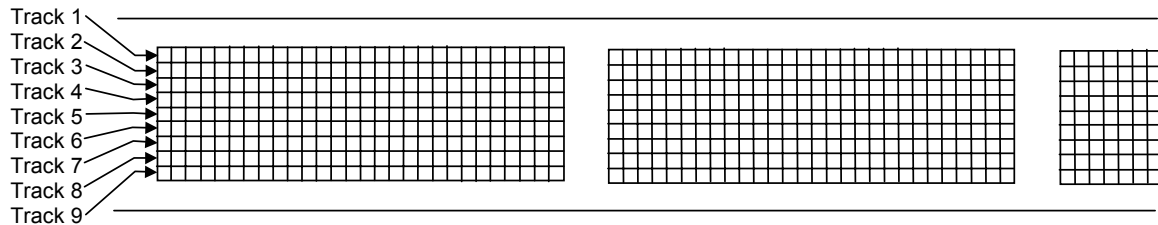
- **Nível 0** – A informação é distribuída pelos discos para aumentar o desempenho através de leituras/gravações simultâneas
 - **Nível 1** – A informação é duplicada pelos discos
 - **Nível 3** – É gravado um bit adicional de paridade por cada byte, que permite recuperar da falha de um disco
 - **Nível 5** – A paridade é calculada para um bloco de dados e distribuída pelos discos para permitir acessos concorrentes.
 - **Nível 6** – Redundância dupla, utilizando 2 bits de paridade
- Os níveis 2 e 4 não são fornecidos comercialmente. Os níveis mais frequentes são 0+1 e 5.
 - O nível 5 distribui os blocos de paridade, sendo melhor que o nível 4



Interface com Periféricos

● Fitas magnéticas

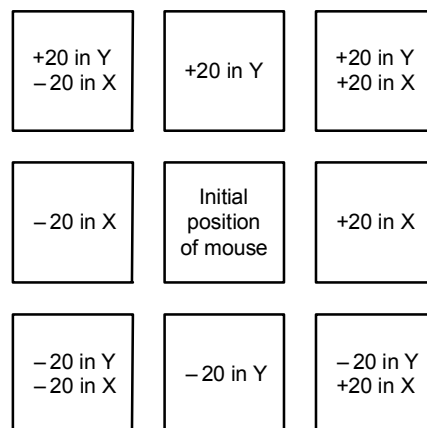
- Partilham da tecnologia dos discos, ao utilizarem uma fita magnética para gravação dos dados



- Maior capacidade que os discos, porque não estão limitadas ao diâmetro dos discos
- Acesso sequencial que pode demorar segundos
- Utilizadas principalmente para cópias de segurança

● Rato

- Comandos para leitura dos deslocamentos e do estado dos botões



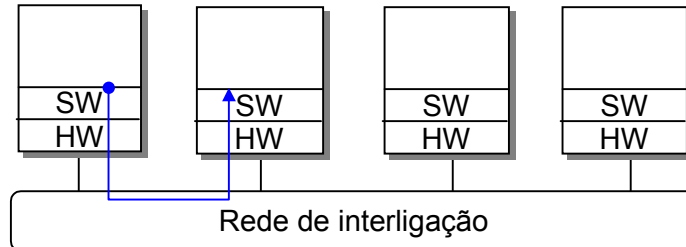
● Ecrã

- Geralmente tem memória dedicada para evitar a contenção no acesso à memória central
- Comandos ao nível do pixel ou a mais alto nível (ex. copiar blocos da imagem, desenhar polígonos)

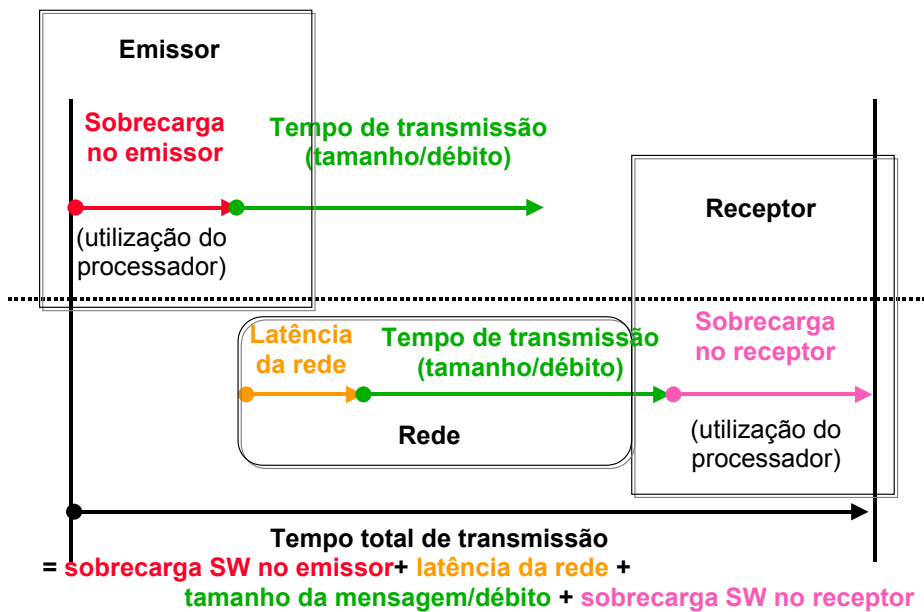
Interface com Periféricos

• Redes

- Possibilitam a ligação de várias máquinas:



- **Distância** – 10m até 10 000 Km
- **Velocidade** – 0,001 MB/s a 120 MB/s
- **Topologias** – Barramento, anel, estrela, árvore
- **Linhas partilhadas** – Nenhuma (ponto-a-ponto) ou partilhada
- **Custo de comunicação através de uma rede**



- Exemplos

Característica	Ethernet	ATM
Débito do nodo para a rede	1,125 MB/s	10 MB/s
Latência da rede	21 μ s	56 μ s
Sobrecarga de SW no emissor	200 μ s	207 μ s
Sobrecarga de SW no receptor	241 μ s	360 μ s

Tempo para transmissão de uma mensagem de 250 bytes

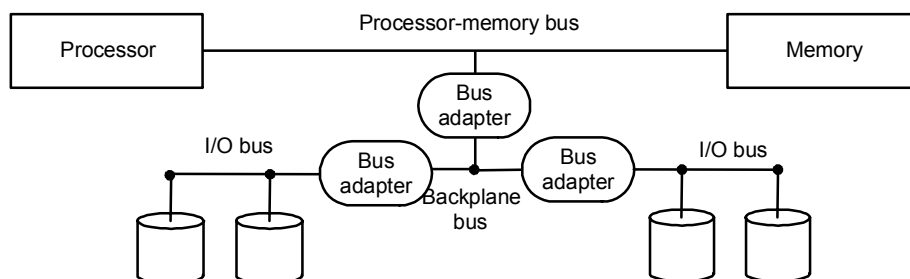
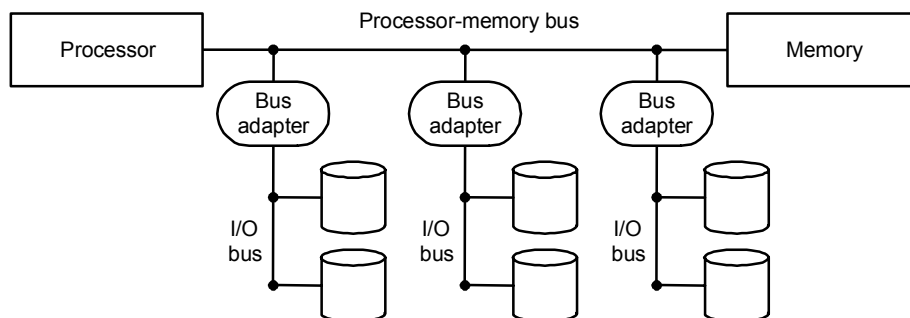
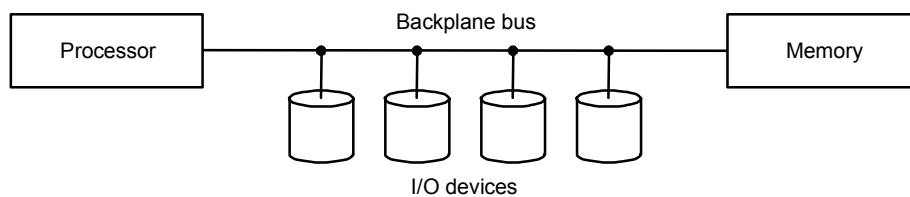
$$T_{ether} = 200 + 21 + 250/1.125\text{MB/s} + 241 = 684 \mu\text{s}$$

$$T_{ATM} = 207 + 56 + 250/10\text{MB/s} + 360 = 648 \mu\text{s}$$

Interface com Periféricos

● Barramentos:

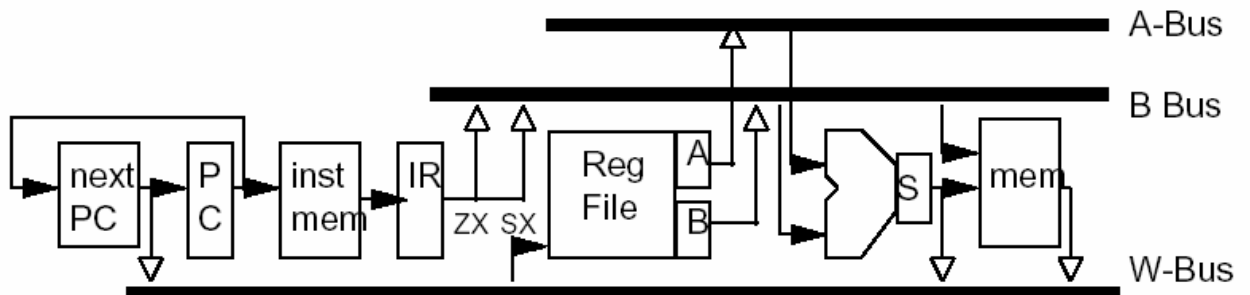
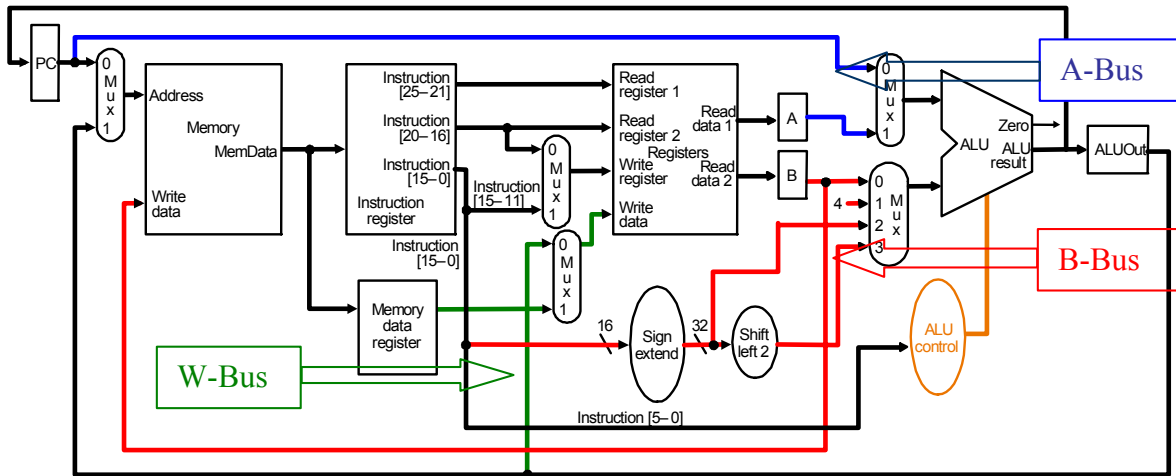
- Utilizados para ligar vários componentes no computador, constituindo uma ligação partilhada que pode limitar o débito máximo
- Possuem linhas de endereços/dados e linhas de controlo
- O facto das linhas serem partilhadas limita o débito máximo, introduz contenção no acesso e limita o número de periféricos
- Tipos de barramentos:
 - **processador-memória** – geralmente dedicado à ligação do processador com a memória, possuindo um elevado desempenho
 - **E/S** – Utilizado para ligar periféricos, sendo mais flexível podendo ligar a uma variedade de periféricos.
 - **Backplane** – utilizado para ligar os vários componentes através de um só barramento



- Em geral existe uma hierarquia de barramentos para otimizar o custo/desempenho

Interface com Periféricos

- Exemplo1: *DataPath* MC com 3 barramentos (A-Bus, B-Bus e W-Bus)



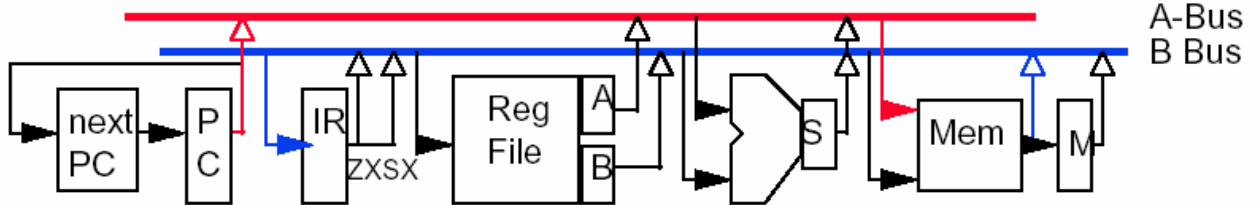
- Em cada ciclo de relógio, um barramento pode transferir valores de uma fonte
- As micro-instruções podem simplesmente referir os campos B-Bus e W-Bus

Interface com Periféricos

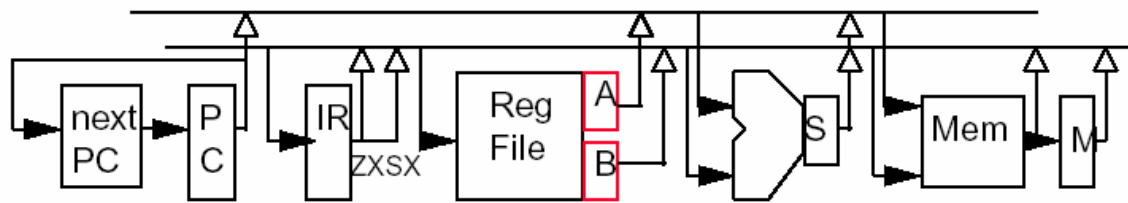
- Exemplo2: MC com 2 barramentos (A-Bus, B-Bus)

- Execução da instrução LW

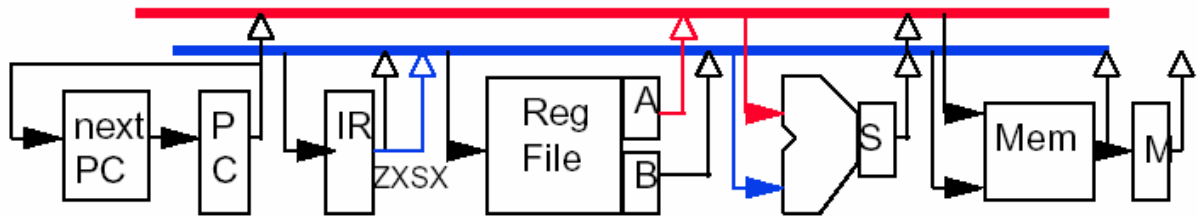
Instruction Fetch



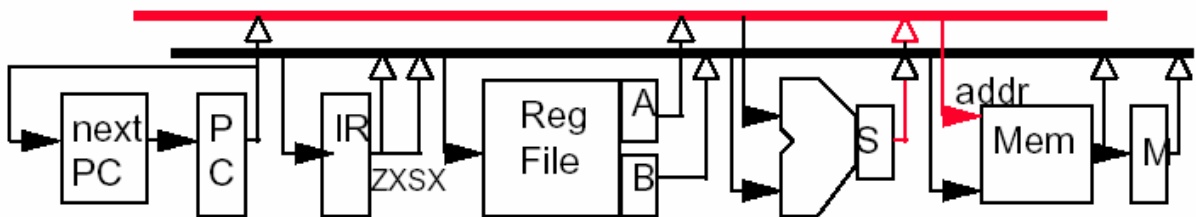
Decode / Operand Fetch



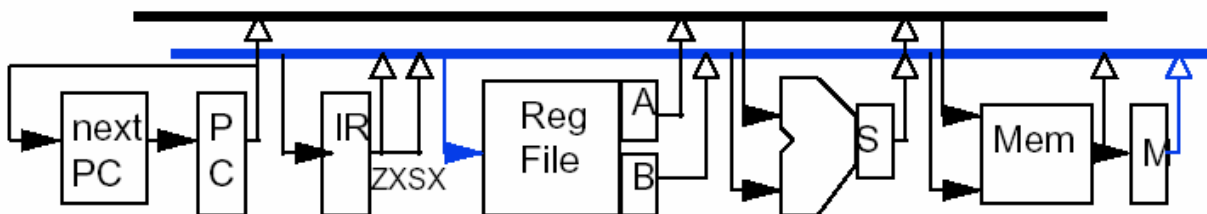
Execute



Mem



Write-back



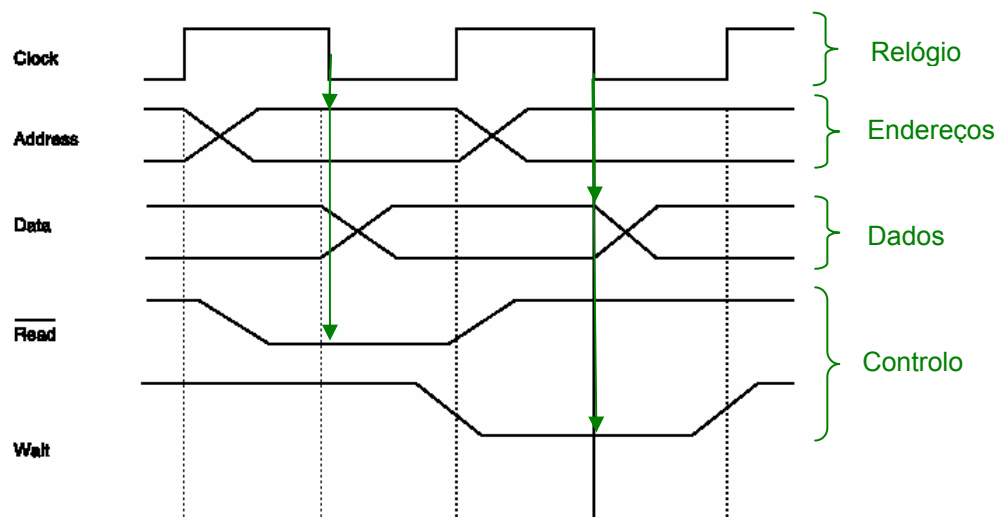
Interface com Periféricos

Características de Barramentos

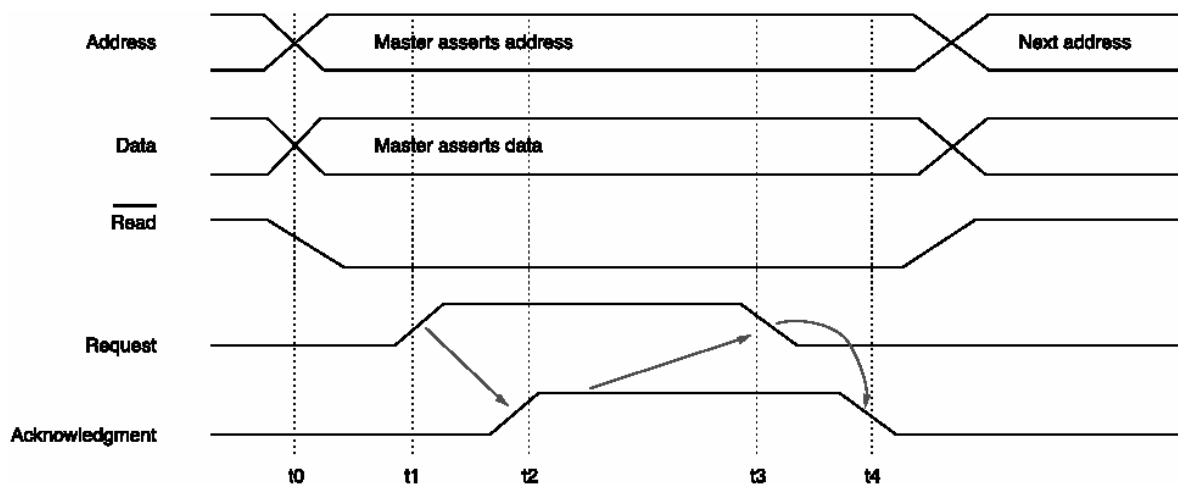
Característica	Elevado desempenho	Baixo custo
Largura do barramento	Linhas separadas para endereços e dados	Endereços e dados multiplexados
Largura dos dados	Maior é mais rápido (i.e. 64 bits)	Menor é mais barato (i.e., 8 bits)
Tamanho das transferências	Várias palavras requerem menos sobrecarga	Uma só palavra é mais simples
Masters	Vários (requer arbitragem)	Um só
Relógio	Síncrono	Assíncrono

Barramentos síncronos

- Os sinais são coordenados por um relógio



Barramentos assíncronos



Interface com Periféricos

Exemplos de Barramentos

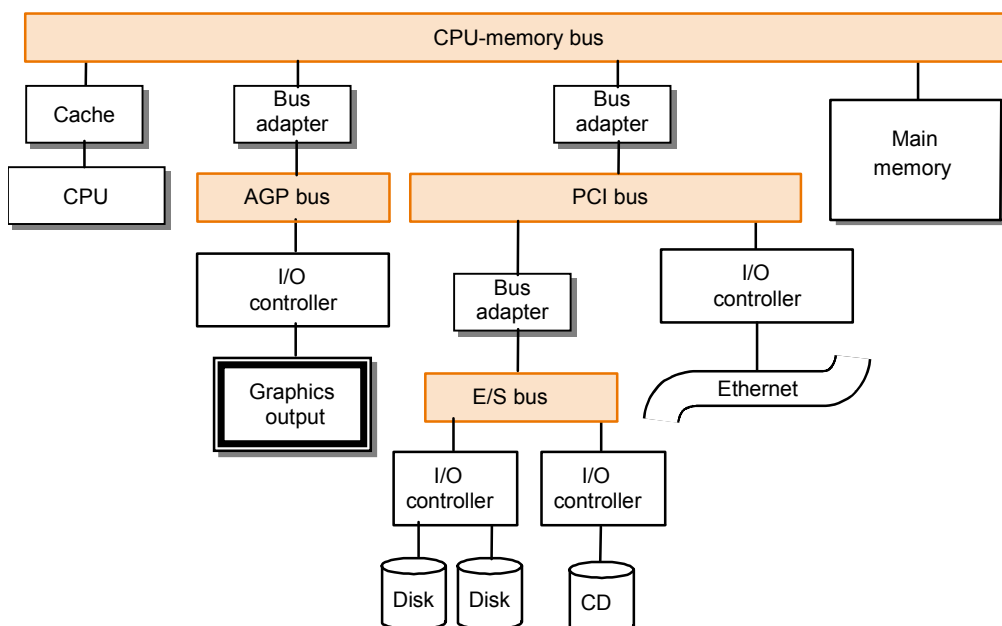
- Computadores de secretária

Característica	PCI	SCSI
Tipo	blackpane	E/S
Largura dos dados	32 ou 64 bits	8 ou 16 bits (wide)
Relógio	Síncrono PCI – 33 a 66 MHz PCI-X - 66, 100, 133MHz	Assíncrono/Síncrono 10 – 160 MHz (Fast – Ultra4)
Débito máximo teórico	512 MB/s (PCI) 1066 MB/s (PCI – X)	5-50MB/s
Débito típico	80MB/s (32bits/33MHz)	2,5-40MB/s (síncrono Fast e Ultra)
Máximo de periféricos	1024 (32 por segmento)	7-31 (largura –1)
Comprimento máximo	0,5 metros	25 metros

- Computadores embebidos

Característica	I ² C	RS232
Largura dos dados	1 bit	2 bits
Número de linhas	2	9 ou 25
Relógio	assíncrono 0,4 - 10 MHz	assíncrono 0,04 MHz ou assíncrono
Débito máximo	0,4 – 3,4 Mbits/s	0,192 Mbits/s

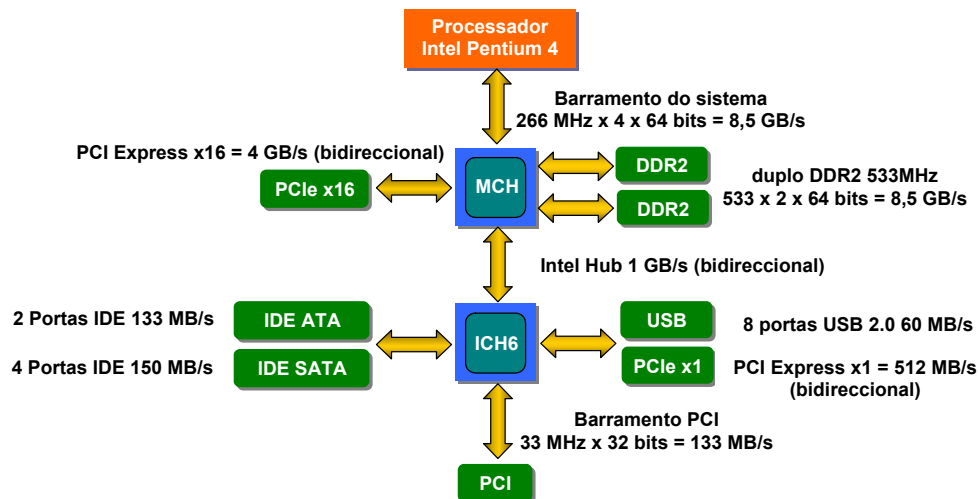
- Arquitectura típica de um PC actual



Interface com Periféricos

● Estrutura de um PC baseado em Pentium 4

- Chipset Intel i925XE



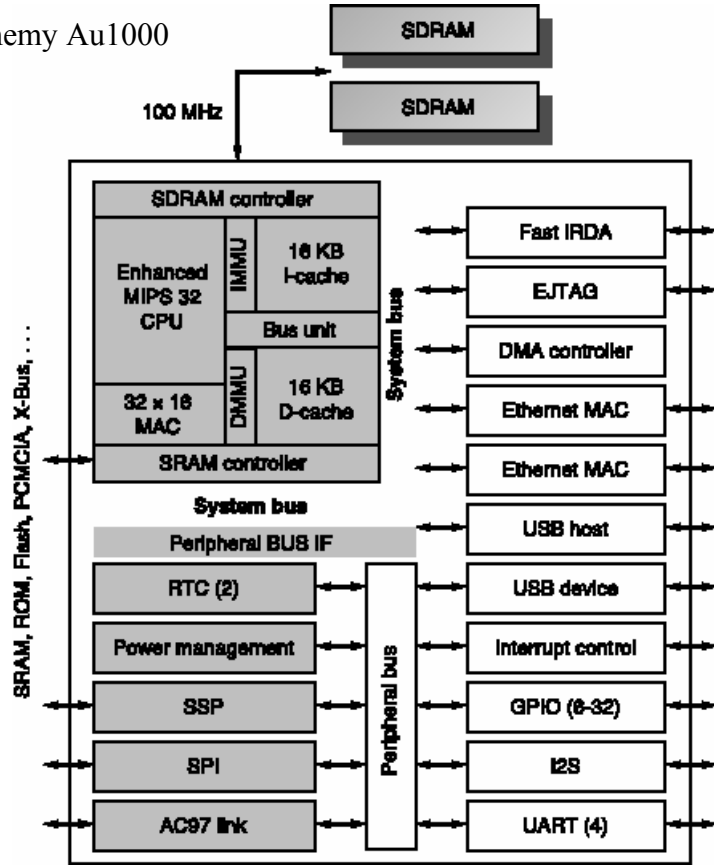
● Comunicação com periféricos

- E/S mapeadas em memória ou em endereços específicos para E/S
- Comunicação por sondagem ou por interrupções
- Registos de comando, de dados e de estado
- Acesso directo à memória (DMA) liberta o processador da sobrecarga de transferência de informação entre a memória e os periféricos
- Processadores de E/S libertam o processador das tarefas de E/S mas tendem ser o factor limitativo no tempo

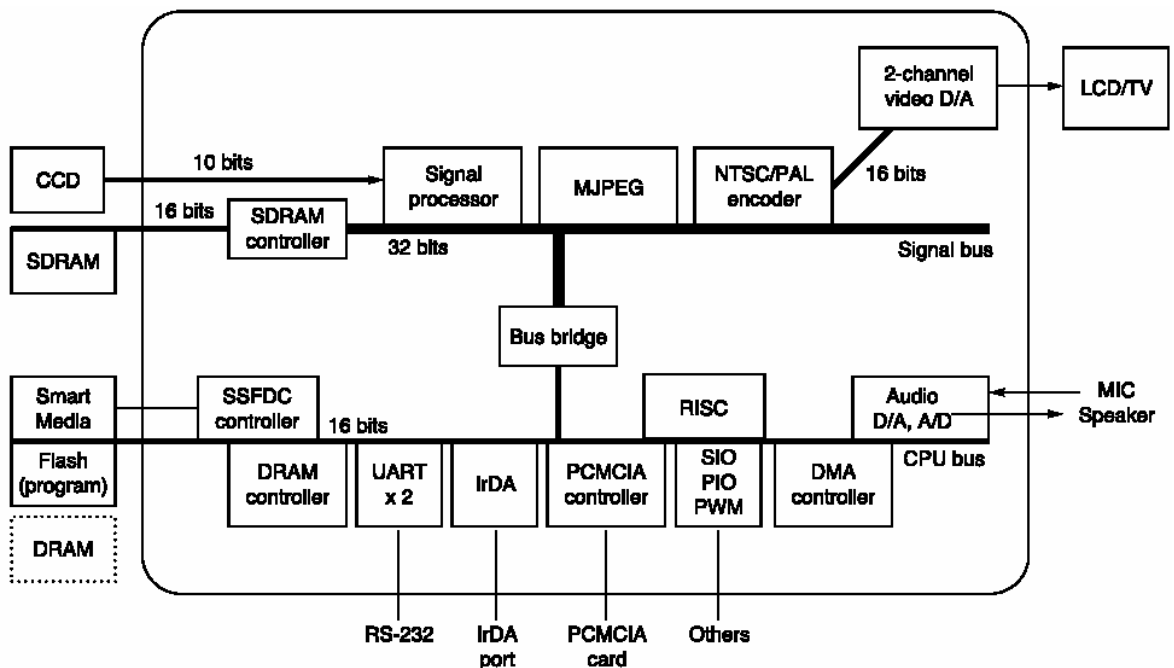
Interface com Periféricos

- Exemplo de PC embebedos

- Alchemy Au1000



- System on a chip (SOC) utilizado em máquinas digitais da Sanyo



Bibliografia

Matéria	Bibliografia
Introdução	COD2e 8.1, 8.2
Tipos e características de periféricos	COD2e 8.3, CA3e 7.2, 7.5, 7.13
Barramentos	COD2e 8.4, 8.7, CA3e 7.3
Interface com periféricos	COD2e 8.6

COD2e *Computer Organization and Design: the hardware/software interface*, D. Patterson and J. Hennessy, Morgan Kaufmann, 2ª edição, 1998.

CA3e *Computer Architecture: A Quantitative Approach*, J. Hennessy and D. Patterson, Morgan Kaufmann, 3ª edição, 2002.