



Organização de Computadores

Subsistemas de Memória





Subsistemas de Memória

Objetivos:

- Conhecer:
 - A representação dos dados na memória
 - As operações realizadas na memória
 - A hierarquia de memórias
 - Os erros oriundos da memória
 - A memória cache
 - As tecnologias de fabricação de memórias
- Saber como funciona a memória principal





- Memórias são dispositivos de armazenamento de informações para manipulação pelo computador
- É um depósito de dados ou informação
- Como subsistema, existem vários componentes ou tipos de memória que se complementam para essa finalidade
- A diversidade de memórias atendem a fins específicos para armazenamento e recuperação da informação



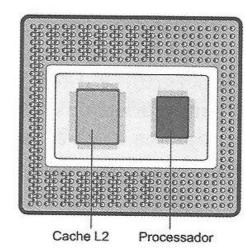


Introdução - Tipos de Memória

Processador (Cache L1 e Registradores) ————



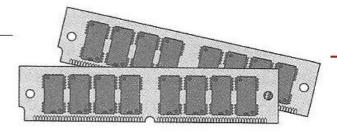
Processador (Cache L2) —



Cache L2 (Externo)



MP (RAM)







Introdução – Tipos de Memória

MS (Discos) —	- 70	
ROM —		0000000000
CMOS —		
VRAM (Placa de vídeo)		





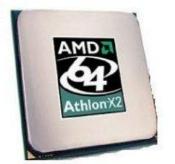
Por que variados tipos de memórias?

- Velocidade das CPU x tempo de acesso da memória
 - * Transferência de bits entre memória e CPU
- Aumento constante do tamanho dos programas e volume de dados armazenados
- Se existisse um tipo, o tempo de acesso deveria ser compatível com a velocidade das CPU





Velocidade das CPU x Memórias



V = 5 nanosegundos



- A CPU fica aguardando 55 nseg
- Baixa produtividade





Velocidade das CPU x Memórias

- Há necessidade de se aumentar a velocidade (tempo de acesso) das memórias – Isso ocorre há muito tempo
- Custo muito elevado (capacidades maiores)
- Avanços tecnológicos diferenciados entre os processadores e memórias de semicondutores





Velocidade das CPU x Memórias

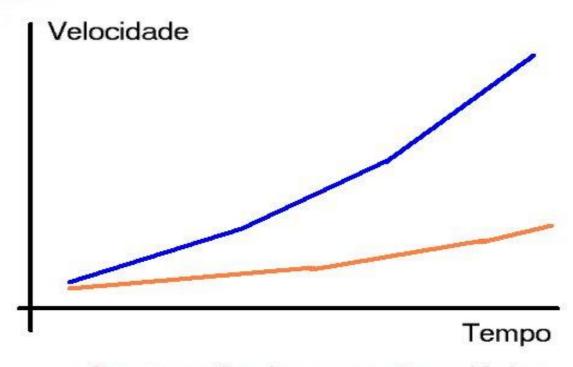
A velocidade das memórias aumentam 10% ao ano com o mesmo custo de fabricação

A capacidade das Memórias têm aumento de 400% a cada 3 anos





Velocidade das CPU x Memórias



Comparação do avanço tecnológico

- Processadores
- Memórias







Velocidade das CPU x Memórias

Memórias de elevada velocidade = custo altíssimo

Solução:

- Adoção de variados tipos de memórias
- * Hierarquia de memórias -> subsistema de memória







--- Memórias funcionam como depósitos

- --- Cada caixa com um endereço
- acesso de escrita (write) e leitura (read)



12 **12**





- Memórias são como:
 - * As caixas de correio de um prédio
 - ★ Bibliotecas
 - Depósitos de suprimento
 - * etc
- Há uma diferença básica:
 - Para cada célula da memória, quando energizadas, sempre possue um valor – mesmo que sem utilização
 - (Este conceito é muito útil na programação)





Elemento básico de armazenamento físico => Bit

- 1 Bit pode ser representado por:
 - ★ Um sinal elétrico (+v = 1; -v = 0)
 - ★ Campo magnético(+ = 1; = 0)
 - * Presença ou ausência de ponto de luz
- Logicamente, 1 Bit não representa uma informação útil ao ser humano





- A representação dos caracteres na memória segue um padrão 7 ou 8 bits
- Tabela ASCII American Standard Code for Information Interchange
- Célula de Armazenamento: grupo de bits como se fosse um único elemento (inseparável)
- Célula => MP; demais memórias (bloco, setor, cluster)
- → Memory (MP) X storage (discos)





- As memórias são constituídas de várias células
- Cada célula possui um identificador único: ENDEREÇO
- O endereço é definido pelo fabricante
- O endereçamento vai do 0 até N-1, onde:
 - N é o número de grupos que possui a memória





- As memórias são constituídas de:
 - ★ Células (grupo fixo de bits. Ex: 8, 16, etc...)
 - ★ Endereços (de 0 até N-1). Normalmente expressos em números Hexadecimais

Ex: Endereços (hexa) Células (bin)

2A 10111001

2B 01111110

2C 11111100





- Como nos depósitos ou repositórios
- Podemos:
- "guardar" armazenar informações/dados, ou
- "resgatar" recuperar informações/dados
- As memórias como são depósitos também podem:
 - ★ Escrever, gravar ou armazenar (write ou record)
 - ★ Ler, recuperar (read ou retrieve)





As operações são realizadas com uso dos **ENDEREÇOS**

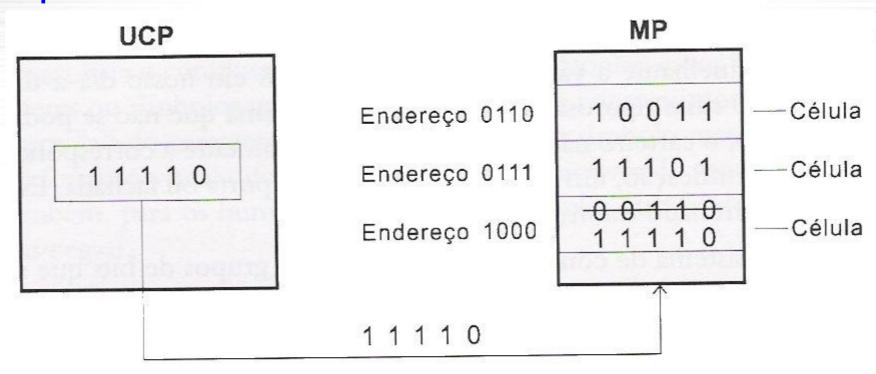
- Operação Write => são destrutivas
- Operações Read => não são destrutivas (cópias)

Lembrando: quando energizadas todas memórias possuem valores nas células.





Exemplo - Write:

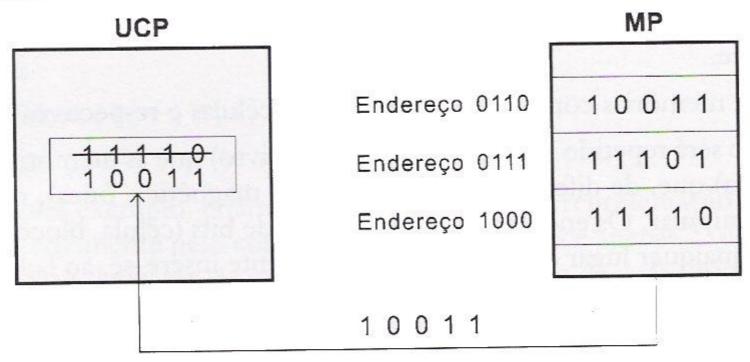


(a) Operação de escrita — O valor 11110 é transferido (uma cópia) da UCP—para a MP e armazenado na célula de endereço 1000, apagando o conteúdo anterior (00110).





Exemplo - Read:



(b) Operação de leitura — O valor 10011, armazenado no endereço da MP 0110 é transferido (cópia) para a UCP, apagando o valor anterior (11110) e armazenando no mesmo local.

21 21



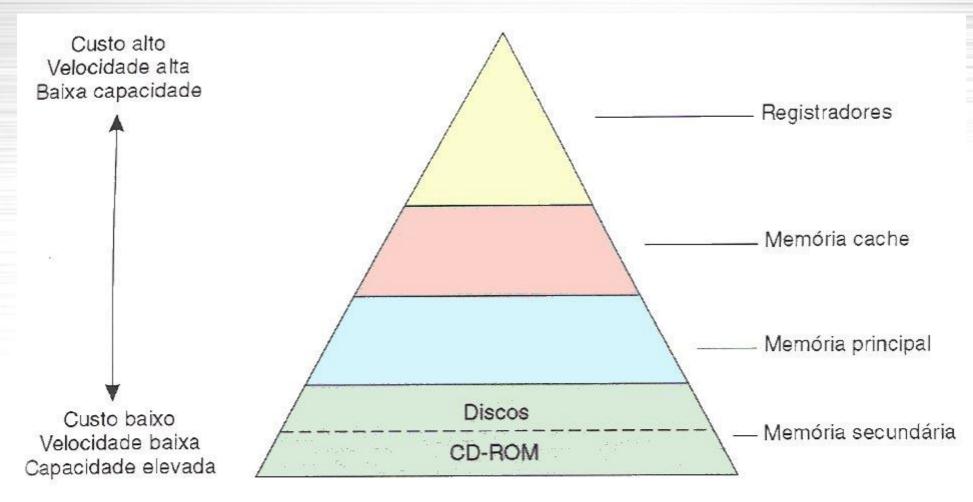


- As memórias formam um subsistema

 Ex. de uma fábrica: almoxarifado, armário e gaveta
- Num computador existem:
 - * Váriados tipos de memórias
 - Organizados de forma hierárquica
 - * Se interligam de forma bem estruturada
- Objetivos do subsistema é minimizar o tempo de espera do processador







Hierarquia de memória

23 **23**





Parâmetros de cada tipo de Memória:

1) Tempo de Acesso

- Barramento de Endereço: Início da operação de acesso (informa à memória o endereço da célula)
- Barramento de Dados: Recebimento dos dados da célula endereçada
- Origem da requisição (CPU) recebe cópia dos dados





Parâmetros de cada tipo de Memória:

1) Tempo de Acesso

- Mede o desempenho de cada tipo de memória
- Depende da tecnologia de construção e velocidade dos seus circuitos eletrônicos

Exemplos:

MP: variam de poucos nanosegundos

MS: variam de dezenas a centenas de milisegundos





Parâmetros de cada tipo de Memória:

1) Tempo de Acesso

- Exceto as Memórias Secundárias o tempo de acesso independe do posicionamento físico das células
- Registradores, Cache e MP: dispositivos eletrônicos
- MS: são dispositivos eletromecânicos





Parâmetros de cada tipo de Memória:

2) Ciclo de Memória

- Memory System's Cycle Time
- Somente para memórias eletrônicas (RAM, ROM)
- Tempo entre duas operações sucessivas (R / W)
- Sincronização (Refresh) depende da tecnologia empregada (Memória de Núcleo Magnético) Dinâmicas





Parâmetros de cada tipo de Memória:

2) Ciclo de Memória

- Memórias que não usam refresh possuem:
 - Tempo de Acesso = Ciclo de Memória
- O Refresh é como se o dispositivo estivesse aguardando o pronto para executar uma operação
- Veremos depois (SRAM e DRAM)





Parâmetros de cada tipo de Memória:

3) Capacidade

- Quantidade de dados a serem armazenados
- Unidades de armazenamento:
 - ★ Byte, Células (MP e Cache)
 - ★ Setor (discos)
 - ★ Bit (Registradores)





Parâmetros de cada tipo de Memória:

3) Capacidade

Exemplos:

- ⋆ O Registrador tem 32 bits
- ★ A memória ROM tem 32 KBytes
- * A memória RAM pode endereçar até 128 M células
- ⋆ O disco C tem capacidade de 8 Gbytes
- ⋆ O DVD tem capacidade de 4 GBytes





Parâmetros de cada tipo de Memória:

4) Volatilidade

- Memórias podem ser Volátil ou não-volátil
- Volátil => perde os dados após desligado o S.C.
- Não-volátil => retém os dados após desligado S.C.
- Todo computador possui memória não-volátil





Parâmetros de cada tipo de Memória:

4) Volatilidade

→ Volátil:

- registradores,
- RAM (Random Access Memory)

→ Não-volátil:

- Discos (magnéticos e óticos)
- Fitas (magnéticas)
- ROM (Read Only Memory)
- EPROM (Erasable Programmable ROM) (reutilizável)



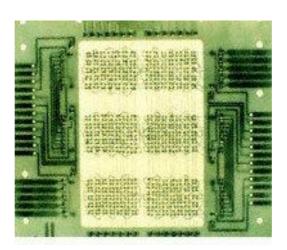


Parâmetros de cada tipo de Memória:

5) Tecnologia de Fabricação

Núcleo de ferrite magnético

Ultrapassada – usado até 1972



33 **33**



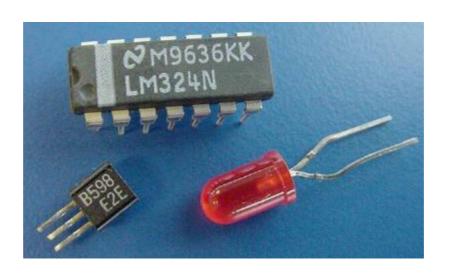


Parâmetros de cada tipo de Memória:

5) Tecnologia de Fabricação

Semicondutores

Rápidas e relativamente caras, de váriadas tecnologias







5) Tecnologia de Fabricação

Meio Magnético

- Utilizados pelo HD, disquetes, fitas DAT...
- São memórias não-voláteis
- Possuem mecanismos eletromecânicos
- Grande capacidade de armazenamento e baixo custo
- Tempos de acessos diversos (diferentes dispositivos)



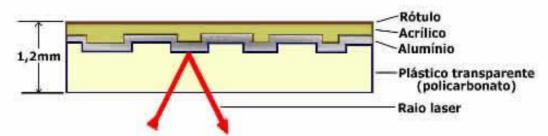


5) Tecnologia de Fabricação

Meio ótico

- Dispositivos tipo CD-ROM, CD-RW, DVD
- Permitem apenas leitura
- Alguns permitem R / W tempo de vida limitado
- Utilizam-se do feixe de luz para "marcar" 0's e 1's

Corte de um CD (ao longo de uma trilha)







Parâmetros de cada tipo de Memória:

6) Temporariedade

- Permantente -> maior duração de tempo (mais capacidade e menor custo) Menos velozes
- Transitória -> menor duração de tempo (menos capacidade e maior custo) Mais velozes





Parâmetros de cada tipo de Memória:

7) Custo

- Depende da tecnologia de fabricação:
 - ★ Tempo de acesso
 - * Ciclo de memória
 - * Quantidade de armazenamento

 Utiliza-se como medida o preço de bytes armazenados, pois as memórias possuem diferentes tipos.





Parâmetros de cada tipo de Memória:

7) Custo

Exemplo:

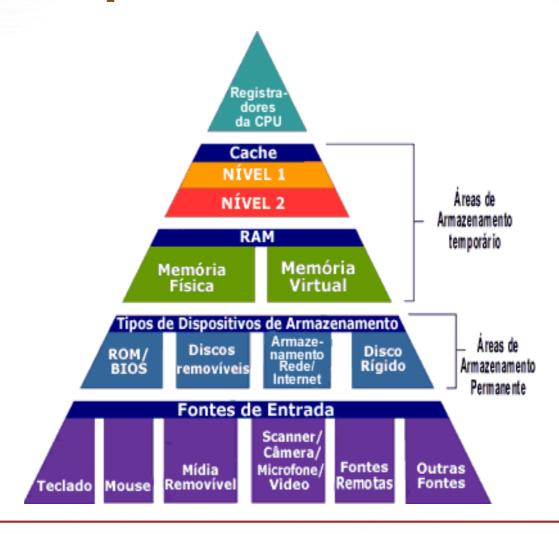
- 1 HD de 80 GB que custa R\$130,00 = 0,0000000015 R\$/byte
- ★ 1 MP de 1 GB que custa R\$ 240,00 = 0,00000022 R\$/byte







Hierarquia de Memórias Níveis Hierárquicos Memórias



40 **40**





1º Nível: Registradores

- Utilizado no interior dos Processadores
 - ★ Registradores de Instrução (RI)
 - Registradores (memória interna)

Tempo de Acesso:

- Igual ao cliclo de memória, extremamente rápidos, de 1 a 5 nanosegundos
- Capacidade:
 - * Armazenam um único dado, instrução ou endereço
 - Normalmente possuem o tamanho da palavra





1º Nível: Registradores

Tecnologia:

- * São memórias de semicondutores
- Mesma tecnologia usada nos Processadores
- ★ Podem variar um pouco na tecnologia de semicondutores, com diferentes tempo de acesso, custos e capacidades
- Mais comuns os bipolar e MOS (Metal Oxide Semicondutor)





1º Nível: Registradores

Temporariedade:

- * Armazenam dados por pouco tempo
- ★ Como a CPU está constantemente requisitando dados da MP, os Registradores estão constantemente trocando de valores. (Poucos bits: 8 a 64 bits)
- * São memórias voláveis





1º Nível: Registradores

Custo:

Uso de tecnologias avançadas geram custos mais elevados (topo da pirâmide)





2º Nível: Memória Cache

- Sistemas antigos não possuiam Cache
- Os Registradores eram ligados diretamente à MP
- Eram bastante afetados pelo ciclo de memória (lentos)
- Processador ==> longo tempo de espera ==> MP (ponto fraco)
- Tecnologia em Processadores tem maior evolução que a das Memórias (maior diferença de velocidade)





2º Nível: Memória Cache

- Visa melhorar a performance
- Função:

Acelerar a velocidade de transferência das informações entre CPU e MP, aumentando seu desempenho

- A aplicação deste conceito foi extendido para outros componentes internos do computador:
- Placas de vídeo
- Discos





2º Nível: Memória Cache

- Também chamadas de RAM Cache Random Access Memory (RAM) Cache
- Possuem uma arquitetura de dois ou três níveis
- 1° Nível é chamado de L1 (Level 1) interna ao Processador (Cache Principal)
- 2° Nível é chamado de L2, Cache Externa ou Cache Secundária – instalada na Placa Mãe (Chip)





2º Nível: Memória Cache - Parâmetros

- Tempo de Acesso Ciclo de Memória
 - Usam semicondutores e são estáticas
 - Possuem tempo de acesso entre 5 a 7 nanosegundos (maiores que registradores)

Capacidade

Oscilam entre:

- ★ 64 KB a 2 MB para as L2
- ★ 16 KB ou mais para as L1





2º Nível: Memória Cache - Parâmetros

- Volatilidade
 - São memórias voláteis (requerem energia)
- Tecnologia

Usam tecnologia avançada e em geral são estáticas – Static Random Access Memory (SRAM)





2º Nível: Memória Cache - Parâmetros

Temporariedade

Permanecem pouco tempo - todos os programas a utilizam e têm pouca capacidade

Custo

- Alto custo. Pouco menor que dos registradores (R\$/Byte)
- ★ L1 são mais caras que as L2.





3º Nível: Memória Principal



Prof. FERNANDO 51 **51**





3º Nível: Memória Principal

- É a memória básica de um SC e segue a arquitetura do sistema de von Neumann (instruções e dados armazenados)
- A CPU busca as instruções e dados armazenados nela
- Tempo de Acesso :
 - ⋆ 7 a 15 nanosegundos.
- Capacidade:
 - Maiores que as Cache, mais de 64 KB a 16 GB (uso associado aumenta ainda mais sua capacidade)





3º Nível: Memória Principal - Parâmetros

Temporariedade

- * É variável e normalmente armazenam as instruções
- Deve-se levar em consideração a quantidade de programas e seu tamanho (em execução)
- São mais duradouras que as Cache e Registradores

Custo

- Custo mais barato que as Cache
- ★ Acessível para se ter um computador com maior MP





4º Nível: Memória Secundária

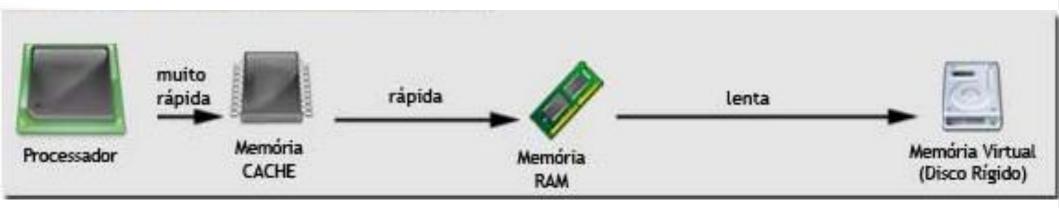
- Também chamada de memória de massa ou auxiliar
- Garantem um armazenamento mais PERMANENTE
- Possuem diferentes tipos: CDROM, DVD, PenDrive, Fita DAT, HD, etc.
- A grande característica é sua NÃO-VOLATILIDADE
- São as mais baratas e têm maior tempo de acesso
- Usam tecnologias variadas e diferentes capacidades de armazenamento

55 **55**





Velocidade de acesso das Memórias



56 **56**