Organização de Computadores

Sistema de Memória

Prof. José Paulo G. de Oliveira Engenharia da Computação, UPE



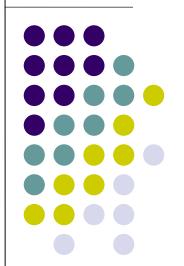
Sistema de Memória



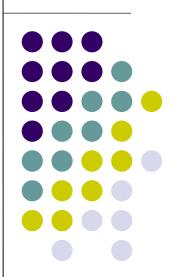
Índice

- Hierarquia
 - Custo
 - Desempenho
 - Capacidade
 - Localização
- Características
- Desempenho
- Tecnologias

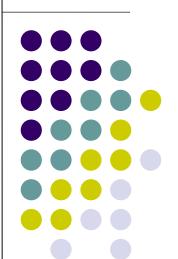
- Vários tipos de memória mesclados em um único sistema
 - Volátil, não-volátil
 - Rápidas; não tão rápidas; lentas



- Vários tipos de memória mesclados em um único sistema
 - Volátil, não-volátil
 - Rápidas; não tão rápidas; lentas
- Hierarquia de memória
 - Equilíbrio: Desempenho x Custo



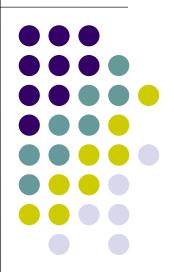
- Vários tipos de memória mesclados em um único sistema
 - Volátil, não-volátil
 - Rápidas; não tão rápidas; lentas
- Hierarquia de memória
 - Equilíbrio: Desempenho x Custo
- Espaço de endereços
 - Dividido entre os vários tipos de memória



Questões Importantes

- Que tamanho?
 - Capacidade





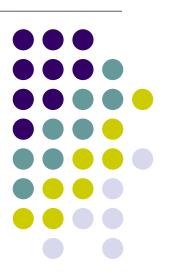
Questões Importantes

- Que tamanho?
 - Capacidade



- Que velocidade?
 - Desempenho





Questões Importantes

- Que tamanho?
 - Capacidade

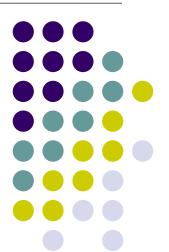


- Que velocidade?
 - Desempenho



- Quanto custa?
 - "Tempo e capacidade são dinheiro!"



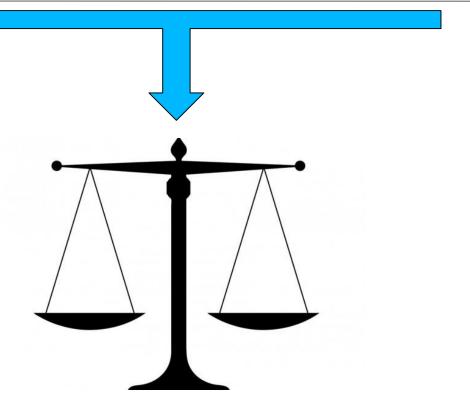


Hierarquia de Memória





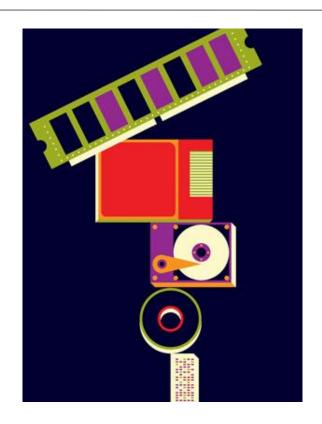


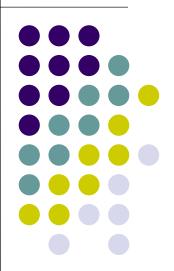




Hierarquia de memória

Várias tecnologias, vários custos, vários desempenhos



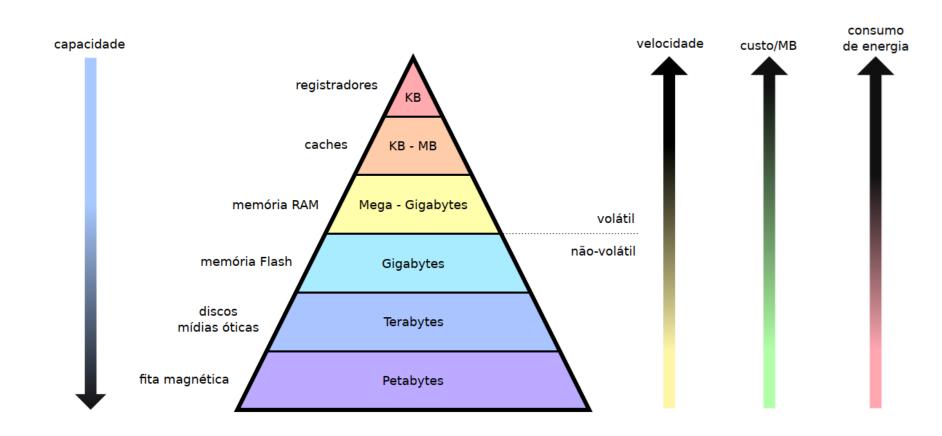


Hierarquia de Memória

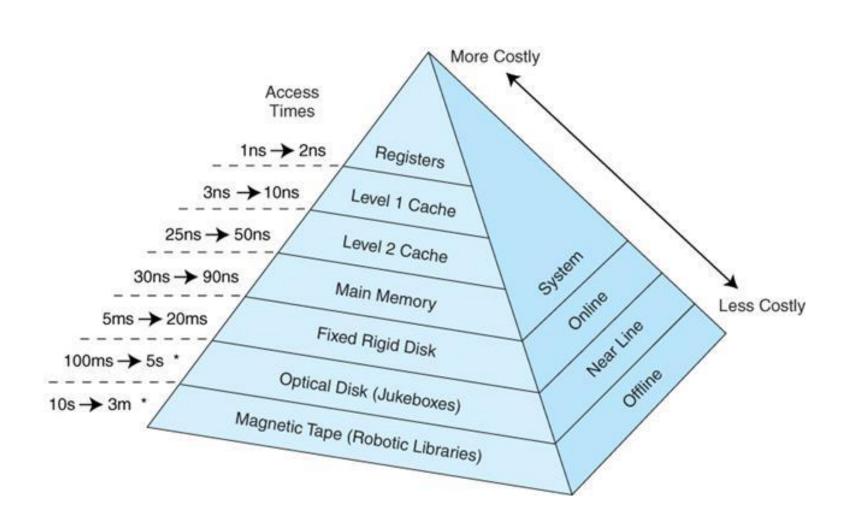
- Registradores
 - Na CPU
- Memória principal ou interna
 - Pode incluir um ou mais níveis de cache
 - "RAM"
- Memória externa
 - Armazenamento de massa
 - Não volátil



Hierarquia de memória – Diagrama



Hierarquia de memória – Desempenho



Hierarquia de memória

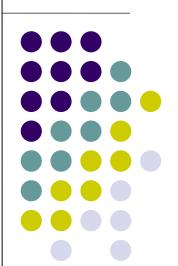
Custo

- SRAM: \$400/Mbyte
- DRAM: \$50/Mbyte
- Discos magnéticos: \$0.50/Mbyte
- Fitas magnéticas: \$0.005/Mbyte

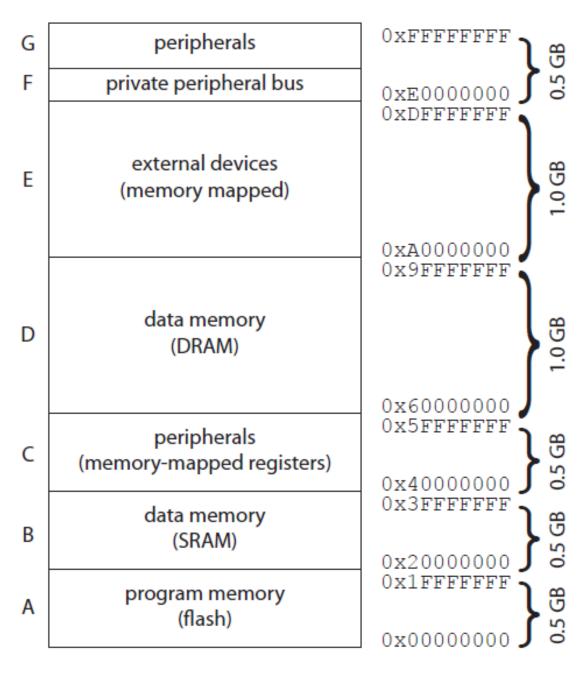
Desempenho

- SRAM: 12–25 ns
- DRAM: 60–70 ns
- Discos magnéticos: 8–10 ms

- Vários tipos de memória mesclados em um único sistema
 - Volátil, não-volátil
- Hierarquia de memória
 - Equilíbrio: Desempenho x Custo
- Espaço de endereços
 - Dividido entre os vários tipos de memória



Mapa de memória da arquitetura ARM cortex M3



Características de Sistemas de Memórias



- Localização
- Capacidade
- Unidade de transferência
- Método de acesso
- Desempenho
- Tecnologia
- Características físicas
- Organização

Características de Sistemas de Memórias



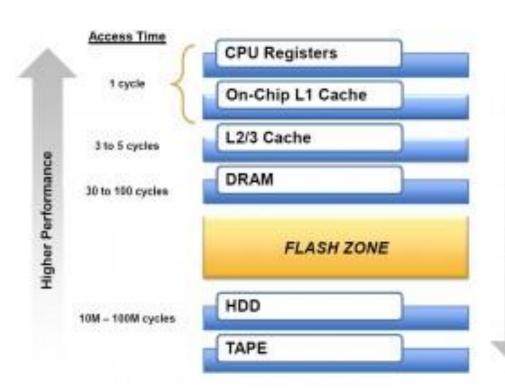
- Localização
- Capacidade
- Unidade de trans
- Método de aces:
- Desempenho
- Tecnologia
- Características f
- Organização



Localização

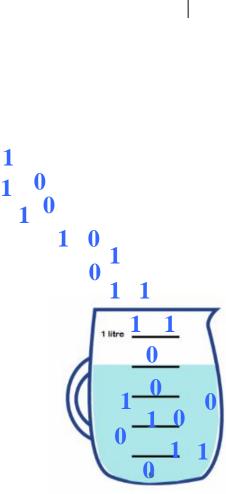
Larger Capacity

- CPU
- Internal
 - Ex.: memória principal
- Externa
 - Ex.: memória secundária



Características de Sistemas de Memórias

- Localização
- Capacidade
- Unidade de transferência
- Método de acesso
- Desempenho
- Tecnologia
- Características físicas
- Organização



Capacidade

- Tamanho da palavra
 - Unidade natural de organização
- Número de palavras
 - Ou número de posições

0	1	1	1	0	1	0	0	0	1
1	0	1	0	1	1	0	0	1	1
2	0	0	~	0	0	0	1	1	0
3	0	0	~	1	0	0	1	1	0
4	0	0	~	~	1	0	~	0	0
5	•	•	•	•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Capacidade



Múltiplos de Byte										
	Dec	imal	Binário							
Valor	Símbolo	Denominação	Valor	Símbolo	Denominação					
1	В	Byte	1	В	Byte					
10 ³	kB	Kilobyte	210	KiB	Kibibyte					
10 ⁶	MB	Megabyte	2 ²⁰	MiB	Mebibyte					
10 ⁹	GB	Gigabyte	2 ³⁰	GiB	Gibibyte					
1012	TB	Terabyte	240	TiB	Tebibyte					
10 ¹⁵	PB	Petabyte	2 ⁵⁰	PiB	Pebibyte					
10 ¹⁸	EB	Exabyte	2 ⁶⁰	EiB	Exbibyte					
10 ²¹	ZB	Zettabyte	2 ⁷⁰	ZiB	Zebibyte					
10 ²⁴	YB	Yottabyte	280	YiB	Yobibyte					

Características de Sistemas de Memórias



- Localização
- Capacidade
- Unidade de transferência
- Método de acesso
- Desempenho
- Tecnologia
- Características físicas
- Organização



Unidade de Transferência

- Memória Interna
 - Quase sempre determinada pela largura do barramento de dados
 - Ou tamanho da palavra



Unidade de Transferência

- Memória Interna
 - Quase sempre determinada pela largura do barramento de dados
 - Ou tamanho da palavra
- Memória Externa
 - Bloco
 - Unidade muito maior que uma palavra
 - Uma certa quantidade N bytes



Unidade de Transferência

- Unidade endereçável
 - A menor localização que pode ser endereçada de forma única
 - Memória Interna: palavra
 - Memória Externa: bloco



Características de Sistemas de Memórias

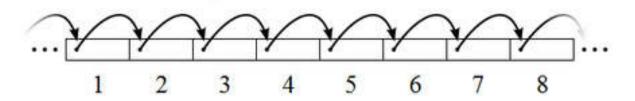


- Localização
- Capacidade
- Unidade de transferência
- Método de acesso
- Desempenho
- Tecnologia
- Características físicas
- Organização



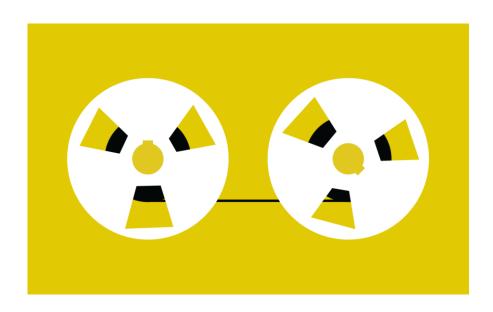


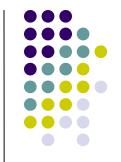
- Sequencial
 - Dados organizados em registros e lidos em sequência linear e específica
 - O tempo de acesso depende da localização do dado e da localização anterior
 - Ex.: fita





- Sequencial
 - Dados organizados em registros e lidos em sequência linear e específica
 - O tempo de acesso depende da localização do dado e da localização anterior
 - Ex.: fita

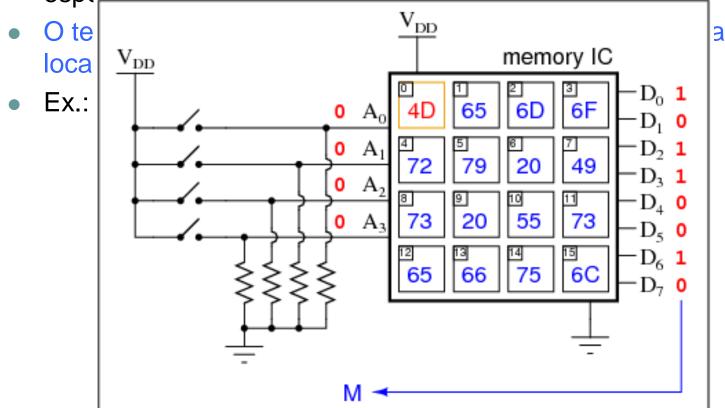




Sequencial

Dados organizados em registros e lidos em sequência linear e

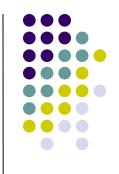
específica



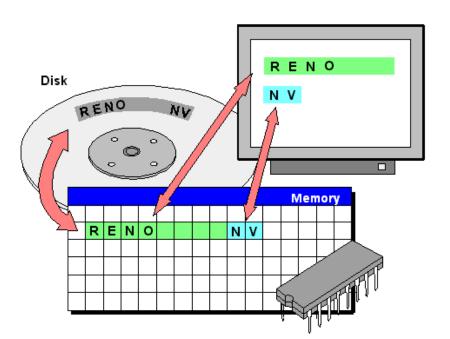


- Direto
 - Blocos individuais têm um único endereço
 - O acesso é feito em duas etapas: salto para a vizinhança; busca sequencial
 - O tempo de acesso depende da localização atual e da anterior
 - Ex.: disco rígido (HD)



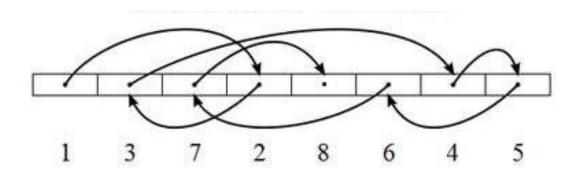


- Direto
 - Blocos individuais têm um único endereço
 - O acesso é feito em duas etapas: salto para a vizinhança; busca sequencial
 - O tempo de acesso depende da localização atual e da anterior
 - Ex.: disco rígido (HD)





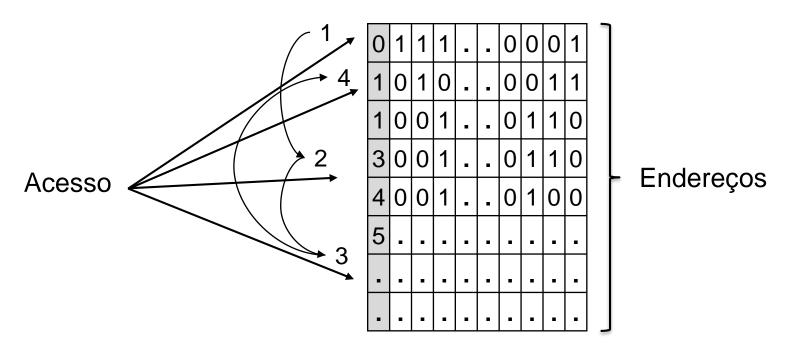
- Aleatório
 - Endereços individuais identificam localizações de forma exata
 - O tempo de acesso é independente da localização ou do acesso prévio





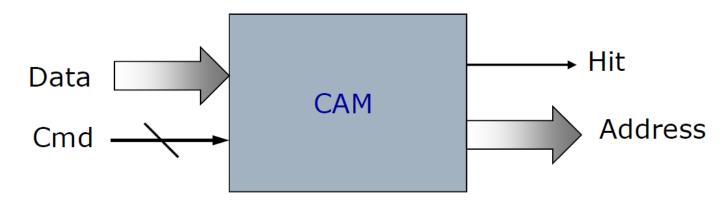
- Aleatório
 - Endereços individuais identificam localizações de forma exata
 - O tempo de acesso é independente da localização ou do acesso prévio

Ex.: RAM





- Associativo
 - Um dado é localizado usando uma comparação com os conteúdos de parte do que está armazenado
 - O tempo de acesso depende da informação que está sendo acessada
 - Ex.: redes de Hopfield, bidirectional associative memory (BAM),
 Memória Cache



- Localização
- Capacidade
- Unidade de transferência
- Método de acesso
- Desempenho
- Tecnologia
- Características físicas
- Organização



Medindo o desempenho

- Tempo de acesso
 - Tempo entre a definição do endereço e a disponibilização de dados válidos



Medindo o desempenho

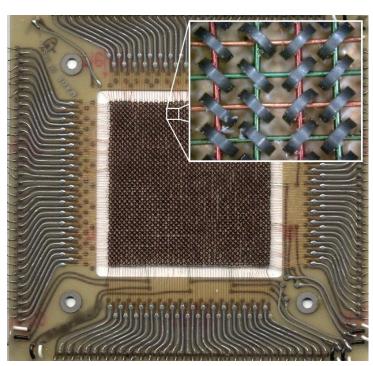
- Tempo de acesso
 - Tempo entre a definição do endereço e a disponibilização de dados válidos
- Tempo de ciclo de memória
 - É preciso um tempo para a memória "se recuperar" antes de ser acessada novamente
 - Tempo de acesso + tempo adicional necessário antes que um segundo acesso possa ser iniciado

Medindo o desempenho

- Tempo de acesso
 - Tempo entre a definição do endereço e a disponibilização de dados válidos
- Tempo de ciclo de memória
 - É preciso um tempo para a memória "se recuperar" antes de ser acessada novamente
 - Tempo de acesso + tempo adicional necessário antes que um segundo acesso possa ser iniciado
- Taxa de transferência
 - Taxa na qual os dados podem ser transferidos
 - Relacionado ao canal



- Localização
- Capacidade
- Unidade de transferência
- Método de acesso
- Desempenho
- Tecnologia
- Características físicas
- Organização

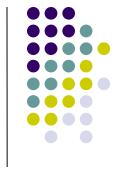


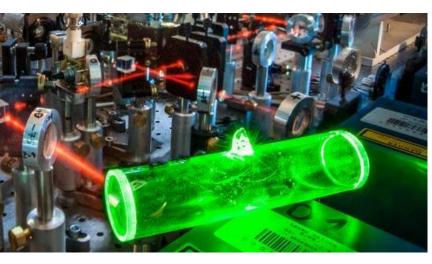
Tecnologia

- Semicondutora
 - RAM, ROM, Flash, FRAM, FeRAM, ST RAM
- Magnética
 - Disco, Fita e Núcleo (antiga)
- Óptica
 - CD & DVD
- Outros
 - Bolhas (antiga)
 - Holograma
 - Quântica

Tecnologia

- Semicondutora
 - RAM, ROM, Flash, FRAM, FeRAM, ST RAM
- Magnética
 - Disco, Fita e Núcleo (antiga)
- Óptica
 - CD & DVD
- Outros
 - Bolhas (antiga)
 - Holograma
 - Quântica



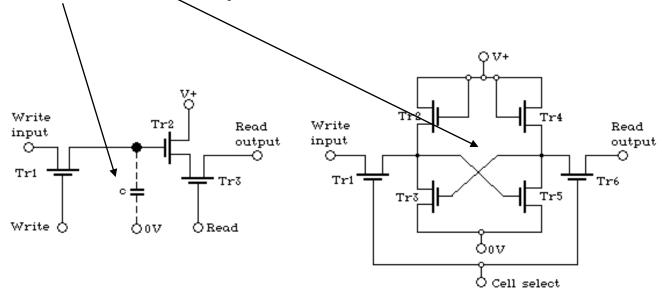




- Localização
- Capacidade
- Unidade de transferência
- Método de acesso
- Desempenho
- Tecnologia
- Características físicas
- Organização

- Decaimento (estática/dinâmica)
- Volatilidade
- Apagabilidade
- Consumo de energia

- Decaimento (estática/dinâmica)
 - Estática não requer refrescamento
 - Dinâmica requer refrescamento





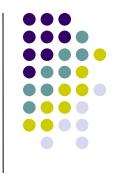
- Volatilidade
 - Não volátil retém informação mesmo sem energia
 - Volátil precisa de energia para manter a informação





- Apagabilidade
 - Não apagável
 - Apagável apenas uma vez
 - Apagável múltiplas vezes





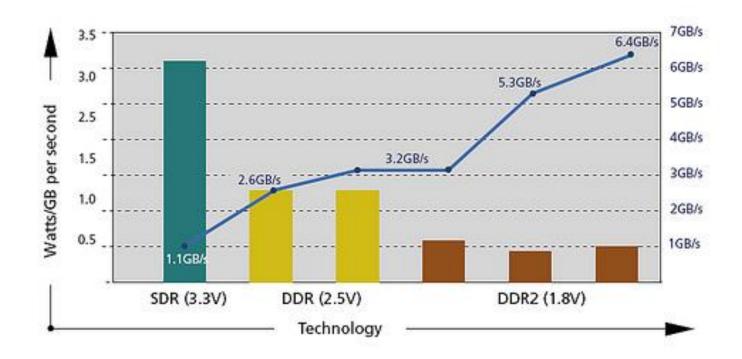
- Apagabilidade
 - Não apagável Memória de Leitura
 - Apagável apenas uma vez Memória de Leitura
 - Apagável múltiplas vezes Memória de Leitura e Escrita*

^{*} Algumas memórias são consideradas de leitura mais frequente que escrita





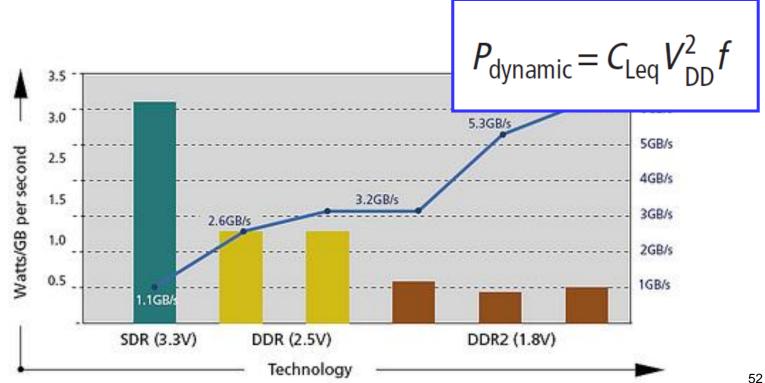
- Consumo de energia
 - Dependente da tecnologia







- Consumo de energia
 - Dependente da tecnologia





- Localização
- Capacidade
- Unidade de transferência
- Método de acesso
- Desempenho
- Tecnologia
- Características físicas
- Organização

