

Circuitos Lógicos

Aula 26

Aula passada

- Mais adição
- Circuito com maior largura
- Subtração
- Mais ULA
- Processador Intel

Aula de hoje

- Memória
- Funcionamento e arquitetura
- ROM, RAM e variações

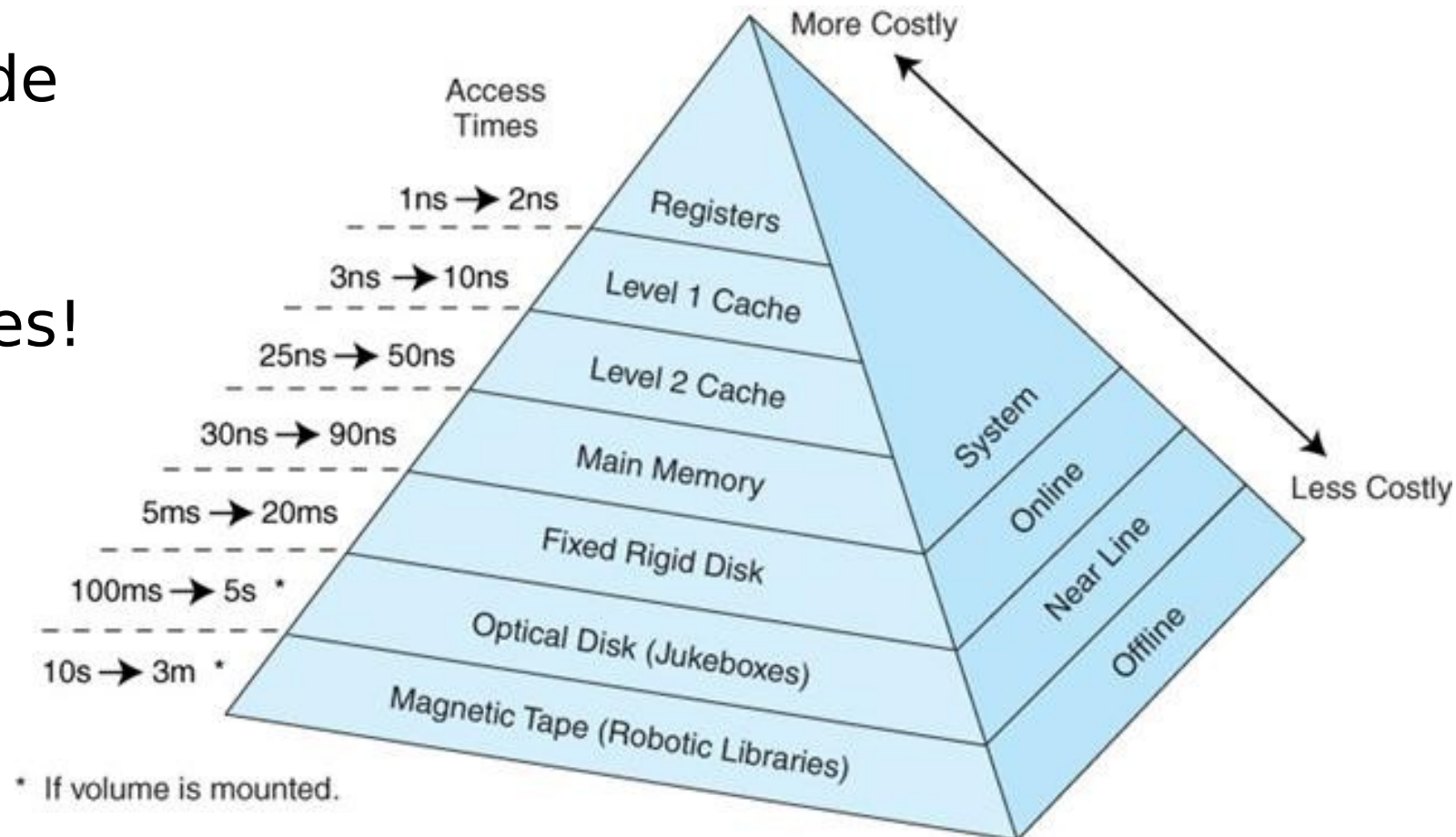
Memória

- Memória: grande vantagem dos sistemas digitais
 - enorme versatilidade
- Muitos tipos e tecnologias
 - ROM, EEPROM, Flash, SRAM, DRAM, ...
- Tradeoff entre velocidade x consumo de energia x densidade x custo
- Muitas características
 - volátil: requer energia para guardar estado
 - Tempo de acesso: tempo que demora para memória ler/escrever os dados
 - Exemplos?

Memória em um Computador

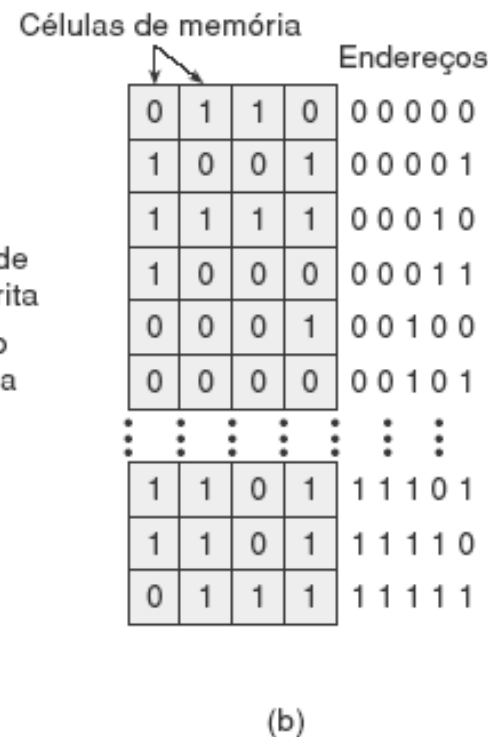
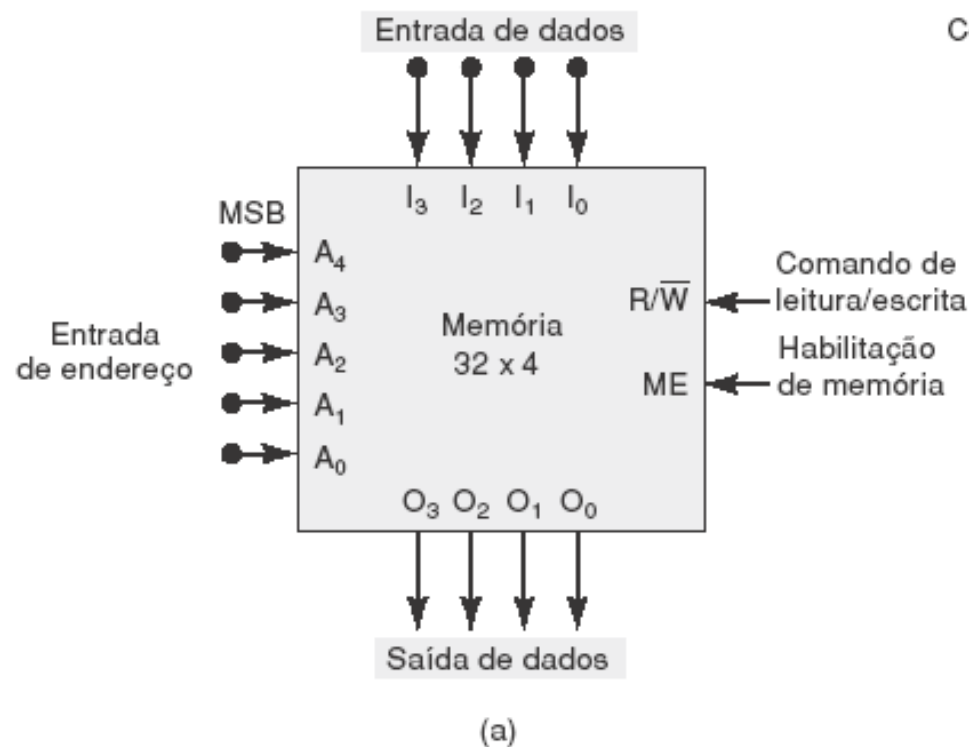
- Diversos níveis de memória (*hierarquia*)
 - dentro da ULA, dentro do processador, na periferia do processador, do “outro lado” da placa mãe (memória principal), no disco, na fita, etc.

- Diferença de ordens de grandeza
- 1000 vezes!



Abstração da Memória

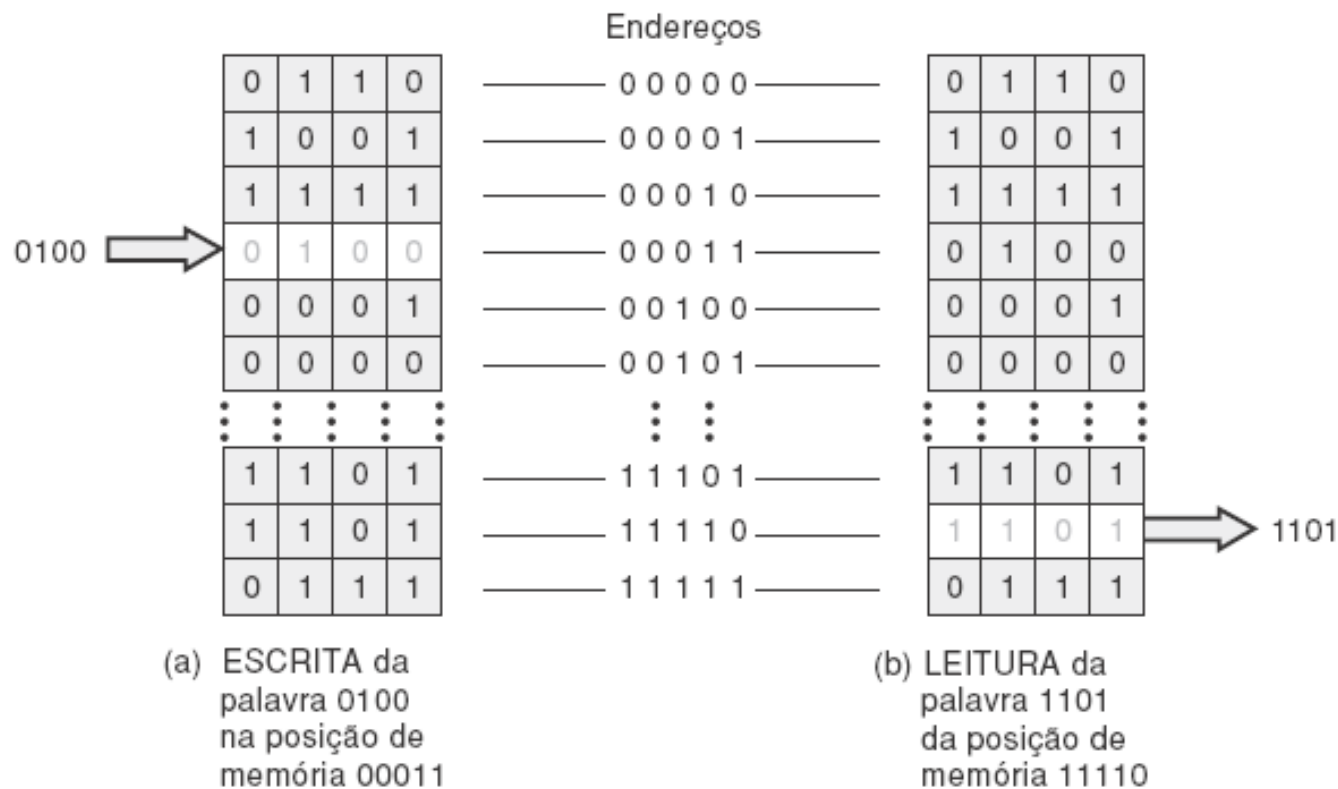
- Memória é um CI que oferece a abstração de um banco de armazenamento
- Entrada: endereço da posição de memória, valor a ser armazenado, e outros detalhes
- Saída: valor na posição de memória



- Palavra (*word*): largura em bits da memória
- Capacidade: quantos bits podem ser armazenados
 - número de endereços x palavra

Exemplo de Leitura e Escrita

- Escrever o valor 0100 na posição de memória 00011
- Ler o valor da posição de memória 11111 (saída é 0111)



Memória Principal no Computador

- Transferência de dados da memória principal para dentro da CPU
- Acesso via um *barramento* (conjunto de “fios”)
 - endereço, dados e controle

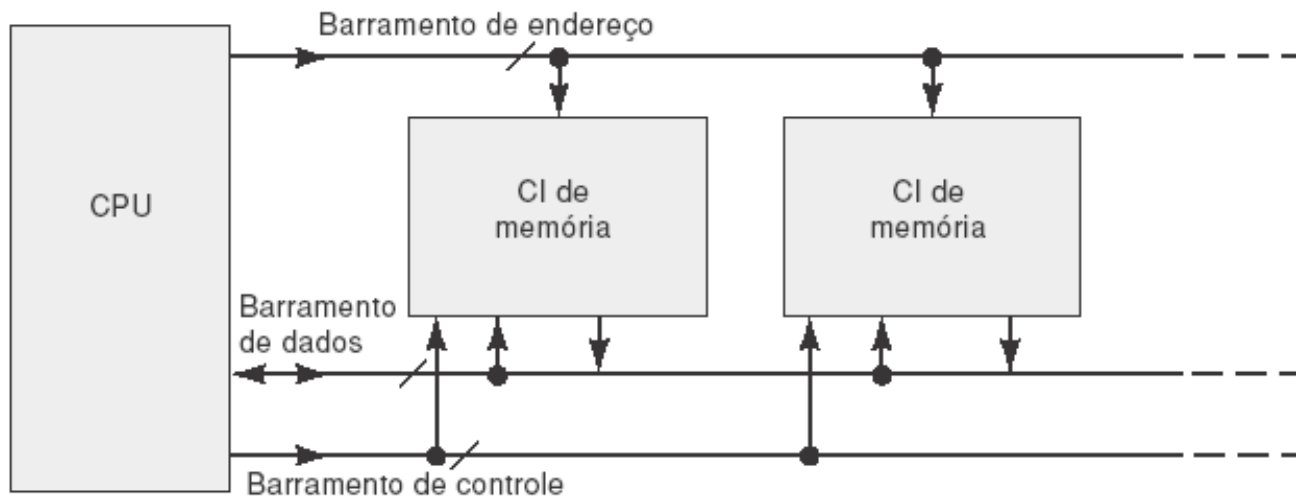


FIGURA 12.5
Três grupos de linhas
(barramentos)
conectando os CIs de
memória principal na
CPU.



← Módulo de memória
(vários CIs juntos)

ROM

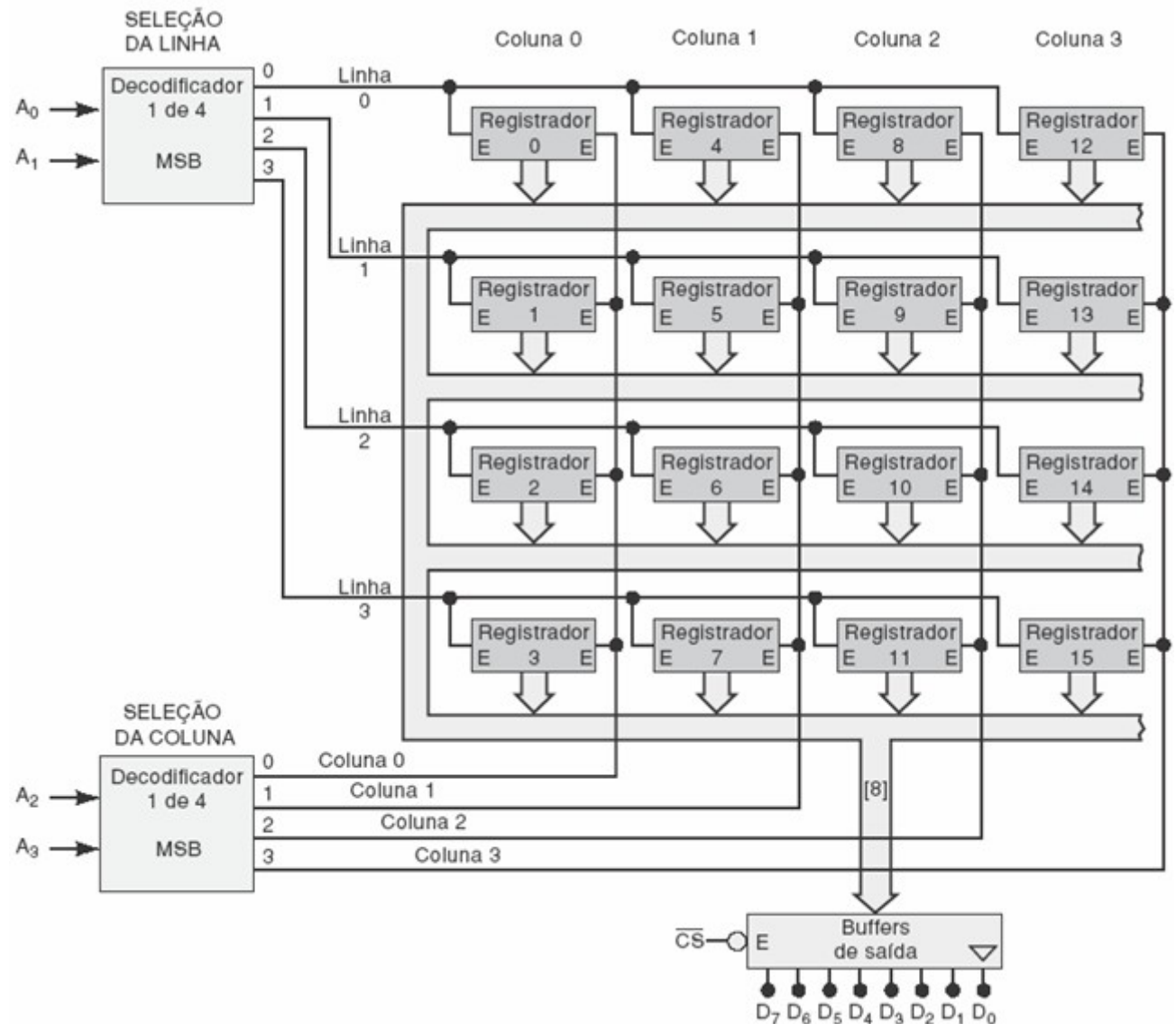
- ROM: Read Only Memória
- Dados vem programados “queimados” no CI de fábrica, são não-voláteis
- Possui apenas operação de leitura
- Utilidade?
- Armazenar dados (instruções) que não mudam com o tempo
 - firmware, bios (sequência inicial), tabela de dados, conversor de dados, etc

Arquitetura de uma ROM

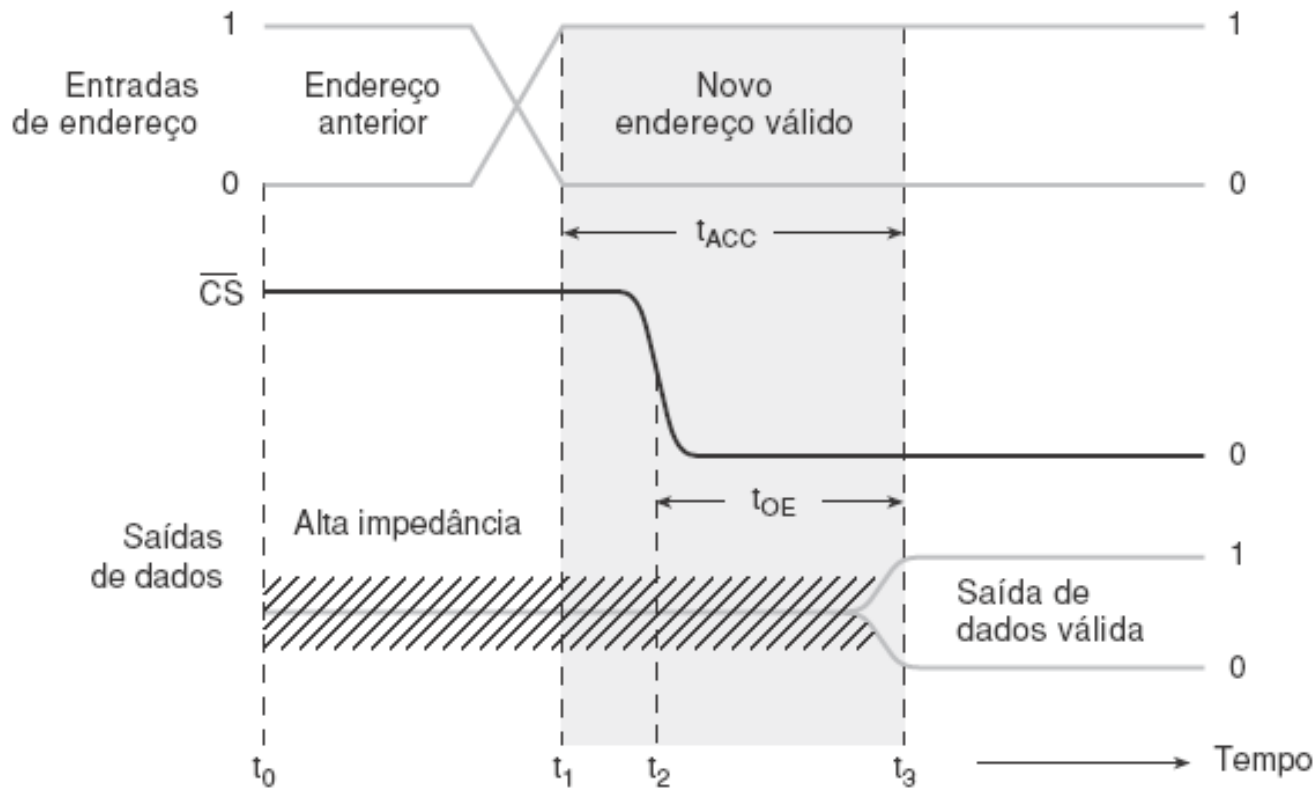
FIGURA 12.7

Arquitetura de uma ROM de 16×8 . Cada registrador armazena uma palavra de 8 bits.

- Elementos principais:
- Registradores, Decodificadores, Buffers
- Ex. 16×8



Temporização de Acesso



- t_1 : novo endereço está pronto na entrada
- t_2 : entrada do buffer de saída está pronta
- t_3 : Saída do buffer de saída está pronta
- t_{ACC} : 30ns – 500ns (depende da tecnologia)

ROM Programável

- Mantém memória não-volátil
- Tecnologia que permite reprogramar a ROM
 - programação apenas uma vez (PROM)
- Tecnologia que permite apagar e reprogramar (EPROM) “E”: Erasable
 - pode demorar até vários minutos. Ex. feixe de luz ultravioleta para apagar
- Tecnologia que permite apagar *eletricamente* e reprogramar (EEPROM)
 - tudo realizado com o mesmo circuito (único CI)
 - apagar e reprogramar demora muito mais que leitura (ex. 20 vezes)

Memória Flash

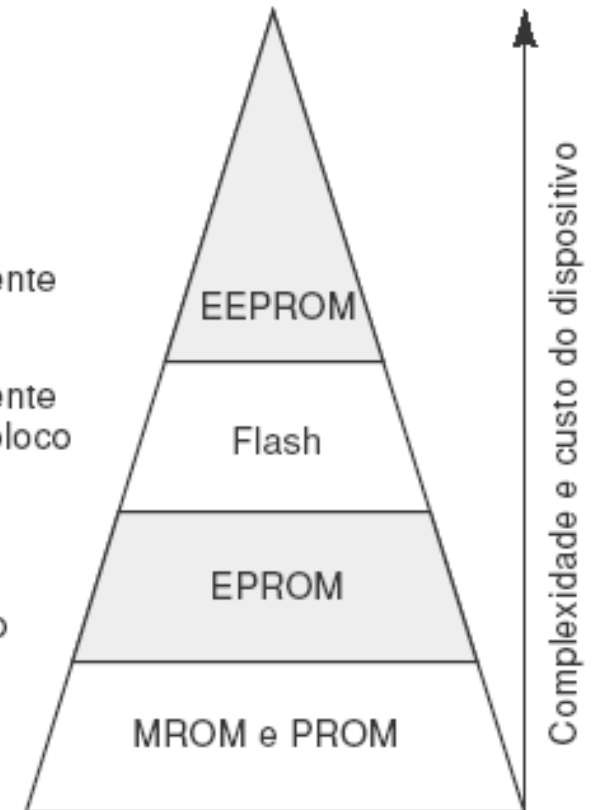
- EEPROM possuem baixa densidade, são muito caras e relativamente lentas
- Flash: tecnologia inovadora
 - memória pode ser (toda) apagada com grande rapidez (“flash”)
 - maior densidade
- Tema de pesquisa hoje em dia!

Pode ser apagada eletricamente no circuito, byte a byte

Pode ser apagada eletricamente no circuito, por setor ou em bloco (todas as células)

Pode ser apagada em bloco por luz UV, sendo apagada e reprogramada fora do circuito

Não pode ser apagada e reprogramada



RAM

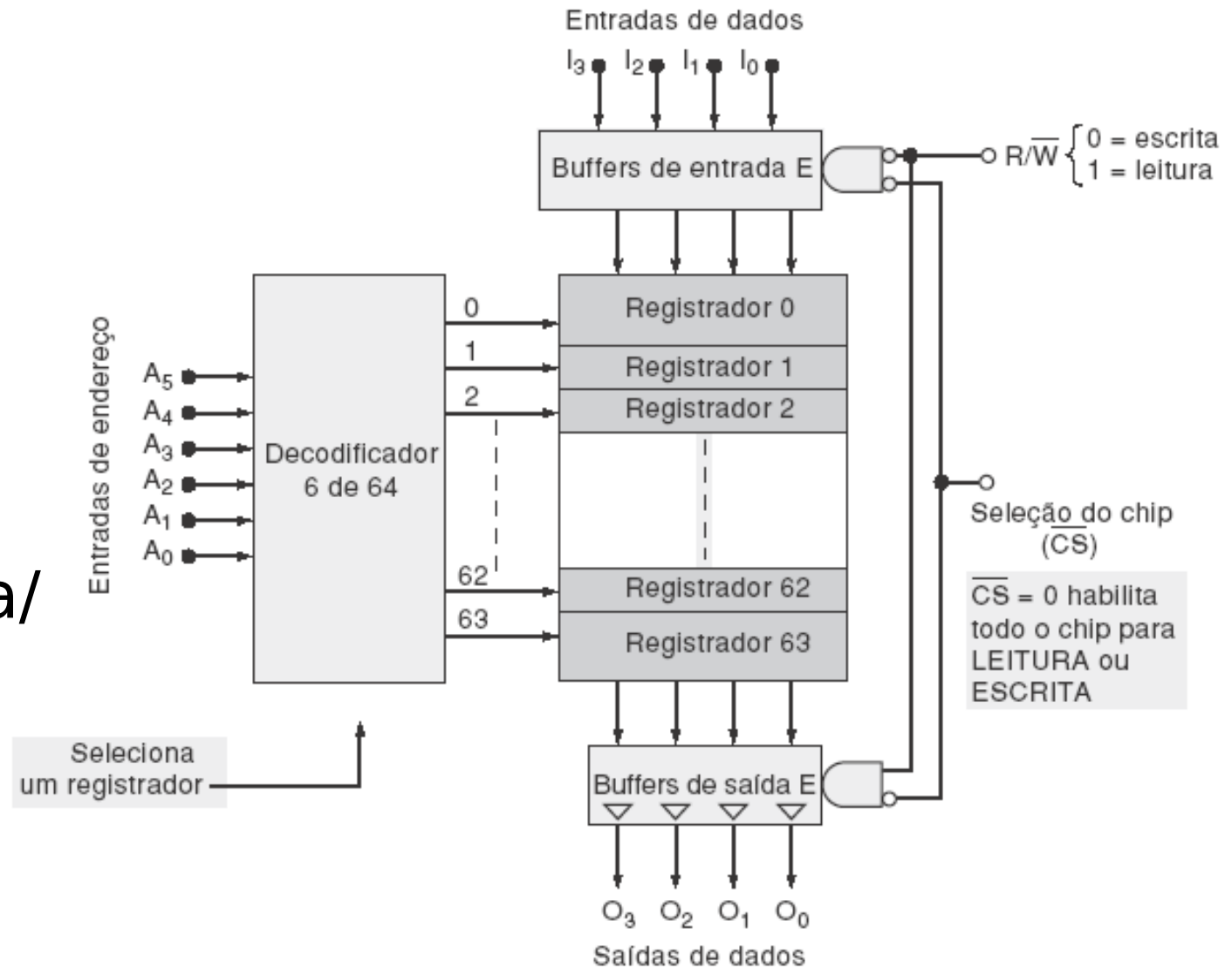
- RAM: Random Access Memória
 - Tempo de acesso não depende da posição de memória (ROM era assim?)
- Memória volátil: requer energia para manter informação (termo usado com esta conotação)
 - Armazenamento temporário de informação



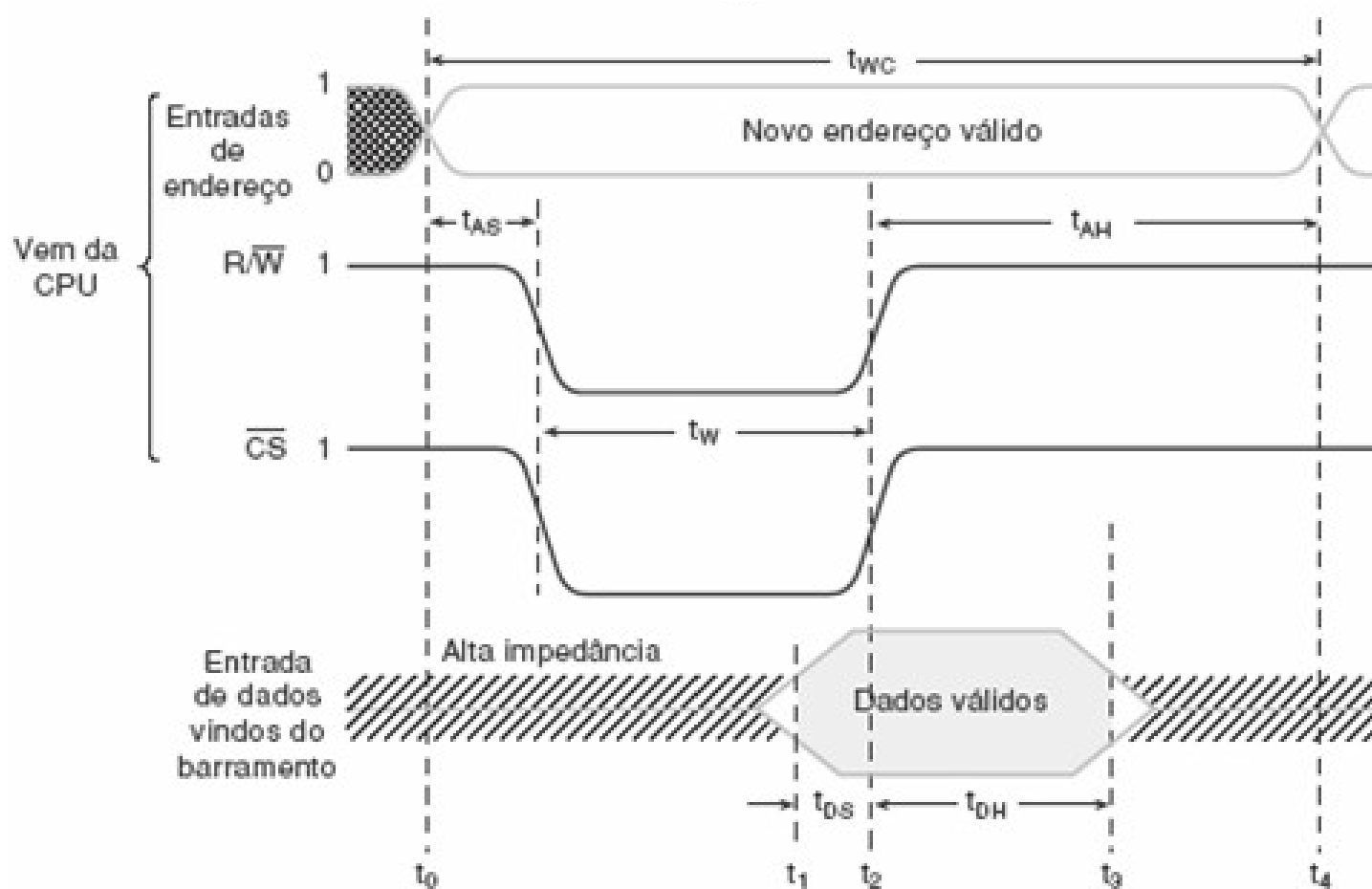
- Vantagens sobre EEPROM e Flash?
- Maior velocidade de acesso (escrita e leitura)

Arquitetura de uma SRAM

- Ex. 64 x 4
- Mesmos elementos principais
- Com buffer de entrada, controle leitura/escrita



Ciclo de Escrita

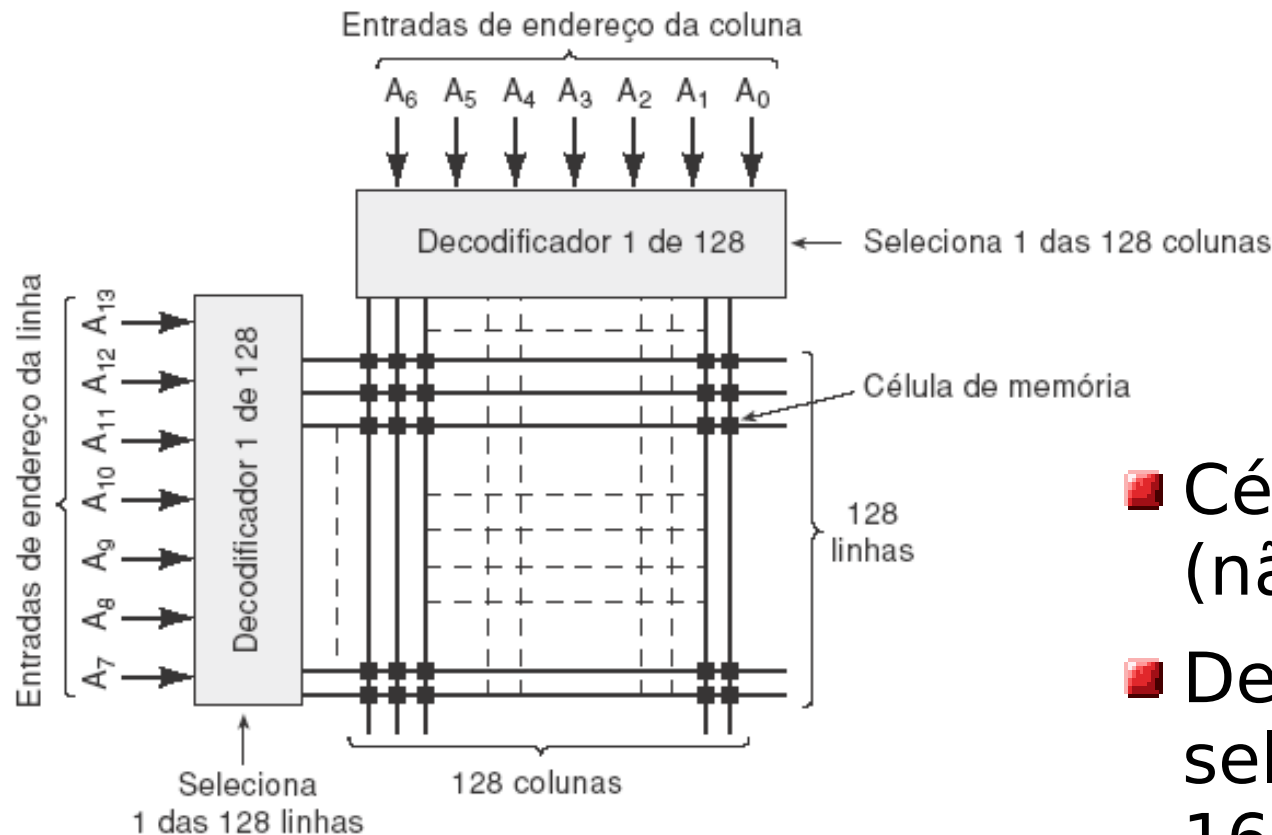


- t_{AS} : tempo do endereço ficar pronto
- t_W : tempo de escrita
- t_2 : instante que dados no barramento estão prontos
- t_{WC} : tempo do ciclo de escrita (típico entre 10ns e 50ns)

Tipos de RAM

- SRAM (Static RAM) armazenam bits enquanto estiverem alimentadas, como FFs
 - alta velocidade de escrita/leitura, consomem muita energia
 - usadas dentro do processador (e caches)
- DRAM (Dynamic RAM) armazenam carga em capacitores (não usam FFs); requer recarga periódica (refresh) entre 2 – 8ns
 - velocidade de acesso moderada, baixo consumo de energia, maior densidade (4x menos espaço)
 - memória principal

Arquitetura de uma DRAM



- Célula armazena um bit (não é um FF)
- Decodificadores selecionam o bit (Ex. 16K x 1)
- Muitos destes fazem memória mais larga
 - Módulo de memória

Tecnologia DRAM

- Módulos de memória
 - CIs DRAM em um banco de memória (SIMM, DIMM, SODIMM)
- SDRAM (Synchronous DRAM): acesso síncrono, em rajadas, aumento da velocidade
- DDR SDRAM: (Double Data Rate): transferência de dados na transição de subida e descida do clock
- DR DRAM (Direct Rambus): método de controle mais aprimorado dos CIs DRAM, aumento na velocidade
- E muitos outros sendo desenvolvidos!