

Memória Principal

Prof. Filippo Valiante Filho

<http://prof.Valiante.info>

Memórias parte 2 de 4. Versão 3.

Tipos de Memória de Semicondutor

- ▶ RAM - Random Access Memory
- ▶ ROM - Read Only Memory
- ▶ Flash

Tipos de Memória de Semicondutor (ii)

O mais adequado seria:

- ▶ Memória de trabalho - leitura e escrita
- ▶ Memória de armazenamento -
principalmente leitura

Memória RAM

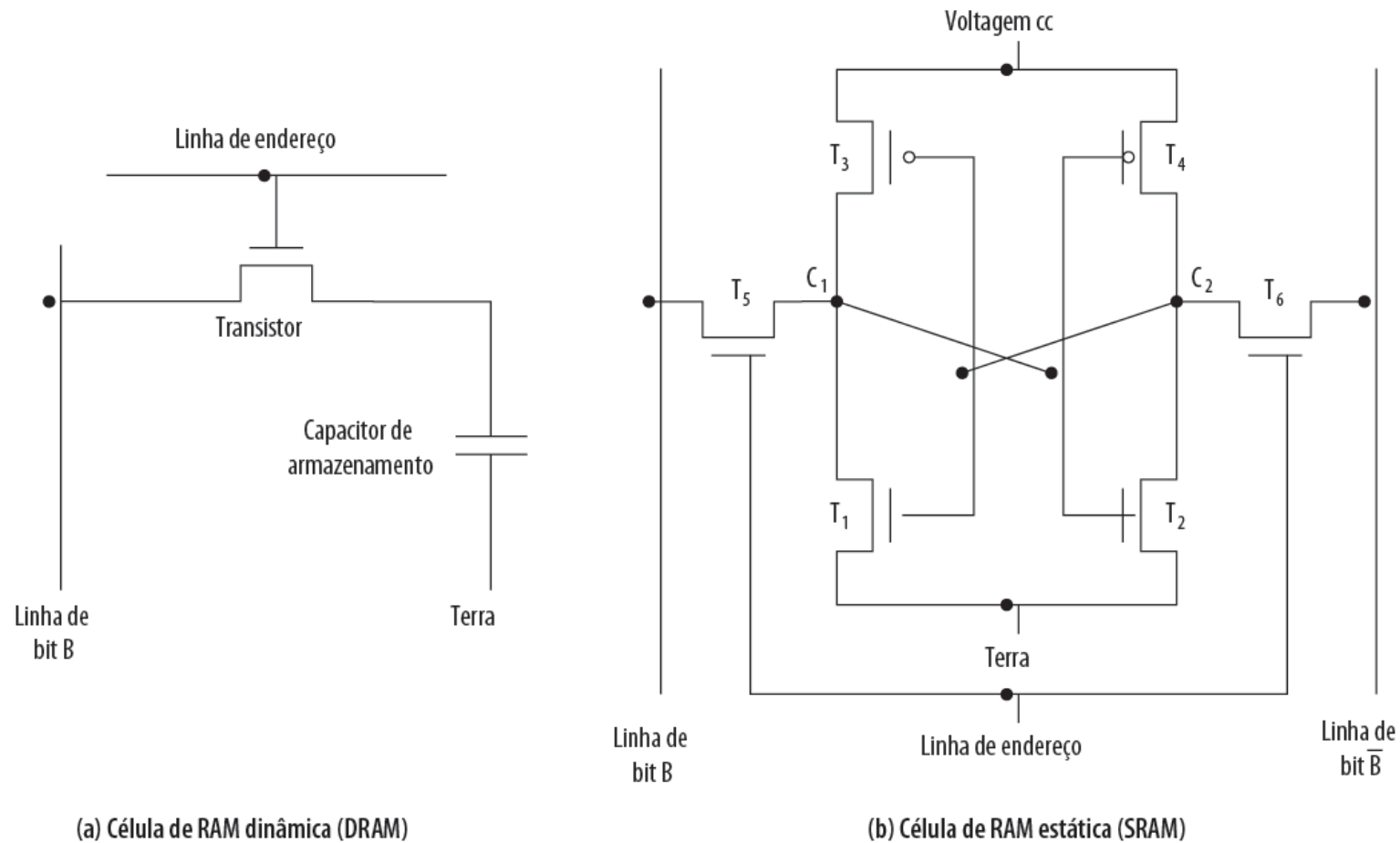
- ▶ RAM - Random Access Memory:
 - ▶ Nome incorreto, pois toda memória de semicondutor tem acesso aleatório.
 - ▶ Leitura/escrita.
 - ▶ Volátil.
 - ▶ Armazenamento temporário.
 - ▶ Estática ou dinâmica.

Tipos de RAM

- ▶ SRAM - Estática (Static)
- ▶ DRAM - Dinâmica (Dynamic)

Tipos de RAM (ii)

Figura 5.2 Estruturas típicas de célula de memória



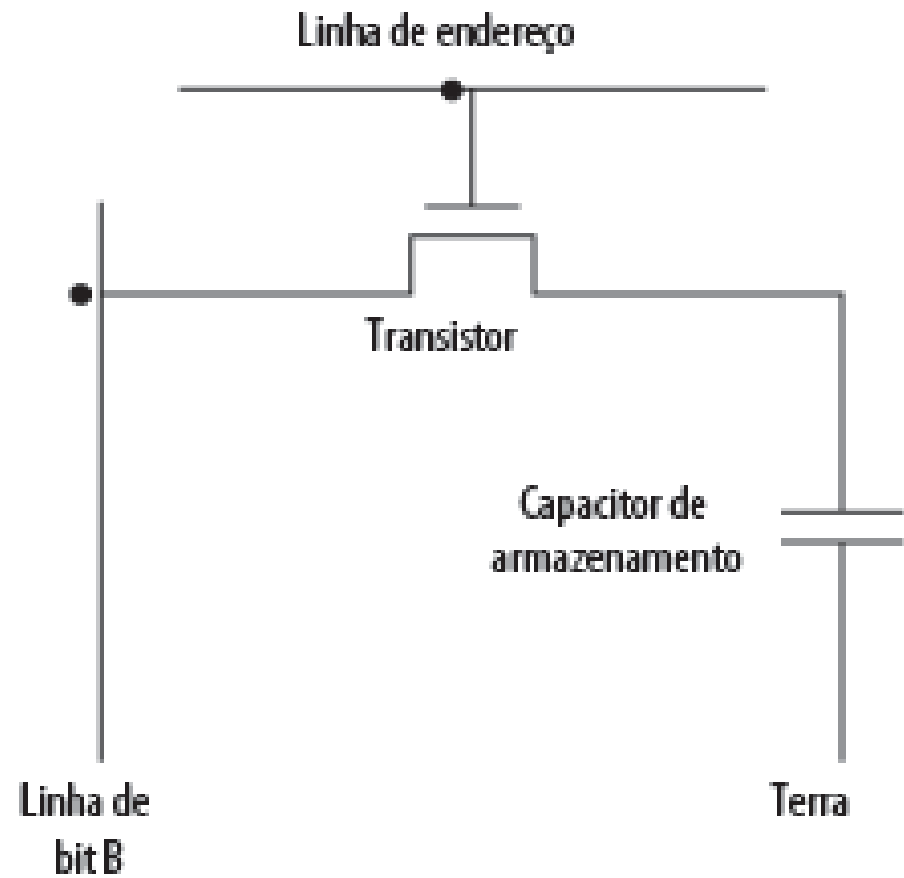
(a) Célula de RAM dinâmica (DRAM)

(b) Célula de RAM estática (SRAM)

RAM Dinâmica (DRAM)

- ▶ Bits armazenados como carga em capacitores.
- ▶ As cargas vazam.
- ▶ Precisa de renovação mesmo se alimentada.
 - ▶ Precisa de circuitos de refresh.
- ▶ Construção mais simples.
- ▶ Dispositivo basicamente analógico.
 - ▶ Nível de carga determina o valor.

Estrutura da RAM Dinâmica (DRAM)

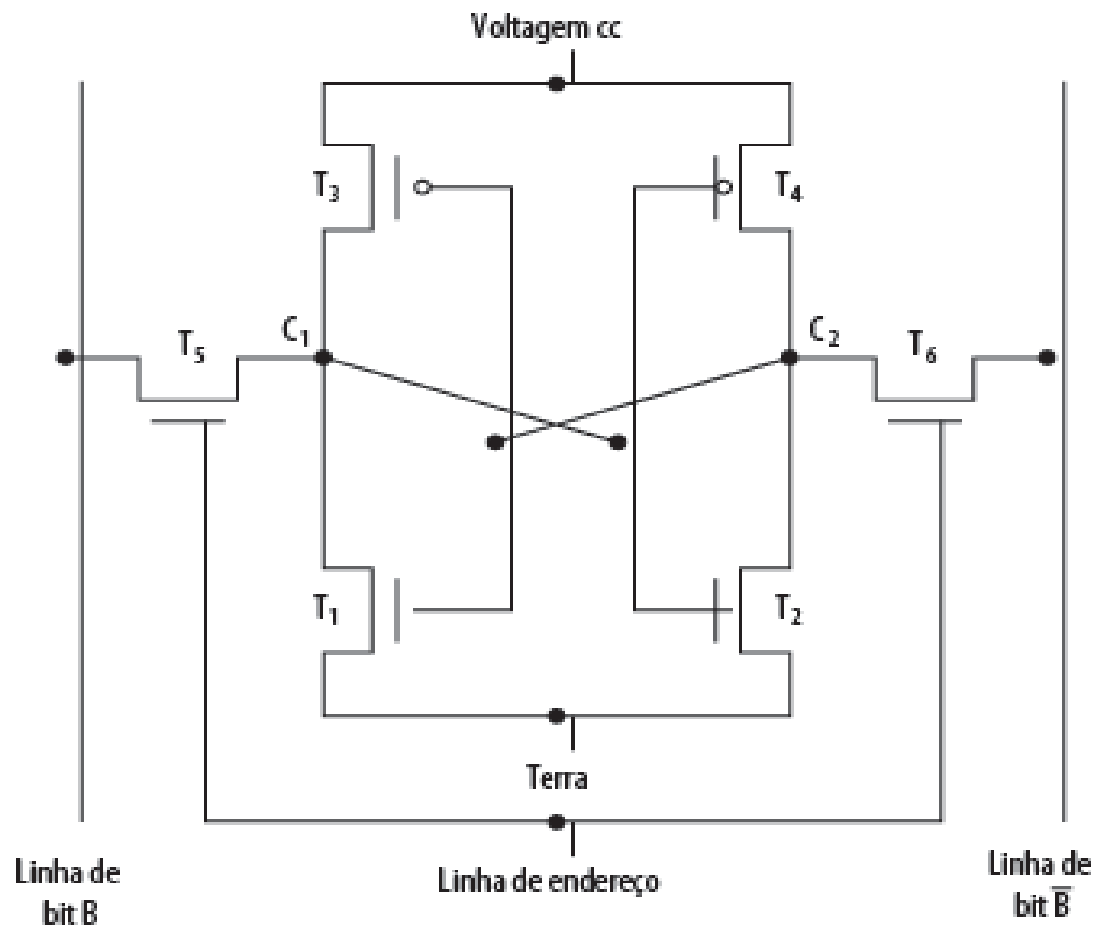


Stallings (2010)

RAM Estática (SRAM)

- ▶ Bits armazenados com chaves eletrônicas (transistores).
- ▶ Sem carga para vazar.
- ▶ Não precisa de refresh quando alimentada.
- ▶ Construção mais complexa.
- ▶ Digital.
 - ▶ Usa flip-flops.

Estrutura da RAM Estática (SRAM)



Stallings (2010)

DRAM *versus* SRAM

Dinâmica	Estática
Ambas voláteis: é preciso energia para preservar os dados	
Menor	Maior
Mais densa (mais bits em uma mesma área)	Menos densa
Menor consumo de energia	Maior consumo de energia
Mais barata	Mais cara

DRAM *versus* SRAM (ii)

Dinâmica	Estática
Precisa de refresh	Não precisa de refresh
Muito lenta	Muito rápida

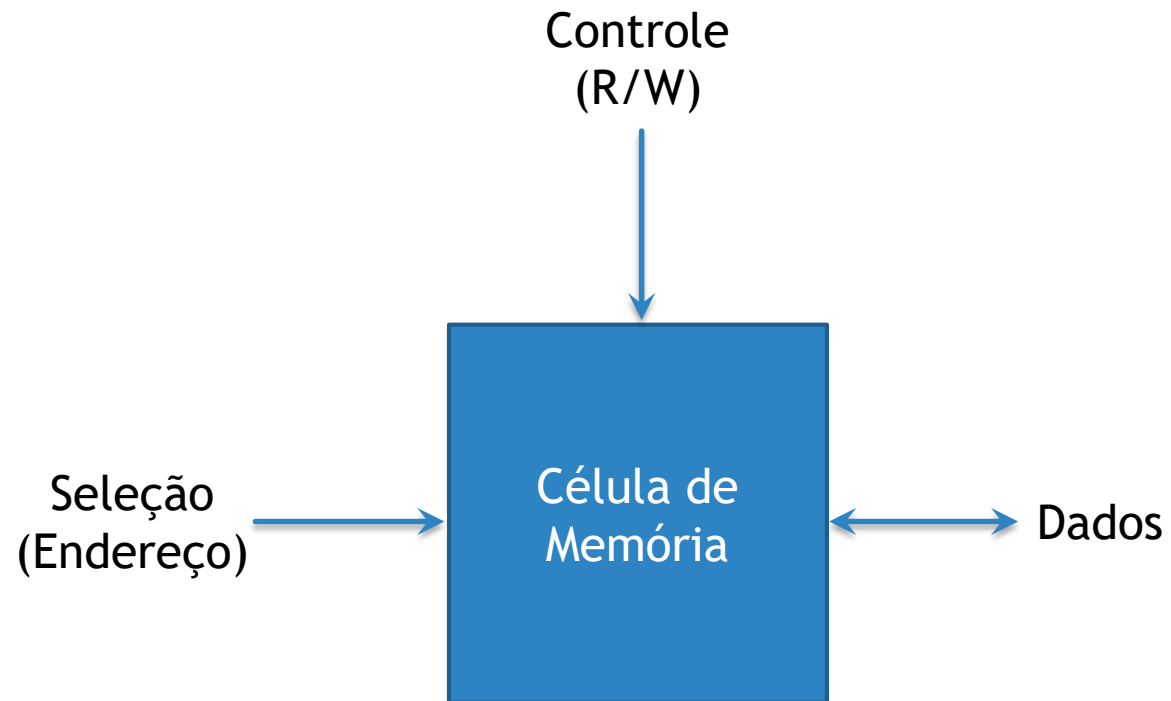
DRAM *versus* SRAM (iii)

- ▶ Dinâmica \Rightarrow Memória Principal
- ▶ Estática \Rightarrow Memória Cache

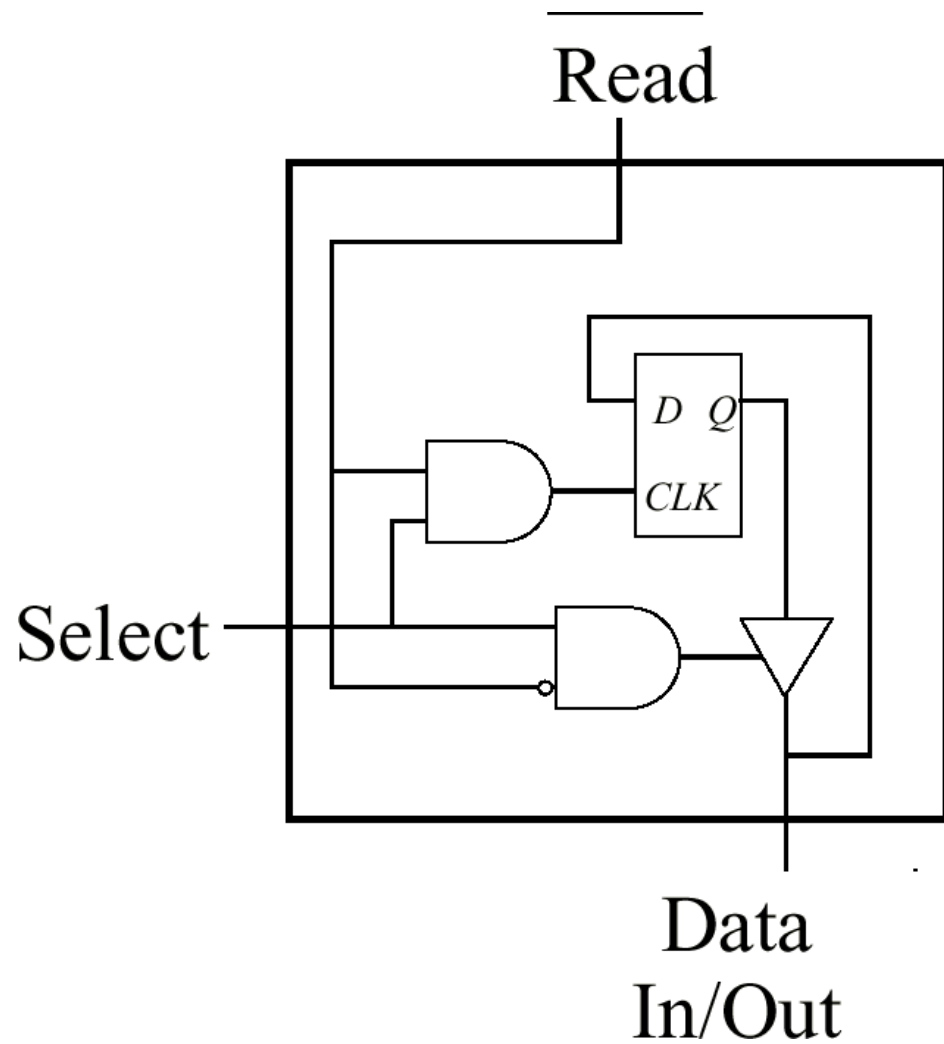
Do Bit ao Pente de Memória

- ▶ Cada célula de memória armazena 1 bit.
- ▶ As células são organizadas em matrizes que formam os chips.
- ▶ As matrizes são associadas de forma a obter a quantidade desejada de linhas (posições / endereços) e colunas (quantidade de bits por posição), formando os pentes de memória.

Operação da Célula de Memória

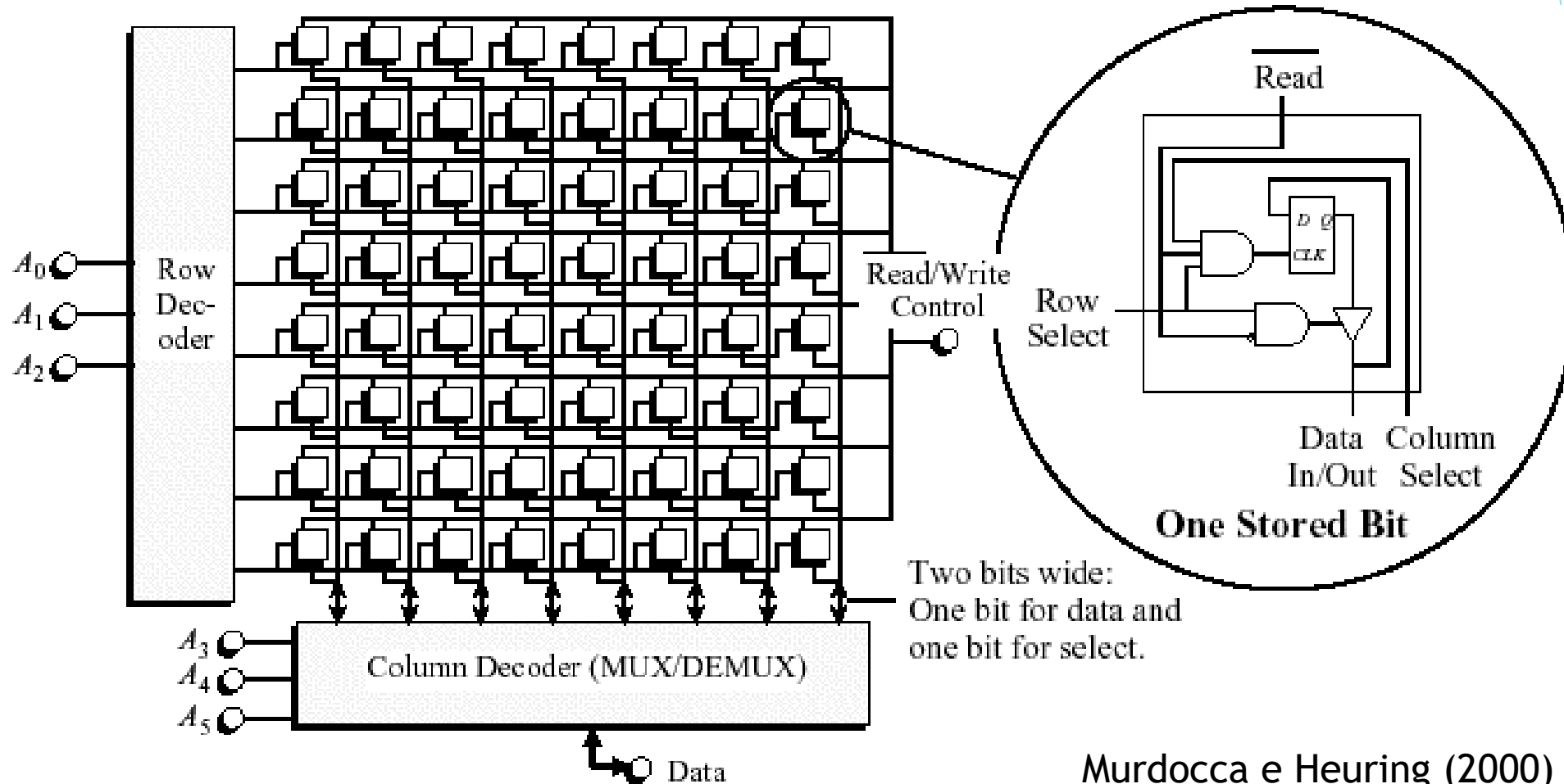


Célula RAM (1 bit)

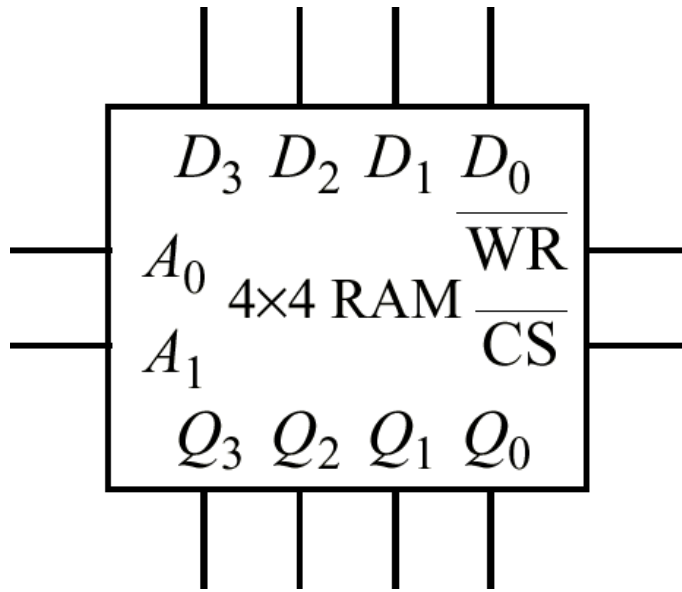


Murdocca e Heuring (2000)

Matriz 8 x 8 (64 bits)



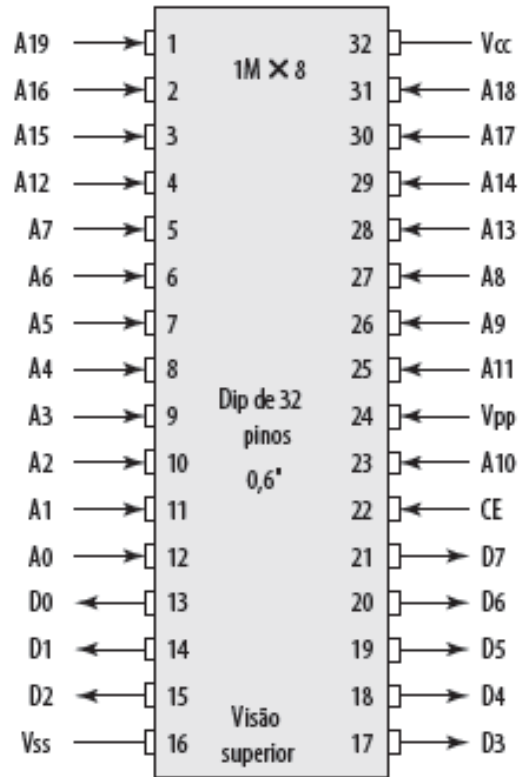
1 Bloco = 1 Chip



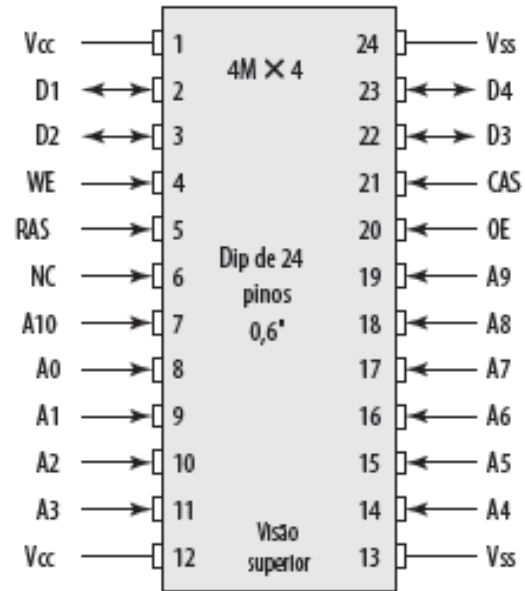
Murdocca e Heuring (2000)

Representação simplificada de uma matriz 4 x 4 (1 chip).

Empacotamento (chip)



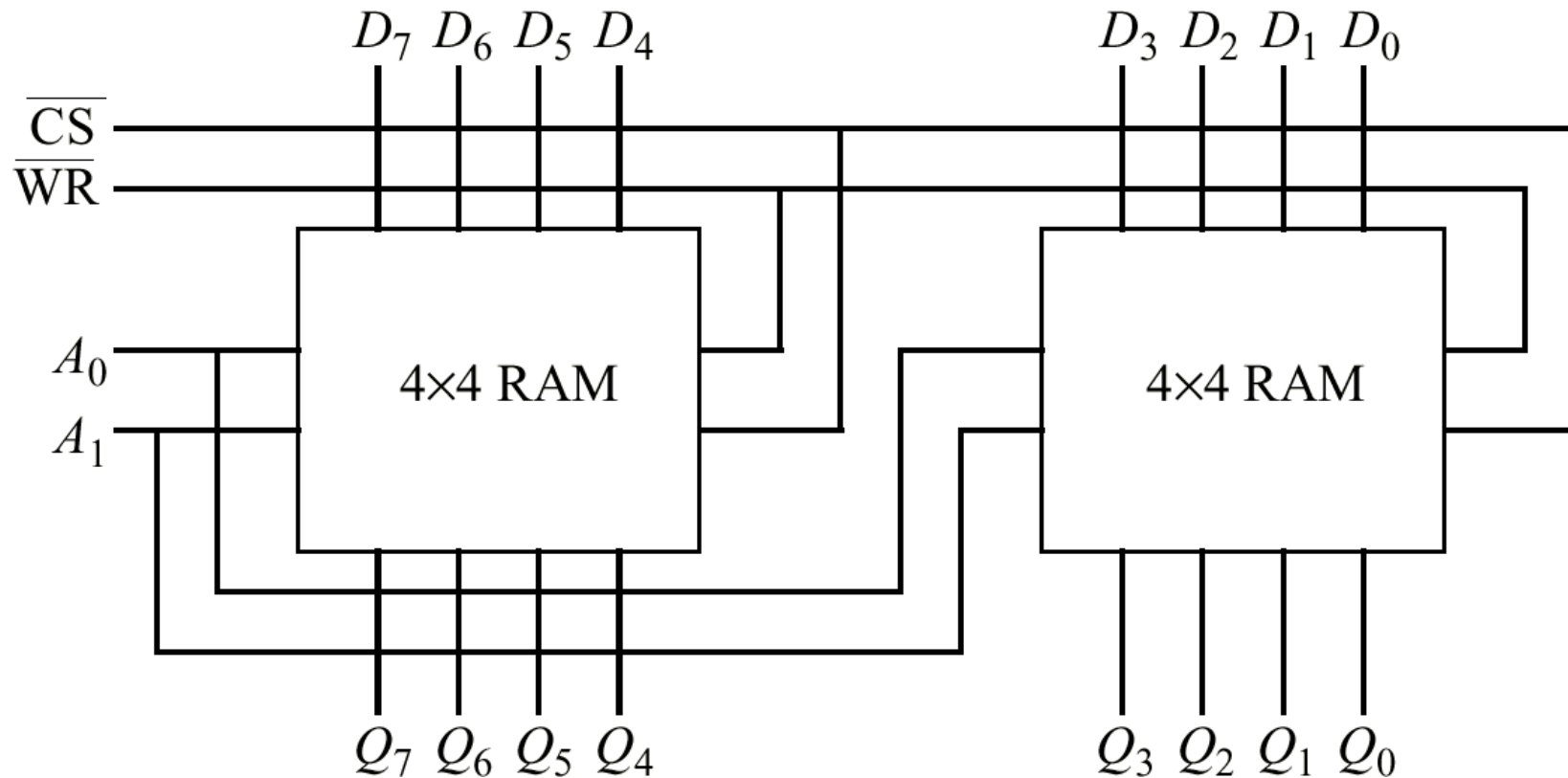
(a) EPROM de 8 Mbits



(b) DRAM de 16 Mbits

Stallings (2010)

Associando chips / blocos



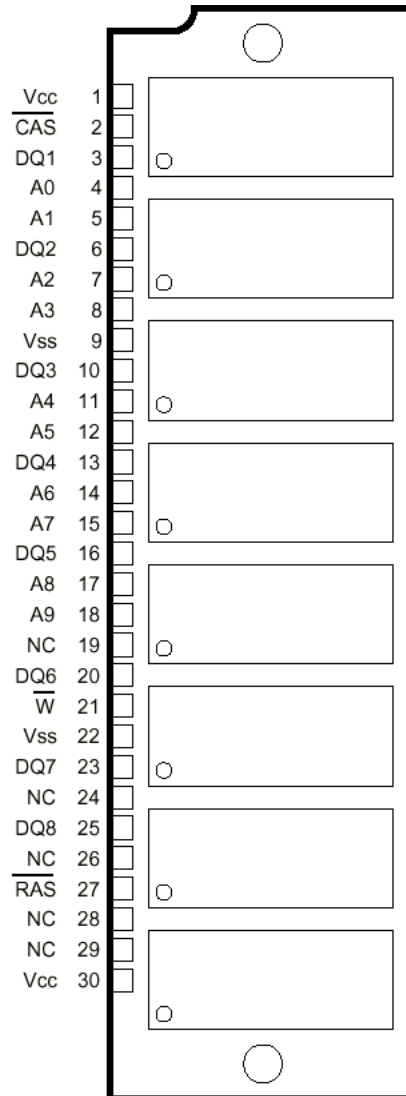
Murdocca e Heuring (2000)

2 RAMs 4 x 4 associadas para formar uma RAM 4 x 8

Pente de memória

- ▶ Single-In-Line Memory Module (Adapted from Texas Instruments)

PIN NOMENCLATURE	
A0-A9	Address Inputs
$\overline{\text{CAS}}$	Column-Address Strobe
DQ1-DQ8	Data In/Data Out
NC	No Connection
$\overline{\text{RAS}}$	Row-Address Strobe
V_{cc}	5-V Supply
V_{ss}	Ground
$\overline{\text{W}}$	Write Enable



Murdocca e Heuring (2000)

SDRAM - Memória Principal

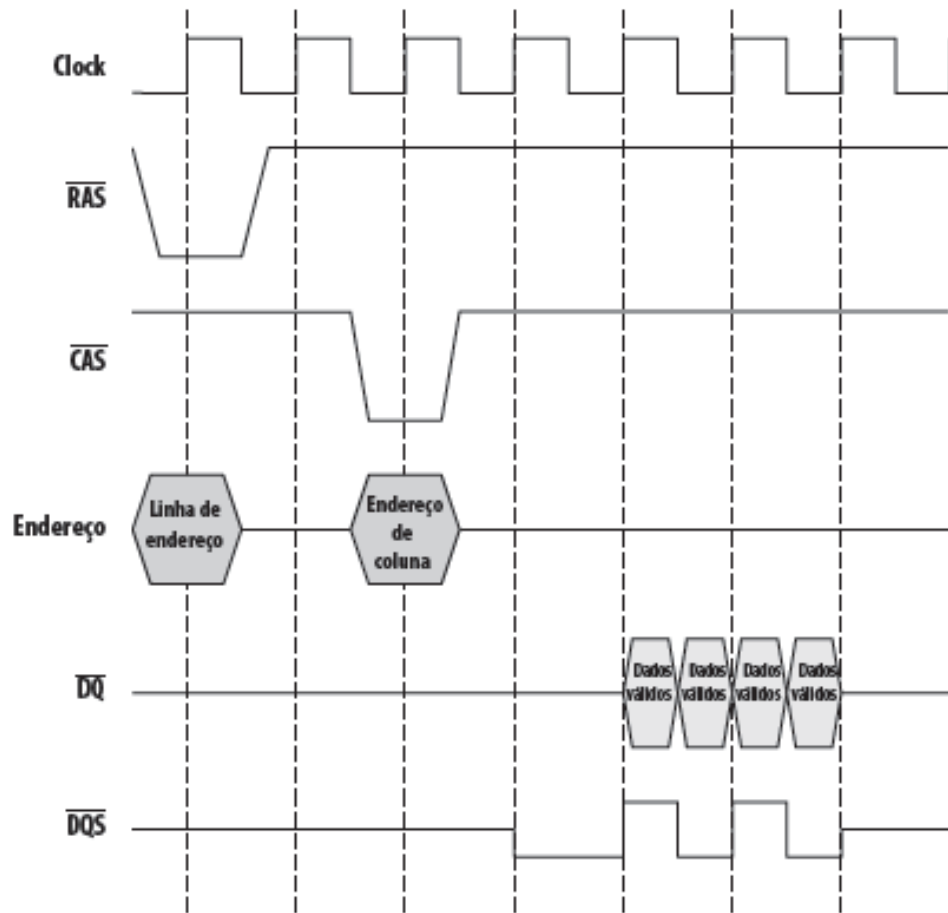
- ▶ Synchronous DRAM
 - ▶ Não confundir com SRAM.
 - ▶ Utiliza Clock sincronizando as operações para melhorar o desempenho.
 - ▶ SDRAM só pode enviar dados uma vez por ciclo de clock.

DDR - SDRAM

▶ DDR

- ▶ Double-data-rate SDRAM.
- ▶ Pode enviar dados duas vezes por ciclo de clock.
 - ▶ Transição de subida (0 para 1) e transição de descida (1 para 0).
- ▶ Duplica o desempenho.

Temporização de Leitura da SDRAM DDR



RAS = seleção de endereço de linha
CAS = seleção de endereço de coluna
DQ = dados (entrada e saída)
DQS = seleção DQ

Multi Channel (Dual Channel, etc.)

- ▶ Se uma operação não pode ser mais rápida, faça mais operações ao mesmo tempo...
- ▶ Se 1 canal lê/grava 64 bits...
- ▶ 2 canais = 128 bits (dual-channel)
- ▶ 3 canais = 192 bits (tri-channel)

- ▶ Para melhorar o desempenho da Memória Principal combina-se DDR, múltiplos canais e o uso da Memória Cache...

Read Only Memory (ROM)

- ▶ Armazenamento permanente.
 - ▶ Não volátil.
- ▶ Utilizada para armazenar:
 - ▶ Programas do sistema (p. ex. BIOS).
 - ▶ Parâmetros de configuração.
 - ▶ Firmware em computadores simples

Tipos de ROM

- ▶ Gravada durante a fabricação:
 - ▶ ROM
 - ▶ Muito cara para pequenas quantidades.
- ▶ Programável (uma vez):
 - ▶ PROM
 - ▶ Programmable ROM
 - ▶ Precisa de equipamento especial para programar.

Tipos de ROM (ii)

- ▶ Lida “na maioria das vezes”:
 - ▶ **EPROM**
 - ▶ Erasable and Programmable ROM
 - ▶ Apagada por UV.
- ▶ **EEPROM ou E²PROM**
 - ▶ Electrically Erasable PROM
 - ▶ Leva muito mais tempo para escrever que para ler.

Tipos de ROM (iii)

- ▶ A E²PROM ainda é usada.
- ▶ Mas era necessária uma memória ainda mais rápida!

Memória Flash

- ▶ Rápida;
- ▶ Tecnologia diferente das ROMs;
- ▶ Acessada em blocos (vários bits de uma vez), mas com acesso aleatório;
- ▶ Utilizada em cartões de memória, pen drives e SSDs.
 - ▶ E também para armazenamento de firmwares, parâmetros de configuração, etc.

Memória Flash (ii)

- ▶ Utiliza um tipo especial de transistor.
- ▶ Três tipos, em ordem: NOR, NAND e NAND 3D.
 - ▶ O 3D é uma referência ao processo de fabricação do chip (“multicamadas”) que viabiliza altíssima densidade de armazenamento.
 - ▶ Por isso cartões de memória, pen drives e SSDs de dezenas e centenas de GB tão pequenos!

Quadro Resumo dos Tipos de Memórias de Semicondutor

Tipo de memória	Categoria	Apagamento	Mecanismo de escrita	Volatilidade
Memória de acesso aleatório (RAM)	Memória de leitura-escrita	Eletricamente, em nível de byte	Eletricamente	Volátil
Memória somente de leitura (ROM)	Memória somente de leitura	Não é possível	Máscaras	Não volátil
ROM programável (PROM, do inglês <i>programmable ROM</i>)			Eletricamente	
PROM apagável (EPROM, do inglês <i>erasable PROM</i>)	Memória principalmente de leitura	Luz UV, nível de chip	Eletricamente	
PROM eletricamente apagável (EEPROM, do inglês <i>electrically erasable PROM</i>)		Eletricamente, nível de byte		
Memória flash		Eletricamente, nível de bloco		

Stallings (2010)

Referências Bibliográficas

- ▶ Stallings, William. Arquitetura e Organização de Computadores. 8ª edição. Pearson Education. 2010.
- ▶ Tanenbaum, Andrew S. Organização Estruturada de Computadores. 5ª Edição. Pearson Education. 2007.
- ▶ Murdocca, Miles J. e Heuring, Vincent P. Introdução à Arquitetura de Computadores. Editora Campus. 2000.
- ▶ Parhami, Behrooz. Arquitetura de Computadores - De Microprocessadores a Supercomputadores. Editora McGraw-Hill. 2007.
- ▶ Carter, Nicholas. Arquitetura de Computadores - Coleção Schaum. Editora Bookman. 2003.