



Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação - EESC-USP

SEL-0415 Introdução à Organização de Computadores

Aula 4 : Memórias – Parte 1

Profa. Luiza Maria Romeiro Codá

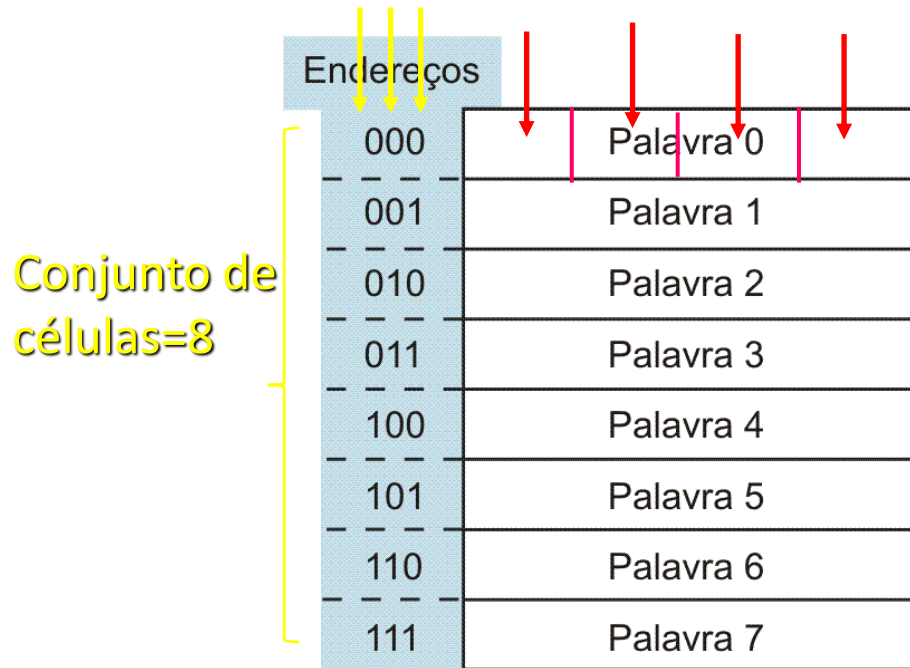
Memórias em um Microcomputador

Memória:

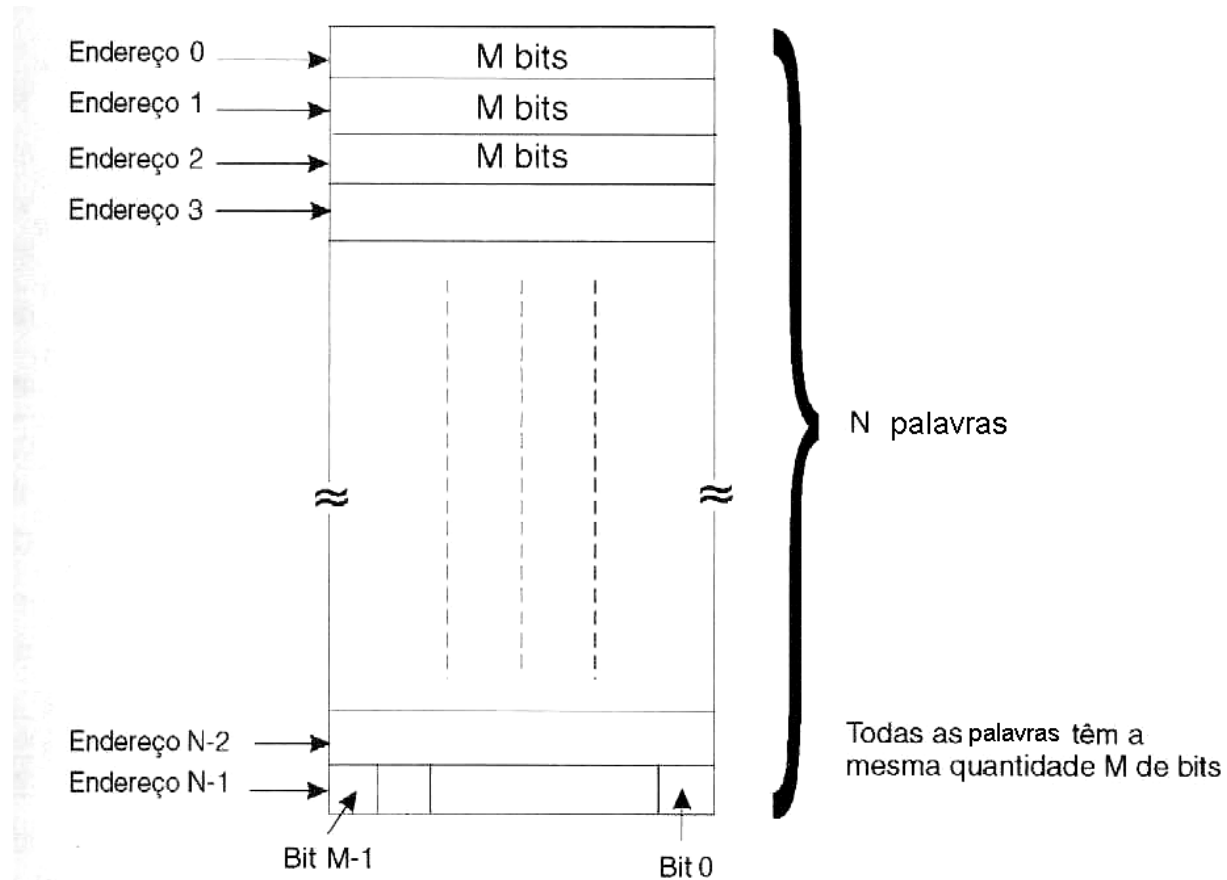
- é a parte do computador onde programas e dados são armazenados;
- é formada por um conjunto de células (ou posições), cada uma das quais podendo guardar uma informação (conjunto de bits);
- Todas as células (posições) de uma dada memória têm o mesmo número de bits (palavra);
- Os números que identificam (referenciam) a posição da célula na memória são chamados de **Endereços**.
- Endereços são indexadores pelos quais os programas podem referenciar dados na memória.
- Os computadores modernos agrupam as células (conjunto de bits) em **Palavras** (word)
- a Palavra é a parte mínima de dados que podem ser transferidos de/para a memória (MP)
- A informação na palavra pode ser um dado ou uma instrução.

Memória de 8x4

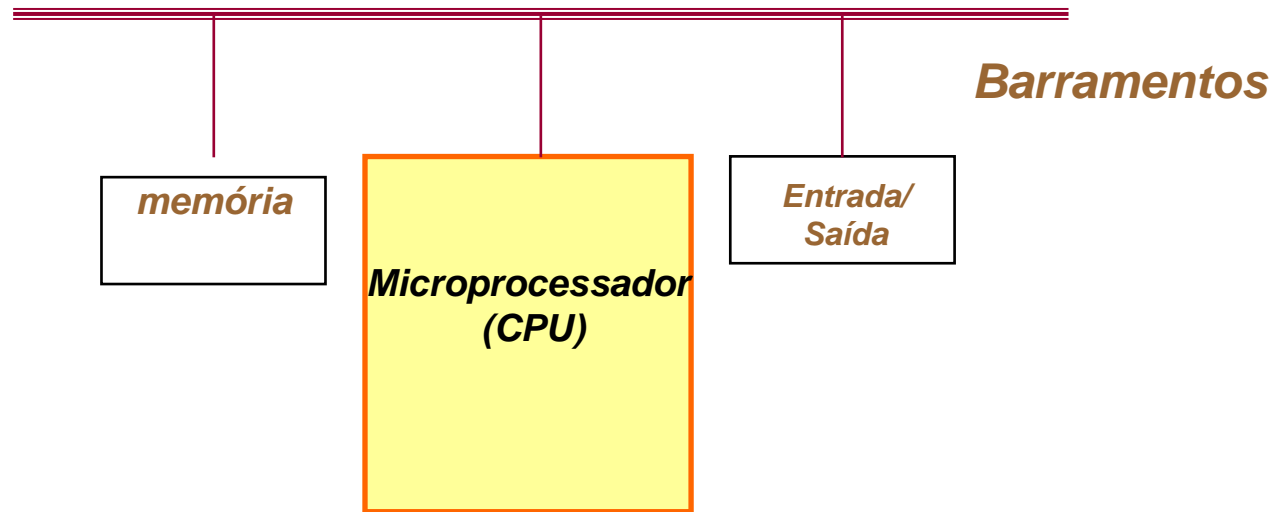
(Duto de endereço) A2 A1 A0 D3 D2 D1 D0 (Duto de Dados)



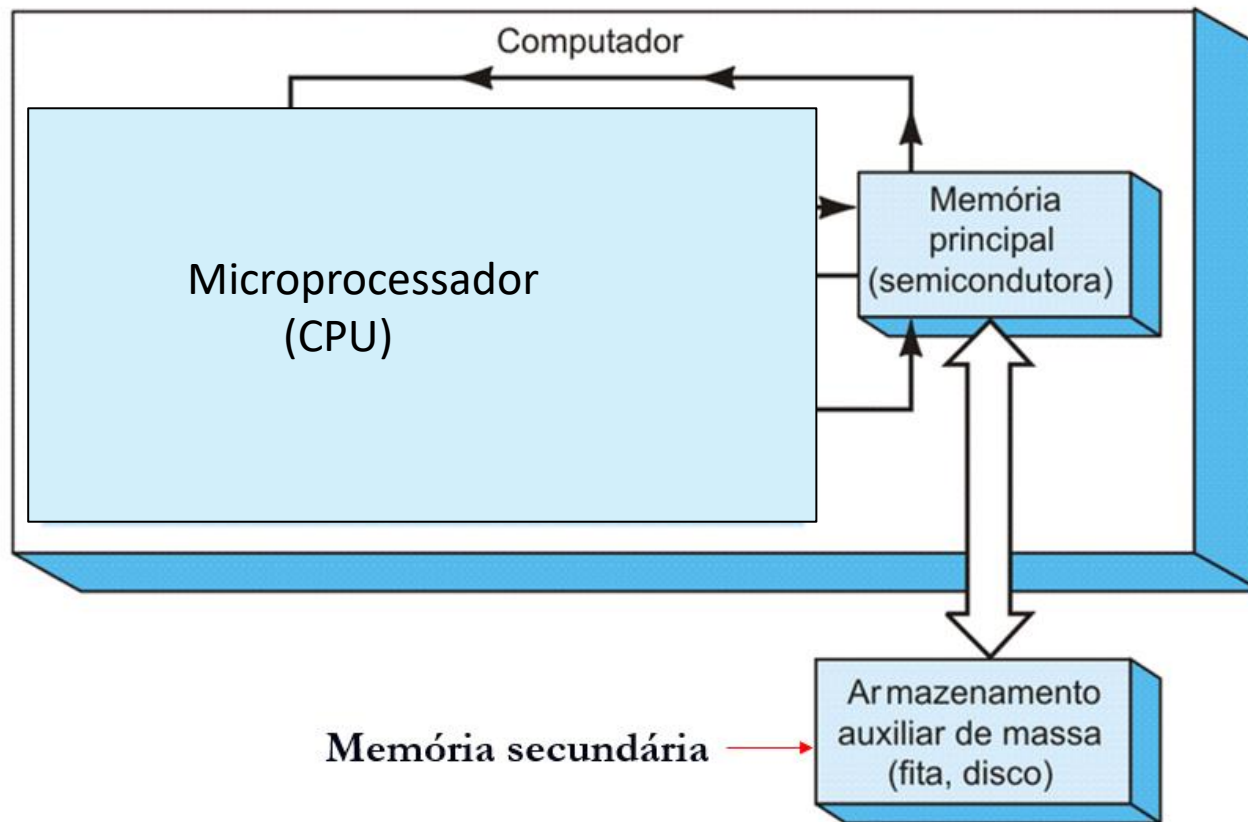
Memória de NxM



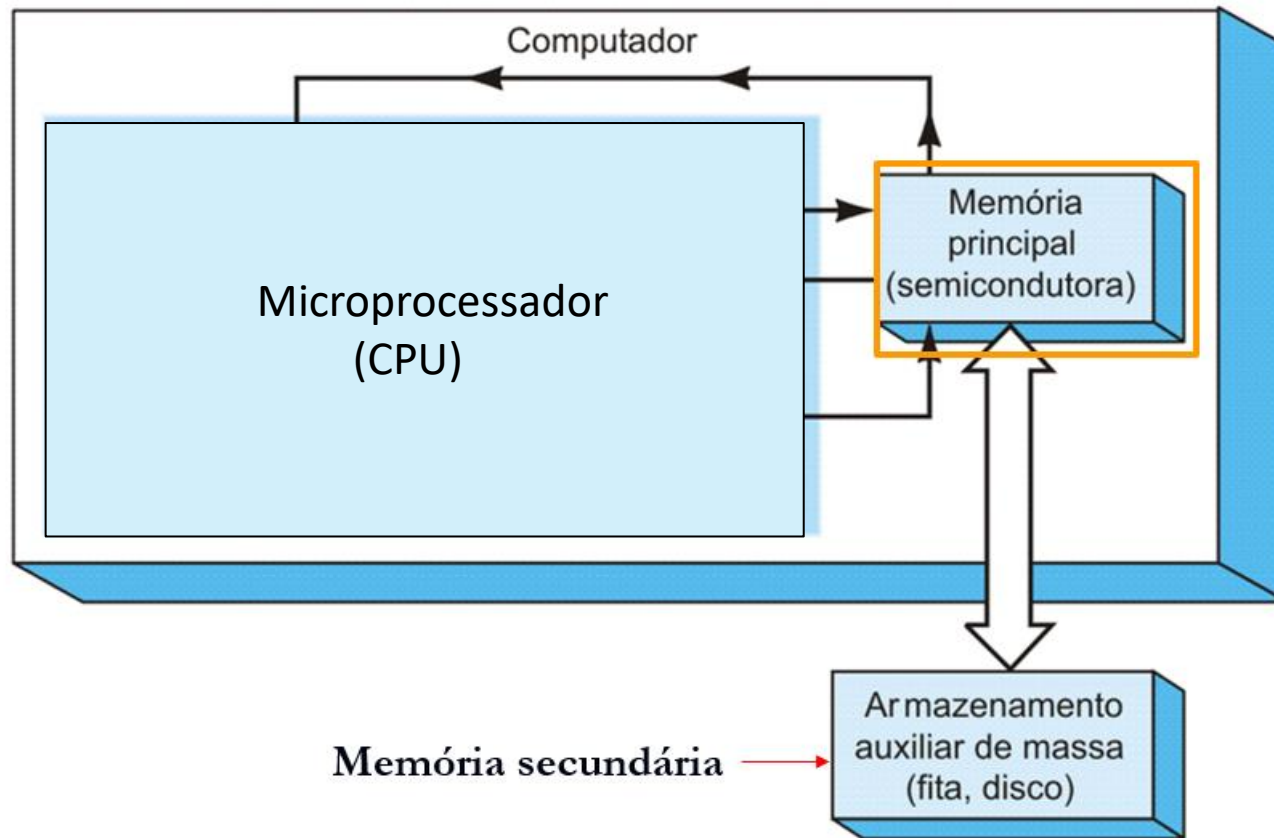
MODELO DE VON NEUMANN



Memórias em um Microcomputador

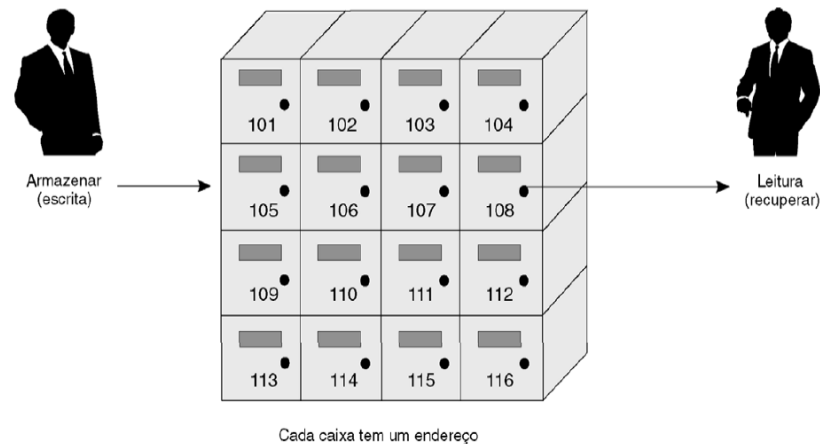


Memórias em um Microcomputador



Memória Principal: Memória Semicondutora

- Elemento Básico – FF tipo D (armazenamento de um bit)
- Registrador – Tipo mais simples
- Pode ser de escrita e leitura (RAM) ou apenas leitura (ROM)
- Deve ter um endereço específico para cada dado (célula)

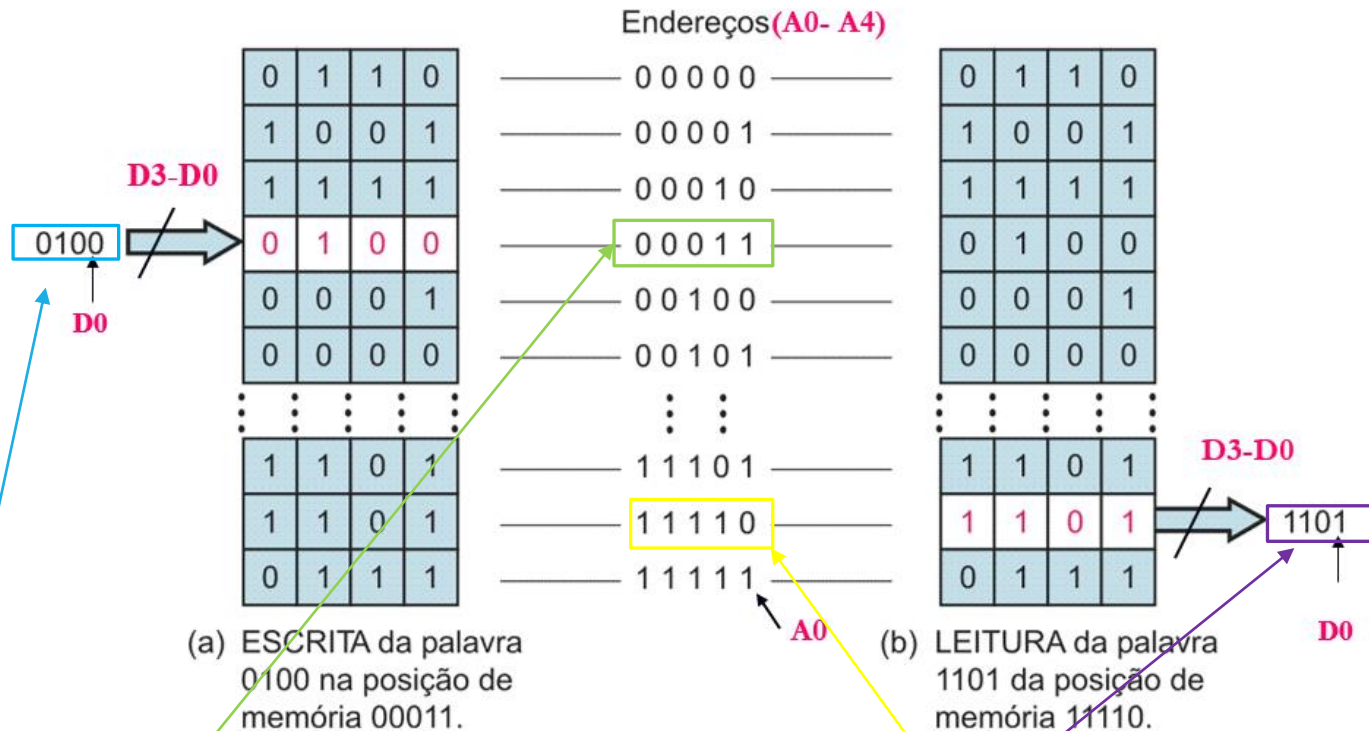


Memória: Escrita e Leitura

Leitura: Quando um valor é buscado da memória, o conteúdo da palavra não é alterado. Apenas uma cópia será enviada pela memória para a CPU.

Escrita: A gravação de um novo conteúdo em uma palavra se dá com a destruição do conteúdo anterior. O valor é enviado pela CPU para a memória

Escrita e Leitura em uma memória de 32 x 4 ($2^5 \times 4$)



Para essa escrita:

O microprocessador coloca no duto de endereços o valor 00011 e envia pelo duto de dados o valor

0100 a ser gravado

Para essa leitura:

O microprocessador coloca no duto de endereços o valor 11110 e o valor acessado na memória

1101 é disponibilizado no duto de dados

Organização de Memórias

Organização:

$$2^{n_e} \times n_d$$

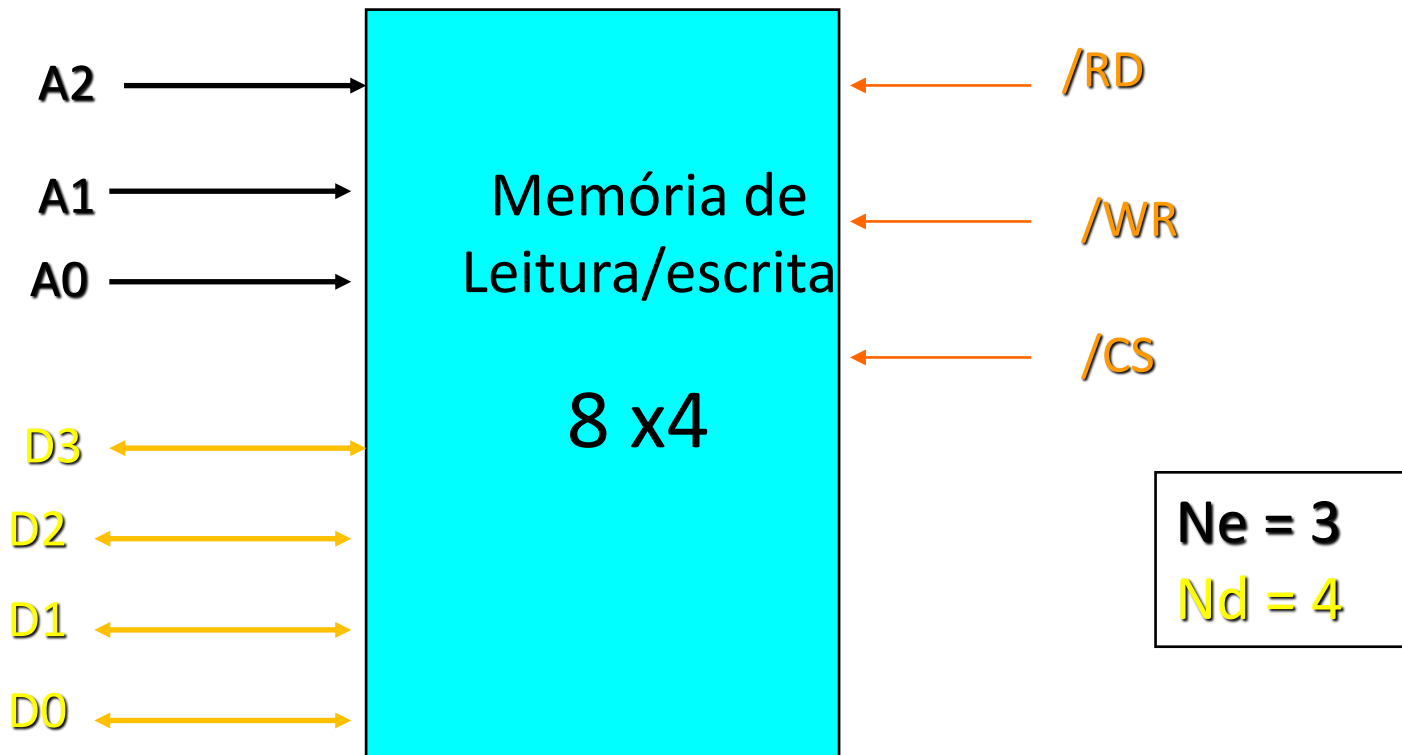
$n_e = n^{\circ}$ de bits de endereço
 $n_d = \text{número de bits de dados}$

Exemplo:

$$\left. \begin{array}{l} n_e = 4 \\ n_d = 4 \end{array} \right\} \longrightarrow 2^4 \times 4 = 16 \times 4 \\ \text{(16 palavras de 4 bits)}$$

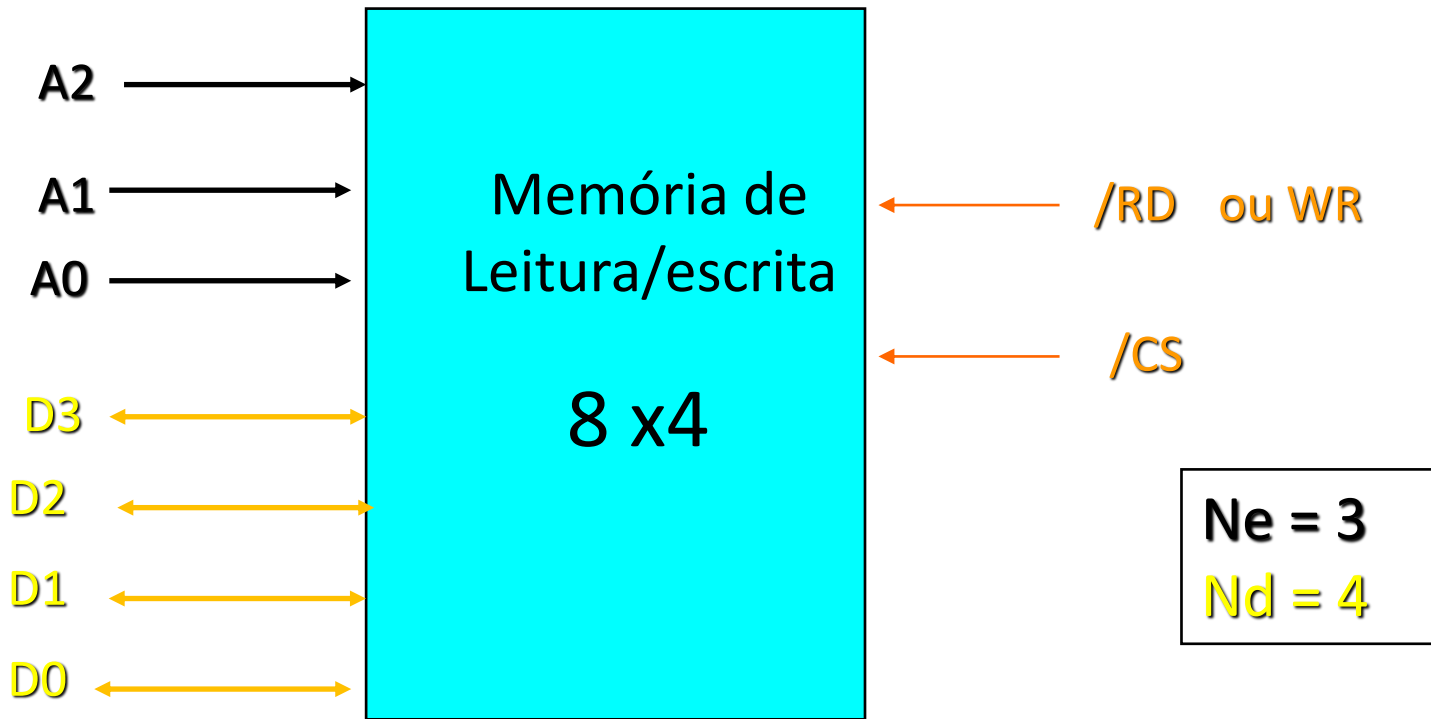
- * 1K x 1 : 1024 palavras de 1 bit
- * 16K x 8 : 16K palavras de 8 bits
- * 64K x 8 : 64K palavras de 8 bits

Representação do Chip de Memórias de leitura/escrita(RAM) de 8x4



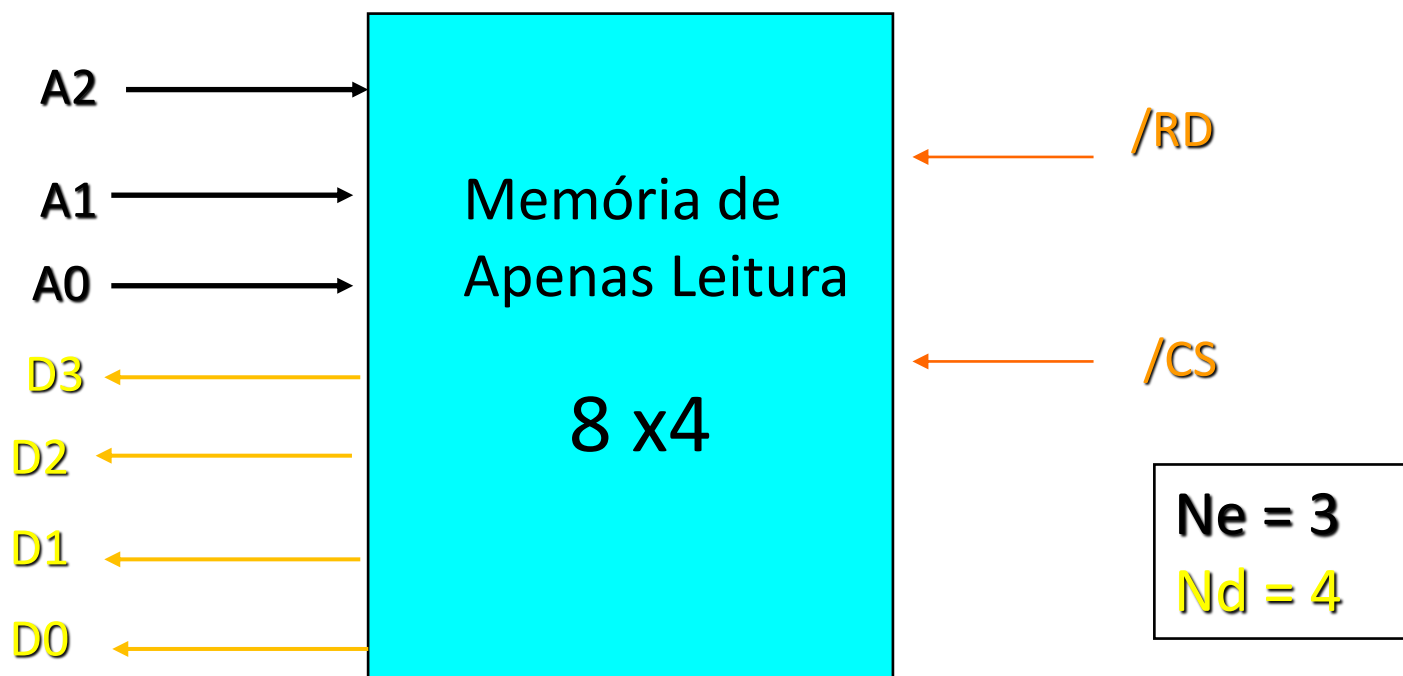
Organização da memória $= 2^{n_e} \times n_d = 2^3 \times 4$

Outra maneira: Representação de chip de Memórias de leitura/escrita(RAM) de 8x4



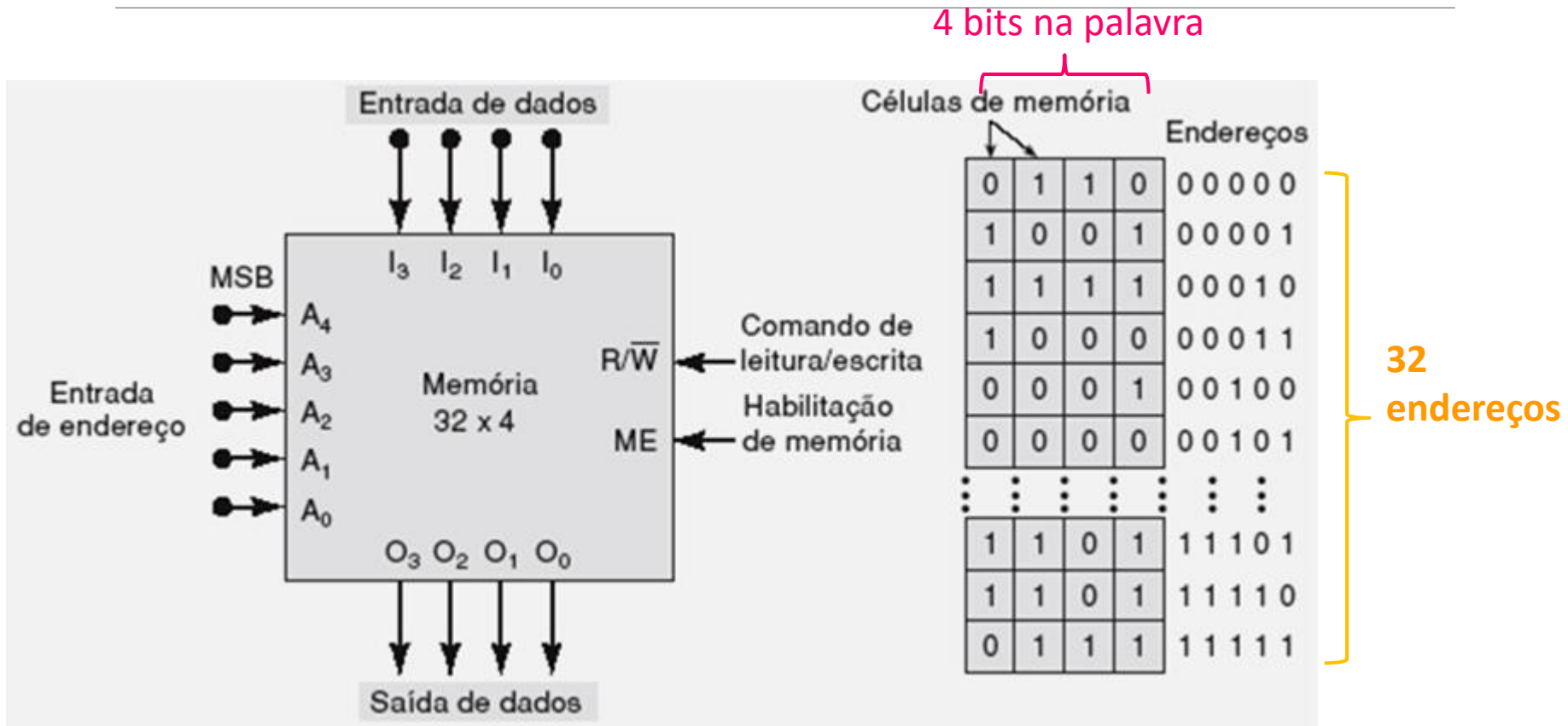
Organização da memória $= 2^{n_e} \times n_d = 2^3 \times 4$

Representação de Chip de Memórias de leitura (ROM ou EEPROM) de 8x4



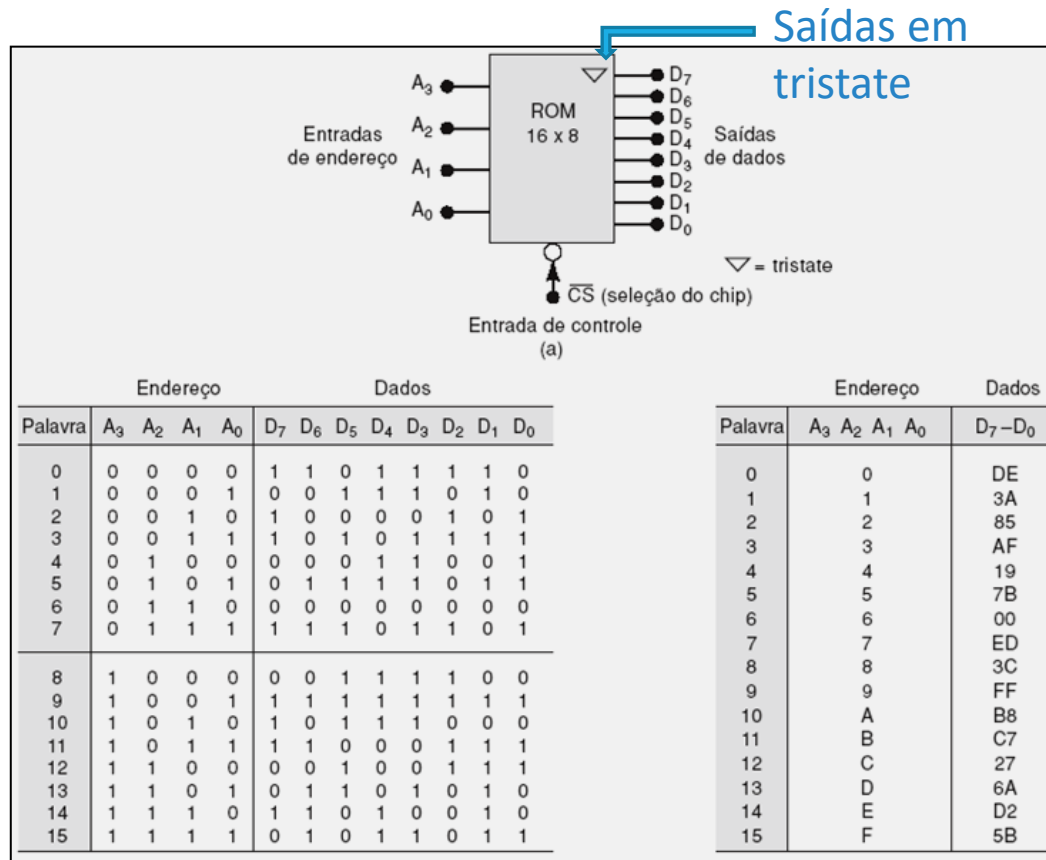
Organização da memória $= 2^{n_e} \times n_d = 2^3 \times 4$

CI de Memória Semicondutora de escrita e leitura (RAM)



Organização da memória = $2^{ne} \times n_d = 2^5 \times 4$

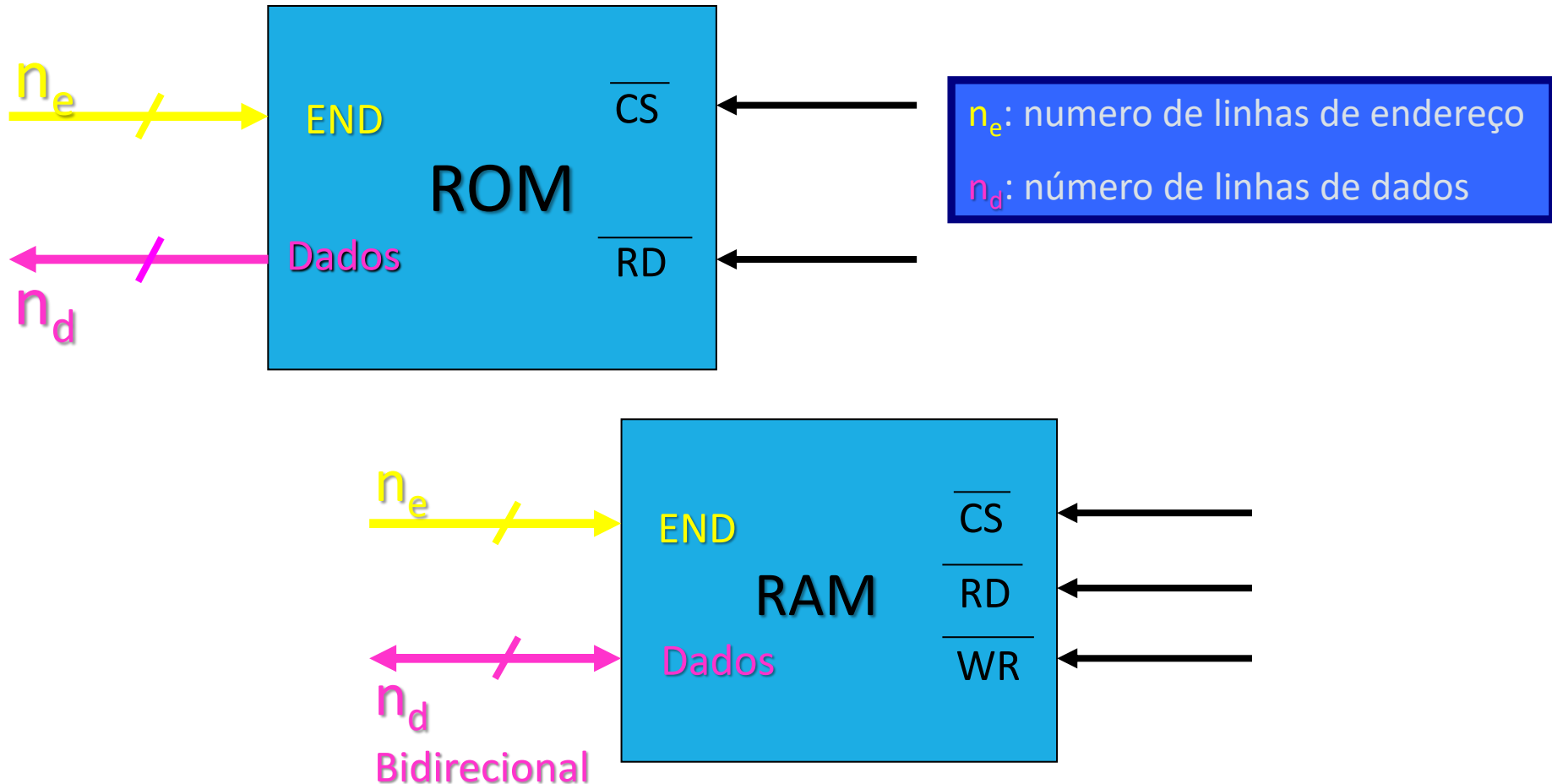
CI de Memória Semicondutora somente de leitura (ROM ou EEPROM)



Organização da memória $= 2^{ne} \times n_d = 2^4 \times 8 = 16 \times 8$

Representação Memórias Semicondutoras

- Conjunto de Sinais:



Descrição dos sinais de Memórias Semicondutoras

END: duto de endereço

- ✓ Especifica uma posição de memória.
- ✓ Através do número de linhas de endereço, n_e , pode-se determinar o número de palavras da memória.

Exemplo:

$n_e = 10$  nº de palavras = $2^{10} = 1024 = 1K$ palavras

Descrição dos sinais de Memórias Semicondutoras

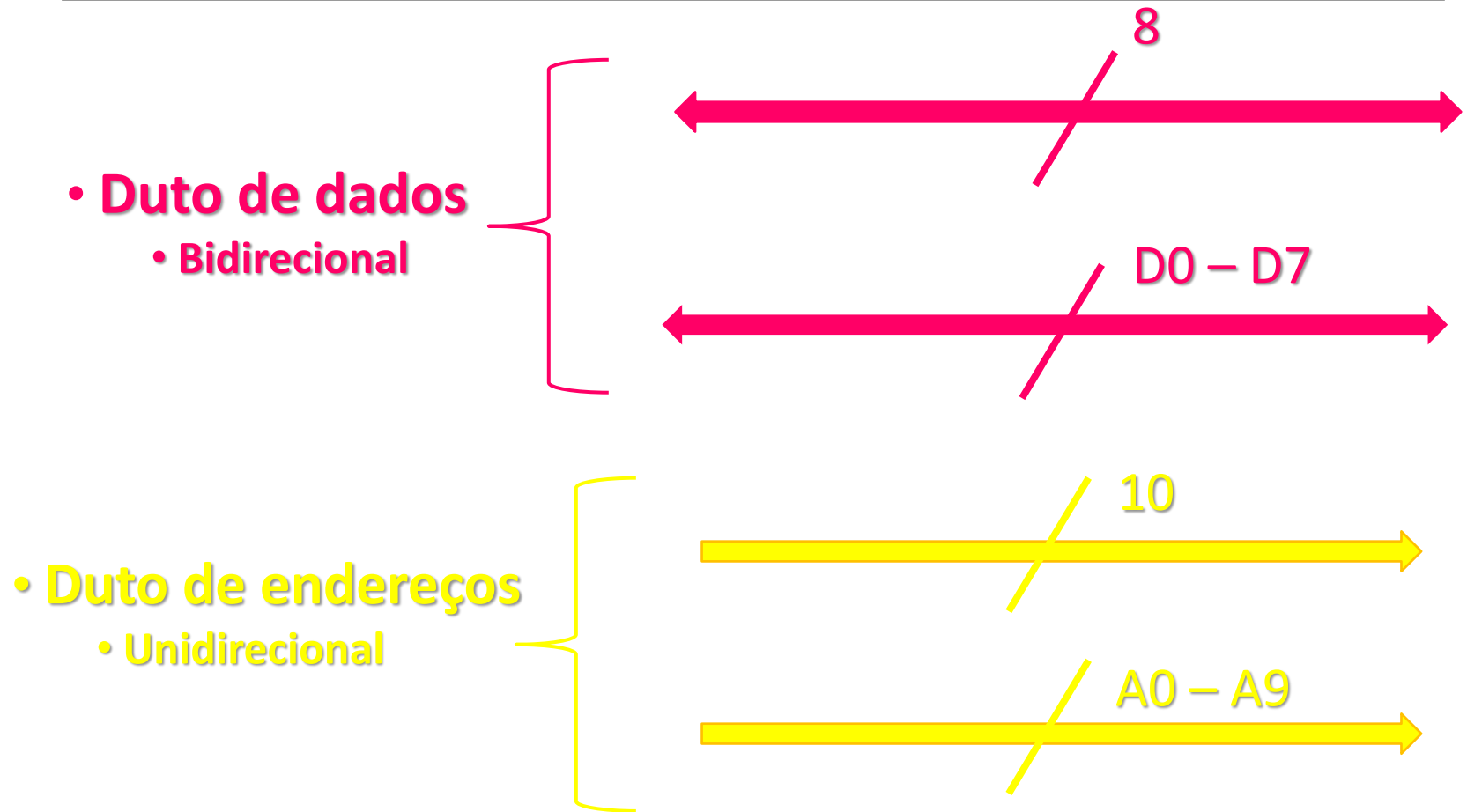
DADOS: duto de dados

- ✓ Contém o valor que foi lido ou que será gravado em uma determinada posição.
- ✓ O número de bits desse duto, n_d , especifica o tamanho da palavra da memória.

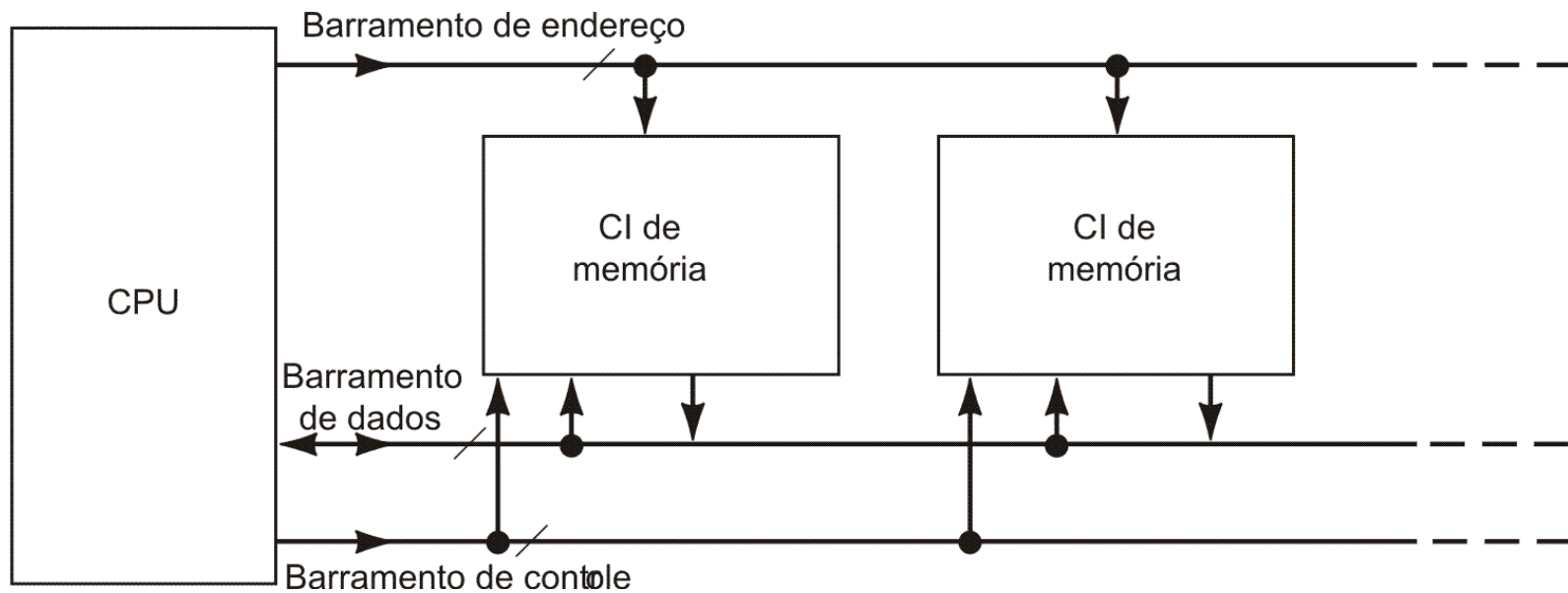
Exemplo:

$n_d = 8$  Tamanho da palavra = 8

Barramentos (dutos) para conexão de uma memória em um microprocessador

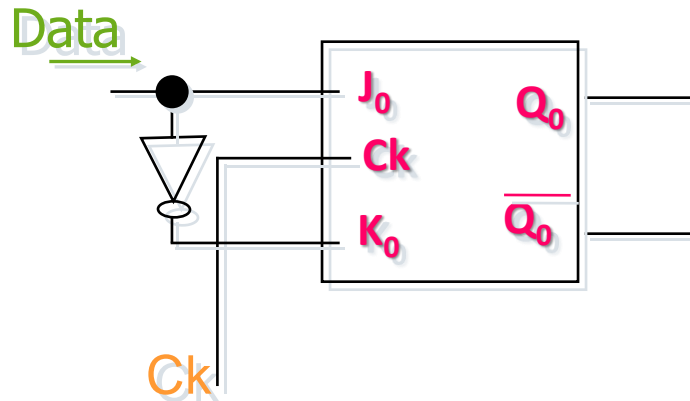


Barramentos para conexão de uma memória em um microprocessador



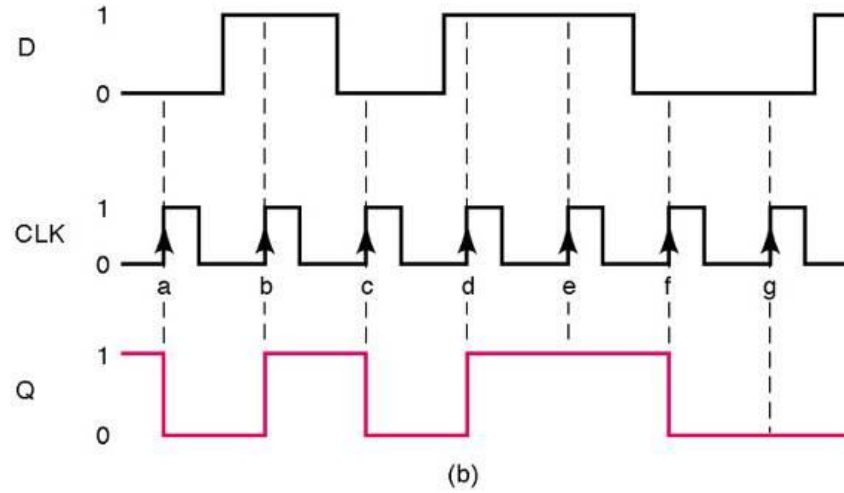
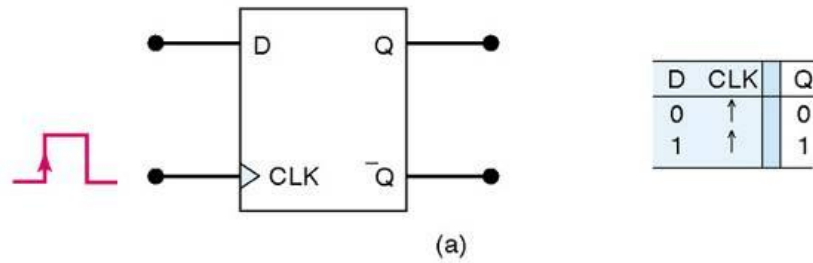
Memórias Semicondutoras

Elemento Básico de 1 bit



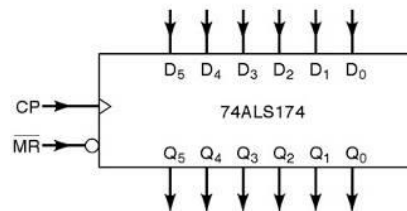
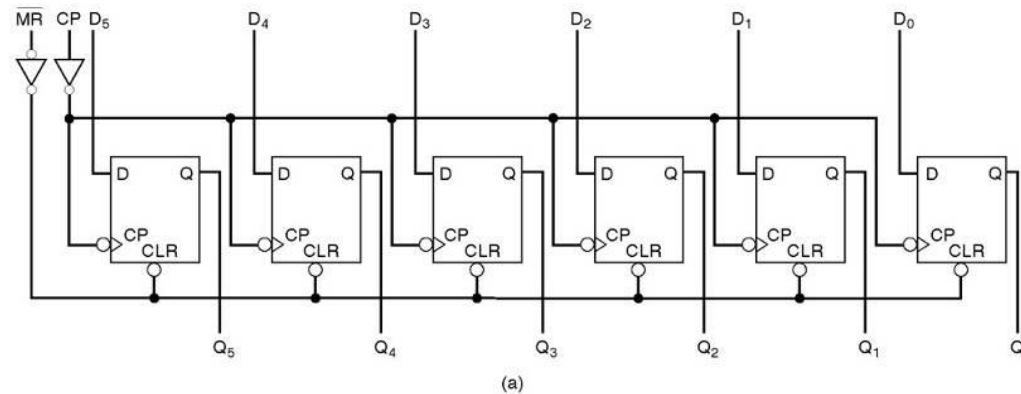
J	K	Q
0	0	Q_0
0	1	0
1	0	1
1	1	$\overline{Q_0}$

Flip-Flop Tipo D



Registrador

- Tipo mais simples de memória com mais de 1 bit: ex: **uma palavra;**
- É um conjunto simples de memória utilizado para armazenamento de dados



Registrador

Registradores estão presentes internamente nos microprocessadores e microcontroladores, para armazenar dados temporários, que serão processados ou enviados (gravados) em memórias ou dispositivos de I/O.

Podem ser:

- **Entrada e saída paralelos**
- **Entrada e saída seriais**
- **Entrada paralela e saída serial**
- **Entrada serial e saída paralela**

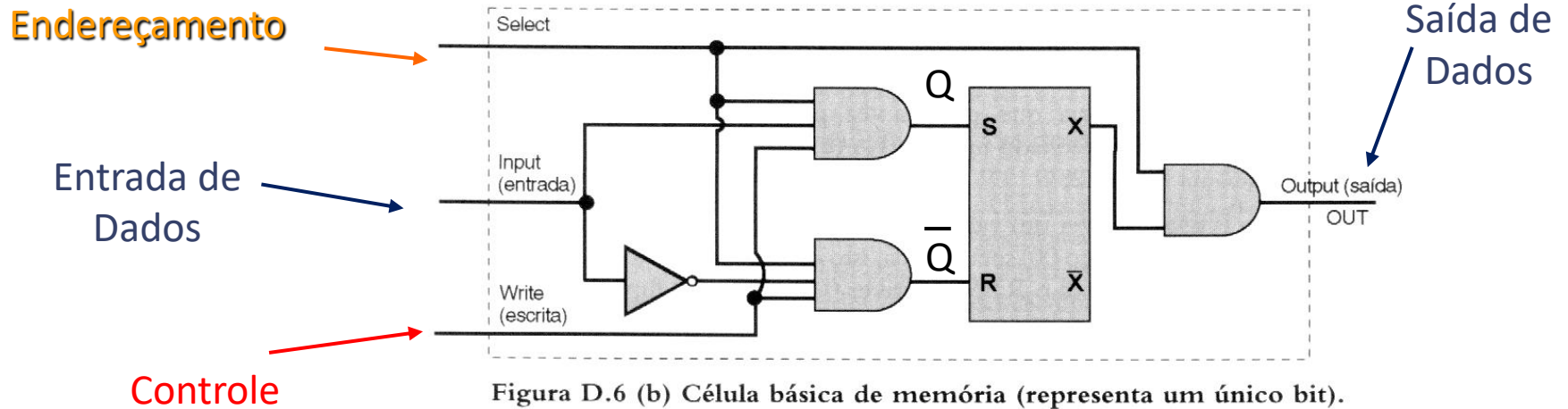
Memória Semicondutora

É um elemento de memória com mais de uma palavra.

A arquitetura Interna da memória semicondutora apresenta:

- **Célula básica;**
- **Circuito para endereçamento (Decodificadores);**
- **Portas de I/O de dados;**
- **Circuito de controle**

Célula Básica da memória semicondutora RAM R/W

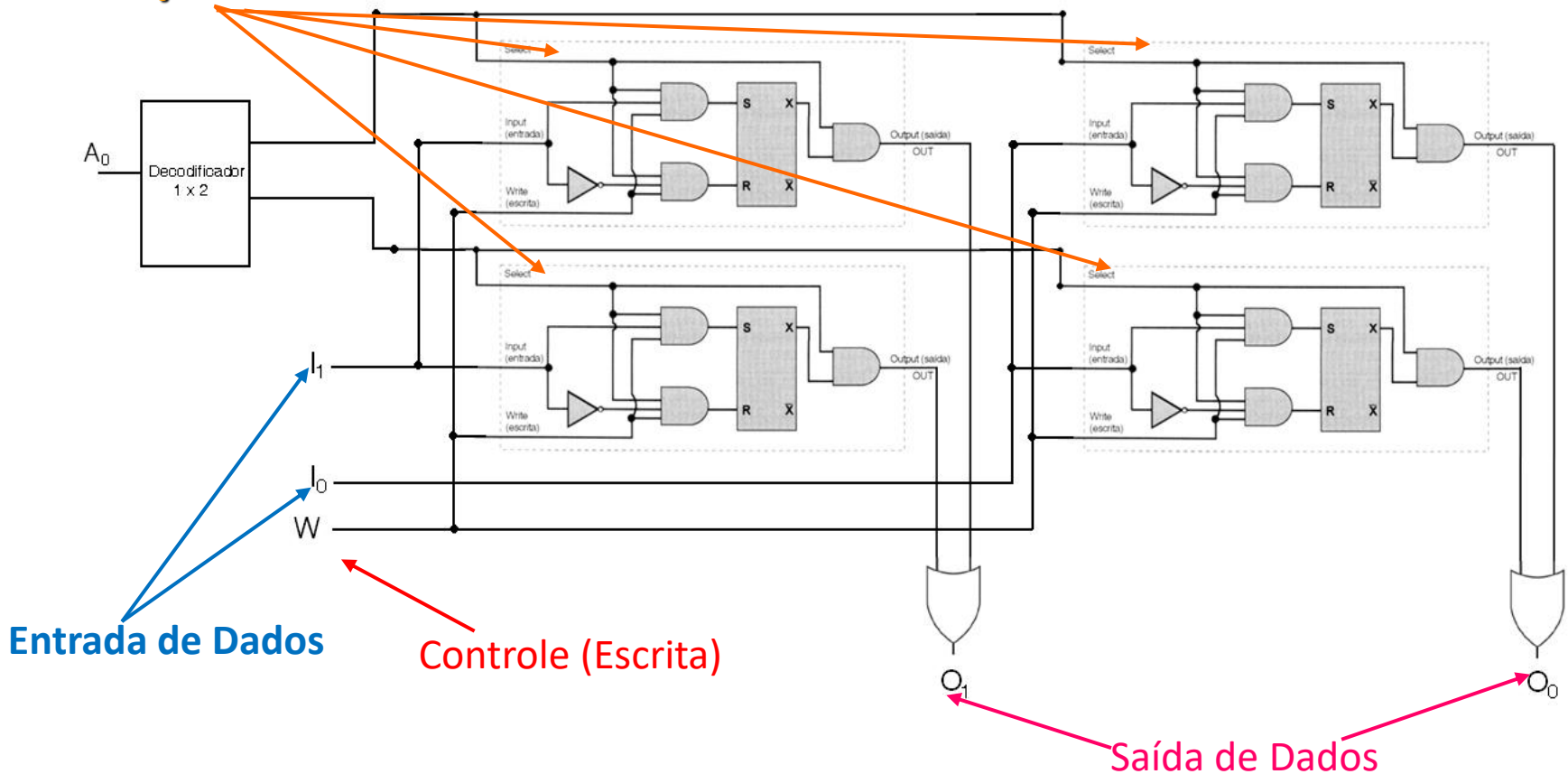


Select	Write	Input	Output	
1	1	0	0	} Modo escrita
1	1	1	1	
0	x	x	0	→ Desabilitado
1	0	x	Q	→ Modo leitura

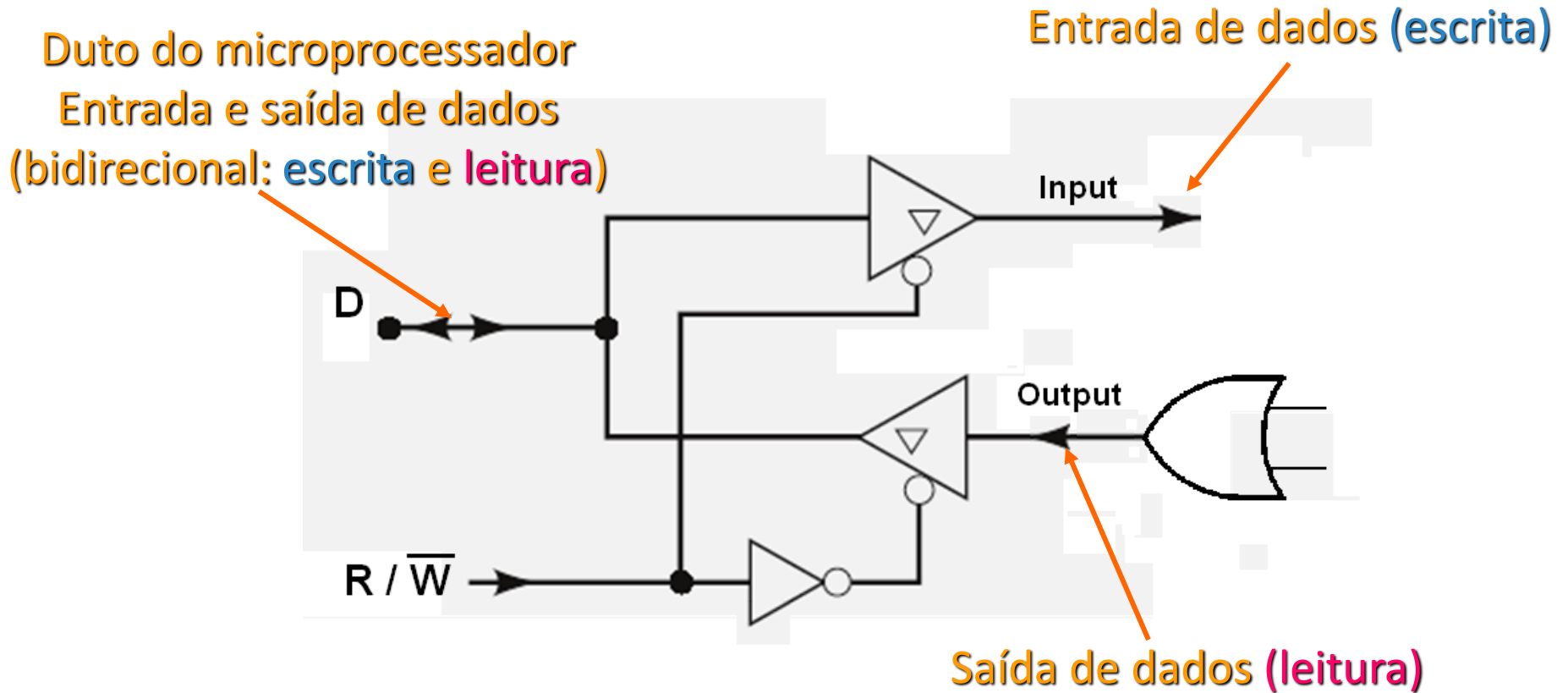
Memória Semicondutora RAM 2x2

Endereçamento

2 endereços de 2 bits



Porta I/O para Memória Semicondutora RAM

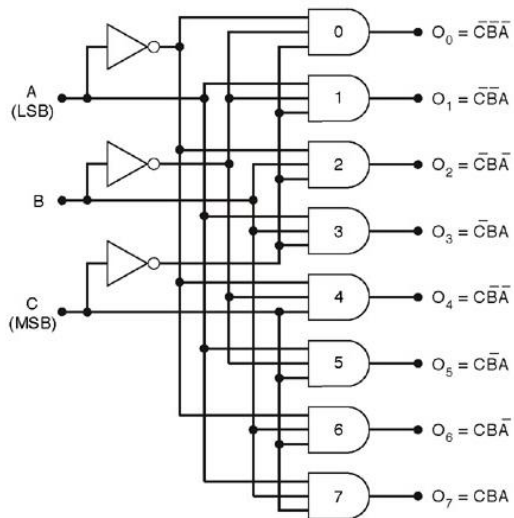


Decodificadores internos a memória semicondutora

- Utilizado para **endereçamento** da posição da memória internamente no chip;
- Geram produtos canônicos;
- Circuito digital que faz a conversão de um código para outro;
- Recebe um número binário na entrada e ativa apenas 1 saída correspondente ao número decodificado;
- Estão integrados ao FF nas memórias semicondutoras

Decodificadores

Exemplo de Decodificador 3 x 8



C	B	A	O ₇	O ₆	O ₅	O ₄	O ₃	O ₂	O ₁	O ₀
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0

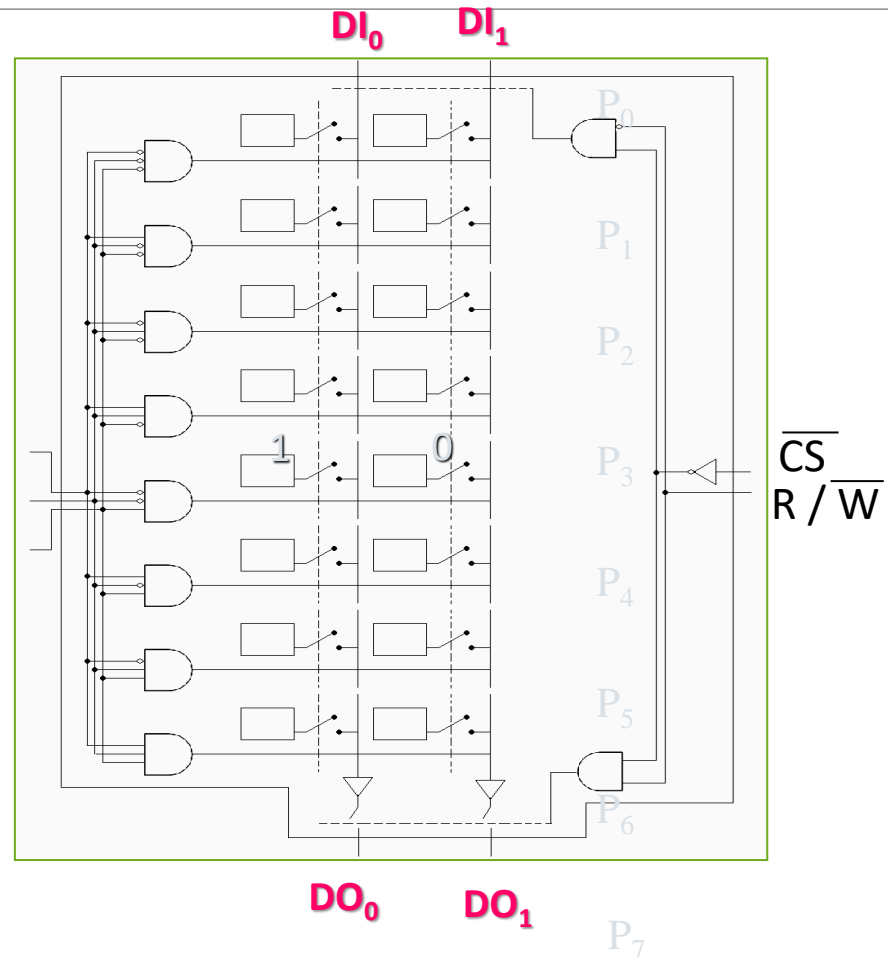
Tipos de Endereçamento das Células das Memórias

a) Linear :

Exemplo: memória 8 x 2

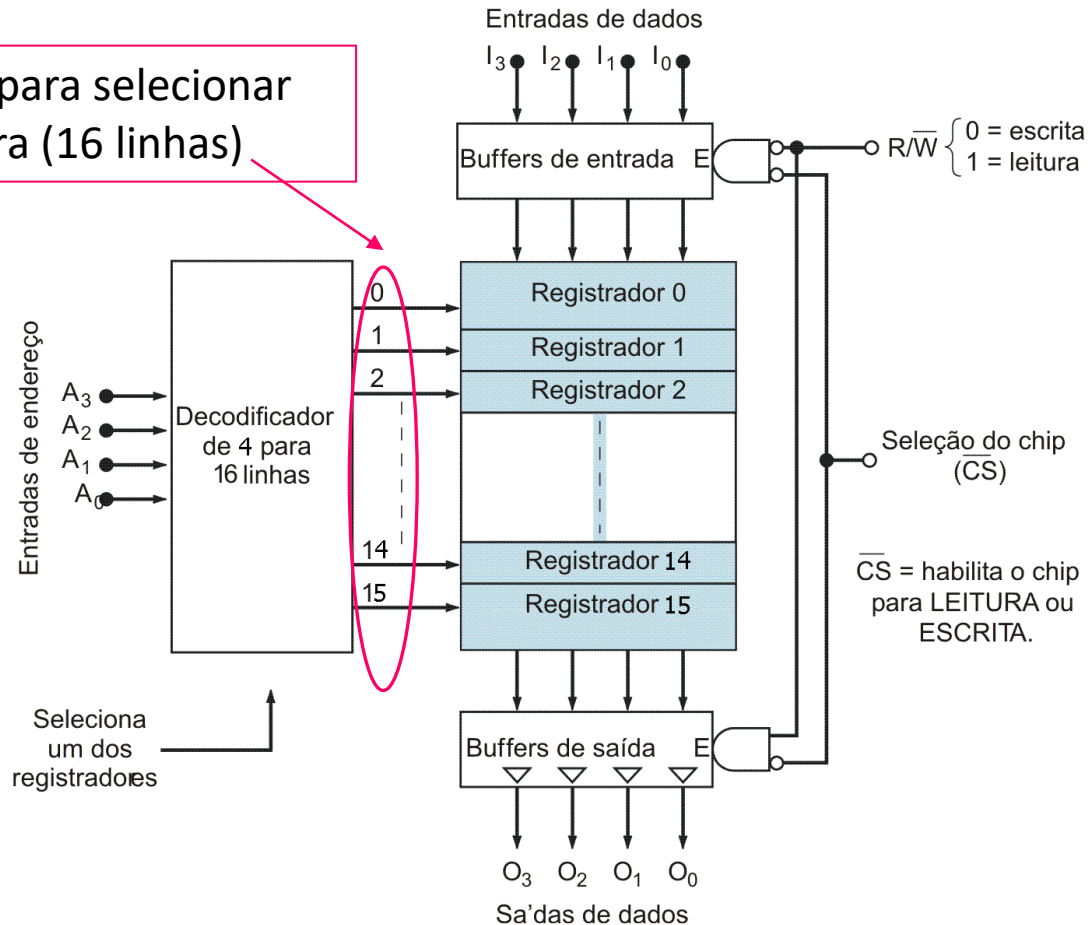
$n_e = 3 : A_2 A_1 A_0$
MSB

$n_d = 2 : D_1 D_0$
MSB



Arquitetura de uma RAM 16x 4 (decodificação linear)

Uma linha para selecionar cada palavra (16 linhas)



Tipos de Endereçamento das Células das Memórias

b) Matricial (ou bidimensional): decodificadores de linhas e colunas

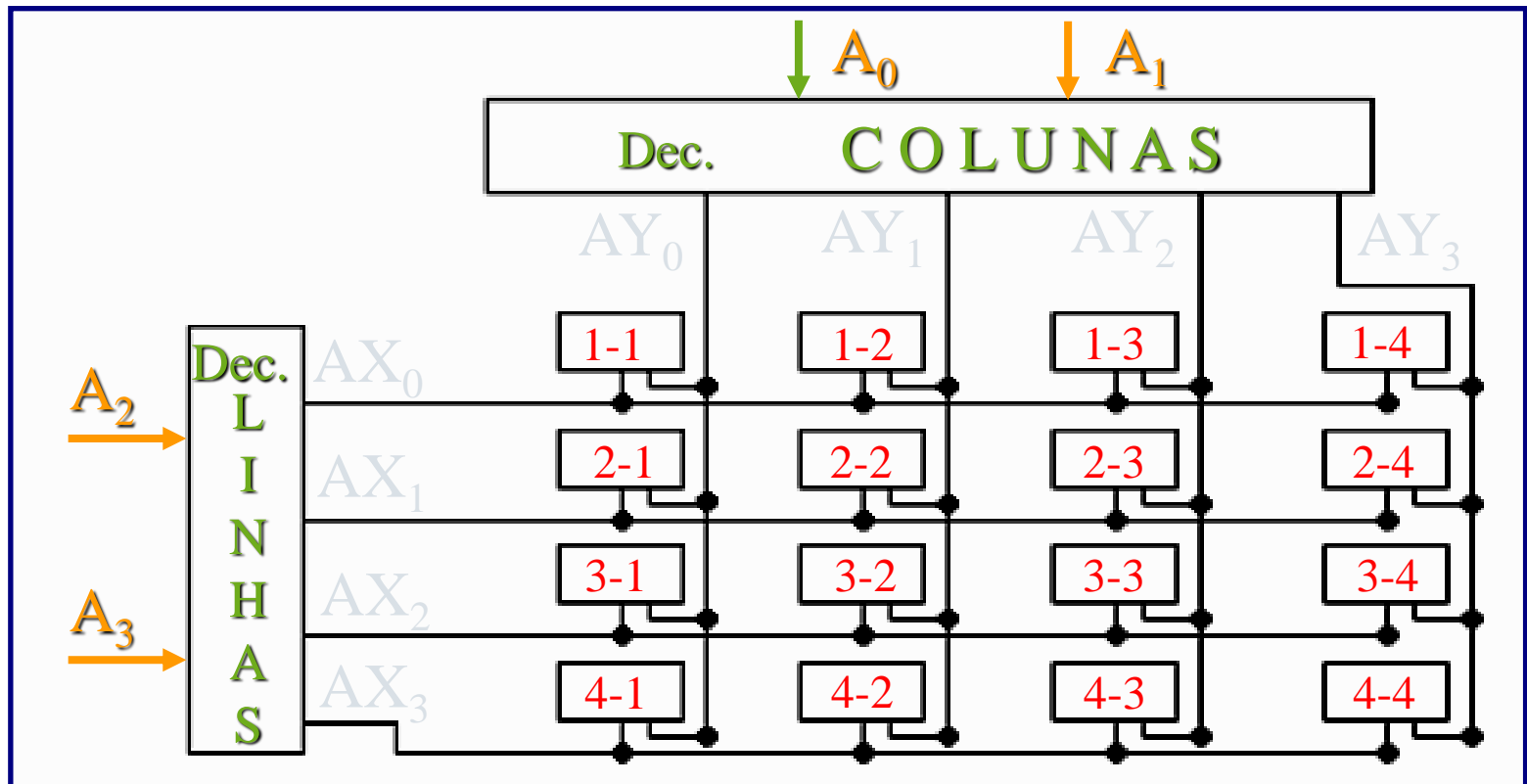
Este arranjo requer menor número de linhas e colunas, e decodificadores menores.

Exemplo: memória de 64KB tem 65.536 células.

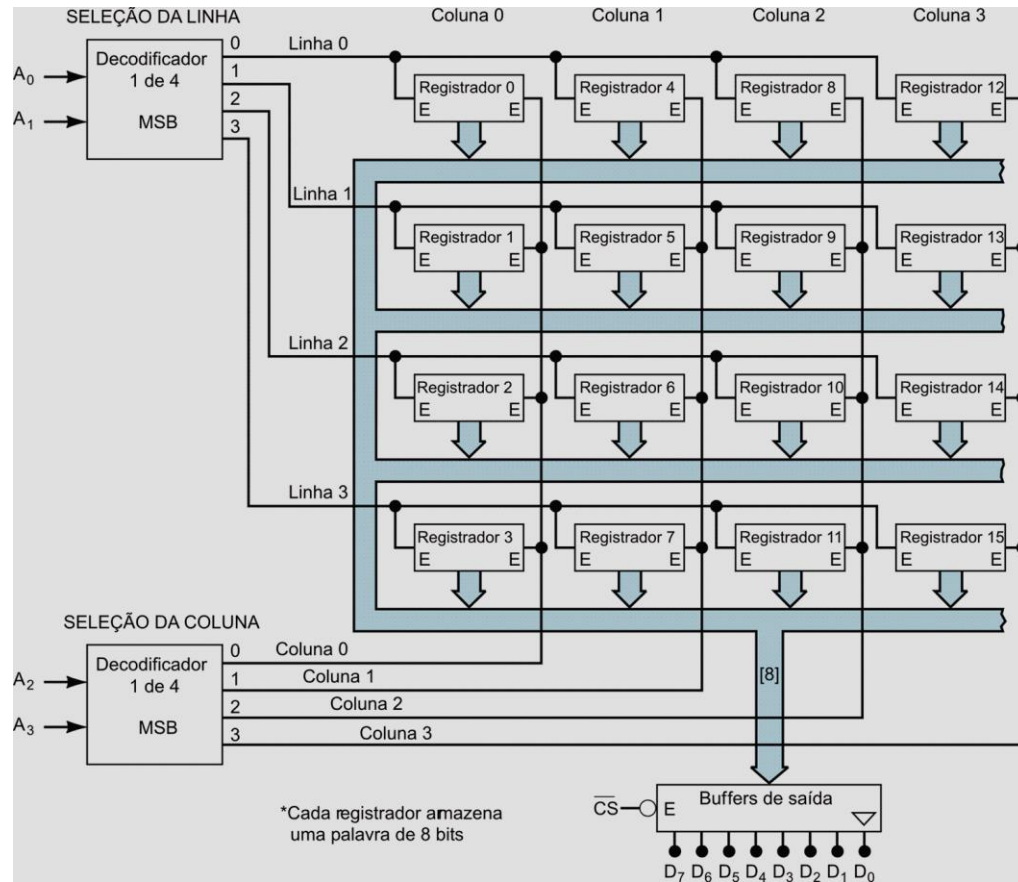
- **Arranjo Linear:** 1 decodificador de 16 Bits de entrada com 65.536 saídas (65.536 fios de ligação entre memória e decodificador)
- **Arranjo Matricial:** 2 decodificadores de 8 Bits de entrada com 256 saídas cada ($2^8 \times 2 = 256 \times 2 = 512$ saídas).
512 fios de ligação entre memória. e decodificador.

TIPOS DE ENDEREÇAMENTO DAS CÉLULAS DAS MEMÓRIAS

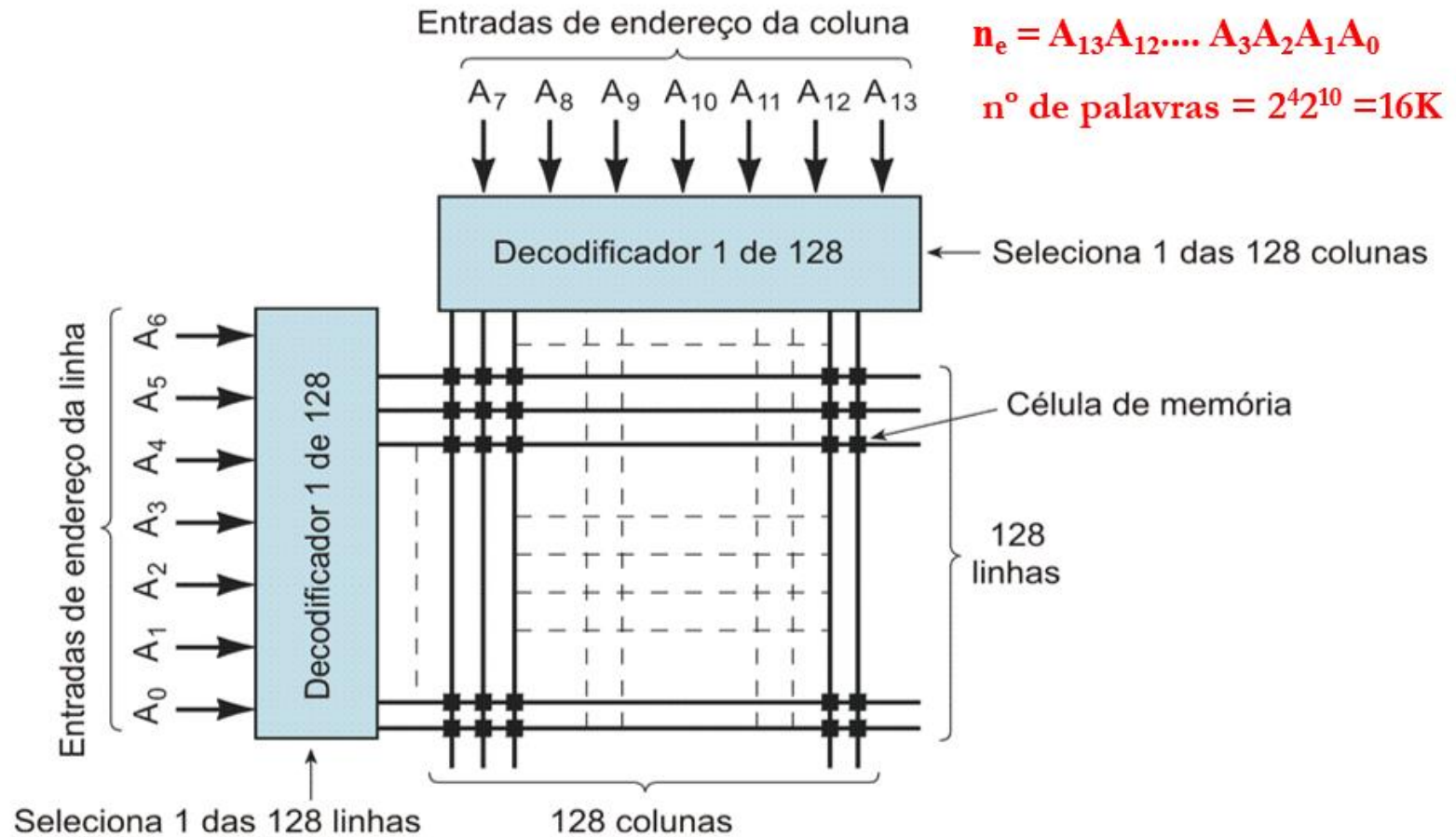
b) Matricial (ou bidimensional): exemplos



Arquitetura de uma ROM 16 × 8



Arquitetura de uma ROM 16K × 1



Memórias Semicondutoras

Características Gerais:

- **Densidade:** número de bits armazenados / área física.
- **Tempo de Acesso:** intervalo de tempo entre o endereçamento da memória e a apresentação de dados válidos no duto de dados (medido em nanossegundos)
- **Capacidade:** é a quantidade de informação que pode ser armazenada em uma memória (medida unidades de Bytes)
- **Velocidade:** taxa em que os dados podem ser lidos ou gravados (quantidade de blocos de dados, ou Bytes, que podem ser transferidos durante um segundo): medida em Hz
- **Potência:** consumida ou dissipada pela memória (depende da tecnologia e organização)
- **Custo:** valor do semicondutor dividido pelo número de bits que pode armazenar.

Classificação de memórias

1. ACESSO

Seqüencial ➔ as palavras são gravadas e lidas em seqüência

Vantagens: eficientes e de baixo custo

Desvantagens: muito lentas

Ex.: fita magnética, fita de papel

Aleatório (Direto) ➔ tempo de acesso igual para qualquer posição da memória

Ex.: Memórias semicondutoras

* CD, DVD, HD (não são sequenciais, mas o tempo de acesso pode diferir de acordo com o endereço do dado)

Classificação de memórias

1. ACESSO

2. VOLATILIDADE

Voláteis ➡ dado permanece gravado enquanto houver tensão de alimentação

Ex.: Memórias baseadas em FF

Não Voláteis ➡ mantêm a informação mesmo sem alimentação

Ex.: Memórias Magnéticas, Memórias Ópticas, CD-ROMs, semicondutora ROM, EPROM

Classificação de memórias

1. ACESSO

2. VOLATILIDADE

3. ESCRITA/LEITURA

De Escrita e Leitura ➡ RWM (RAM)

Somente de Leitura ➡ ROM

Classificação de memórias

1. ACESSO

2. VOLATILIDADE

3. ESCRITA/LEITURA

4. ARMAZENAMENTO

Estáticas ➡ o dado inserido fica armazenado indefinidamente enquanto houver alimentação

Ex. Armazenamento em FF (SRAM)

Dinâmicas ➡ é necessária um “refresh” para manter o dado armazenado (DRAM)

Ex. Armazenamento em Capacitores

Tipos Básicos de Memórias Semicondutoras

ROM (*Read Only Memory*)

- Somente Leitura
- Não-Voláteis
- estáticas

RAM (*Random Access Memory*)

- Escrita e Leitura
- Voláteis
- Estáticas ou dinâmicas

Memórias Semicondutoras : ROM

Memórias tipo ROM – Características

- Permitem apenas Leitura
- Constituídas de Circuitos Combinacionais
- Gerador de Produtos Canônicos para Seleção
- Não Voláteis
- Acesso aleatório (ram!!!) – tempo de acesso igual para qualquer endereço.
- Memória Estática
- Usada para armazenar programas estáticos (que não alteram) ⇒ programa de um microcontrolador

Memórias ROM

Tipos:

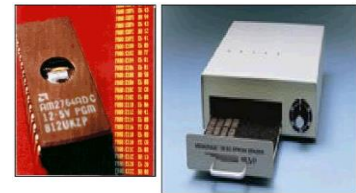
- **ROM: Read Only Memory (MROM)**
- **PROM: Programmable ROM**
- **EPROM: Erasable PROM**
- **EEPROM: Eletrically EPROM : FLASH**

Tipos de Memórias ROM

MROM: 1º tipo de memória da família ROM que surgiu;
Apenas de leitura, não volátil e acesso aleatório;
Conteúdo estabelecido pelo usuário, porém a gravação feita pelo fabricante;
componentes (diodos, fusíveis ou transistores bipolares).

PROM: Apenas de leitura, não volátil e acesso aleatório;
programada uma única vez pelo usuário através de um programador de PROMs;
componente transistor (ou diodo) + fusível.

EPROM: É apagável por luz ultravioleta;
Pode ser reprogramada centenas de vezes por programador de EPROM;
Retenção do conteúdo : 10 anos, mas é susceptível à radiação e ruído
(a janela de quartzo deve ser coberta).
Usam Componente mos



(a) EPROM, onde pode-se ver a janela para irradiação ultravioleta. (b) Apagador de EPROM.

Tipos de Memórias ROM (continuação)

EEPROM:

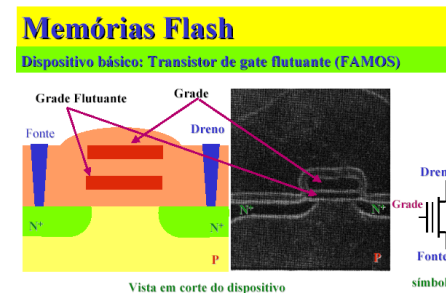
- Conteúdo pode ser modificado eletricamente;
- Pode ser lida um número ilimitado de vezes, mas só pode ser apagada e programada um número limitado de vezes (entre 100.000 e 1 milhão);
- Tipo usado para armazenar BIOS ;

Obs: permite leitura e escrita, mas não substitui uma memória do tipo que lê e escreve (RAM) pois a EEPROM tem tempo de escrita muito superior, aceita um número limitado.

Tipos de Memórias ROM (continuação)

FLASH:

- é uma EEPROMs mais simples (mais moderna), com maior poder de integração (ocupação mínima), menor custo, baixo consumo de energia, alta resistência, durabilidade e segurança.
- Nas EEPROMs comuns o dado da memória podem ser apagado reescrevendo outro conteúdo ao mesmo tempo. Já a memória Flash os dados são apagados em **blocos inteiros**. Tornando uma vantagem ou desvantagem, dependendo da aplicação.
- Não volátil



Tipos de Memórias ROM (continuação)

FLASH:

Aplicação:

Utilizadas em aplicações que requerem uma atualização frequente de grandes quantidades de dados, como no caso de um cartão de memória para um dispositivo eletrônico digital.

- Usadas no lugar de disquetes ou discos rígidos de (HDs de estado sólido-SSD), é de estado sólido (significa que não há partes móveis para serem danificadas), tempo de acesso muito mais rápido que os HDs;
- utilizada em dispositivos móveis como pendrives e players, cartões de memória, memória de câmeras, celulares);
- Por apresentar diferentes tamanhos, pode ser bastante utilizada tanto entre o consumidor comum quanto empresas de grande porte;

Tipos de Memórias ROM (continuação)

FLASH:

Desvantagem da memória Flash:

Desvantagem: há uma limitação na quantidade de vezes que informações podem ser gravadas, apagadas e substituídas com essa tecnologia.

Os discos rígidos têm capacidades muito maiores por um preço mais barato por megabyte de memória. Mas isso é uma questão de tempo!

O preço da memória Flash continua a cair, e sua capacidade continua a aumentar

Tipos de Memórias ROM (continuação)

FLASH x Disco rígido:

IOP: Input/Output per Second, ou operações de entrada e saída por segundo,

	3,5"	2,5"
5900 RPMs	50 IOPS	-
7200 RPMs	75 IOPS	95 IOPS
10000 RPMs	110 IOPS	140 IOPS
15000 RPMs	150 IOPS	180 IOPS
SSD	1500 IOPS	1500 IOPS

Observação: discos mecânicos, por mais rápidos que sejam, não chegam nem perto dos drives SSD em quantidade de IOPS.

Tipos de Memórias ROM (continuação)

FLASH x memória RAM:

As tecnologias de memória RAM e Flash são compostas de chips de estado sólido, mas possuem especificações diferentes de desempenho e de custos, desempenhando papéis diferentes no sistema. A memória Flash é usada para armazenamento, enquanto a RAM é utilizada como memória ativa que executa cálculos nos dados recuperados do armazenamento.

Célula básica da ROM (EEPROM)

Gerador de produto canônico

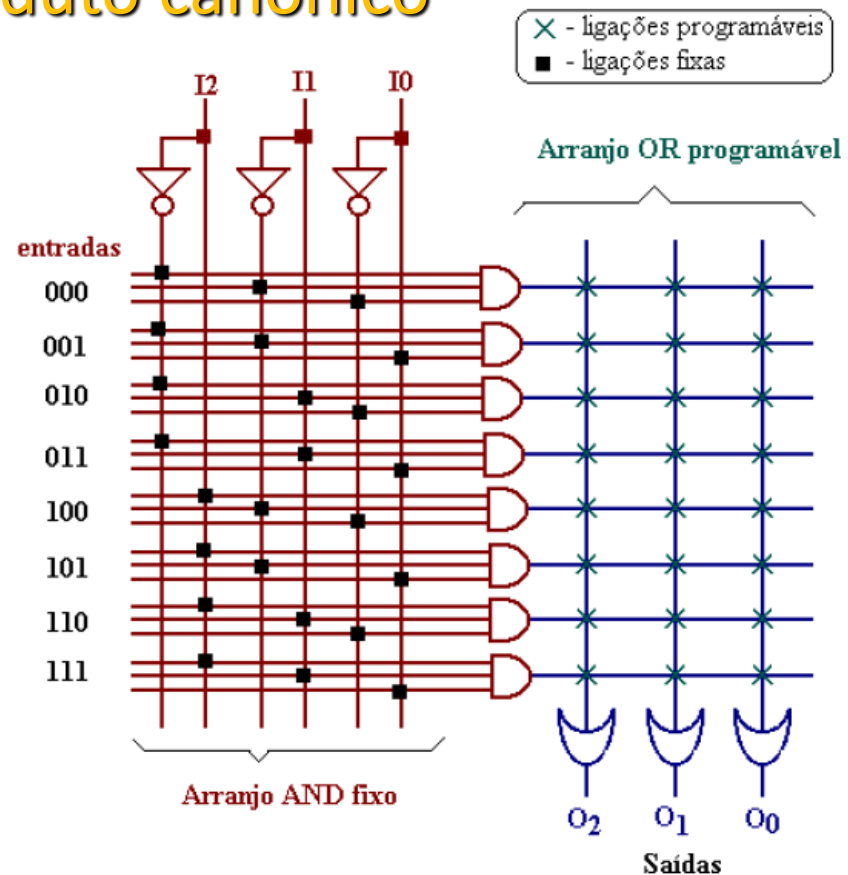
EEPROM 8 x 4

	END				DADOS			
	A ₂	A ₁	A ₀	.....	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
M ₀	0	0	0	.....	0	1	0	0
M ₁	0	0	1	.....	0	1	1	1
M ₂	0	1	0	.....	1	0	1	0
M ₃	0	1	1	.....	1	1	0	1
M ₄	1	0	0	.....	0	0	1	0
M ₅	1	0	1	.....	1	0	1	1
M ₆	1	1	0	.....	0	1	1	1
M ₇	1	1	1	.....	0	1	0	0

Célula básica da ROM (EEPROM)

Gerador de produto canônico

- Na memória EEPROM o arranjo AND é pré-definido em fábrica (arranjo fixo) e somente o arranjo OR é programável.



Circuito para programação da ROM

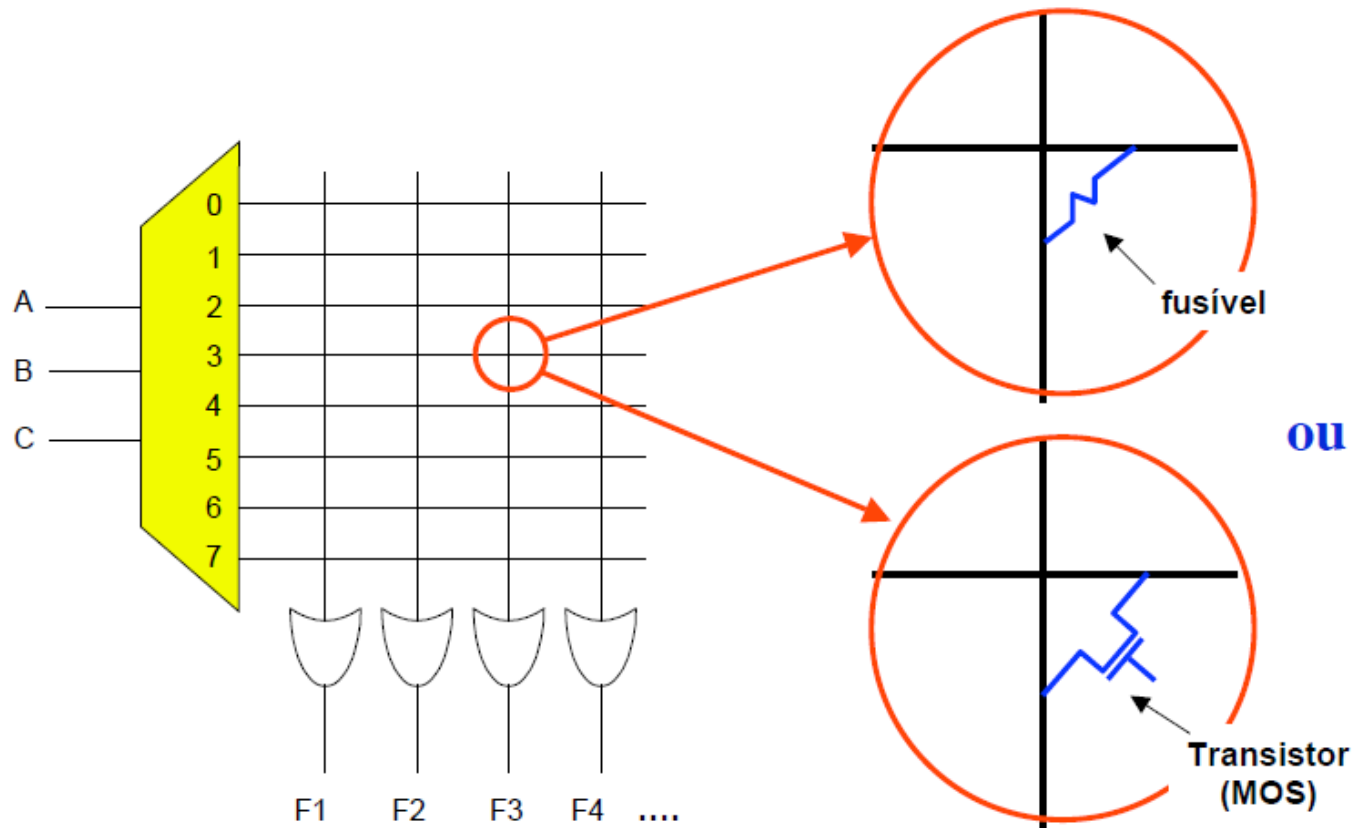


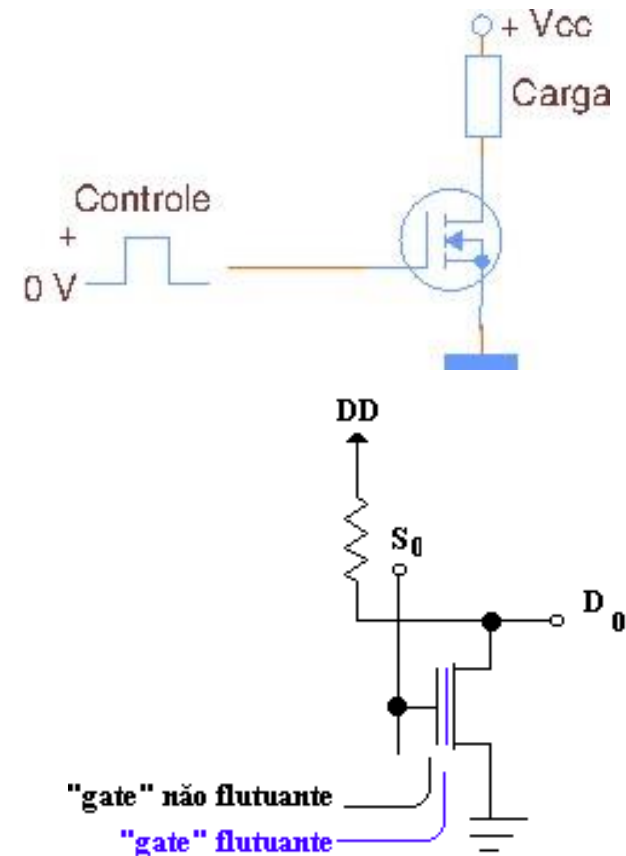
Figura :ref : http://www.inf.ufsc.br/~guntzel/ine5348/LogP_aula1T.pdf

Célula Básica de uma EEPROM

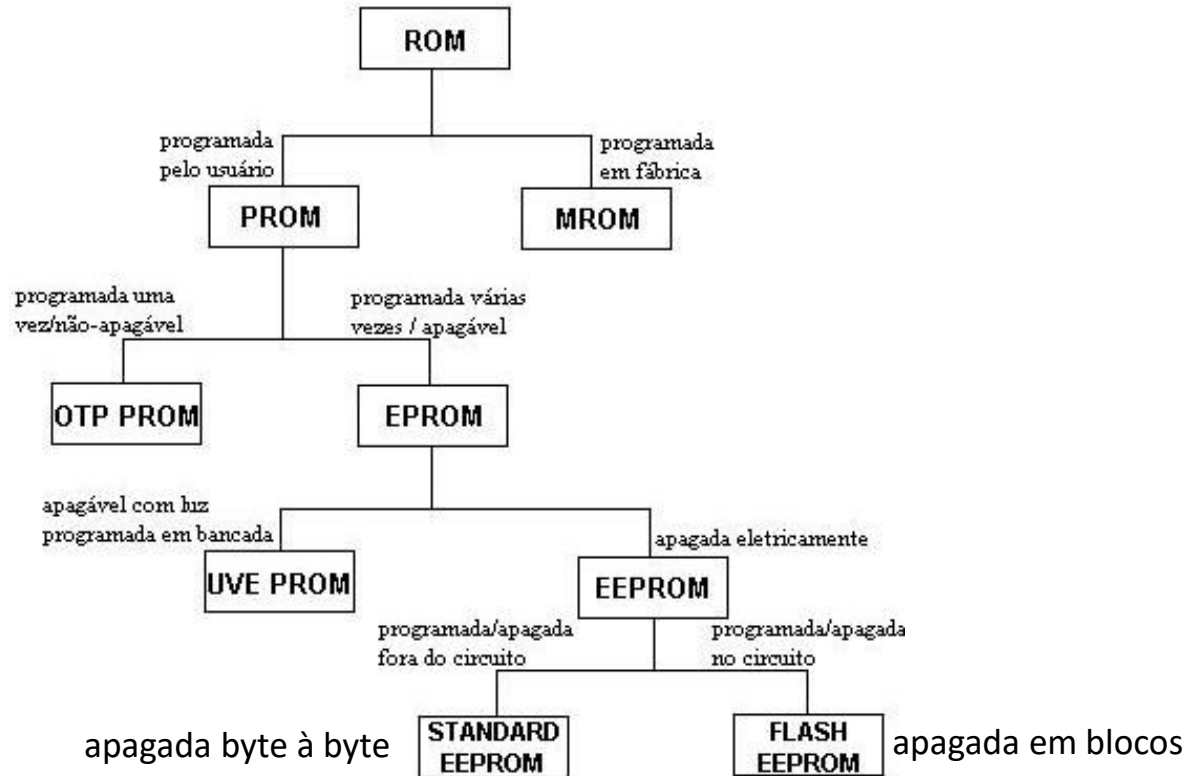
Na **EEPROM**, ao invés de fusíveis como na PROM, a programação é feita por armazenamento de carga, onde cada bit da memória possui um transistor MOS com dois Gates, um deles flutuante (*floating gate*), entre a porta normal e o substrato, não conectado a grade de memória, e isolado por material de altíssima impedância (camada de óxido)

Na EEPROM é possível de programar e apagar eletricamente bytes individuais da matriz

Atualmente as EEPROMs apresentam sistema programável no sistema (in-system) no qual permite que um processador presente no sistema embarcado escreva dados.



ROMs - Hierarquia



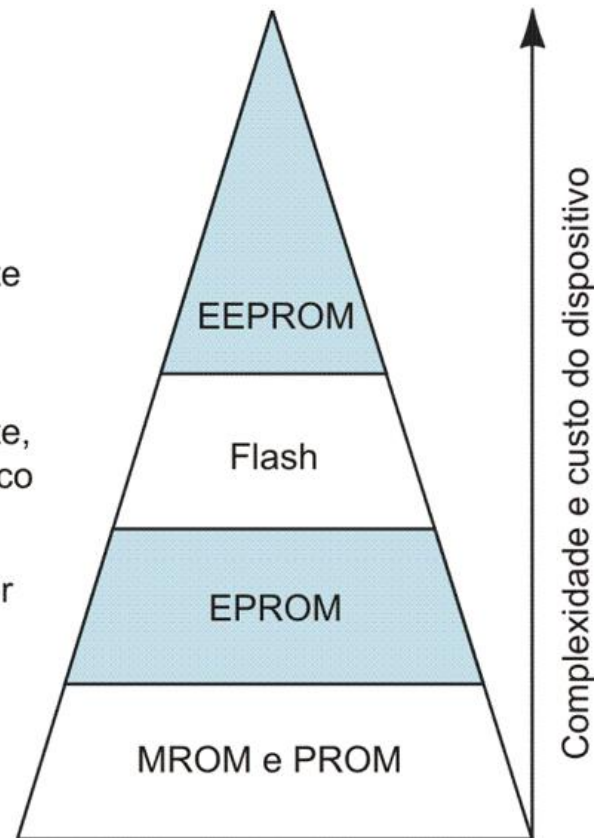
Memórias ROM - Custos

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



FIM