

PCS 3115

Sistemas Digitais I

Módulo 17 – Introdução às Memórias *Edison Spina*

versão: 1.1 (maio de 2018)

Spina

1. Conceituação

- Dispositivos que armazenam dados em grandes quantidades.
- Flip-Flop's e registradores também têm esta função para poucos dados.
- Finalidade – Armazenar dados e/ou programas de maneira temporária e/ou definitiva.

Spina

1. Conceituação – Classificação

- Tecnologia – Não Semicondutor
 - Magnético – Ferrite, Fita, Discos (Rígido, Flexível);
 - Ópticos – CD, DVD, *Blu-ray Disc* (BD).
- Tecnologia – Semicondutor
 - Bipolares (+ Rápidas);
 - MOS (+ Densidade, - Consumo).

1. Conceituação – Classificação

- Acesso a dados
 - Sequencial – Fita magnética, (*Shift Register*)
 - Posições de memória em lugares sucessivos;
 - A leitura ou escrita na posição n , requer a leitura sequencial de todas as posições anteriores a ela ($n-k, \dots, n-1$).
 - Direto ou “Aleatório” – Constituem a maior parte das memórias a semicondutor:
 - Caracterizadas principalmente por possuírem o mesmo tempo de acesso para todas as posições.

1. Conceituação – Classificação

- **Acesso a dados** (continuação)
 - Quanto à possibilidade de escrita (no circuito):
 - Memórias de apenas leitura (ROM – *Read-only Memory*) – Gravação de conteúdo fora do circuito (*off-circuit*);
 - Memórias de escrita e leitura – Conteúdo pode ser lido e alterado durante seu uso no circuito. Tipicamente RAM (mas há outras).

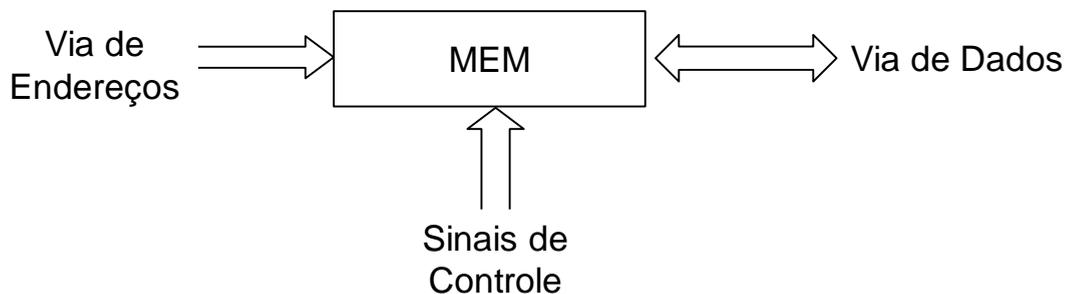
1. Conceituação – Classificação

- **Retenção dos dados**
 - Quanto à **volatilidade** do conteúdo:
 - **Voláteis** – Perdem o conteúdo se sem alimentação (Exemplo RAM);
 - **Não Voláteis** – Não perdem o conteúdo mesmo, sem alimentação (Exemplos ROM, PROM, EPROM, E²PROM).

1. Conceituação – Classificação

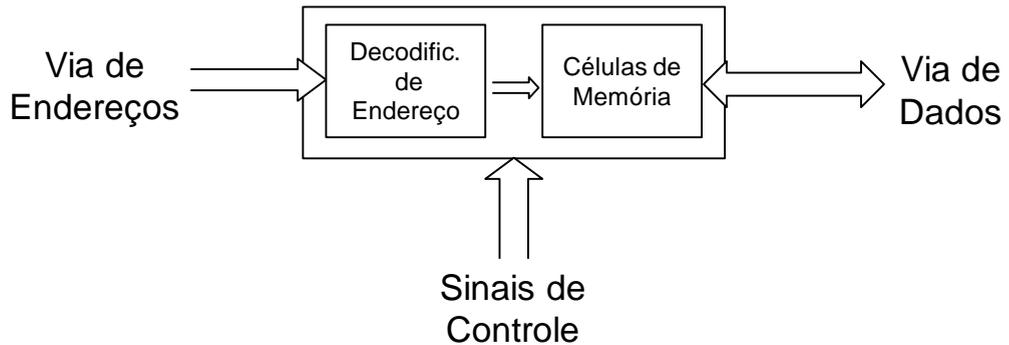
- Retenção dos dados (cont.) – Quanto à forma como a informação é armazenada:
 - Estática (SRAM) – Velozes, célula básica é um Flip-Flop convencional;
 - Dinâmica (DRAM) – Velocidade moderada, baixo consumo, célula básica é um capacitor para armazenamento de carga (necessário reforço periódico *refrescamento/refresh*);
 - Pseudo-estática (IRAM) – Conteúdo em um só encapsulamento (a unidade de memória dinâmica e a unidade de controle).

2. Arquitetura de Memórias



2. Arquiteturas de Memórias

Internamente...



Spina

2. Arquiteturas de Memórias

Otimização da Matriz de Células

Como selecionar cada posição?

A partir do endereço (via de endereços)



decodificação do endereço



Geração de sinais para seleção de uma única posição

Spina

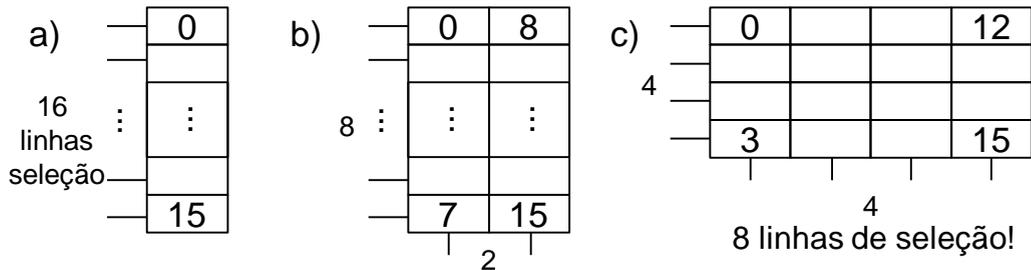
2. Arquiteturas de Memórias

Otimização da Matriz de Células

Ex.: Memória de 16 posições x 1 bit

Via de endereço: 4bits => $2^4=16$ posições

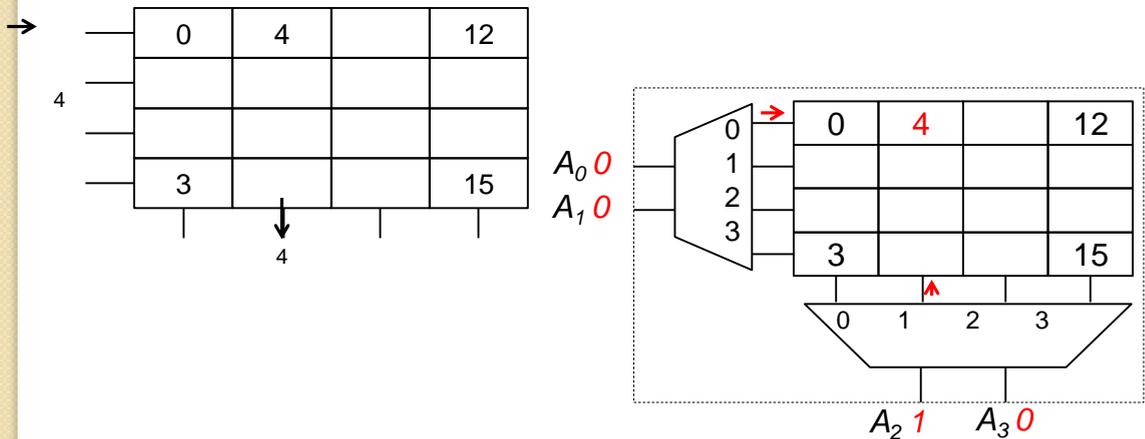
Quais as formas de dispor as células para acessá-las?



A diferença é significativa para memórias de grande número de posições: 1Mbits!!!

2. Arquiteturas de Memórias

Ex.: $A_3A_2A_1A_0=0100$ (célula 4)



3. Características de Memórias

– Palavra

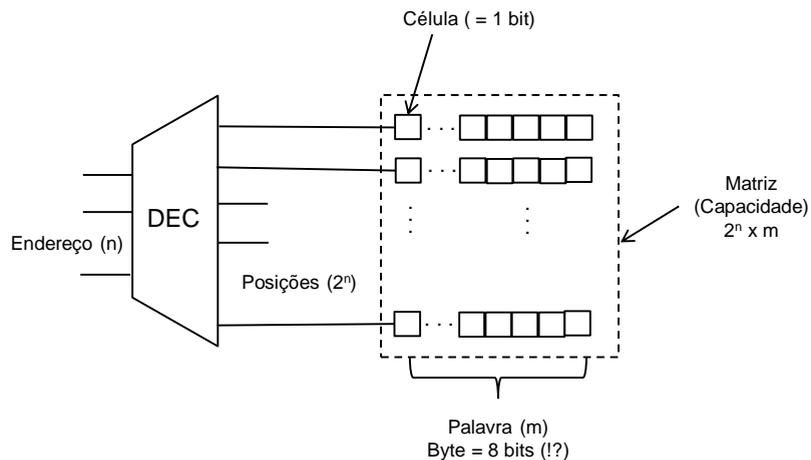
- » Nº de bits tratados simultaneamente (escrita e/ou leitura) – Típico: 1, 4, 8, ...

– Nº de Posições

- » Nº de palavras que a memória pode armazenar;
- » Cada posição está associada a um ENDEREÇO.

– Capacidade

- » Quantidade de Bits de uma memória, expressa em: Nº Total de Bits ou **Nº de Posições x Tamanho de Palavra em Bits**.



3. Características de Memórias

– **Ex. Capacidade:**

» **Ex.: Memória de**

{ 1024 posições
palavra de 8 bits

Capacidade= 8192 bits

1024 x 8

Convenção: 1024 = 1k

8k bits

1k x 8 bits

1k bytes

recomendável

» **Ex.: Memória de 64kbytes =**

{ 64 k posições

{ palavra de 1 byte

Como expressar?

3. Características de Memórias

Relação entre Nº de posições e Nº de linhas na Via de Endereços

Cada posição => um endereço (acesso direto)

2 posições \Rightarrow 1 linha de endereçamento

4 \Rightarrow 2

\vdots \vdots

2^n \Rightarrow n

Ex:

1k = 2^{10} = 1024 \Rightarrow 10 linhas na via de endereço: A0-A9

64k = 2^{16} = 65536 1024 \Rightarrow 16 linhas na via de endereço: A0-A15

1M = ???

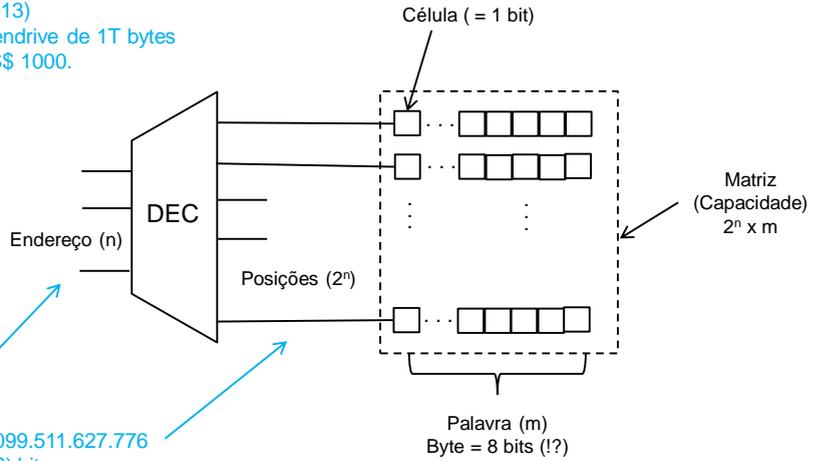
1G = ???

1T = ???

1M = 2^{20} ; 1G = 2^{30} ; 1T = 2^{40}

3. Características de Memórias

Este mês (05/2013)
 Foi lançado o pendrive de 1T bytes
 Por cerca de US\$ 1000.

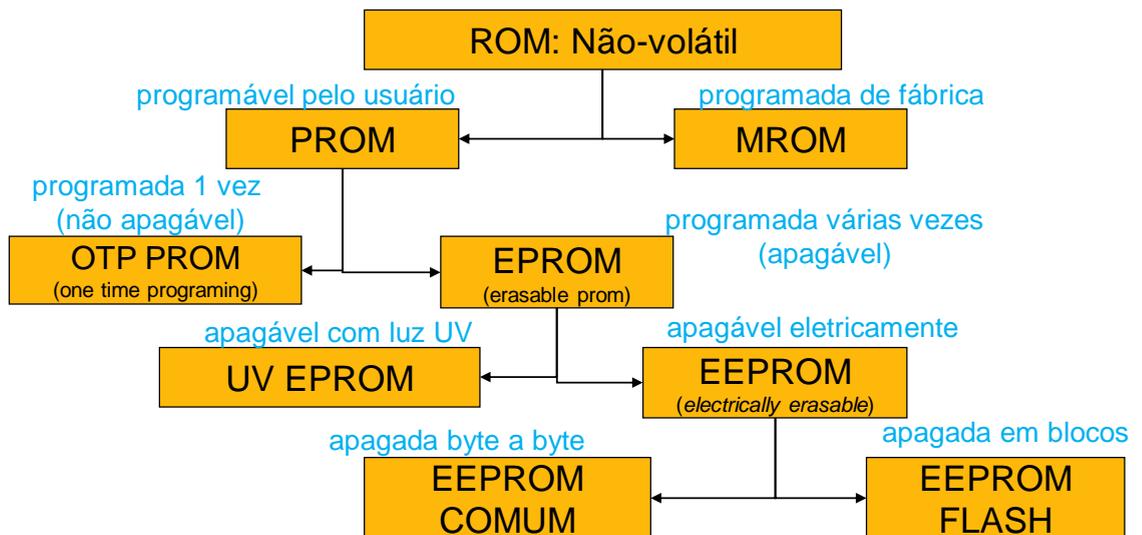


N = 40
 Posições = 1.099.511.627.776
 Palavra = 8 (!?) bits
 Além do atraso nos "registradores"
 Como se faz esse decodificador ???
 Qual o atraso para o acesso ???

4. Tipos de Memórias a Semicondutor

Memory Type	Category	Erasure	Write Mechanism	Volatility
Random-access memory (RAM)	Read-write memory	Electrically, byte level	Electrically	Volatile
Read-only memory (ROM)	Read-only memory	Not possible	Masks	Nonvolatile
Programmable ROM (PROM)			Electrically	
Erasable PROM (EPROM)	UV light, chip level			
Flash memory	Read-mostly memory	Electrically, block level	Electrically	
Electrically Erasable PROM (EEPROM)		Electrically, byte level		

4. Tipos de Memórias a Semicondutor



4. Tipos de Memórias – ROM

- **Read Only Memory**: Memória apenas de leitura programável por máscara (*Mask ROM*)
 - » Programação definida pelo usuário (fixa, efetuada pelo fabricante uma só vez, durante o processo de deposição de máscara de metalização;
 - » Estrutura simples – Utilização de produtos em larga escala para justificar a “customização” e o custo associado.

4. Tipos de Memórias – ROM

ROMs

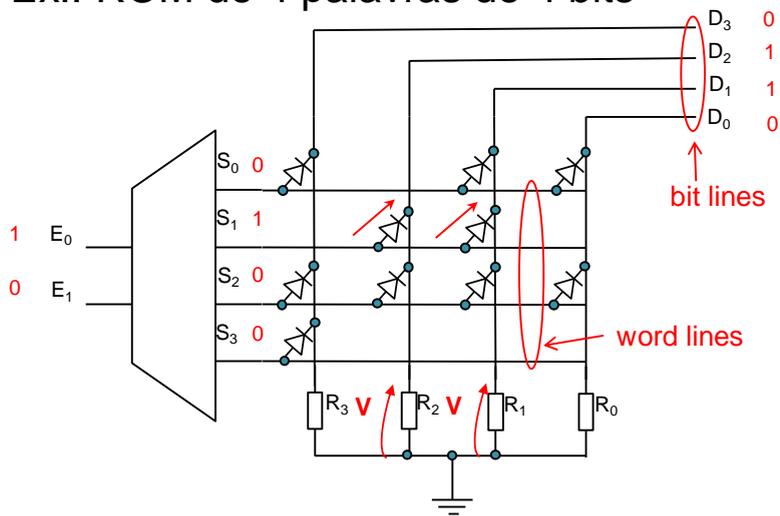
Ex.: ROM de 4 palavras de 4 bits

E ₁	E ₀	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀		S ₃	S ₂	S ₁	S ₀	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
0	0	1	0	1	1		0	0	0	1	1	0	1	1
0	1	0	1	1	0	=>	0	0	1	0	0	1	1	0
1	0	1	1	1	1		0	1	0	0	1	1	1	1
1	1	1	0	0	0		1	0	0	0	1	0	0	0
End.		Dados					Seleção Interna				Dados			

Spina

4. Tipos de Memórias – ROM

Ex.: ROM de 4 palavras de 4 bits



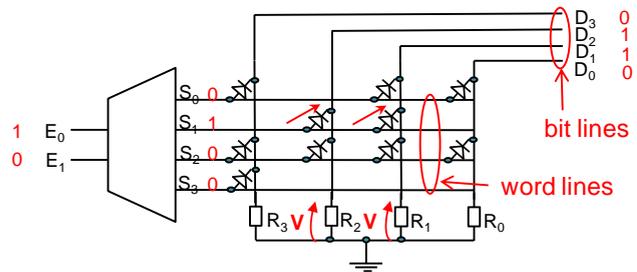
Spina

4. Tipos de Memórias

ROMs

Ex.: ROM de 4 palavras de 4 bits

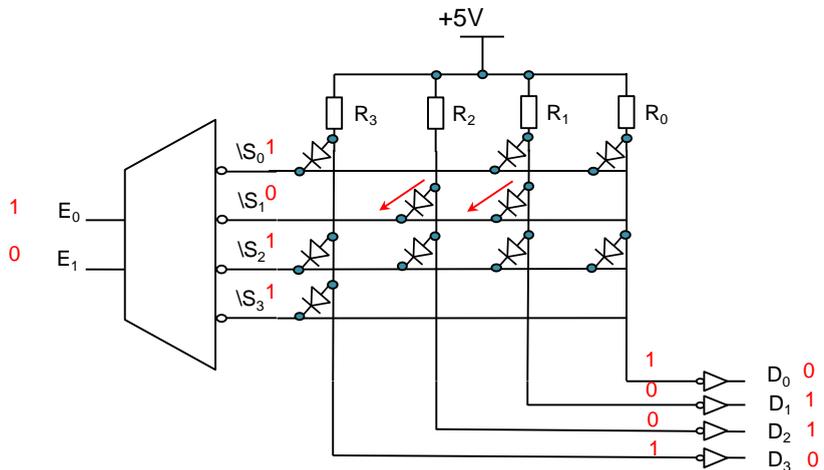
E ₁	E ₀	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀	S ₃	S ₂	S ₁	S ₀	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1
0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0
1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1
1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
End.		Dados				Seleção Interna				Dados			



Spina

4. Tipos de Memórias – ROM

Ex.: ROM de 4 palavras de 4 bits

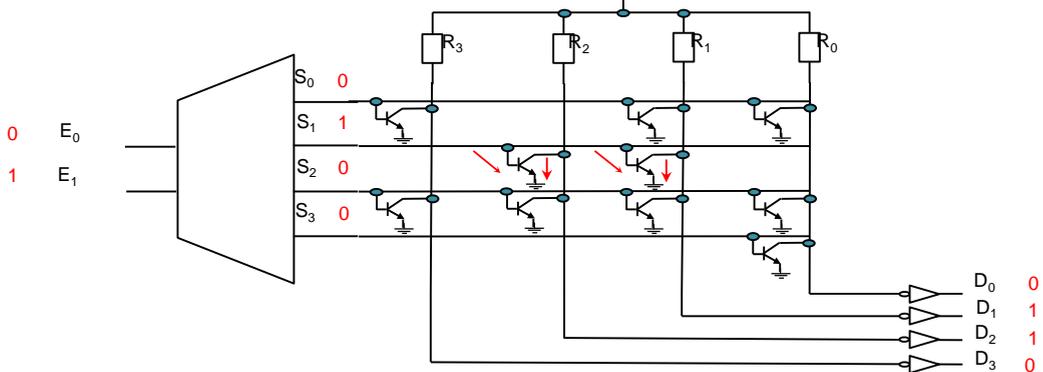


Spina

4. Tipos de Memórias – ROM

Inconveniente – S_i deve ter **alto fan-out**

Solução – Transistor para ter a corrente I_c drenada da fonte e diminuir a corrente $I_b = (I_c / \beta)$ drenada de S_i .



4. Tipos de Memórias – MROM

MROM – *Mask-programmed ROM*

- » Programada na fabricação do circuito integrado;
- » As informações são armazenadas conectando ou desconectando o *Gate* fonte de um transistor MOSFET à coluna de saída (MROM MOS);
- » Programação na etapa de metalização do circuito: uma **máscara** para depositar metais sobre o silício;
- » Alto custo total / baixo custo unitário.

4. Tipos de Memórias – MROM

MROM – *Mask-programmed ROM*

- » Armazenamento de tabelas de funções matemáticas, códigos: uso geral;
- » Programas de dispositivos e/ou produtos produzidos em larga escala.

4. Multiplicador– MROM – **IMPORTANTE !!!**

Conexões para implementar um multiplicador 4 x 4

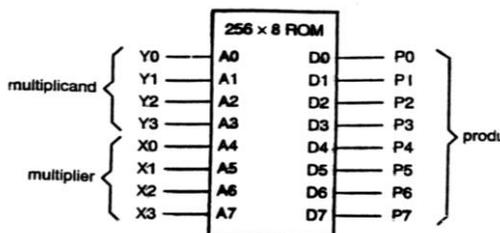
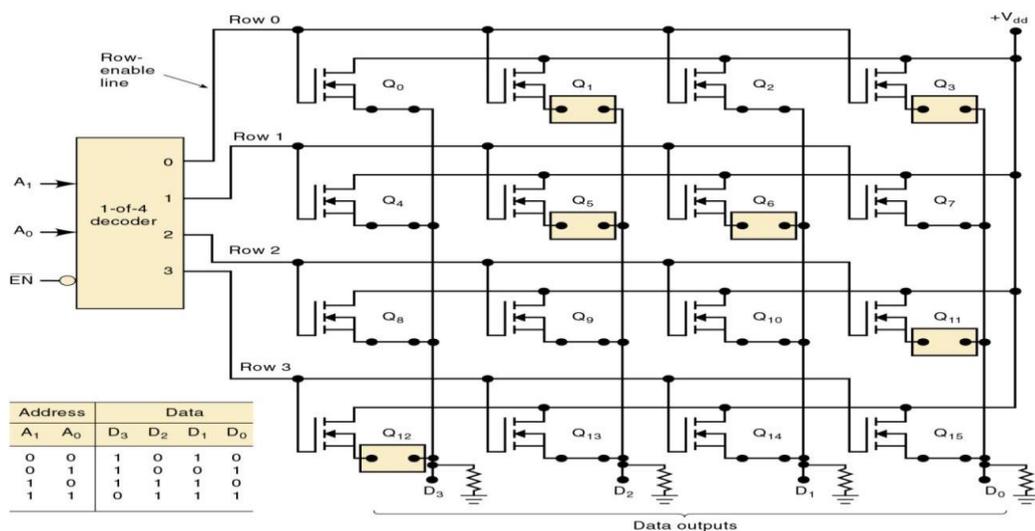


Tabela de Conteúdo da Memória em Hex

00:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
10:	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
20:	00	02	04	06	08	0A	0C	0E	10	12	14	16	18	1A	1C	1E
30:	00	03	06	09	0C	0F	12	15	18	1B	1E	21	24	27	2A	2D
40:	00	04	08	0C	10	14	18	1C	20	24	28	2C	30	34	38	3C
50:	00	05	0A	0F	14	19	1E	23	28	2D	32	37	3C	41	46	4B
60:	00	06	0C	12	18	1E	24	2A	30	36	3C	42	48	4E	54	5A
70:	00	07	0E	15	1C	23	2A	31	38	3F	46	4D	54	5B	62	69
80:	00	08	10	18	20	28	30	38	40	48	50	58	60	68	70	78
90:	00	09	12	1B	24	2D	36	3F	48	51	5A	63	6C	75	7E	87
A0:	00	0A	14	1E	28	32	3C	46	50	5A	64	6E	78	82	8C	96
B0:	00	0B	16	21	2C	37	42	4D	58	63	6E	79	84	8F	9A	A5
C0:	00	0C	18	24	30	3C	48	54	60	6C	78	84	90	9C	A8	B4
D0:	00	0D	1A	27	34	41	4E	5B	68	75	82	8F	9C	A9	B6	C3
E0:	00	0E	1C	2A	38	46	54	62	70	7E	8C	9A	A8	B6	C4	D2
F0:	00	0F	1E	2D	3C	4B	5A	69	78	87	96	A5	B4	C3	D2	E1

4. Tipos de Memórias – MROM

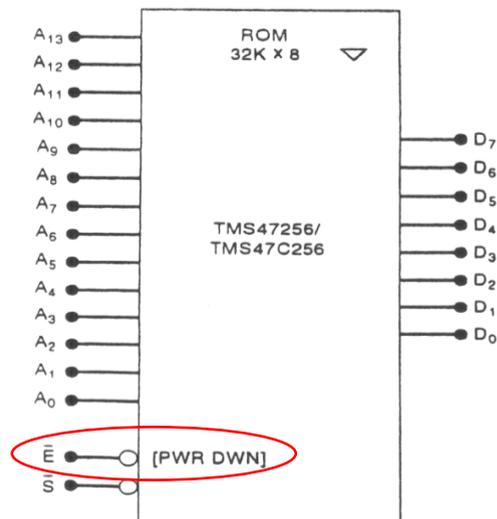


Fonte: Digital Systems: Principles and Applications, 11ed. Ronald J. Tocci, Neal S. Widmer, Gregory L. Moss

4. Tipos de Memórias – MROM

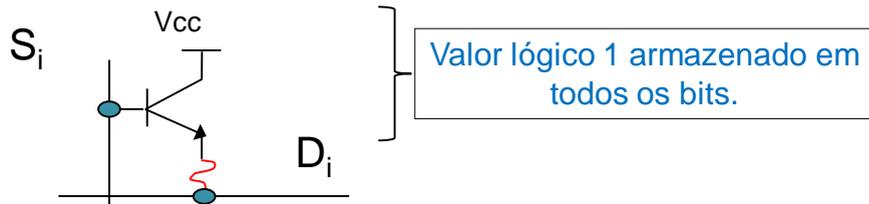
MROMs Mask ROMs

- Símbolo lógico para a MROM TMS47256 fabricada com tecnologia NMOS/CMOS.



4. Tipos de Memórias – PROM

PROMs -Programmable ROM



- Programação é feita pelo usuário e é fixa (feita apenas uma vez);
- Programador (queimador) específico para cada tipo de PROM (Tempo de programação da ordem de 2 minutos).

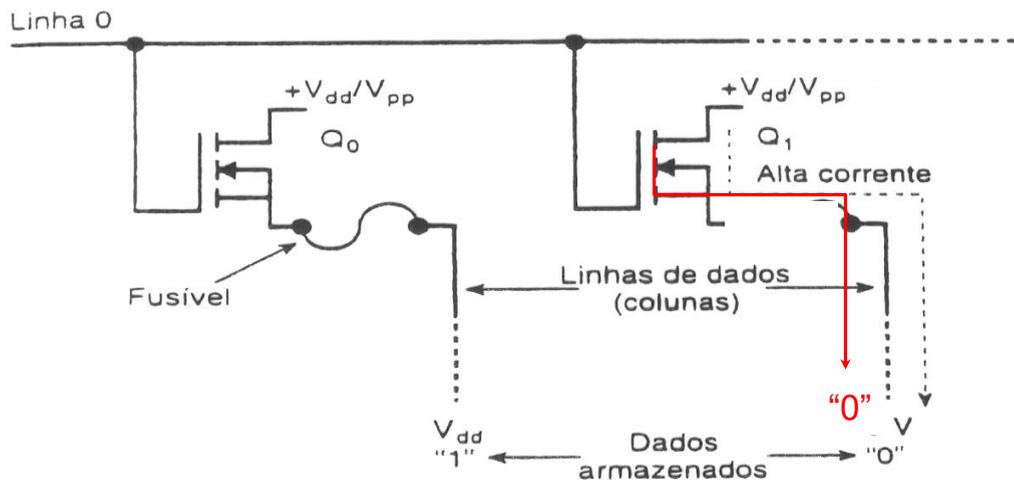
4. Tipos de Memórias – PROM

PROMs – Programação

- » Queimar fusíveis onde deve haver zero aplicando de 10 a 30V em um pino especial na pastilha;
- » Correntes/Tensões elevadas no nó;
- » Valor de I/V e tempo => conforme a PROM;
- » Programador => Algoritmos para cada tipo;
- » Utilização => Produtos de escala menor que ROM.

4. Tipos de Memórias – PROM

PROMs -Programmable ROM



5. Associação de Memórias

- Memória principal conectada à CPU através dos barramentos:
 - Barramento de Endereços (*Address bus*);
 - Barramento de dados (*Data bus*);
 - Barramento de controle (*Control bus*).

