

Organização de Computadores

Memória Semicondutora

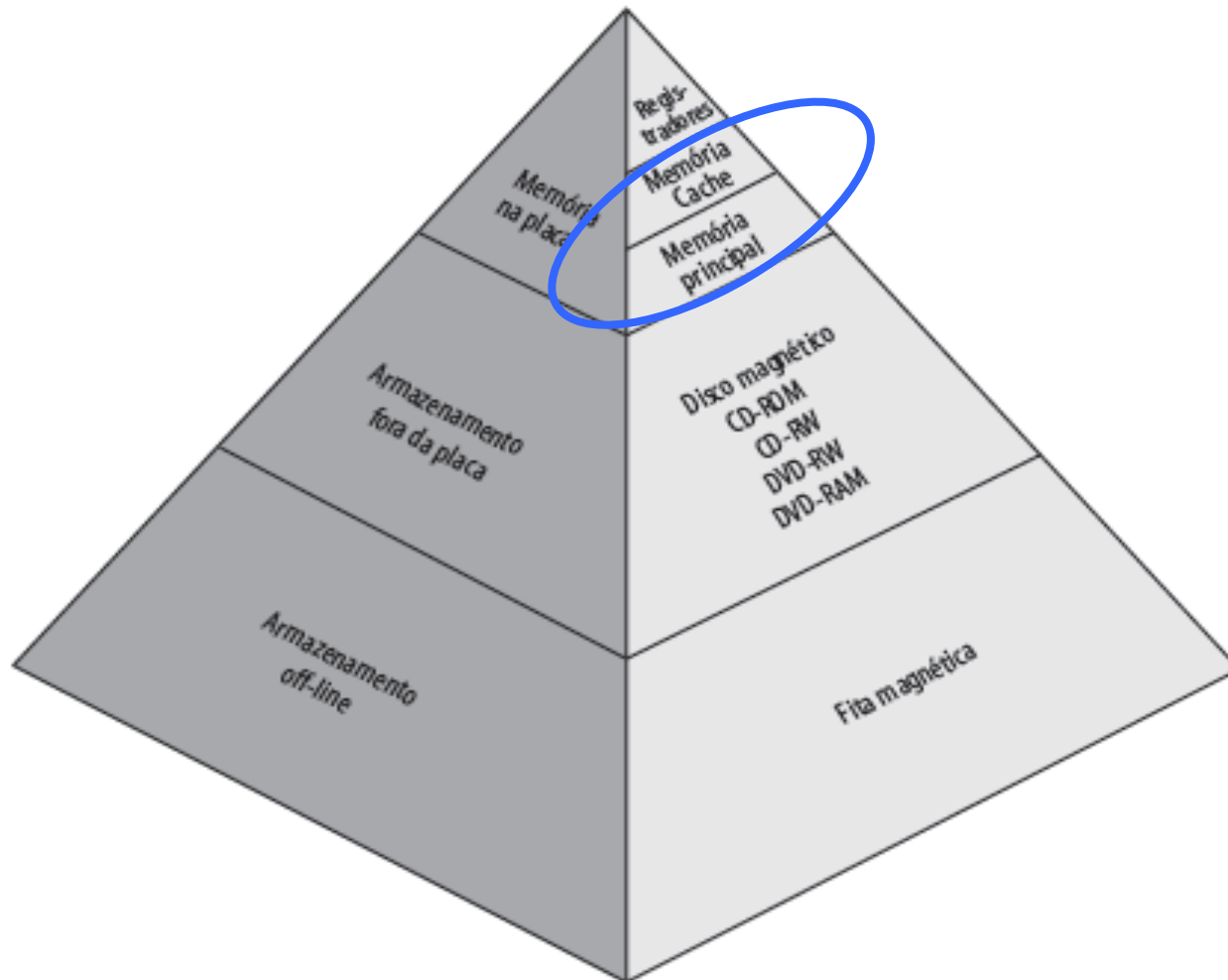
Prof. José Paulo G. de Oliveira
Engenharia da Computação, UPE



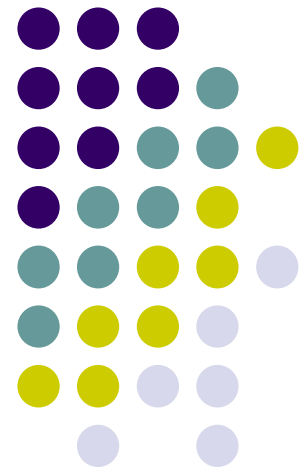
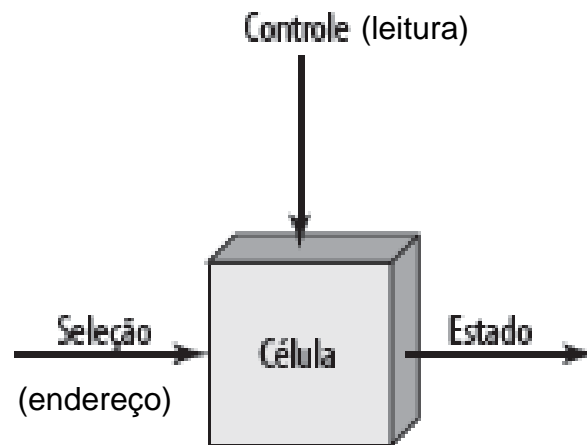
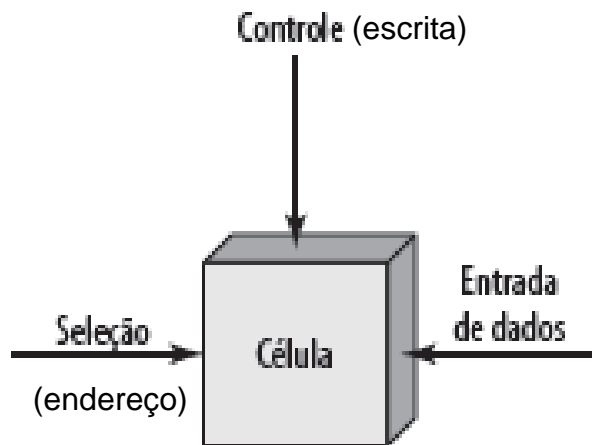
Índice

- Célula de memória
 - Sinais de seleção e controle
 - Modelo operacional
- Tipos de memória (tecnologias)
 - RAM
 - SRAM
 - DRAM
 - ROM
 - OTP ROM ou PROM
 - EPROM
 - EEPROM
 - Flash

Memória Semicondutora

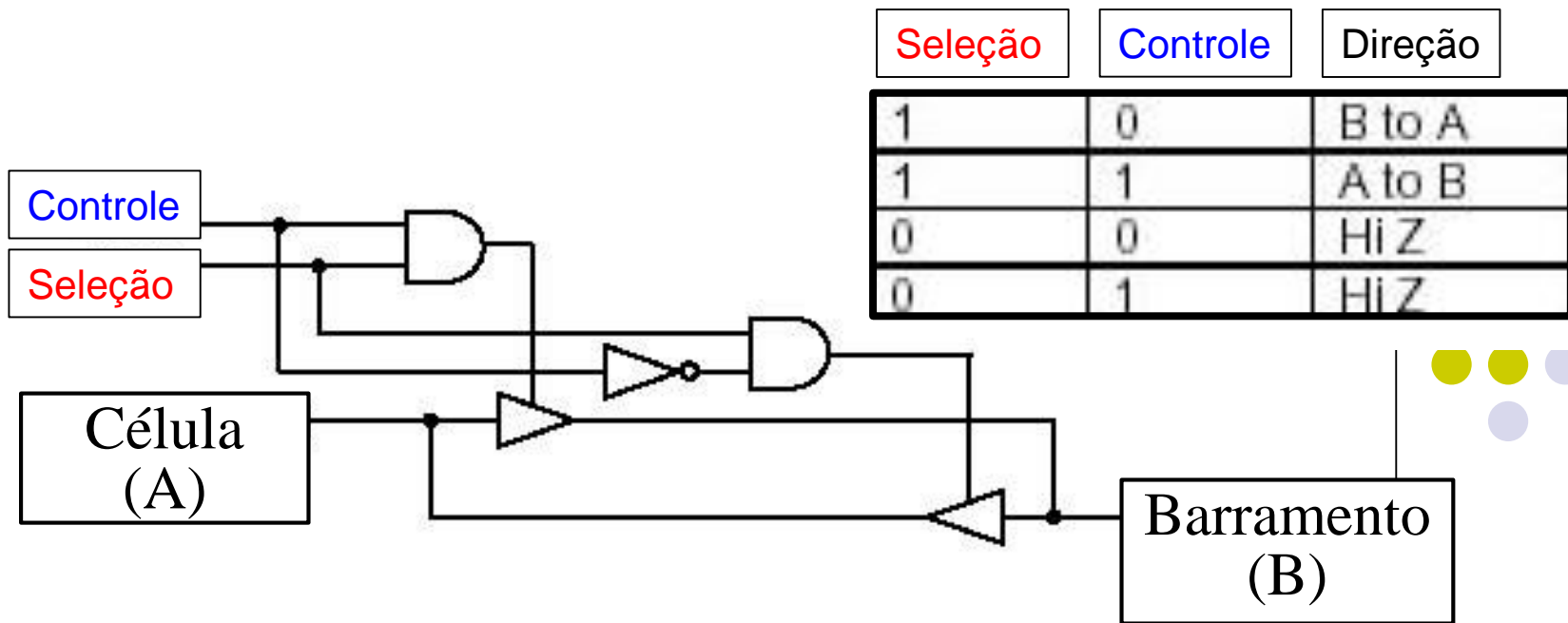


Operação da célula de memória

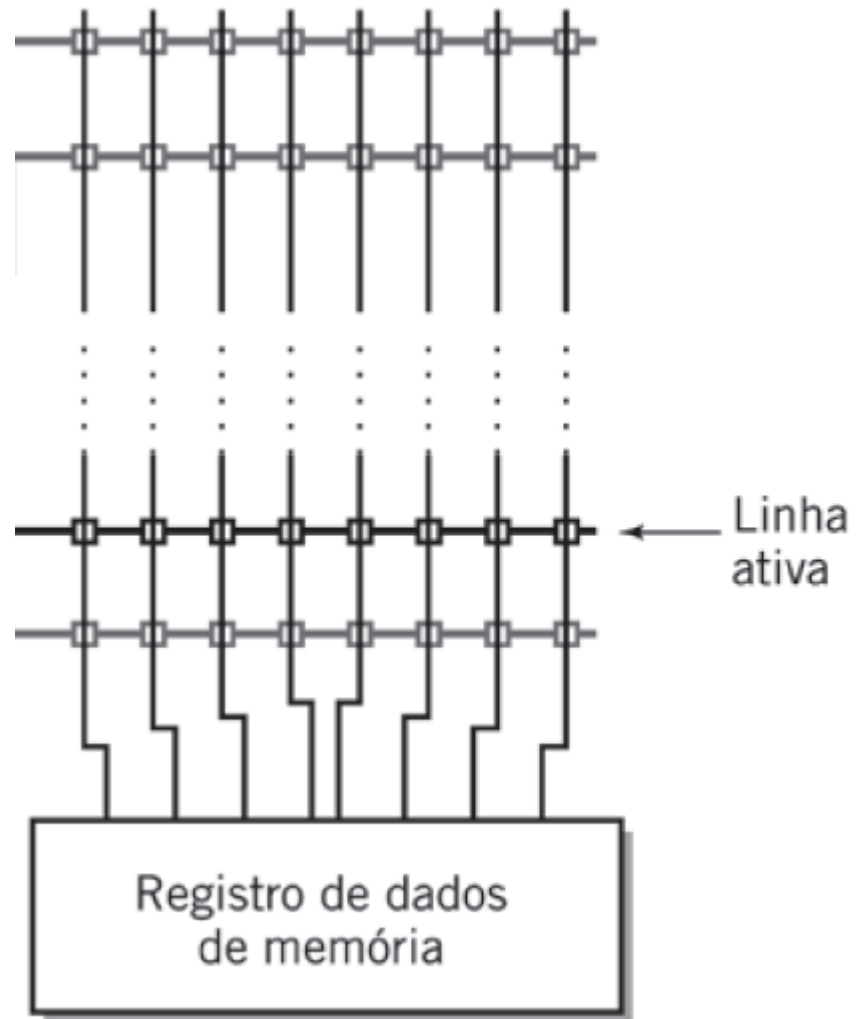


Operação da célula de memória

Controle e Seleção com *Buffer Tri-state*

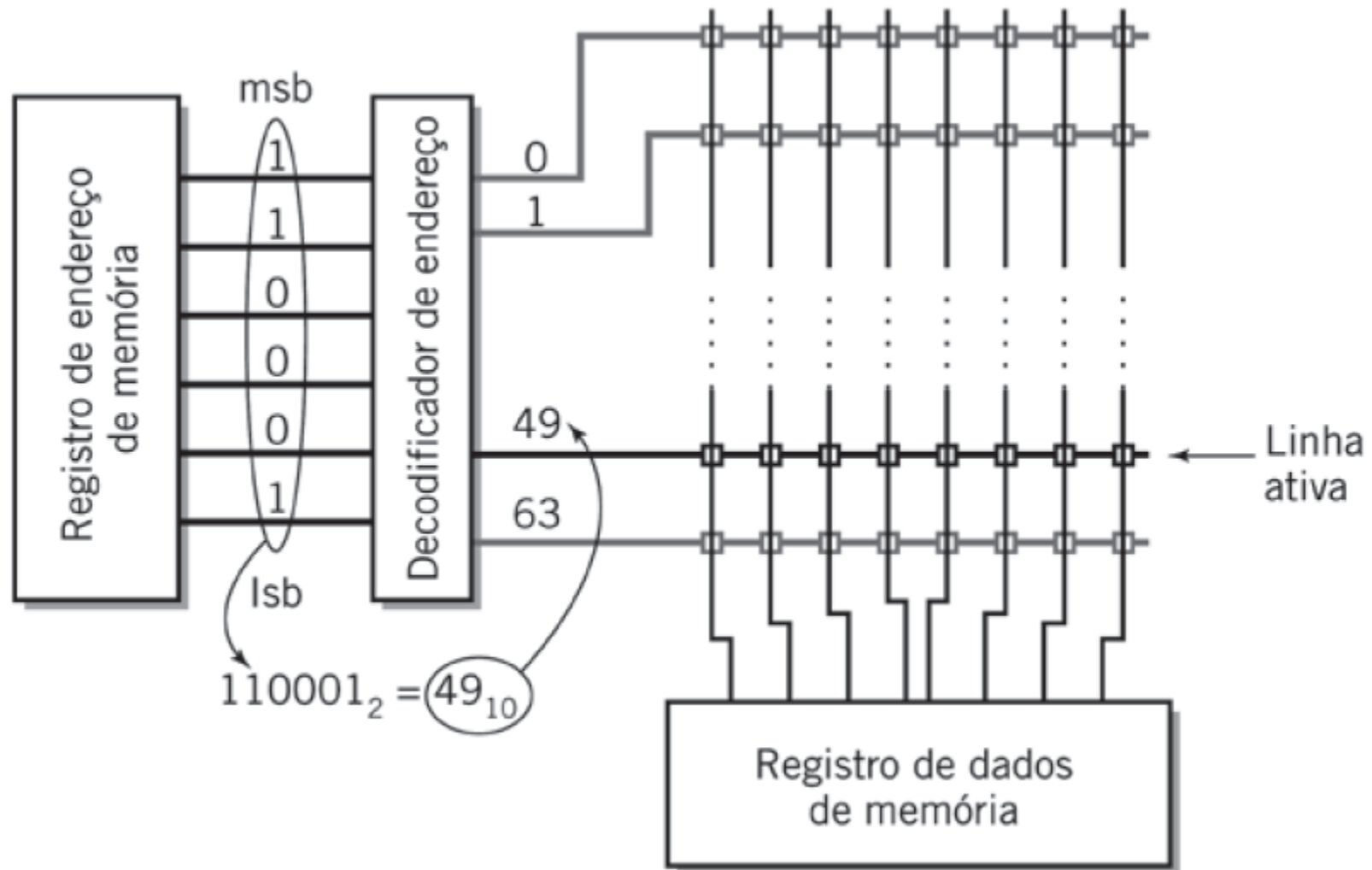


Conjunto de células de memória



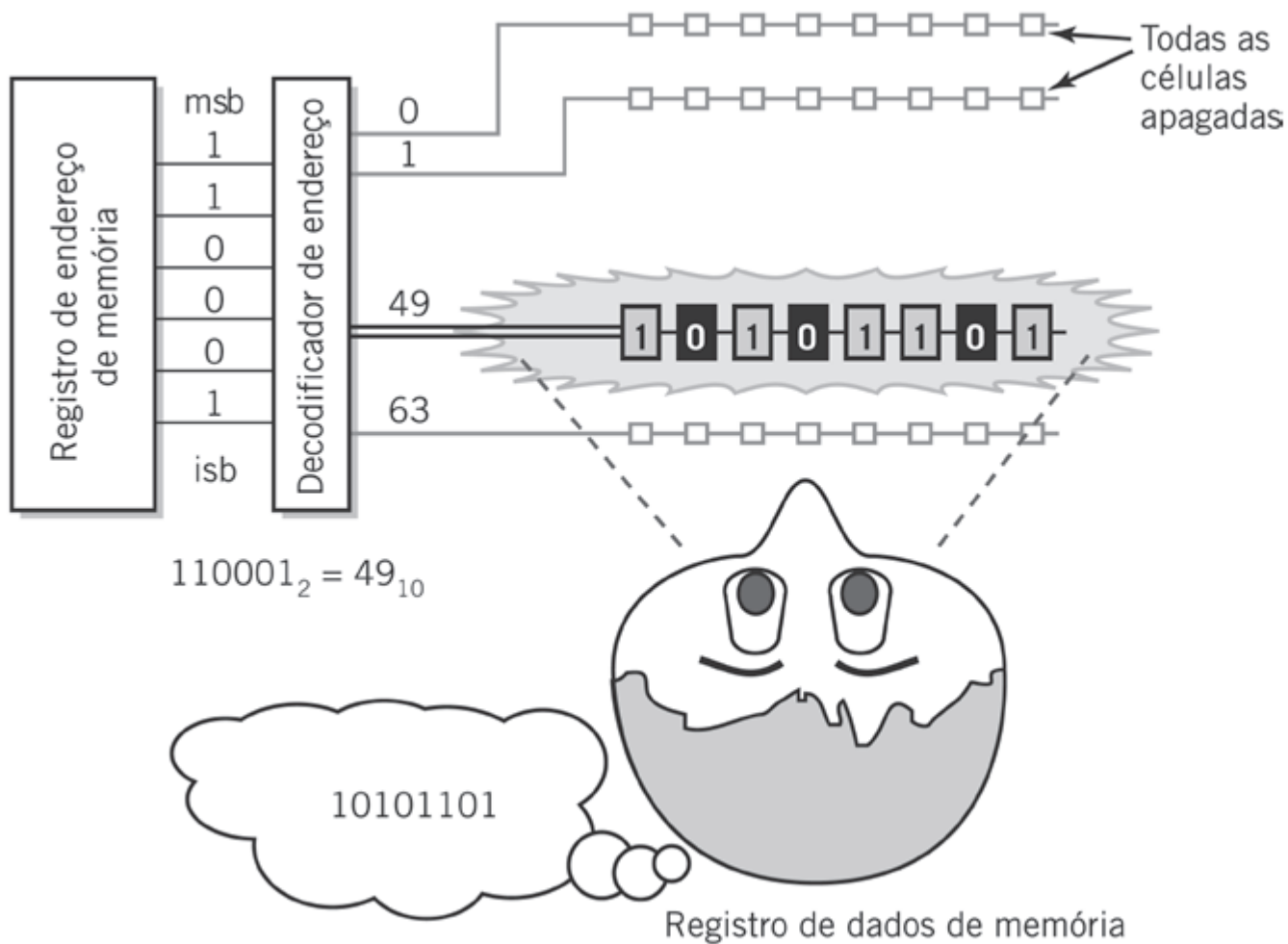
* Linhas de controle implícitas

Conjunto de células de memória



* Linhas de controle implícitas

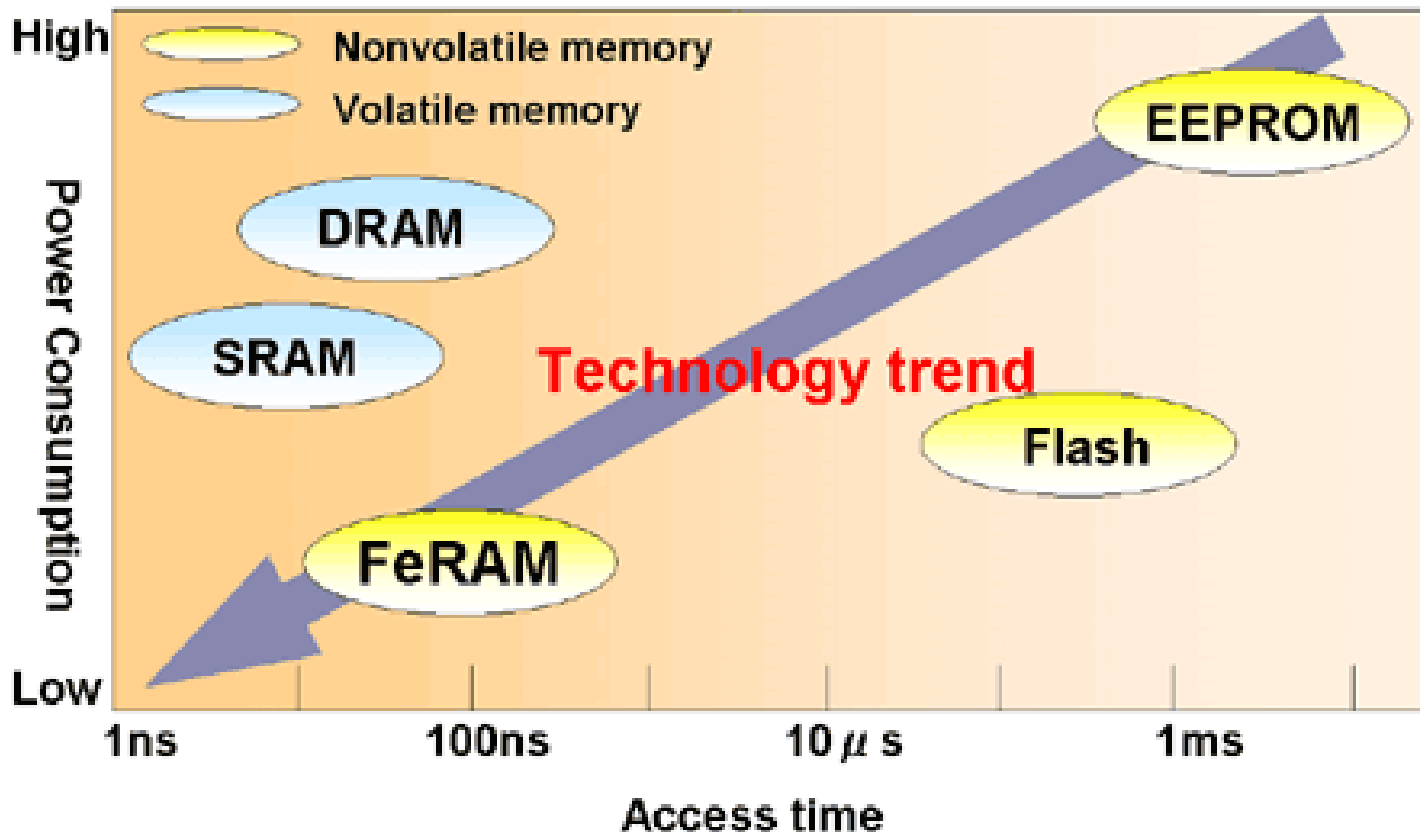
Operação da célula de memória



Tipos de Memória Semicondutora

Tipo de memória	Categoria	Mecanismo de apagamento	Mecanismo de escrita	Volatilidade
Memória de Acesso Aleatório (RAM)	Memória de Leitura e Escrita	Eletricamente - Nível de bytes	Eletricamente	Volátil
Memória de Apenas Leitura (ROM)	Memória de Apenas Leitura	Nao é possível	Máscaras	Nao-volátil
ROM Programável (PROM)		Luz UV - Nível de pastilha	Eletricamente	
PROM Apagável (EPROM)	Memória Principalmente Leitura	Eletricamente - Nível de blocos		
PROM Eletricamente Apagável		Eletricamente -Nível de bytes		

Tipos de Memória Semicondutora





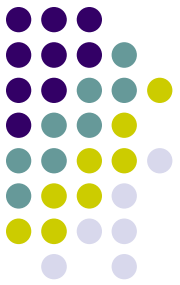
RAM

- Random Access Memory
 - **Memória de acesso aleatório**
 - Leitura/Escrita
 - Volátil
 - Armazenamento temporário
 - Estática ou dinâmica

Tipos de Memória Semicondutora



Tipo de memória	Categoria	Mecanismo de apagamento	Mecanismo de escrita	Volatilidade
Memória de Acesso Aleatório (RAM)	Memória de Leitura e Escrita	Eletricamente - Nível de bytes	Eletricamente	Volátil
Memória de Apenas Leitura (ROM)	Memória de Apenas Leitura	Não é possível	Máscaras	Não-volátil
ROM Programável (PROM)		Luz UV - Nível de pastilha	Eletricamente	
PROM Apagável (EPROM)	Memória Principalmente Leitura	Eletricamente - Nível de blocos		
PROM Eletricamente Apagável		Eletricamente -Nível de bytes		



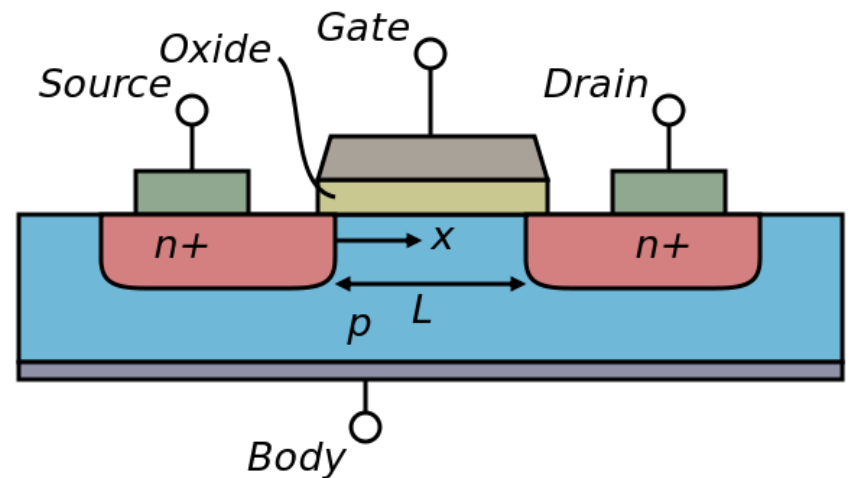
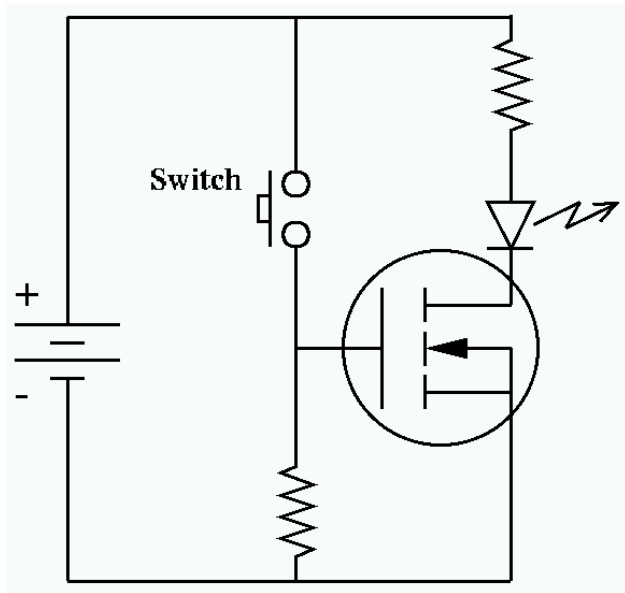
RAM Dinâmica

- Os bits são armazenados como cargas em capacitores
 - Capacitores MOS
 - Movimentação de cargas elétricas
- Precisa de circuitos de refrescamento quando alimentadas
- Construção simples
- Menor tamanho por bit
- Menor custo de fabricação
- Mais lentas
- Aplicação: memória principal

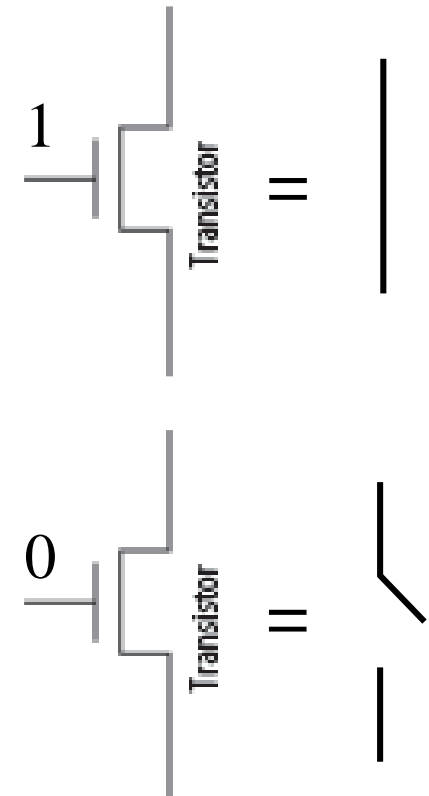
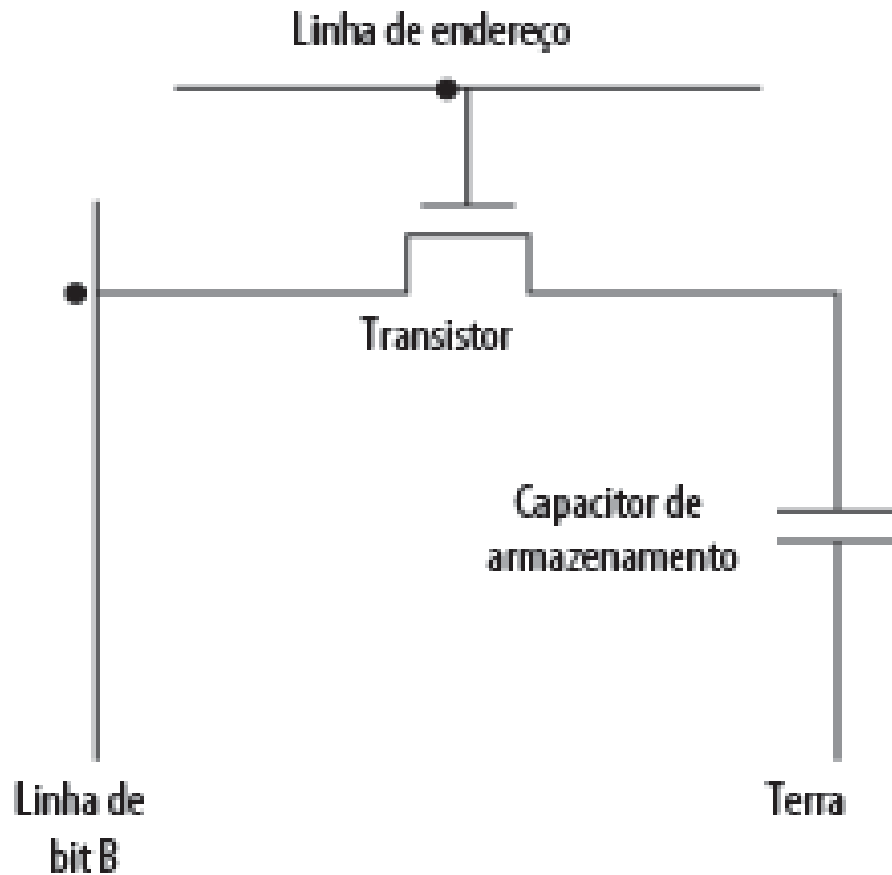
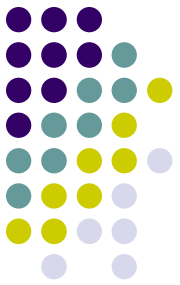
Tecnologia MOS



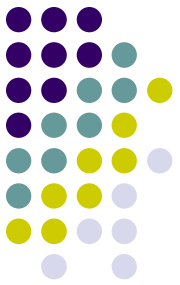
Relembrando:



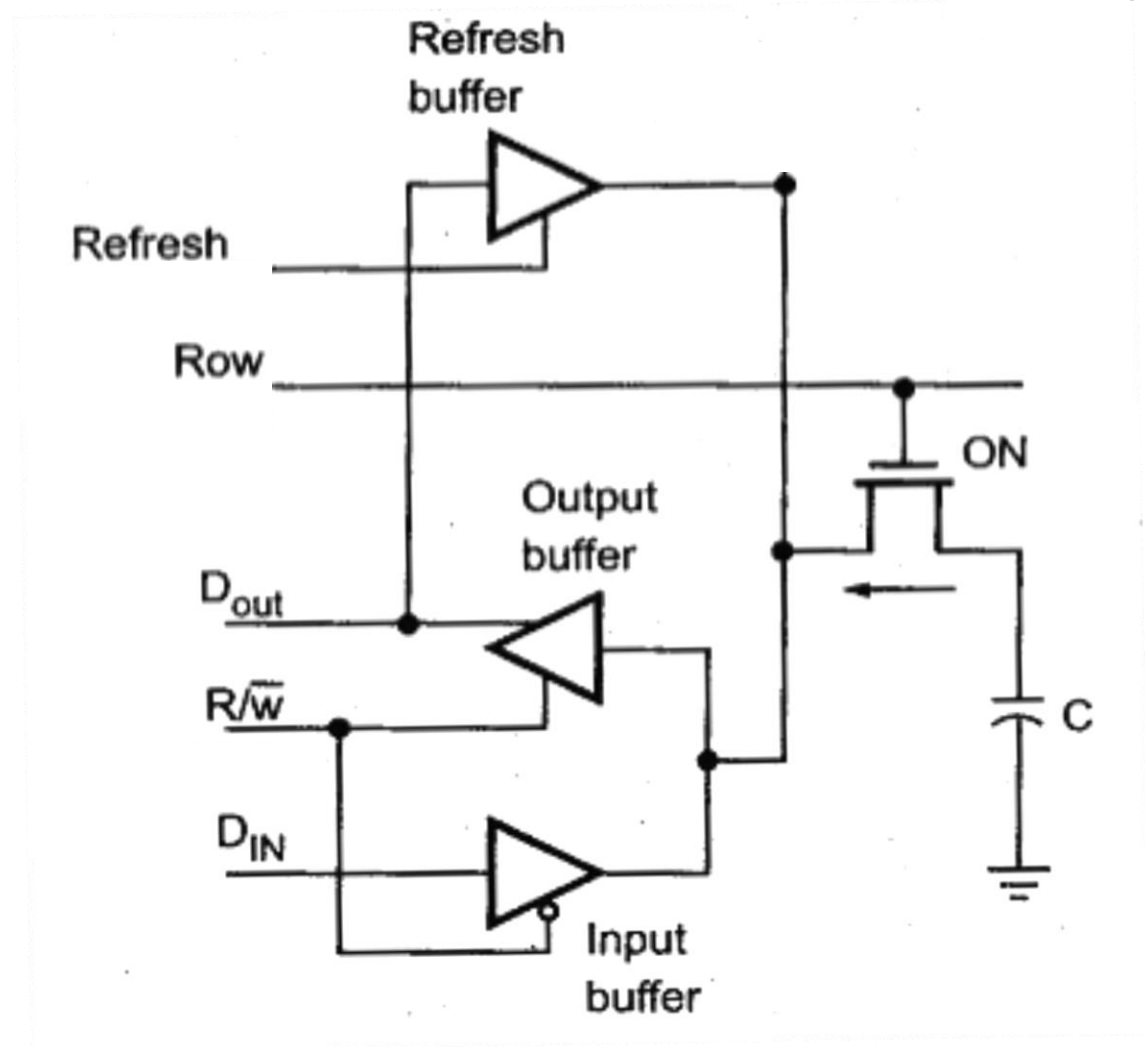
Estrutura da RAM dinâmica



Estrutura da RAM dinâmica



Refresh:

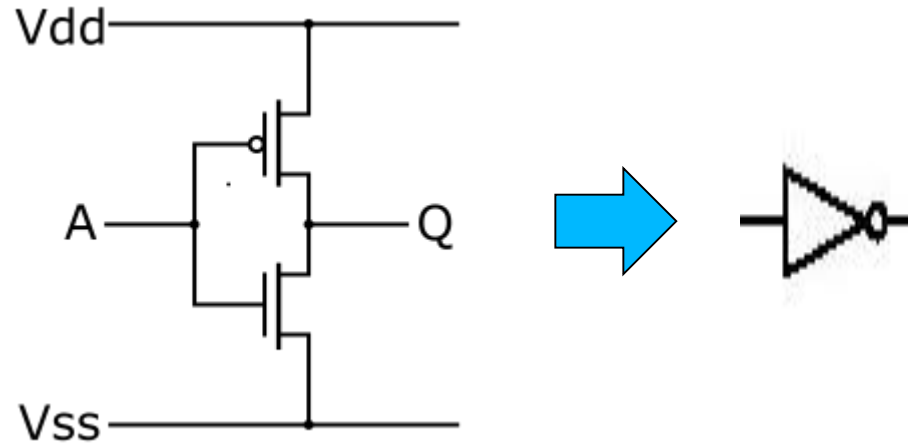
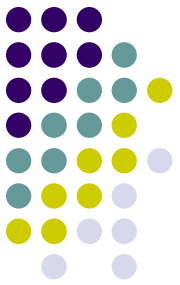




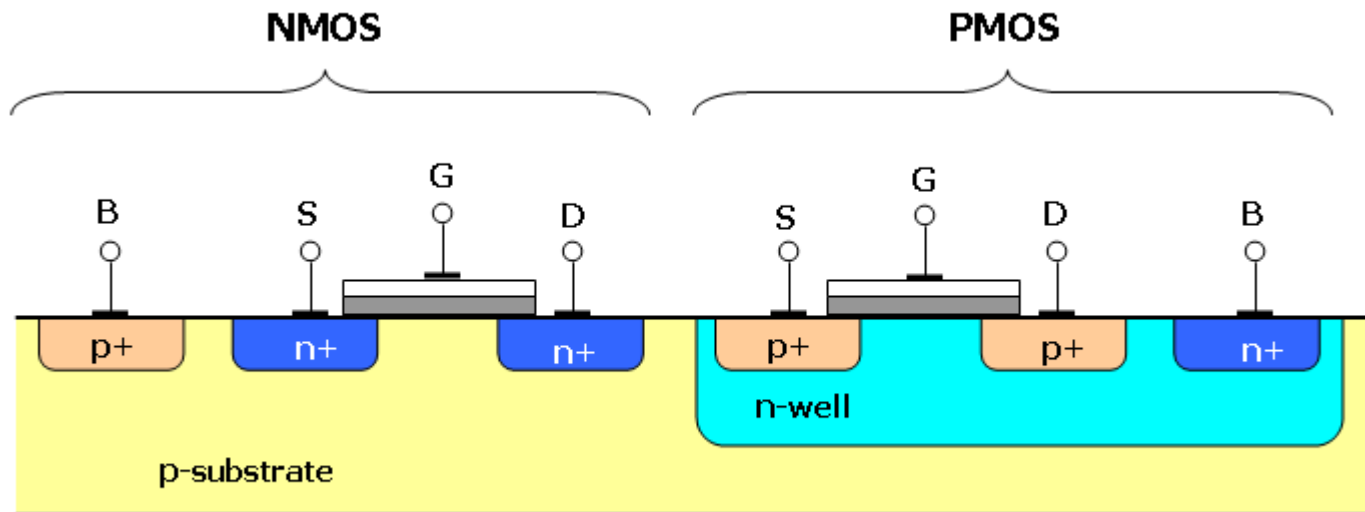
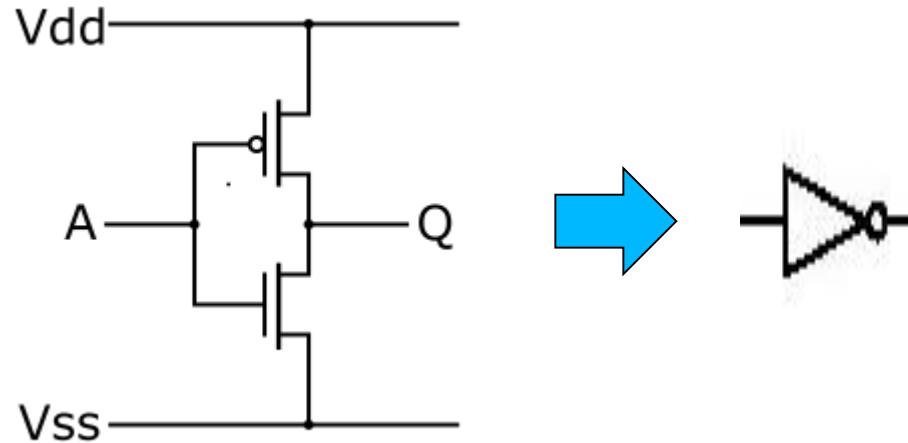
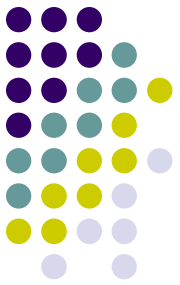
RAM Estática

- Os bits são armazenadas como chaves liga/desliga
- Não há relação direta entre as cargas elétricas e os bits
- Não necessita de circuitos de refrescamento quando alimentada
- Construção mais complexa
- Maior tamanho por bit
- Mais cara
- Mais rápida
- Aplicação: cache

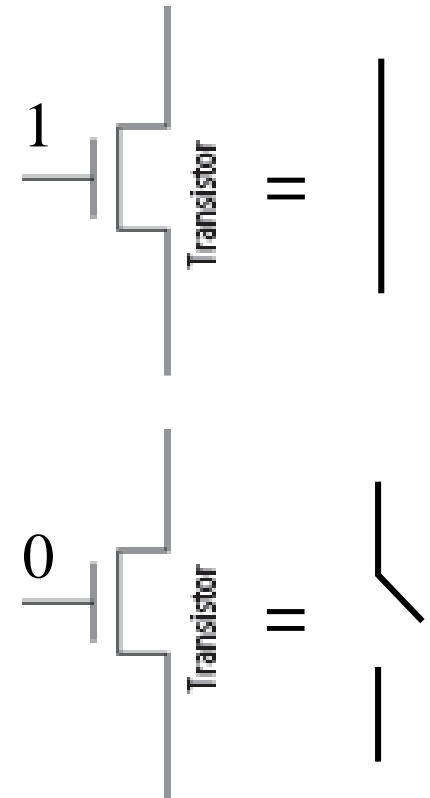
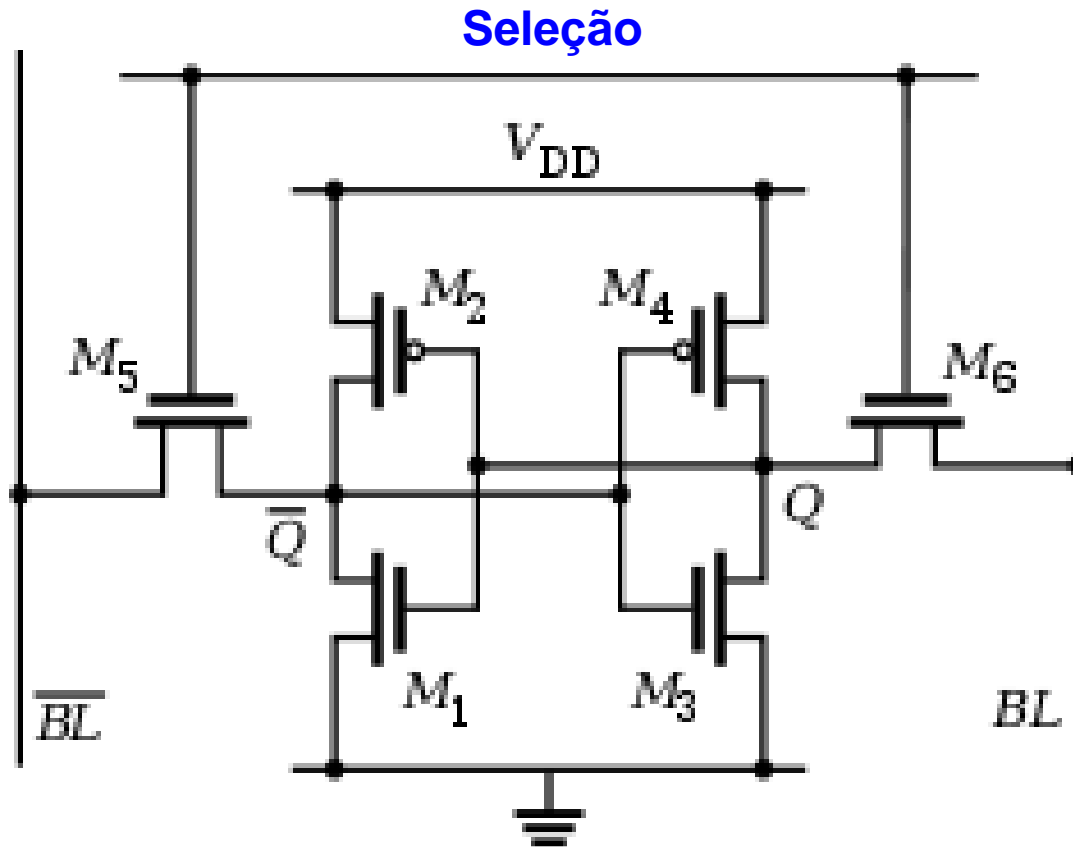
Tecnologia CMOS



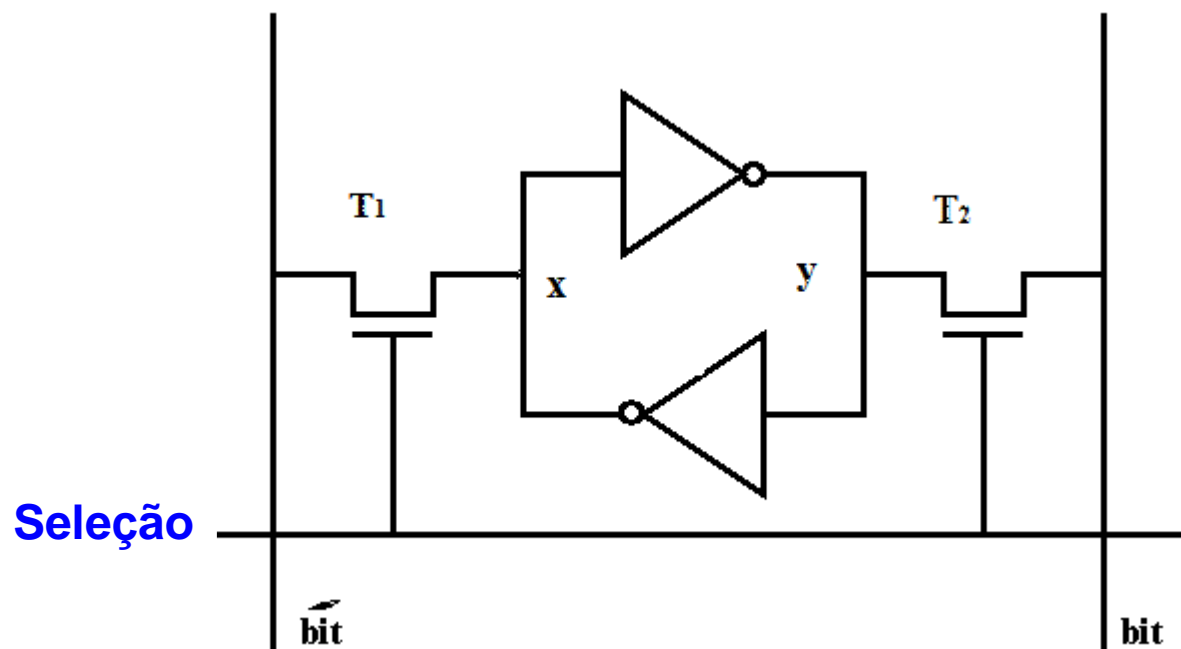
Tecnologia CMOS



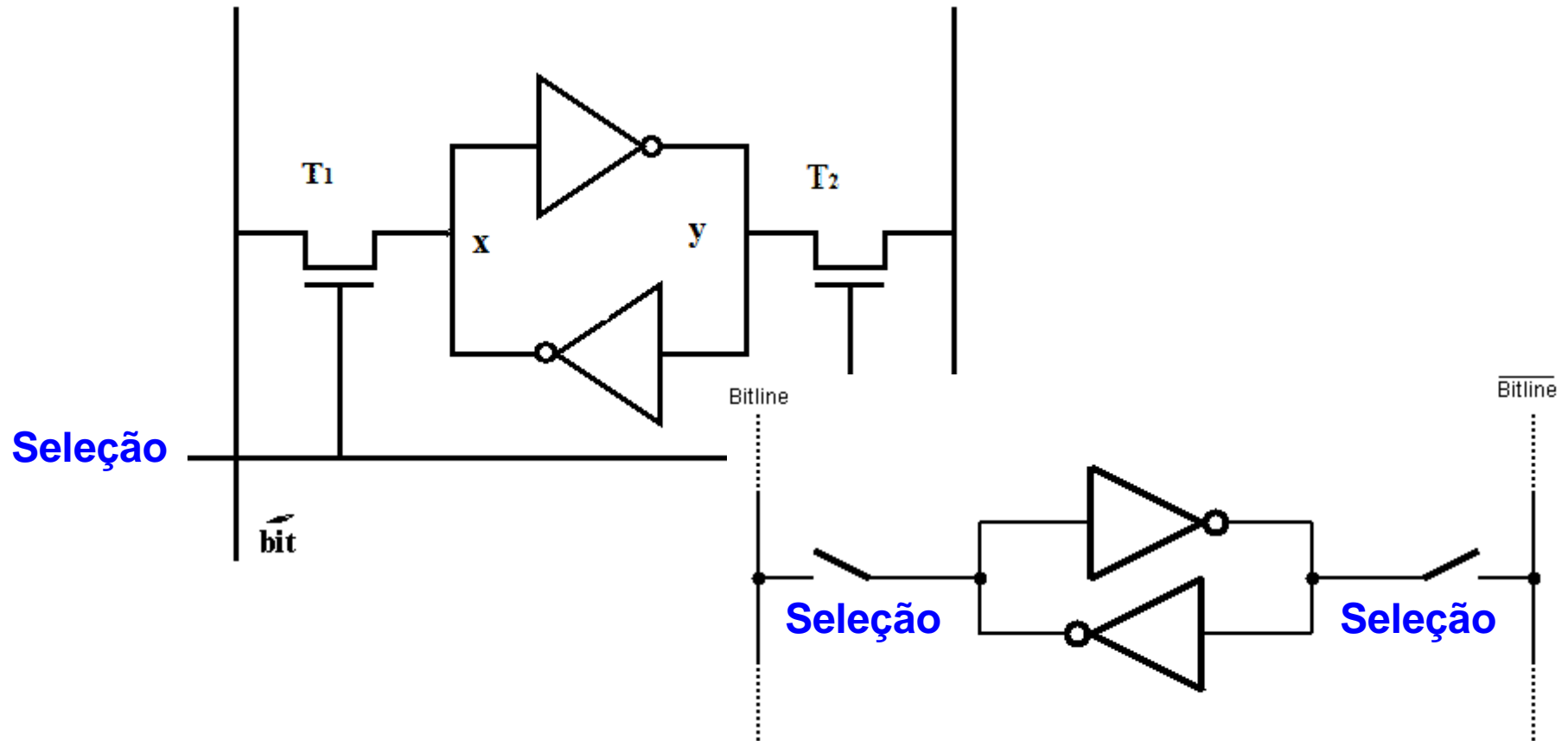
Estrutura da RAM estática

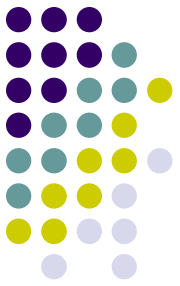


Estrutura da RAM estática



Estrutura da RAM estática





SRAM *versus* DRAM

- Ambas voláteis
 - É preciso energia para preservar os dados
- Célula dinâmica:
 - Mais simples de construir, menor
 - Mais densa
 - Mais barata
 - Precisa de *refresh*
 - Maiores unidades de memória
 - Memória principal
- Estática:
 - Mais rápida
 - Mais cara
 - Cache



Read Only Memory - ROM

- Memória apenas de leitura
- Armazenamento permanente
- USO:
 - Microprogramação
 - Bibliotecas de subrotinas
 - Programas de sistemas
 - Basic Input/Output System - BIOS
 - Tabelas de funções



Tipos de Memória Semicondutora



Tipo de memória	Categoria	Mecanismo de apagamento	Mecanismo de escrita	Volatilidade
Memória de Acesso Aleatório (RAM)	Memória de Leitura e Escrita	Eletricamente - Nível de bytes	Eletricamente	Volátil
Memória de Apenas Leitura (ROM)	Memória de Apenas Leitura	Não é possível	Máscaras	Não-volátil
ROM Programável (PROM)		Luz UV - Nível de pastilha	Eletricamente	
PROM Apagável (EPROM)	Memória Principalmente Leitura	Eletricamente - Nível de blocos		
PROM Eletricamente Apagável		Eletricamente -Nível de bytes		



Tipos de ROM

- Escrita durante fabricação
 - Muito cara para lotes pequenos
- Programável (uma única vez) - OTP
 - PROM
 - Necessita de um equipamento gravador especial
- Programável (diversas vezes)
 - Erasable Programmable (EPROM)
 - Apagável por raios UV
 - Electrically Erasable (EEPROM)
 - O tempo de escrita é bem maior que o de leitura
 - Memória Flash
 - Blocos de memória são apagáveis eletricamente

Tipos de Memória Semicondutora



Tipo de memória	Categoria	Mecanismo de apagamento	Mecanismo de escrita	Volatilidade
Memória de Acesso Aleatório (RAM)	Memória de Leitura e Escrita	Eletricamente - Nível de bytes	Eletricamente	Volátil
Memória de Apenas Leitura (ROM)	Memória de Apenas Leitura	Não é possível	Máscaras	Não-volátil
ROM Programável (PROM)		Luz UV - Nível de pastilha	Eletricamente	
PROM Apagável (EPROM)	Memória Principalmente Leitura	Eletricamente - Nível de blocos		
PROM Eletricamente Apagável		Eletricamente -Nível de bytes		

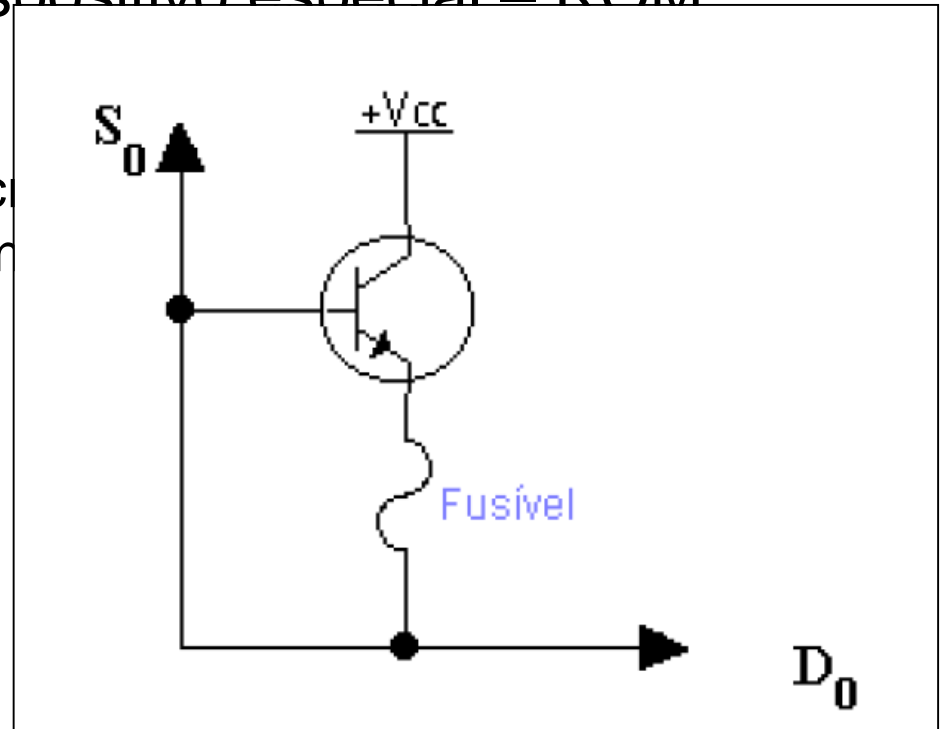
PROM – Programmable ROM

- Também chamadas de OTP ROM – One Time Programmable ROM
- Programadas com um dispositivo especial – ROM Programmer
 - Sinal elétrico usado para criar ou destruir de maneira permanente ligações internas

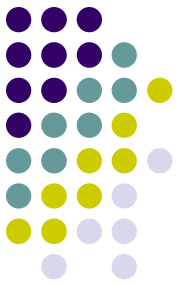


PROM – Programmable ROM

- Também chamadas de OTP ROM – One Time Programmable ROM
- Programadas com um dispositivo especial – ROM Programmer
 - Sinal elétrico usado para criar permanente ligações internas



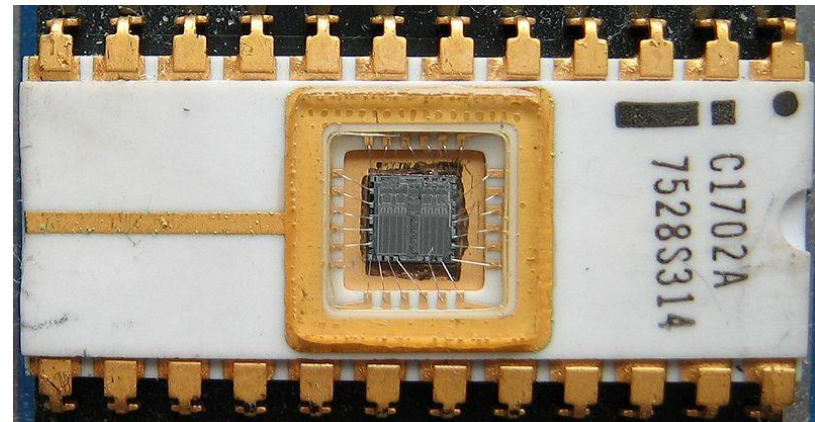
Tipos de Memória Semicondutora



Tipo de memória	Categoria	Mecanismo de apagamento	Mecanismo de escrita	Volatilidade
Memória de Acesso Aleatório (RAM)	Memória de Leitura e Escrita	Eletricamente - Nível de bytes	Eletricamente	Volátil
Memória de Apenas Leitura (ROM)	Memória de Apenas Leitura	Não é possível	Máscaras	Não-volátil
ROM Programável (PROM)		Luz UV - Nível de pastilha	Eletricamente	
PROM Apagável (EPROM)	Memória Principalmente Leitura	Eletricamente - Nível de blocos		
PROM Eletricamente Apagável		Eletricamente -Nível de bytes		

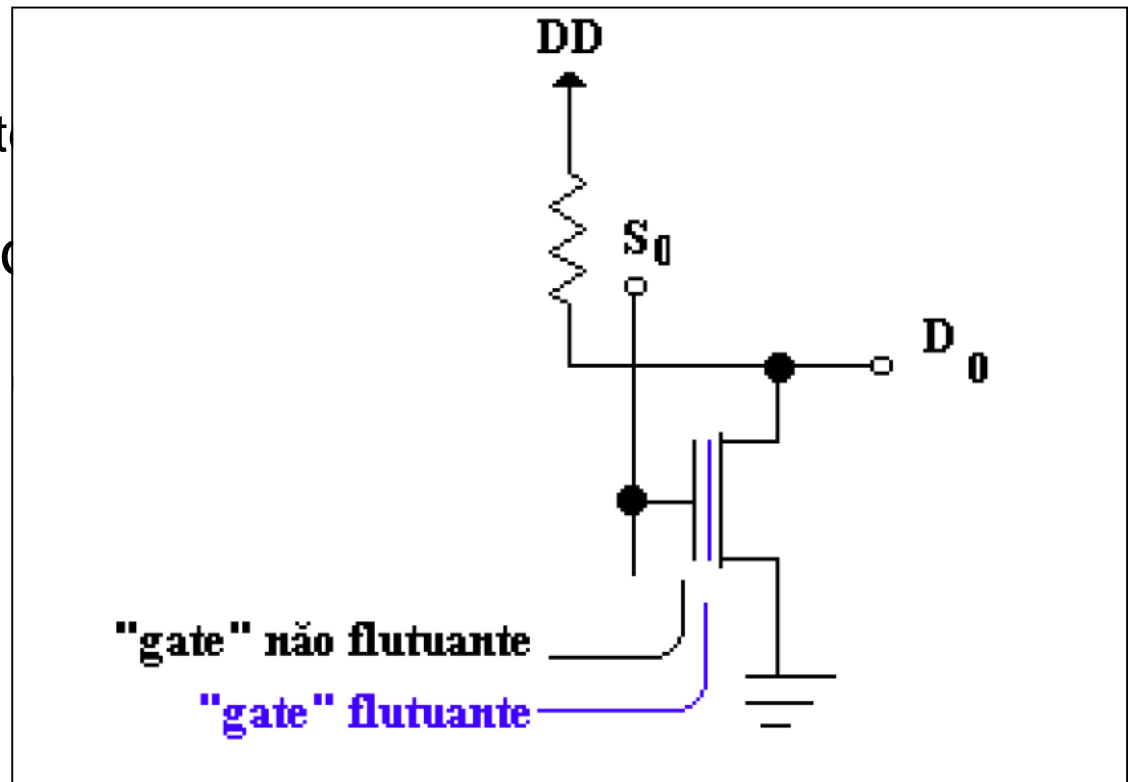
EPROM – Erasable Programmable ROM

- Pode ser apagada por meio de exposição a radiação ultravioleta
 - Totalmente
 - > 10 min tipicamente
- Vida útil > 1000 ciclos
- Possuem janela de exposição



EPROM – Erasable Programmable ROM

- Pode ser apagada por meio de exposição a radiação ultravioleta
 - Totalmente
 - > 10 min tipicamente
- Vida útil > 1000 ciclos
- Possuem janela de



Tipos de Memória Semicondutora



Tipo de memória	Categoria	Mecanismo de apagamento	Mecanismo de escrita	Volatilidade
Memória de Acesso Aleatório (RAM)	Memória de Leitura e Escrita	Eletricamente - Nível de bytes	Eletricamente	Volátil
Memória de Apenas Leitura (ROM)	Memória de Apenas Leitura	Não é possível	Máscaras	Não-volátil
ROM Programável (PROM)		Luz UV - Nível de pastilha	Eletricamente	
PROM Apagável (EPROM)	Memória Principalmente Leitura	Eletricamente - Nível de blocos		
PROM Eletricamente Apagável		Eletricamente - Nível de bytes		

EEPROM – Electrically Erasable Programmable ROM

- Estrutura semelhante a EPROM
- Pode ser apagada/escrita eletricamente
 - Parcial (blocos) ou totalmente
 - Evita retirada do *chip* do circuito
- Tempo de escrita muito mais lento que o de leitura
 - Escrita – ms/bit
 - Leitura – ns/bit (= leitura em RAM)

EAROM – Electrically Alterable ROM

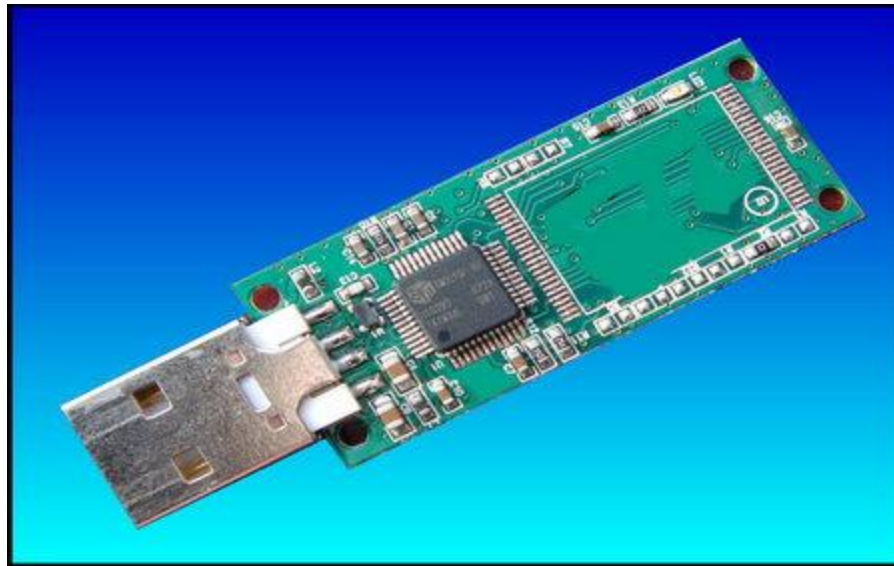
- Similar a EEPROM
- Acesso a bit
 - Um bit pode ser apagado por vez
- Tempo de escrita muito mais lento que o de leitura

Flash

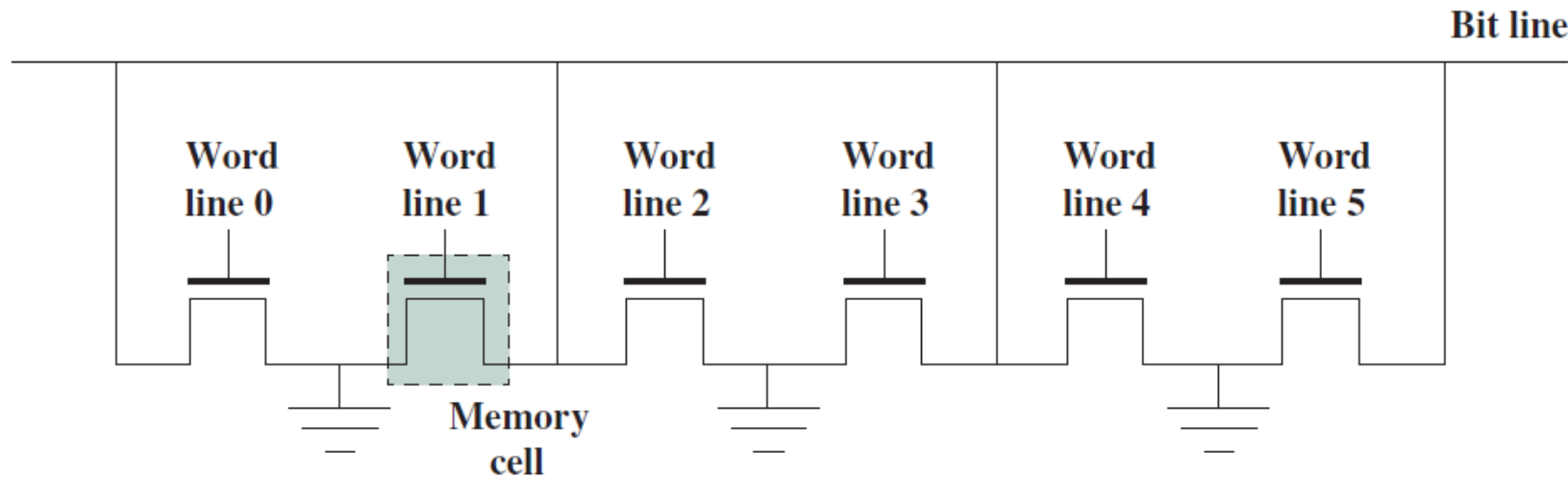
- Tipo de EEPROM inventada em 1984
- Acesso a blocos e não bits
- Apagamento e escrita muito mais rápidos
- Vida útil > 1.000.000 ciclos
- Tecnologia permite alta capacidade
 - > 128 Gbytes
- USB flash devices



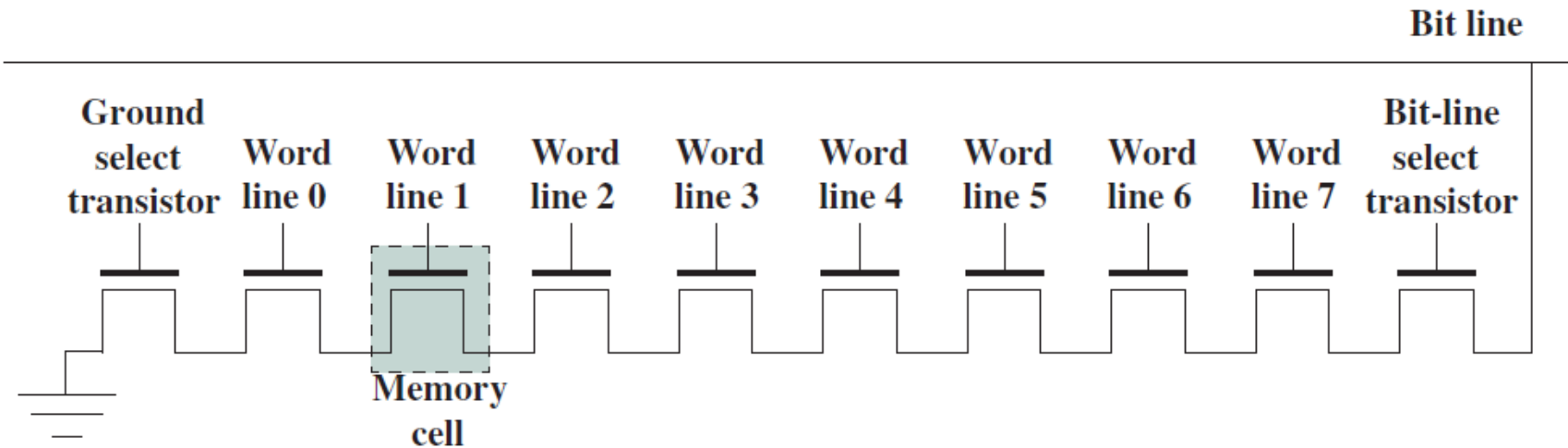
Memória Flash



NAND-NOR Flash - estrutura

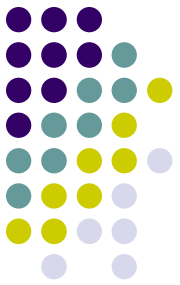


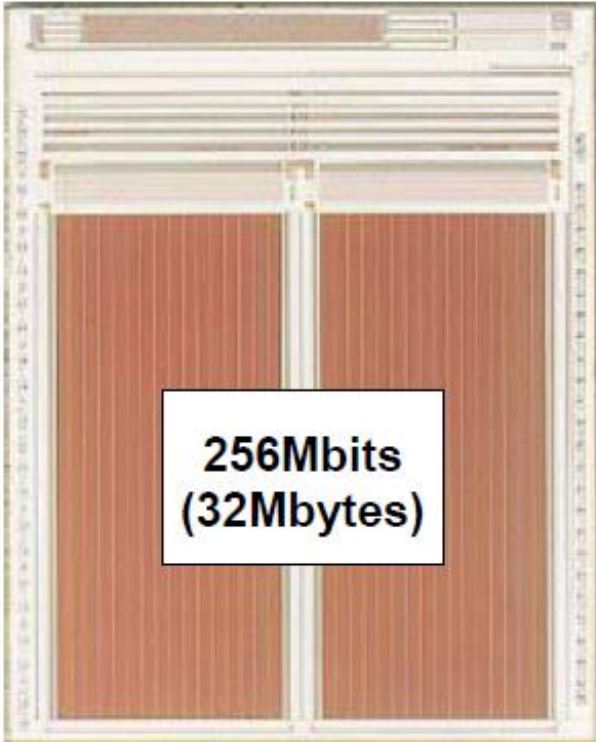
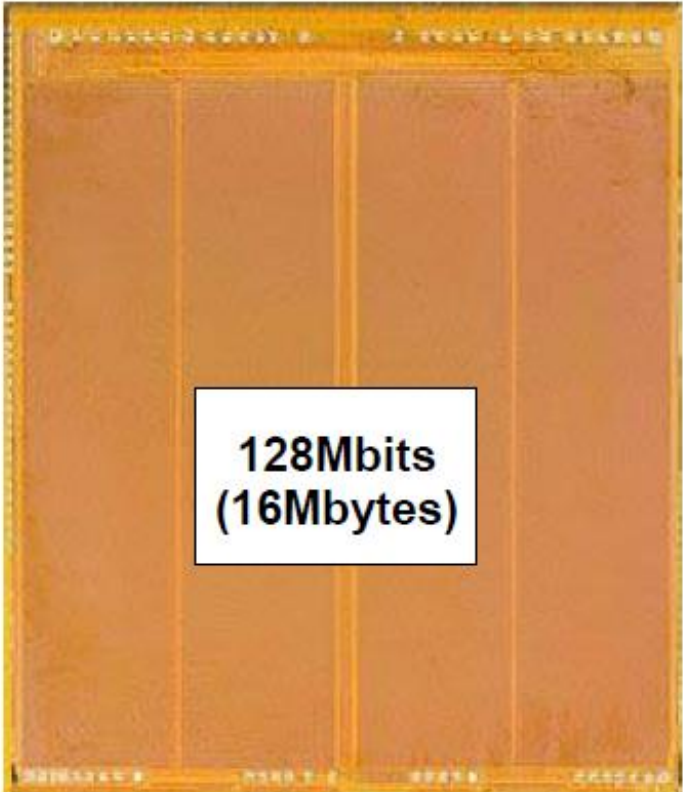
(a) NOR flash structure



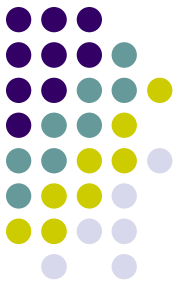
(b) NAND flash structure

NAND-NOR Flash - densidade



32MBytes (256Mbits) DiskOnChip Millennium Plus (NAND-based)	16MBytes (126Mbits) NOR Flash
 <p>256Mbits (32Mbytes)</p>	 <p>128Mbits (16Mbytes)</p>
244% mais eficiente que a NOR Flash	

NAND-NOR Flash



NOR flash:

- Eficiência volumétrica (cell size): 7 Mb/mm²
- Tipo de acesso: [aleatório](#)
- Aplicação: Execução de programa

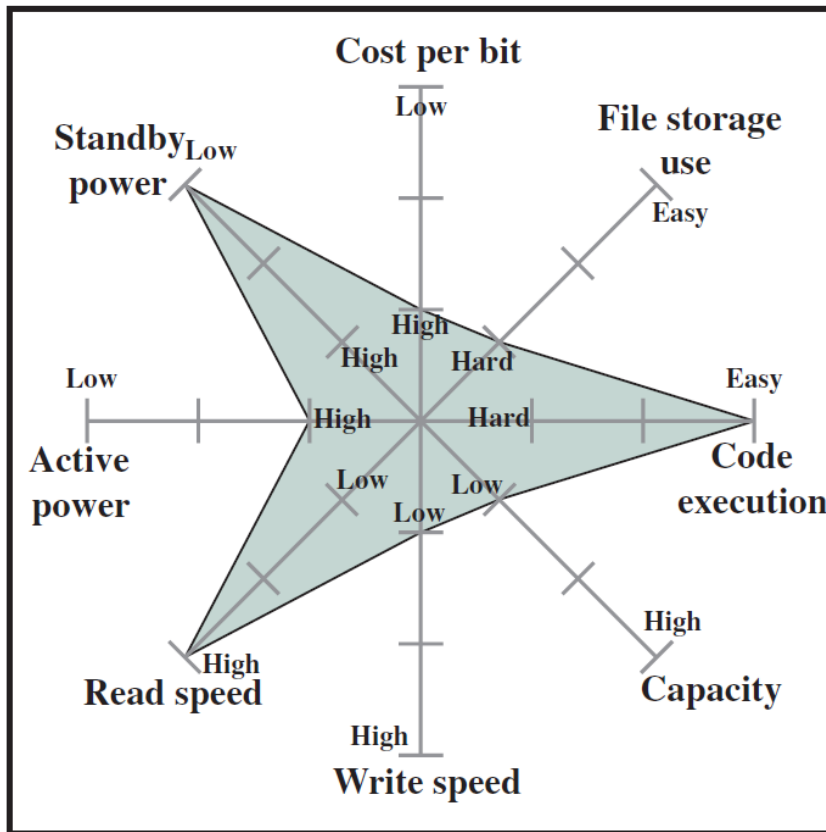
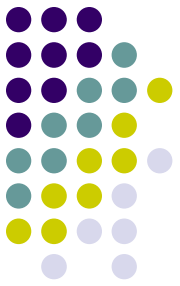
NAND-NOR Flash



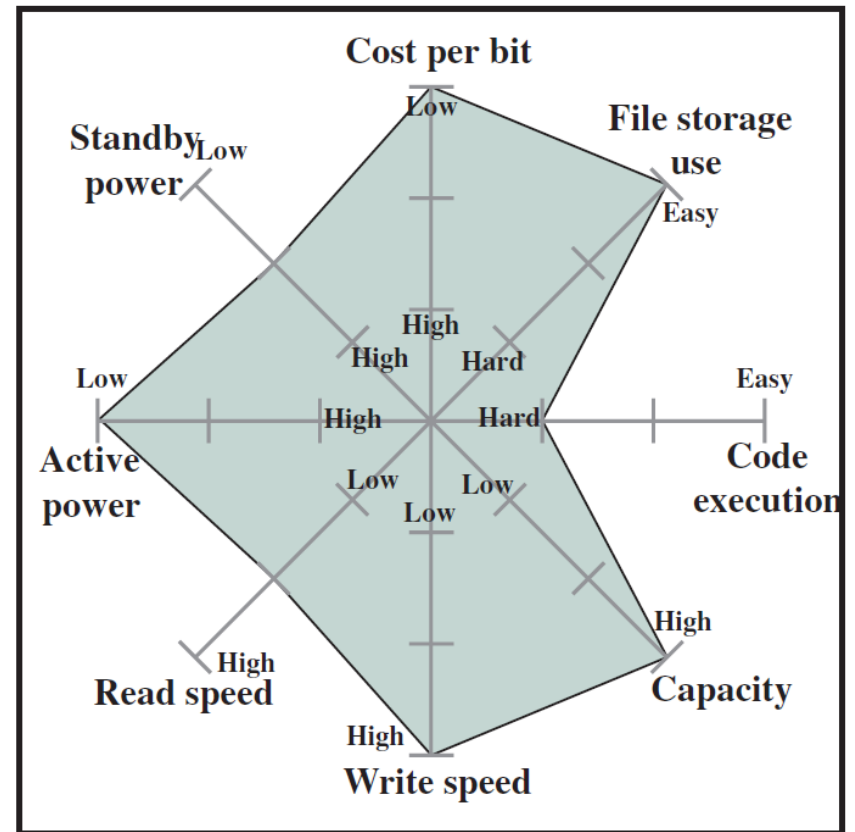
NAND flash:

- Eficiência volumétrica (cell size): 11 Mb/mm²
- Tipo de acesso de leitura: [sequencial](#)
- Aplicação: Armazenamento em massa

Kiviat Graphs - Flash

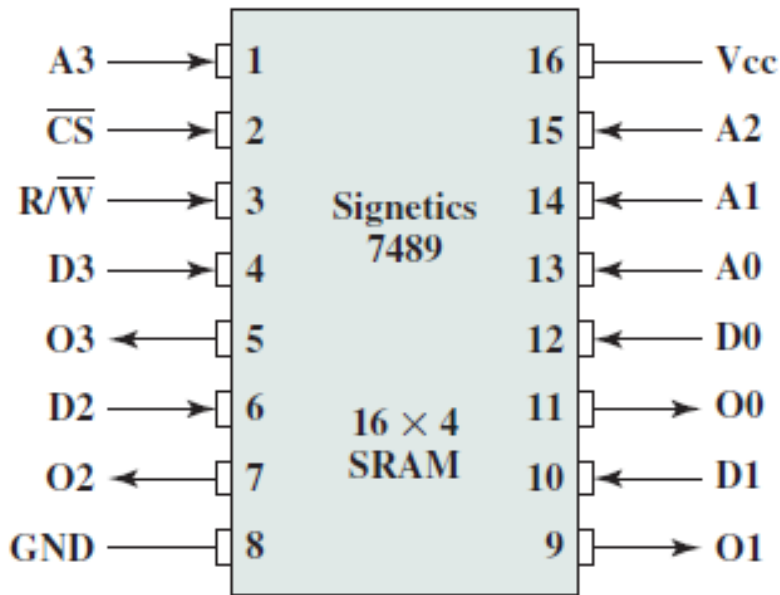
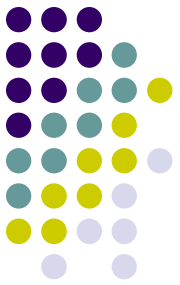


(a) NOR



(b) NAND

Exercício



(a) Pin layout

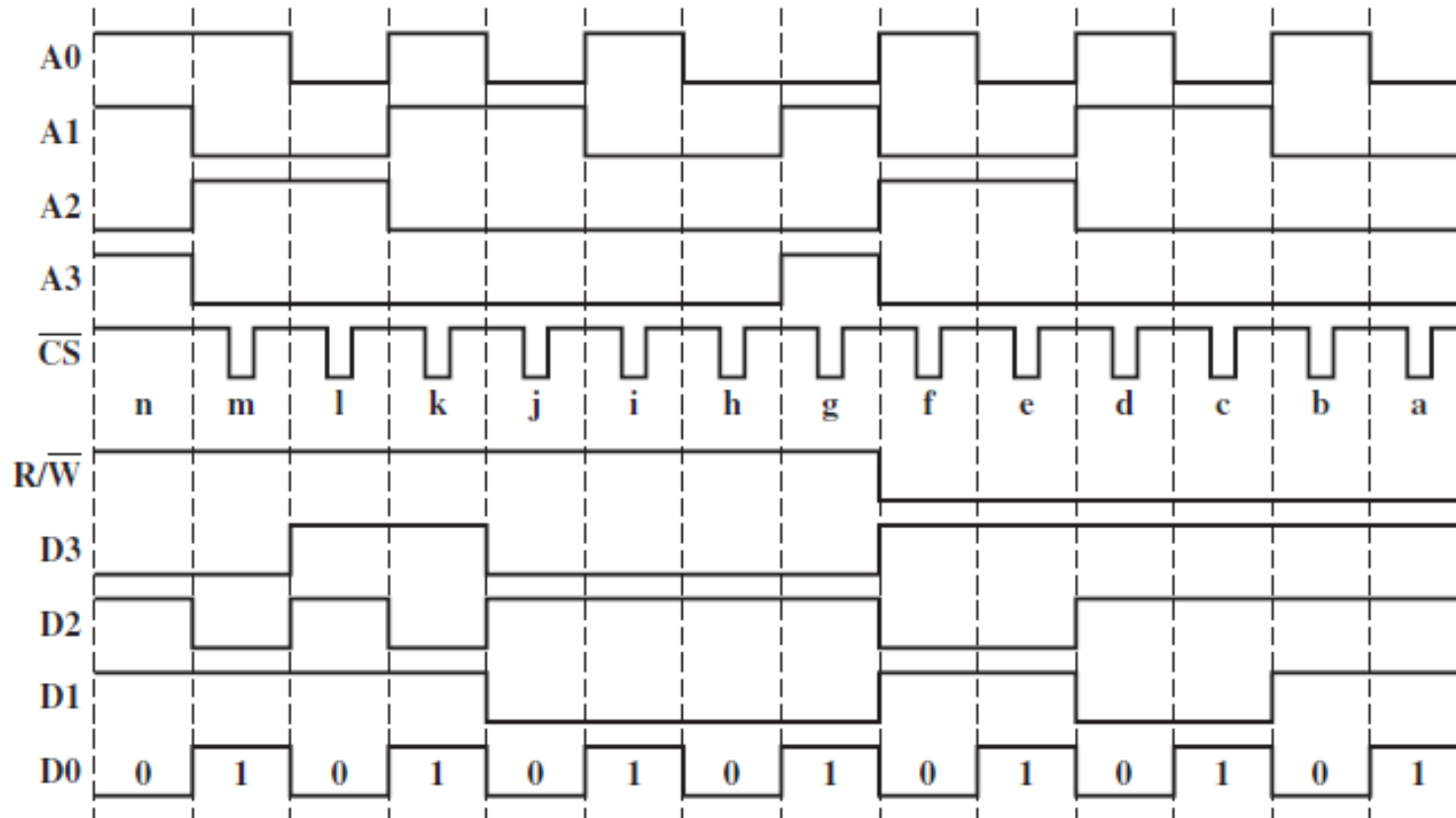
Operating Mode	Inputs			Outputs
	\overline{CS}	R/\overline{W}	D_n	O_n
Write	L	L	L	L
	L	L	H	H
Read	L	H	X	Data
Inhibit writing	H	L	L	H
	H	L	H	L
Store - disable outputs	H	H	X	H

H = high voltage level

L = low voltage level

X = don't care

Exercício



Exercício

Operating Mode	Inputs			Outputs
	\overline{CS}	R/\overline{W}	D_n	O_n
Write	L	L	L	L
	L	L	H	H
Read	L	H	X	Data
Inhibit writing	H	L	L	H
	H	L	H	L
Store - disable outputs	H	H	X	H

