

Construção de Memórias

Yuri Kaszubowski Lopes

UDESC

Anotações

RAM

- Memória de Acesso Aleatório - Random Access Memory (RAM)
 - ▶ Permite o acesso direto de qualquer palavra na memória
 - ▶ Diferente de uma fita por exemplo, onde para acessar a palavra n , precisamos percorrer todas as $n-1$ posições



Anotações

RAM

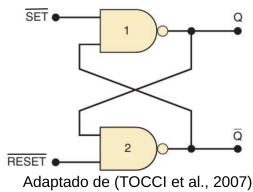
- Comumente chamamos a **memória principal** de nossos PCs de memória RAM
 - ▶ Não é o termo ideal, já que a vasta maioria das memórias que usamos em nossos computadores é do tipo RAM



Anotações

Static RAM (SRAM)

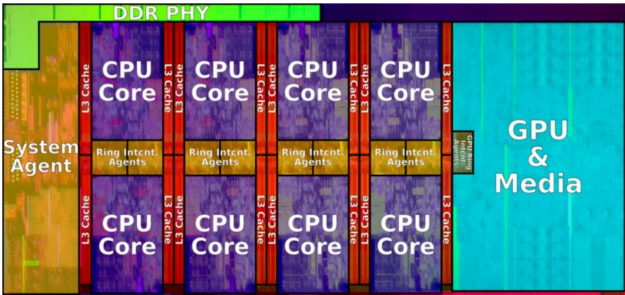
- Memória Estática de Acesso Aleatório (SRAM)
- Utiliza portas lógicas para armazenar os bits
 - Flip-flops
- Consegue manter os dados enquanto o circuito está alimentado



Anotações

Static RAM (SRAM)

- Comumente utilizada na construção de memórias cache e registradores



Anotações

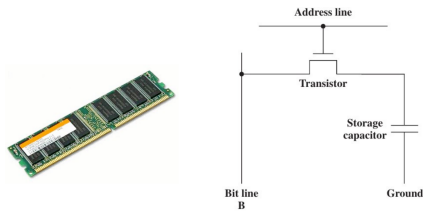
Dynamic RAM (DRAM)

- Memória Dinâmica de Acesso Aleatório (DRAM)
- Armazena carga em capacitores
- Capacitor pode ser interpretado como:
 - 1 quando carregado
 - 0 quando descarregado
- Mantém os dados enquanto alimentada
- Porém:
 - Capacitores perdem a carga com o tempo, e são necessárias recargas (refresh) periódicas (e.g., a cada 64 ms)
 - Ler um capacitor remove sua carga
 - Perdemos o dado se não regravar após uma leitura

Anotações

Dynamic RAM (DRAM)

- A memória é denominada dinâmica por sua tendência em perder a carga em seus capacitores
 - Mesmo com a memória continuamente energizada
- DRAM é comumente utilizada na **memória principal** dos PCs



Anotações

SRAM Versus DRAM

- SRAM comumente é mais rápida que DRAM
- DRAM possui um circuito mais simples e menor
 - Memórias mais densas e baratas

Anotações

Read-Only Memory (ROM)

- Memória Somente Leitura (ROM)
 - Podemos ler, mas não escrever
 - Memória não volátil
 - ★ Não precisa estar constantemente alimentada
- A memória é construída com o dado de forma "hardwired"
 - Elevado custo de fabricação inicial, independente de quantas memórias vamos construir
 - ★ Precisamos programar as máquinas e criar máscaras para fabricar as memórias
 - ★ Não há espaço para erro

Anotações

Programmable ROM (PROM)

- ROM Programável
- O mesmo que uma ROM, mas pode ser gravada **uma vez**
- Comumente usamos equipamentos específicos que “queimam” os circuitos internos da memória para efetuar a gravação

Anotações

Erasable Programmable Read-Only Memory (EPROM)

- PROM “apagável”
- Pode ser lida ou escrita, mas antes de uma escrita precisa ser completamente apagada
- Usamos radiação ultravioleta em uma janela por alguns minutos



Anotações

Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory (EEPROM)

- PROM “apagável por eletricidade”
- Podemos ler e escrever qualquer palavra individual
- Escrita demora mais tempo que a leitura

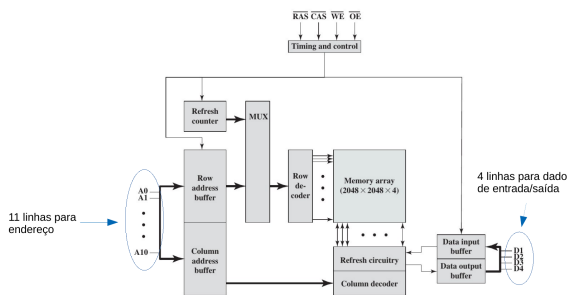
Anotações

Exemplo de arranjo

- Considere uma DRAM de
 - ▶ 16 Mib (2 MiB)
 - ▶ A leitura/escrita é feita em conjuntos de 4 bits
- As memórias DRAM (e ROM, EPROM, ...) são comumente arranjadas em matrizes
- No exemplo podemos ter uma matriz de 2048 x 2048, onde cada elemento armazena 4 bits
 - ▶ Outros arranjos também são possíveis
- **Quantos bits são necessários para endereçar uma linha dessa matriz? E para as colunas?**
 - ▶ 11 bits, pois $2^{11} = 2048$, ou melhor: $\lg 2048 = 11$

Anotações

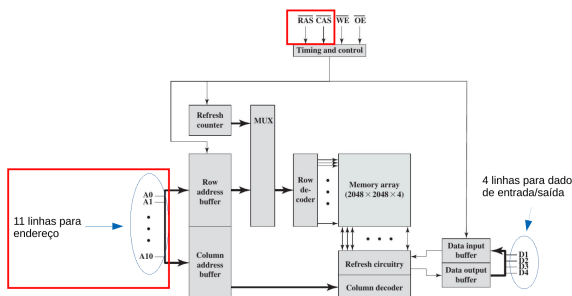
Exemplo de arranjo



- **Temos 11 linhas para o endereço, e não 22, como?**

Anotações

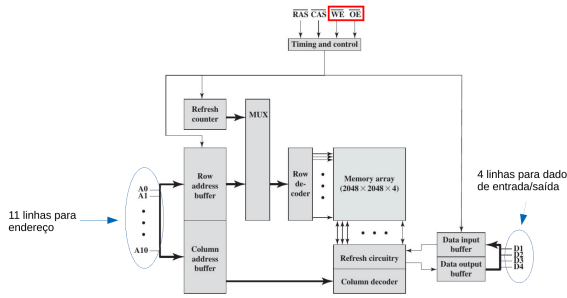
Exemplo de arranjo



- Enviar o endereço da linha, depois da coluna
 - ▶ Duas etapas: salvamos pinos de endereço
 - ▶ Indicar se estamos passando o endereço de linha ou coluna:
 - ★ **RAS**: Row Address Select
 - ★ **CAS**: Column Address Select

Anotações

Exemplo de arranjo

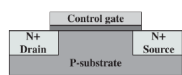


- Write Enable (\overline{WE}) e Output Enable (\overline{OE}) indicam se os dados são para leitura ou escrita no endereço especificado

Anotações

Transistores e Células de Memória Flash

Transistor convencional



Corrente flui entre fonte e dreno quando uma tensão é aplicada na porta.



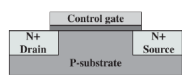
Símbolo

Anotações

[illegible]

Transistores e Células de Memória Flash

Transistor convencional

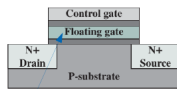


Corrente flui entre fonte e dreno quando uma tensão é aplicada na porta



Símbolo

Transistor com floating gate



Injetar/remover elétrons no floating gate aumenta/diminui a tensão necessária que deve ser aplicada na porta para que a corrente flua. Os elétrons se mantêm no floating gate mesmo sem alimentação de energia (não volátil)



Símbolo

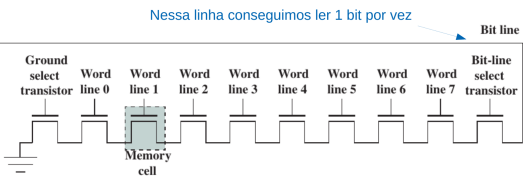
Anotações

Memórias Flash

- O microchip é construído de forma que uma seção de memória é rapidamente apagada em um único “flash”
- Um dos arranjos mais comuns é o NAND flash
 - ▶ Comportamento similar a portas NAND
 - ▶ Outras configurações, como NOR flash são possíveis
- Utiliza transistores com floating gate
 - ▶ Tipicamente são utilizados 32 ou 64 transistores em série
 - ★ Armazenar 32 ou 64 bits
 - ▶ Os transistores em uma mesma linha **não podem ser lidos em paralelo**
 - ▶ Para apagar os transistores, a linha inteira (com 32 ou 64) é apagada

Anotações

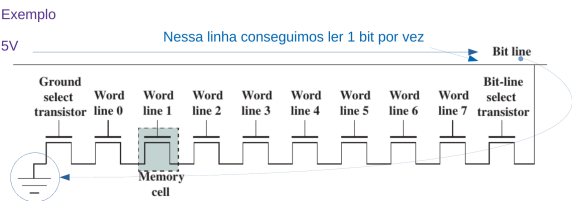
Flash NAND



- Exemplo de arranjo com 8 transistores

Anotações

Flash NAND

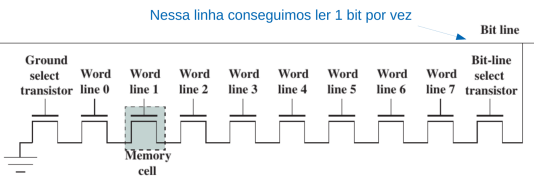


- O **Bit line** lê 0 lógico quando todos os transistores possibilitam a passagem de corrente. Comportamento de uma porta NAND

Anotações

Flash NAND

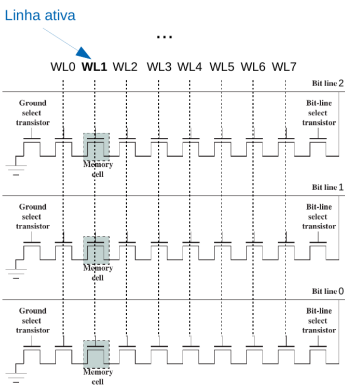
- Para ler o bit na **Word line 1**:
 - Mantemos as (outras) **Word lines 0,2,3,...7** com uma **tensão positiva**, para que a corrente possa fluir
 - Mantemos a **word line 1** com 0 volts
 - ★ Agora a corrente vai fluir ou não dependendo do estado do floating gate da **Word line 1**
 - Como todos os transistores permitem a passagem de corrente, exceto o 1 que depende do estado do floating gate, a linha de bit vai ter 0 ou 1 dependendo do estado da Word line 1



Anotações

Flash NAND

- Múltiplas linhas são unidas para formar as words



Anotações

Flash NAND

- A explicação sobre a Flash NAND é apenas uma simplificação sobre o funcionamento real da memória flash
- Operações para apagar e escrever são um pouco mais complexas
- O floating gate **se desgasta com o tempo**
 - Com nossa tecnologia atual, as memórias flash comumente têm uma durabilidade limitada

Anotações

Memória Flash

- Memórias flash são comumente utilizadas na construção de pendrives (flashdrives) e Dispositivos de Estado Sólido (Solid-State Drive – SSD)
- Em ambos dispositivos o arranjo NAND é o mais comum



Anotações

Exercícios

1. Nossos PCs usam uma combinação de SRAM, DRAM e Discos Rígidos SSDs como memórias. Microcontroladores utilizam outra combinação. Pesquise sobre os microcontroladores PIC (fabricados pela Microchip) e verifique quais tecnologias de memória são utilizadas para armazenar o programa, memória principal e armazenamento permanente. Quais vantagens e desvantagens?
2. Quais das memórias discutidas são RAM? Quais não são?
3. Pesquise sobre o funcionamento básico de Discos Rígidos (HDs) convencionais

Anotações

Referências

- Stallings, W. **Arquitetura e organização de computadores**. 10a ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.
- Micheloni, R.; Crippa, L.; Marelli, A. **Inside NAND Flash Memories**. 2010.
- Tanenbaum, A. Bos, H. **Sistemas Operacionais Modernos**. 4a ed. 2016.
- Novotný, R.; Kadlec, J.; Kuchta, R. **Nand flash memory organization and operations**. Journal of Information Technology & Software Engineering. 2015.
- Ronald Tocci, Neal Widmer, Greg Moss. **Digital Systems**. 12 ed. Pearson Education. 2016.

Anotações
