

DISPOSITIVOS DE MEMÓRIA

INTRODUÇÃO

Um *sistema digital* é capaz de armazenar facilmente uma grande quantidade de informação por períodos de tempo curtos ou longos, sendo esta a sua principal vantagem sobre os sistemas *analógicos*, pois tal característica torna os sistemas digitais bastante versáteis e adaptáveis a um sem-número de situações.

Este capítulo é dedicado ao estudo dos tipos mais comuns de dispositivos e sistemas de memória empregados no armazenamento de informações em computadores digitais.

Já estamos familiarizados com o flip-flop. Sabemos também que grupos de flip-flops denominados registradores são capazes de armazenar informação estruturada (dados ou instruções), e que tais informações podem ser recebidas/transferidas de/para outros dispositivos de armazenamento.

Os registradores são elementos de memória de alta velocidade, empregados no armazenamento de informação durante o processo de execução de instruções pela unidade de controle da máquina, havendo uma constante movimentação de informações entre os registradores e os demais dispositivos componentes do sistema.

Em geral, um sistema de computador usa memória principal (interna) de alta velocidade e dispositivos de memória secundária (externa ou de massa) lentos, mas com alta capacidade de armazenamento.

TERMINOLOGIA

- CÉLULA DE MEMÓRIA - (Flip-flop. armazenam um único bit)
- PALAVRA DE MEMÓRIA - (Um grupo de células, normalmente 4 a 64 bits)
- CAPACIDADE - $1K = 1024$, $1M = 1.048.576$ - ($2K \times 8 = 2048 \times 8 = 16384$ bits)
- ENDEREÇO - Identifica a posição de uma palavra na memória.
- OPERAÇÃO DE LEITURA - Também chamada de "busca" na memória.
- OPERAÇÃO DE ESCRITA - Também chamada de armazenamento.
- TEMPO DE ACESSO - Quantidade de tempo necessária a busca ou armazenamento.
- MEMÓRIA VOLÁTIL - Necessitam de energia elétrica para reter a informação armazenada,
- MEMÓRIA DE ACESSO RANDÔMICO (RAM) - O tempo de acesso é constante para qualquer endereço da memória.
- MEMÓRIA DE ACESSO SEQUENCIAL (SAM) - O tempo de acesso não é constante, mas depende do endereço. Ex: fitas magnéticas,
- MEMÓRIA DE LEITURA/ESCRITA (RWM) - Qualquer memória que possa ser lida ou escrita com igual facilidade,
- MEMÓRIA DE LEITURA (ROM) - Uma classe de memórias a semicondutor projetadas para aplicações onde a taxa de operações de leitura é infinitamente mais alta do que as de escrita. São não-voláteis.
- DISPOSITIVOS DE MEMÓRIA ESTÁTICA - Enquanto houver energia elétrica aplicada, não há necessidade de reescrever a informação.

- DISPOSITIVOS DE MEMÓRIA DINÂMICA - Necessitam de recarga (refresh)
- MEMÓRIA PRINCIPAL (INTERNA) - É a mais rápida do sistema. (Instruções e dados).
- MEMÓRIA DE MASSA - É mais lenta que a principal. Grande capacidade de armazenamento.

OPERAÇÃO DA MEMÓRIA

Apesar das diferenças existentes na implementação de cada um dos tipos de memória, um certo conjunto de ***princípios básicos de operação*** permanece o mesmo para todos os sistemas de memória.

Cada sistema requer um conjunto de tipos diferentes de entrada e saída para realizar as seguintes funções:

1. Selecionar o endereço que está sendo acessado para uma operação de leitura ou escrita;
2. Selecionar a operação a ser realizada, leitura ou escrita;
3. Fornecer os dados de entrada para a operação de escrita;
4. Manter estáveis as informações de saída da memória resultantes de uma operação de leitura, durante um tempo determinado;
5. Habilitar (ou desabilitar) a memória, de forma a fazê-la (ou não) responder ao endereço na entrada e ao comando de leitura/escrita.

MEMÓRIAS DE LEITURA – ROM

As ROMs são usadas para guardar instruções e dados que não vão mudar durante o processo de operação do sistema.

Uma vez que as ROMs são não-voláteis, os dados nela armazenados não se perdem quando o equipamento é desligado.

Uma das principais aplicações da ROM é no armazenamento de alguns programas do sistema operacional dos microcomputadores, e também para armazenar informações em equipamentos controlados por microprocessadores, como caixas registradoras eletrônicas, sistemas de segurança industrial e diversos aparelhos eletrodomésticos.

Para alguns tipos de ROM, os dados que estão armazenados foram gravados durante o processo de fabricação da memória. Para outros tipos, os dados são gravados eletricamente.

O processo de gravação de dados é chamado de ***programação***, ou ***queima***, da ROM. Algumas podem ***apagar*** e ***regravar*** seus dados quantas vezes forem necessárias.

TIPOS DE MEMÓRIAS DE LEITURA – ROM

ROM PROGRAMADA POR MÁSCARA – MROM

Este tipo tem suas posições de memória escritas (programadas) pelo fabricante de acordo com as especificações do cliente. Um negativo fotográfico, denominado máscara, é usado para especificar as conexões elétricas do chip. Uma máscara diferente é requerida

para cada conjunto de informações a ser armazenado na ROM. Em razão de tais máscaras serem caras, este tipo de ROM só será viável sob ponto de vista econômico, se for produzido um número muito grande de ROMs com a mesma máscara.

A maior desvantagem destas ROMs é o fato de elas não poderem ser apagadas e reprogramadas, quando uma mudança qualquer no projeto do dispositivo exigir modificações nos dados armazenados. Neste caso, a ROM com os dados antigos não pode ser reaproveitada, devendo ser substituída por uma outra com os novos dados gravados.

ROMs PROGRAMÁVEIS – PROMs

Para aplicações mais modestas em termos de quantidades de chips a serem produzidos, a indústria desenvolveu as PROMs a fusível, programáveis pelo usuário, isto é, elas não são programadas durante o processo de fabricação, e sim pelo usuário, de acordo com suas necessidades. Porém, uma vez programada, a PROM torna-se uma MROM, ou seja, não pode ser apagada e novamente programada.

O processo de programação de uma PROM com a conseqüente verificação dos dados gravados pode ser muito tedioso e demorado, se realizado manualmente. Existe no mercado um sem-número de dispositivos programadores de PROMs que permitem a entrada da programação por teclado, para então realizar a queima dos fusíveis e verificação dos dados gravados, sem a intervenção do usuário.

ROM PROGRAMÁVEL APAGÁVEL – EPROM

Uma EPROM pode ser programada pelo usuário, podendo, além disso, ser apagada e reprogramada quantas vezes forem necessárias. Uma vez programada, a EPROM comporta-se como memória não-volátil que reterá os dados nela armazenados indefinidamente.

Uma vez que uma célula da EPROM tenha sido programada, é possível apagá-la expondo-a a radiação ultravioleta, aplicada através da janela do chip. Tal processo de apagamento requer uma exposição de 15 a 30 minutos aos raios ultravioletas. Infelizmente não há como apagar células selecionadas. A luz ultravioleta apaga todas as células ao mesmo tempo, de forma que, após a exposição, a EPROM estará novamente armazenando apenas 1s. Uma vez apagada, a EPROM pode ser reprogramada.

As EPROMs estão disponíveis numa faixa bem ampla de capacidade e tempos de acesso. Dispositivos com capacidade de 128K x 8 com tempo de 45 ns são muito comuns.

ROM PROGRAMÁVEL APAGÁVEL ELETRICAMENTE – EEPROM

A EEPROM foi desenvolvida no início dos anos 80, e apresentada ao mercado como um aperfeiçoamento da idéia da EPROM.

A maior vantagem da EEPROM sobre a EPROM é a possibilidade de apagamento e reprogramação de palavras individuais, em vez da memória toda. Além disso, uma EEPROM pode ser totalmente apagada em 10ms, no próprio circuito, contra mais ou menos 30 minutos para uma EPROM que deve ser retirada do circuito para submeter-se á ação da luz ultravioleta.

Uma EEPROM também pode ser programada bem mais rapidamente do que uma EPROM. requerendo um pulso de programação de 10 ms para cada palavra, em contraste com o de 50 ms necessário a se programar uma palavra da EPROM.

APLICAÇÕES DAS ROMs

FIRMWARE (MICROPROGRAMA)

Programas que não estão sujeitos a mudança.
Sistemas Operacionais, Interpretadores de linguagem, etc.

MEMÓRIA DE PARTIDA FRIA (BOOTSTRAP)

Programa que leva o processador a inicializar o sistema, fazendo com que a parte residente do sistema operacional seja transferida da memória de massa para a memória interna.

TABELAS DE DADOS

Exemplos: funções trigonométricas e de conversão de código.

CONVERSORES DE DADOS

Recebem um dado expresso em determinado tipo de código, e produzem uma saída expressa em outro tipo de código.

Por exemplo, quando o microprocessador está dando saída a dados em binário puro, e precisamos converter tais dados para BCD de forma a excitar corretamente um display de 7 segmentos.

GERADORES DE CARACTERES

Armazena os códigos do padrão de pontos de cada caracter em um endereço que corresponde ao código ASCII do caracter em questão.

Por exemplo: Endereço 1000001 (41H) corresponde à letra "A".

MEMÓRIAS DE ACESSO RANDÔMICO – RAM

O termo RAM é usado para designar uma memória de acesso randômico, ou seja, memória com igual facilidade de acesso a todos os endereços, no qual o tempo de qualquer um deles é constante.

As RAMS são usadas em computadores para armazenamento temporário de programas e dados.

A grande desvantagem reside no fato delas serem voláteis, algumas RAMs CMOS têm a capacidade de operar em standby, consumindo muito pouca energia quando não estão sendo acessadas, além disso, algumas podem ser alimentadas por baterias, mantendo seus dados armazenados na ocorrência de eventuais interrupções de energia.

RAM ESTÁTICA (SRAM)

São aquelas que só podem manter a informação armazenada enquanto a alimentação estiver aplicada ao chip.

As células de memória das RAMs estáticas são formadas por flip-flops que estarão em certo estado (1 ou 0), por tempo indeterminado.

Estão disponíveis nas tecnologias Bipolar e MOS.

Bipolar: maior velocidade, maior área de integração.

MOS: maior capacidade de armazenamento e menor consumo de potência. alto custo. difícil integração (pouca capacidade em muito espaço).

TECNOLOGIAS

À medida em que o tempo passa mesmo as memórias estáticas estão ficando lentas para as frequências de operação utilizadas no barramento local do microcomputador.

A solução foi o desenvolvimento de novas tecnologias de memória estática.

ASYNCHRONOUS SRAM

Esse é o tipo tradicional de memória estática, utilizada a partir do 80386, embora seja rápida, em frequências de operação acima de 33Mhz, necessita utilizar wait states.

Tem um tempo de acesso típico de 20 a 12 ns.

SYNCHRONOUS BURST SRAM

Esse é o melhor tipo de memória estática para micros que utilizem até 66Mhz como frequência de operação do barramento local, pois não é preciso utilizar wait states.

Tem um tempo de acesso típico de 12 a 8,5ns.

PIPELINED BURST SRAM

Esse novo tipo consegue trabalhar com barramentos de até 133Mhz sem a necessidade de wait states.

Tem um tempo de acesso típico de 8 a 4,5ns.

RAM DINAMICA (DRAM)

São fabricadas usando a tecnologia MOS.

Apresentam:

- alta capacidade de armazenamento.

- baixo consumo de energia.

- velocidade de operação moderada.

- baixo custo.

- armazenam 1s e Os como carga de microcapacitores MOS.

desvantagem:

- necessitam de recarga periódica das células de memória

- operação de refresh de cada célula a cada 2—10 ms.

Sempre que uma operação de leitura for realizada em determinada célula da DRAM, todas as células desta mesma linha sofrerão refresh.

Mesmo não podendo baixar o tempo de acesso da memória dinâmica (sobretudo por causa da necessidade de ciclos de refresh), os fabricantes conseguiram desenvolver diversas novas tecnologias de construção de circuitos de memória RAM.

Embora tenha o mesmo tempo de acesso, circuitos com tecnologias de construção diferentes podem apresentar velocidades diferentes.

Para entendermos as novas tecnologias de construção de memórias dinâmicas e as suas vantagens, devemos ir um pouco mais a fundo no funcionamento das memórias dinâmicas.

As novas tecnologias são alterações na estrutura básica do funcionamento da memória, que fazem com que elas gastem um número menor de wait states.

Podemos citar:

- Memória Fast Page Mode (FPM)

- Memória Extended Data Out (EDO)

- Memória Burst Extended Data Out (BEDO)

- Memória Synchronous Dynamic RAM (SDRAM)

- Memória Double Data Rate SDRAM (SDRAM-II)

RAM NÃO-VOLÁTIL (NVRAM)

Contém uma matriz de RAM estática e uma matriz EEPROM no mesmo chip.

Cada célula da RAM estática tem uma correspondente na EEPROM, e a informação pode ser transferida entre células correspondentes em ambas as direções.

Elas atuam na ocorrência de falta de energia, ou quando o computador for desligado, a operação de transferência é realizada em paralelo e gasta alguns poucos mili-segundos.

A NVRAM tem a vantagem de não precisar de bateria.

Não estão disponíveis em versões de grande capacidade de armazenamento. neste caso, usa-se RAMs CMOS com bateria.