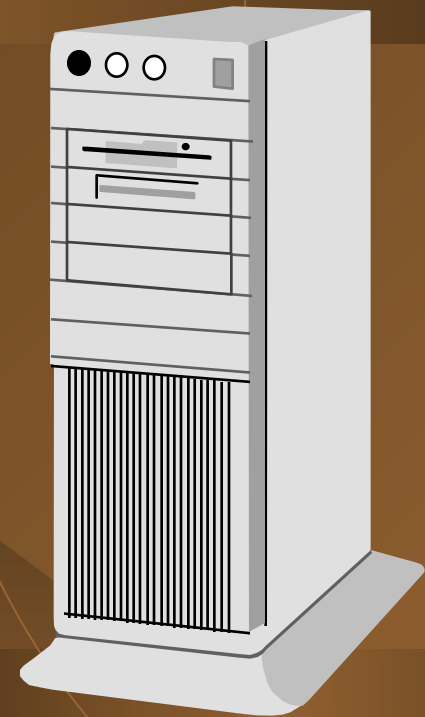


Processamento

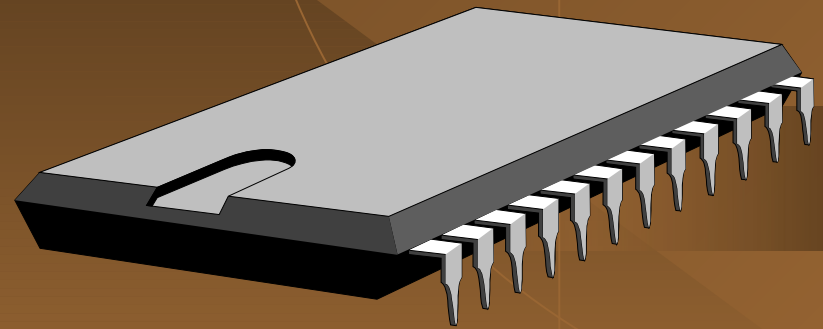
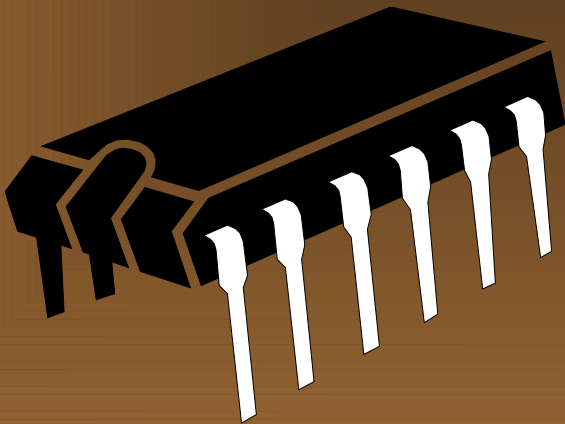
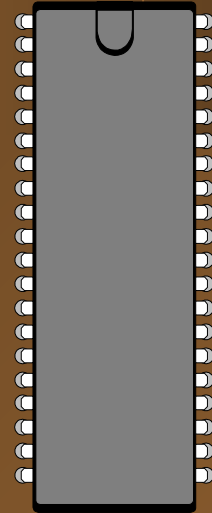
- ◆ É a parte responsável pelos cálculos e tarefas executadas pelo computador. É também chamado de *Unidade Central de Processamento* ou **UCP** (em inglês, *Central Processing Unit - CPU*).



CPU tipo Torre

Memória

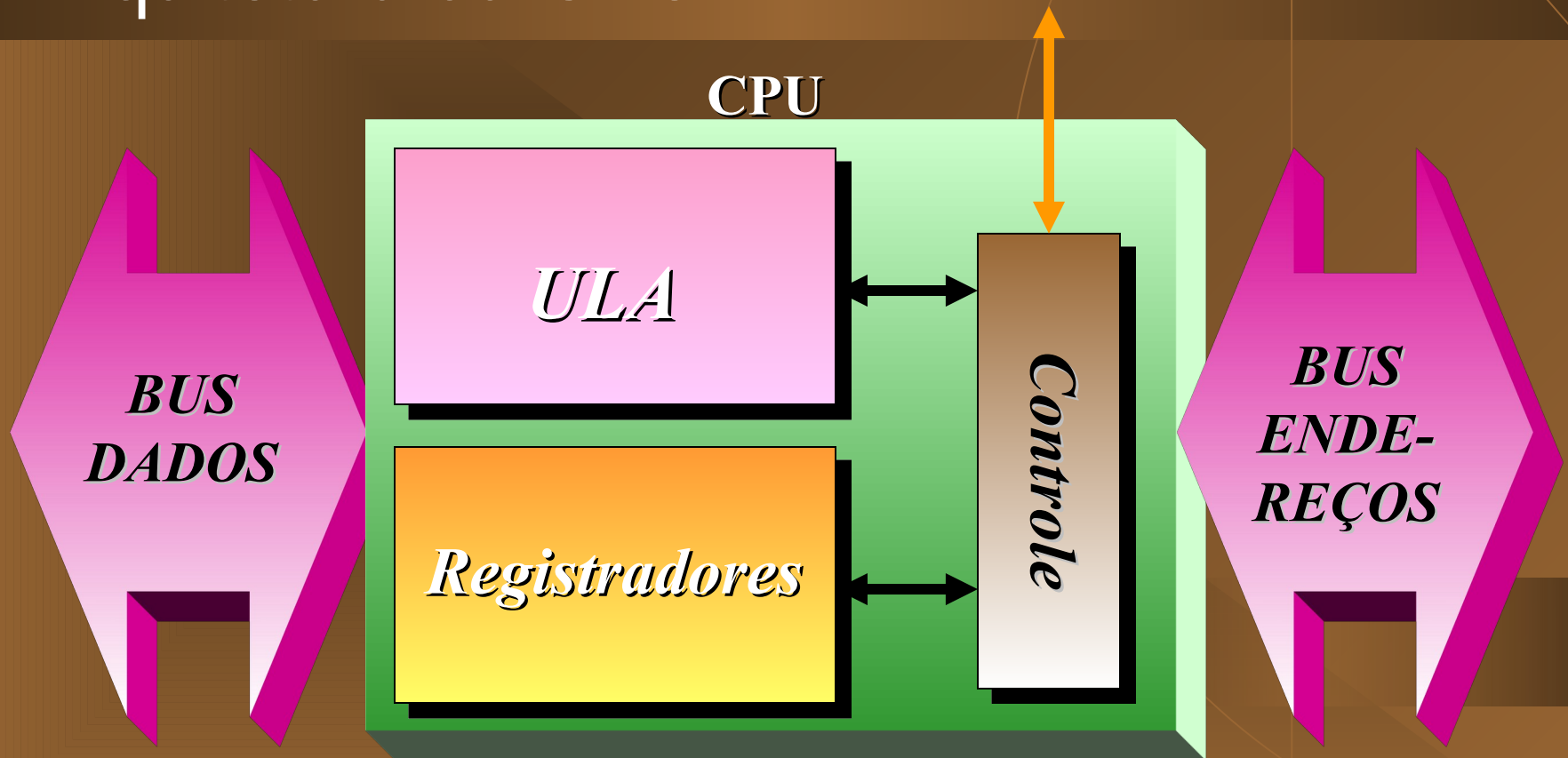
- ◆ Responsável pelo armazenamento de dados e programas. É controlada pela CPU.



Unidade Central de Processamento - CPU

- ◆ A CPU é composta por:
 - ◆ **Unidade Lógica e Aritmética (ULA)** - responsável pelas contas e comparações.
 - ◆ **Registradores** - armazenam os dados durante as operações.
 - ◆ **Controle** - leitura e escrita dos dados na memória / registradores e demais ações da CPU.

Arquitetura da CPU

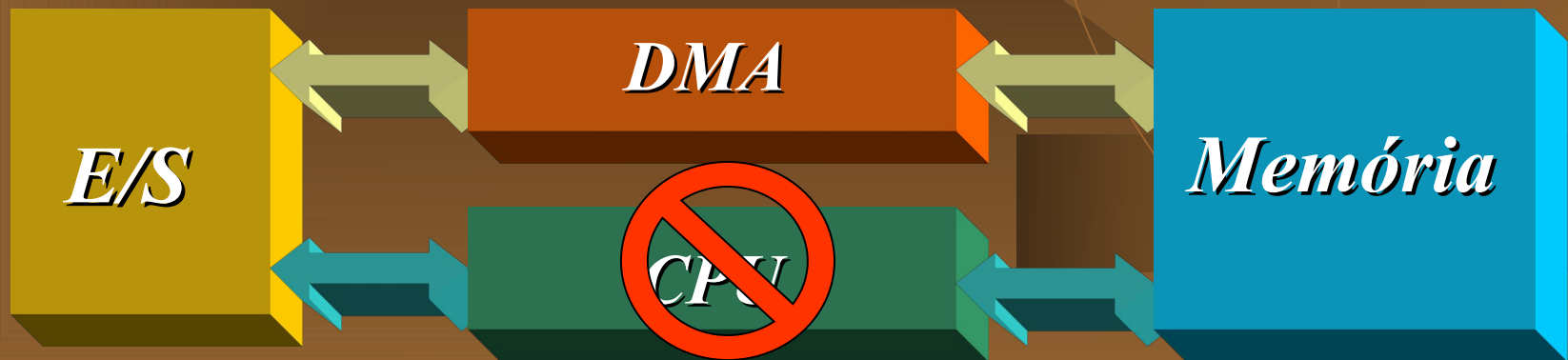


BUS de Dados e de Endereços

- ◆ O ***BUS de Dados*** (ou *via de dados*) é responsável por receber e enviar dados à memória ou aos periféricos de entrada e saída.
- ◆ O ***BUS de Endereços*** (ou *via de endereços*) tem como função selecionar o endereço de memória ou do periférico que irá receber ou fornecer os dados.

Acesso Direto à Memória - DMA

- ◆ O **DMA** (**Direct Memory Access**) é responsável pela transferência de dados da memória para um periférico e vice-versa sem a intervenção da CPU.
- ◆ Isto acarreta uma melhora na performance do computador.
- ◆ Nem todos os periféricos utilizam DMA.



Registradores

- ◆ ***Acumulador:*** utilizado para armazenar o resultado de operações.
- ◆ ***Auxiliares:*** utilizados nas operações para armazenar operandos e resultados intermediários.
- ◆ ***Flag:*** utilizado para informar o estado da CPU e erros encontrados.

Registradores - Funcionamento

Como o registrador opera $X \leftarrow A + B$

- 1 - O valor de **A** é copiado da memória para o Acumulador
- 2 - O valor do Acumulador é transferido para um Auxiliar.
- 3 - O valor de **B** é copiado da memória para o Acumulador.
- 4 - A soma é feita e o resultado permanece no Acumulador.
- 5 - O resultado é transferido para o endereço da variável **X**.



ACUMULADOR



AUXILIAR

Registrador Flag - Exceções

- ◆ O registrador flag indica qual o estado da CPU e se ocorreu algum erro de processamento, chamado *Exceção*.

Registrador Flag

*Divisão
por
Zero*

*Acumula-
dor com
Zero*

*Estouro
de capaci-
dade*

Exceções Fatais (I)

- ◆ Uma Exceção Fatal é um erro de processamento encontrado pela CPU.
- ◆ Estes erros podem ser reportados pelo Sistema Operacional.
- ◆ A lista a seguir indica as exceções fatais informadas pelo Windows 95.

Exceções Fatais (II)

- ◆ **00: Divide Fault**
 - ◆ Ocorreu uma divisão por Zero.
- ◆ **02: NMI Interrupt**
 - ◆ Interrupção de Hardware.
- ◆ **04: Overflow Trap**
 - ◆ Estouro de capacidade de cálculo.
- ◆ **05: Bounds Check Fault**
 - ◆ Erro de limite em listas (arrays).

Exceções Fatais (III)

- ◆ **06: Invalid Opcode Fault**
 - ◆ O processore encontrou uma instrução inválida.
- ◆ **07: Coprocessor not Available Fault**
 - ◆ Não foi encontrado o co-processador aritmético.
- ◆ **08: Double Fault**
 - ◆ Uma exceção disparou outra exceção.
- ◆ **09: Coprocessor Segment Overrun**
 - ◆ O coprocessador produziu um erro em operações de ponto flutuante.

Exceções Fatais (IV)

- ◆ **0A: Invalid Task State Segment Fault**
 - ◆ Erro no gerenciamento de tarefas da CPU.
- ◆ **0C: Stack Fault**
 - ◆ Erro na pilha operacional.
- ◆ **0D: General Protection Fault**
 - ◆ Qualquer condição não reconhecida pela CPU. Quando ocorre, o programa foi corrompido e será finalizado.

Exceções Fatais (V)

- ◆ **0E: Page Fault**
 - ◆ Erro de acesso à memória. Pode significar memória ruim.
- ◆ **10: Coprocessor Error Fault**
 - ◆ Exceção produzida pelo coprocessador aritmético.
- ◆ **11: Alignment Check Fault**
 - ◆ Obsoleta. Usado apenas pelo 486.

Clock (Relógio)

- ◆ Produz os ciclos temporais usado pela CPU.
- ◆ Para a CPU realizar alguma tarefa, ela utiliza um ou mais ciclos de clock.
- ◆ Assim, quanto mais ciclos produzidos por segundo mais rápido a CPU realizará sua tarefas.
- ◆ O Clock é medido em MHz (MegaHertz). Os valores atuais estão entre 200MHz e 600MHz).

Clock - Ciclos da CPU

- ◆ A CPU executa suas tarefas em seqüência, de acordo com os ciclos de clock.
- ◆ A seqüência de operação é a seguinte:
 - ◆ Busca de instruções.
 - ◆ Execução das instruções.
 - ◆ Busca de dados (se necessário).
- ◆ Cada seqüência utiliza um ou mais ciclos de clock para ser executada.

CPU - Palavras (I)

- ◆ Chamamos de **Palavra** à menor unidade de informação manipulada pela CPU.
- ◆ Os primeiros microprocessadores (CPU) manipulavam palavras de 4 bits, sendo assim classificados em **CPUs de 4bits**. Ex.: Intel 4004.
- ◆ Em seguida, vieram as **CPUs de 8 bits**, muito populares na década de 80. Ex.: Intel 8008 e 8080 e Zilog Z80.

CPU - Palavras (II)

- ◆ Com o surgimento do PC (1980), surgiu um novo tipo de CPU, capaz de trabalhar internamente com 16 bits, mas enviava e recebia informações com palavra de 8 bits.
- ◆ Esse tipo de CPU foi criada para aproveitar o hardware de 8 bits existente na época.
- ◆ Estas CPUs eram incorretamente chamadas de **CPUs de 16 bits**. Ex.: Intel 8088, NEC V20.

CPU - Palavras (III)

- ◆ As verdadeiras **CPUs de 16 bits** podiam manipular e processar palavras de 16 bits. Ex.: Intel 8086, 80286 e NEC V30.
- ◆ **CPUs híbridas de 16 /32 bits**. Manipulavam palavras de 16 bits e processavam 32 bits. Ex.: Intel 386SX.
- ◆ **CPUs de 32 bits**: Intel 386DX e 486SX e DX.
- ◆ **CPUs híbridas de 64 bits**: Intel Pentium.

CPU - Formas de processamento

- ◆ **CISC:** *Complete Instruction Set Code* - CPUs com um grande conjunto de comandos. Podem executar praticamente qualquer tarefa diretamente.
- ◆ **RISC:** *Reduced Instruction Set Code* - CPUs com conjunto de comandos reduzidos. Para executarem tarefas mais complexas requerem programação. São bem mais rápidas que as CPUs CISC.
- ◆ Híbridas: Possuem recursos CISC e RISC. Ex.: Pentium Pro.

CPU - Multiplicação de Clock (I)

- ◆ Um recurso muito comum atualmente é fazer os computadores trabalharem com dois clocks: um para a CPU e outro para os demais dispositivos.
- ◆ Dessa forma, pode-se criar microprocessadores com altos clocks sem necessidade de novas tecnologias para os periféricos.
- ◆ O processo de multiplicação de clock faz com que o clock interno da CPU seja até 3.5 vezes maior que o clock externo.

CPU - Multiplicação de Clock (II)

- ◆ A primeira CPU com esse recurso foi o Intel 486 DX2, onde o 2 indicava de quanto o clock externo era multiplicado para gerar o clock interno da CPU.
- ◆ Assim, o 486 DX2 66MHz tinha um clock interno de 66Mhz e externo de 33MHz (o limite tecnológico da época).
- ◆ Hoje, um Pentium MMX 233Mhz tem clock externo de 66Mhz e interno de 233Mhz (fator 3,5).

Memórias - Classificação

- ◆ **Memória Principal ou Primária:** utilizada pela CPU para armazenar os programas e dados que estão sendo utilizados no processamento. Deve ser rápida e de alta capacidade.
- ◆ **Memória Auxiliar ou Secundária:** utilizada para armazenar dados de forma permanente, mesmo com o computador desligado. Não é tão rápida como a principal mas possui capacidade de armazenamento muito maior.

Memória Principal ou Primária

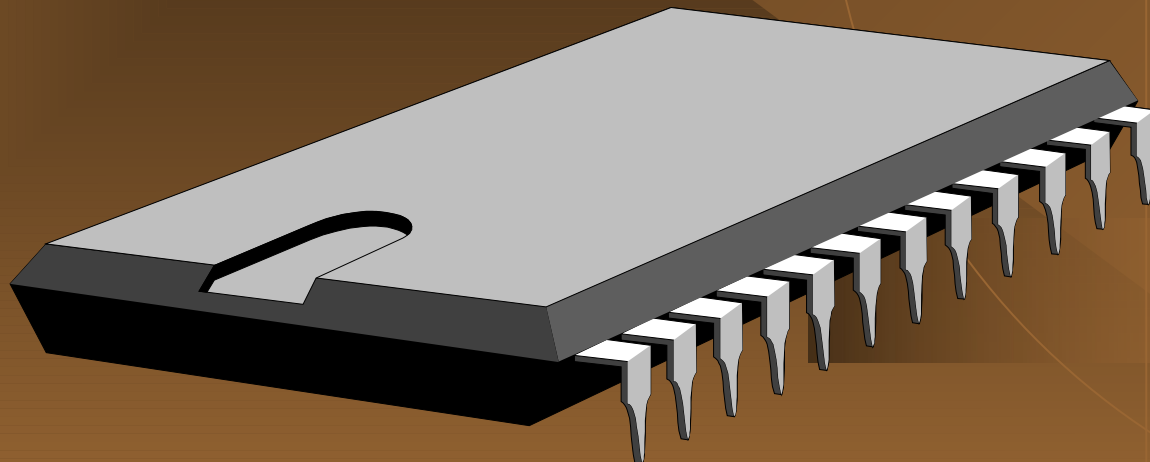
- ◆ É dividida em dois tipos:
 - ◆ **Memória volátil:** perde seu conteúdo quando o computador for desligado. Usada na execução dos programas.
 - ◆ **Memória não volátil:** não perde seu conteúdo quando o computador for desligado. Usada para armazenar configurações da máquina.

Memória não volátil

- ◆ É também chamada de memória **ROM** (Read Only Memory - memória somente de leitura).
- ◆ Não é possível escrever dados neste tipo de memória - apenas podemos ler esses dados.
- ◆ Tipos de ROM:
 - 1 - **ROM**: Os dados são gravados durante o processo de fabricação da memória. Só justificável em larga escala de fabricação devido ao seu alto custo.

Memória ROM - Tipos (I)

2 - PROM: Programmable ROM - tipo especial de ROM que pode ser programada utilizando um programador de PROMs. Uma vez programada, seu conteúdo não pode ser alterado.

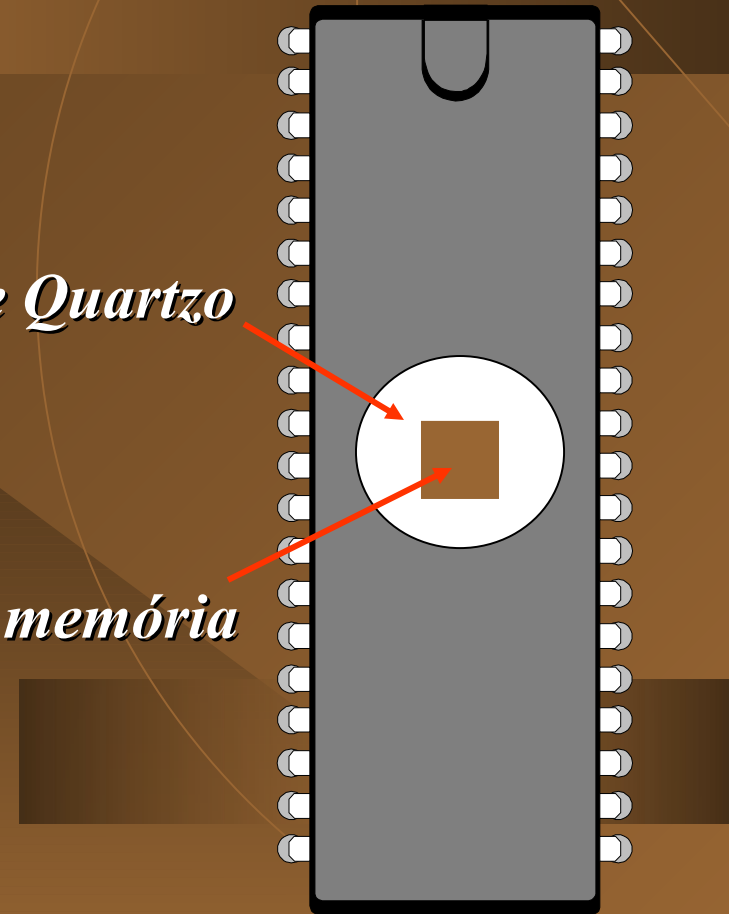


Memória ROM - Tipos (II)

- 3 - EPROM:** Erasable PROM - tipo especial de PROM que pode ser programada utilizando um programador de EPROMs. Uma vez programada, seu conteúdo pode ser apagado através de luz ultra-violeta.

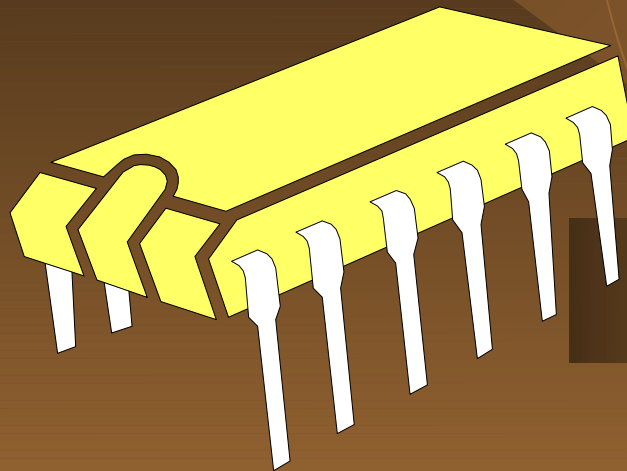
Janela de Quartzo

Chip de memória



Memória ROM - Tipos (III)

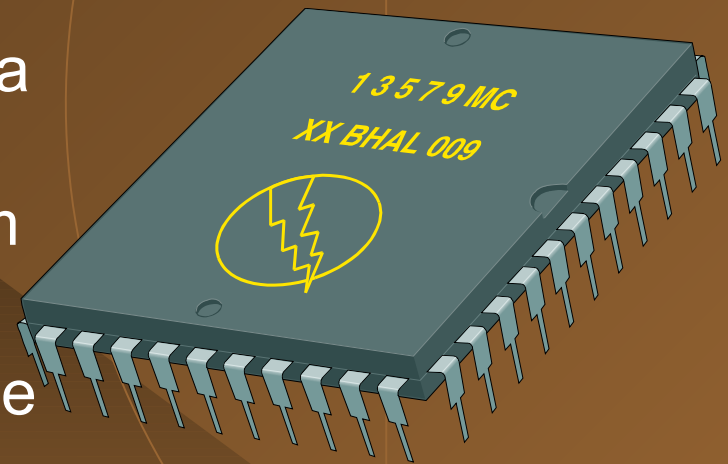
- 4 - E²PROM:** Electrically EPROM - tipo especial de PROM que pode ser programada utilizando um programador de EPROMs. Uma vez programada, seu conteúdo pode ser apagado através de sinais elétricos.



Memória ROM - Tipos (IV)

5 - FLASH: Não é propriamente uma memória ROM, pois seu conteúdo pode ser alterado. Sua semelhança com uma ROM é que a mesma mantém seu conteúdo mesmo com o equipamento desligado.

É utilizada em Modems e Placas de Rede, para armazenar sua configuração e ainda em câmeras fotográficas digitais, para armazenar as fotos.



Memória volátil

- ◆ É também chamada de **RAM** - *Random Access Memory* - Memória de Acesso Aleatório.
- ◆ Esse nome vem do fato que qualquer endereço da memória pode ser acessado diretamente.
- ◆ O tempo de acesso é um fator importante das memórias RAM. É o tempo que se leva para encontrar um dado na memória. É medido em **ns** (*nano-segundos*).
- ◆ Os tempos de acesso mais comuns são 70ns e 60ns.

Memória RAM Estática

- ◆ **SRAM - Static RAM** - Os dados só se perdem quando a alimentação da memória é retirada.
- ◆ Por isso não requerem nenhum circuito adicional de controle.
- ◆ Atualmente são extremamente rápidas, mas muito caras. Custo atual (Dez. 97): US\$ 150 1MByte.

Memórias RAM Dinâmicas

- ◆ **DRAM - Dinamic RAM** - Tem a característica de perderem seus dados mesmo ligadas!
- ◆ Para evitar isso, elas precisam de um circuito auxiliar chamado de *Refresh*, cuja função é manter esses dados na memória. O *Refresh* é transparente para o usuário do computador.
- ◆ São mais lentas que as SRAM mas mesmo com o circuito de refresh são muito mais baratas.
- ◆ Custo atual (Março 98): US\$ 40 32MBytes.

RAM Dinâmica - Tipos

- ◆ **Fast Page Mode (FPM DRAM)** - Tipo mais comum e não mais fabricado. É a RAM convencional.
- ◆ **Extended Data Out (EDO DRAM)** - Substitui a FPM RAM, sendo 10% mais rápida que a FPRAM com o mesmo tempo de acesso. Os ciclos de leitura são menores, propiciando um acesso mais rápido.
- ◆ **Synchronous DRAM (SDRAM)** - Substituto da EDO DRAM, com ciclos ainda menores de escrita e leitura. Chegam a ser 100% mais rápidas que as FPM DRAM. Seu tempo de acesso é de 10ns.

Ciclos de Memória (I)

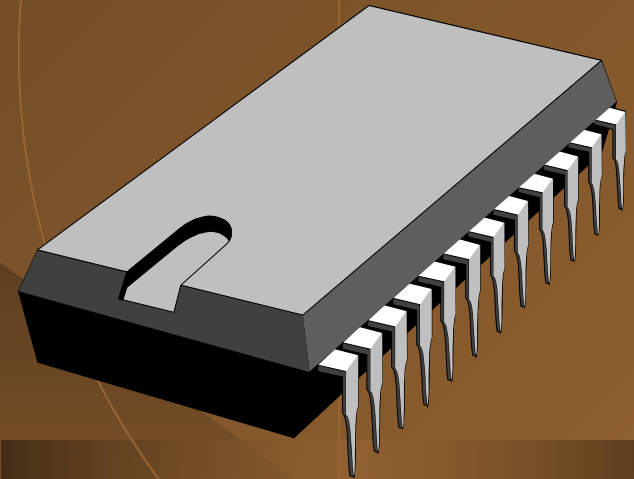
- ◆ O acesso à memória leva alguns ciclos de clock para ser executado.
- ◆ Na FPM DRAM, esses ciclos são tipicamente 7-3-3-3, ou seja, o primeiro acesso leva 7 ciclos de clock e os três seguintes levam 3 ciclos cada um.
- ◆ Em um Pentium 200, o ciclo mede cerca de 15ns e o grupo de 4 leituras levará 240ns.

Ciclos de Memória (II)

- ◆ Uma memória EDO DRAM tem ciclo de 7-2-2-2 ou mesmo 6-2-2-2. Assim, o tempo total será de 180ns.
- ◆ Uma SDRAM tem ciclo de 6-1-1-1 ou 5-1-1-1, o que resulta num tempo total de 120ns, 100% mais rápida que a FPM DRAM.
- ◆ O tipo de memória que pode ser utilizado em um computador depende da placa mãe (mother board) utilizada.

Memória Cache

- ◆ Dois tipos de Cache:
 - ◆ Interno
 - ◆ Externo
- ◆ Cache Interno: fica na própria CPU. Tamanho: 32KB.
- ◆ Cache Externo: fica na placa mãe (Motherboard). Tamanho: entre 256KB e 1MB).



Memória Cache - Função

- ◆ Como a DRAM é muito lenta, seu conteúdo é copiado para o cache externo.
- ◆ A CPU copia o conteúdo do cache externo para o interno e executa-o.
- ◆ O cache é utilizado para aumentar a velocidade de processamento de programas.
- ◆ Nem sempre os dados transferidos para o cache são utilizados. Isso é chamado de Erro de Cache.

Unidades de armazenamento

- ◆ Uma célula de memória é um *circuito eletrônico* que pode estar ligado (**1**) ou desligado (**0**).
- ◆ Portanto, cada célula de memória pode armazenar um bit.
- ◆ As memórias são organizadas em grupos de 8 células, sendo capaz de armazenar um byte.
- ◆ Assim, o **byte** (e seus múltiplos) é a unidade de armazenamento de memória.

Organização da Memória

- ◆ Uma CPU de PC pode operar em dois modos básicos: o **Modo Real** e o **Modo Protegido**.
- ◆ O modo real é compatível com o antigo PC-XT e é capaz de manipular endereços de 20 bits (A_0 até A_{19}).
- ◆ O limite de memória é de apenas 1 Mbyte.
- ◆ O modo protegido é capaz de enxergar toda a memória instalada no sistema (~32TBytes).
- ◆ Tem esse nome porque cada programa ocupa uma área de memória protegida de uso por outros programas.

Modo Real de Operação

- ◆ A memória é segmentada: o limite de 1 Mbyte foi dividido em 16 segmentos de 64 Kbytes cada, para manter compatibilidade com sistemas mais antigos.
- ◆ 10 segmentos (640 Kbytes) foram reservados como RAM para programas e 6 segmentos (384 Kbytes) para uso do sistema (ROM, vídeo, etc.).

Modo Real - Endereçamento (I)

- ◆ Um endereço no modo real é escrito como dois grupos de 16 bits:

AB45 : **34A3**

SEGMENTO

DESLOCAMENTO

Modo Real - Endereçamento (II)

- ◆ Para converter esses dois grupos de 16 bits em um endereço linear de 20 bits fazemos o seguinte:
 - 1 - Multiplicamos o Segmento por 16.
 - 2 - Somamos com o Deslocamento.

$$\begin{array}{r} \text{A341:B123} \left\{ \begin{array}{l} \text{A341} * 16 = \text{A3410} \\ \text{B123} \end{array} \right. + \\ \hline \text{AE533} \end{array}$$

Modo Real - Endereçamento (III)

- ◆ Para evitar ambigüidade nos endereços, convencionou-se a escrever os segmentos da seguinte forma: **0000, 1000, 2000, ... F000**.
- ◆ O deslocamento pode ter qualquer valor. Esse tipo de forma de escrever o endereço chama-se **Forma Normalizada**.
- ◆ Por exemplo: C000:12AD, que resulta em um endereço de 20 bits da seguinte forma: C12AD.

Mais Memória no Modo Real

- ◆ As CPUs posteriores ao PC XT podiam endereçar mais de 20 bits.
- ◆ Com alguns pequenos truques, essas CPUs podiam ter o seguinte endereço no modo real:

10000:XXXX

- ◆ É só necessário ter mais um bit, o A_{20} .
- ◆ Para isso, o modo real precisa de um programa que habilite esse bit. Esse programa chama-se **HIMEM.SYS** e proporciona mais um segmento acima de 1 MB, denominado **Memória Alta** (High Memory).

Memória Expandida

- ◆ Com o aparecimento das planilhas eletrônicas na época do PC-XT, houve uma necessidade de mais memória para armazenar planilhas maiores.
- ◆ Assim, a Lotus, Intel e Microsoft criaram um padrão para implementar placas que **expandiam** a memória do PC-XT. Essas placas eram instaladas no micro e um programa controlava o acesso a essa memória, usando um segmento disponível na memória abaixo de 1 MByte (chamada de **convencional**). Era o padrão **LIM**.

Memória Estendida

- ◆ As CPUs 386 e posteriores podiam enxergar toda a memória instalada em um computador.
- ◆ Para que os programas pudessem utilizar essa memória, bastava o HIMEM.SYS instalado.
- ◆ Essa memória chama-se **Estendida**.

Memória Expandida e Estendida

- ◆ É possível simular uma **memória expandida** (EMS) em **memória estendida** (XMS).
- ◆ Basta utilizar o programa chamado EMM386.EXE.
- ◆ Este programa também permite usar pequenos blocos de memória acima de 640 Kbytes (chamada de **Memória Superior**) que não estão sendo usados pelo sistema, para utilização por programas.

Memória - Resumo

- ◆ **Memória Convencional:** os primeiros 640 Kbytes.
- ◆ **Memoria Superior:** de 640 Kbytes até 1 Mbyte.
- ◆ **Memória Alta:** primeiro bloco de 64 Kbytes acima de 1 Mbyte.
- ◆ **Memória Estendida (XMS):** toda memória acima de 1 Mbyte.
- ◆ **Memória Expandida (EMS):** placas adicionadas ao PC-XT. A memória estendida simula a expandida.

Memória - Conclusão

- ◆ O modo real é utilizado pelo sistema operacional MS-DOS e é muito limitado.
- ◆ A partida (boot) deve ser feita em modo real.
- ◆ O Windows 95 trabalha no modo protegido mas é inicializado no modo real (caractere). Apenas o modo gráfico usa o modo protegido.