

---

# Microprocessadores

---

# Sumário

- Introdução;
- Arquitetura de Microprocessadores;
  - Unidade de Controle - UC;
  - Unidade Lógica Aritméticas - ULA;
- Arquitetura de von Neumann;
- Execução de uma Instrução;
- Velocidade de Desempenho;
- Bibliografia.

# Arquitetura de Microprocessadores

- O Microprocessador (*Central Processing Unit - CPU*, ou Unidade Central de Processamento) pode executar uma grande variedade de funções úteis. As funções específicas que um microprocessador executa são ditadas por **software**.
- Um microprocessador possui duas unidades básicas:
  - A **Unidade Lógica Aritmética (ULA)**, responsável pela realização das operações lógicas e aritméticas;
  - **Unidade de Controle (UC)**: responsável pela decodificação e execução das instruções, fornecendo os sinais de temporização adequados para as diversas partes do processador e do próprio computador além de registradores para armazenamento da Informação Binária (dados, endereços e instruções);

# Unidade de Controle

- **Coordena o computador** inteiro na realização e na execução das instruções armazenadas de um programa
- A unidade de controle é como um **maestro de orquestra** pois não executa instruções de programa mas comanda outras partes do sistema para isso;
- A unidade de controle contém as instruções da CPU para executar comandos;
  - O **conjunto de instruções**, embutido nos circuitos da unidade de controle, é uma lista de todas as operações que a CPU é capaz de executar.



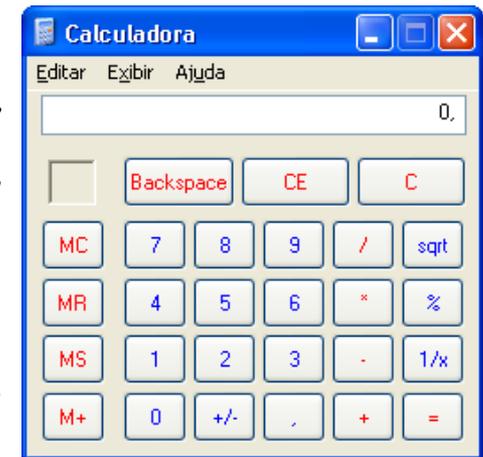
# Unidade de Controle

- As CPUs que são fabricadas por empresas diferentes têm conjuntos de instruções diferentes;
  - Até mesmo modelos diferentes de CPU fabricados pela mesma companhia podem ter, cada um, conjunto de instruções também diferentes;
- **OBS:** Quando uma nova CPU é desenvolvida, seu conjunto de instruções tem os mesmos instruções de sua antecessora, mais alguns comandos novos;
  - Estratégia conhecida como **Compatibilidade ascendente;**



# Unidade Lógica Aritmética - ULA (Arithmetic Logic Unit - ALU)

- Contém circuitos eletrônicos que executam todas as operações lógicas e aritméticas;
- Quando a unidade de controle encontra uma instrução que envolve operações aritméticas ou lógica, ela passa o controle para a ULA;
- A ULA realiza quatro tipos de operações ou cálculos matemáticos: +, -, \*, /
- A ULA também executa operações lógicas ou comparações: > < ==

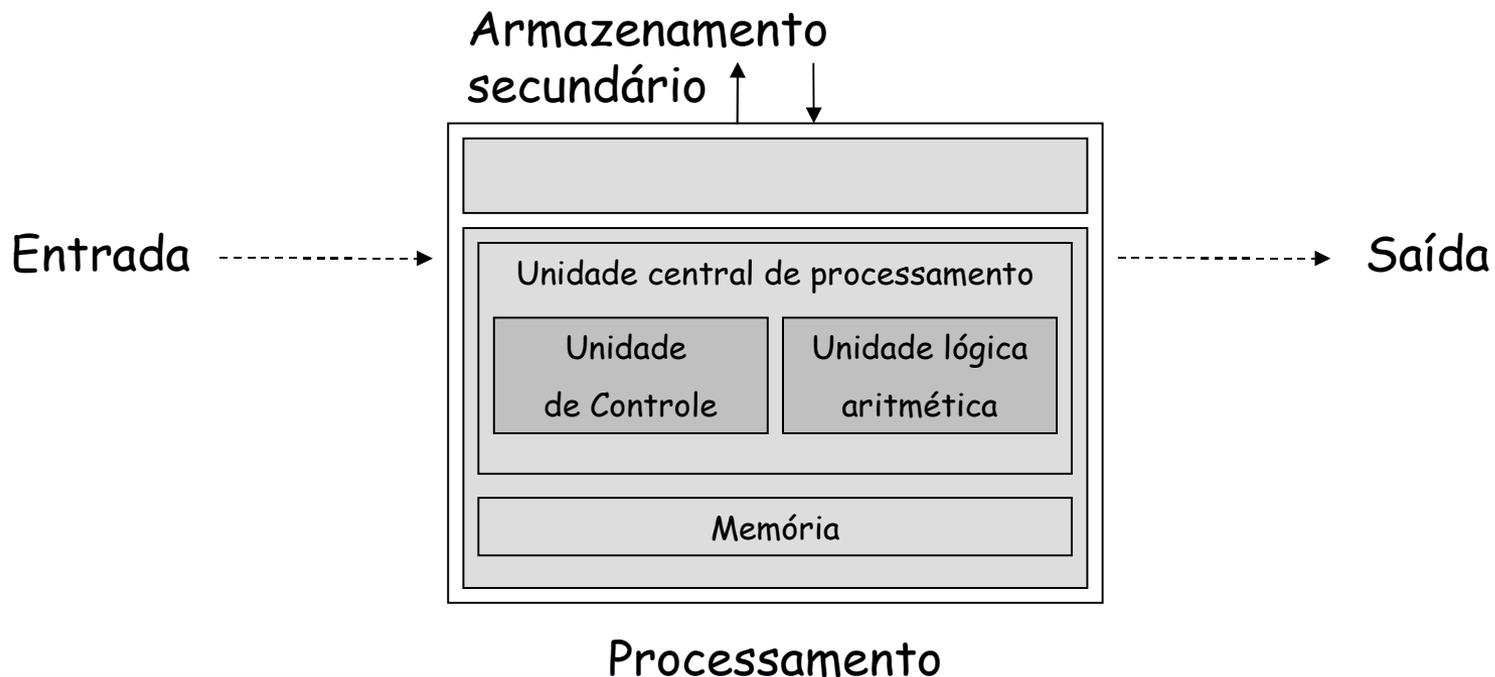


# Unidade Lógica Aritmética - ULA (*Arithmetic Logic Unit - ALU*)

- A ALU possui um **grupo de registradores** que são áreas de armazenamento temporário de alta velocidade localizados dentro da CPU;
- Os registradores são **coordenados pela unidade de controle** de modo que aceitem, guardem e transfiram instruções ou dados e façam comparações aritméticas ou lógicas em alta velocidade;
- Pense nos **registradores como variáveis** (posição de memória) de um programa em C que guardam dados a serem utilizados em alguma operação.

# A Unidade Central de Processamento (Central Processing Unit - CPU)

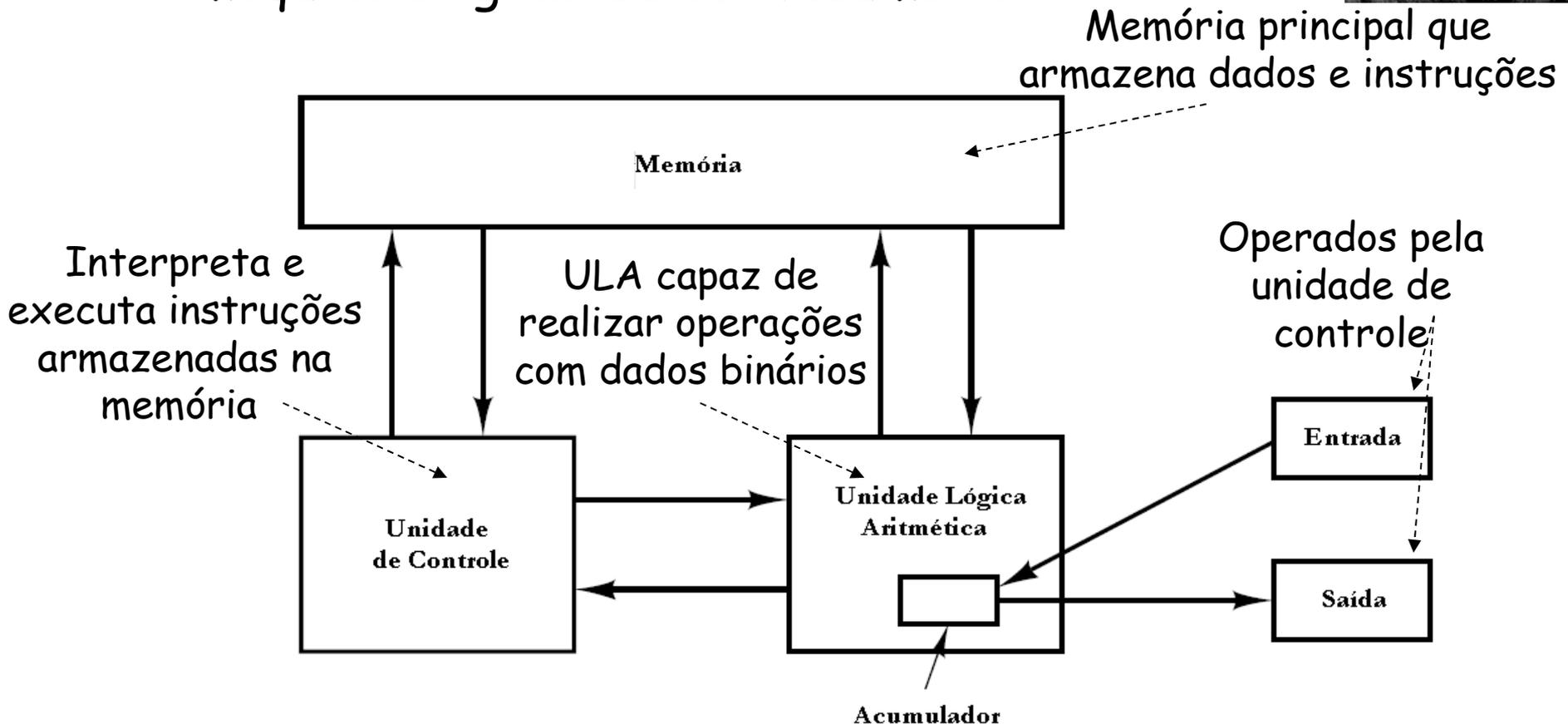
- Vejamos como a CPU comunica-se com outras unidades funcionais:



# Arquitetura de von Neumann (1940)



- A máquina original de von Neumann

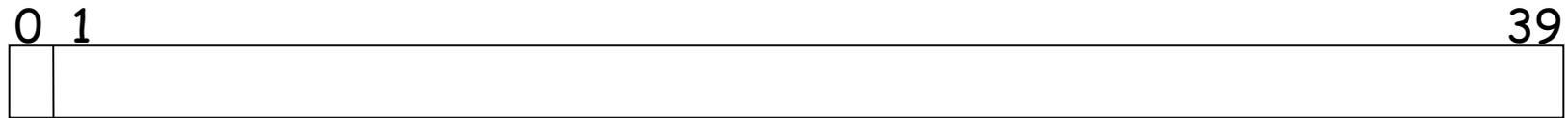


# Arquitetura de von Neumann (1940)

- Com raras exceções, todos os computadores atuais possuem essas mesmas funções e estrutura geral. Vejamos **algumas considerações**:
  - **Memória:**
    - Consiste em mil posições (palavras) cada uma constituída de 40 bits.
    - Cada número é representado por um bit de sinal e um valor de 39 bits;
    - Uma palavra pode conter duas instruções de 20 bits, cada uma consiste em um código de operações (*opcode*) e de um endereço com 12 bits.

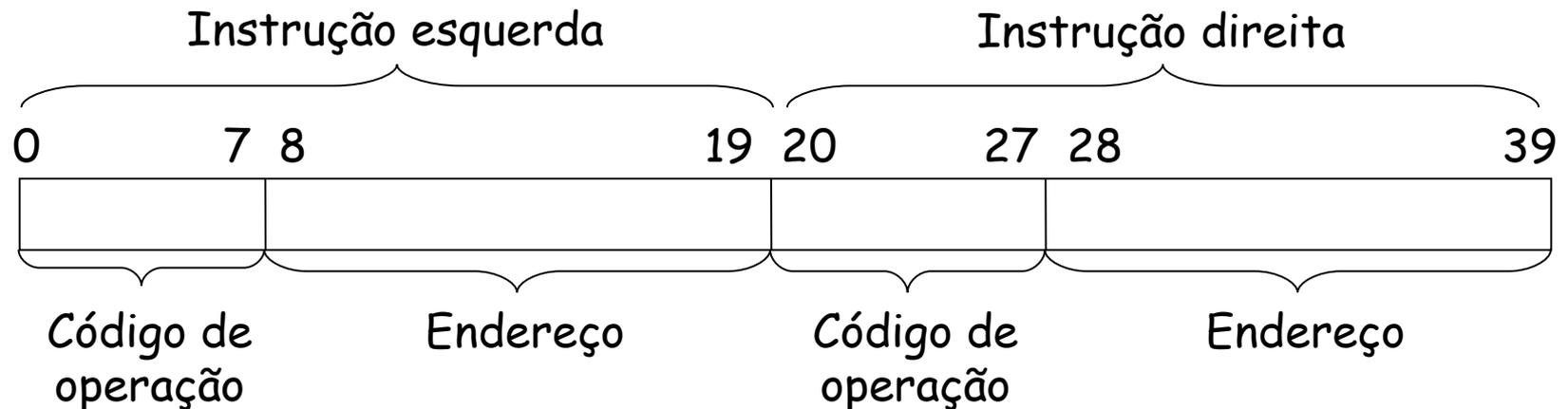
# Arquitetura de von Neumann (1940)

- Armazenamento de um número:



Bit de Sinal

- Palavra para armazenamento de uma instrução:



# Arquitetura de von Neumann (1940)

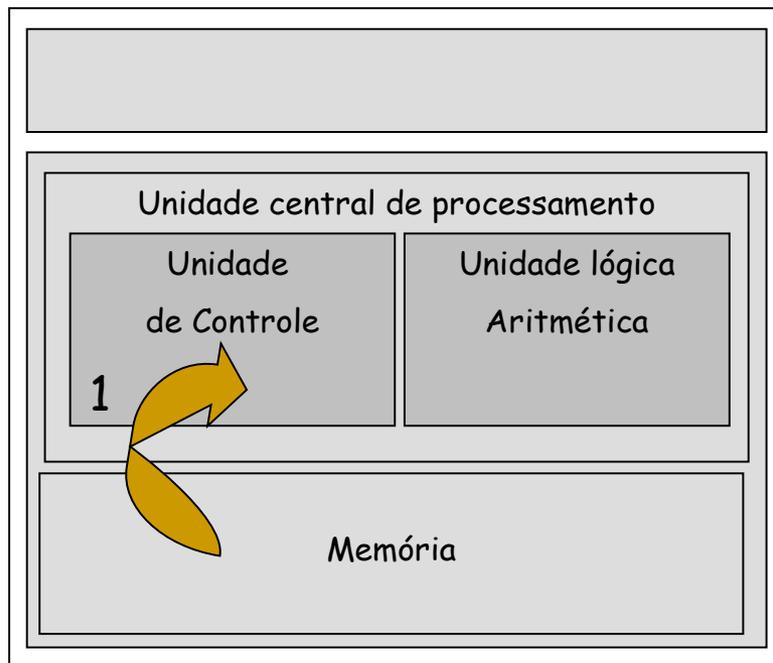
- Unidade de Controle:
  - Efetua a busca de instruções na memória e executando-as, uma de cada vez;
  - A ULA contém células de armazenamento denominadas registradores, classificados como segue:
    - *Memory Buffer Register - MBR*: contém uma palavra com dados a ser armazenada na memória ou é utilizada para receber uma palavra de memória;
    - *Memory Address Register - MAR*: especifica o endereço, na memória, da palavra a ser escrita ou lida no MBR;
    - *Instruction Buffer Register - IBR*: armazena temporariamente a instrução contida na porção direita de uma palavra da memória;
    - *Program Counter - PC*: contém o endereço de memória do próximo par de instruções;

# Arquitetura de von Neumann (1940)

- Acumulador e Quociente de Multiplicação:
  - Os acumuladores são utilizados para armazenar temporariamente os operandos e o resultado de operações efetuadas na ULA.
  - Como é efetuada a multiplicação de dois números com 40 bits, visto que a palavra é de 40 bits?
    - O resultado da multiplicação de dois números de 40 bits é um número de 80 bits;
    - Os 40 bits mais significativos são armazenados no acumulador;
    - Os 40 bits menos significativos são armazenados no quociente;

# Execução de uma instrução

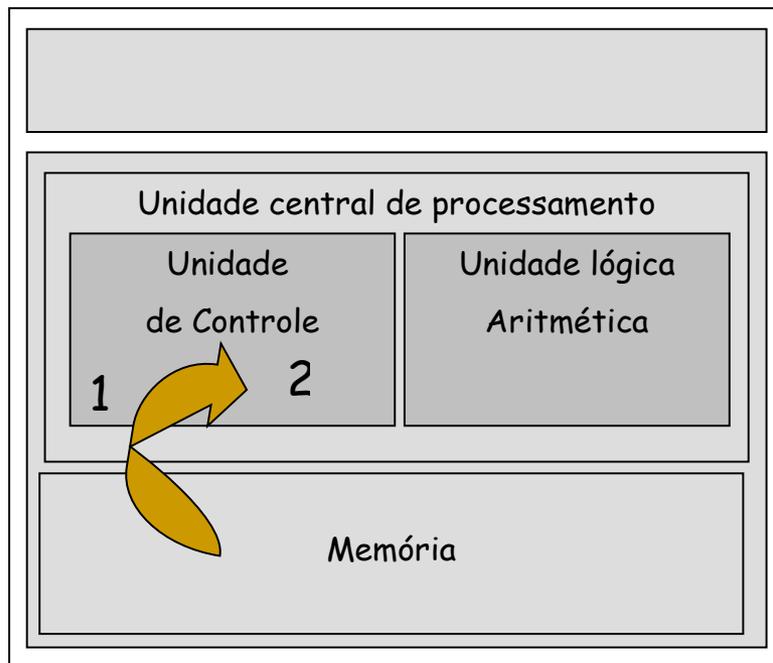
- Veja a seguir as **quatro etapas** executadas pela unidade central de processamento para cada instrução:



- **Etapa 1:** A unidade de controle busca (obtem) a instrução na memória e a coloca em um registrador;

# Execução de uma instrução

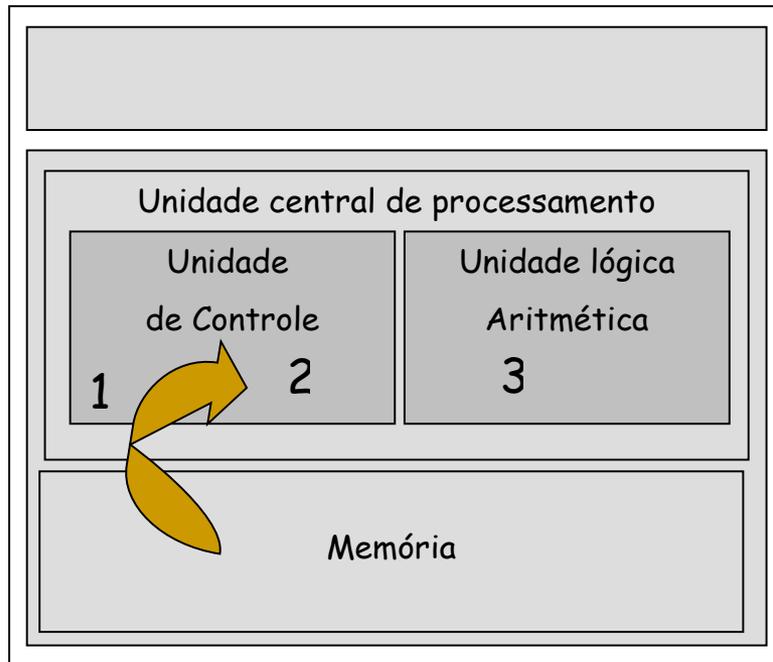
- Veja a seguir as **quatro etapas** executadas pela unidade central de processamento para cada instrução:



- **Etapa 2:** A unidade de controle decodifica a instrução (determina o que ela significa) e define a localização, na memória dos dados necessários;
  - Essas duas primeiras etapas são chamadas de tempo de instrução ou **I-time**.

# Execução de uma instrução

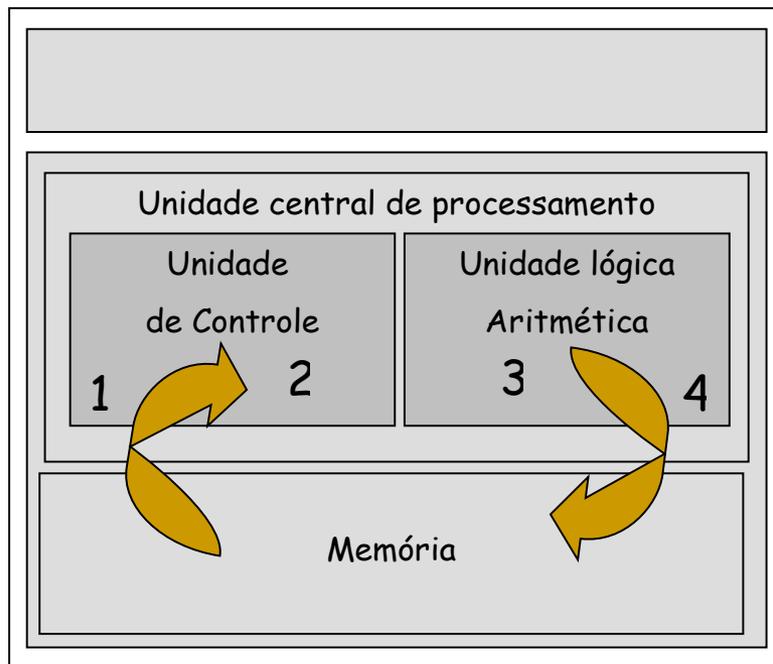
- Veja a seguir as **quatro etapas** executadas pela unidade central de processamento para cada instrução:



- **Etapa 3:** A unidade de controle transfere os dados da memória para os registradores da unidade lógica aritmética;

# Execução de uma instrução

- Veja a seguir as **quatro etapas** executadas pela unidade central de processamento para cada instrução:



- **Etapa 4:** A unidade de controle armazena o resultado dessa operação na memória ou em um registrador;
  - As etapas 3 e 4 juntas são chamadas de tempo de execução ou **E-time**.

# Velocidade de processamento

- Vários fatores podem fazer que CPUs já projetadas para um trabalho veloz tenham um desempenho ainda mais rápido, como:
  - ❑ Registradores;
  - ❑ Memória;
  - ❑ Cache;
  - ❑ Clock;
  - ❑ Barramento;
  - ❑ Co-processador aritmético

# Velocidade de processamento

- O tamanho dos registradores indica a quantidade de dados com a qual o computador pode trabalhar em um certo momento, portanto:
  - Quanto maior o tamanho da palavra, mais depressa o computador consegue processar um grupo de dados;
- Os registradores dos primeiros micros podiam armazenar dois bytes - 16 bits;
- Os computadores atuais trabalham com registradores de 32 e 64 bits;
  - Uma CPU com registradores de 32 bits será capaz de processar duas vezes mais rápido do que uma com registradores de 16 bits

# Velocidade de processamento

- A quantidade de memória RAM é outro fator que tem efeito profundo sobre a potência de um computador;
- O computador não precisa carregar todo um programa para a memória, mas, quanto mais couber na memória, mais rápido será sua execução;
  - Memória virtual (disco rígido) é lenta;
  - Memória física (RAM) é rápida;
- Você pode aumentar a RAM de seu computador pessoal comprando módulos de memória suplementares para encaixá-la na placa-mãe;
  - O projeto da placa-mãe determina a quantidade máxima de memória que você pode instalar no computador;

# Velocidade de processamento

- Todo microprocessador tem um *relógio* (clock), mas a principal finalidade dele não é manter a hora do dia;
- Em geral, compara-se o desempenho dos PCs a partir da velocidade do microprocessador(clock) normalmente expressada em *gigahertz*(GHz);
- A *comparação direta* entre velocidades de clock somente é significativa entre microprocessadores idênticos;
  - Por exemplo, Pentium IV de 2,4GHz e o Pentium IV de 1,6GHz

# Velocidade de processamento

- Devemos ter cuidado ao comparar processadores de tecnologias distintas;
  - Por exemplo, não é correto afirmar que um Pentium 4 de 1,6GHz é mais rápido do que um PowerPC de 1,0GHz.
- **Motivo:** projeto interno dos microprocessadores; cada um realiza uma quantidade diferente de trabalho em cada um de seus pulsos de clock;
- Uma medida de velocidade mais precisa é a MIPS(one million instructions per second);
  - Alguns computadores podem usar cada pulso de clock de modo mais eficaz do que outros;

# Velocidade de processamento

- Em 1965, um jovem engenheiro chamado Gordon Moore, um dos co-fundadores da Intel, fez uma audaciosa previsão:
  - “a densidade dos transistores em um chip de silício e, portanto, a potência de processamento do chip, iria se **duplicar a cada 18 meses**”.



# Velocidade de processamento

- A previsão do Dr. Moore passou a ser conhecida como a **lei de Moore** e mantém-se verdadeira há mais de 35 anos;
- Segundo alguns cientistas, a lei de Moore está chegando ao fim em decorrência a **problemas técnicos**(tamanho dos componentes do circuito);
  - Solução: computação quântica, molecular, com DNA, etc.

# Velocidade de processamento

- Nos microcomputadores, o termo barramento refere-se aos **percursos** entre os componentes de um computador;
- O número de bits de dados que podem ser transmitidos simultaneamente chama-se **largura de barramento**;
  - Quanto maior a largura, mais dados podem ser transmitidos por vez.

# Velocidade de processamento

- A largura do barramento de sistema **depende** do projeto da CPU, e normalmente tem o mesmo tamanho que o da palavra da CPU;
- Um **tamanho maior de barramento** significa que:
  - A CPU pode transmitir mais dados por vez, tornando o computador mais rápido;
  - A CPU pode referenciar números maiores de endereço de memória, permitindo mais memória;
  - A CPU pode suportar um maior número e variedade de instruções;

# Velocidade de processamento

- Há dois tipos de barramentos principais em um computador:
  - O barramento de dados;
  - O barramento de endereços;
- O **barramento de endereços** é um conjunto de trilhas que conecta apenas a **CPU e a memória** e tudo o que transporta são endereços de memória;
  - O barramento de endereços determina o número máximo de **endereços de memória**;
  - Se o barramento de endereços pudesse transportar apenas 8 bits de cada vez, a CPU só poderia endereçar 256 bytes de memória;

# Velocidade de processamento

- Quando a CPU precisa ler dados ou instruções armazenadas na memória, ela **primeiro** verifica se os dados estão na cache;
- Se os dados não estiverem lá, a CPU segue em frente para carregar os dados da memória comum para os registradores e **carregá-os também na cache**;
- Da próxima vez que a CPU precisar dos mesmos dados eles serão encontrados na cache, **economizando tempo**;

# Velocidade de processamento

- Portanto, uma boa estratégia para a memória cache é armazenar **dados** que foram usados **recentemente** ou que sejam usados com **mais frequência**;
- A cache é uma técnica tão fundamental que os microprocessadores dispõem de **cache interna**:
  - Memória incorporada ao próprio processador, chamada de **cache de nível 1 (L1)**;
  - O problema da L1 é o aumento no custo do processador, por isso, ela não costuma passar de 128K;
- **Solução**: Incluir uma memória **cache externa**, ou de **nível 2 (L2)** em chips separados;

# Evolução dos Microprocessadores (Intel)



Nome	Data	Transistores	Microns	Velocidade do clock	Largura de dados	MIPS
8080	1974	6.000	6	2 MHz	8 bits	0,64
8088	1979	29.000	3	5 MHz	16 bits 8-bit bus	0,33
80286	1982	134.000	1,5	6 MHz	16 bits	1
80386	1985	275.000	1,5	16 MHz	32 bits	5
80486	1989	1.200.000	1	25 MHz	32 bits	20
Pentium	1993	3.100.000	0,8	60 MHz	32 bits 64-bit bus	100
Pentium II	1997	7.500.000	0,35	233 MHz	32 bits 64-bit bus	~300
Pentium III	1999	9.500.000	0,25	450 MHz	32 bits 64-bit bus	~510
Pentium 4	2000	42.000.000	0,18	1,5 GHz	32 bits 64-bit bus	~1,700
Pentium 4 "Prescott"	2004	125.000.000	0,09	3,6 GHz	32 bits 64-bit bus	~7,000



# Bibliografia

- Processo de fabricação de um microprocessador:  
[http://www.youtube.com/watch?v=a4O5NdO\\_1II](http://www.youtube.com/watch?v=a4O5NdO_1II)
- CAPRON, H.L., JOHNSON, J. A. *Introdução à Informática*, Pearson Prentice Hall, SP, 2004;