

Tecnologias da Informação

Alexandre Xavier Falcão

Instituto de Computação - UNICAMP

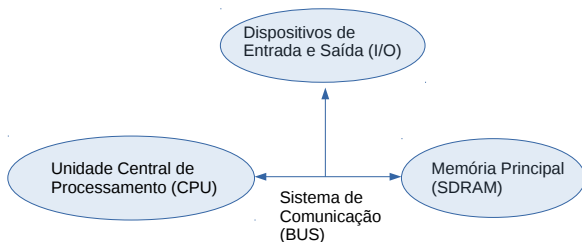
afalcao@ic.unicamp.br

Organização de Computadores

- ▶ Em módulo anterior, vimos como os dados são organizados e representados na sua memória principal (SDRAM).
- ▶ Neste módulo vamos entender como um computador está organizado internamente para manipular os dados, executar as instruções dos programas, e controlar os dispositivos externos de entrada e saída de dados.

Organização de Computadores

- ▶ Em módulo anterior, vimos como os dados são organizados e representados na sua memória principal (SDRAM).
- ▶ Neste módulo vamos entender como um computador está organizado internamente para manipular os dados, executar as instruções dos programas, e controlar os dispositivos externos de entrada e saída de dados.



Organização de Computadores

- ▶ Os dispositivos de entrada e saída são os discos rígidos, teclado, câmeras, mouse, modem, etc.

Organização de Computadores

- ▶ Os dispositivos de entrada e saída são os discos rígidos, teclado, câmeras, mouse, modem, etc.
- ▶ A Unidade Central de Processamento (CPU) realiza os cálculos, transfere os dados e as instruções, e controla os dispositivos periféricos.

Organização de Computadores

- ▶ Os dispositivos de entrada e saída são os discos rígidos, teclado, câmeras, mouse, modem, etc.
- ▶ A Unidade Central de Processamento (CPU) realiza os cálculos, transfere os dados e as instruções, e controla os dispositivos periféricos.
- ▶ A memória principal (SDRAM) armazena os dados e os programas durante a execução.

Organização de Computadores

- ▶ Os dispositivos de entrada e saída são os discos rígidos, teclado, câmeras, mouse, modem, etc.
- ▶ A Unidade Central de Processamento (CPU) realiza os cálculos, transfere os dados e as instruções, e controla os dispositivos periféricos.
- ▶ A memória principal (SDRAM) armazena os dados e os programas durante a execução.
- ▶ A comunicação entre esses componentes ocorre por fios (BUS - barramento) através de impulsos elétricos (ou impulsos ópticos em fibra óptica).

Unidade Central de Processamento (CPU)

A CPU é o microprocessador com milhões de transistores microscópicos em um chip. Computadores *multicores* possuem várias CPUs. Uma CPU consiste de

Unidade Central de Processamento (CPU)

A CPU é o microprocessador com milhões de transistores microscópicos em um chip. Computadores *multicores* possuem várias CPUs. Uma CPU consiste de

- ▶ uma Unidade Lógica/Aritmética (ALU), a qual realiza as operações matemáticas sobre os dados,

Unidade Central de Processamento (CPU)

A CPU é o microprocessador com milhões de transistores microscópicos em um chip. Computadores *multicores* possuem várias CPUs. Uma CPU consiste de

- ▶ uma Unidade Lógica/Aritmética (ALU), a qual realiza as operações matemáticas sobre os dados,
- ▶ uma Unidade de Controle, a qual controla o fluxo de dados acessando e decodificando as instruções sequencialmente, e

Unidade Central de Processamento (CPU)

A CPU é o microprocessador com milhões de transistores microscópicos em um chip. Computadores *multicores* possuem várias CPUs. Uma CPU consiste de

- ▶ uma Unidade Lógica/Aritmética (ALU), a qual realiza as operações matemáticas sobre os dados,
- ▶ uma Unidade de Controle, a qual controla o fluxo de dados acessando e decodificando as instruções sequencialmente, e
- ▶ memórias internas, representadas por registradores e memória *cache*, pelas quais trafegam dados e instruções dos programas fazendo uma ponte entre a memória principal e a CPU.

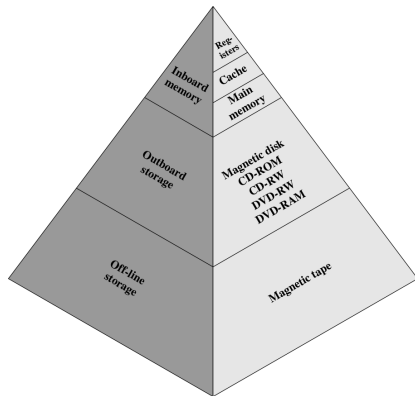
Unidade Central de Processamento (CPU)

A CPU é o microprocessador com milhões de transistores microscópicos em um chip. Computadores *multicores* possuem várias CPUs. Uma CPU consiste de

- ▶ uma Unidade Lógica/Aritmética (ALU), a qual realiza as operações matemáticas sobre os dados,
- ▶ uma Unidade de Controle, a qual controla o fluxo de dados acessando e decodificando as instruções sequencialmente, e
- ▶ memórias internas, representadas por registradores e memória *cache*, pelas quais trafegam dados e instruções dos programas fazendo uma ponte entre a memória principal e a CPU.
 - ▶ Os registradores são pequenas áreas de armazenamento de alto desempenho (e.g., 64 bits cada).
 - ▶ A memória *cache* são áreas maiores (e.g., 512MB), bem mais rápidas do que a SDRAM, e mais lentas do que os registradores.

Hierarquia de Memória

O computador, portanto, necessita de vários tipos de memória. Quanto mais alta está a memória na hierarquia, maior é o custo, mais rápida, e menor é a capacidade de armazenamento.



W. Stallings, Computer Organization and Architecture, 8th edition, 2010.

Fluxo de Dados e Instruções

- ▶ Para execução, os programas são armazenados na memória principal em **linguagem de máquina** — um código binário para cada instrução.

Fluxo de Dados e Instruções

- ▶ Para execução, os programas são armazenados na memória principal em **linguagem de máquina** — um código binário para cada instrução.
- ▶ As instruções são copiadas para a *cache* e depois para os registradores na hora da execução.

Fluxo de Dados e Instruções

- ▶ Para execução, os programas são armazenados na memória principal em **linguagem de máquina** — um código binário para cada instrução.
- ▶ As instruções são copiadas para a *cache* e depois para os registradores na hora da execução.
- ▶ Existem duas filosofias dominantes para as arquiteturas de CPU com relação à linguagem de máquina:
 - ▶ RISC - *Reduced Instruction Set Computer* - mínimo de instruções, pouco consumo de energia, visando maior eficiência com menor custo (e.g., PowerPC, usada em celulares).
 - ▶ CISC - *Complex Instruction Set Computer* - mais instruções, maior consumo de energia, visando maior flexibilidade e desempenho (e.g., Intel, usada em *desktops*).

Instruções em Linguagem de Máquina

As instruções em linguagem de máquina podem ser divididas em três grupos:

- ▶ Instruções de transferência de dados - movimentam os dados entre as memórias, os registradores, e os dispositivos de entrada e saída.
- ▶ Instruções aritméticas/lógicas - fazem com que a unidade de controle envie uma requisição de atividade matemática para a unidade lógica/aritmética.
- ▶ Instruções de controle - direcionam a execução do programa, tais como os desvios condicionais.

Instruções em Linguagem de Máquina

As instruções em linguagem de máquina podem ser divididas em três grupos:

- ▶ Instruções de transferência de dados - movimentam os dados entre as memórias, os registradores, e os dispositivos de entrada e saída.
- ▶ Instruções aritméticas/lógicas - fazem com que a unidade de controle envie uma requisição de atividade matemática para a unidade lógica/aritmética.
- ▶ Instruções de controle - direcionam a execução do programa, tais como os desvios condicionais.

O código binário das instruções bem como seus endereços em memória são normalmente interpretados em *hexadecimal*.

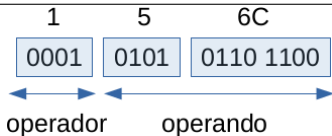
Sistema Hexadecimal

binário	decimal	hexadecimal
0000	0	0
0001	1	1
0010	2	2
0011	3	3
0100	4	4
0101	5	5
0110	6	6
0111	7	7
1000	8	8
1001	9	9
1010	10	A
1011	11	B
1100	12	C
1101	13	D
1110	14	E
1111	15	F

Instruções de um programa

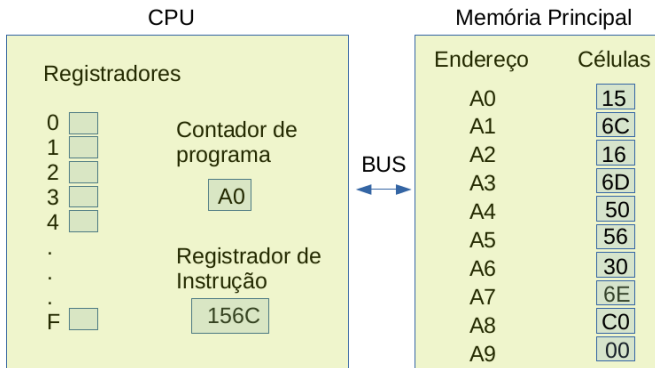
Cada grupo de 4 bits do código da instrução é transformado em um símbolo hexadecimal de 0 a F.

Instrução	Decodificação
156C	Carregue o conteúdo da célula 6C de memória no registrador 5.
166D	Carregue o conteúdo da célula 6D de memória no registrador 6.
5056	Adicione os conteúdos dos registradores em complemento de 2 e coloque o resultado no registrador 0.
306E	Armazene o conteúdo do registrador 0 no endereço 6E da memória.
C000	Finalize o programa.



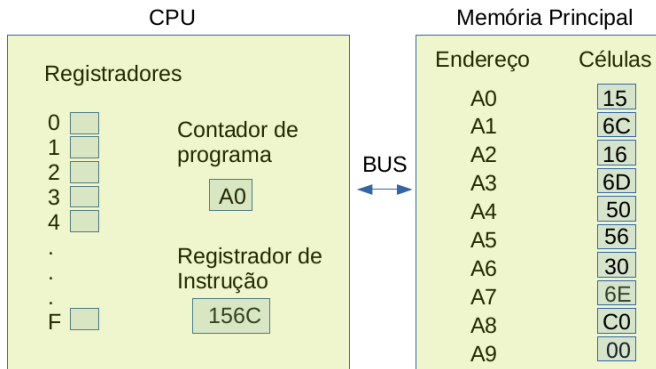
Execução do programa

A cada ciclo de máquina, a próxima instrução é **copiada** do endereço de memória indicado pelo contador de programa para o registrador de instrução, **decodificada**, e **executada**.



Execução do programa

A cada ciclo de máquina, a próxima instrução é **copiada** do endereço de memória indicado pelo contador de programa para o registrador de instrução, **decodificada**, e **executada**.



Um relógio (circuito) gera pulsos que coordenam essas atividades. Mais rápido (em GHz - bilhões de ciclos por segundo) é o relógio, mais rápido a máquina completa os ciclos.

Velocidade da máquina

Porém, a velocidade da máquina depende de vários outros fatores, tais como:

- ▶ Disposição e tamanho dos transistores em cada CPU, e número de CPUs (cores) no mesmo chip.
- ▶ Maior condutividade dos componentes e barramentos mais largos.
- ▶ Velocidade e tamanho das memórias utilizadas - níveis de *cache* e principal.
- ▶ Arquitetura CISC ou RISC – quantidades de instruções básicas da CPU.