

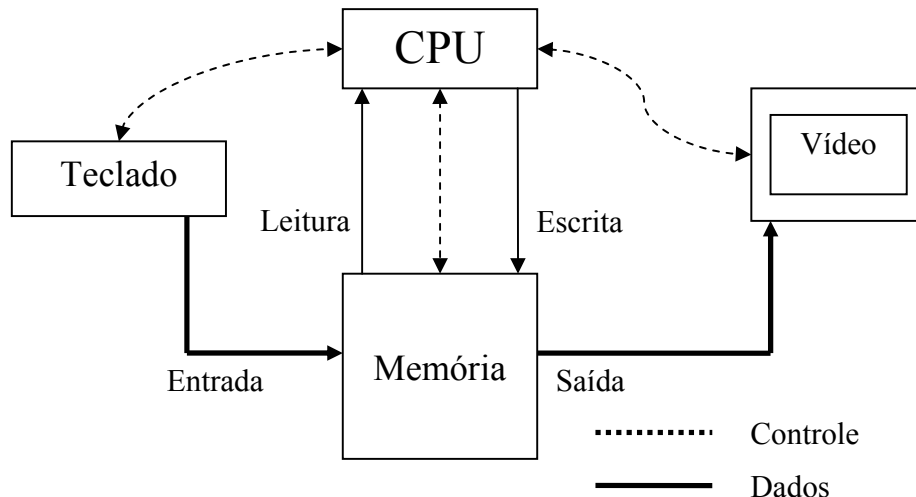
## Sistemas Computacionais II – Professor Frederico Sauer

Livro-texto: Introdução à Organização de Computadores – 4ª edição – Mário A. Monteiro – Livros Técnicos e Científicos Editora.

**Atenção:** Este material não pretende substituir o livro texto. É apenas uma coletânea de anotações que seriam feitas pelo aluno nos respectivos cadernos. A idéia é apenas que o aluno apenas preste atenção às aulas, para que possa concentrar-se totalmente na apreensão do conteúdo e eliminar dúvidas.

### CPU - Fundamentos

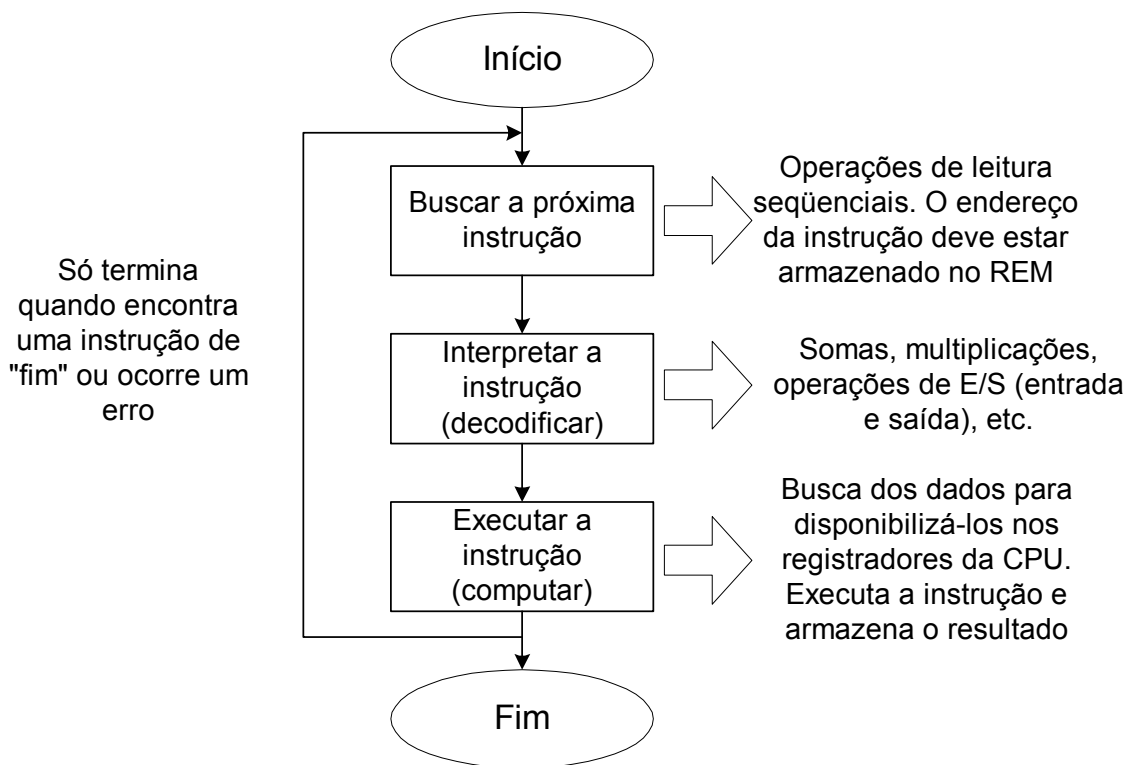
Na cadeira de SC1 conhecemos uma visão sistêmica de um computador e seus componentes:



Agora, veremos detalhes de um dos componentes deste sistema, a CPU (*Central Processing Unit* – Unidade Central de Processamento).

#### Características da CPU:

- ✓ É o responsável pela execução dos cálculos, sob a forma de processos que estão em memória, representados através de zeros e uns. Por isso (serve para execução dos *processos*) é que chamamos a CPU de *processador*.
- ✓ Controla, através de sinais próprios, os demais componentes do computador.
- ✓ Efetua o “ciclo de Instrução”.



### Funções (atividades) de uma CPU:

- ✓ **Processamento** – Execução da instrução
- ✓ **Controle** – Atividades de busca, interpretação, e controle da execução das instruções, das unidades de E/S e da memória.

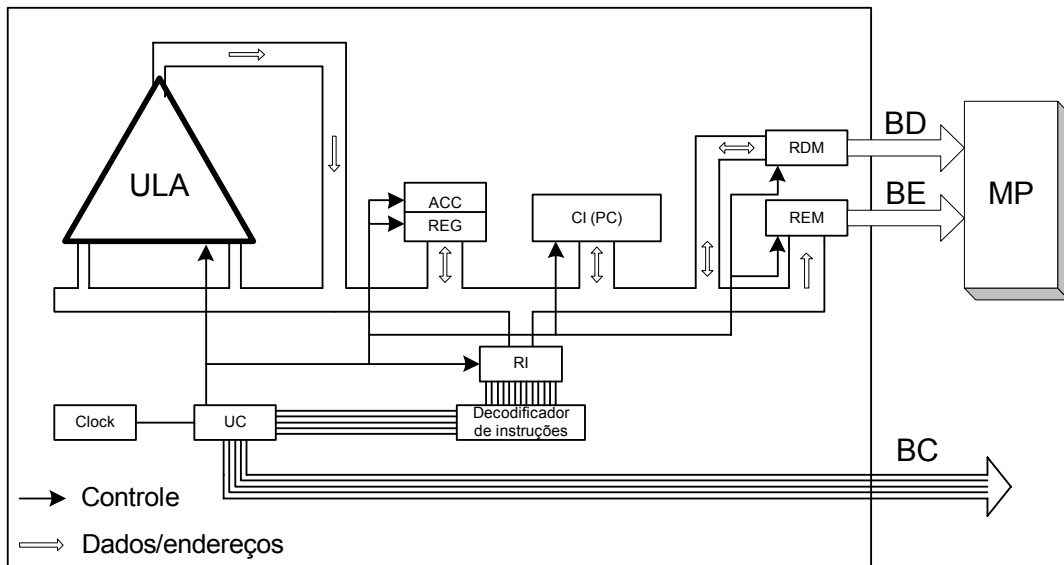
### Função Processamento

#### Realiza:

- ✓ Operações aritméticas (+, -, x, ÷)
- ✓ Operações Lógicas (·, +, ⊕, etc)
- ✓ Movimentação de dados (memória ↔ CPU, registrador ↔ registrador, etc).
- ✓ Desvio (alteração na seqüência das instruções)
- ✓ Operações de E/S

#### Componentes da Função processamento:

- ✓ ULA (Unidade Lógica e Aritmética)
- ✓ Registradores – Armazenam dados usados pela ULA
- ✓ Barramento interno – Vias de dados e instruções



Legenda e observações:

- ✓ ACC – *Accumulator* (não existe nos processadores atuais)
- ✓ BD – Barramento de dados
- ✓ BE – Barramento de endereços
- ✓ BC – Barramento de Controle
- ✓ REG – Registradores – de registradores, de 0 a R-1
- ✓ RI – Registrador de Instrução
- ✓ CI – Contador de Instruções
- ✓ UC – Unidade de Controle

**ULA** – possui duas entradas para realização seqüencial das operações (que também podem ter apenas um operando). É um aglomerado de circuitos lógicos, montados para realizar as operações. Os processadores modernos a dividem em circuitos especializados. O Pentium original, por exemplo, possuía três ULA: duas para números inteiros e uma para números fracionários (FPU – *Floating Point Unit*), que operavam paralelamente.

**Registradores** – Todo dado, para ser processado, deve antes ser disponibilizado em um registrador. São o tipo de memória mais rápida que existe, como vimos em SC1. Possuem o mesmo tamanho da palavra, em geral. Além dos registradores de dados, existem outros que não participam diretamente da função processamento, como o RI, o CI, o RDM e o REM.

A capacidade de processamento é medida pela velocidade com a qual ela executa o ciclo de instrução, o que é influenciado por toda a arquitetura (o número de ULAs disponível, por exemplo). Não obstante, um elemento fundamental é o tamanho da palavra.

Ex.: SOMAR  $A=3A25$  e  $B=172C$ , numa máquina com palavra de 8 bits, com uma MP de 64K células de 8 bits (sistema 1), e comparar o resultado da soma numa máquina com palavra de 16 bits, MP de 1M células de 8 bits (sistema 2), ou seja, unidades de armazenamento de mesmo tamanho (8 bits) e tamanhos de palavra diferentes (8 e 16 bits).

Soma no sistema 1:

1. A CPU busca a 1ª metade de cada operando e os soma ( $25 + 2C$ ) → tempo gasto =  $T_1/2$ .
2. idem, para a metade restante dos operandos ( $3A + 17$ ) → tempo gasto =  $T_1/2$ .

Soma no sistema 2:

1. A CPU busca os operandos e os soma numa única operação → tempo gasto =  $T_2$  → aproximadamente metade de  $T_1$ .

## Função Controle

Área da CPU que realiza, em uma ou mais etapas simultaneamente (ver *pipelining* adiante), as seguintes funções:

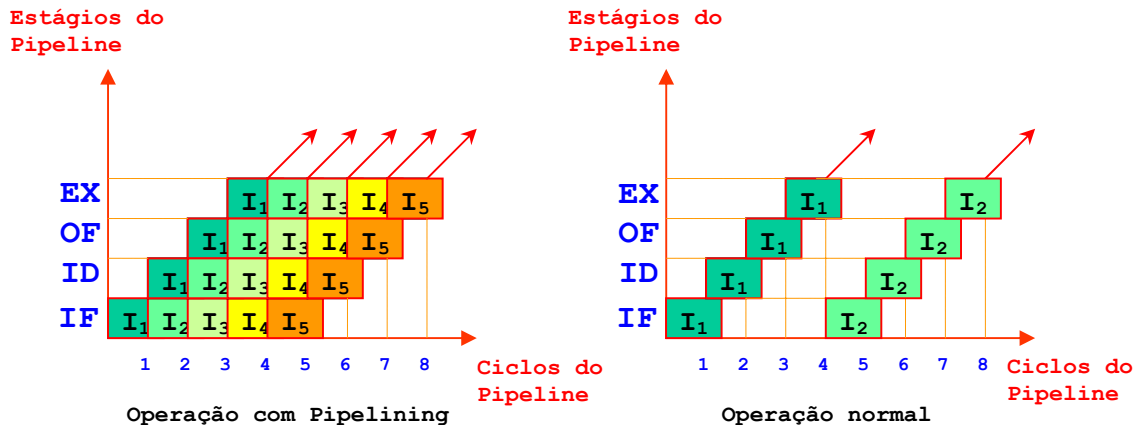
- ✓ Busca da instrução a ser executada, e seu armazenamento no Registrados de Instrução (RI);
- ✓ Interpretação dos passos a realizar para executar a instrução (*fetch cycle* no *pipelining*);
- ✓ Geração dos sinais de controle para a execução da instrução (*execution cycle* no *pipelining*);

Na figura do esquema da CPU, podem-se identificar os seguintes elementos que contribuem para a realização da função controle:

- ✓ *Clock*
- ✓ UC;
- ✓ Decodificador de Instruções;
- ✓ RI;
- ✓ CI;
- ✓ RDM e;
- ✓ REM

## Pipelining na CPU

- ✓ Mecanismo usado por todas as CPU atuais
- ✓ Separa a execução de uma instrução em passos
- ✓ Um ciclo de instrução corresponde a vários ciclos de *pipeline*, permitindo o paralelismo



**Unidade de Controle** – Contém a lógica para a movimentação de dados entre a CPU e demais elementos. Os sinais de controle são emitidos na frequência do *clock* do processador (duração fixa e igual para todos).

O início do ciclo de instrução consiste em buscar a referida instrução e trazer uma cópia sua da MP para o processador (mais especificamente, para o RI). Na realidade, essas operações são efetuadas através de microoperações, governadas pelo *clock* do processador.

**Clock** – É o elemento gerador dos pulsos, cuja duração é chamada de ciclo. O número de vezes que esse pulso é gerado por segundo nos dá a medida da frequência do *clock*. Quando dizemos que um processador tem a frequência de 1 GHz, por exemplo, estamos dizendo (a grosso modo) que ele possui a capacidade de realizar 1 bilhão de operações por segundo. A duração de cada ciclo seria de 1/1.000.000.000 do segundo. Não devemos nos esquecer, no entanto, que a velocidade final de um computador dependerá de vários outros componentes do sistema, como memória *cachê*, *pipelining*, e outros detalhes arquitetônicos.

**Registrador de Instruções (RI)** – É responsável por armazenar a instrução a ser executada pela CPU, via barramento de dados e RDM.

**Contador de Instruções (CI)** – Armazena o endereço da próxima instrução a ser executada. Tão logo este endereço seja lido pela CPU, um novo endereço (o da instrução seguinte) já é buscado e armazenado no CI.

**Decodificador de Instrução** – realiza a função de identificar a instrução que deve ser realizada, de acordo com o código da operação que foi decodificado.

**REM e RDM** – Registradores usados para comunicação e transferência de informações, pela MP e CPU. O RDM tem o mesmo tamanho que o BD, que por sua vez, atualmente, é múltiplo da palavra. O Pentium II, por exemplo, tem

palavra de 32 bits e BD (conseqüentemente, RDM) de 64 bits. O REM tem o tamanho dos endereços de memória, e do BE. Com o conhecimento desse tamanho calculamos o espaço máximo de endereçamento da MP.

**Instruções de Máquina** – Desde o início do curso fala-se de “linguagem de máquina”. Definindo precisamente o que seria uma instrução de máquina, pode-se dizer que é uma operação básica (ou primitiva) que o hardware é capaz de realizar diretamente. Uma operação do tipo:

$X = A + B * C$ , por exemplo, não pode ser processada de uma única vez, uma vez que envolve várias operações atômicas que deverão ser feitas pela ULA individualmente, antes de se chegar ao resultado final. Neste exemplo, primeiro seria calculado  $T = B * C$ , e posteriormente  $X = A + T$ . Um processador é projetado e fabricado para executar um determinado conjunto de instruções. Quanto menor e mais simples esse conjunto, mais rápido é esse processador. Há duas arquiteturas atualmente usadas para processadores:

- **CISC** – *Complex Instruction Set Computers* – a maioria dos processadores (todos os PC atuais, mainframes e mac) a empregam; e
- **RISC** – (*Reduced ISC*) – Estações de alto desempenho, como os Sun SPARC, Power PC, RS6000 IBM, todos usados para aplicações específicas, como simulações, computação gráfica, etc.

Para a construção de um processador, então, basta apenas a definição do conjunto de instruções a implementar, e fazê-lo através de componentes eletrônicos. As instruções em linguagem de máquina serão representadas através de seqüências específicas de bits que indicarão ao processador que operação realizar. Conforme já dito, todo processador realizará apenas os seguintes tipos de operações primitivas:

- Operações matemáticas (incluindo aqui as de deslocamento, lógicas e de complemento também);
- Movimentação de dados (memória para CPU e vice-versa);
- Entrada e Saída (leitura e escrita em dispositivos de E/S); e
- Controle (por exemplo, um desvio na seqüência de execução de um programa, uma parada, etc.)

Apenas como referência, o Pentium II tem um conjunto de 217 instruções. Procure descobrir quantas instruções tem o Pentium IV HT.

**Formato das Instruções** – De um modo geral, a instrução é dividida na parte que identifica a instrução (código de operação) e o resto dos bits, caso haja, terão um ou mais campos, contendo os operandos.

Ex.:  $A \leftarrow A + B$

Código da Operação	Operando 1	Operando 2
--------------------	------------	------------

Onde Código de operação é a soma, Operando 1 é A e Operando 2 é B. As instruções podem ter tamanhos fixos (até o 286) ou variáveis (386 em diante, com instruções de um ou dois bytes).