

Arquitetura de Computadores

Prof^a. Me Karina Buttignon

Arquitetura : Processadores, Memória e Paralelismo

Aula 3

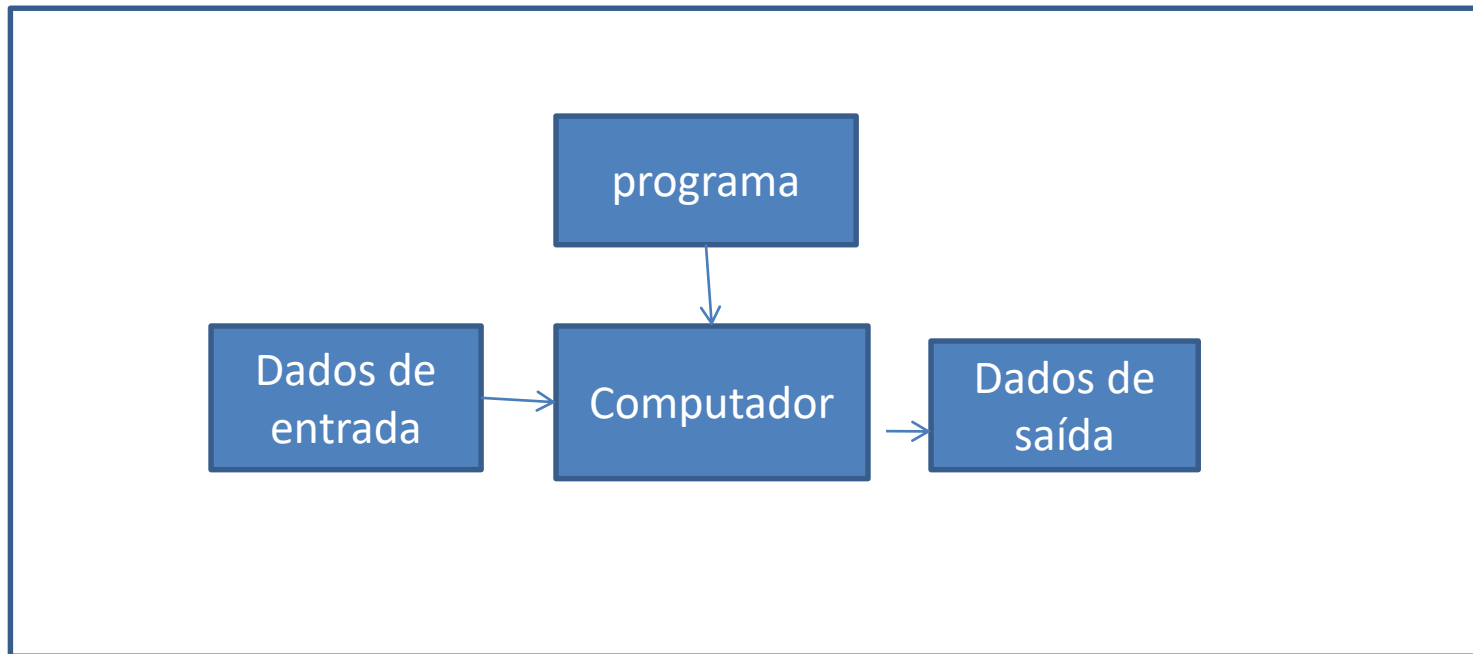
Modelo Computacional

Modelo de Turing

A idéia de um dispositivo universal foi descrito pela primeira vez por Alan Turing em 1937, propondo que toda a computação poderia ser realizada por um tipo especial de maquina, então chamada de máquina de Turing.

Modelo de Turing

- É melhor para um computador de propósito geral, porque acrescenta um elemento extra de computação específica: **o programa.**
- Um programa é um conjunto de instruções que diz ao computador o que fazer com os dados.



Nesse modelo, os dados de saída dependem da combinação de
Dois fatores: dados de entrada e programa.

Definição Computador

- Computador, de uma forma geral, é uma máquina que recebe dados através de um meio de **entrada**, **processa-os** sob o controle de um **programa** e produz resultados através de um meio de **saída**.
- Entrada
- Processamento
- Programa
- Saída

Exemplo – equação 2º grau

Equação genérica: $Ax^2 + Bx + C = 0$

Quais as soluções de: $x^2 + 3x + 2 = 0$?

Entradas: A= 1; B= 3 e C= 2

Programa:

Início;

Ler (A,B,C);

Calcular:

$\Delta = \text{SQRT}(B^2 - 4 \cdot A \cdot C)$

$x_1 = (-B + \Delta) / 2 \cdot A$

$x_2 = (-B - \Delta) / 2 \cdot A$

Escrever x_1 e x_2

Fim.

Saídas: $x_1 = -1$ e $x_2 = -2$

Hardware

O hardware compreende os componentes físicos do sistema. Executa, sob controle do software, as tarefas necessárias ao funcionamento e fluxo de dados entre os componentes do computador.



- Componentes: UCP, Monitor de Vídeo, Teclado, Impressora, Drives, Mouse, etc.

Hardware

❑ *Evolução do Hardware*

- ❑ 1a. Geração – Válvula
- ❑ 2a. Geração – Transistor
- ❑ 3a. Geração – Chip
- ❑ 4a / 5a. Geração – Quântico?



❑ *Tipos de Computadores :*

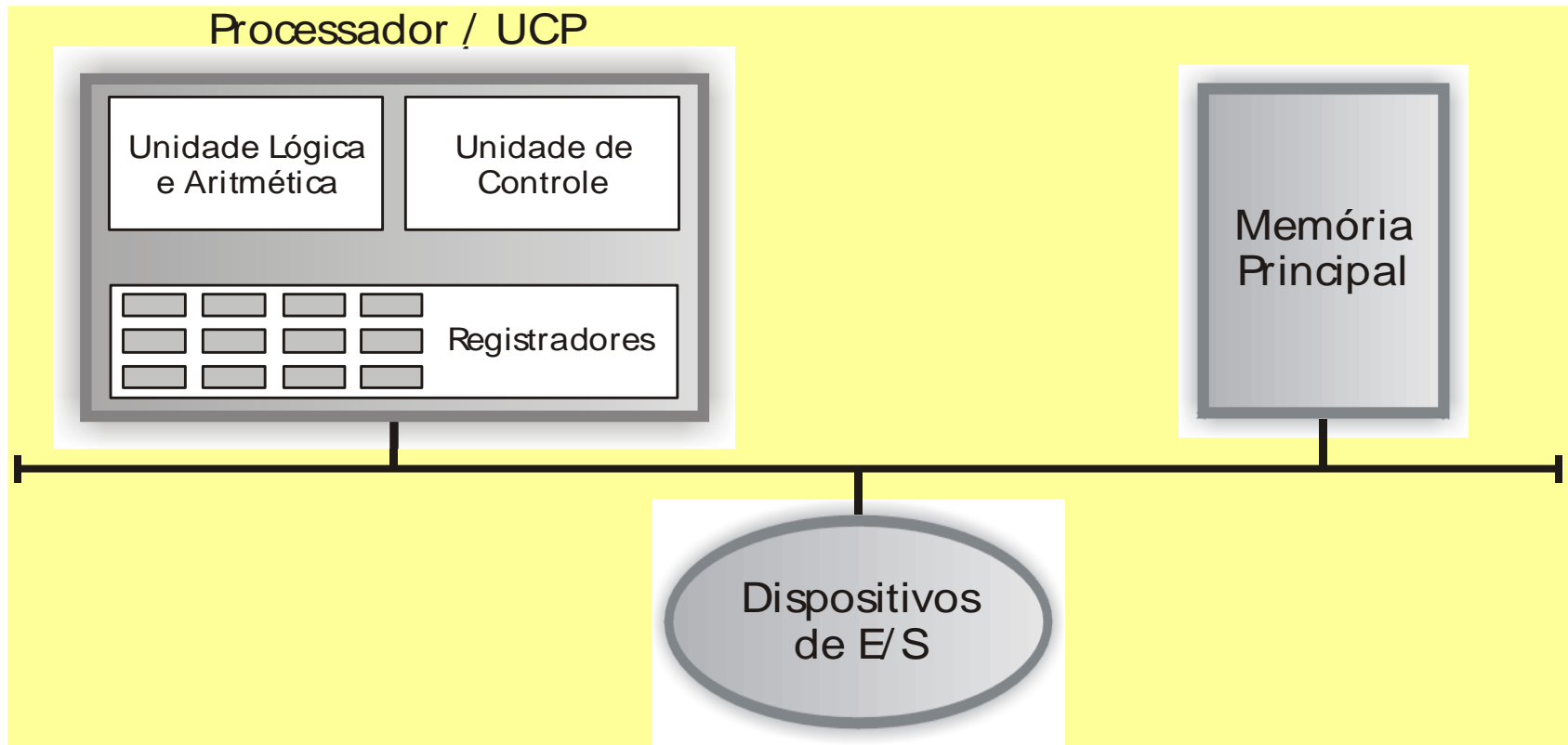
- ❑ Mainframes (Armazenam e manipulam grandes volumes de informações)
- ❑ Superservidores (Servidores de Rede com grande capacidade de processamento)
- ❑ Microcomputadores /NoteBooks (Computadores Pessoa mesa ou portáteis)
- ❑ PDAs



Modelo de Von Neumann

Os computadores construídos com base na Máquina universal de Turing armazenam dados em sua memória. Por volta de 1945, John Von Neumann propôs que **se o programa e os dados são logicamente os mesmos, os programas também devem ser armazenados na memória do computador.**

Componentes do Hardware modelo Von Neumann

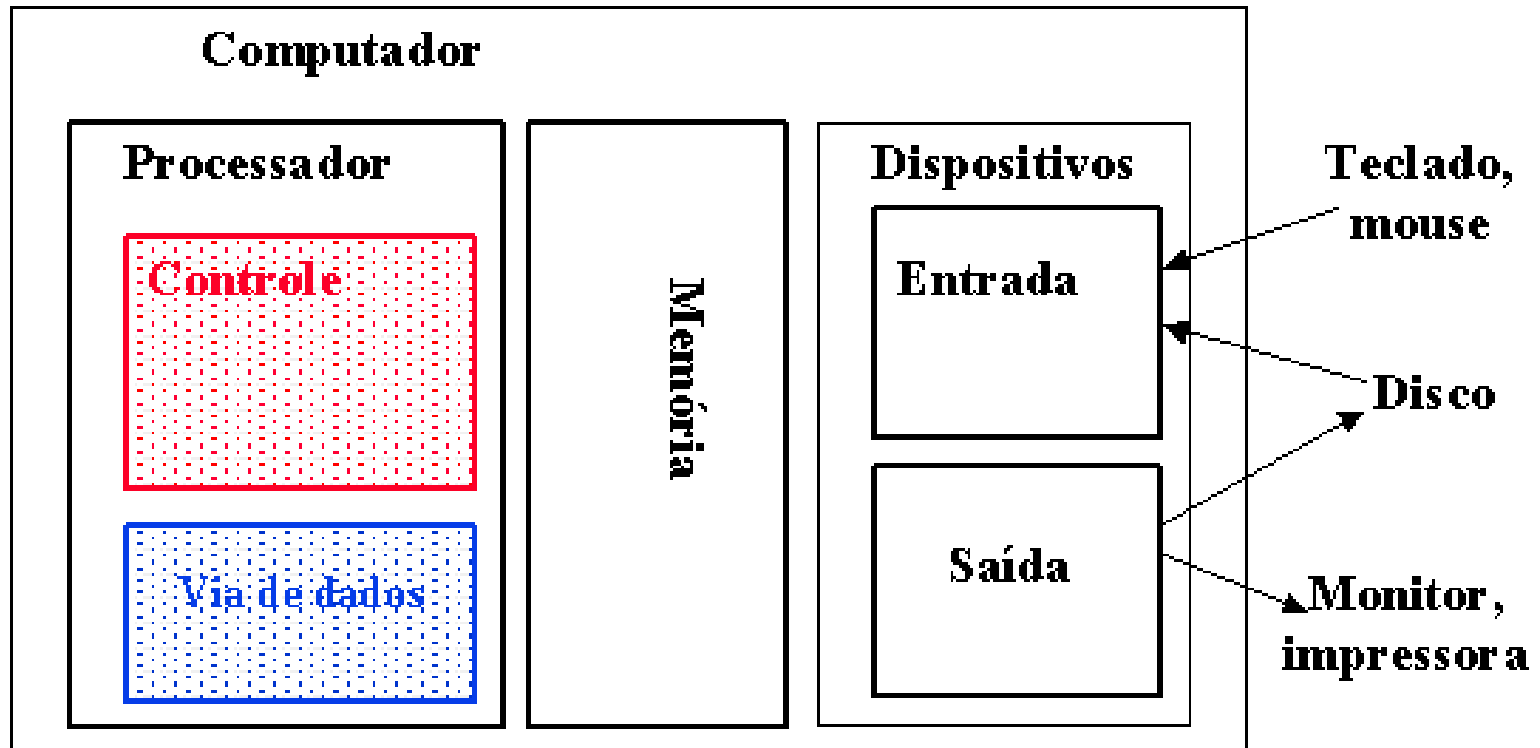


- Processador (CPU), Memória, Periféricos (E/S), Barramento Cada periférico tem seu controlador
- A comunicação entre todos os elementos se dá pelo barramento
- Imagem referente ao modelo de Von Neumann

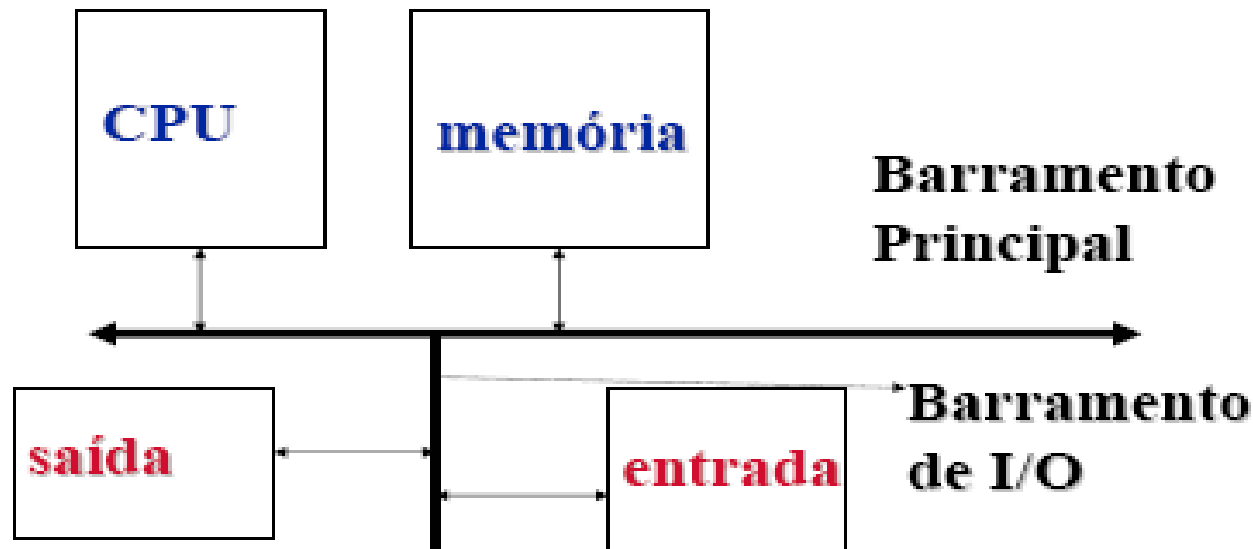
Definição e tipos de arquitetura

Arquitetura de von Neumann:

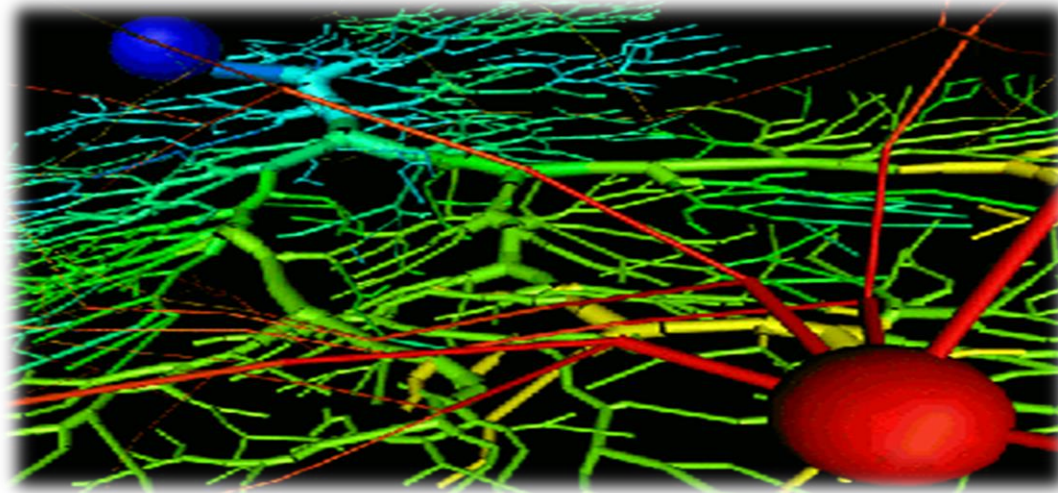
Cinco componentes básicos: *controle, caminho de dados, memória e dispositivos de entrada e saída*



Cada um desses componentes é interligado aos demais por barramentos



Arquitetura Não Von Neumann: Modelos alternativos tem surgido em especial para dar suporte às Redes Neurais Artificiais. RNA NÃO executam instruções de um programa. Resultados são gerados com base em estímulos numa tentativa de assemelhar-se ao cérebro humano.



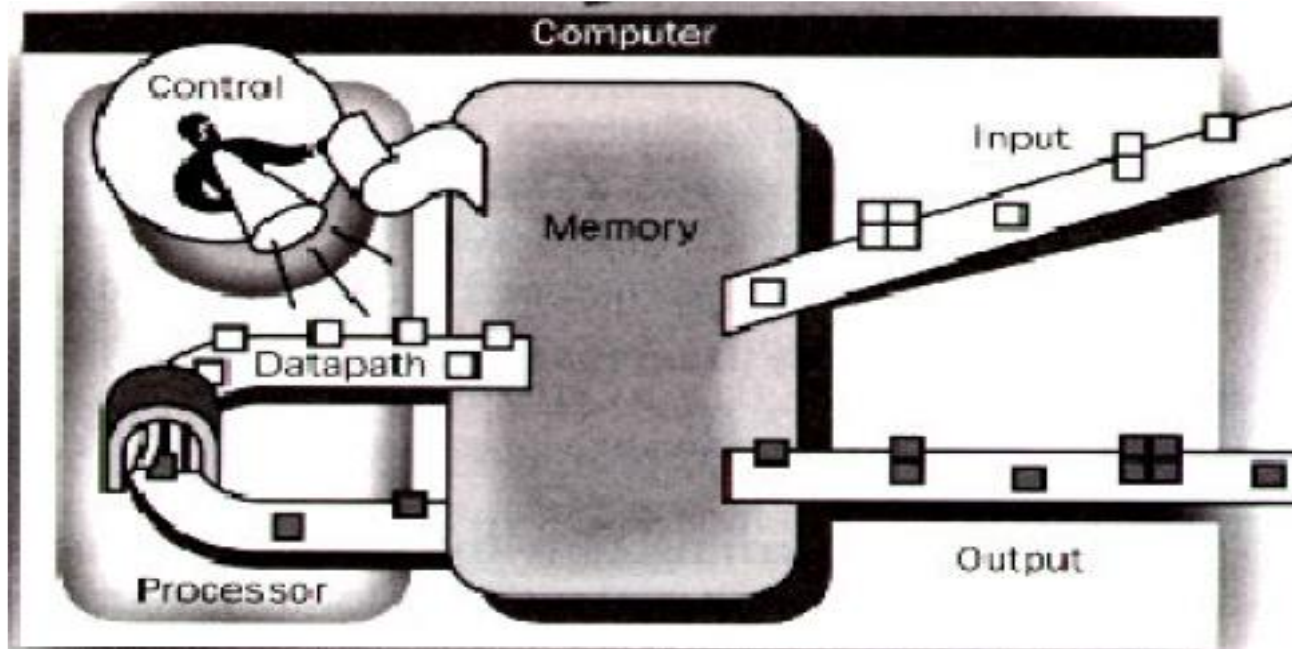
Definição e tipos de arquitetura

A arquitetura também é definida pelo conjunto de instruções que o processador pode executar

Computador com um Conjunto Reduzido de Instruções(RISC)
Computador com um Conjunto Complexo de Instruções(CISC)

Os cinco componentes clássicos de um computador

Vendo mais de perto a arquitetura von Neumann:
A função desempenhada por cada entidade



Os programas devem ser armazenados

No modelo de Von Neumann os programas são armazenados na memória do computador. Não precisamos que a memória mantenha somente os dados, mas também que mantenha os programas.

Programa

Dados

- Memória

Processador (CPU)

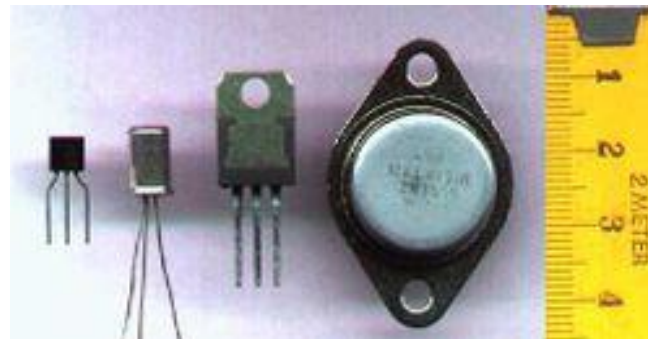
- ❑ Componente responsável pela manipulação (processamento) dos dados;
- ❑ Tudo o que acontece em um computador é controlado pela CPU, que gerencia todos os recursos disponíveis ao processamento dos dados.
- ❑ O que diferencia um tipo de CPU de outras é sua estrutura interna, tipo de tecnologia empregada na fabricação e, o mais importante, seu conjunto de instruções (microcódigo). O conjunto de instruções é, um programa escrito para controlar a CPU, e dificilmente pode ser executado diretamente em outra CPU diferente.

Processador

- A função de um computador é executar tarefas com a finalidade de resolver problemas.
- Uma tarefa pode ser executada por meio de uma seqüência ordenada de instruções de máquina.
- O processador é o componente responsável pelo processamento de instruções e de dados.

Processador

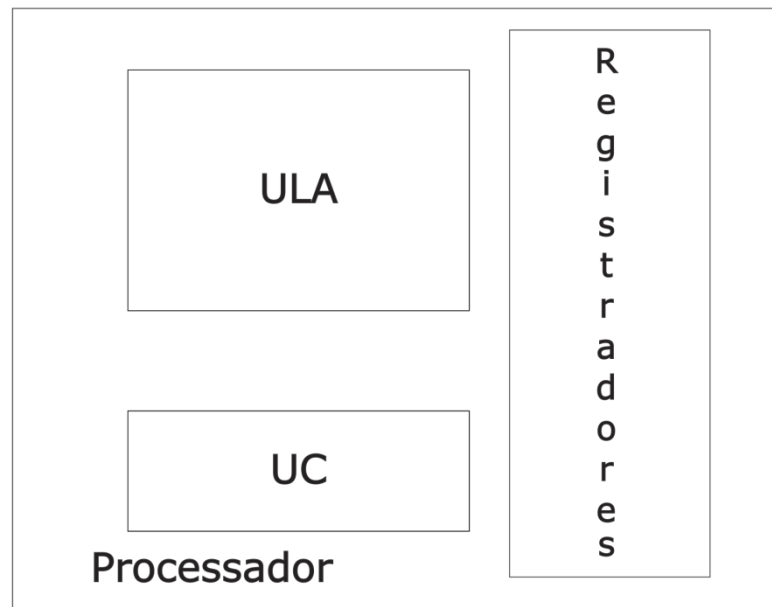
- O processador é constituído por centenas de transistores.
- As portas lógicas são implementadas fisicamente por meio de transistores.



Diferentes encapsulamento de transistores.

Processador

- O processador é dividido em três partes:



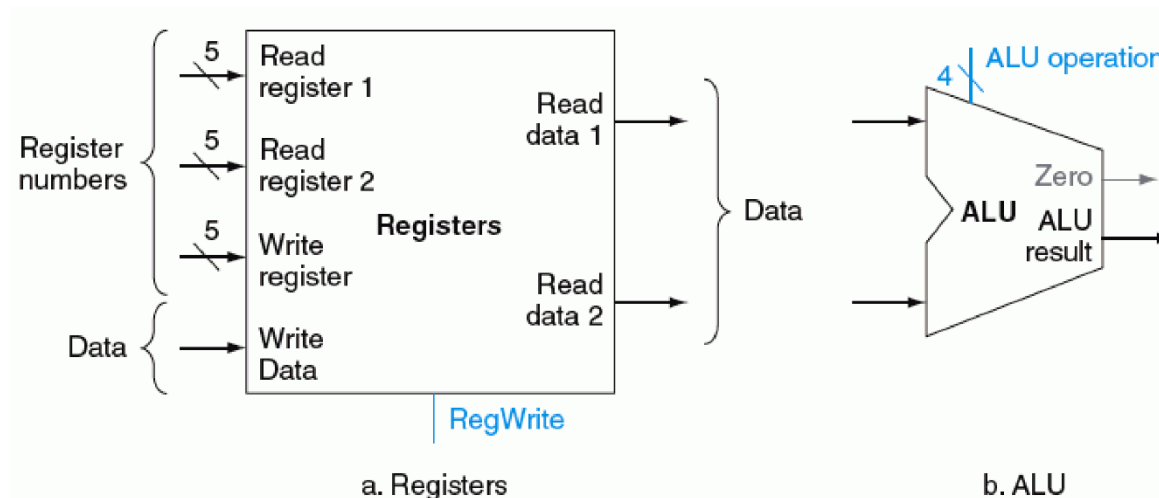
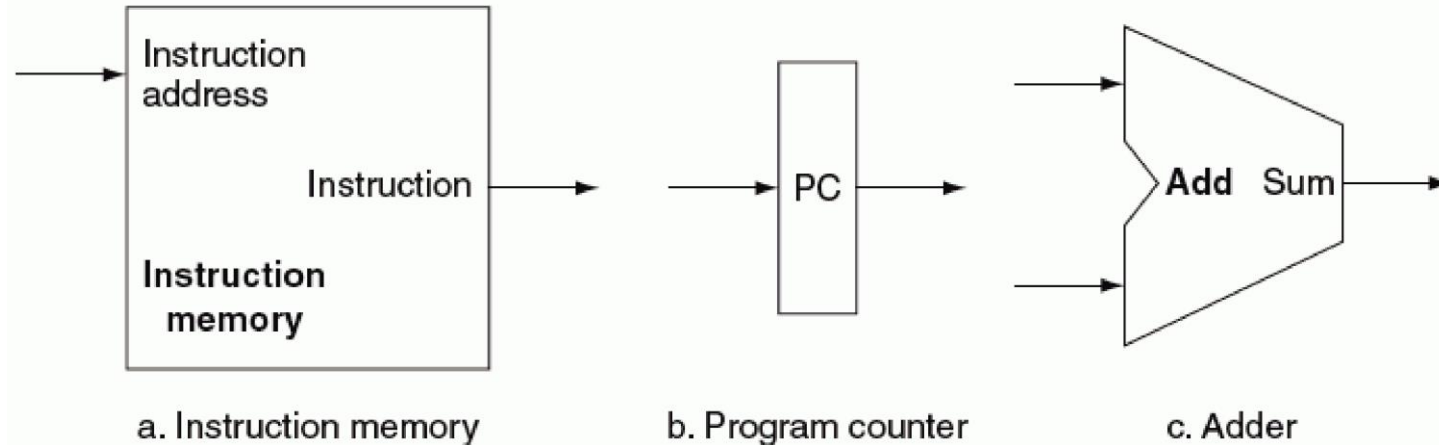
Componentes do Processador

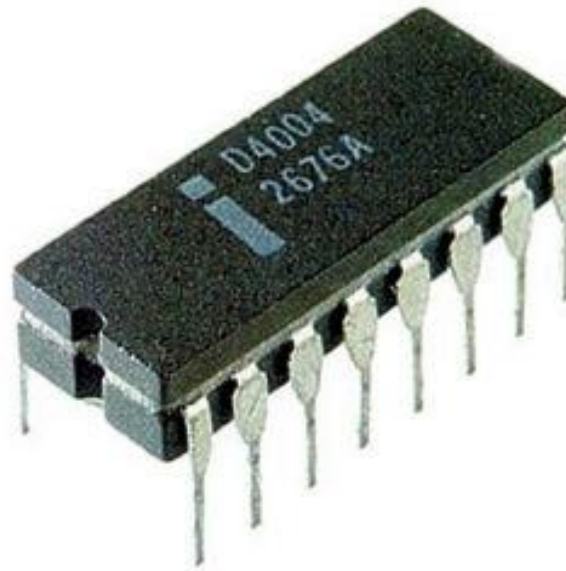
- ULA (Unidade Lógica e Aritmética)
 - É onde as operações lógicas e aritméticas são realizadas.
- Unidade de controle
 - Controla a execução de qualquer instrução dentro do processador.
 - Define o que tem que ser feito a cada momento.
 - Decodifica a instrução e gera os sinais de controle para as unidades funcionais.

Componentes do Processador

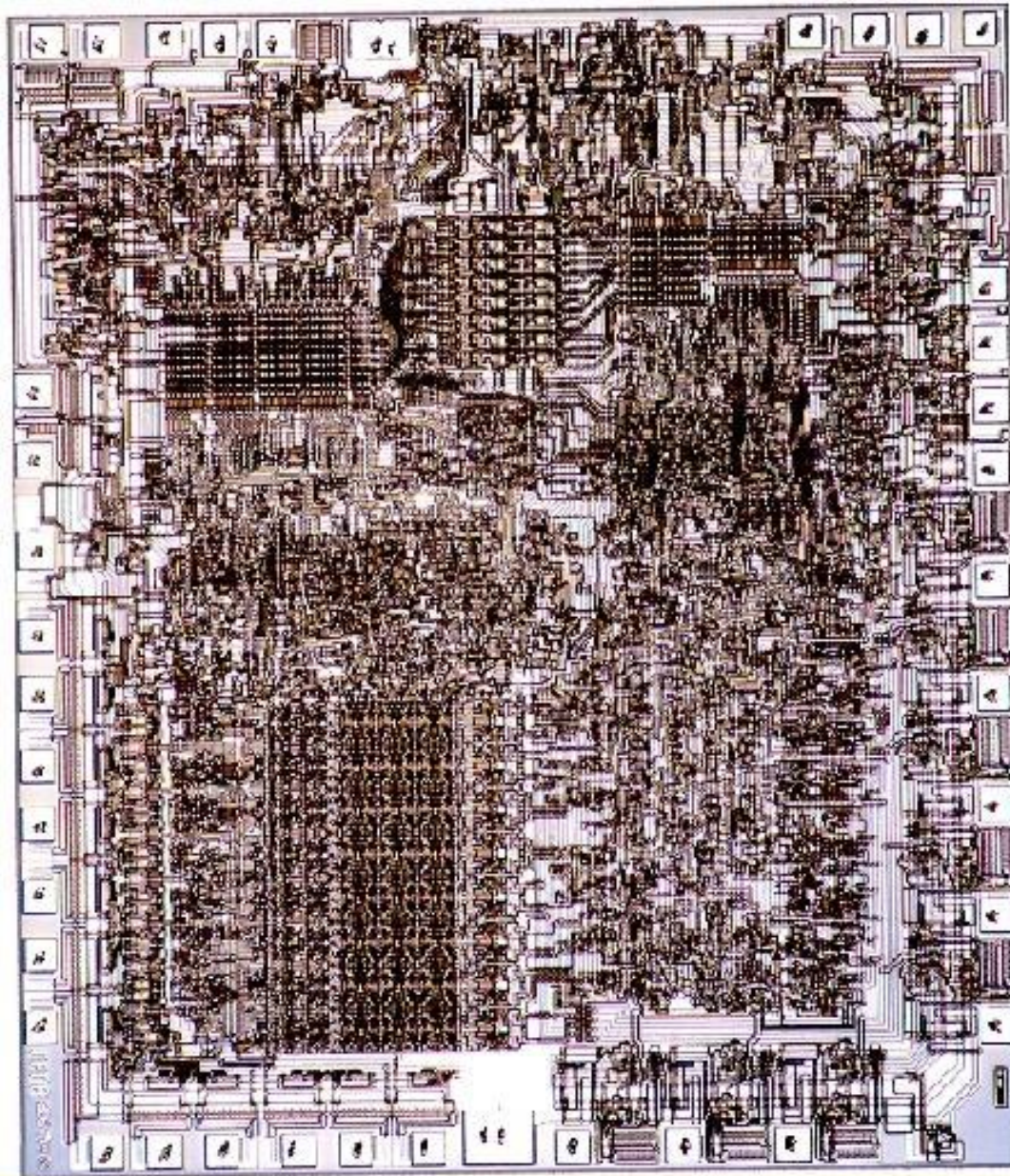
- Registradores
 - Pequenas memórias dentro do processador.
 - Armazenam dados que estão sendo executados no momento.
 - Dois tipos:
 - Registradores de propósito geral
 - Registradores específicos

Exemplos de Unidades Funcionais





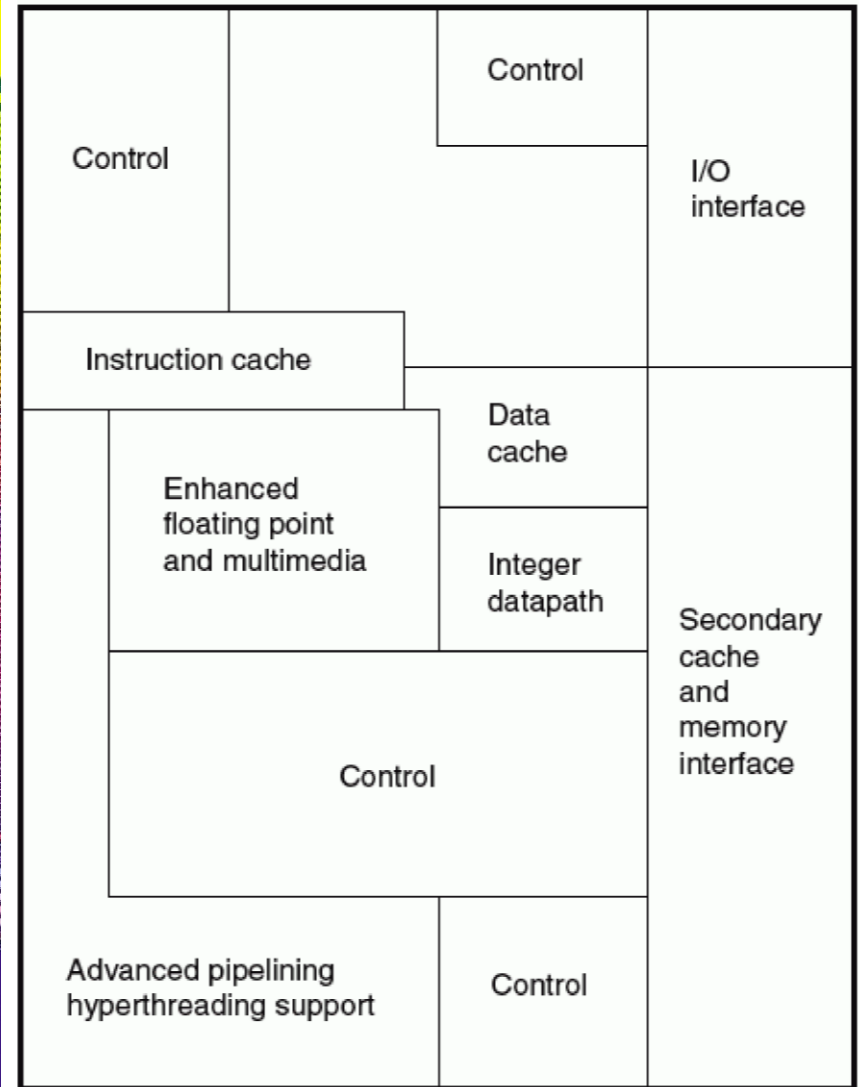
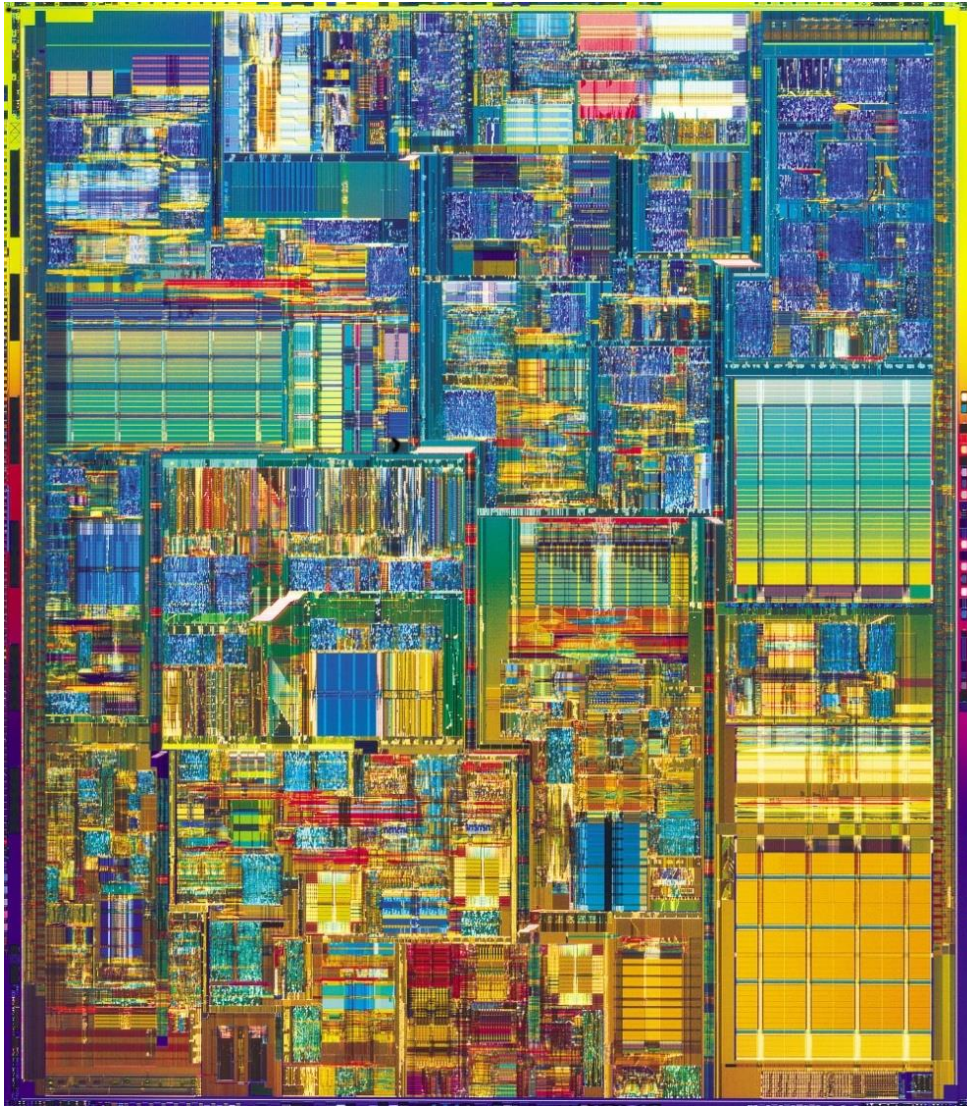
Microprocessador Intel 4004 com 2300 transistores (1971)

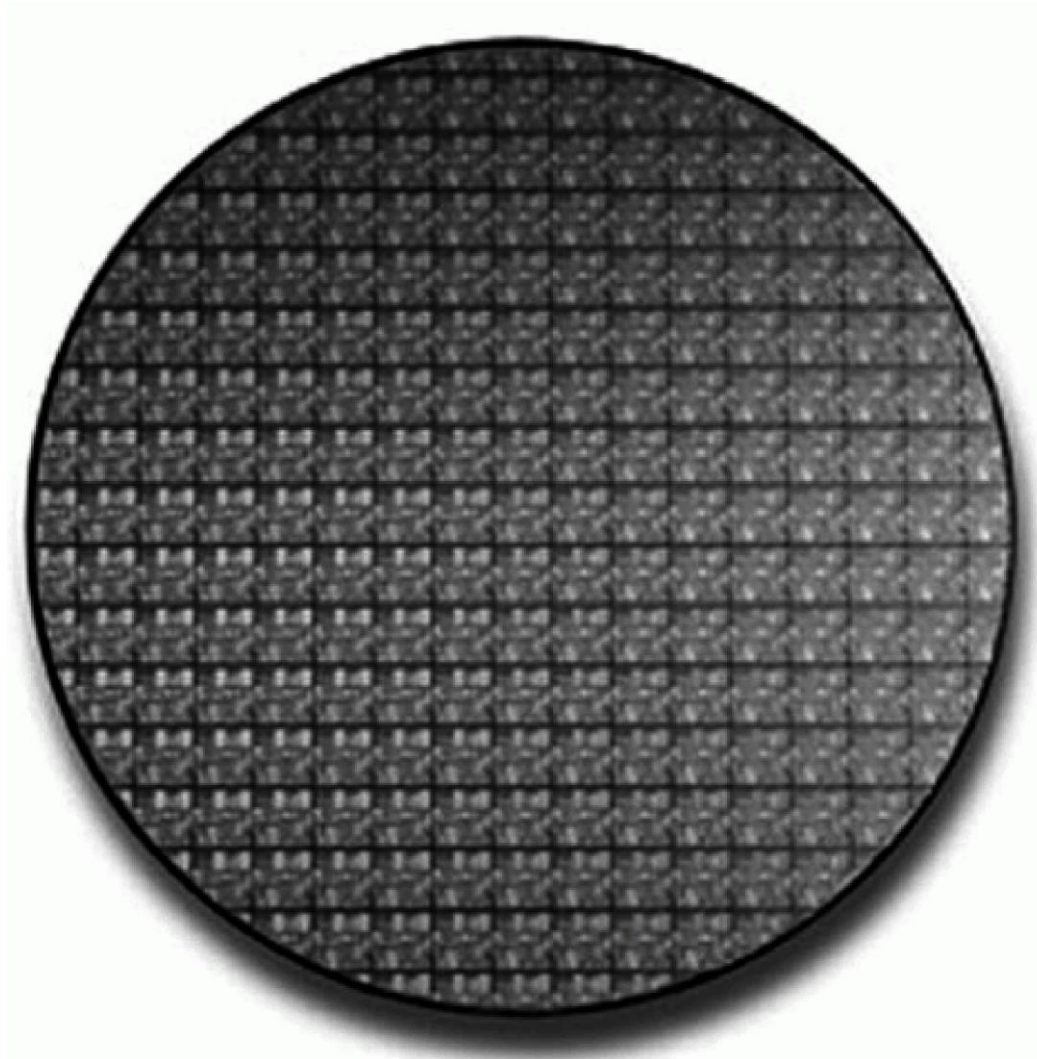


Microprocessador Intel 8080 com 6000 transistores (1974)

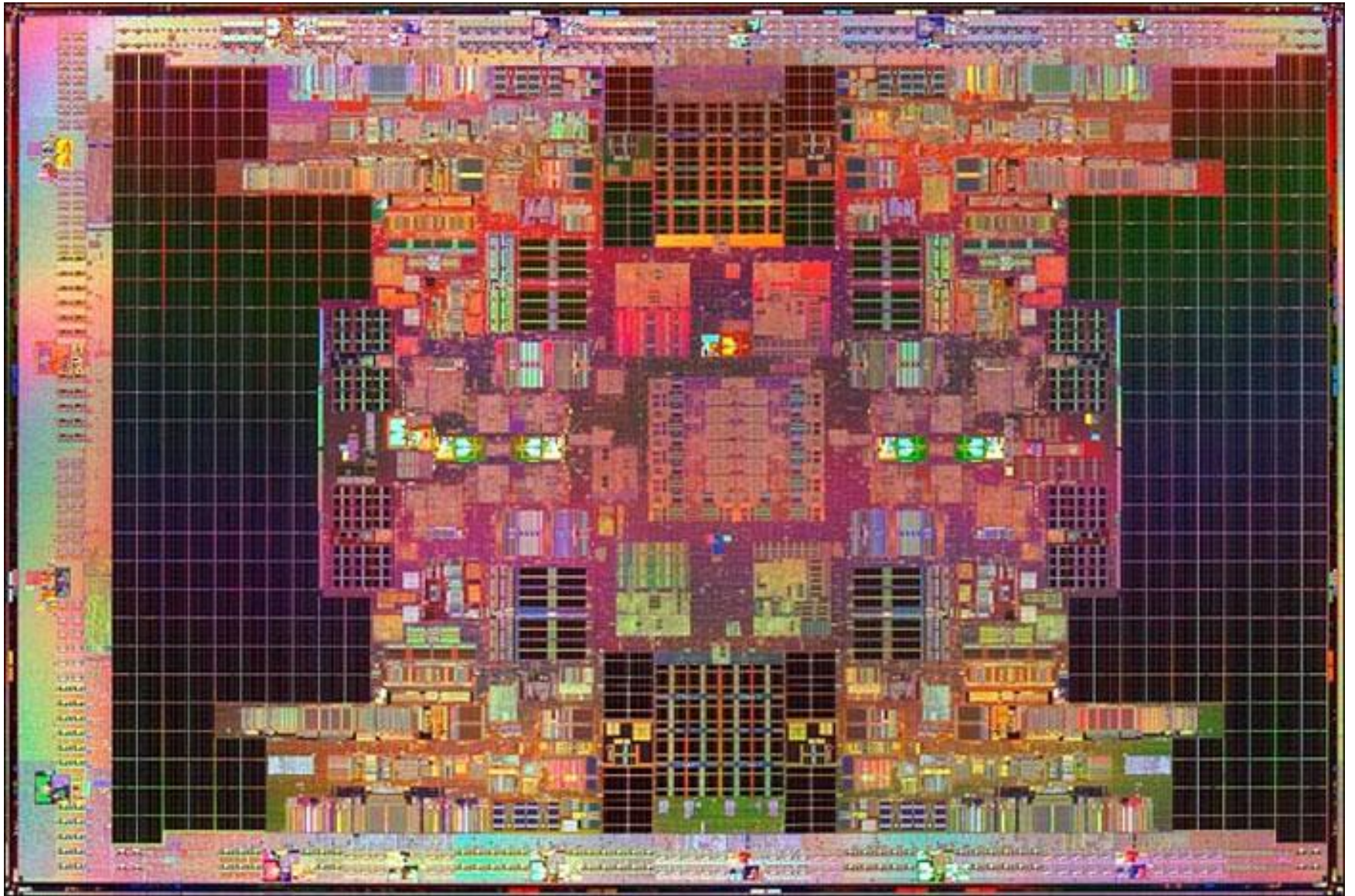


Pentium IV com 55.000.000 transistores (2001).





Pastilha de silício com 20 cm de diâmetro contendo 165 processadores P4.



Itanium com 2 bilhões de transistores (2008)

A função da CPU consiste em:

1. Buscar uma instrução na memória, uma de cada vez - fase de leitura;
2. Interpretar a instrução - decodificar;
3. Buscar os dados onde estiverem armazenados, para trazê-los a CPU;
4. Executar a operação com os dados;
5. Guardar, se for o caso, o resultado no local definido na instrução;
6. Reinicia o processo, apanhando nova instrução.

Clock

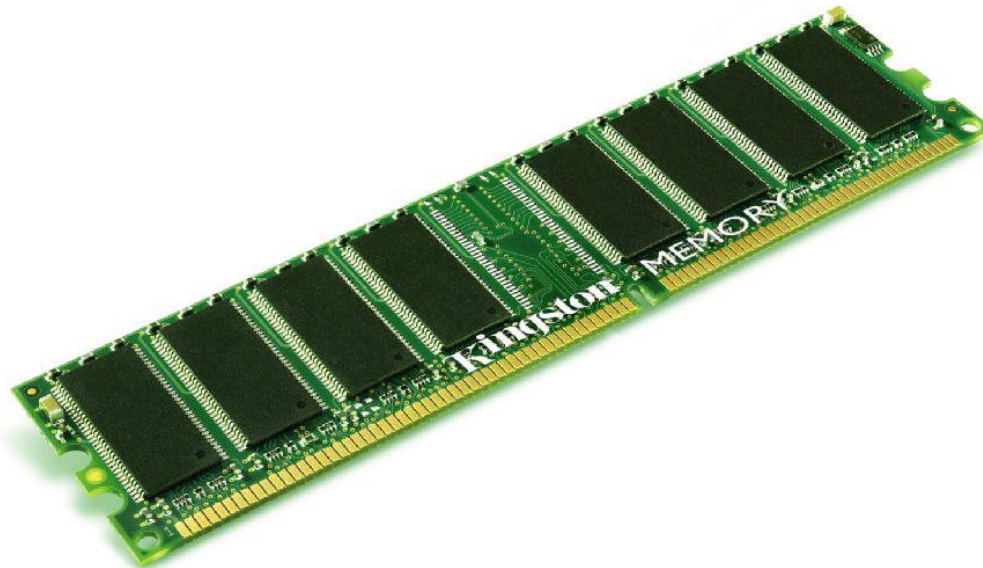
- ❑ O processamento é feito pela CPU por meio do ciclo, que busca-execução *(ciclo de instrução)* regulado pelo *clock* (relógio) interno.
- ❑ Circuito oscilador
 - ❑ Sincroniza e dita velocidade de transferência de dados. Ex.: Transferência de dados entre processador e memória principal;
 - ❑ Frequência medida em ciclos por segundo, ou Hertz.

Memória

- ❑ Memórias são dispositivos eletrônicos, magnéticos ou ópticos capazes de armazenar dados em forma digital ou binária (0 e 1), permitindo que a CPU armazene e recupere de forma rápida.
- ❑ Os programas e dados para serem executados pelo processador, devem estar armazenados nos dispositivos de memória.
- ❑ Microcomputadores possuem, basicamente:
 - ❑ memória principal; e
 - ❑ memória secundária

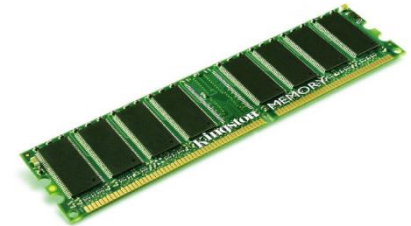
Memória Principal

- ❑ Memória Principal ou Central é composta por RAM e ROM;
- ❑ Área de armazenamento temporário;



Memória RAM

- ❑ RAM (Random Access Memory)
 - ❑ Memória de acesso randômico;
 - ❑ Necessita de energia elétrica para manter as informações armazenadas (volátil);
 - ❑ CPU usa RAM para
 - Armazenar e executar programas vindos do disco
 - Ler e gravar os dados que estão sendo processados Possui alta velocidade (nanosegundos);
 - ❑ Organizada por posições numeradas (endereçadas) formadas por grupos de 8, 16, 32, 64 e 128 bits.



Memória ROM

☐ ROM (Read Only Memory)

- ☐ Memória somente para leitura;
- ☐ Menor e mais lenta que RAM;
- ☐ Gravada de forma permanente pelo fabricante, não depende de energia para ser preservada (não volátil);
- ☐ Lida pela UCP para fins específicos e em pequenas quantidades em relação à RAM;
 - Usado para armazenar a BIOS, que se localiza na placa-mãe

☐ BIOS (*Basic Input-Output System*)

- ☐ Sistema Básico de Entrada e Saída
- ☐ Realizar a "partida" do computador

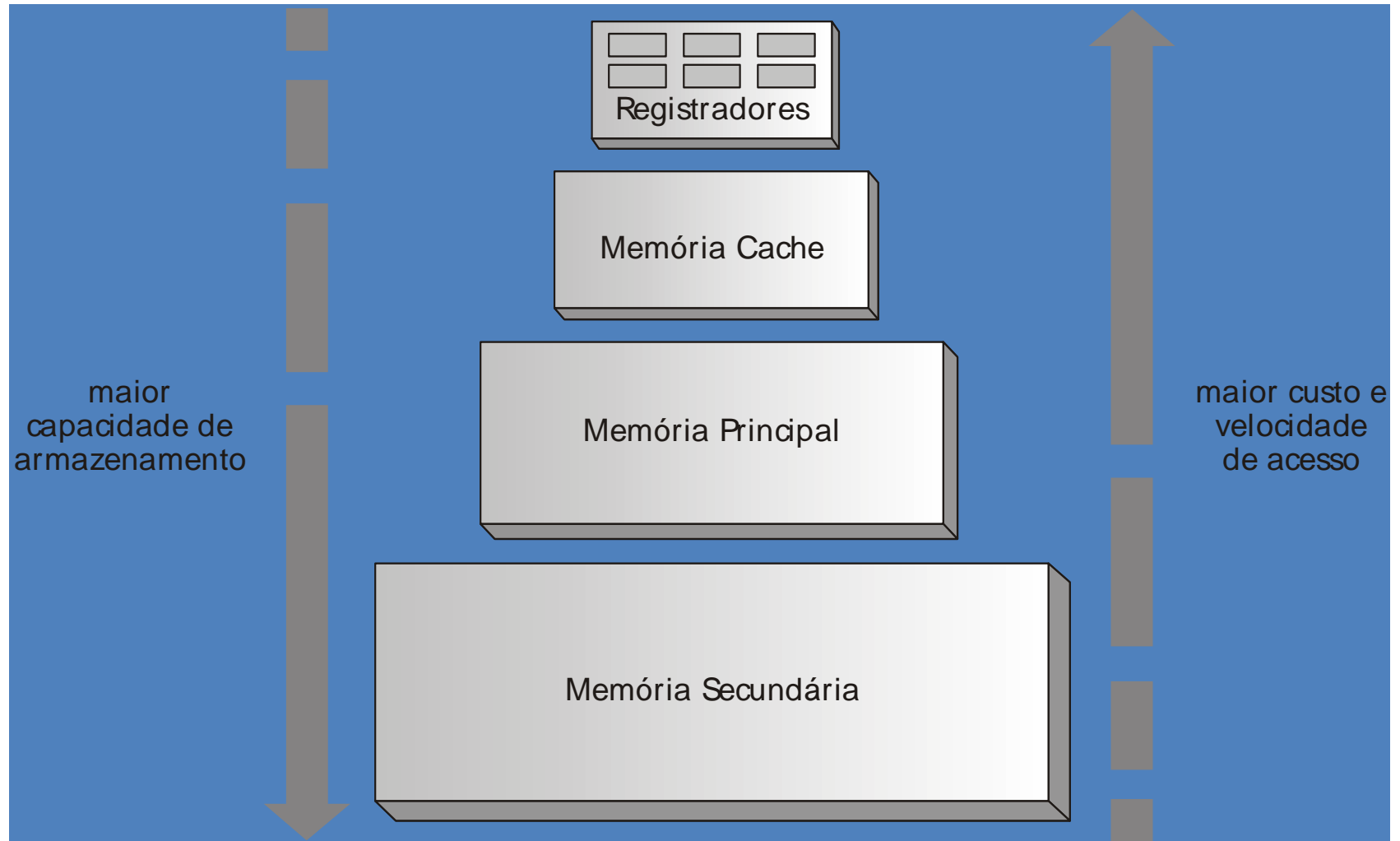
Memória CACHE

- ❑ Memória Volátil de alta velocidade, porém com pequena capacidade de armazenamento;
- ❑ Utilizada para minimizar a disparidade existente entre a velocidade com que o processador executa instruções e a velocidade com que os dados são acessados na memória principal;
- ❑ Alto custo;
- ❑ A CPU utiliza o Cache para armazenar dados utilizados com maior uso, isso diminui o tempo de acesso aos dados
- ❑ Os Caches de memória podem ser :
 - ❑ Cache L1, Cache L2, Cache L3

Memória Secundária

- ☐ Memória não Volátil de baixa velocidade, porém com grande capacidade de armazenamento;
- ☐ O acesso à memória secundária é da ordem de milissegundos, enquanto o acesso À memória principal é de nanossegundos;
- ☐ Baixo custo;
- ☐ Exemplos : ??

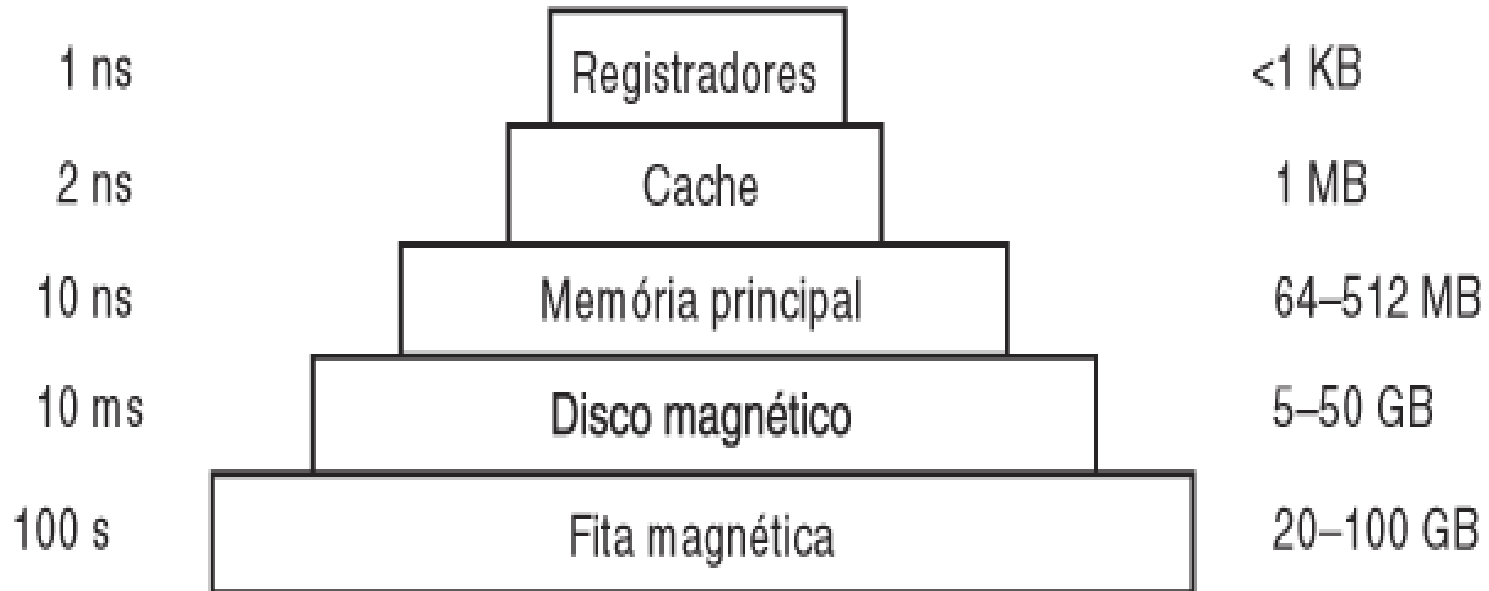
Relação entre dispositivos de armazenamento



Típica hierarquia de memória

Tempo de acesso típico

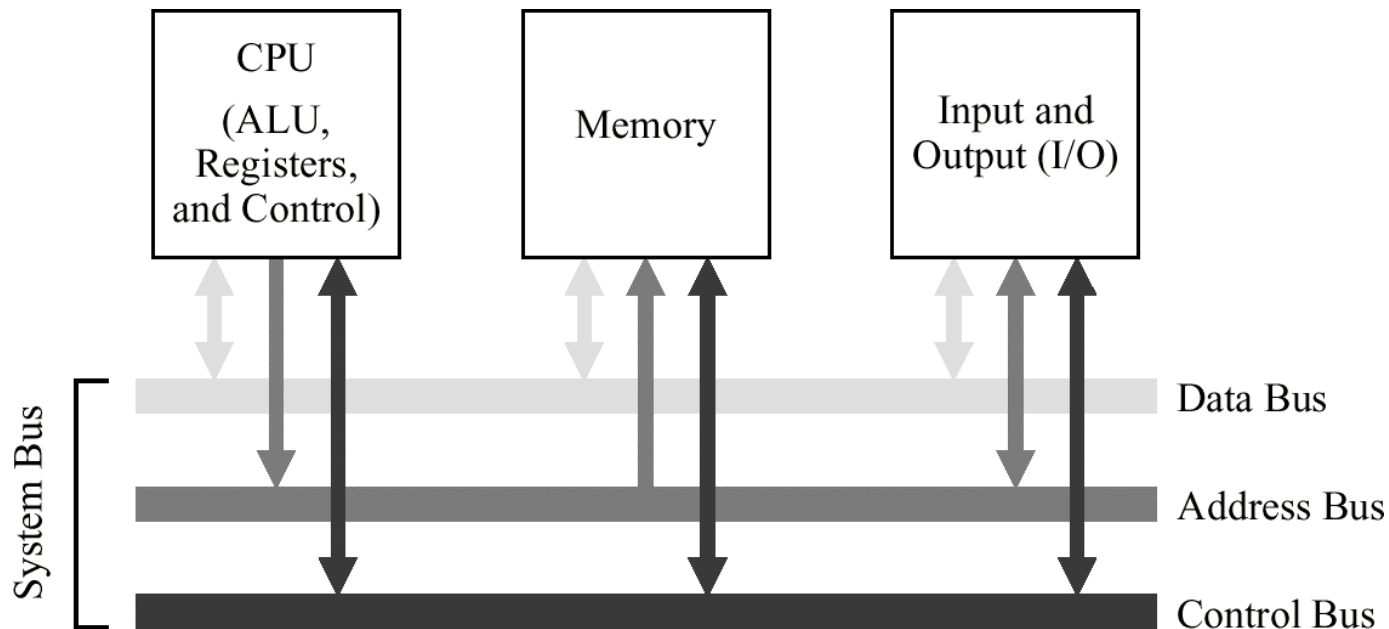
Capacidade típica



❑ números mostrados são apenas aproximações

O Modelo de Barramento de Sistemas

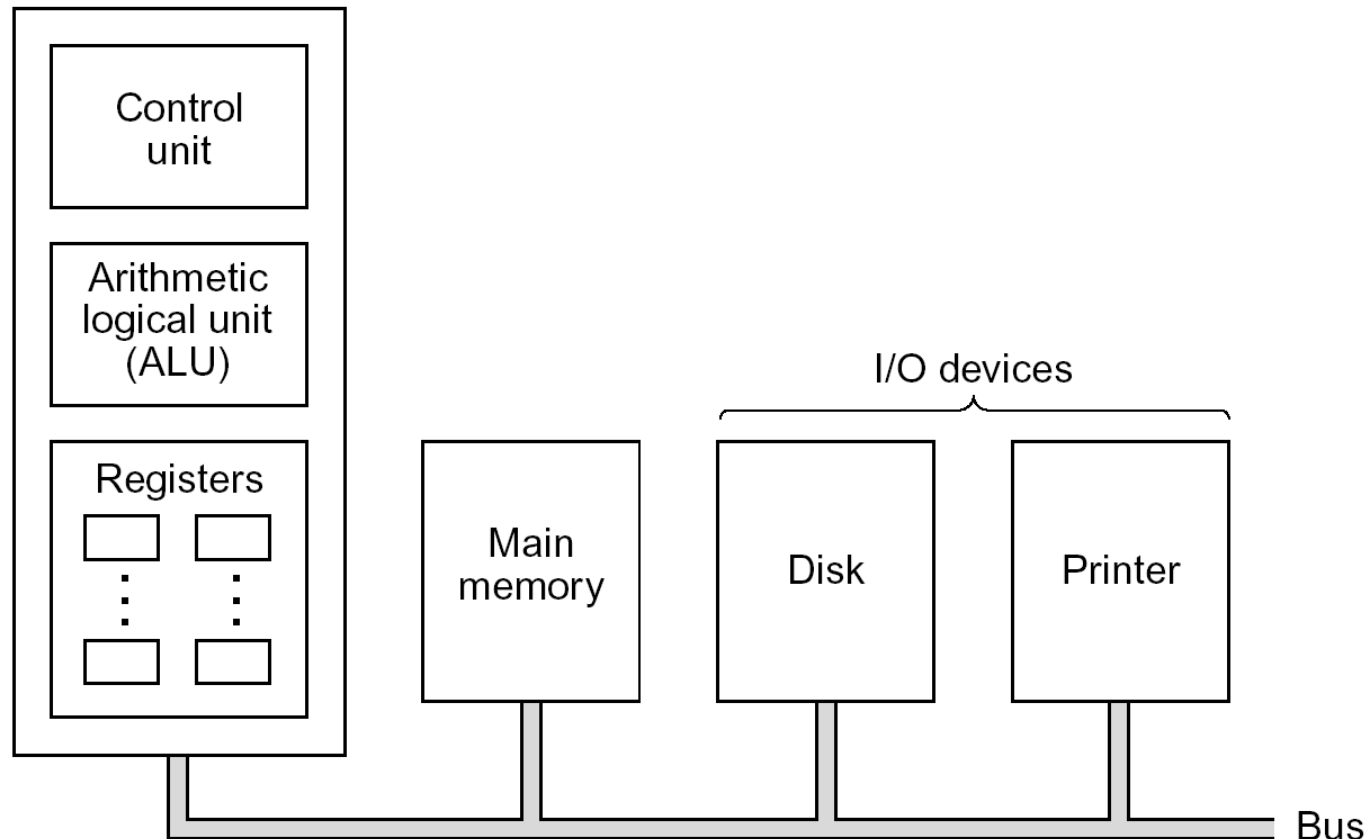
Um programa compilado é copiado do disco rígido na memória. A CPU lê as instruções e os dados da memória, executa as instruções e armazena os resultados de volta na memória.



Organização de um Computador Simples

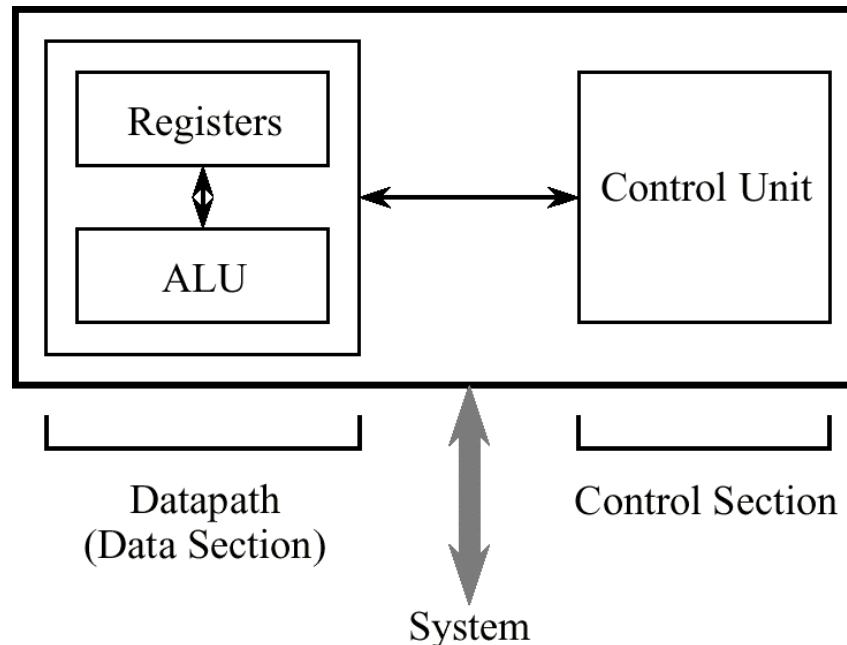
(fonte: Tanenbaum)

Central processing unit (CPU)



Visão Abstrata de uma CPU

A CPU consiste de uma seção (ou caminho) de dados (*datapath*) que contém registradores e uma ALU, e uma seção de controle, que interpreta instruções e efetua transferências entre registradores.



Memória

Onde os programas e os dados são armazenados;

Sua unidade básica é o bit;

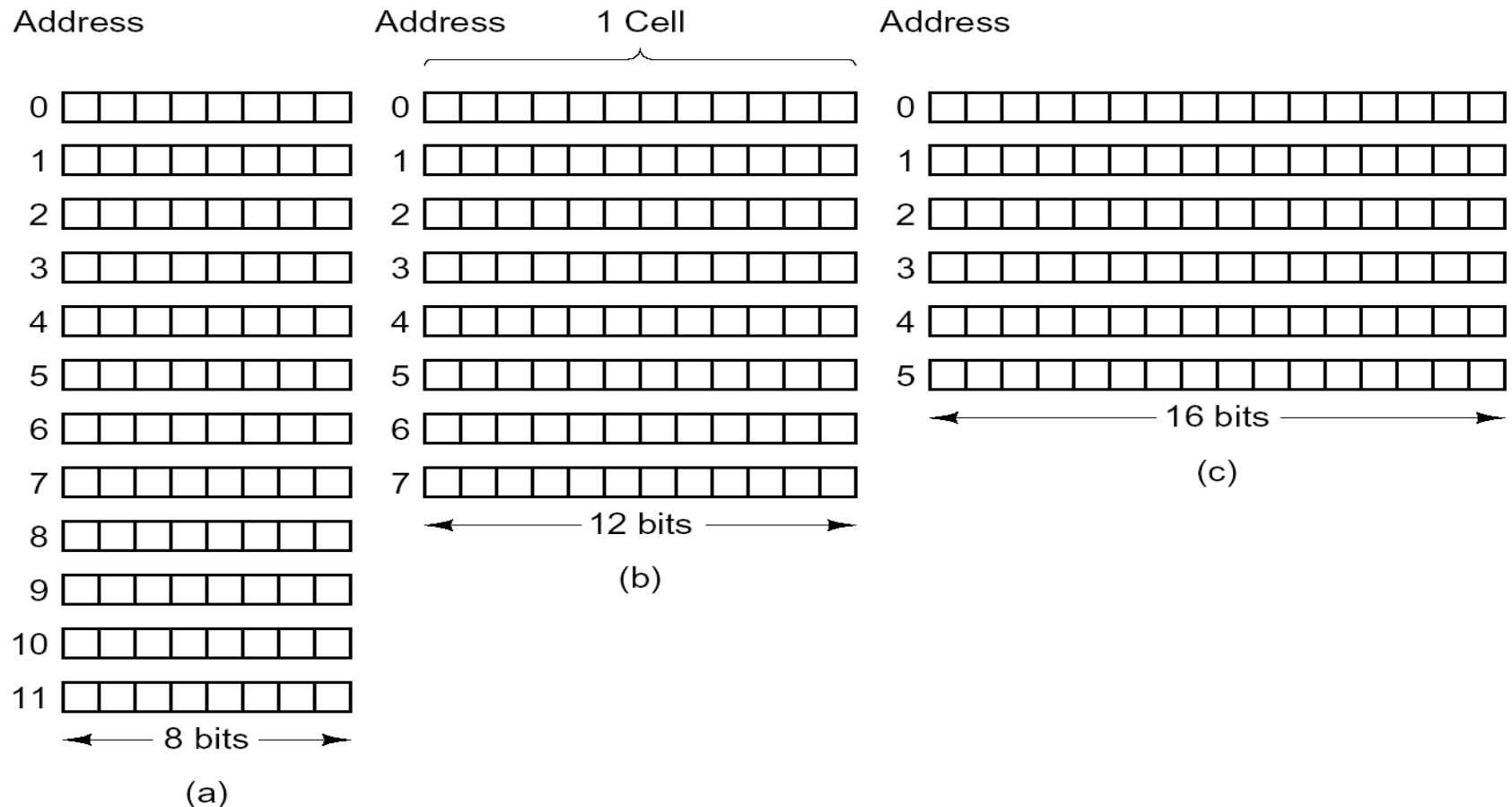
É formada por um conjunto de células (ou posições);

O número de bits de uma célula é chamado palavra;

Células referenciadas por um endereço;

Memória (cont.)

Organização de uma memória de 96 bits (fonte: Tanenbaum)



Processador (recordando)

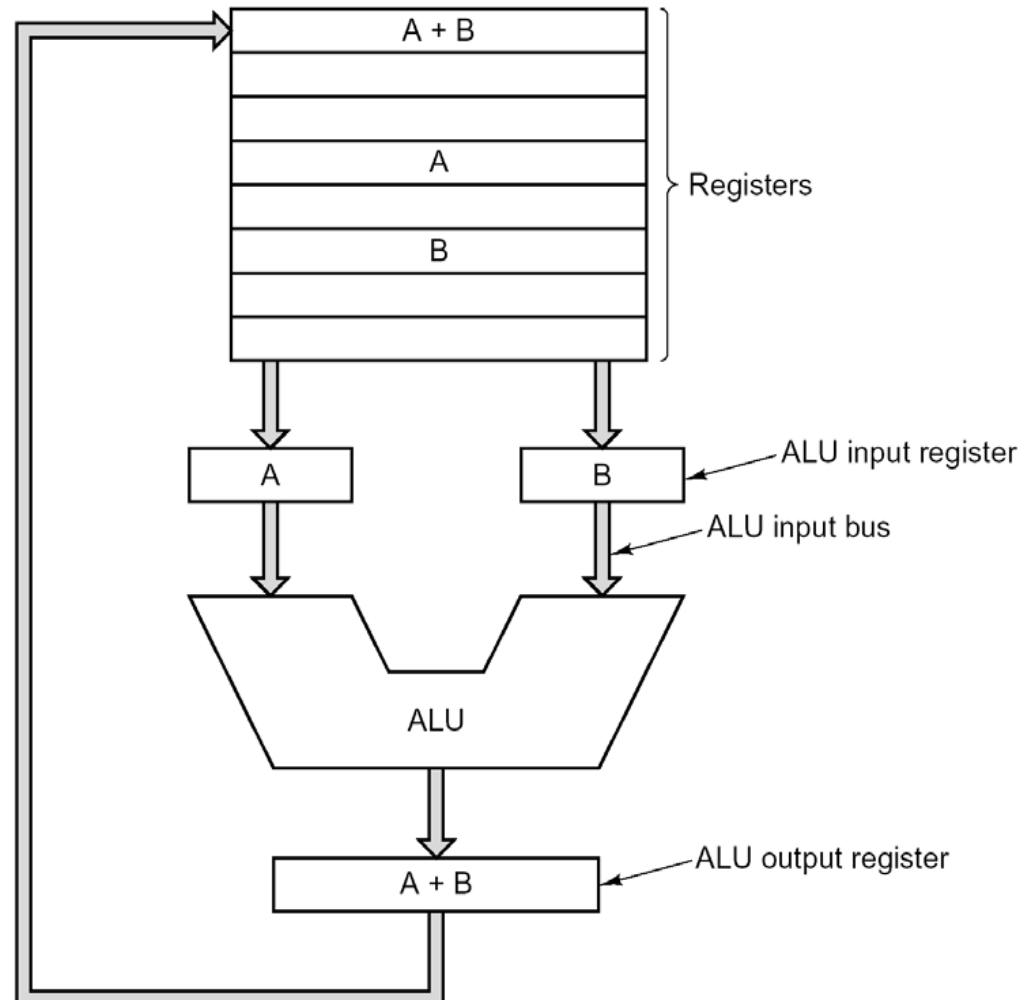
- Também conhecido como CPU e sua função é executar instruções;
- Constituído de:
- **Unidade de controle**: Busca instruções na memória principal e determina o tipo de cada instrução;
- **Unidade lógica e aritmética** (ALU): Realiza um conjunto de operações necessárias à execução de instruções;
- Possui uma memória pequena e de alta velocidade formada por um conjunto de **registradores**;

Processador (cont.)

- Registrador é constituído de n flip-flops, cada flip-flop armazenando um bit
- PC (*Program Counter*): aponta para a próxima instrução a ser buscada na memória para ser executada
- IR (*Instruction Register*): armazena a instrução que está sendo executada

Processador (cont.)

Caminho de dados de
uma típica máquina
de Von Neumann
(fonte: Tanenbaum)



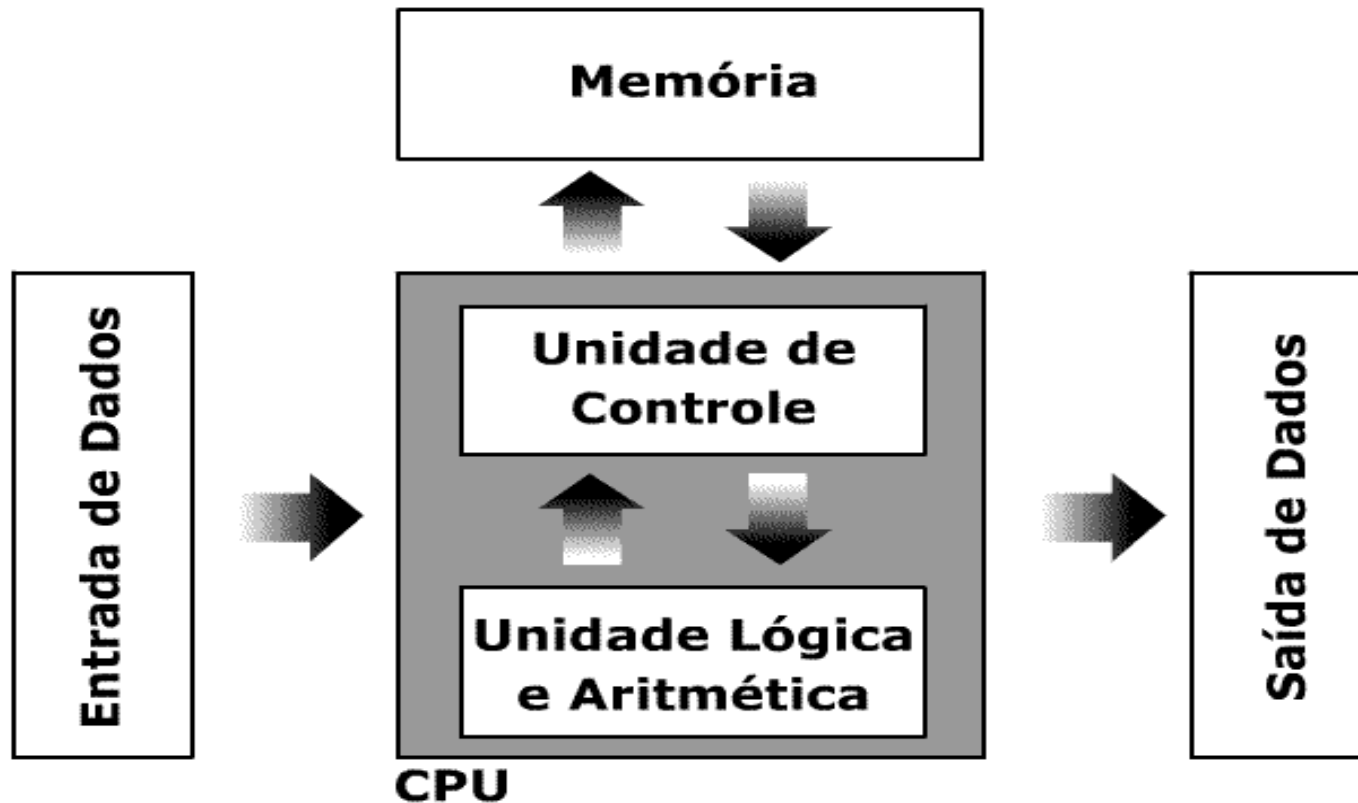
Ciclo de Busca e Execução

Os passos que a Unidade de Controle segue durante a execução de um programa são:

- (1) Busca na memória da próxima instrução a ser executada.
- (2) Decodificação do opcode.
- (3) Leitura dos operandos da memória, se necessário.
- (4) Execução da instrução e armazenamento dos resultados.
- (5) Volta ao passo 1.

Este é conhecido como ciclo de busca e execução (*fetch-execute cycle*), ou busca-decodificação-execução.

Processador



Exemplo de como funciona o computador:

- Uso de um programa que faz cálculos matemáticos
- Usuário digita: $10+20*2$
- UC recebe estes dados
- UC verifica que precisam ser calculados
- UC envia para a ULA
- ULA realiza o cálculo necessário
- ULA retorna o valor 50 para a UC
- UC armazena na memória
- UC mostra o resultado no dispositivo de saída

Instruções

- Representação elementar que gera uma ação em um computador.
- Determina o que o computador deve fazer naquele instante. Um programa é composto por muitas instruções, que são executadas de forma ordenada pelo processador.
- Estrutura de uma instrução

OPCODE	OPERANDO1	OPERANDO2	OPERANDO3	OPERANDOn
--------	-----------	-----------	-----------	-----------

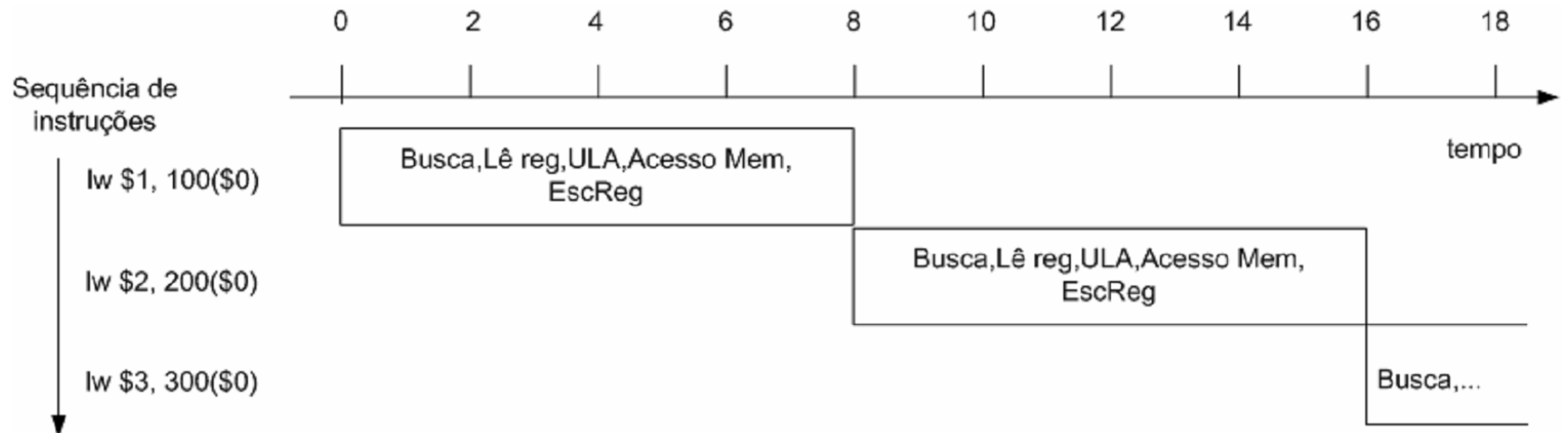
00000010001100100100000000100000

add \$t0, \$s1, \$s2

Tipos de instruções

- Matemáticas e lógicas
 - Soma, subtração, and, or...
- Movimentação de dados
 - registrador – registrador; registrador – memória; memória – registrador.
- Entrada/Saída
- Controle
 - Instruções de salto

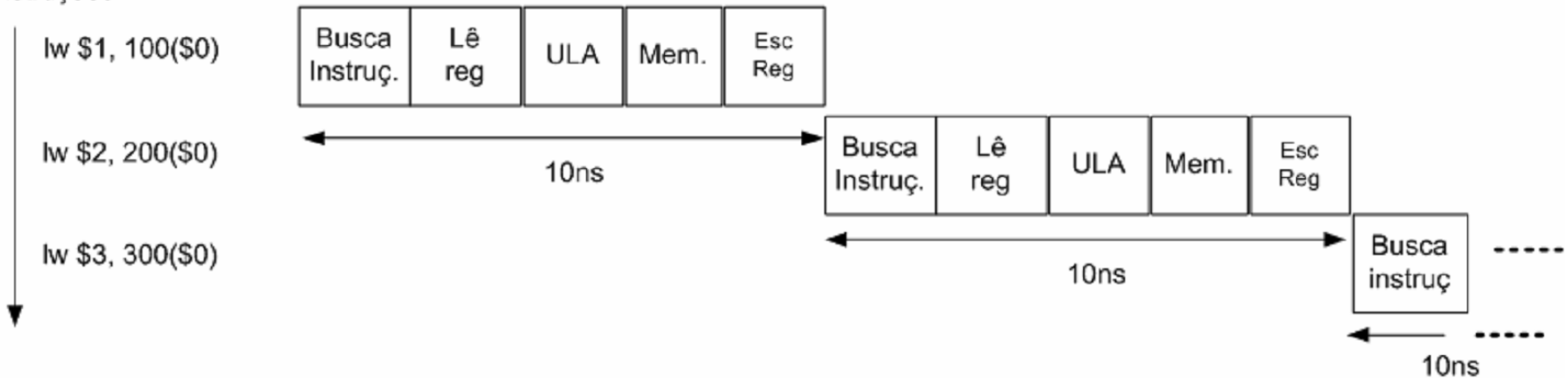
Execução das instruções Monociclo



Execução das instruções Multiciclo

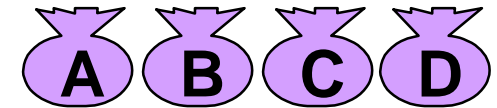


Sequência de
instruções

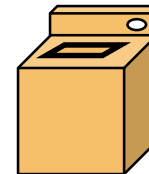


Pipeline é natural

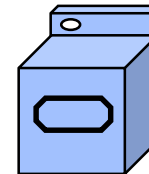
- Exemplo de Lavanderia
 - Tem-se os volumes A, B, C e D de roupas para lavar, secar e passar



- A lavadora leva 30 minutos



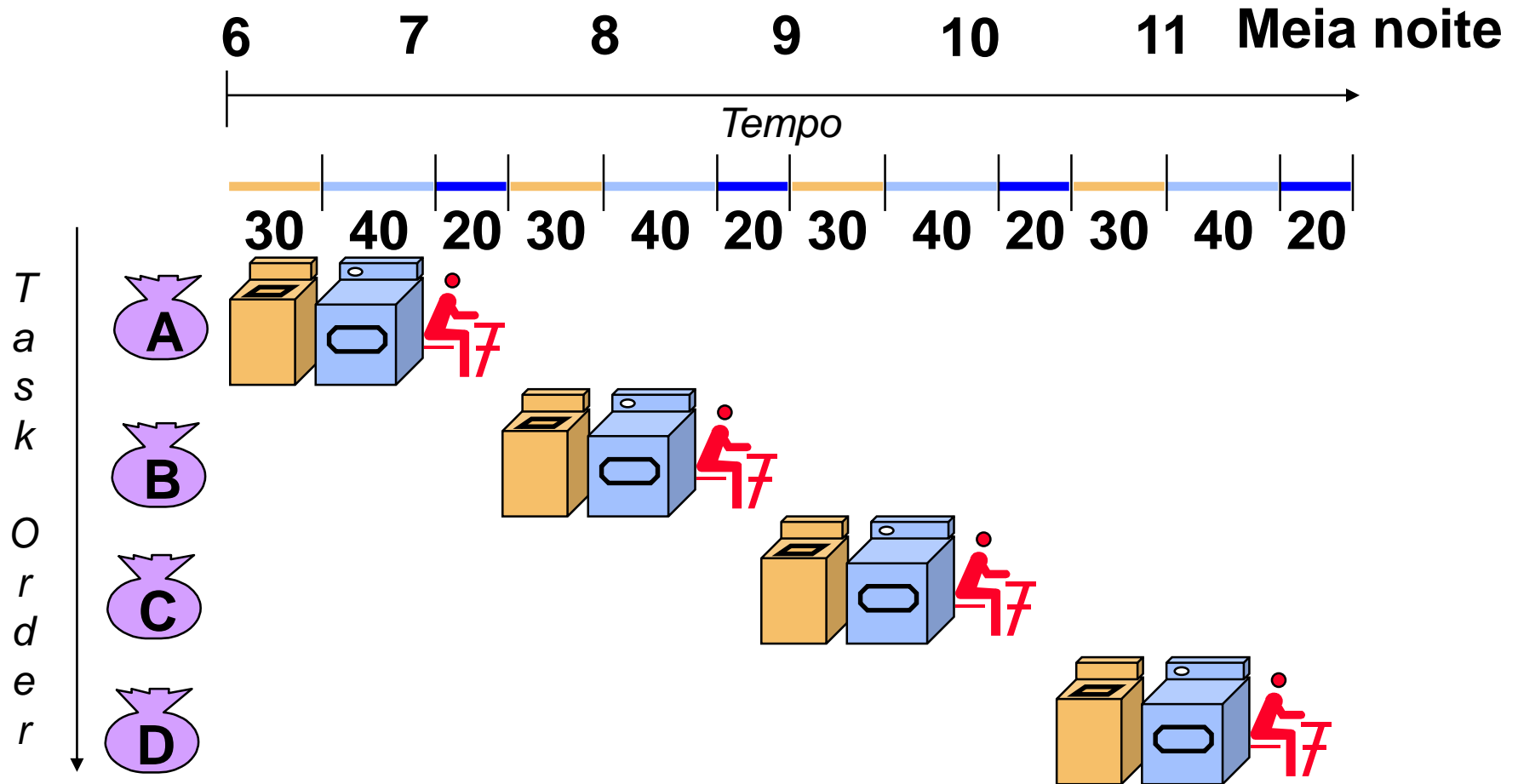
- A secadora leva 40 minutos



- A passadeira leva 20 minutos

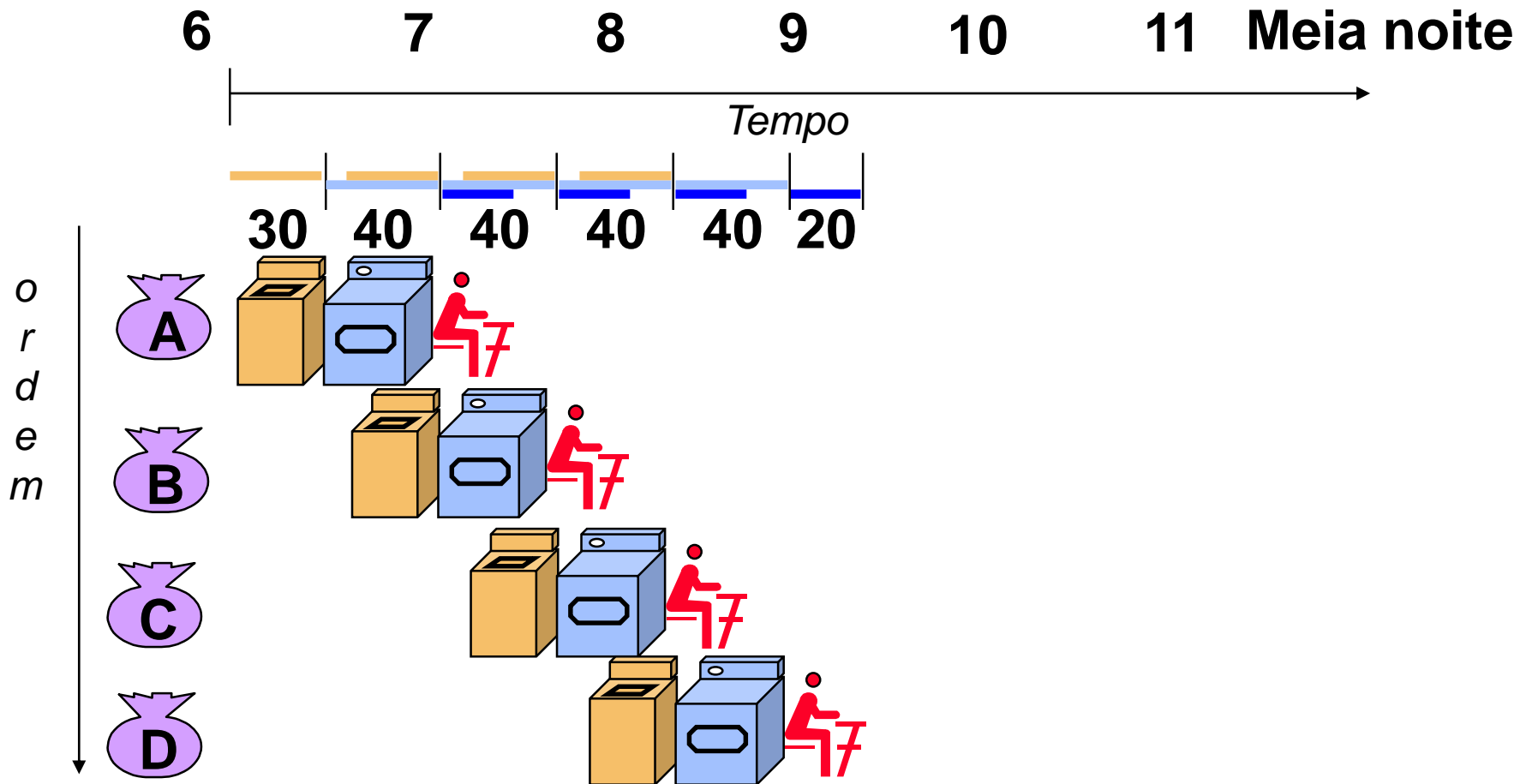


Lavanderia Sequencial



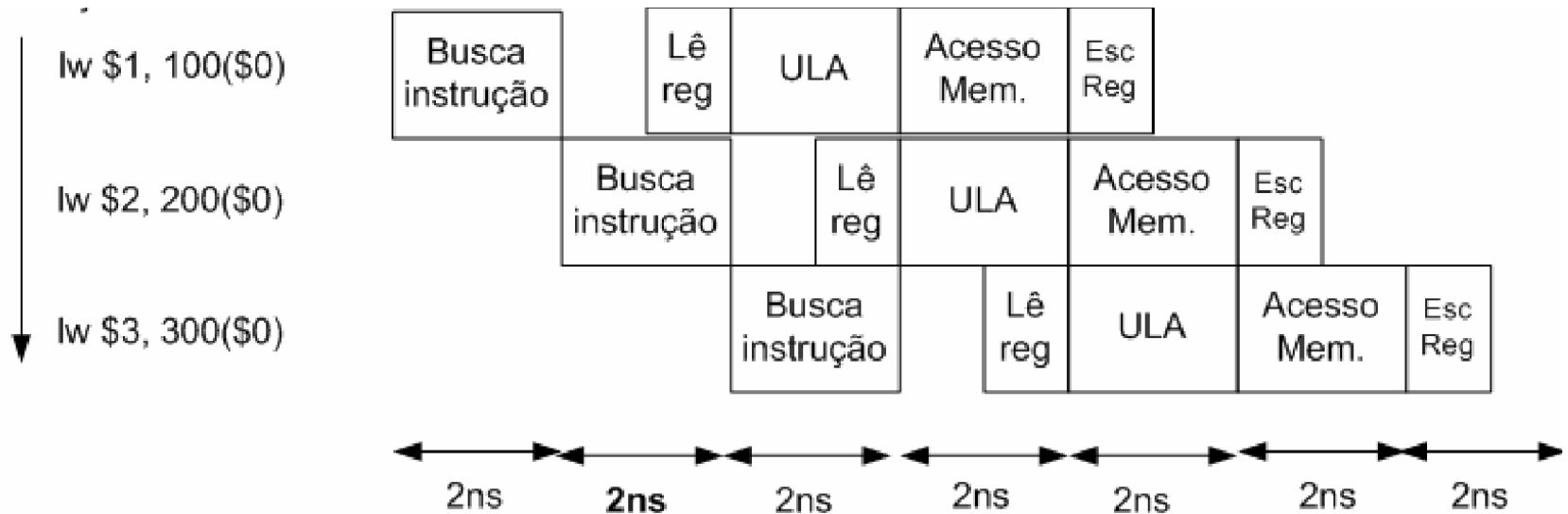
- A lavanderia sequencial leva 6 horas para 4 volumes

Lavanderia em Pipeline



- Lavanderia em Pipeline leva 3.5 horas

Execução das instruções - Pipeline



Paralelismo

O processador perde muito tempo aguardando os dados da memória. Para melhorar o desempenho do sistema, utiliza-se o paralelismo.

Pode ocorrer em dois níveis

– Nível de instrução – pipeline

O paralelismo de instrução é baseado na execução simultânea de mais de uma instrução pela CPU, sendo cada instrução em um estágio diferente do ciclo de instruções.

– Nível de hardware – mais de um processador

Esse tipo de paralelismo é uma técnica que busca o ganho de desempenho. São usadas as seguintes técnicas:

- Computadores matriciais (Matriz de processadores dedicados)
- Multiprocessadores (Conjunto de processadores independentes)
- Multicomputadores

Paralelismo

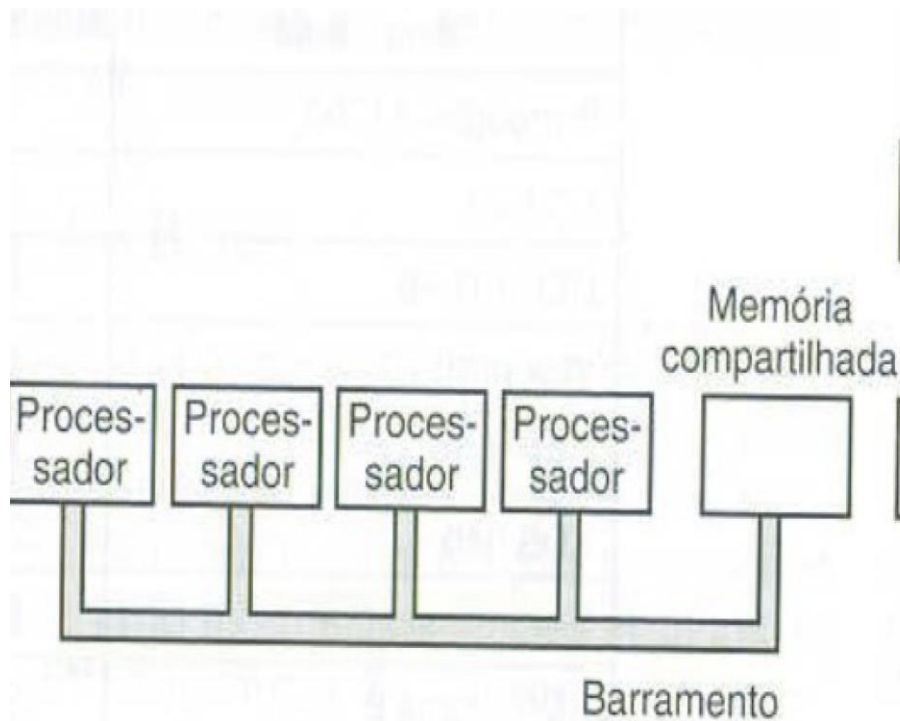
- **Multiprocessador**
 - Processadores interligados que executam instruções do mesmo programa e que compartilham a mesma memória.

- **Multicomputador**

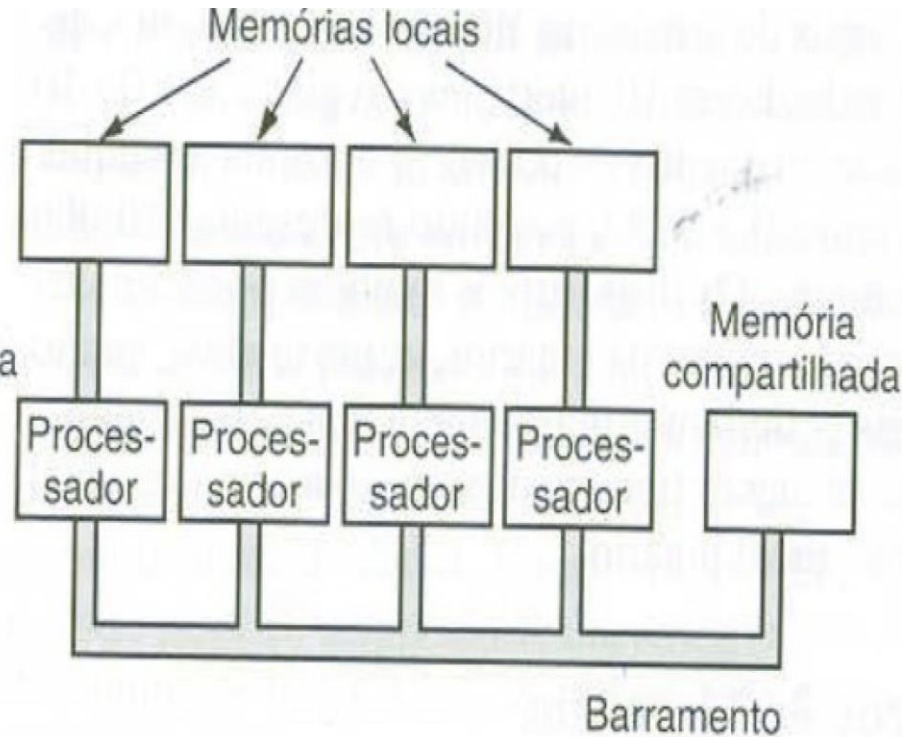
Esse tipo de paralelismo é uma técnica que une CPUs, que estão fracamente acopladas, utilizando-se da troca de mensagens para execução de uma determinada tarefa.

É um tipo de paralelismo que faz uso de clusterização de servidores para implementar processamento paralelo.

Paralelismo



Multiprocessador



Multicomputador

Paralelismo de Software

É possível executar um programa com capacidade de dividir uma tarefa em pequenas partes e executá-las em paralelo. Como por exemplo diversos cálculos matemáticos ou até mesmo atender a requisição de vários clientes, sem que seja necessário formar uma fila de processamento.

Técnicas usadas:

- **Threads** - Uma thread ou linha de execução ou ainda fio de execução é a menor sequência de instruções programadas que podem ser gerenciados de forma independente por um sistema operacional;
- **Processos filhos (fork)**- É uma técnica de cria um novo processo através da duplicação de um processo existente. O novo processo, conhecido como filho, é uma cópia exata do processo de chamada, conhecido como o pai. O processo filho tem um conjunto próprio de recursos de memória, PID, tempos de CPU, entre outros atributos como bloqueios.

Referências:

TANEMBAUM, A. S.. Introdução a organização de computadores. 5a ed. Rio de Janeiro: Pearson - Prentice Hall, 2009, v.1.

STALLINGS, William,. Arquitetura e Organização de Computadores : Projeto para o Desempenho. 8a ed. São Paulo: Pearson - Prentice Hall, 2010.