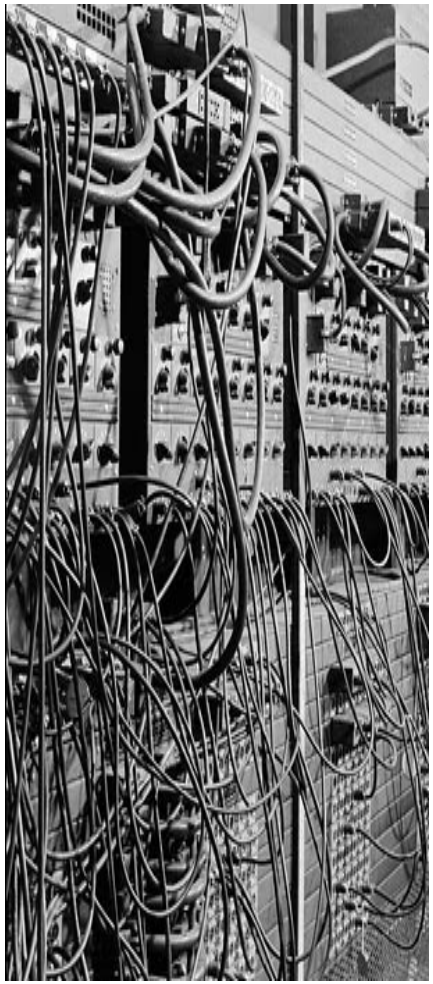
027359 - Arquitetura e Organização de Computadores 1



Fonte: http://www.rdavid.com.br/eniac

Fundamentos

Luciano de Oliveira Neris
luciano@dc.ufscar.br

Adaptado de slides do prof. Marcio Merino Fernandes

Departamento de Computação
Universidade Federal de São Carlos

Sistemas de Computação

- **Sistema:** conjunto de componentes que trabalham de maneira coordenada para realizar alguma atividade.

- Principais características:

  - Um sistema é composto por partes.
  - Todas as partes de um sistema devem se relacionar de forma direta ou indireta.
  - Um sistema pode abrigar outro sistema.

Abordagem "sistêmica": Facilita a compreensão do funcionamento como um todo e a participação de cada uma das partes envolvidas

Sistemas de Computação

- **Sistema de Computação:** realiza algum tipo de processamento de informações de entrada para gerar algum tipo de saída
  - O processamento (computação) é especificado através de um conjunto de instruções (programa) que definem o que, quando e como deve ser feito
  - *Processar informação significa, abstratamente, transformar elementos de entrada com o objetivo de produzir elementos na saída, de uma forma coerente, desejável e previsível.*
  - *Composto por subsistemas*

Sistemas de Computação

- **Sistema de Computação:** estrutura dividida em 3 componentes:
  - *Hardware*
  - *Software*
  - *Dados*

Sistemas de Computação

- Onipresentes: estão em todo lugar
  - Uso geral: servidores, desktops, laptops, PDAs, etc.
  - Uso específico: máquinas registradors, ATMs, vídeo games, centrais telefônicas, etc.
  - Embarcados: carros, impressoras, DVDs, telefone celular, equipamentos industriais, equipamentos médicos, etc.

Sistemas de Computação

- Características Diferenciais
  - Velocidade
  - Custo
  - Facilidade de uso, interface, suporte
  - Escalabilidade
  - Consumo de Energia
    - Dispositivos Portáteis
    - Dispositivos de grande porte (datacenters, supercomputadores)

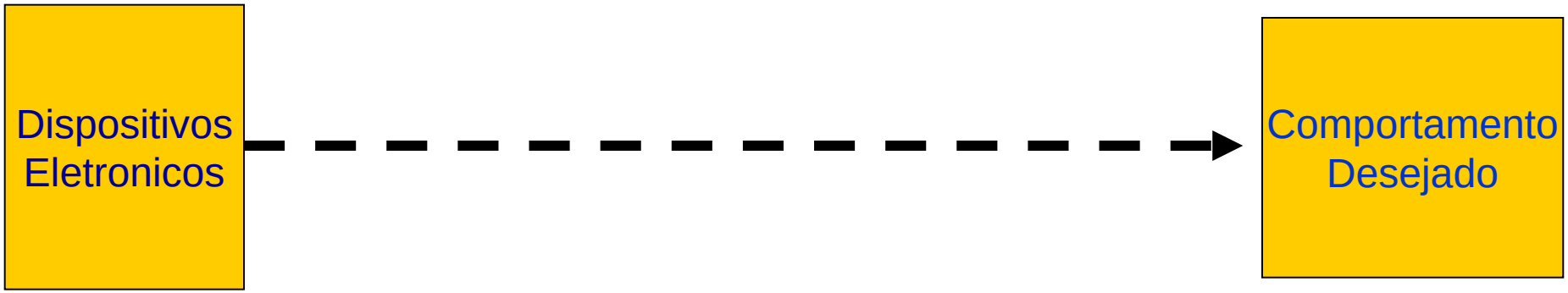
Sistemas de Computação

- Três questões básicas associadas com sistemas de computação:
  - Para que eles são usados?
  - Como são implementados?
  - O que eles podem fazer, e o que não podem?

Sistemas de Computação

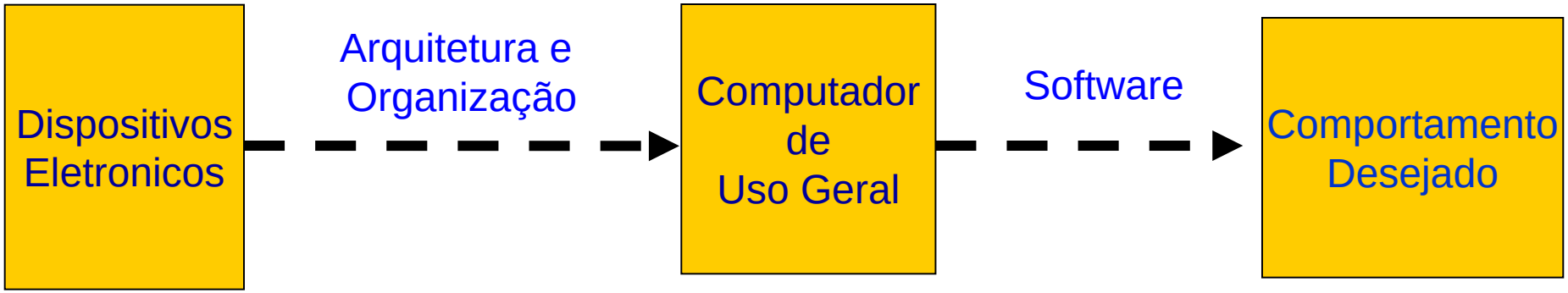
- Entrada:
  - Como consigo interagir com o sistema?
  - Qual a linguagem que ele entende?
  - Quanto de conhecimento preciso ter para "inserir coisas" no sistema?
  - Qual o formato ou modalidade devo usar?
  - ...
- Saída:
  - Qual a linguagem que o usuário entende?
  - Qual o resultado esperado pelo usuário?
  - Quanto de conhecimento preciso para entender os resultados produzidos?
  - Qual o formato, linguagem e modalidade a ser utilizada?
  - ...

Sistemas de Computação



Existe uma longa distancia entre um determinado comportamento desejado, e um conjunto de dispositivos eletrônicos (desorganizados).

Sistemas de Computação



Um computador de uso geral pode ser visto como o ponto central de uma ponte para se caminhar de um conjunto de dispositivos eletrônicos até a obtenção de um comportamento desejado (função).

Arquitetura x Organização

- **Arquitetura** refere-se aos atributos que são visíveis para o programador, ou seja, os atributos que tem impacto direto na execução do programa.
  - Atributos:
    - Conjunto de instruções
    - Número de bits para representar diferentes categorias de dados (e.g., números e caracteres).
    - Mecanismos de E/S

Arquitetura x Organização

- **Organização** diz respeito às unidades operacionais e suas interconexões que implementam as especificações de sua arquitetura, ou seja, como as características da arquitetura será implementada.
  - Atributos:
    - Sinais de controle
    - Tecnologia de memória, tecnologia de transistores etc.

Detalhes do hardware que são transparentes ao programador fazem parte da organização do sistema.

Arquitetura x Organização

- Especificar se um computador deve ou não ter uma instrução de multiplicação constitui uma decisão de projeto de Arquitetura

- Definir se essa instrução será implementada por uma unidade específica de multiplicação ou por um mecanismo que utiliza repetidamente sua unidade de soma é uma decisão de Organização

Sistemas de Computação

- O estudo de sistemas (incluindo os computacionais) são extremamente complexos se forem analisados detalhadamente.

- Utilizando diferentes níveis de abstração é possível reduzir a complexidade da análise de sistemas pois omite detalhes

  - Abstração: distinção entre as propriedades externas de um componente e os detalhes internos de sua construção.

Sistemas de Computação

- *O computador pode ser visto por várias perspectivas ou níveis, do mais alto nível, "do usuário", até o mais baixo nível, "de transistores". Cada um desses níveis representa uma abstração do computador;*

- *Uma das razões para o grande sucesso dos computadores digitais é o grau de separação desses níveis, ou seja, a independência entre os níveis.*

Sistemas de Computação

- *Sistemas em que o hardware é dedicado para uma aplicação particular não são flexíveis*
- *Sistemas de propósito geral podem executar diferentes tarefas através dos sinais de controle*
- *Ao invés de se reprogramar o hardware, muda-se o conjunto de sinais de controle*

Arquitetura de Computadores

- Dispositivos Universais de Computação
  - Dados tempo e memória suficiente, todos os computadores são capazes de executar as mesmas tarefas;
  - Tese de Turing: toda computação pode ser executada por uma máquina de Turing (um dispositivo computacional teoricamente universal);
- Transformação de um Problema
  - O objetivo final é transformar um problema, descrito em linguagem natural, em elétrons circulando através de um circuíto!
  - Isto é a essência da Ciência e Engenharia da Computação.

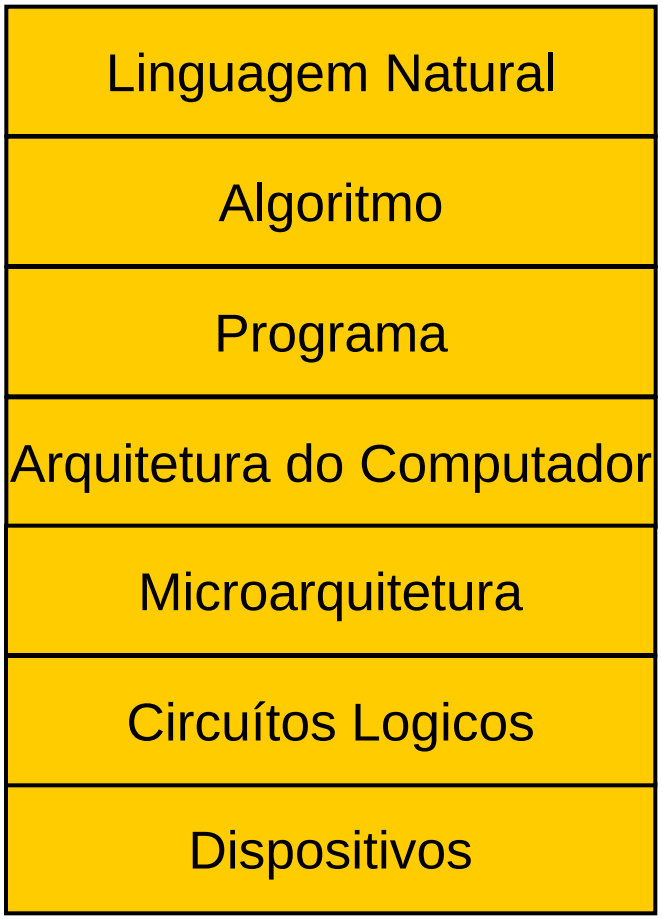
Aspectos teóricos e práticos :
SW: 80% , HW: 20%

Aspectos práticos :
SW: 50% , HW: 50%

Transformação de um Problema

Comportamento Desejado:
Aplicação

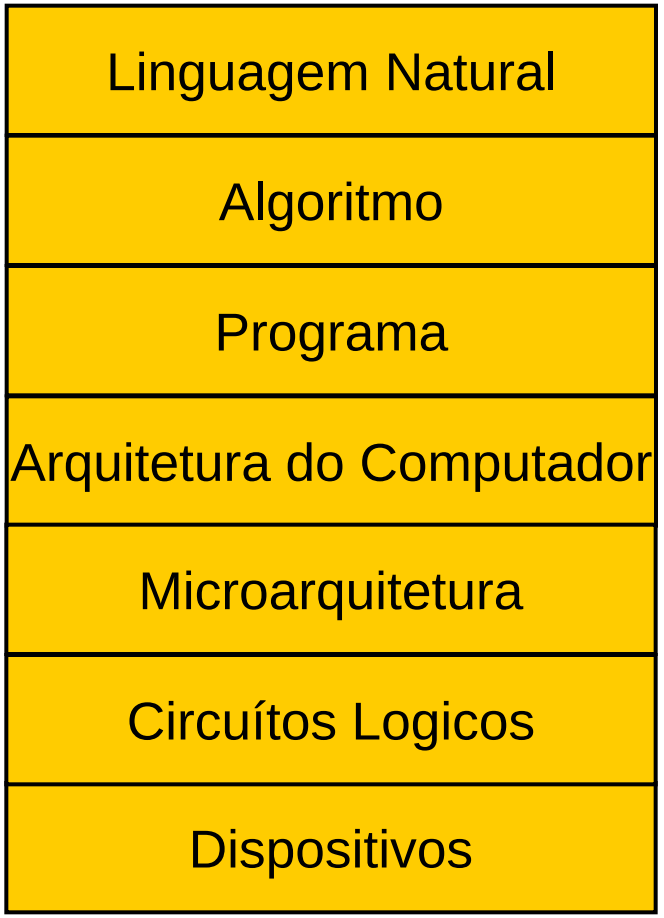
Matéria Prima:
dispositivos
eletrônicos



Níveis de Descrição

- Esses níveis não correspondentem necessariamente a componentes individuais, porém determinam uma série de *interfaces padronizadas*.

- Interfaces padronizadas permitem:
  - Portabilidade
  - Uso de Software/Hardware desenvolvido por terceiros
  - Uso mais amplo

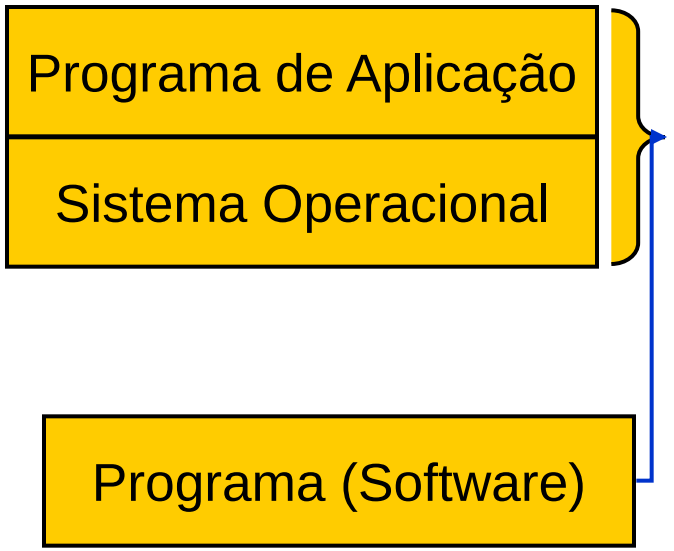


Nível de Programa

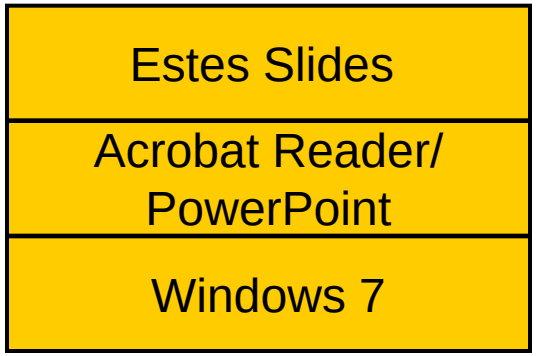
- Programa
  - Sequência de passos
  - Para cada passo:
    - uma operação lógica ou aritmética é realizada
    - um conjunto diferente de sinais deve ser fornecido
  - Para cada operação, um código único é fornecido:
    - Exemplo: ADD, MOVE, etc
  - Função da Unidade de Controle:
    - Interpretar o código e gerar os sinais de controle que executarão a instrução requerida

Nível de Programa

- A maioria dos computadores executa um programa de gerenciamento, chamado sistema operacional (S.O.).
- Os programas de aplicação interagem com a arquitetura da máquina através do S.O.



Exemplo:



Dados

Programa de Aplicação

S.O.

Nível de Programa

- SO gerencia os recursos da máquina durante a execução dos programas
  - Operações de Entrada/Saída (E/S), "carga" do programa na memória, exceções, etc.
  - Gerente dos recursos, escondendo o acesso direto ao hardware dos usuários
  - Também: multiprocessamento, gerência de arquivos, processamento distribuído, ...

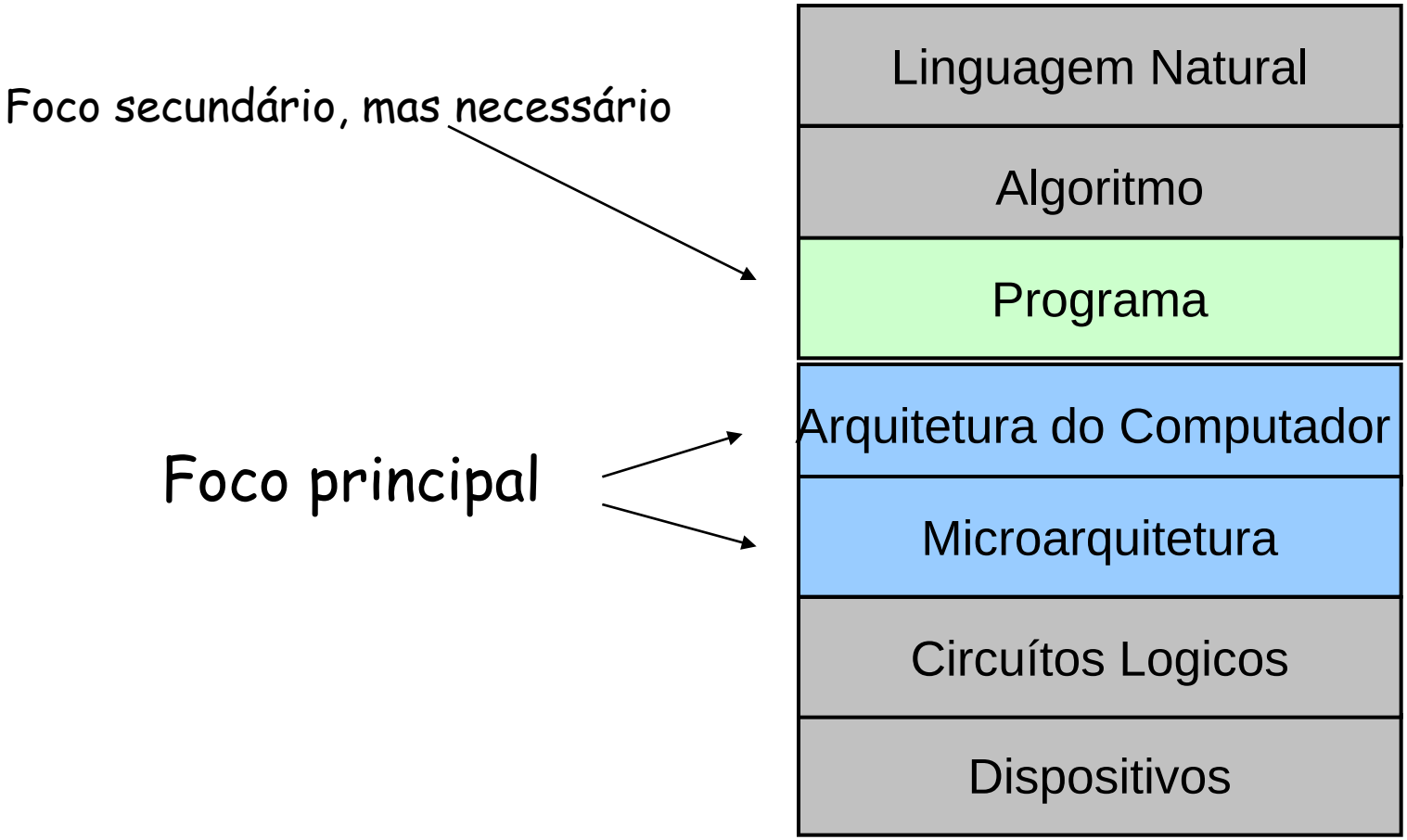
Nível de Máquina

- Arquitetura do Computador
  - Especificação formal de todas as funções que uma determinada máquina pode executar. Essas funções são conhecidas como ISA (Instruction Set Architecture).
- Microarquitetura
  - Implementação da ISA em um microprocessador, ou seja, a forma como as especificações da ISA ocorrerão (registradores, ULA).
- Circuítos Lógicos
  - Cada elemento da microarquitetura é composto por cicuítos lógicos simples (portas)
- Dispositivos Eletrônicos (devices)
  - Cada circuito lógico é construído com dispositivos eletrônicos, como transistores CMOS (*complementary metal-oxide-semiconductor)*

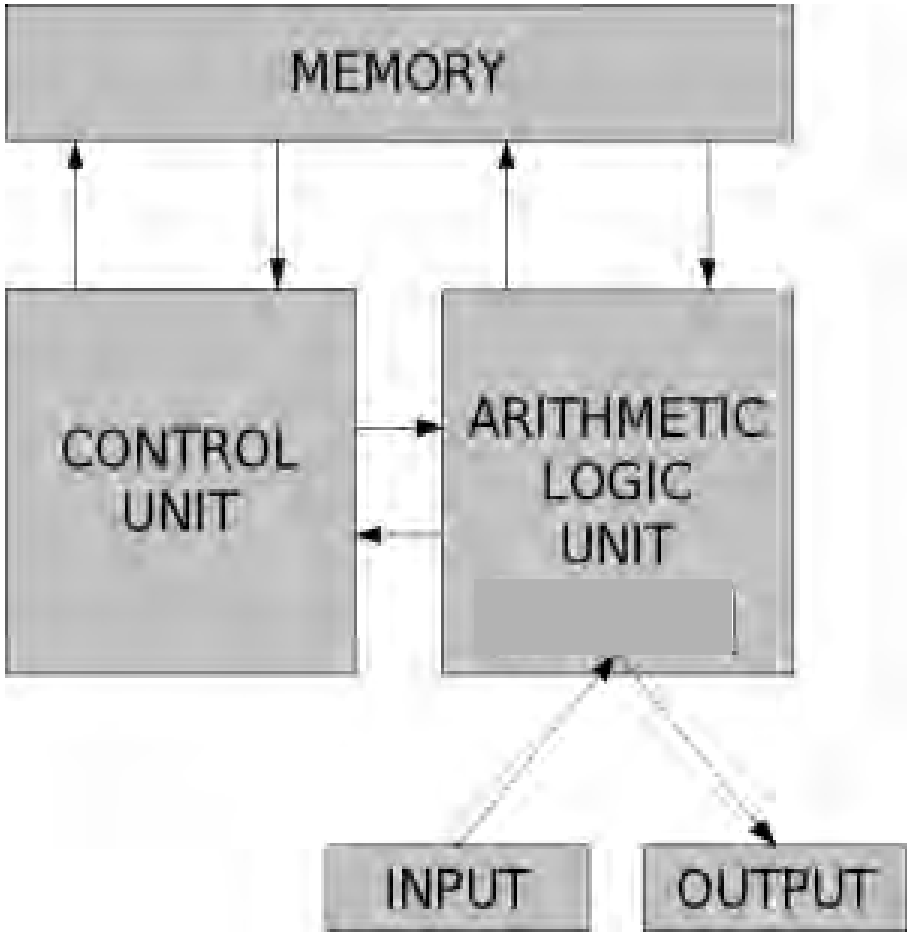
Nível de Máquina

- Os números binários são base da teoria computacional
  - 100011000001 (bits): "Linguagem" do computador
  - 1. Primórdios: uso da linguagem nativa em binário.
  - 2. Linguagem de Montagem (Assembly)
    - Montador (Assembler): traduz uma versão simbólica das instruções para sua representação binária na arquitetura
    - add A, B -> montador -> 100011000001
  - 3. Linguagem de Programação de alto-nível
    - Compilador: traduz instruções de alto-nível para instruções binárias diretamente ou via um montador
    - A + B -> compilador -> add A, B -> montador -> 100011000001

Este Curso


Foco secundário, mas necessário
Foco principal
Linguagem Natural
Algoritmo
Programa
Arquitetura do Computador
Microarquitetura
Circuítos Logicos
Dispositivos

Computador de von Neumann



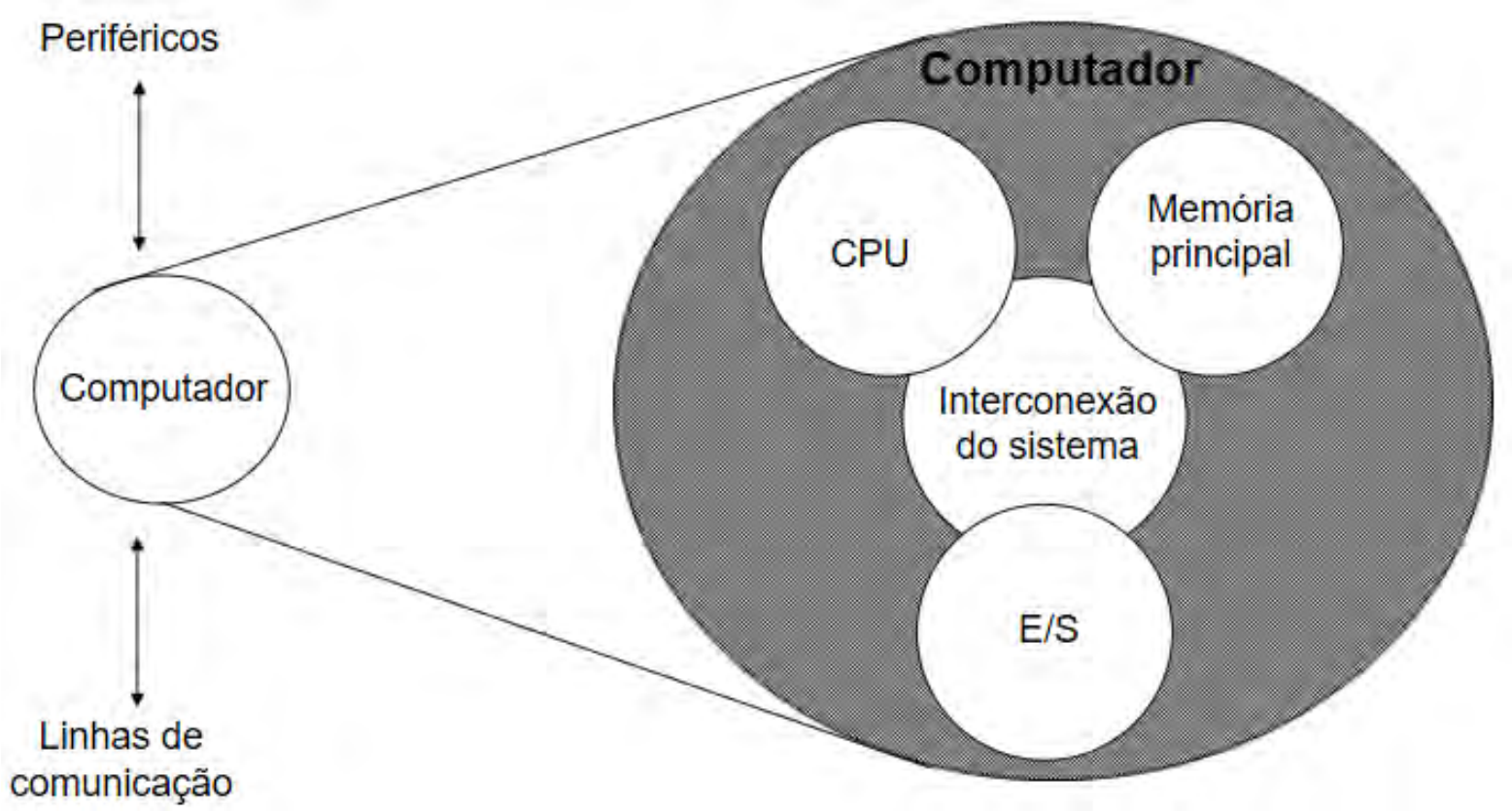
Computador de Von Neumann

- Princípio do programa armazenado
  - Dados e Instruções no mesmo espaço de memória
- Execução Sequencial de instruções.
- Implementação da máquina universal de Turing;
- Base para 99% das máquinas até os dias atuais;
- Alternativa ao modelo de Von Neuman: máquinas paralelas;

Computador de von Neumann

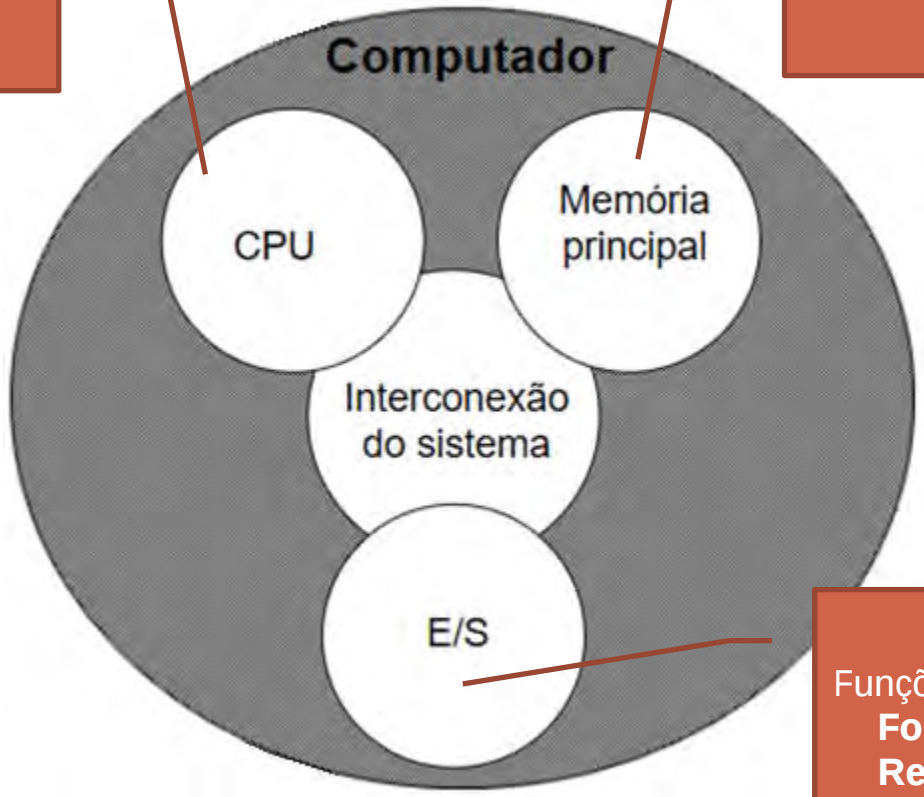
- Palavras (= conjunto de bits) -> podem ter diferentes significados agrupados em: dados e instruções
- Instruções: Contêm as informações que o computador necessita para executar as várias operações
- Cada máquina possui um conjunto de instruções (coleção completa de instruções que será entendida pela CPU)

Computador: Componentes Básicos



Computador: Componentes Básicos

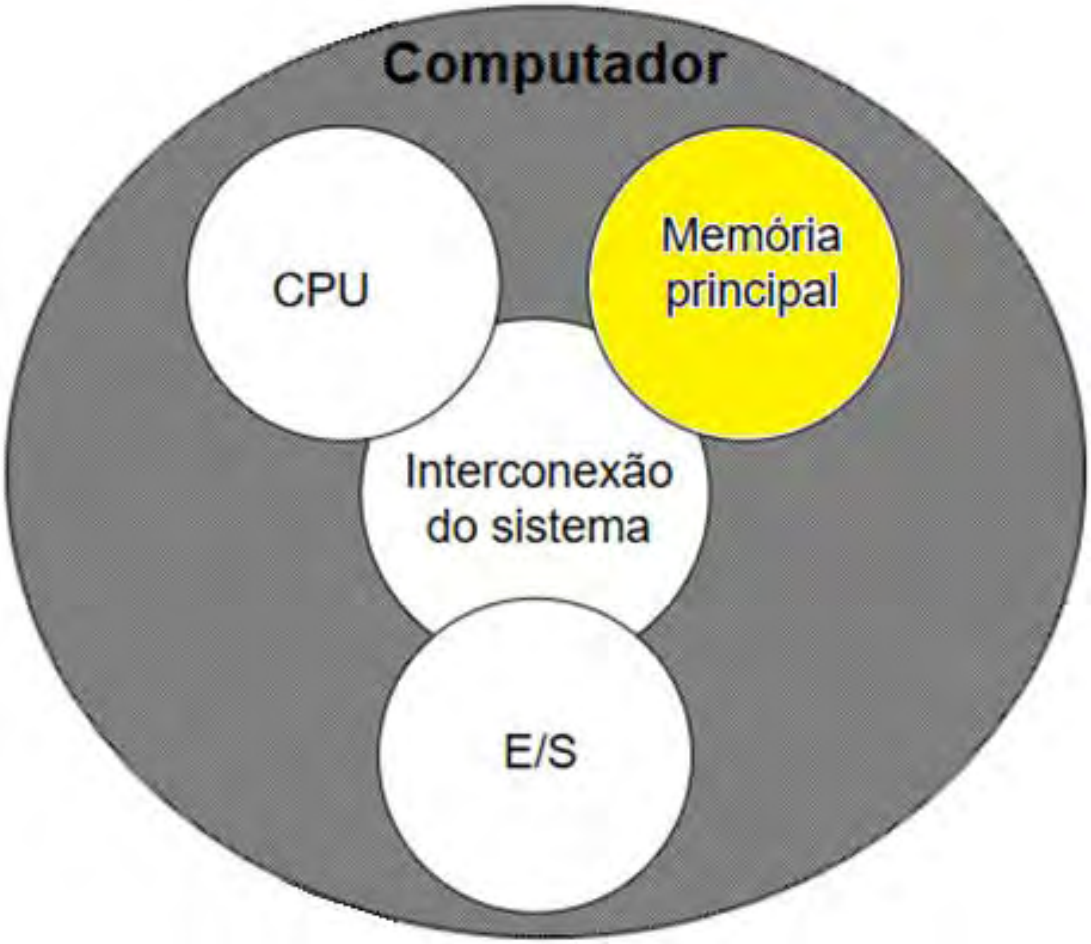
Funções:
- **Busca** instruções
- **Decodifica** instruções
- **Executa** instruções



Funções:
- **Armazenar** dados
- **Fornecer** dados

Funções:
- **Fornecer** dados
- **Receber** Dados

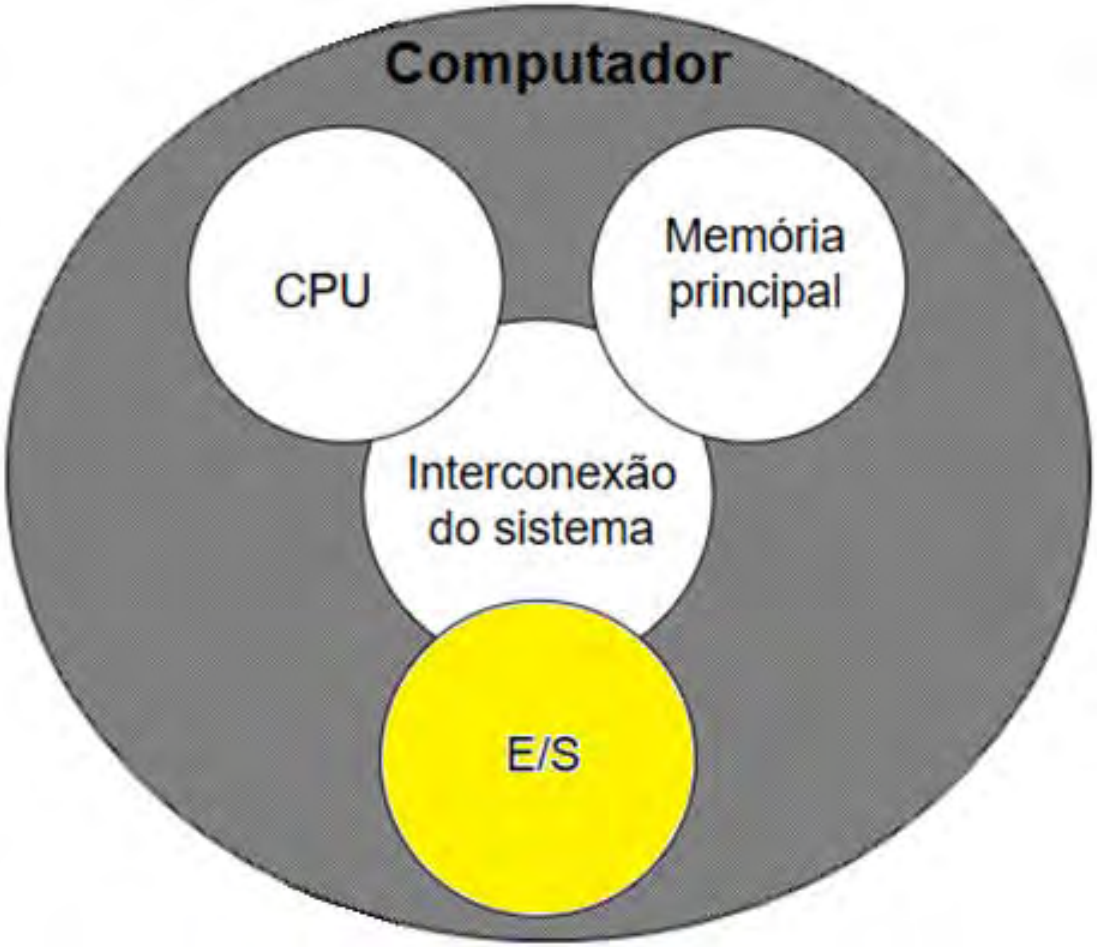
Computador: Componentes Básicos



Computador: Componentes Básicos

- Memória Principal
  - Consiste de um arranjo linear de células de armazenamento endereçáveis similares aos registradores, porém em quantidade muito maior;
  - O endereçamento pode ser byte a byte, ou palavra a palavra, a qual geralmente é constituída por 1 ou mais bytes (ex: palavra de 32 bits, ou 4 bytes);
  - Cada palavra possui um único endereço e pode ser lida ou escrita na memória. A natureza da operação é indicada por meio de sinais de controle. A posição de memória em que deve ser efetuada a operação é especificada por um endereço.

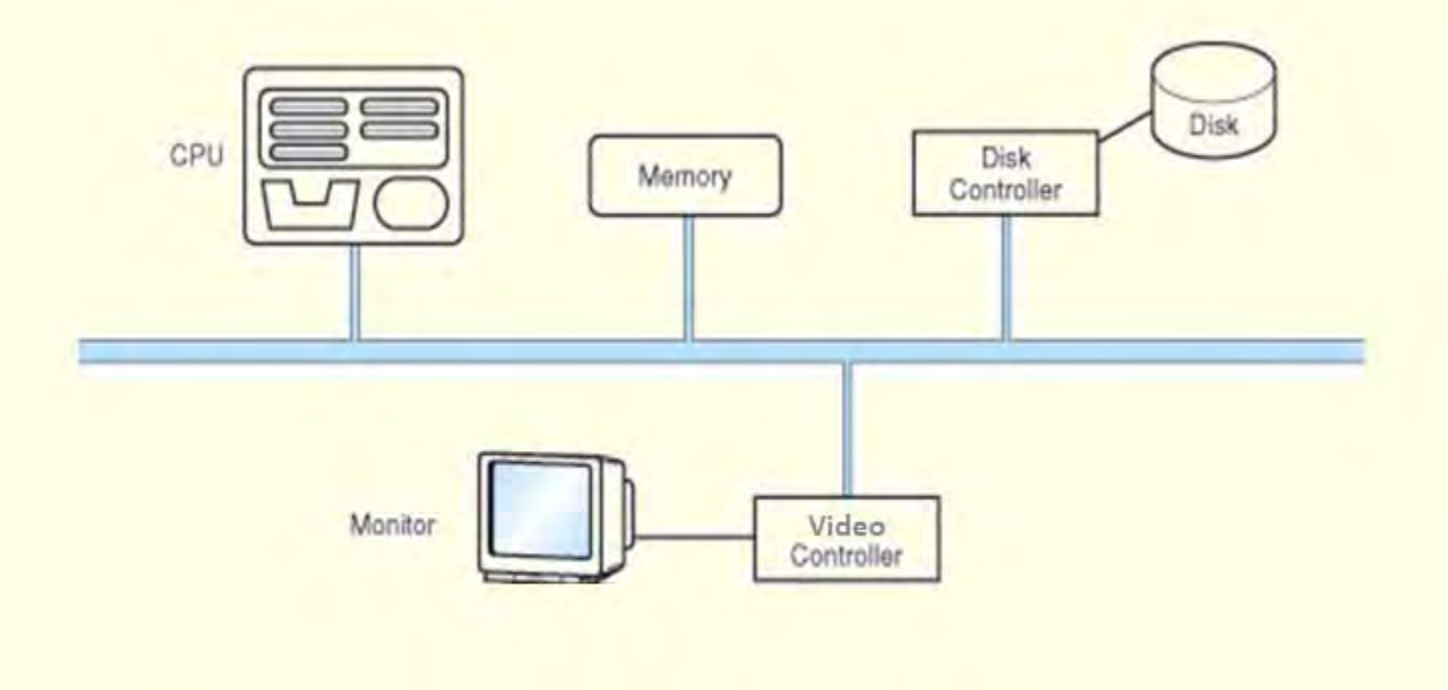
Computador: Componentes Básicos



Computador: Componentes Básicos

- E/S (I/O)
  - O computador se comunica com o "mundo exterior" através do Sistema de I/O (Input/Output);
  - Dispositivos de I/O: Monitor, teclado, disco (HD), placa de rede, microfone, alto-falante, memória flash, etc..;
  - Os dispositivos de I/O não se conectam diretamente à CPU, mas através de interfaces (ex: controladora de disco), estas sim conectadas ao barramento;

Computador: Componentes Básicos



Computador: Componentes Básicos

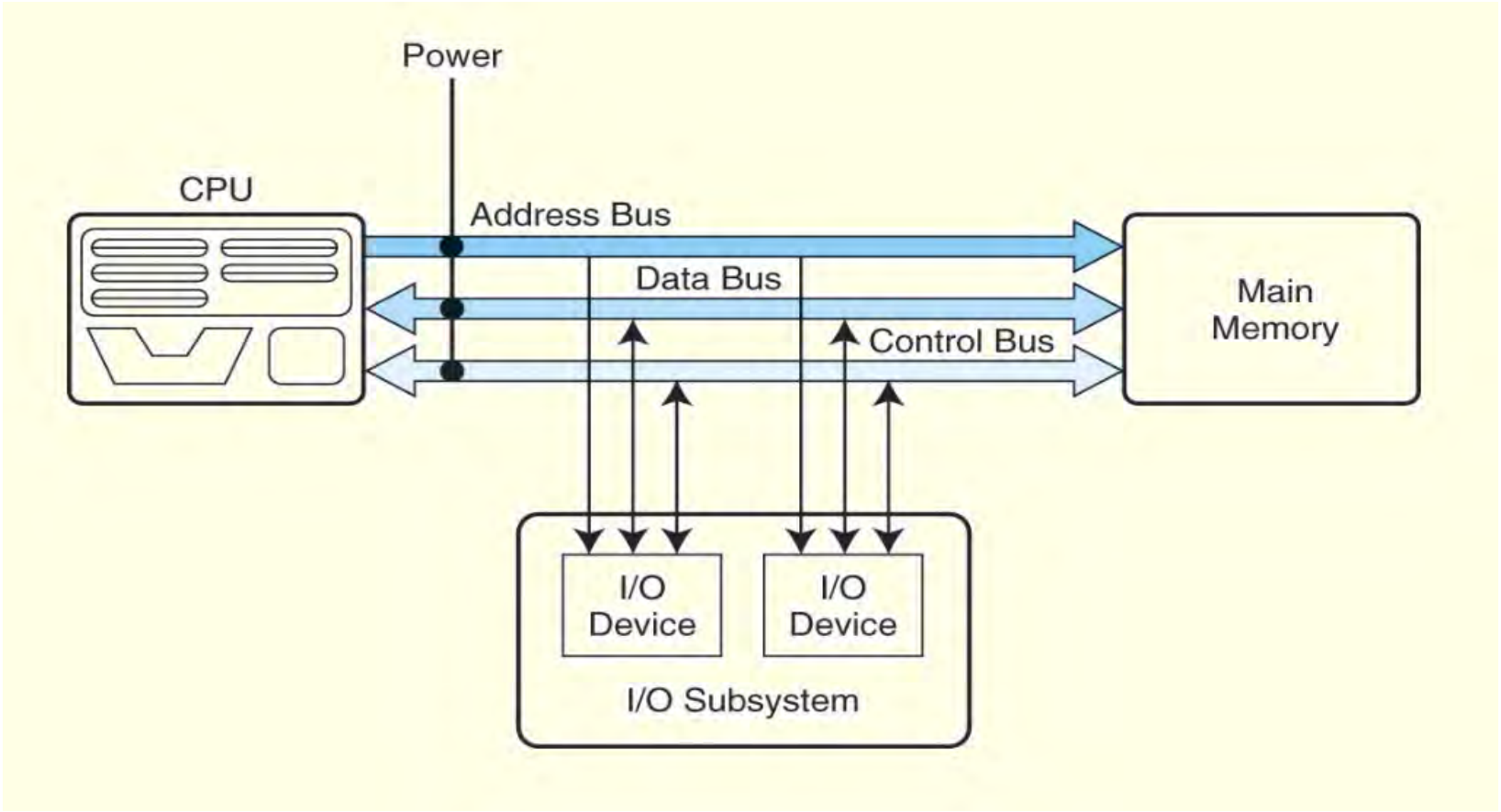
- E/S (I/O)
  - A CPU se comunica c/ esses dispositivos externos através de registradores especiais, ou registradores de I/O;
  - Essa troca de dados pode ser feita de 2 maneiras:
    - I/O mapeado na memória: os registradores de I/O aparecem como endereços de memória;
    - I/O via instruções especializadas, que utilizam os registradores de I/O;
  - Interrupções são utilizadas p/ notificar a CPU sobre eventos de I/O;

Computador: Componentes Básicos

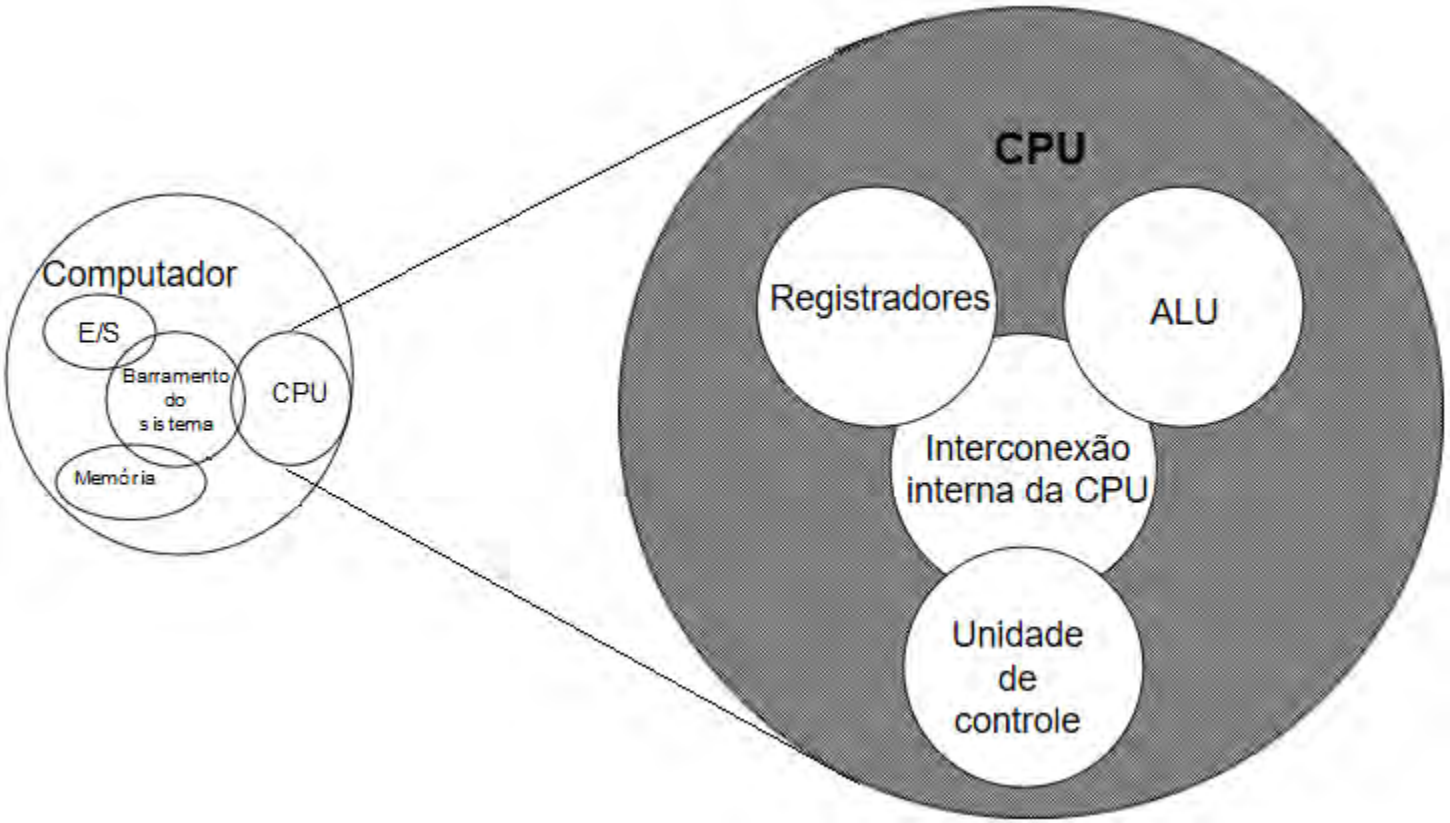
- Interconexão (barramento)
  - Barramento: um caminho de comunicação entre dois ou mais dispositivos. Conjunto de fios (linhas), os quais transmitem simultaneamente um bit (0 ou 1);
  - Barramentos podem ser de 3 tipos:
    - Dados: transmitem dados de um componente a outro
    - Endereço: determinam o local de um dado sendo acessdao
    - Controle: determinam a direção de um determinado fluxo de dados, ou quando um componente pode acessar o barramento

Computador: Componentes Básicos

- Interconexão (barramento)



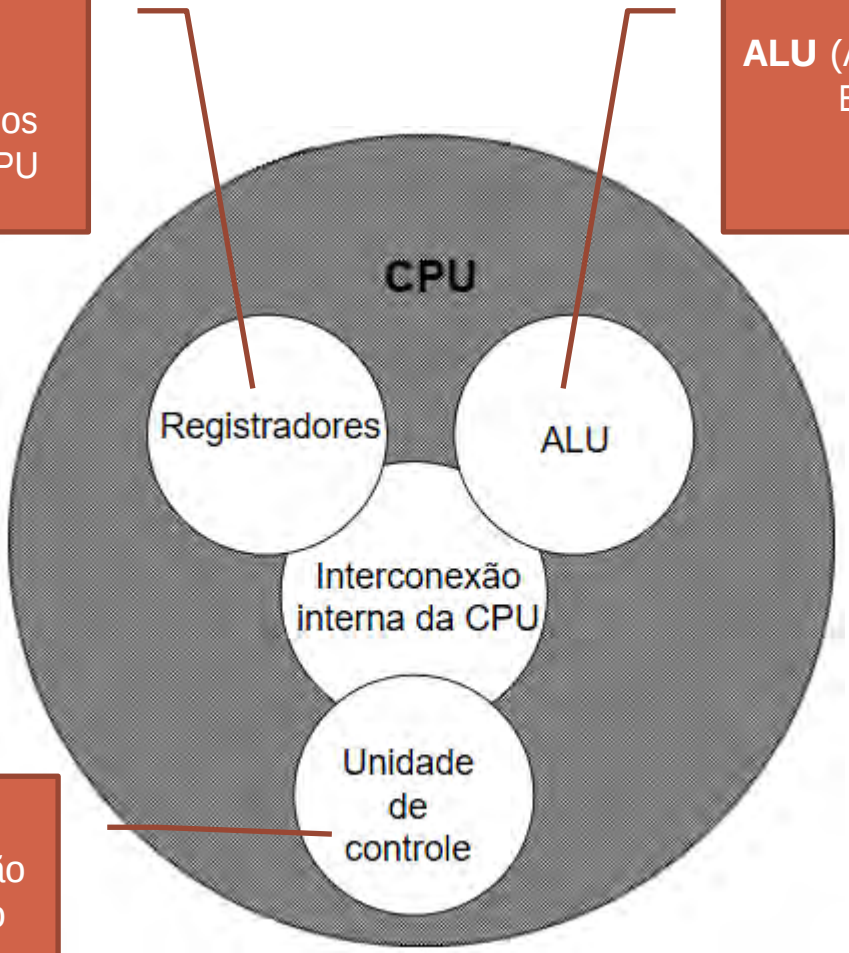
Computador: Componentes Básicos



Computador: Componentes Básicos

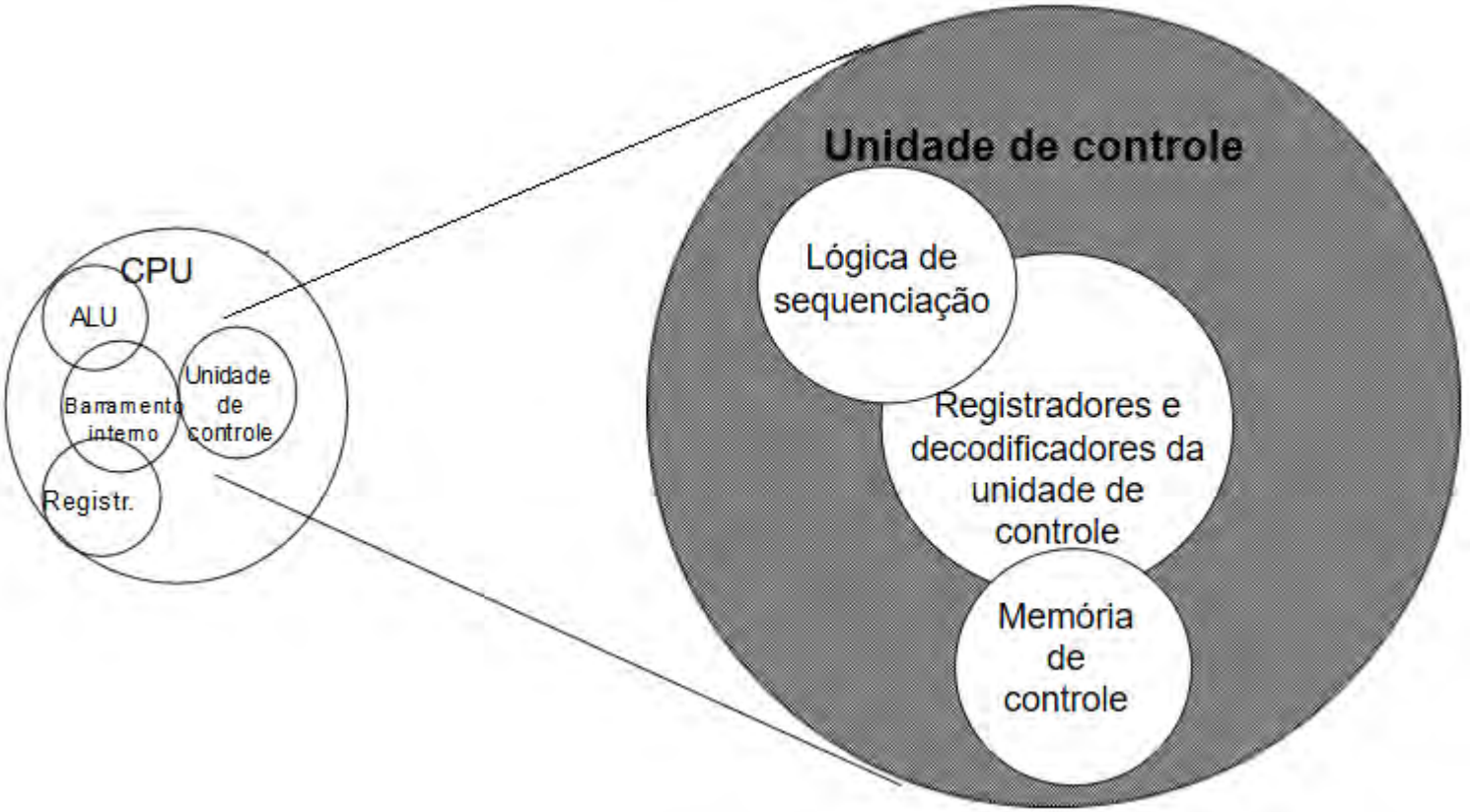
Registradores:
Armazenam dados que podem ser acessados rapidamente pela CPU

ALU (Aritmetic Logic Unit):
Executa operações lógica e aritméticas;



UC:
Determina quais ações são tomadas com base no valor de certos registradores especiais

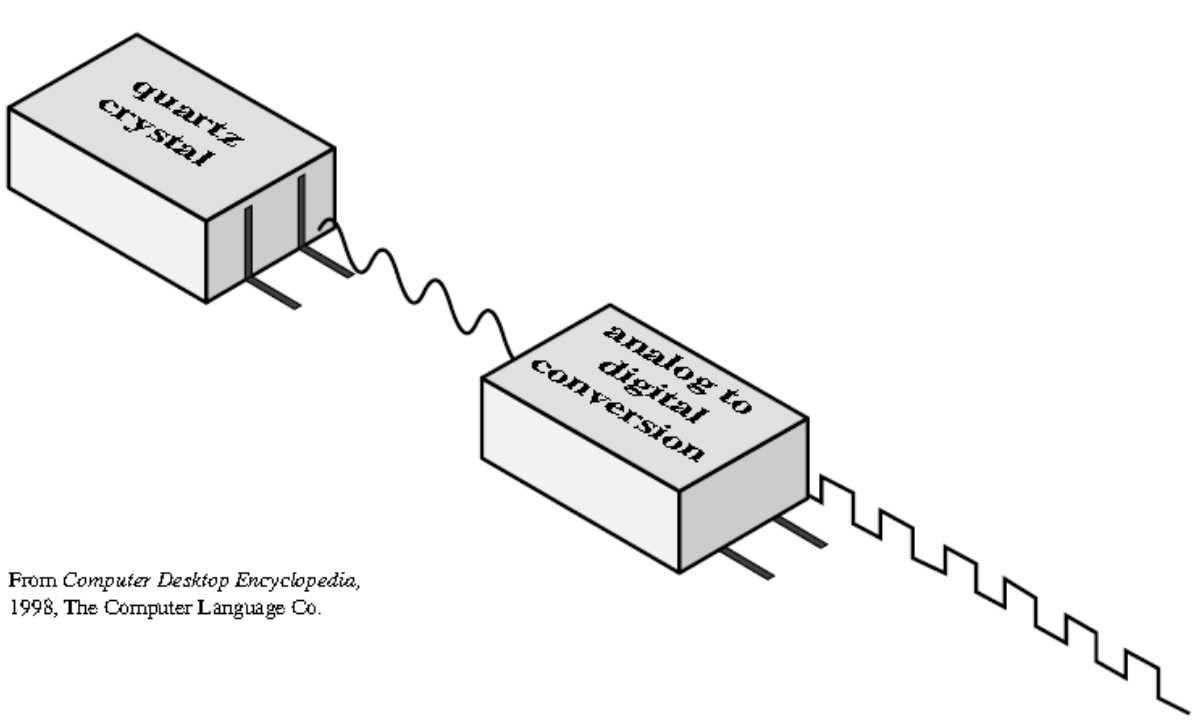
Computador: Componentes Básicos



Visão Mais Frequente do Programador

- Todo computador possui um clock para sincronizar as atividades de seus componentes;

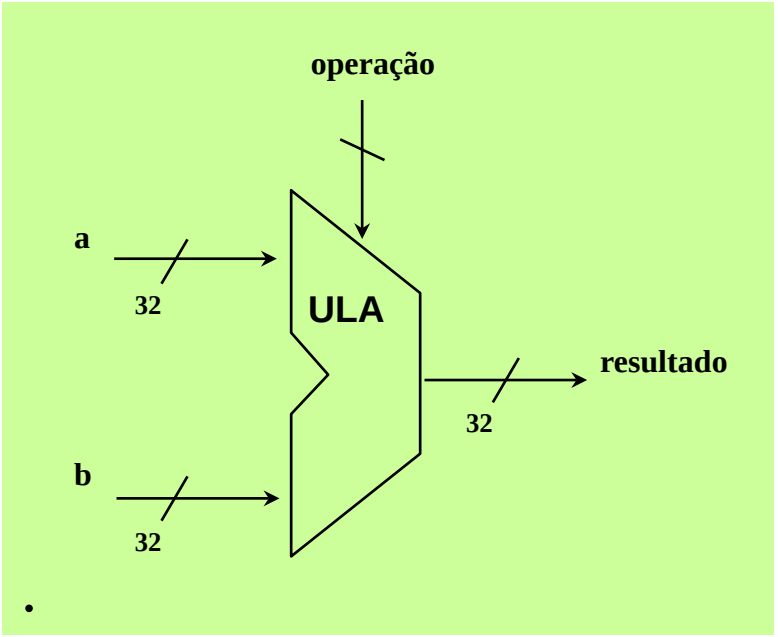
- O número fixo de ciclos de clock é necessário para executar uma dada operação ou transferências de dados;

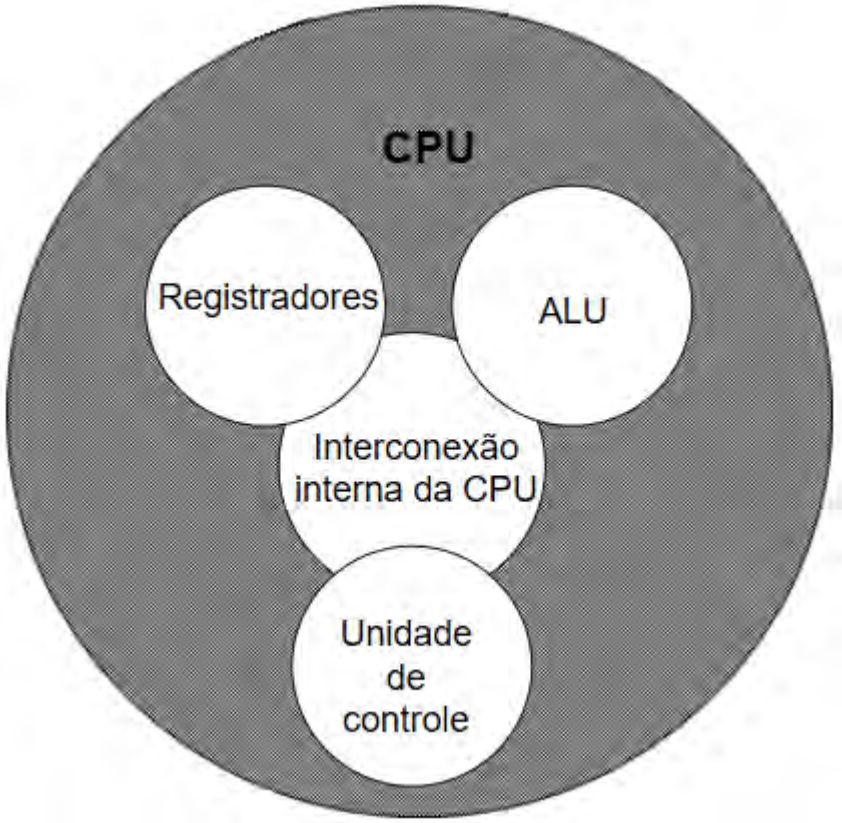


From *Computer Desktop Encyclopedia*, 1998, The Computer Language Co.

Unidade Lógica e Aritmética (ULA)

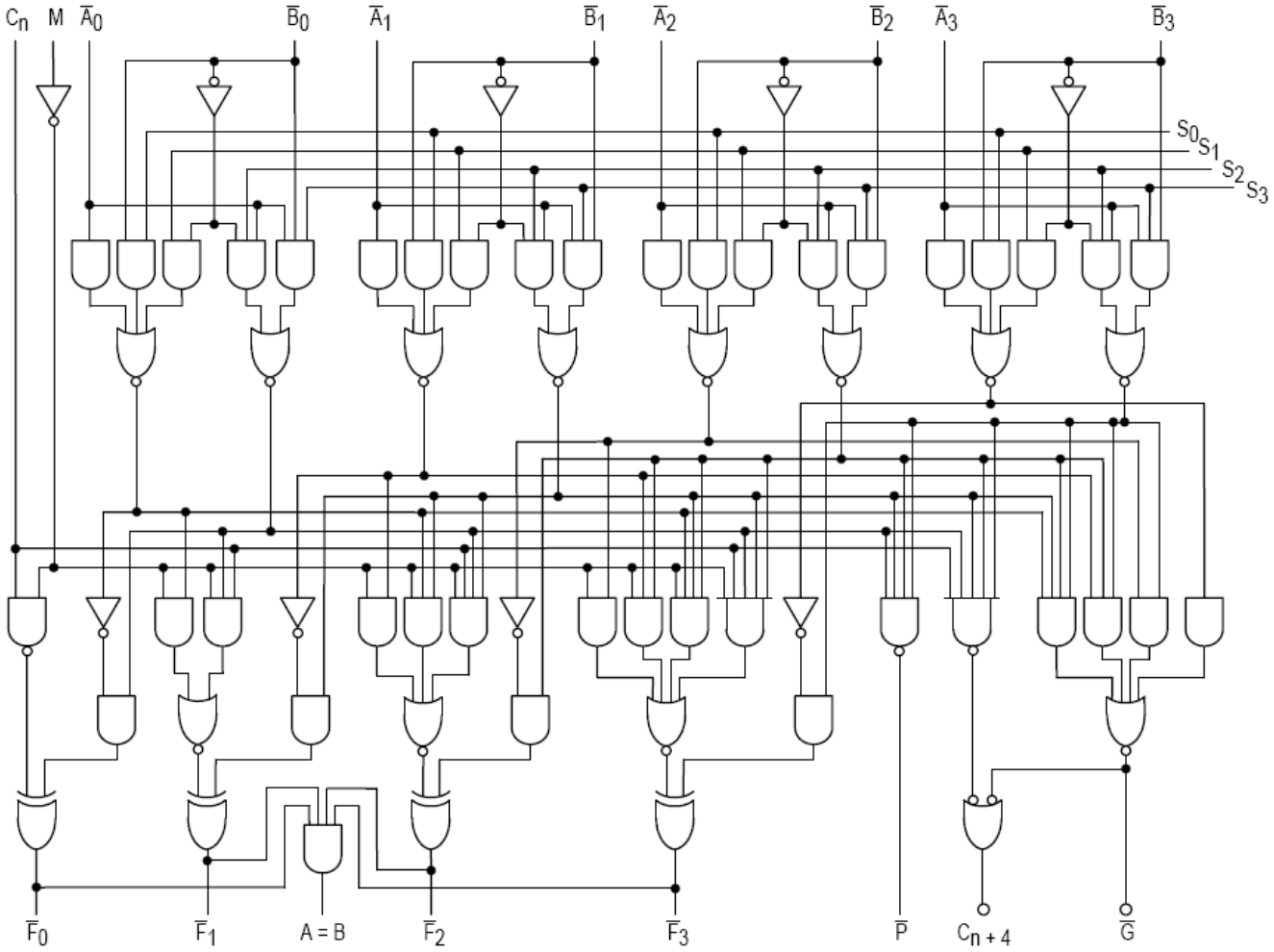
- ULA: "Motor" do computador -> dispositivo que executa operações aritméticas (add, sub, etc) e lógicas (AND, OR, etc).





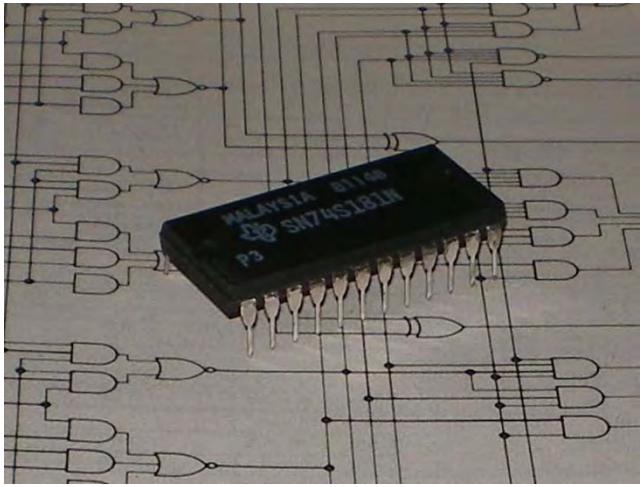
Unidade Lógica e Aritmética (ULA)

- Como projetar e implementar uma ULA ?



Unidade Lógica e Aritmética (ULA)

- Como projetar e implementar uma ULA ?

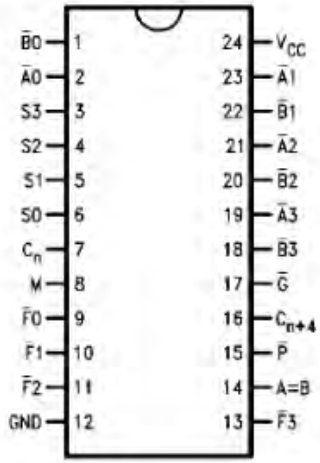


Function Table

Mode Select Inputs				Active LOW Operands & F_n Outputs		Active HIGH Operands & F_n Outputs	
				Logic	Arithmetic (Note 2)	Logic	Arithmetic (Note 2)
S3	S2	S1	S0	(M = H)	(M = L) (C_n = L)	(M = H)	(M = L) (C_n = H)
L	L	L	L	$\overline{A}$	A minus 1	$\overline{A}$	A
L	L	L	H	$\overline{AB}$	AB minus 1	$\overline{A} + B$	A + B
L	L	H	L	$\overline{A} + \overline{B}$	$A\overline{B}$ minus 1	$\overline{A}\,B$	$A + \overline{B}$
L	L	H	H	Logic 1	minus 1	Logic 0	minus 1
L	H	L	L	$\overline{A} + \overline{B}$	A plus ($A + \overline{B}$)	$\overline{AB}$	A plus $A\overline{B}$
L	H	L	H	$\overline{B}$	AB plus ($A + \overline{B}$)	$\overline{B}$	(A + B) plus $A\overline{B}$
L	H	H	L	$\overline{A} \oplus \overline{B}$	A minus B minus 1	$A \oplus B$	A minus B minus 1
L	H	H	H	$A + \overline{B}$	$A + \overline{B}$	$A\overline{B}$	AB minus 1
H	L	L	L	$\overline{A}\,B$	A plus (A + B)	$\overline{A} + B$	A plus AB
H	L	L	H	$A \oplus B$	A plus B	$\overline{A \oplus B}$	A plus B
H	L	H	L	B	$A\overline{B}$ plus (A + B)	B	(A + $\overline{B}$) plus AB
H	L	H	H	A + B	A + B	AB	AB minus 1
H	H	L	L	Logic 0	A plus A (Note 1)	Logic 1	A plus A (Note 1)
H	H	L	H	$A\overline{B}$	AB plus A	$A + \overline{B}$	(A + B) plus A
H	H	H	L	AB	$A\overline{B}$ minus A	A + B	(A + $\overline{B}$) plus A
H	H	H	H	A	A	A	A minus 1

Note 1: Each bit is shifted to the next most significant position.
Note 2: Arithmetic operations expressed in 2s complement notation.

Connection Diagram



Pin Descriptions

Pin Names	Description
$\overline{A}0$–$\overline{A}3$	Operand Inputs (Active LOW)
$\overline{B}0$–$\overline{B}3$	Operand Inputs (Active LOW)
S0–S3	Function Select Inputs
M	Mode Control Input
C_n	Carry Input
$\overline{F}0$–$\overline{F}3$	Function Outputs (Active LOW)
A = B	Comparator Output
$\overline{G}$	Carry Generate Output (Active LOW)
$\overline{P}$	Carry Propagate Output (Active LOW)
C_{n+4}	Carry Output

http://web.aeromech.usyd.edu.au//MTRXLAB/ref/components/TTL/DM74LS181.pdf