




Arquitetura de Computadores

Prof. Ismar



“Eu acho justo dizer que os computadores pessoais se tornaram a ferramenta mais poderosa que já criamos. Eles são ferramentas de comunicação, são ferramentas de criatividade e podem ser moldados por seu usuário.”

Bill Gates, 24 de fevereiro de 2004

Conhecer os conceitos de processamento de dados e arquitetura de computadores, para compreender o funcionamento e relação entre os componentes do computador.



Bibliografia Básica

[1] MONTEIRO, Mario A. Introdução à Organização de Computadores. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010. Capítulo 1, itens 1.1.1 e 1.2; Disponível em:

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521619734/recente>

[2] POLLI, Marco. Organização de Computadores. 1 ed. Rio de Janeiro: SESES, 2014. Capítulo 1; Disponível em:

<http://api.repositorio.savaestacio.com.br/api/objetos/efetuaDownload/e96bc69e-73ca4147997d14b601acb8d5>

[3] Hamann, Renan. Das toneladas aos microchips: a evolução dos computadores. Disponível

em: <https://www.tecmundo.com.br/infografico/9421aevolucaodoscomputadores.htm>



Bibliografia Complementar

HENNESSY, John L.; PATTERSON, David A.. ARQUITETURA DE COMPUTADORES: UMA ABORDAGEM QUANTITATIVA. Tradução Daniel Vieira. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora Campus Ltda., 2008.

WEBER, Raul Fernando. FUNDAMENTOS DE ARQUITETURA DE COMPUTADORES. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008 LIMA JUNIOR, Almir Wirth. ELETRICIDADE & ELETRÔNICA BASICA. 3. ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2009.

Gerações de Computadores

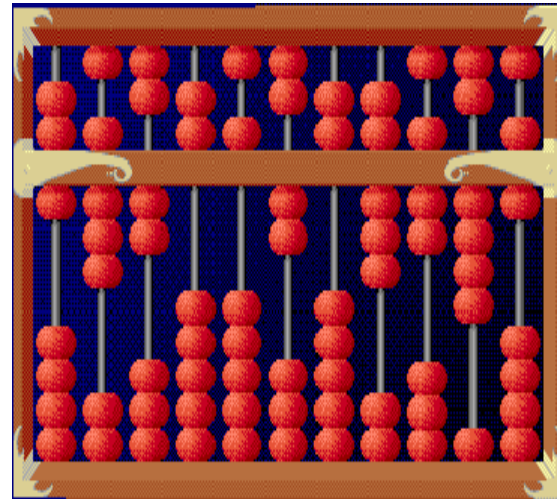
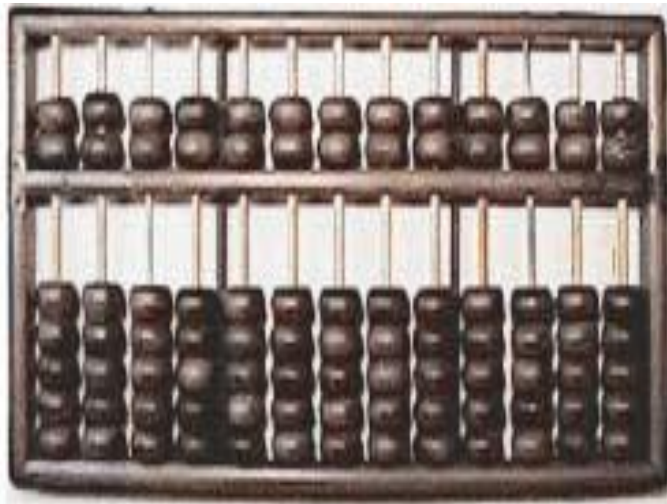
- Geração Zero (? - 1945) – Mecânicos
- Primeira Geração (1945 - 1955) – Válvulas
- Segunda Geração (1955 - 1965) – Transistor
- Terceira Geração (1964 - 1980) – Circuito Integrado
- Quarta Geração (1980 – até hoje) – Microprocessadores
- Quinta Geração (Visão do Futuro) – Uso de Inteligência Artificial (Atribuir ao computador características humanas)



Geração Zero – Computadores Mecânicos

- Ábaco (2.500 anos A.C.)

Considerado o 1º computador da história antiga, usado para contar.



Primeira Geração

A Era da Válvula

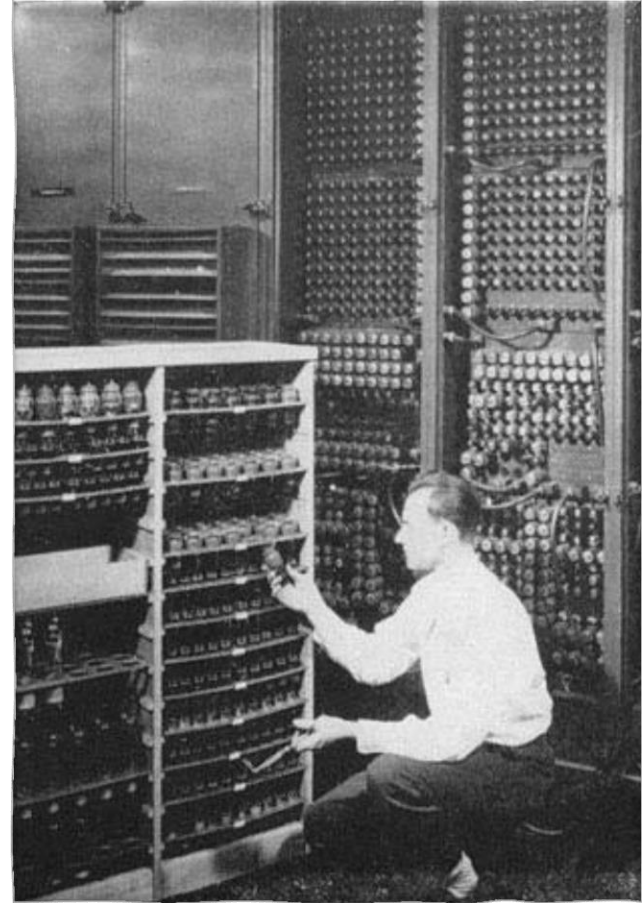
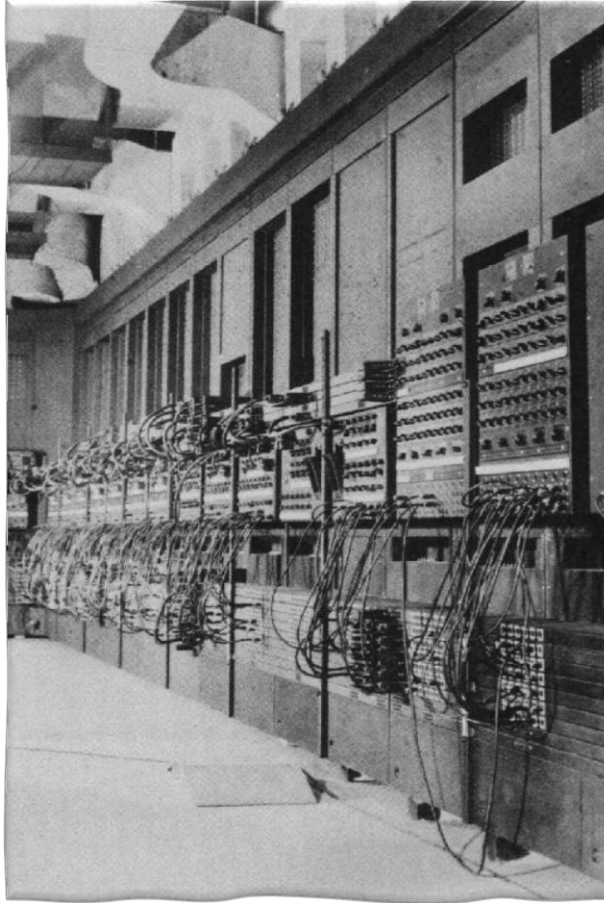
Segunda Guerra Mundial;

ENIAC (permaneceu 10 anos);

Grandes e caros (duraram poucas horas);

A válvula é construída a vácuo. A passagem da corrente de elétrons ocorre pelo vácuo, isto é, não há um fio que interliga os elétrons da válvula.





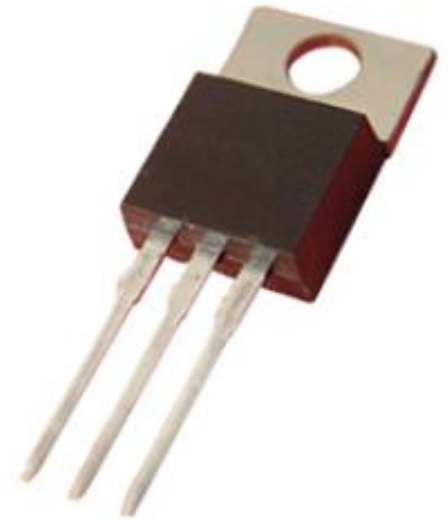
Primeira
Geração (1945
– 1955)

- ENIAC (Segunda Guerra Mundial-1946)

Segunda Geração

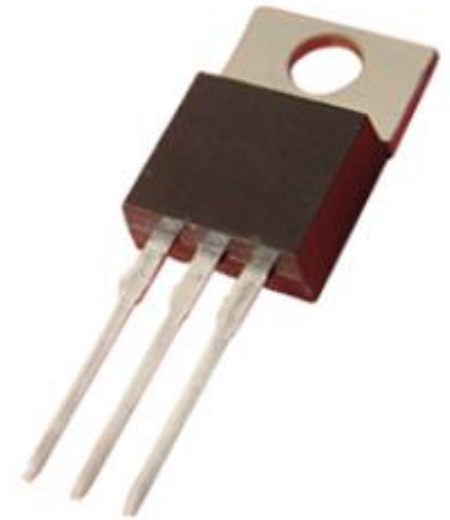
- Transistor

- Transistor (metal semi-condutor: silício ou germânio)
- Resistor de transferência;
- Rápidos, menores e com custo baixo;
- Um amplificador de sinais elétricos;
- Meio de transmissão: sólido;



Segunda Geração - Transistores

- Transistor – 1947
- IBM 1401
- IBM 7094



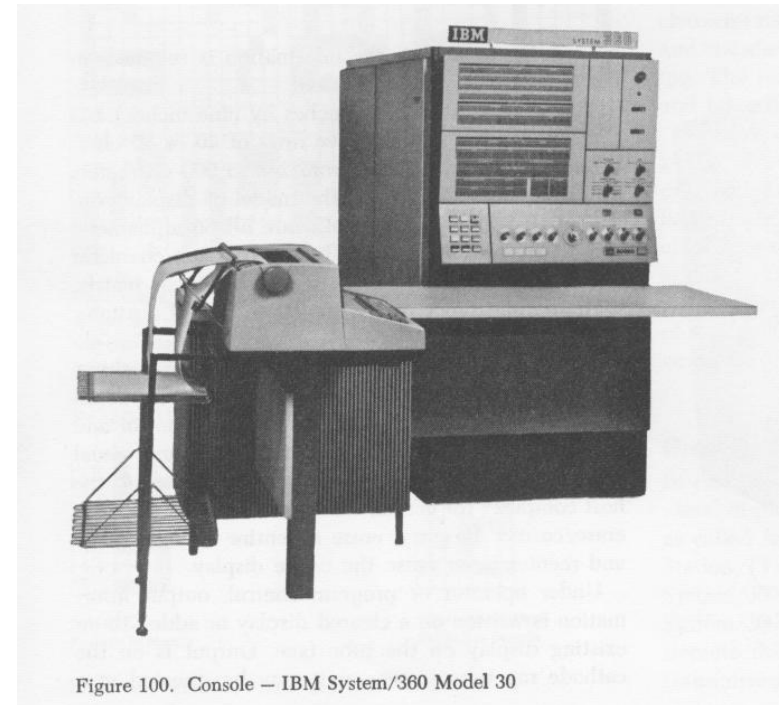
Terceira Geração - Circuito Integrado

- Chip (circuito eletrônico numa pastilha)
- Dezenas de transistores por uma placa de silício;
- Menor custo e maior processamento;



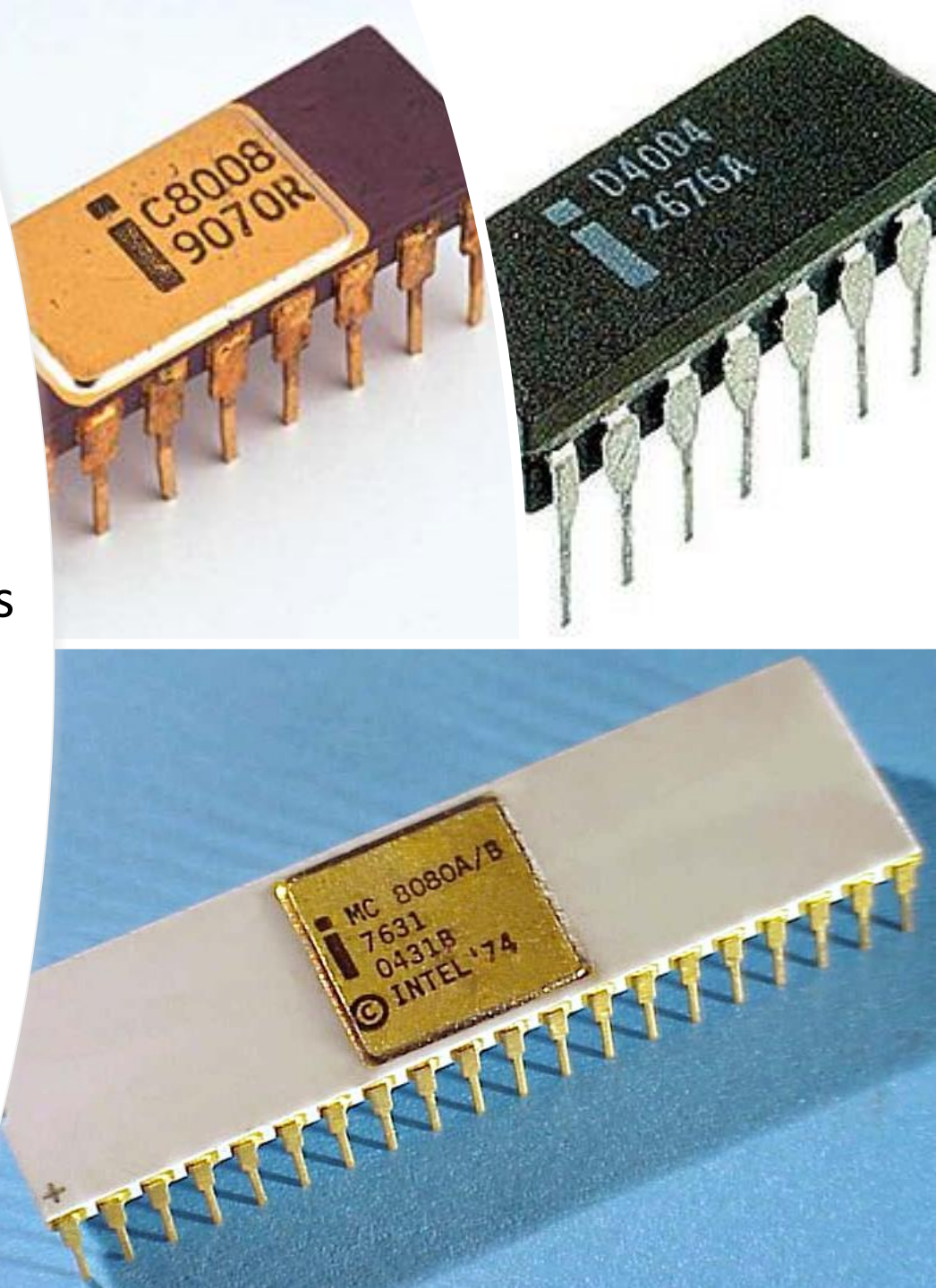
Terceira Geração – Circuitos Integrados

- Circuitos Integrados - CHIP
- System/360 – IBM (1964)
 - Nova geração com 6 modelos.



Quarta Geração - Microprocessadores

- Microprocessadores
 - Intel 4004 (1971) – 4 bits
 - Intel 8008 (8 bits)
 - Intel 8080



Quinta Geração – Visão do Futuro

- Uso de Inteligência Artificial.
- Atribuir ao computador características humanas.



Um exemplo de computadores de quinta geração são os *smartphones*, que possuem maior capacidade de armazenamento e velocidade do que um computador de quarta geração. Além disso, são pequenos, têm conexão com a Internet e reconhecem linguagem natural e expressões faciais.

Tipos de Computadores



Microcomputadores Desktop



Laptop ou Notebook



Palmtop



Smartphones



All-in-one



O QUE É COMPUTADOR?



Um computador é uma máquina composta de partes eletrônicas e eletromecânicas capaz de coletar, manipular e fornecer os resultados de **informações** para um ou mais objetivos.

Fernando de Cristo; Evandro Preuss; Roberto Franciscatto



Operações básicas

Todos computadores executam três operações básicas:

- Movimentação de dados
- Processamentos de dados
- Armazenamento de dados



Operações básicas

A movimentação de dados é a transferência de um dado de um ponto para outro do computador. Pode ser de um endereço de memória para outro, de um dispositivo de entrada para a memória, ou da memória para um dispositivo de saída.

O processamento de dados ocorre quando a CPU recebe um determinado dado e executa uma operação que o modifica de alguma forma.

Já **as operações de armazenamento** ocorre quando a CPU precisa registrar um dado em algum local específico, como salvar um dado no disco rígido, ou num pendrive, ou mesmo na Memória Principal.

O computador é composto por dois elementos:


- software
 - hardware
- } projetados para se resolver um determinado problema.



hardware : parte física

software : parte lógica


Uma vez elaborado, o hardware não pode mais ser modificado. Ele é uma solução rígida (do inglês, Hard) para o problema. Já o software é elaborado para ser armazenado numa memória e ser executado com um processador de propósito geral. Ele é uma solução flexível (do inglês, Soft) para o problema, já que o programador pode modificar seu programa afim de torná-lo cada vez melhor.



bit & byte

Computadores são sistemas digitais, trabalham com dois níveis de tensão (0 e 5 v). Seu sistema de numeração natural é o sistema binário (ligado / desligado).

Nos sistemas digitais, cada dígito é chamado de bit (0, 1) e cada agrupamento de 8 bits é chamado de byte

A decorative vertical bar on the left side of the slide, featuring a dark green background with light green binary code (0s and 1s) arranged in a staggered, cascading pattern.

bit & byte

Todo o processo de comunicação, cálculos e armazenamento do computador, são realizados utilizando-se o sistema binário.

bit = binary digit

byte = binary y term

Modelo de Von Neumann

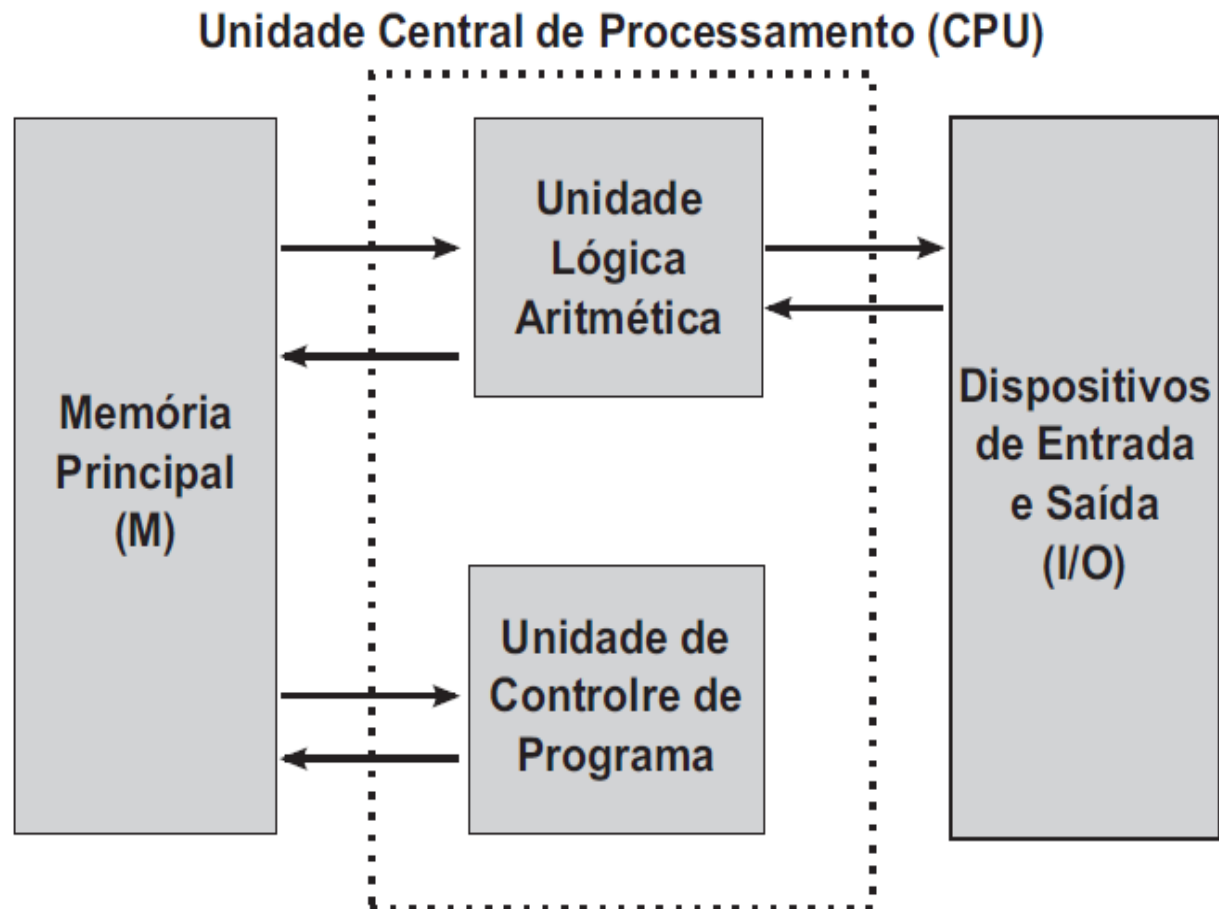
Matemático Húngaro

Propôs um modelo de arquitetura de computador revolucionário capaz de resolver qualquer problema solucionável por meio de um algoritmo.

Conceito de programa armazenado & programa fixo (1946)

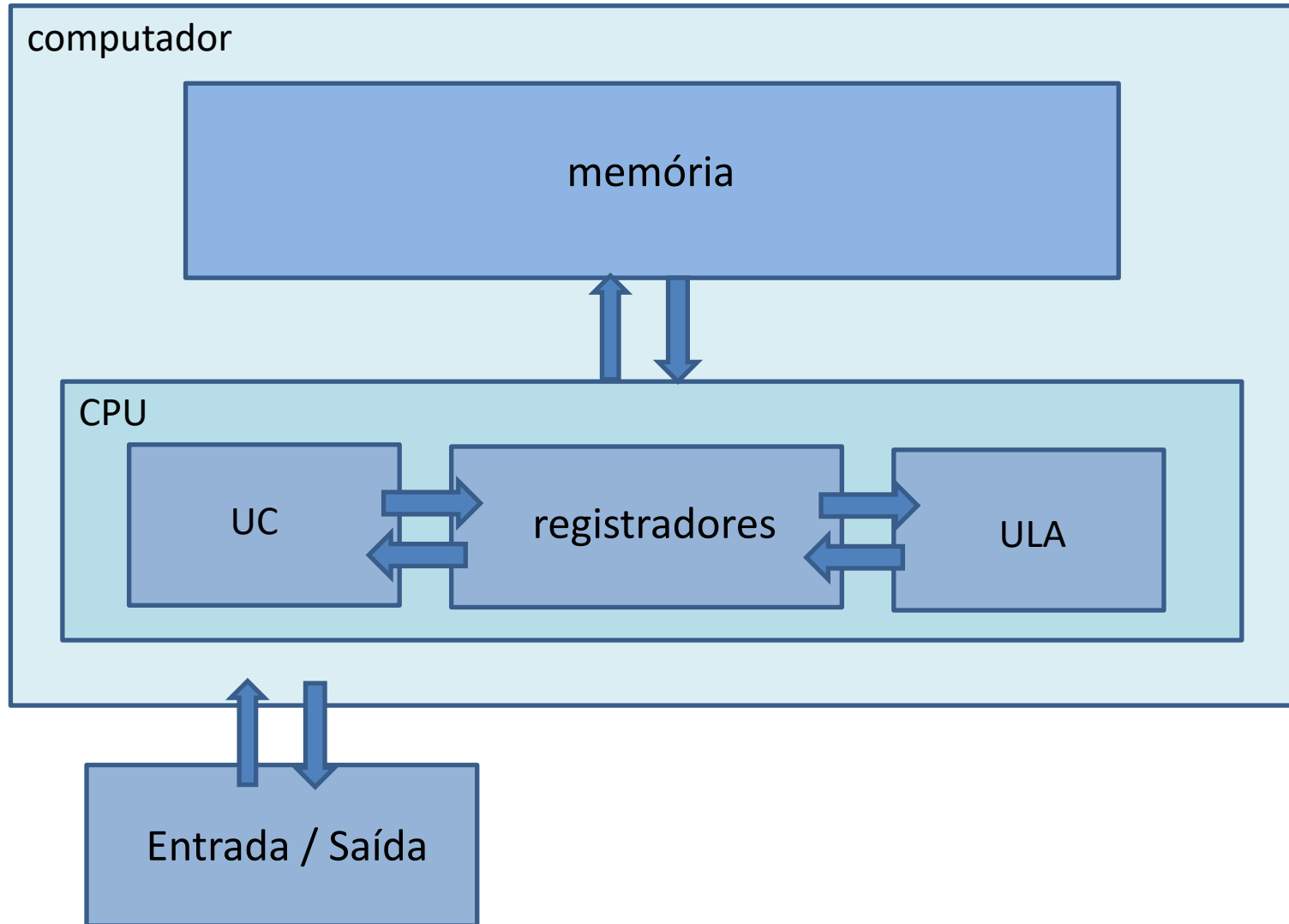


Máquina de Von Neumann



Modelo de Von Neumann

Principal modelo de organização de computadores



Modelo de Von Neumann

Instruções armazenadas na memória, assim como dos dados

As instruções são tratadas como dados

Todos os programas que estão sendo executados no momento estão necessariamente na memória RAM.

Modelo de Von Neumann

Pôde-se escrever programas – desenvolver linguagens de programação

Permitiu grande flexibilidade, pois o hardware não precisa ser modificado quando for necessário alterar o algoritmo.

Modelo de Von Neumann

A maioria dos computadores modernos adota essa arquitetura ou uma variação dela.



Hardware

Principais componentes:

- CPU (processador)
- Memória
- Dispositivos de entrada e saída
- Placa mãe – circuitos de conexão

Dispositivos de entrada

São dispositivos físicos que capturam dados a serem processados

- Ex: teclado, mouse, scanner, leitor de código de barras, câmeras, microfone, sensores, controle remotos, etc...

Dispositivos de saída

São dispositivos físicos que apresentam os dados já processados (resultados).

- Ex: monitores, telas, impressoras, caixas de som, etc...

Dispositivos de entrada e saída

São dispositivos físicos que apresentam tanto de entrada quanto de saída de dados.

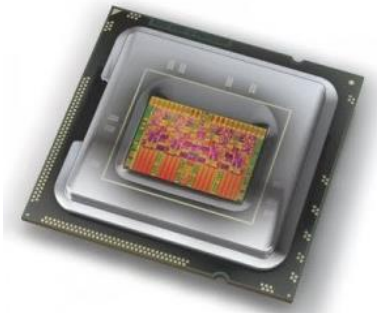
- Ex: HDs, pen drive, telas touchscreen, placas de rede, etc...

CPU – Unidade Central de Processamento (processador)

Interpreta e executa as instruções do software armazenado na memória principal e controla a comunicação entre a memória principal e os dispositivos de entrada e saída, entre outras funções.

Componentes da CPU

ULA (Unidade Lógica Aritmética);
UC (Unidade de Controle);
Registradores.



Componentes da CPU

UC - Unidade de Controle

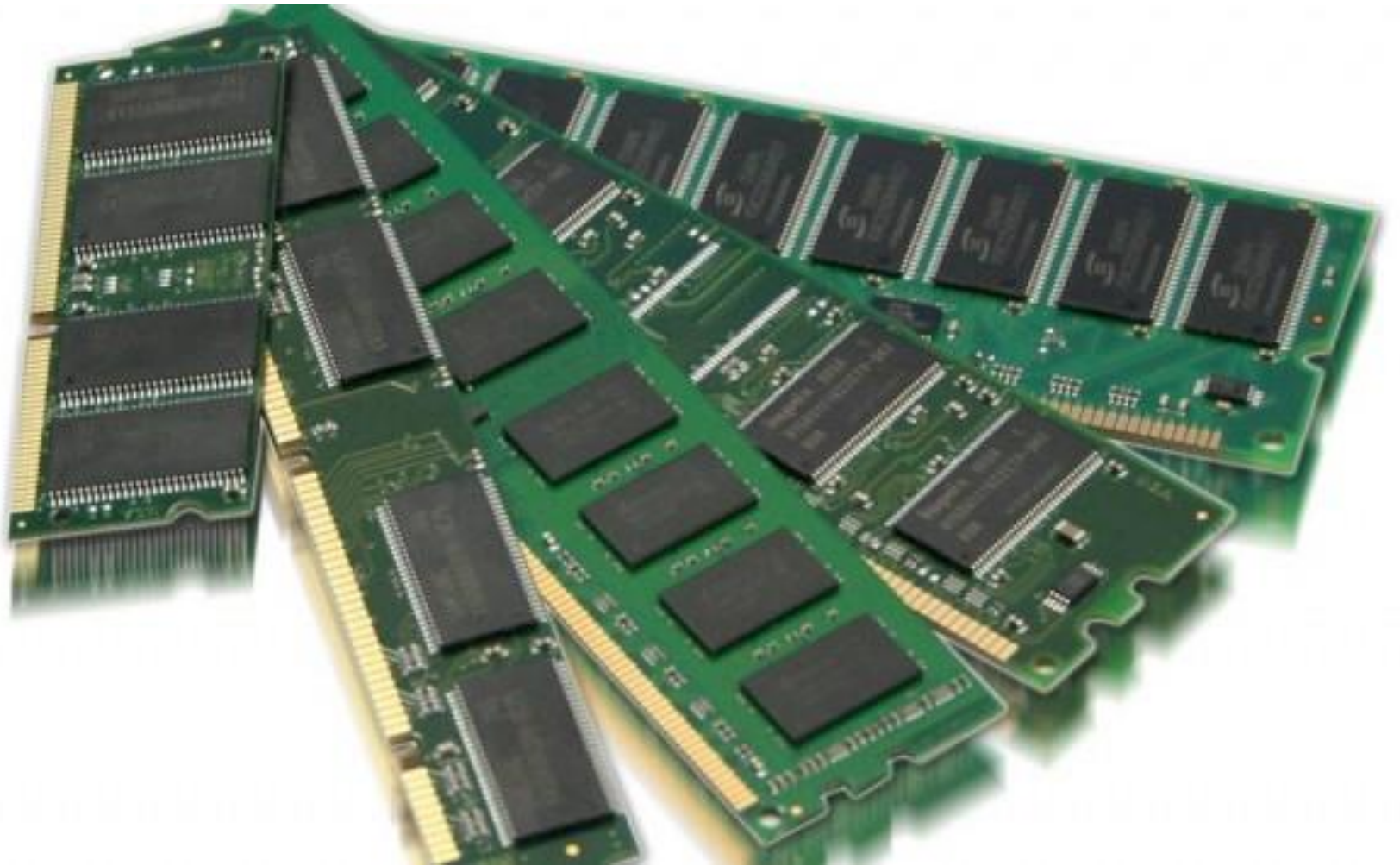
Determina a sequência das instruções a serem executadas e também gera um sinal de controle para as outras unidades (coordena).

Componentes da CPU

ULA - Unidade Lógica Aritmética

Executa as instruções de operações lógicas e aritméticas

Memória



O que é memória?

Espaço de armazenamento num sistema de computador ou meio, que é capaz de reter dados ou instruções.

Fonte: Dicionário Michaelis

Todo computador é dotado de uma quantidade de memória

- que pode variar de máquina para máquina
- se constitui de um conjunto de circuitos capazes de armazenar os dados e os programas a serem executados pela máquina

A memória de um computador não está realmente concentrada num local, os dispositivos de armazenamento estão espalhados por toda a máquina

Há diferentes tipos de memórias no computador

Cada tipo de memória para uma atividade específica

Os diferentes tipos de memória se interligam de forma bem estruturada, constituindo um sistema em si

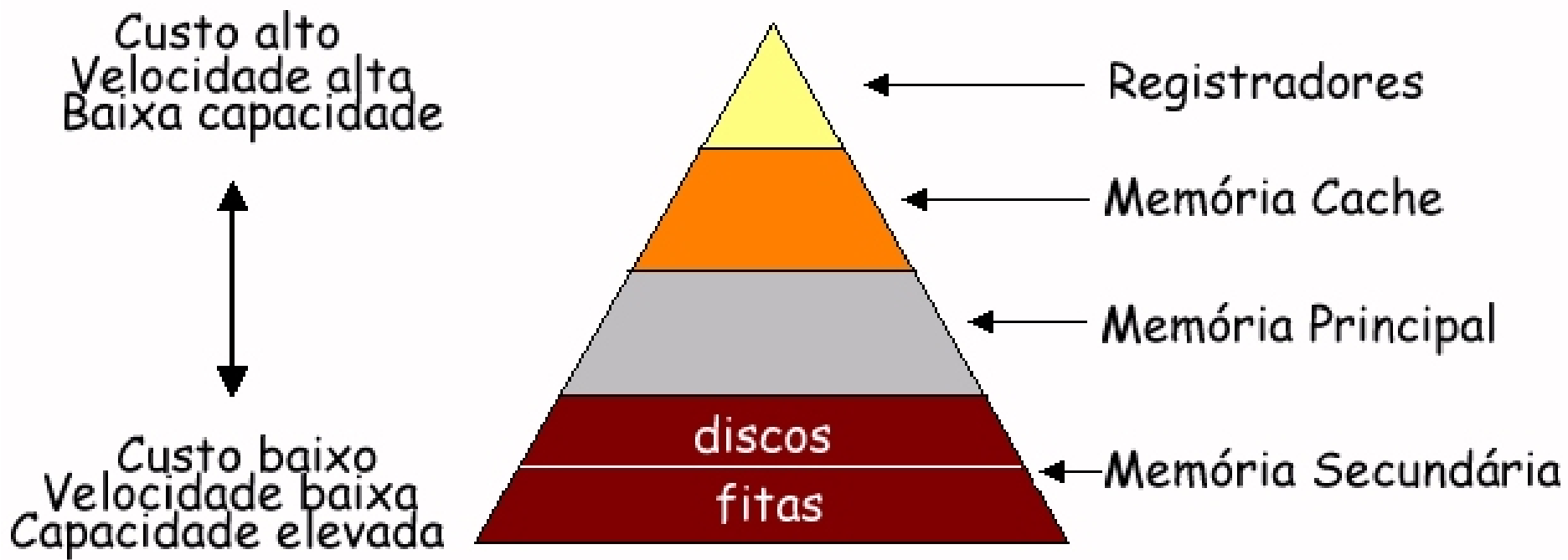
As memórias variam em:

- ✓ Capacidade
- ✓ Velocidade
- ✓ Custo

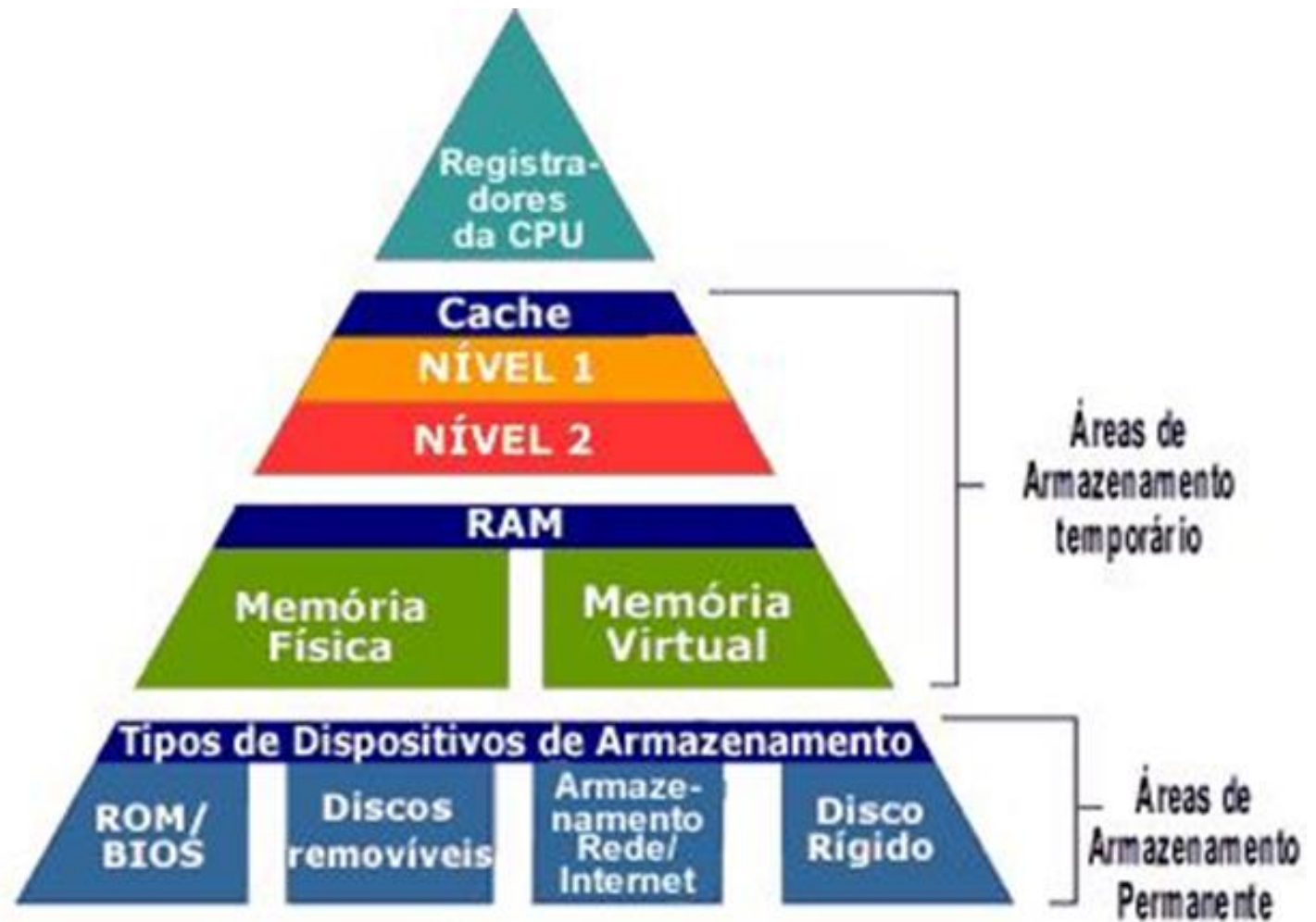


Principais parâmetros
de análise

Hierarquia de memória



Hierarquia de memória



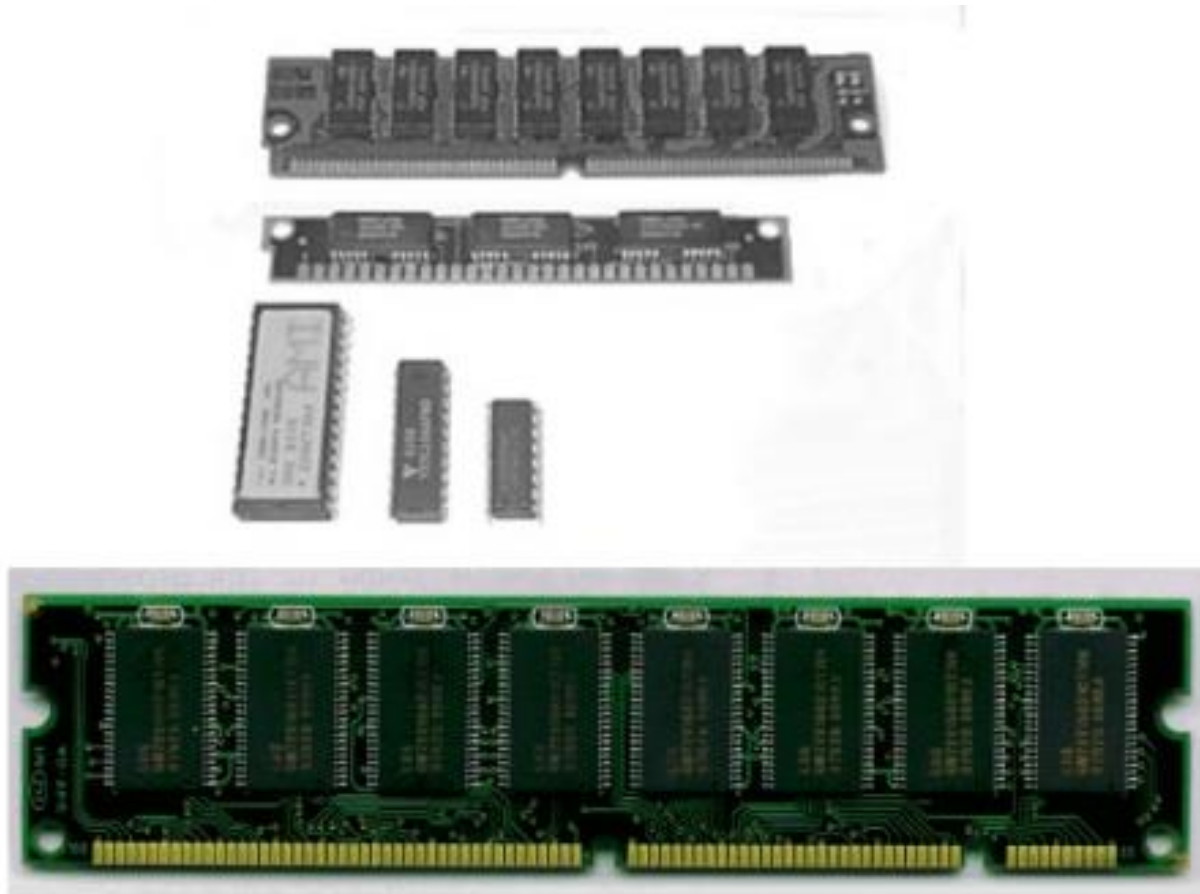
Registradores

- Localizados no processador;
- Armazenam dados de valores intermediários ou informações de comando, para uso do processador;
- Armazena um número limitado de bits, possui pouca capacidade de armazenamento, geralmente uma palavra de memória;
- São usados para armazenar as informações necessárias para a execução das instruções pela CPU.

Memória Cache

- É um tipo de memória que trabalha em conjunto com o processador.
- Os processadores atuais trazem uma certa quantidade de memória cache embutida no encapsulamento.
- Possui alta velocidade e tem por função armazenar dados e instruções que a CPU poderá precisar em breve. Ela possibilita que o processador trabalhe com o mínimo de tempo ocioso possível.
- Três níveis: L1, L2 e L3

Memória Principal



Memória Principal

- É um **depósito temporário de dados e instruções**
- É **volátil**, e seu tamanho é limitado pelo **custo do hardware**.
- A memória principal do computador, por ser volátil, **precisa ser atualizada com dados e instruções cada vez que o computador é ligado**.

Memória Secundária

- É usada para **gravar grande quantidade de dados**, que não são perdidos com o desligamento do computador, por um **período longo de tempo**.
- Exemplos de memória de massa incluem o HD e mídias removíveis como o CD, DVD e pendrive.

Unidades de informação

1 Bit = Um dígito binário

8 Bits = 1 Byte

1024 Bytes = 1 Kilobyte - $2^{10} = 1024$ bytes

1024 Kilobytes = 1 Megabyte - $2^{20} = 1\,048\,576$

1024 Megabytes = 1 Gigabyte - $2^{30} = 1\,073\,741\,824$

1024 Gigabytes = 1 Terabyte - $2^{40} = 1\,099\,511\,627\,776$

1024 Terabytes = 1 Petabyte - $2^{50} = 1\,125\,899\,906\,842\,624$

1024 Petabytes = 1 Exabyte - $2^{60} = 1\,152\,921\,504\,606\,846\,976$

1024 Exabytes = 1 Zettabyte - $2^{70} = 1\,180\,591\,620\,717\,411\,303\,424$

1024 Zettabytes = 1 Yottabyte - $2^{80} = 1\,208\,925\,819\,614\,629\,174\,706\,176$

Tipos de Memória RAM

DRAM – Memória dinâmica - DDR

Esse é o tipo utilizado hoje para memória RAM

SRAM – Memória estática - SDR

Mais antiga que a DRAM porém mais rápida

É utilizada como memória cache

Ver link:

<https://www.topgadget.com.br/howto/computador/tipos-de-memoria-ram-e-seus-diversos-usos.htm>

Memórias permanentes

ROM – BIOS (Basic Input Output System) (firmware)

PROM – Pode ser alterado

EPROM – Pode ser apagada

EEPROM – Pode ser apagada de forma elétrica sem ter que tirar o dispositivo

EAPROM – Programável eletricamente e pode ser apagada parcialmente (*)

(*) Essa tecnologia permitiu as memórias Flash e SSD

BIOS

Três programas:

BIOS – drivers de periféricos

POST– testa memória, teclado e outros dispositivos

SETUP – configuração básica do computador

(esses parâmetros são gravados na memória CMOS.

OBS: Isto não é mais padrão

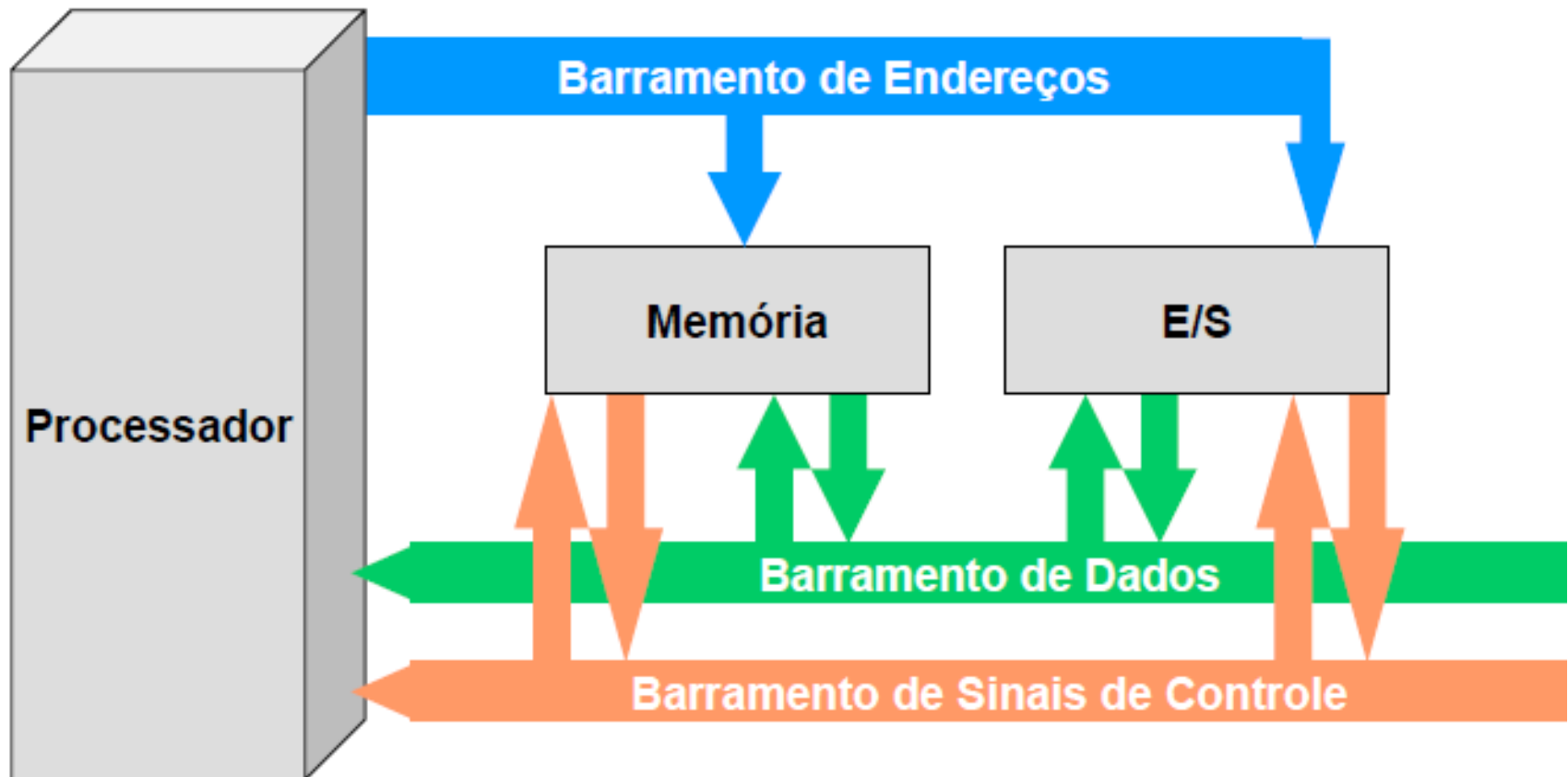
Barramento (bus)

É um conjunto de linhas (fios) de comunicação que permitem a interligação entre dispositivos, como a CPU, a memória e periféricos.

O desempenho do barramento é medido pela sua largura de banda (quantidade de bits que podem ser transmitidos ao mesmo tempo), geralmente potências de 2:

- 8 bits, 16 bits, 32 bits, 64 bits, etc.

Funções do barramento

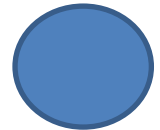


Funções do barramento

Barramento de dados - Exerce a função de transportar os dados, tanto enviados como recebidos, obedecendo instruções dadas por programas.

Barramento de endereço – indica o endereço de memória dos dados, isto é as posições a serem acessadas na memória.

Barramento de controle – Responsável pela transferência de sinais de controle como *read*, *write*, *hold*.

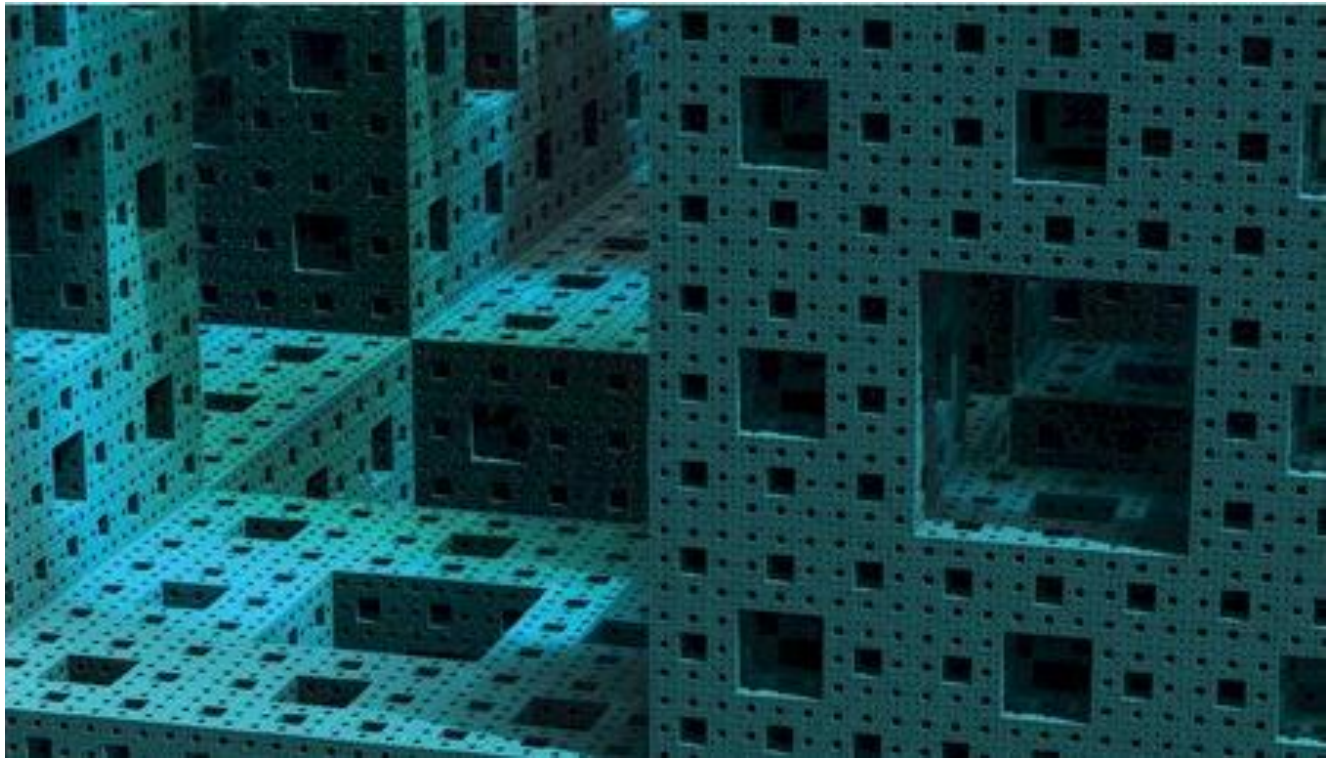


Tipos de Barramentos

Barramento externo – interliga os diversos componentes do computador (processador, memória, unidades de entrada e saída etc)

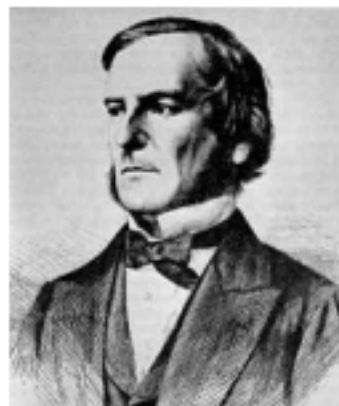
Barramento interno – interliga os elementos no interior do processador (registradores, ULA, UC)

Funções lógicas



Histórico

- ❑ Em meados do século XIX o matemático inglês George **Boole** desenvolveu um sistema matemático de análise lógica
- ❑ Em meados do século XX, o americano Claude Elwood **Shannon** sugeriu que a Álgebra Booleana poderia ser usada para análise e projeto de circuitos de comutação



George Boole (1815-1864)



Claude Elwood Shannon (1916-2001)



Portas lógicas

As portas lógicas são componentes básicos da eletrônica digital. Elas são usadas para criar circuitos digitais e até mesmo circuitos integrados complexos. Elas são capazes de realizar diversas operações matemáticas, para desenvolvimento da lógica digital.

O comportamento das portas lógicas é conhecido pela [tabela verdade](#) que apresenta os estados lógicos das entradas e das saídas.

tabela verdade

A tabela verdade é um mapa onde são colocadas todas as possíveis interpretações (situações), com seus respectivos resultados para uma expressão booleana qualquer.

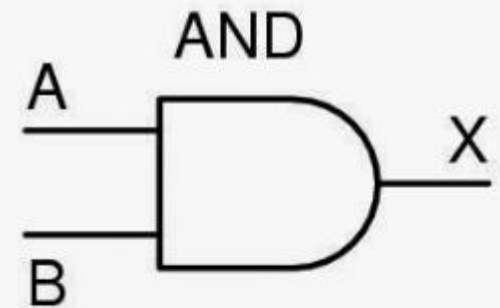
Entradas		Saída
A	B	x
0	0	1
0	1	0
1	0	1
1	1	0

A	B	C	x
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Portas lógicas

AND (E)

O resultado da operação será VERDADEIRO (1) se todas entradas forem verdadeiras (1).

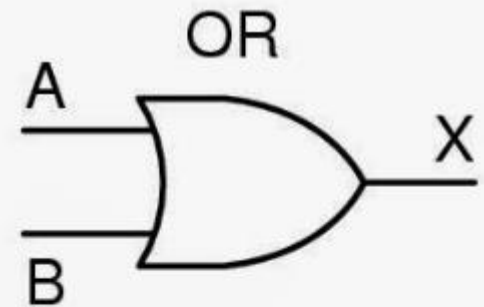


A	B	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Portas lógicas

OR(OU)

O resultado da operação será FALSO (0) se todas entradas forem falsas (0).

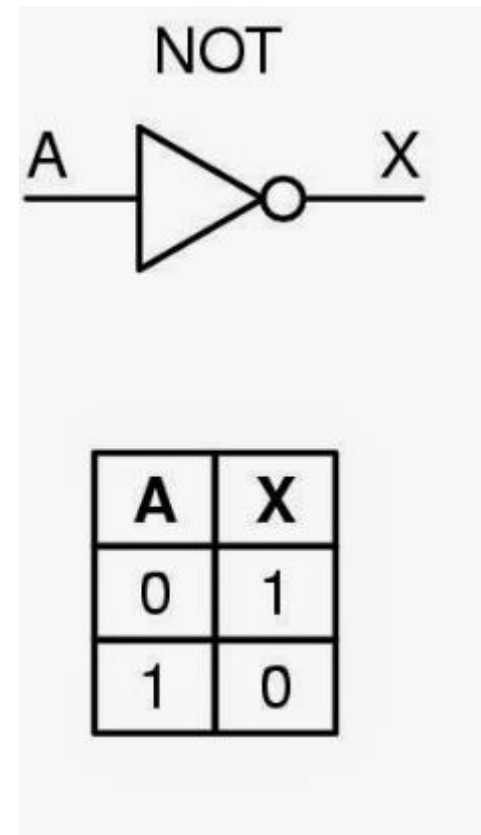


A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Portas lógicas

NOT(negação)

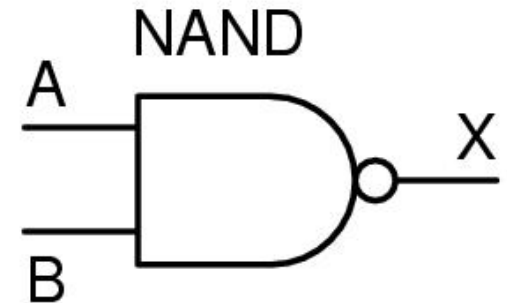
O resultado da operação é o inverso do valor da entrada.



Portas lógicas

NAND(Not AND)

Esta porta é uma porta AND com um inversor acoplado. Sua saída é o oposto da AND.

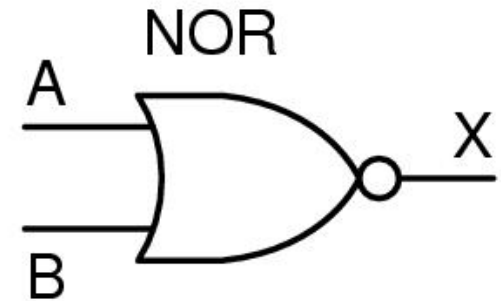


A	B	X
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Portas lógicas

NOR(Not OR)

Esta porta é uma porta OR com um inversor acoplado. Sua saída é o oposto da OR.

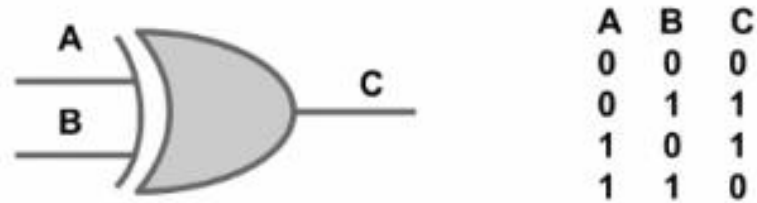


A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Portas lógicas

XOR(Exclusive OR)

PORTA OU EXCLUSIVO (XOR) $C=A\oplus B$



Porta Lógica XOR

Se todas as entradas forem iguais, a saída é zero, FALSO;

Portas lógicas

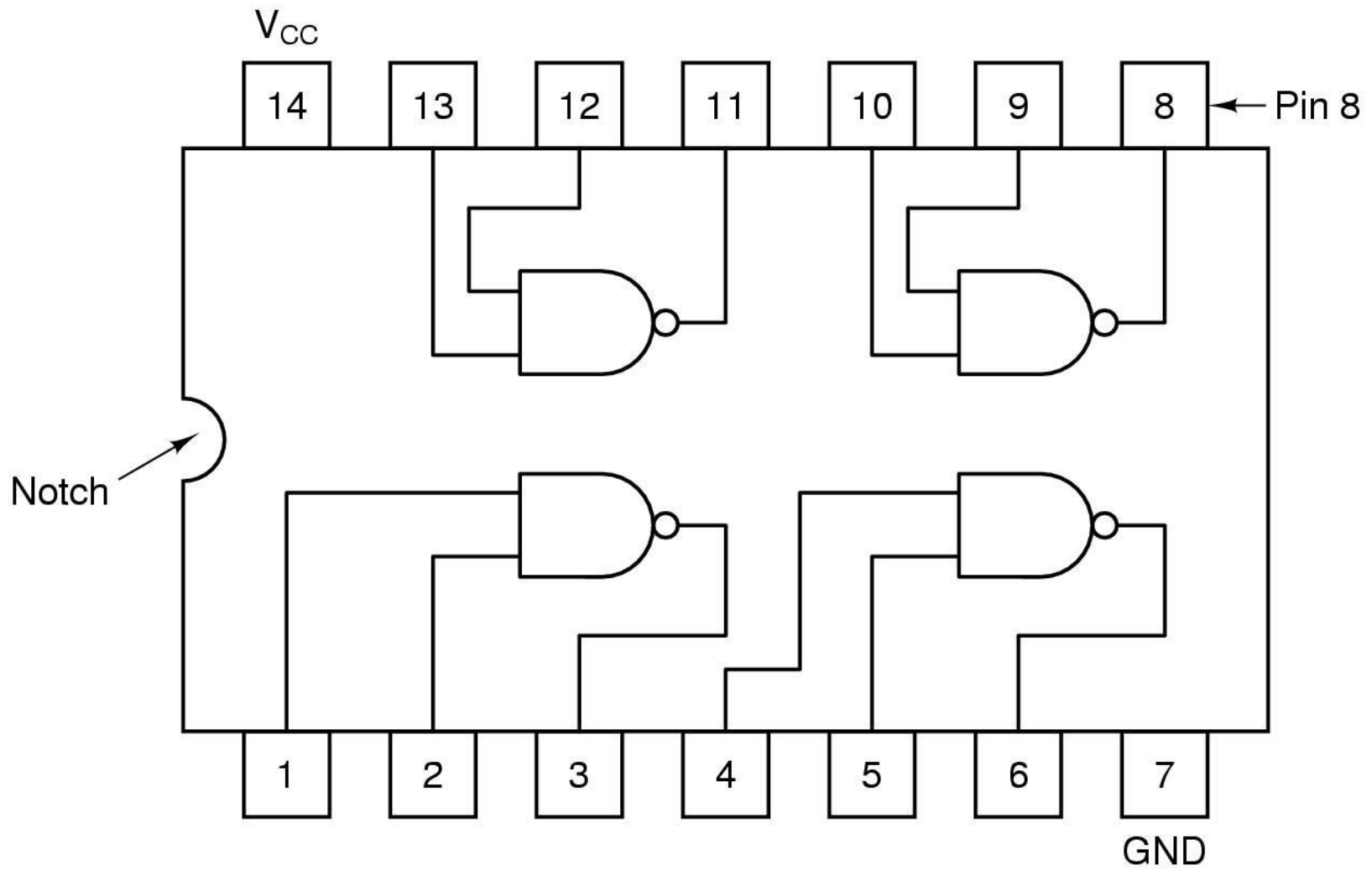
XNOR(Exclusive Not OR)



Se todas as entradas forem iguais, a saída é um, VERDADEIRO;

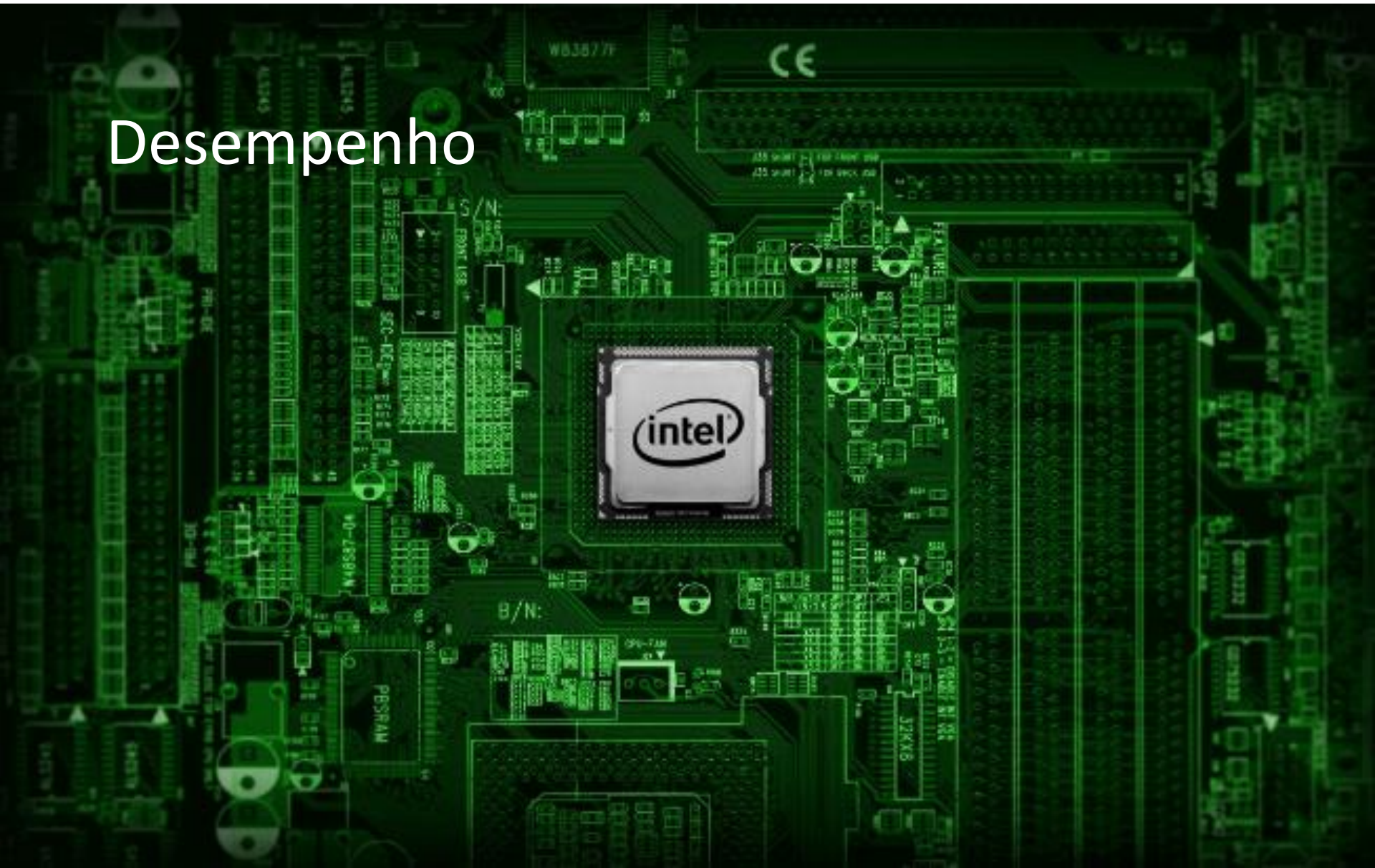
Esta porta é uma porta XOR com um inversor acoplado. Sua saída é o oposto da XOR.

Chip SSI com 4 portas NAND



processador

Desempenho



processador

A velocidade de um **processador** costuma ser medida pela sua frequência de processamento, em hertz, indicando a quantidade de processamentos por segundo que o processador é capaz de realizar.

Ex:

Um processador de 2,4 GHz (gigahertz), é capaz de processar cerca de 2.400.000 operações por segundo.



Classificação pela quantidade de núcleos

Os núcleos são outros processadores embutidos no mesmo chip, destinados a simular o comportamento de uma arquitetura com mais de um processador por computador.

Processador com um núcleo – single-core;
com 2 núcleos - dual-core;
com 4 núcleos – quad-core;
com 6 núcleos – hexa-core;
com 8 núcleos – octa-core.



processador

Hoje quase não se encontra mais à venda processadores de apenas um núcleo.

Motivos:

- Barateamento do processo de fabricação;
- O aumento da frequência de operação de um processador acima de 4,5 ou 5 GHz causa enormes problemas de estabilidade, superaquecimento e consumo de energia que passa a elevar-se exponencialmente.



processador

Cada core é uma unidade de processamento separada capaz de lidar com tarefas independentes, mas aumentar a quantidade de núcleos traz somente uma parcela de aumento de desempenho.

Ex:

Um processador de 2 núcleos de 3,2 GHz não é o mesmo que um single-core de 6,4 GHz,


Um quad-core de 2,0 GHz não é o mesmo que um single-core de 8 GHz.



processador

Raros são os programas que utilizam todos os núcleos ao mesmo tempo,

Quando se percebe uma melhora de performance, por exemplo, depois de um upgrade de um single-core para um dual-core não necessariamente os programas estão tirando benefício de todos os núcleos, mas sim de um sistema operacional moderno que envia para o segundo núcleo as tarefas secundárias, aliviando o processador principal (multitarefa).

A close-up photograph of a computer processor mounted on a circuit board. The processor is a square chip with a grid of pins. The text 'Velocidade de um processador' is overlaid on the left side in green, and 'processador' is overlaid on the right side in white.

Velocidade de um processador


processador

O Clock

O clock é a frequência com que o processador consegue executar as tarefas. quanto maior a frequência (o clock), menor será o tempo de execução e, portanto, mais rápido será o processador.

Porém...

Não é só o clock que determina a velocidade do processador



Velocidade de
um processador

processador

Quantidade de núcleos


Os processadores com mais núcleos tendem a ser mais velozes

Porém...

Somente a quantidade de núcleos não determina um desempenho superior

Ex:

O Intel Core 2 Quad Q6600 (2,4GHz), que apesar de contar com quatro núcleos perde em desempenho (em diversos testes realizados) para um Intel Core 2 Duo E8400 (3,0 GHz).


A close-up photograph of a computer processor mounted on a green circuit board. The processor is a square chip with a grid of pins. Several small, yellowish components are visible on the chip's surface. The background shows other components on the board, including capacitors and integrated circuits.

Velocidade de
um processador

processador

Tecnologia interna

Tecnologias mais modernas apresentam desempenho superior, mesmo com a mesma quantidade de núcleos.




Velocidade de um processador

Diferença entre fabricantes

O modo como os processadores são “construídos” e programados altera completamente a velocidade e capacidade de processar dados e realizar cálculos.

Ex:

AMD Athlon XP 2600+ de 1,9 GHz conseguia desempenho semelhante ao Intel Pentium 4 de 2,6 GHz.

A close-up photograph of a computer processor mounted on a circuit board. The processor is a square chip with a grid of pins. The text "Velocidade de um processador" is overlaid on the left side of the image in green and white.

Velocidade de um processador

processador

Memória Cache

A quantidade de memória também influencia na velocidade real do processador.

Há processadores que usam memória cache compartilhada, outros possuem níveis dedicados.

Os mais recentes processadores chegam a contar com mais de 10 MB de memória cache, precisamente pelo fato de fazer diferença no processamento.

Escalonamento

Recurso utilizado pelo processador no qual executa pequenas tarefas (threads) de cada programa aberto de forma concorrente (simultaneamente).

Dessa forma o processador atende algumas operações do programa 1, depois atende algumas operações do programa 2, etc...

Como o processador é capaz de realizar bilhões de cálculos por segundo, gera o efeito de que cada programa tem uma unidade independente de processamento.

Escalonamento

No caso de processadores com vários núcleos, como cada núcleo é uma unidade de processamento independente, as threads são distribuídas entre eles de forma que cada núcleo lida com uma parcela do trabalho total, gerando menos escalonamentos.

A capacidade do processador lidar com várias threads ao mesmo tempo é chamada de multithreading.

Hyper-threading

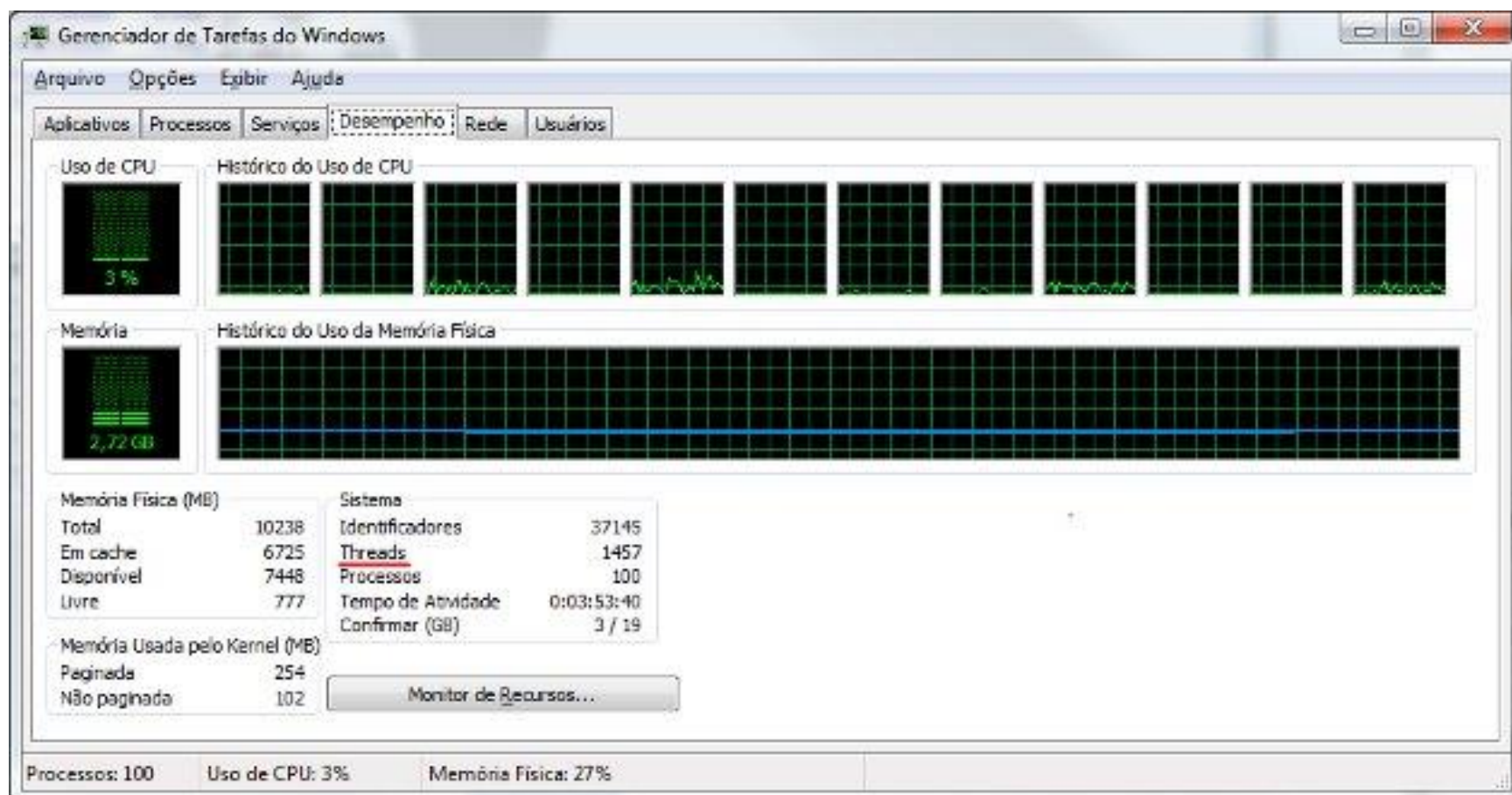
Tecnologia que faz o sistema operacional “enxergar” o dobro de núcleos de processamento presente.

Na verdade é que cada núcleo físico possui duas unidades lógicas independentes, cada uma com um conjunto de registradores próprio. Essas modificações na arquitetura possibilitaram um ganho de produtividade em algumas tarefas específicas.

- Segundo a própria Intel, o aumento de performance seria de 25% em relação a um modelo de mesmo clock sem essa tecnologia.
- Segundo testes de empresas independentes esse aumento não passa de 10% na maioria dos casos.

Hyper-threading

hyper-threading faz diferença em apenas aplicações com instruções segmentadas, que utilizam "pipeline", como por exemplo os programas gráficos.



CPU-Z

CPU

Caches

Mainboard

Memory

SPD

Graphics

About

Processor

Name Intel Core i7 Extreme 980X

Code Name Gulftown

Brand ID

Package Socket 1366 LGA

Technology 32 nm

Core Voltage

1.216 V



Specification Intel(R) Core(TM) i7 CPU X 980 @ 3.33GHz

Family 6

Model C

Stepping 2

Ext. Family 6

Ext. Model 2C

Revision B1

Instructions MMX, SSE (1, 2, 3, 3S, 4.1, 4.2), EM64T, VT-x, AES

Clocks (Core #0)

Core Speed 3730.8 MHz

Multiplier x 28.0

Bus Speed 133.2 MHz

QPI Link 3197.8 MHz

Cache

L1 Data 6 x 32 KBytes 8-way

L1 Inst. 6 x 32 KBytes 4-way

Level 2 6 x 256 KBytes 8-way

Level 3 12 MBytes 16-way

Selection Processor #1

Cores 6

Threads 12

CPU-Z

Version 1.59

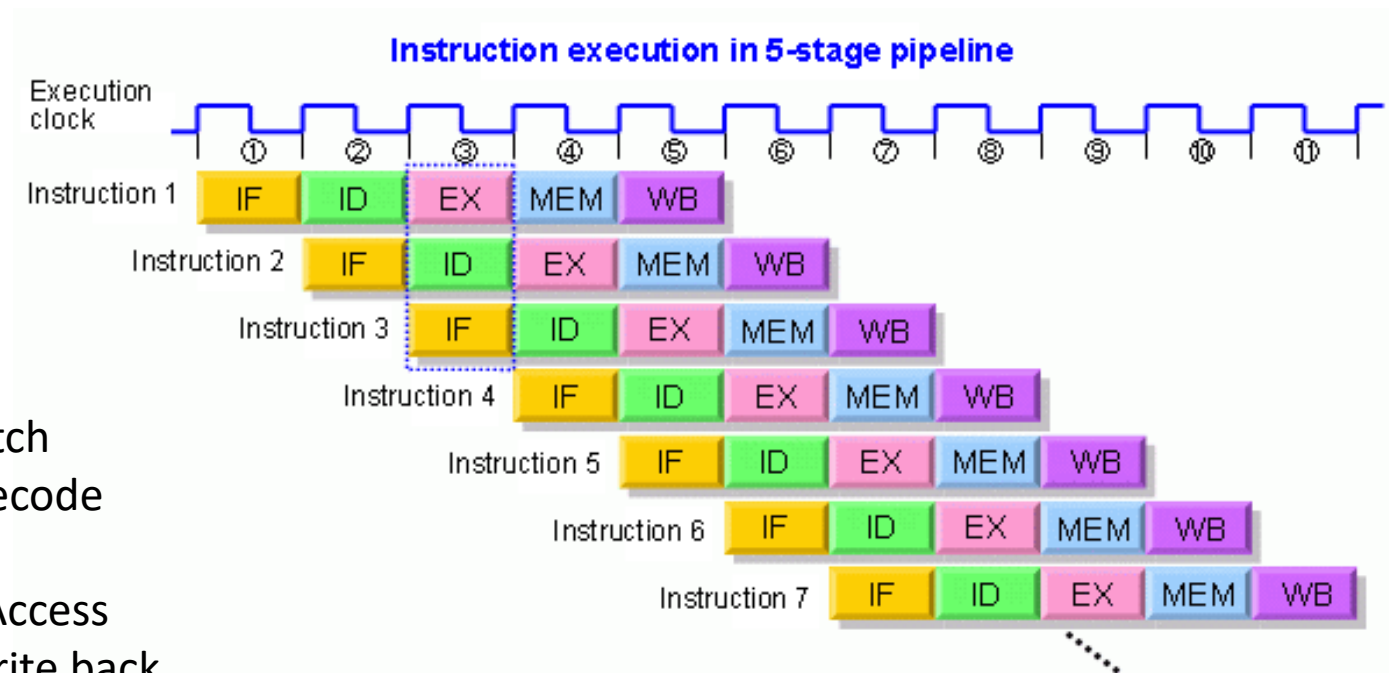
Validate

OK

Pipeline

Tecnologias de otimização

Novas entradas são aceitas , antes que as entradas anteriores tenham terminado. Várias instruções são realizadas de forma simultânea, porém em estágios diferentes.

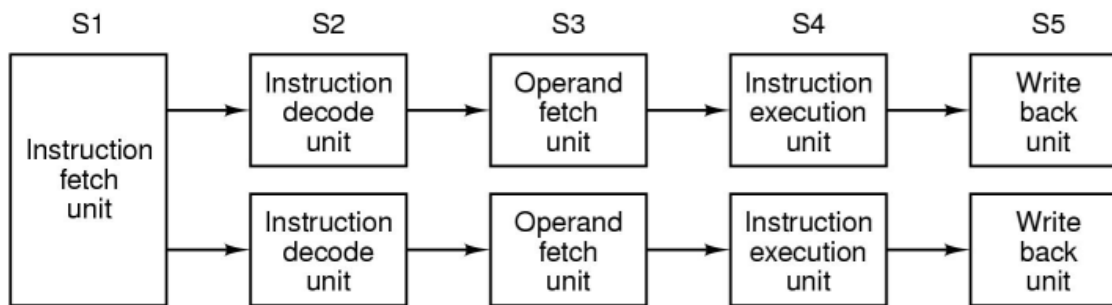


Arquiteturas Superescalares

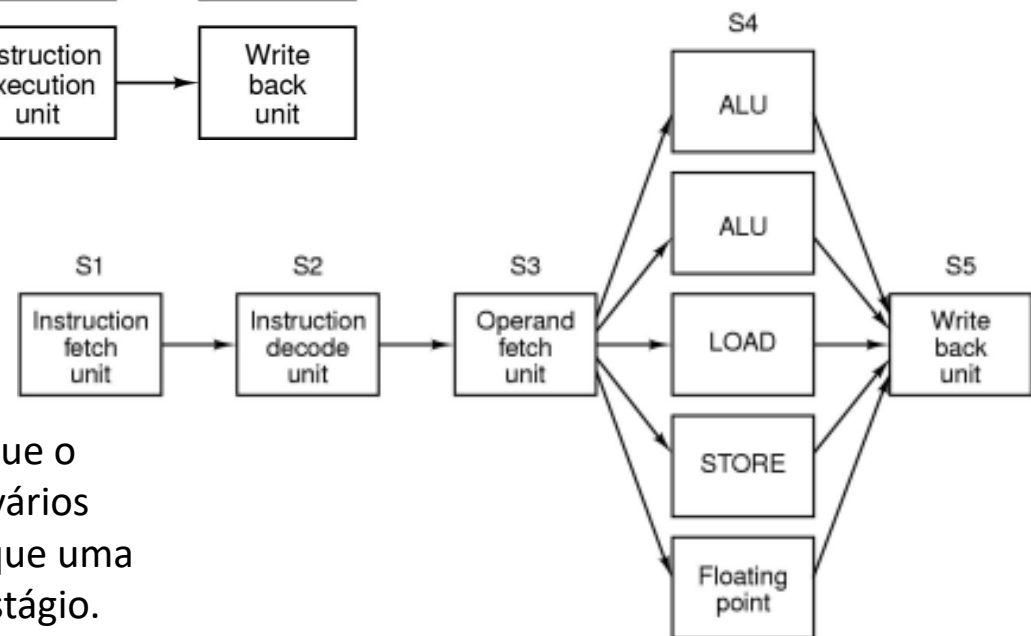
Tecnologias de otimização

Neste caso, uma única unidade de busca de instruções lê 2 instruções e coloca cada uma em 1 pipeline.

A execução dessas instruções é feita em paralelo.



O estágio 3 pode distribuir instruções a uma velocidade consideravelmente mais alta do que o estágio 4 pode executá-las. Este estágio usa vários dispositivos de hardware (inclusive mais do que uma UAL) para acelerar o processamento neste estágio.



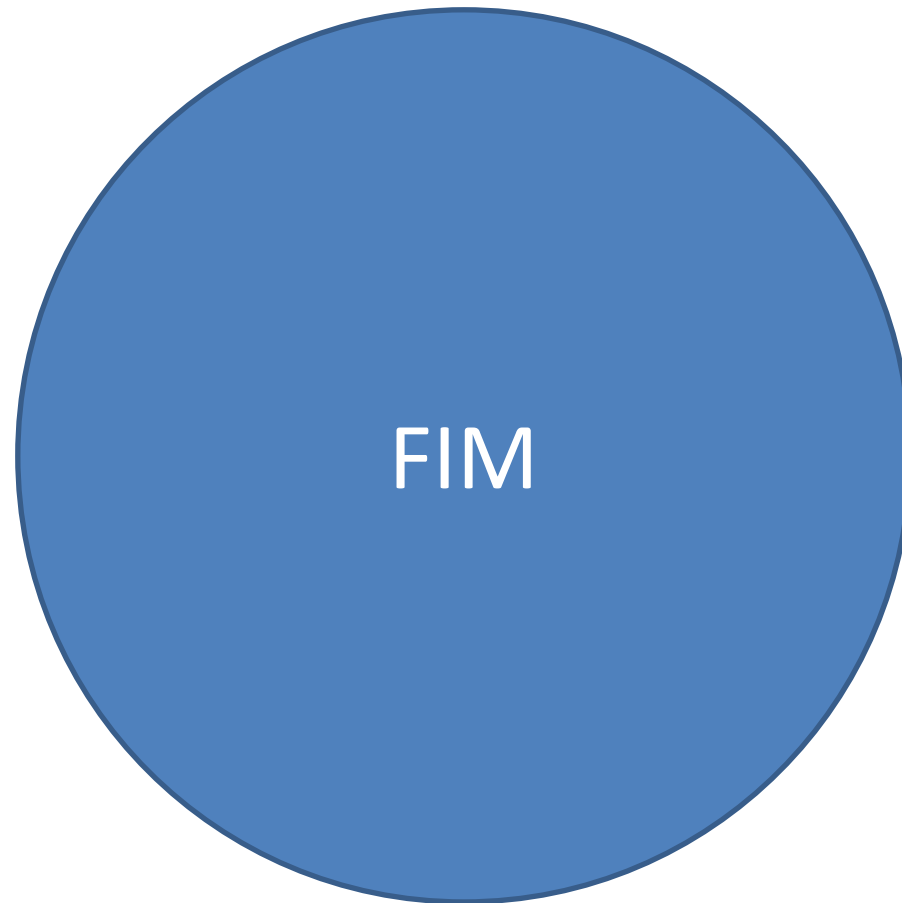


processador

Portanto

São muitas variáveis a se considerar !

A forma como esses elementos são organizados determina o desempenho do processador.



•Mas, afinal para que serve o Chipset?

Bem, seus diversos circuitos servem para realizar uma série de funções a nível de hardware, como:Controle do barramento PCI;

- Controle do barramento AGP;
- Controle do barramento ISA (pc's mais antigos);
- Controle e acesso a memória, incluindo a cache
- Controle dos sinais de interrupção IRQ, e DMA;
- Timer;
- Controle da Interface IDE;
- Controle da Interface USB.

