
Aula 01:

Arquitetura de Computadores – Apresentação da disciplina; Conceitos básicos e a evolução do computador

Prof. Hugo Puertas de Araújo
hugo.puertas@ufabc.edu.br
Sala: 509-2 (5º andar / Torre 2)

Agenda

- Apresentação da disciplina
 - ❖ Critérios de avaliação
 - ❖ Conteúdo
- Conceitos básicos e a evolução do computador
 - ❖ Estrutura e função de sistemas computacionais

Apresentação da disciplina

- MCTA004-17 – Arquitetura de Computadores
- Aulas teóricas – Sala A114-0 | 3^a.f 21h – 23h / 6^a.f 19h – 21h
- Atendimento extraclasse – Sala 509-2
 - ❖ Mediante combinação prévia
- Acesso ao material do curso via Sistema



Site: <https://moodle.ufabc.edu.br/>

Apresentação da disciplina

■ Objetivos:

- ❖ Apresentar os conceitos fundamentais de Arquitetura e Organização de Computadores;
- ❖ Relacionar a aplicação dos conceitos fundamentais nos projetos modernos de Sistemas Computacionais;
- ❖ Apresentar e discutir o papel da tecnologia na implementação das Arquiteturas de Computadores e de Sistemas Computacionais;
- ❖ Apresentar as estratégias e técnicas de melhoria de desempenho e confiabilidade dos Sistemas Computacionais.

Apresentação da disciplina

■ Critérios de avaliação:

- ❖ P1 = 30% da nota
- ❖ P2 = 30% da nota
- ❖ Trabalho = 35% da nota
- ❖ Participação = 5% da nota



$$MF = 0,30 \cdot P1 + 0,30 \cdot P2 + 0,35 \cdot Trab + 0,05 \cdot Part$$

Apresentação da disciplina

■ Conceito Final (CF):

- ❖ A → MF $\geq 9,0$
- ❖ B → $7,5 \leq MF < 9,0$
- ❖ C → $6,0 \leq MF < 7,5$
- ❖ D → $4,5 \leq MF < 6,0$
- ❖ F → MF < 4,5



$$MF = 0,30 \cdot P1 + 0,30 \cdot P2 + 0,35 \cdot Trab + 0,05 \cdot Part$$

Apresentação da disciplina

- Recuperação: CF D ou F
- Conceito Final com Recuperação (CFR):

- ❖ C → $MR \geq 6,0$
 - ❖ D → $5,0 \leq MR < 6,0$
 - ❖ F → $MR < 5,0$
- } Aprovado

$$\rightarrow MR = 0,50 \cdot MF + 0,50 \cdot Rec$$

Trabalho - Tema

■ Arquitetura RISC-V

- ❖ História
- ❖ Características
- ❖ Comparações
- ❖ etc



<https://riscv.org/>

Trabalho - Entregáveis

- Grupos de 4 a 5 integrantes
- Relatório (máx. 5-8 páginas)
 - ❖ Introdução
 - ❖ Objetivos do trabalho
 - ❖
 - ❖ Conclusão
 - ❖ Bibliografia



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TÉCNICAS

Participação

- Exercícios de curta duração a serem entregues ao final da aula;
- Atividades via Moodle;

Datas importantes

- P1 → 12/11/2024
- Entrega do Trabalho → 13/12/2024
- P2 → 17/12/2024
- Limite p/ solicitar Sub → 17/12/2024
- Sub → 20/12/2024
- Rec → 30/01/2025



Bibliografia do curso

- STALLINGS, W. Arquitetura e Organização de Computadores. 10. ed. Pearson, 2018.
- HENNESSY, J. L.; PATTERSON, D. A. Arquitetura de computadores: uma abordagem quantitativa. 5. ed. Rio de Janeiro, RJ: Campus, 2013.
- TANENBAUM, A. S. Organização estruturada de computadores. 5. ed. São Paulo, SP: Prentice Hall Brasil, 2007.

Bibliografia complementar

- DANTAS, M. Computação distribuída de alto desempenho: redes, clusters e grids computacionais. Rio de Janeiro, RJ: Axcel Books; 2005.
- HARRIS, D.; HARRIS, S. Digital design and computer architecture. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2013.
- NULL, L.; LOBUR, J. Princípios básicos de arquitetura e organização de computadores. 2. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2010.
- PATTERSON, D. A.; HENNESSY, J. L. Organização e projeto de computadores: a interface hardware / software. 4. ed. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2014.
- WEBER, R. F. Fundamentos de arquitetura de computadores. 3. ed. Porto Alegre, RS: Sagra, 2004.

Conteúdo da disciplina

- História e Evolução dos Computadores e Sistemas;
- Estrutura de Computadores Digitais;
- Lógica Digital Binária;
- Processamento;
- Instruções e linguagem de máquina;
- Microprocessadores modernos: pipeline, superescalar, RISC;
- Memórias cache e gerenciamento de memórias;
- Arquitetura de computadores pessoais;
- Arquitetura de Computadores Paralelos;
- Sistemas Computacionais: desempenho e confiabilidade.

Arquitetura de Computadores



Objetivos de aprendizagem

- Explicar as funções gerais e a estrutura de um computador digital.
- Apresentar uma visão geral da evolução da tecnologia dos computadores desde os primeiros computadores digitais até os últimos microprocessadores.
- Apresentar uma visão geral da arquitetura x86.
- Definir sistemas embarcados e listar alguns dos requisitos e das restrições que vários sistemas embarcados podem encontrar.

O que é um computador?



O que é um computador?



ESTRELAS ALÉM
DO TEMPO

■ Organização e arquitetura

- Arquitetura de computador refere-se aos atributos de um sistema visíveis a um programador.
- Organização de computador refere-se às unidades operacionais e suas interconexões que percebam as especificações de arquitetura.
- Historicamente, e ainda hoje, a distinção entre arquitetura e organização tem sido importante.
- Os diferentes modelos na família têm diferentes características de preço e desempenho.

Estrutura e função

- Em cada nível, o projetista está interessado em:
 - ❖ **Estrutura:** o modo como os componentes são inter-relacionados.
 - ❖ **Função:** a operação individual de cada componente como parte da estrutura.
- Em termos de descrição, temos duas escolhas:
 - I. começar de baixo e subir até uma descrição completa, ou
 - II. começar com uma visão de cima e decompor o sistema em suas subpartes.

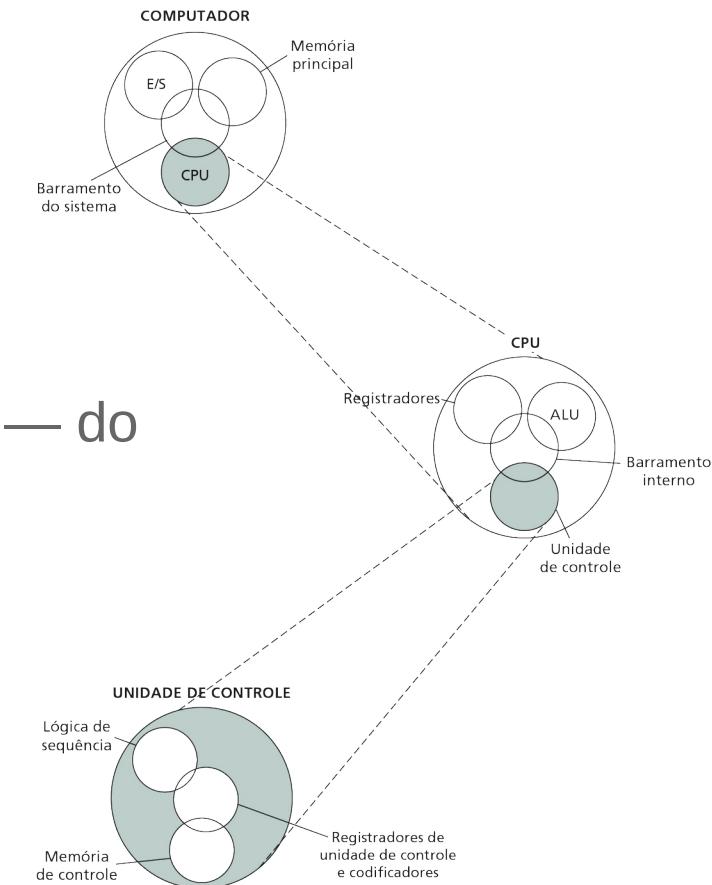
Função

- Em termos gerais, há somente quatro funções básicas que podem ser apresentadas pelo computador:
 - i. Processamento de dados
 - ii. Armazenamento de dados
 - iii. Movimentação de dados
 - iv. Controle

Estrutura

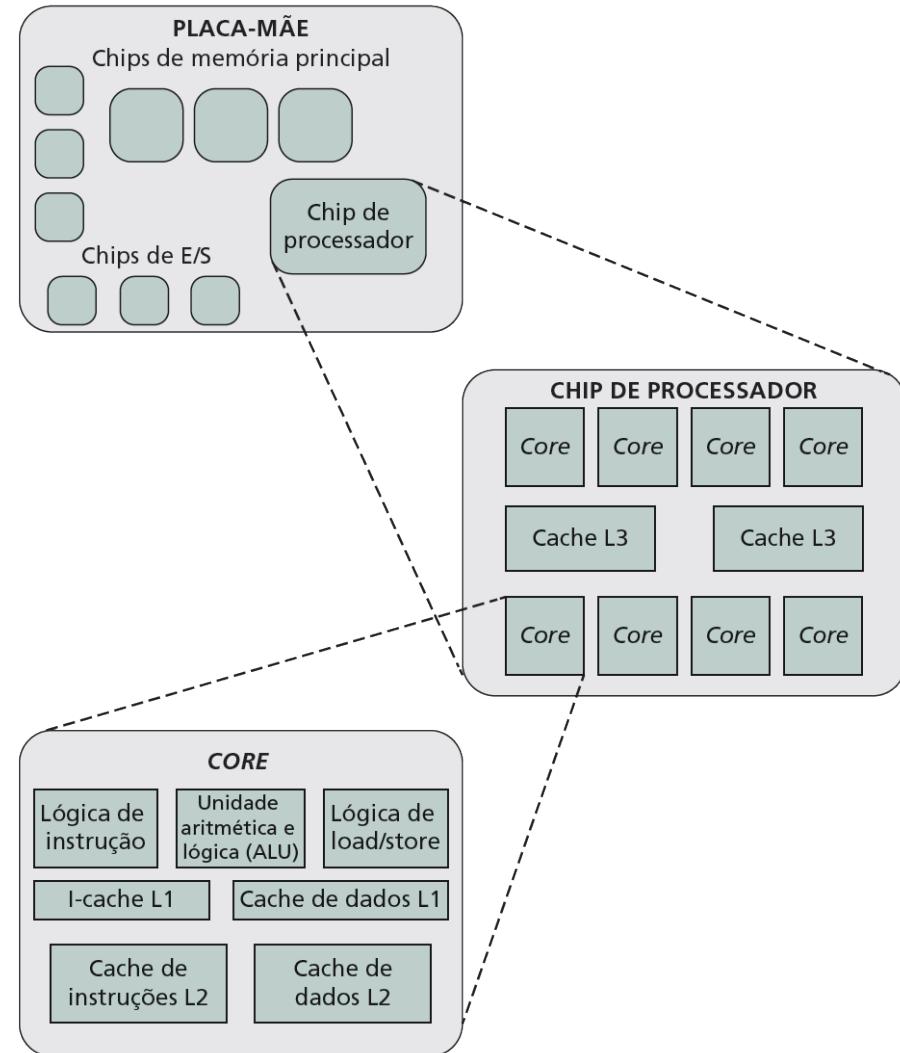
■ Há quatro componentes estruturais principais:

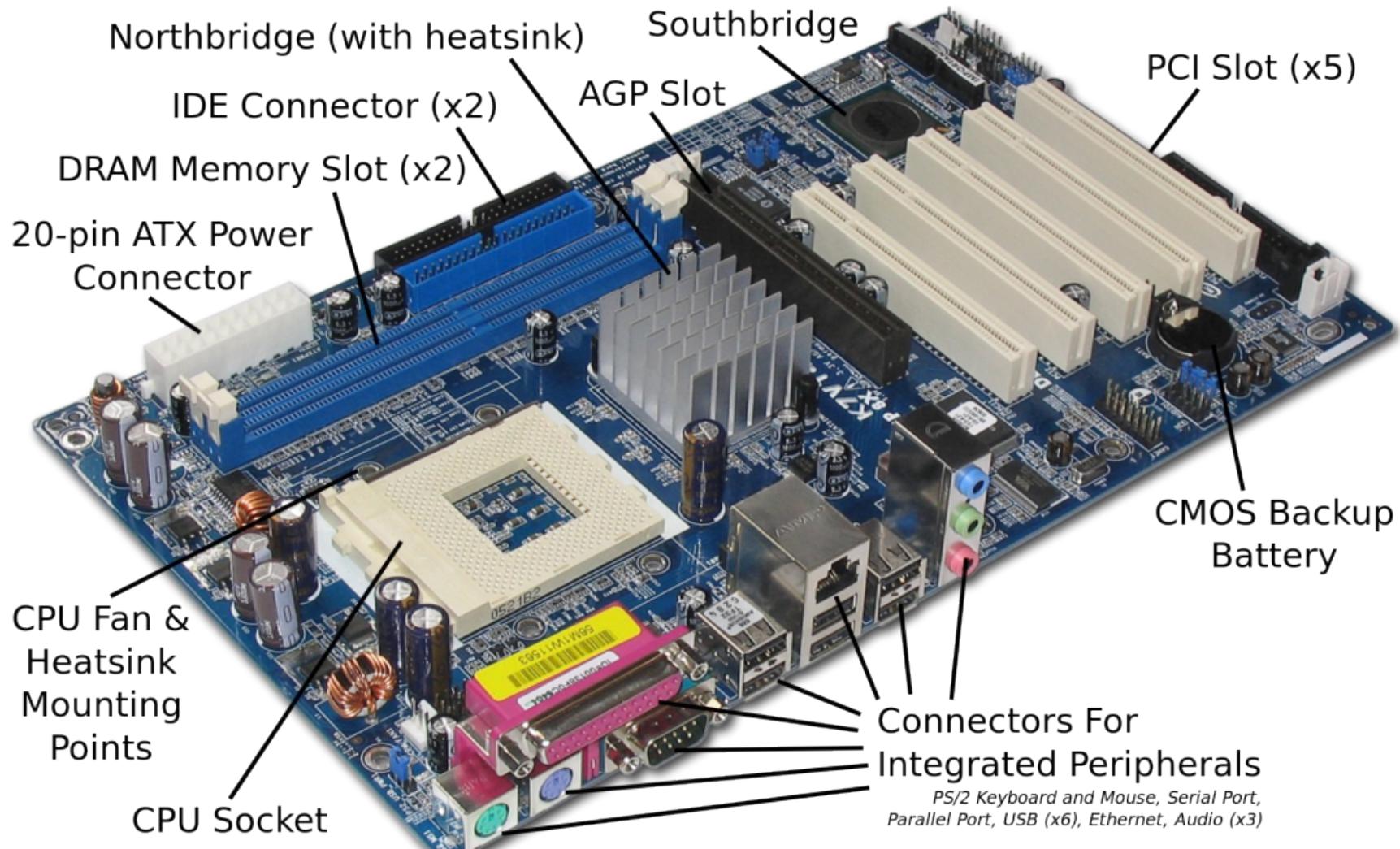
- i. Unidade central de processamento (CPU — do inglês, Central Processing Unit)
- ii. Memória principal
- iii. E/S
- iv. Sistema de interconexão



Estrutura

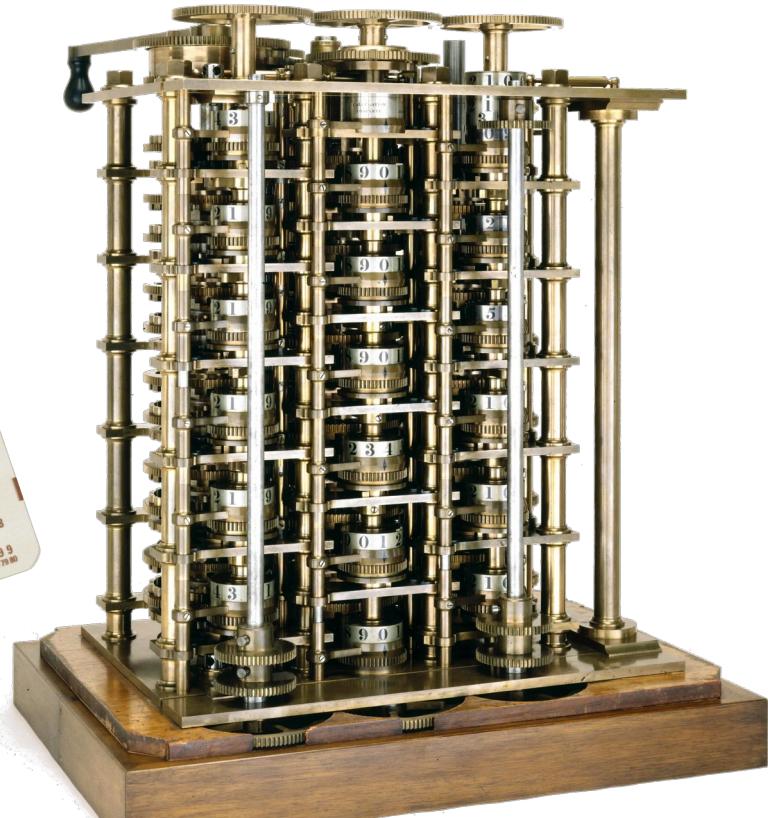
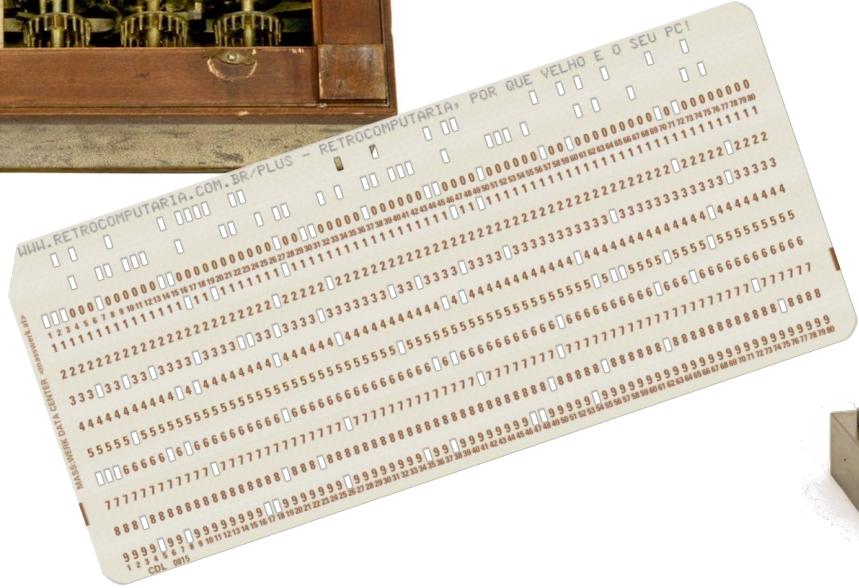
- Quando todos os processadores residem em um único chip, o termo computador **multicore** é usado.
- Cada unidade de processamento é chamada de core (núcleo).
- Outra característica proeminente de computadores contemporâneos é o uso de múltiplas camadas de memória, chamada de memória **cache**, entre o processador e a memória principal.





- Em linhas gerais, os elementos funcionais de um core são:
 - ❖ Lógica de instrução: inclui as tarefas envolvidas em buscar instruções, e decodificar cada instrução a fim de determinar a operação de instrução e os locais de memória dos operandos.
 - ❖ Unidade lógica e aritmética (ALU): executa a operação especificada por uma instrução.
 - ❖ Lógica de load/store: gerencia a transferência de dados para e de uma memória principal através da cache.

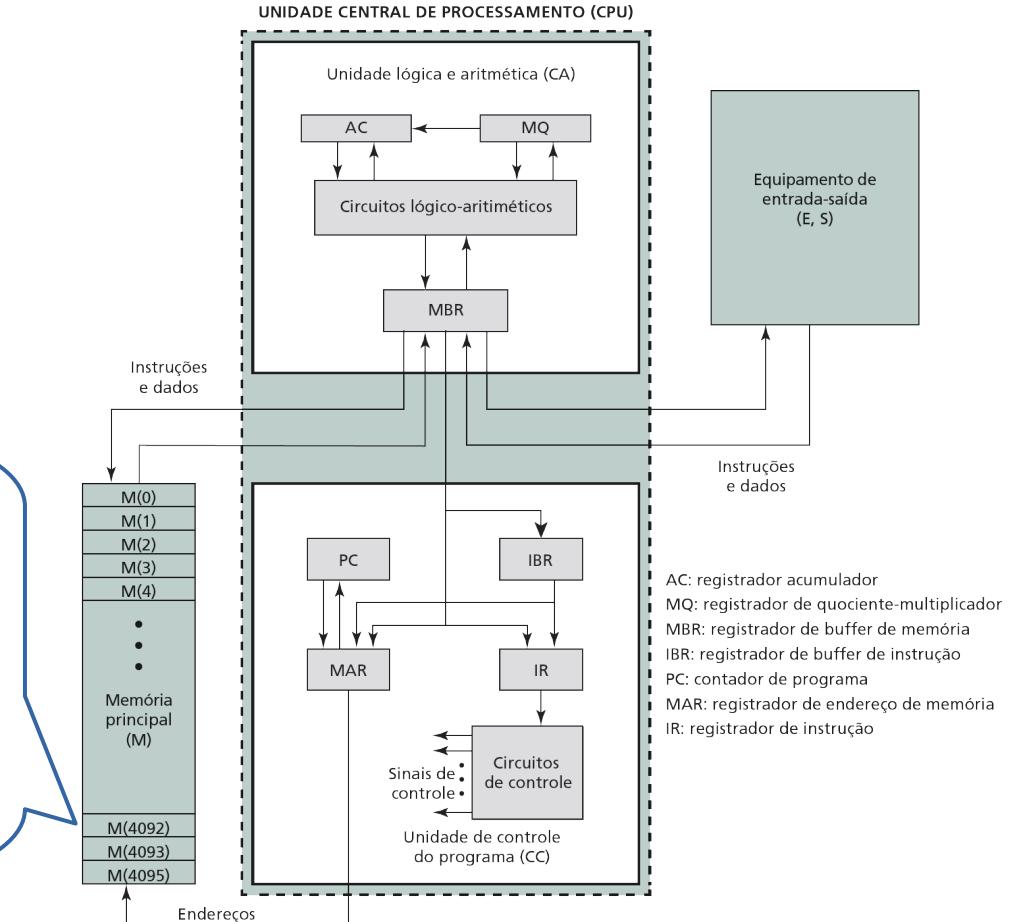
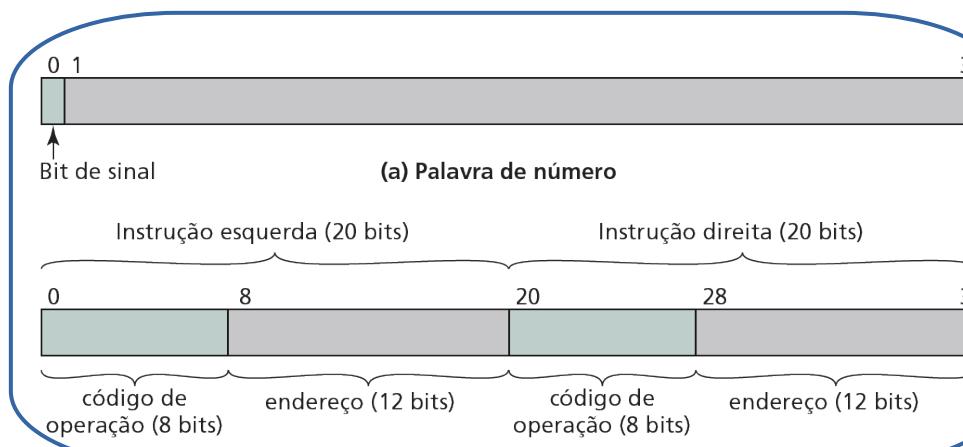
A pré-história dos computadores



Uma breve história dos computadores

1ª. Geração: Válvulas

O mais famoso computador de primeira geração é conhecido como computador **IAS**.

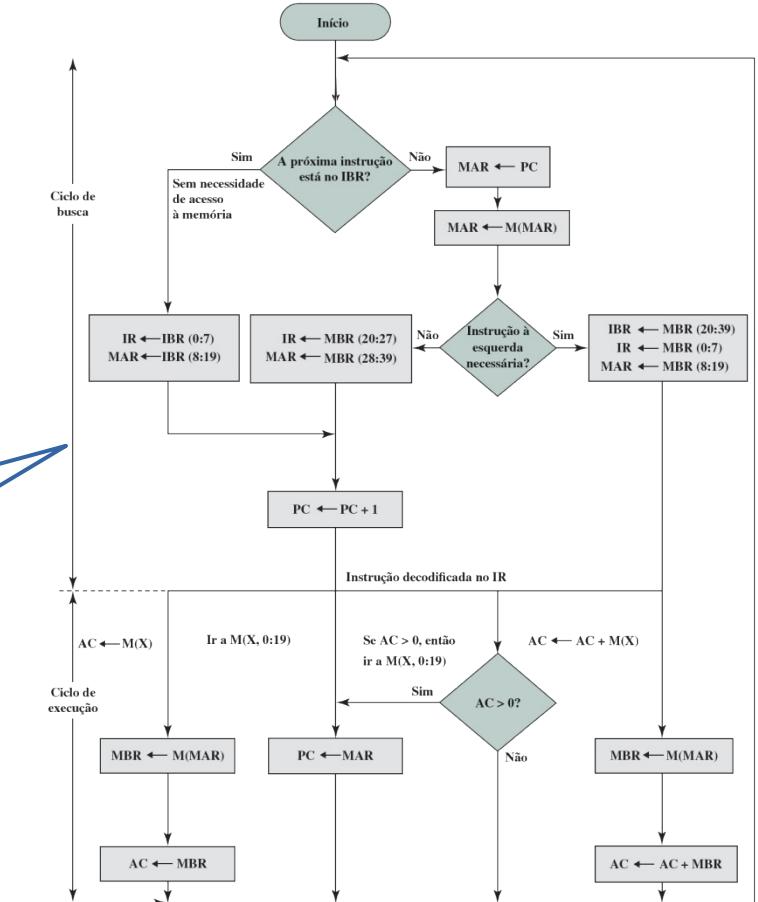


Uma breve história dos computadores

1ª. Geração: Válvulas

O mais famoso computador de primeira geração é conhecido como computador **IAS**.

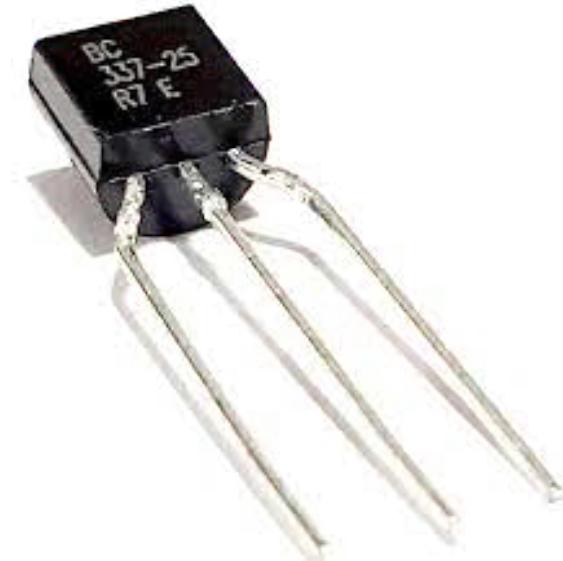
Fluxograma de operação do IAS



Uma breve história dos computadores

2ª. Geração: Transístores

A segunda geração viu uma introdução de unidades aritméticas e lógicas e unidades de controle, o uso de linguagem de programação de alto nível e a disponibilização dos softwares de sistema com o computador.

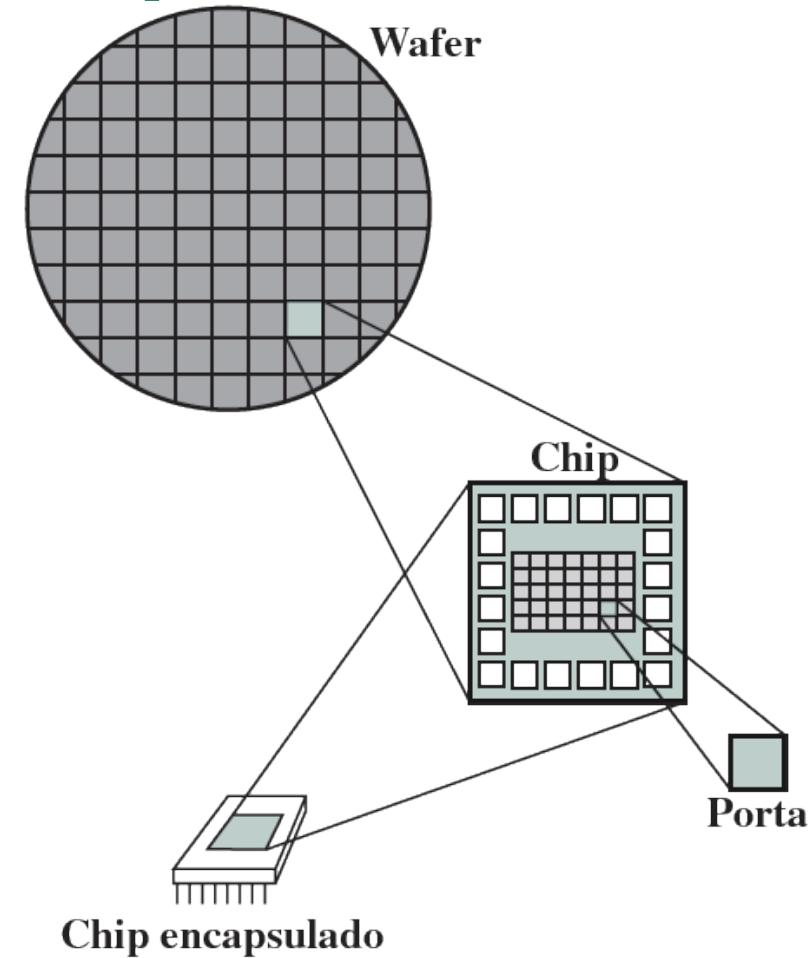


Uma breve história dos computadores

3ª. Geração: Circuitos Integrados

Em 1958, chegou a realização que revolucionou a eletrônica e iniciou a era da microeletrônica: a invenção do circuito integrado.

Os primeiros circuitos integrados são conhecidos como integração em pequena escala (SSI – do inglês, Small-Scale Integration).

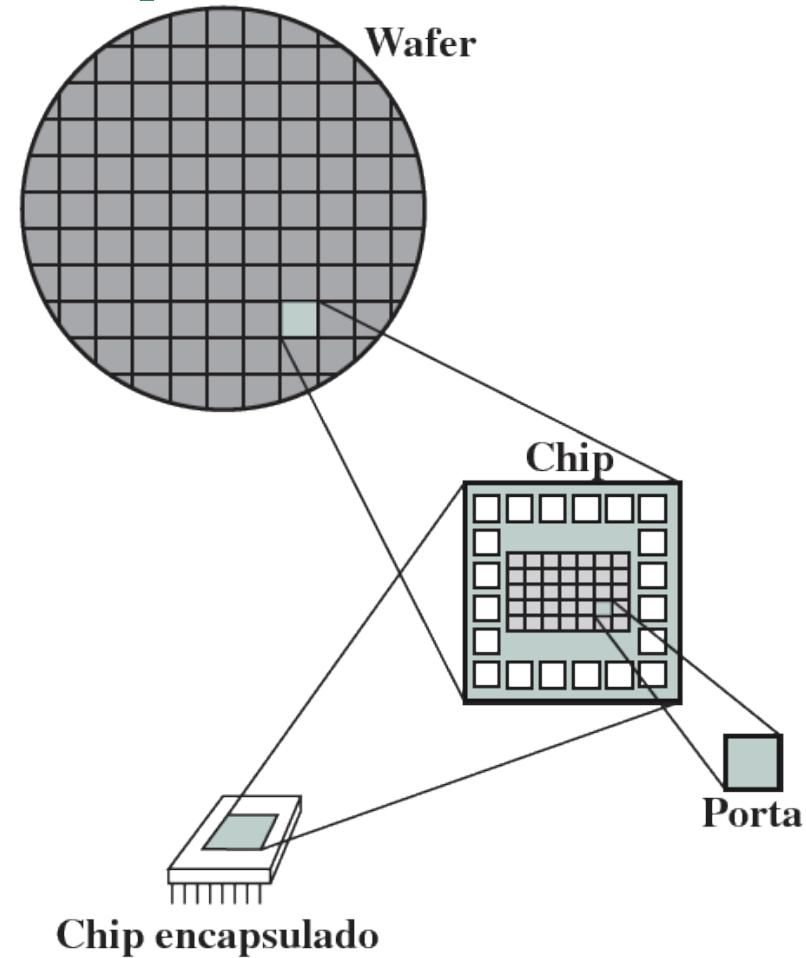


Uma breve história dos computadores

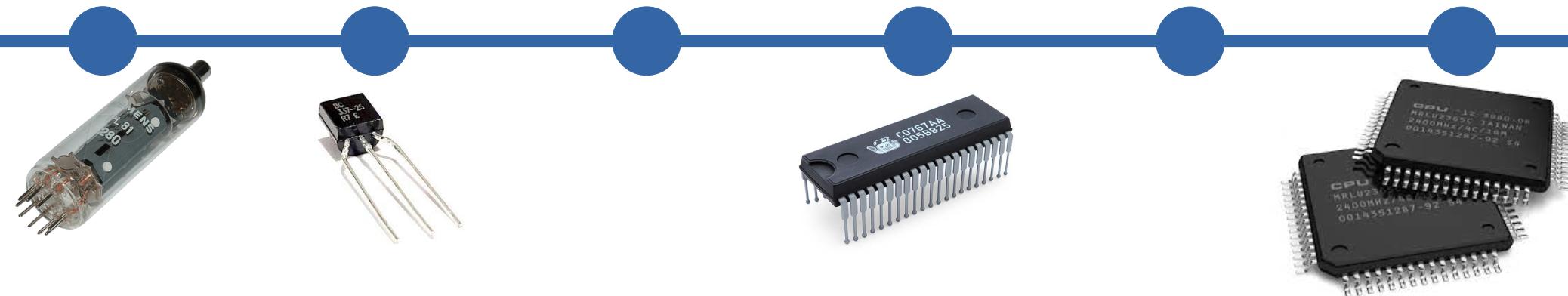
Gerações posteriores

Com a introdução da integração em grande escala (LSI), mais de 1.000 componentes podem ser colocados em um único chip de circuito integrado.

A integração em escala muito grande (VLSI – do inglês, Very-Large-Scale Integration) alcançou mais de 10.000 componentes por chip, enquanto os chips com integração em escala ultragrande (ULSI – do inglês, Ultra-Large-Scale Integration) podem conter mais de um bilhão de componentes.



Uma breve história dos computadores



Geração	Datas aproximadas	Tecnologia	Velocidade normal (operações por segundo)
1	1946–1957	Válvula	40.000
2	1957–1964	Transistor	200.000
3	1965–1971	Integração em pequena e média escala	1.000.000
4	1972–1977	Integração em grande escala	10.000.000
5	1978–1991	Integração em escala muito grande	100.000.000
6	1991–	Integração de escala ultra grande	> 1.000.000.000

A evolução da arquitetura Intel x86

1970's

	(a) Processadores da década de 1970				
	4004	8008	8080	8086	8088
Introduzido	1971	1972	1974	1978	1979
Velocidade de clock	108 kHz	108 kHz	2 MHz	5 MHz, 8 MHz, 10 MHz	5 MHz, 8 MHz
Largura do barramento	4 bits	8 bits	8 bits	16 bits	8 bits
Número de transistores	2.300	3.500	6.000	29.000	29.000
Dimensão da tecnologia de fabricação (μm)	10	8	6	3	6
Memória endereçável	640 bytes	16 kB	64 kB	1 MB	1 MB

A evolução da arquitetura Intel x86

1980's

	(b) Processadores da década de 1980			
	80286	386TM DX	386TM SX	486TM DX CPU
Introduzido	1982	1985	1988	1989
Velocidade de clock	6–12,5 MHz	16–33 MHz	16–33 MHz	25–50 MHz
Largura do barramento	16 bits	32 bits	16 bits	32 bits
Número de transistores	134.000	275.000	275.000	1,2 milhão
Dimensão da tecnologia de fabricação (μm)	1,5	1	1	0,8–1
Memória endereçável	16 MB	4 GB	16 MB	4 GB
Memória virtual	1 GB	64 TB	64 TB	64 TB
Cache	—	—	—	8 kB

A evolução da arquitetura Intel x86

1990's

(c) Processadores da década de 1990				
	486TM SX	Pentium	Pentium Pro	Pentium II
Introduzido	1991	1993	1995	1997
Velocidade de clock	16–33 MHz	60–166 MHz,	150–200 MHz	200–300 MHz
Largura do barramento	32 bits	32 bits	64 bits	64 bits
Número de transistores	1,185 milhão	3,1 milhões	5,5 milhões	7,5 milhões
Dimensão da tecnologia de fabricação (μm)	1	0,8	0,6	0,35
Memória endereçável	4 GB	4 GB	64 GB	64 GB
Memória virtual	64 TB	64 TB	64 TB	64 TB
Cache	8 kB	8 kB	512 kB L1 e 1 MB L2	512 kB L2

A evolução da arquitetura Intel x86

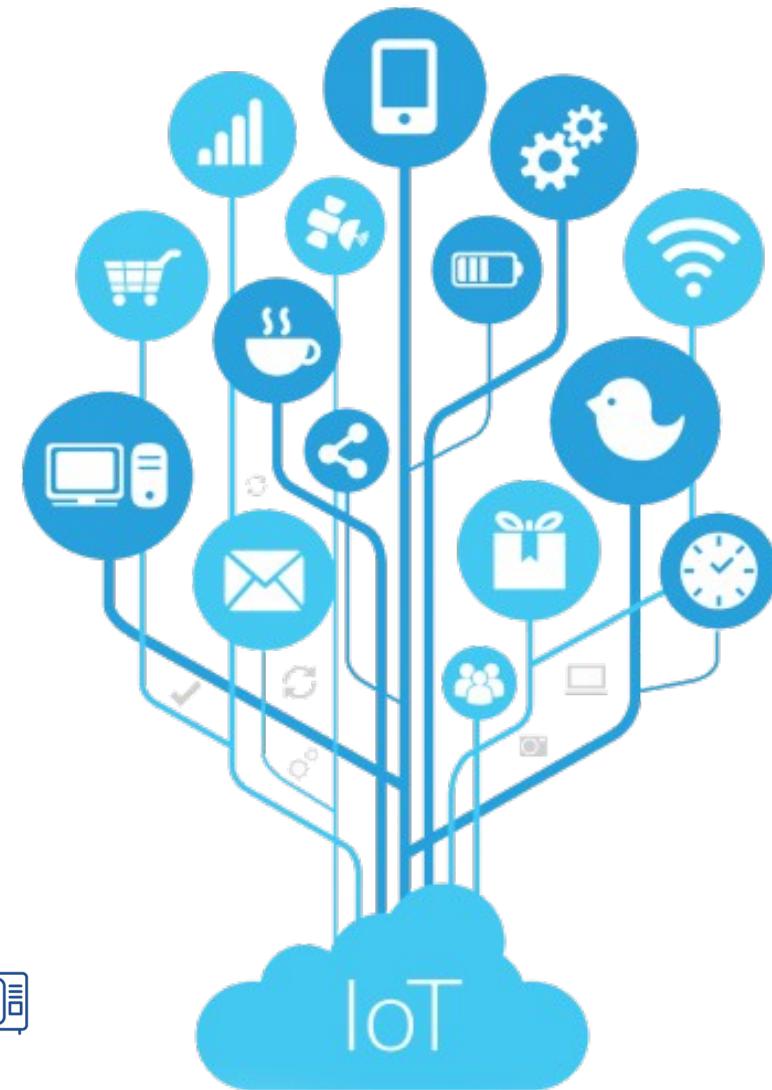
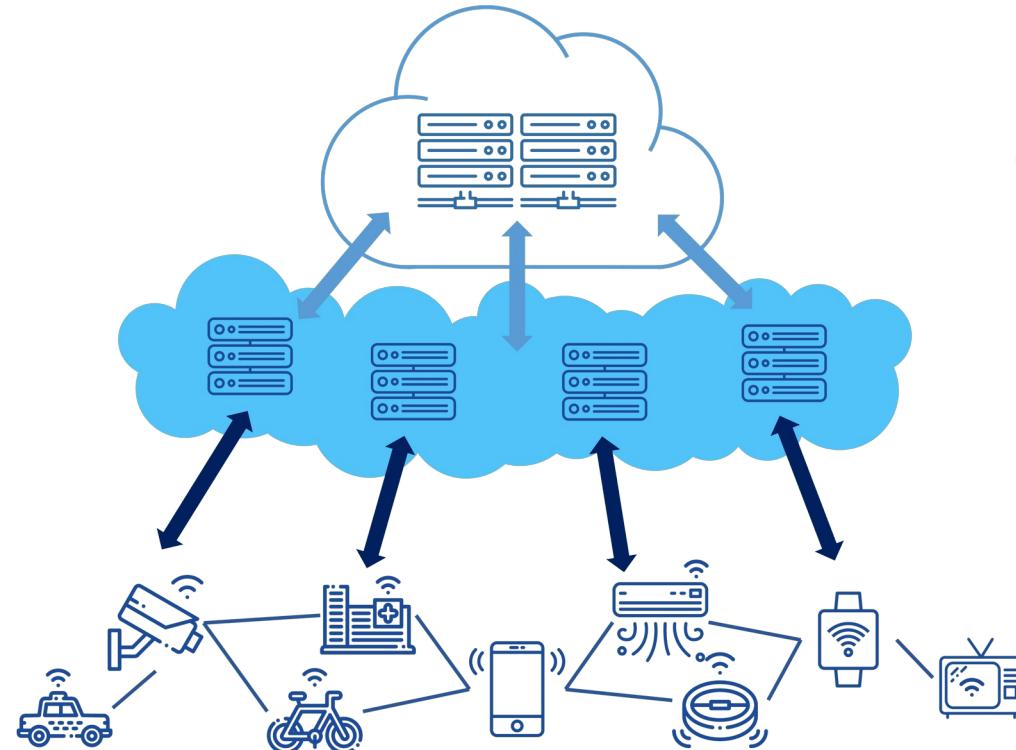
	(d) Processadores recentes			
	Pentium III	Pentium 4	Core 2 Duo	Core i7 EE 4960X
Introduzido	1999	2000	2006	2013
Velocidade de clock	450–660 MHz	1,3–1,8 GHz	1,06–1,2 GHz	4 GHz
Largura do barramento	64 bits	64 bits	64 bits	64 bits
Número de transistores	9,5 milhões	42 milhões	167 milhões	1,86 bilhão
Dimensão da tecnologia de fabricação (nm)	250	180	65	22
Memória endereçável	64 GB	64 GB	64 GB	64 GB
Memória virtual	64 TB	64 TB	64 TB	64 TB
Cache	512 kB L2	256 kB L2	2 MB L2	1,5 MB L2/15 MB L3
Número de cores	1	1	2	6

Internet das Coisas – IoT

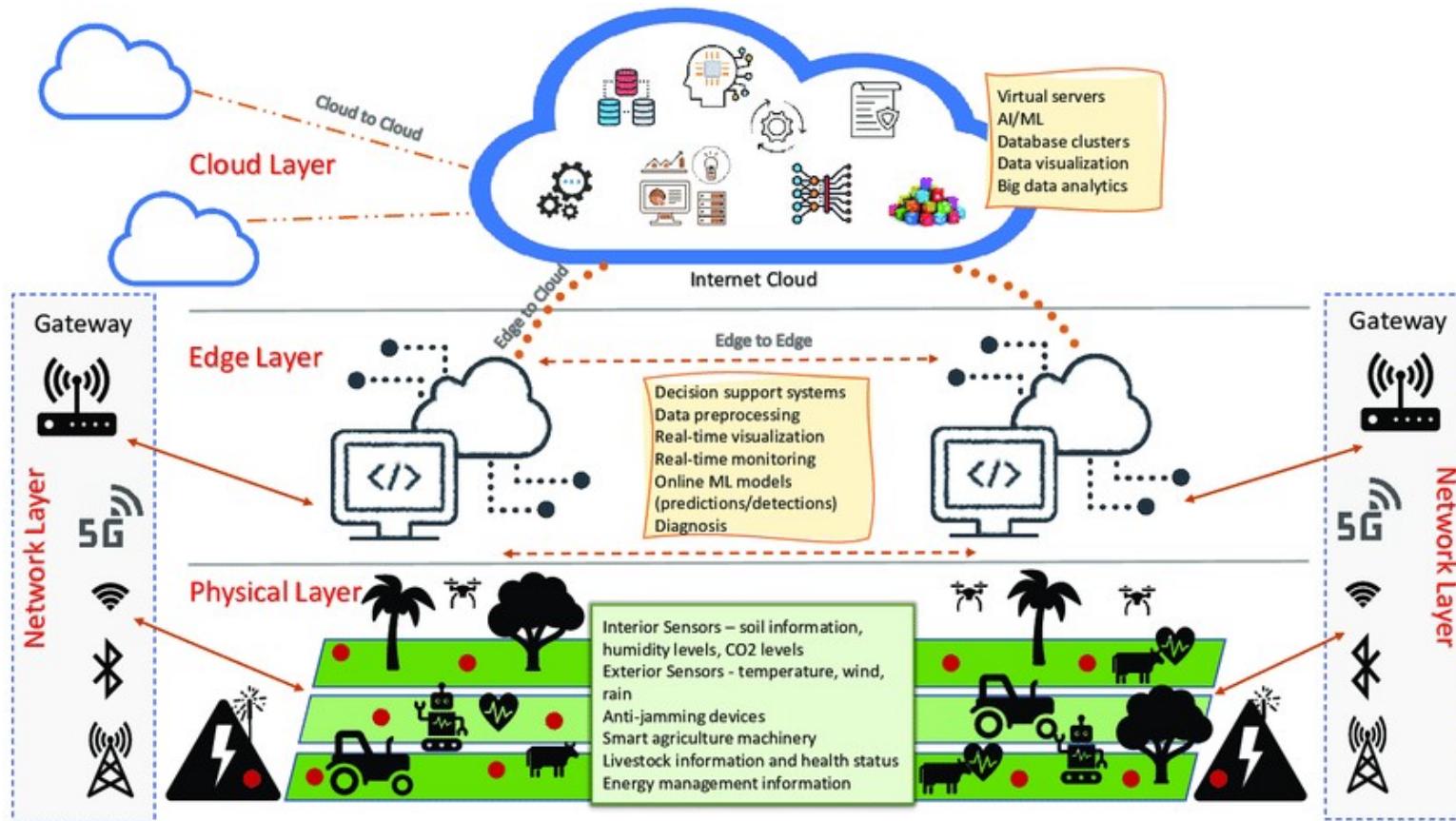
- A Internet das Coisas (IoT — do inglês, Internet of Things) é um termo que se refere à interconexão expansiva dos dispositivos inteligentes, indo de aplicações a minúsculos sensores.
- Com referência aos sistemas terminais suportados, a internet passou por cerca de quatro gerações de implantação:
 - i. Tecnologia da informação (TI)
 - ii. Tecnologia operacional (TO)
 - iii. Tecnologia pessoal
 - iv. Tecnologia de sensor/atuador

Internet das Coisas - IoT

Cloud
Edge nodes
Edge devices

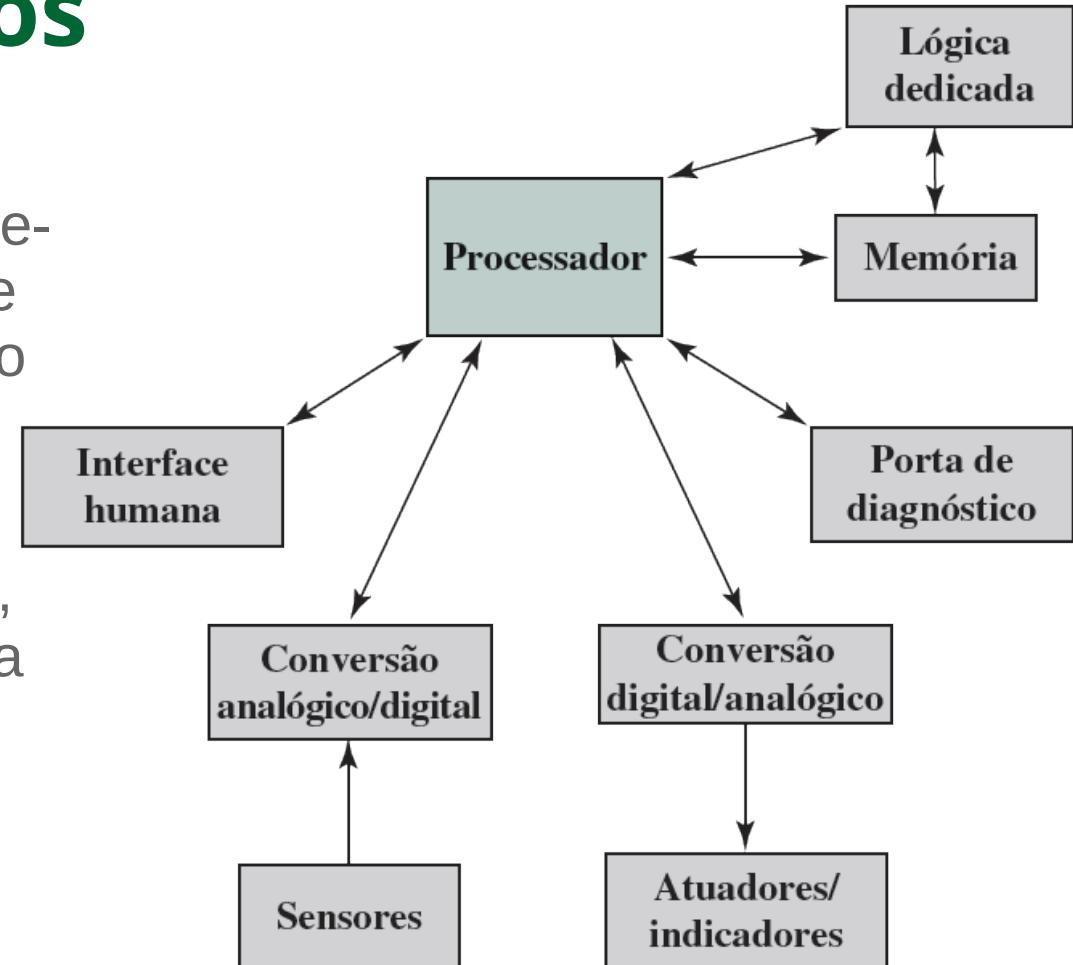


Internet das Coisas - IoT



Sistemas embarcados

- O termo sistema embarcado refere-se ao uso de eletrônica e software dentro de um produto, ao contrário de um computador de uso geral, como um laptop ou desktop.
- Hoje em dia, alguns, ou a maioria, dos dispositivos que usam energia elétrica têm um sistema computacional embarcado.



Sistemas operacionais embarcados

- Há duas técnicas gerais para desenvolver o sistema operacional (SO) embarcado:
 - I. A primeira técnica é pegar um SO existente e adaptar para a aplicação embarcada. Por exemplo, há versões embarcadas de Linux, Windows e Mac, bem como outros sistemas operacionais comerciais e particulares especializados para sistemas embarcados.
 - II. A outra técnica é desenvolver e implementar um SO direcionado unicamente para o uso embarcado. Um exemplo é o TinyOS, amplamente usado em redes de sensor sem fio.

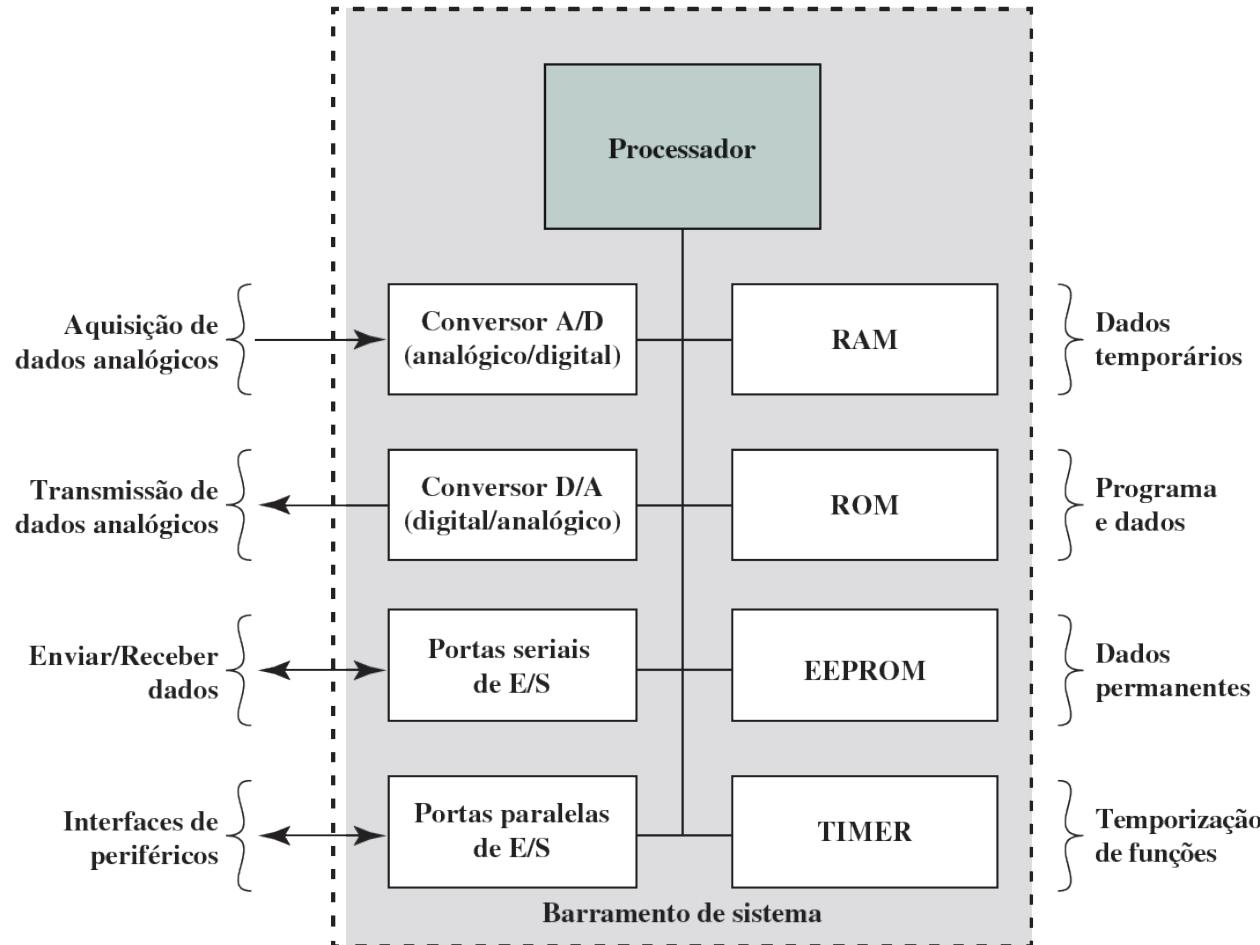
Processadores para aplicações versus processadores dedicados

- Processadores de aplicações são definidos pela capacidade do processador de executar sistemas operacionais complexos, como Linux, Android e Chrome.
- O processador de aplicações é naturalmente de uso geral.
- Um processador dedicado é dedicado a uma ou a algumas poucas tarefas específicas exigidas pelo dispositivo hospedeiro.
- Por conta de tal sistema embarcado ser dedicado a uma tarefa ou a tarefas específicas, o processador e os componentes associados podem ser construídos para reduzir o tamanho e o custo.

■ Microprocessadores versus microcontroladores

- Os primeiros chips de microprocessadores incluíam registradores, uma ALU e algum tipo de unidade de controle ou de lógica de processamento de instrução.
- Chips de microprocessadores atuais incluem diversos cores e uma quantidade substancial de memória cache.
- Um chip microcontrolador faz uso substancialmente diferente do espaço de lógica.
- A figura a seguir mostra em termos gerais os elementos tipicamente encontrados em um chip microcontrolador.

Microprocessadores versus microcontroladores



Arquitetura ARM

- A arquitetura ARM refere-se a uma arquitetura de processador que evoluiu dos princípios de desenvolvimento do RISC e é usada em sistemas embarcados.
- Os chips ARM são processadores de alta velocidade que são conhecidos pelo pequeno tamanho do die e pelo baixo consumo de energia.
- Os chips ARM são os processadores dos populares dispositivos Apple, o iPod e o iPhone, e são usados em praticamente todos os smartphones Android.
- O conjunto de instruções ARM é altamente regular.

Arquitetura ARM

- A ARM Holdings licencia um número de microprocessadores especializados e relacionados às tecnologias, mas a maior parte de sua linha de produtos é a família das arquiteturas de microprocessadores Cortex.
- Há três arquiteturas Cortex, convenientemente denominadas pelas iniciais A, R e M:
 - Cortex-A e Cortex-A50
 - Cortex-R
 - Cortex-M

Computação em nuvem

- A NIST define a computação em nuvem, em NIST SP-800-145:
 - ❖ Computação em nuvem: Um modelo para possibilitar acesso onipresente, conveniente e sob demanda a um grupo compartilhado de recursos de computação configuráveis que pode ser rapidamente fornecido e liberado com um esforço mínimo de gerenciamento ou interação do provedor de serviço.
- A rede em nuvem refere-se às redes e funcionalidades de gerenciamento de rede que devem estar em ordem para possibilitar a computação em nuvem.

■ Computação em nuvem

- O armazenamento em nuvem consiste em um armazenamento de base de dados e aplicações de base de dados hospedadas nos servidores da nuvem.
- O provedor de serviço de nuvem (CSP — do inglês, Cloud Service Provider) mantém os recursos de computação e armazenamento de dados que estão disponíveis na internet ou em redes privadas.
- Praticamente todos os serviços de nuvem são providos pelo uso de um dos três modelos (apresentados na figura a seguir): SaaS, PaaS e IaaS.

Computação em nuvem

On premise

Arquitetura tradicional de TI

- Aplicações
- Estrutura de aplicação
- Compiladores
- Ambiente de tempo de execução
- Base de dados
- Sistema operacional
- Máquina virtual
- Hardware servidor
- Armazenamento
- Rede

Mais complexo
Mais custos iniciais
Menos escalável
Mais customizável

Infraestrutura como um serviço (IaaS)

- Aplicações
- Estrutura de aplicação
- Compiladores
- Ambiente de tempo de execução
- Base de dados
- Sistema operacional
- Máquina virtual
- Hardware servidor
- Armazenamento
- Rede

Gerenciado pelo cliente
Gerenciado por CSP

Plataforma como um serviço (PaaS)

- Aplicações
- Estrutura de aplicação
- Compiladores
- Ambiente de tempo de execução
- Base de dados
- Sistema operacional
- Máquina virtual
- Hardware servidor
- Armazenamento
- Rede

Gerenciado pelo cliente
Gerenciado por CSP

Software como um serviço (SaaS)

- Aplicações
- Estrutura de aplicação
- Compiladores
- Ambiente de tempo de execução
- Base de dados
- Sistema operacional
- Máquina virtual
- Hardware servidor
- Armazenamento
- Rede

Gerenciado por CSP

Menos complexo
Menor custo adiantado
Mais escalável
Menos customizável

Anexo – Unidades de medidas

Expoente	Prefixo	Expoente	Prefixo
10^{-3}	mini	10^3	kilo
10^{-6}	micro	10^6	mega
10^{-9}	nano	10^9	giga
10^{-12}	pico	10^{12}	tera
10^{-15}	femto	10^{15}	peta
10^{-18}	ato	10^{18}	exa
10^{-21}	zepto	10^{21}	zeta
10^{-24}	iocto	10^{24}	iota