

Arquitetura de computadores e sistemas operacionais

Contexto e história

Gabriel V C Candido
gabriel.candido@ifpr.edu.br

Instituto Federal do Paraná - Pinhais

Sumário

Contexto

História

História da computação

Computador e informações

Linguagens

Arquitetura de von Neumann

Representação de informações

Sumário

Contexto

História

História da computação

Computador e informações

Linguagens

Arquitetura de von Neumann

Representação de informações

O que veremos na disciplina

- ▶ como o computador executa programas;
- ▶ qual a interface entre o hardware e o software;
- ▶ gestão e uso eficiente de recursos;



Por que estudar isso?

- ▶ ser um programador competente
- ▶ usar bem recursos da máquina
 - ▶ processamento
 - ▶ hierarquia de memória
 - ▶ entrada e saída
- ▶ importância e impacto das coisas acima na nossa vida e sociedade

Sumário

Contexto

História

História da computação

Computador e informações

Linguagens

Arquitetura de von Neumann

Representação de informações

História

- ▶ Revolução Industrial: século XIX

Muitos avanços, muito rápido

História

- ▶ Revolução Industrial: século XIX
 - ▶ eletricidade
 - ▶ rádio
 - ▶ telefone
 - ▶ automóveis
 - ▶ aviões

Muitos avanços, muito rápido

História

- ▶ Revolução Industrial: século XIX
 - ▶ eletricidade
 - ▶ rádio
 - ▶ telefone
 - ▶ automóveis
 - ▶ aviões
- ▶ automação

Muitos avanços, muito rápido

História

- ▶ Revolução Industrial: século XIX
 - ▶ eletricidade
 - ▶ rádio
 - ▶ telefone
 - ▶ automóveis
 - ▶ aviões
- ▶ automação
- ▶ era da informação

Muitos avanços, muito rápido

História

- ▶ Revolução Industrial: século XIX
 - ▶ eletricidade
 - ▶ rádio
 - ▶ telefone
 - ▶ automóveis
 - ▶ aviões
- ▶ automação
- ▶ era da informação
 - ▶ trabalho físico → trabalho mental

Muitos avanços, muito rápido

Sumário

Contexto

História

História da computação

Computador e informações

Linguagens

Arquitetura de von Neumann

Representação de informações

História da computação

~ 2300 a.C.: ábaco (mesopotâmia)

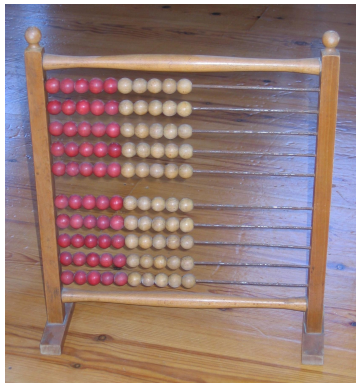


Figura: Ábaco ocidental usado em escolas infantis. Fonte: Wikipedia

História da computação

1642: pascalina (Blaise Pascal: pai era supervisor de impostos na França)

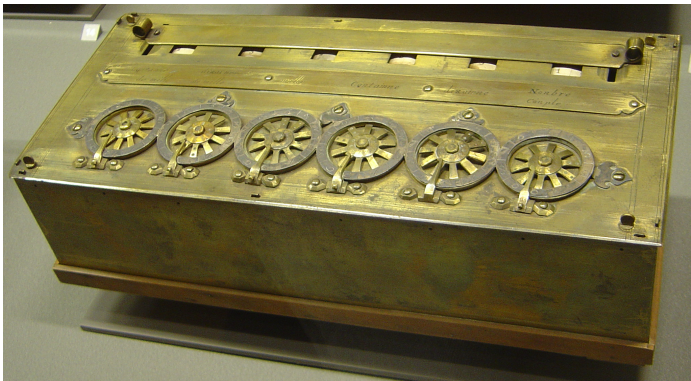


Figura: Pascalina no Museu de Artes e Ofícios, Paris. Fonte: Wikipedia

História da computação

1804: máquina de Jacquard (*Jacquard's loom*)



Figura: Máquina de Jacquard no Museu Nacional da Escócia.

Fonte: Wikipedia

História da computação

1837: máquina analítica de Babbage

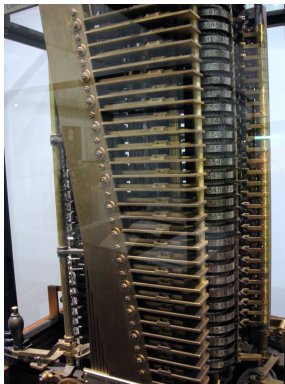


Figura: Máquina analítica de Babbage no Museu de Ciências de Londres. Fonte: Wikipedia

História da computação

1936: máquina de Turing (modelo abstrato, matemático)

$$M = \langle Q, \Gamma, b, \delta, q_0, F \rangle$$

- ▶ Q é um conjunto finito e não vazio de estados
- ▶ Γ é um conj. finito de símbolos da fita, ou, alfabeto
- ▶ $b \in \Gamma$, símbolo branco
- ▶ $\delta : Q \times \Gamma \rightarrow Q \times \Gamma \times L, R$
- ▶ $q_0 \in Q$ é o estado inicial
- ▶ $F \subseteq Q$ são os estados finais ou estados de aceitação

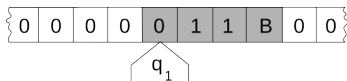


Figura: Fita de uma MT. Fonte: Wikipedia

História da computação

1937: lógica de relés de Shannon

1938: Z1, de Zuse

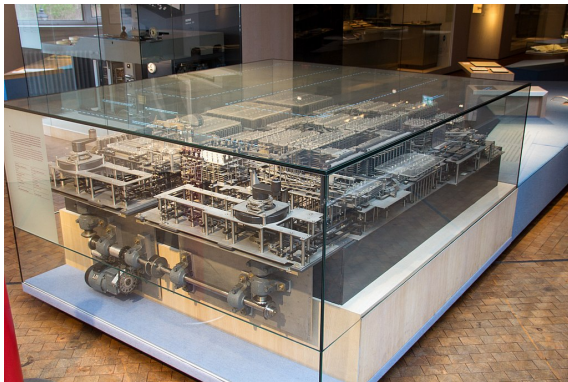


Figura: Réplica do Z1 no Museu de Tecnologia Alemão. Fonte: Wikipedia

O “primeiro” “computador”

1945: ENIAC (*Electronic Numerical Integrator And Computer*)

O primeiro computador digital eletrônico e programável

O “primeiro” “computador”

1945: ENIAC (*Electronic Numerical Integrator And Computer*)

O primeiro computador digital eletrônico e programável

- ▶ USD 487,000 (USD 6,6 milhões em 2022)

O “primeiro” “computador”

1945: ENIAC (*Electronic Numerical Integrator And Computer*)

O primeiro computador digital eletrônico e programável

- ▶ USD 487,000 (USD 6,6 milhões em 2022)
- ▶ 18,000 válvulas a vácuo
- ▶ 27 toneladas
- ▶ 2x1x30 metros
- ▶ 150kW

O “primeiro” “computador”

1945: ENIAC (*Electronic Numerical Integrator And Computer*)

O primeiro computador digital eletrônico e programável

- ▶ USD 487,000 (USD 6,6 milhões em 2022)
- ▶ 18,000 válvulas a vácuo
- ▶ 27 toneladas
- ▶ 2x1x30 metros
- ▶ 150kW
- ▶ 385 multiplicações por segundo
- ▶ 40 divisões por segundo
- ▶ 3 raízes quadradas por segundo

O “primeiro” “computador”

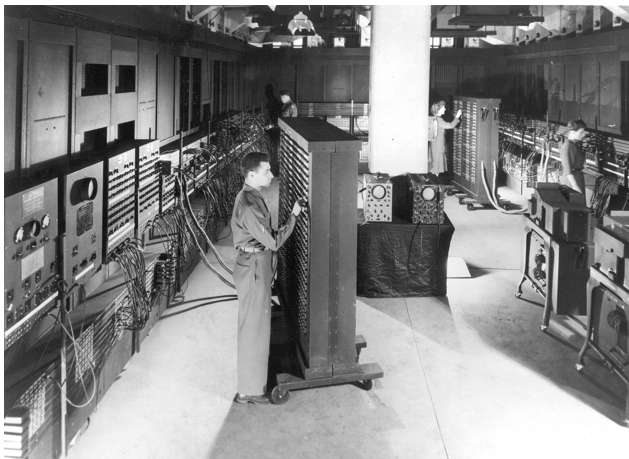


Figura: ENIAC em operação pelo exército dos EUA. Fonte: Wikipedia

Primeira geração

1951 ~ 1958: válvulas a vácuo



Figura: Válvulas a vácuo ou válvulas termiônicas. Fonte: Wikipedia

Primeira geração

1951 ~ 1958: válvulas a vácuo

UNIVAC: censo dos EUA, o primeiro comercial

Primeira geração

1951 ~ 1958: válvulas a vácuo

UNIVAC: censo dos EUA, o primeiro comercial

Problemas com válvulas:

- ▶ milhares de válvulas → calor
- ▶ queimavam com frequência

Primeira geração

1951 ~ 1958: válvulas a vácuo

UNIVAC: censo dos EUA, o primeiro comercial

Problemas com válvulas:

- ▶ milhares de válvulas → calor
- ▶ queimavam com frequência

1957: fitas magnéticas

Segunda geração

1959 ~ 1964: transistor

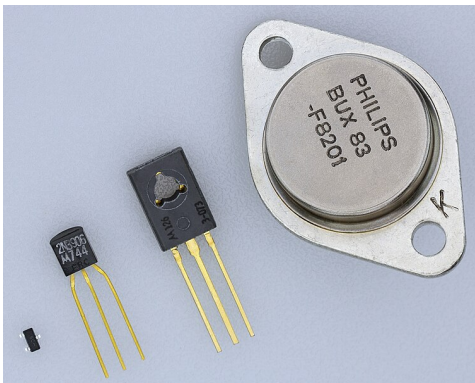


Figura: Diferentes tipos de transistores. Fonte: Wikipedia

Segunda geração

1959 ~ 1964: transistor

Bell Labs desenvolve o transistor em 1947

Segunda geração

1959 ~ 1964: transistor

Bell Labs desenvolve o transistor em 1947

Revolucionou a eletrônica em geral



Segunda geração

1959 ~ 1964: transistor

Bell Labs desenvolve o transistor em 1947

Revolucionou a eletrônica em geral

Muito menores; não exigem pré-aquecimento; menor consumo; menor geração de calor; mais rápidos; mais confiáveis

Segunda geração

1959 ~ 1964: transistor

Bell Labs desenvolve o transistor em 1947

Revolucionou a eletrônica em geral

Muito menores; não exigem pré-aquecimento; menor consumo; menor geração de calor; mais rápidos; mais confiáveis

Apenas em grandes empresas, universidades, governos e militares

Segunda geração

Linguagens de máquina → linguagens simbólicas
(assembly)

Segunda geração

Linguagens de máquina → linguagens simbólicas
(assembly)

Linguagens de alto nível:

- ▶ 1957: FORTRAN
- ▶ 1959: COBOL

Terceira geração

1965 ~ 1970: circuitos integrados

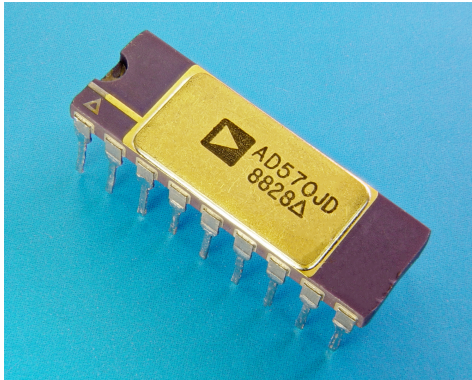


Figura: Circuito integrado. Fonte: Wikipedia

Terceira geração

1965 ~ 1970: circuitos integrados

Circuito eletrônico a partir de silício

Terceira geração

1965 ~ 1970: circuitos integrados

Circuito eletrônico a partir de silício

Cristais de silício com impurezas adicionadas

Terceira geração

1965 ~ 1970: circuitos integrados

Circuito eletrônico a partir de silício

Cristais de silício com impurezas adicionadas

MUITO menores; baratos

Terceira geração



Figura: Mainframe IBM System/360, da década de 1960.

Fonte: Wikipedia

Terceira geração

Desvincular software do hardware

Terceira geração

Desvincular software do hardware

Operações de pequeno e médio porte

Terceira geração

Desvincular software do hardware

Operações de pequeno e médio porte

Compartilhamento de recursos (tarefas concorrentes)

Terceira geração

Desvincular software do hardware

Operações de pequeno e médio porte

Compartilhamento de recursos (tarefas concorrentes)

Processamento interativo

Quarta geração

1971 ~ hoje: microprocessadores

Quarta geração

1971 ~ hoje: microprocessadores

Uso geral, um único chip

Quarta geração

1971 ~ hoje: microprocessadores

Uso geral, um único chip

Relógios digitais, calculadores, carros, televisão, eletrodomésticos, . . .

Quarta geração

1971 ~ hoje: microprocessadores



Figura: Microprocessador AMD Ryzen 5 2600, de 2018. Fonte: Wikipedia

Computadores pessoais

1977: Apple I, Steve Wozniak e Steve Jobs



Figura: Apple I no museu LCM+L, em Seattle. Fonte: Wikipedia

Computadores pessoais

1986: Commodore 64C



Figura: Commodore 64C com monitor e leitor de disquetes.

Fonte: Wikipedia

Computadores pessoais

1981: IBM PC



Figura: IBM PC com teclado e monitor. Fonte: Wikipedia

Computadores pessoais

1981: IBM PC

Expansível, monitor melhor (80 colunas!), esquemas de hardware e software para desenvolvedores

Computadores pessoais

1981: IBM PC

Expansível, monitor melhor (80 colunas!), esquemas de hardware e software para desenvolvedores

Chips Intel

MS-DOS (Microsoft, Windows)

Computadores pessoais

1981: IBM PC

Expansível, monitor melhor (80 colunas!), esquemas de hardware e software para desenvolvedores

Chips Intel

MS-DOS (Microsoft, Windows)

Clones: HP, Dell, ...

Tempos “modernos”

Computadores de mesa (*desktops*): bom desempenho para pessoas; baixo custo

Tempos “modernos”

Computadores de mesa (*desktops*): bom desempenho para pessoas; baixo custo

Laptops

Tempos “modernos”

Computadores de mesa (*desktops*): bom desempenho para pessoas; baixo custo

Laptops

Celulares, *smartphones*

Tempos “modernos”

Computadores de mesa (*desktops*): bom desempenho para pessoas; baixo custo

Laptops

Celulares, *smartphones*

Consoles de videogames

Tempos “modernos”

Computadores de mesa (*desktops*): bom desempenho para pessoas; baixo custo

Laptops

Celulares, *smartphones*

Consoles de videogames

Servidores: bom desempenho para grandes aplicações; ou muitas aplicações pequenas juntas

Tempos “modernos”

Computadores de mesa (*desktops*): bom desempenho para pessoas; baixo custo

Laptops

Celulares, *smartphones*

Consoles de videogames

Servidores: bom desempenho para grandes aplicações; ou muitas aplicações pequenas juntas

Embarcados: microondas, freio ABS, ...

Sumário

Contexto

História

História da computação

Computador e informações

Linguagens

Arquitetura de von Neumann

Representação de informações

O computador

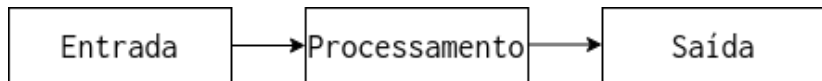


Figura: Ideia geral de um computador.

Abstrações

Abstrair significa esconder os detalhes

Abstrações

Abstrair significa esconder os detalhes

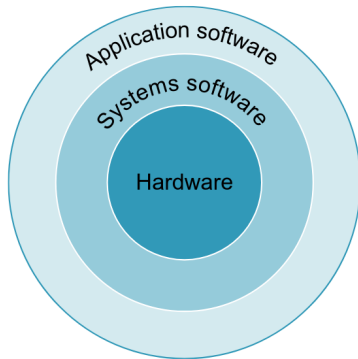


Figura: Camadas/hierarquia de hardware e software. Fonte:
PH 1

Números binários

Sinais elétricos

Números binários

Sinais elétricos: ligado e desligado

Números binários

Sinais elétricos: ligado e desligado

Isso faz com que computadores sejam limitados?

Números binários

Sinais elétricos: ligado e desligado

Isso faz com que computadores sejam limitados?

Alfabeto português

Números binários

Sinais elétricos: ligado e desligado

Isso faz com que computadores sejam limitados?

Alfabeto português

Dígito binário: *bit*

Ligado: 1

Desligado: 0

Sumário

Contexto

História

História da computação

Computador e informações

Linguagens

Arquitetura de von Neumann

Representação de informações

Linguagens

Adicionar dois números:

1001010100101110

Linguagens

Adicionar dois números:

1001010100101110

Horrível para o ser humano

Linguagens

Adicionar dois números:

1001010100101110

Horrível para o ser humano → notações simbólicas

Linguagens

Usar o computador para traduzir as notações:
assembly

Linguagens

Usar o computador para traduzir as notações:
assembly

add A, B

Linguagens

Usar o computador para traduzir as notações:
assembly

add A, B $\rightarrow$ 1001010100101110

Linguagens

Linguagens de alto nível

Linguagens

Linguagens de alto nível

`a = a + b`

Linguagens

Linguagens de alto nível

`a = a + b → add A, B`

Linguagens

Linguagens de alto nível

$a = a + b \rightarrow \text{add } A, B \rightarrow 1001010100101110$

Linguagens

```
swap(size_t v[], size_t k)
{
    size_t temp;
    temp = v[k];
    v[k] = v[k+1];
    v[k+1] = temp;
}

swap:
    slli x6, x11, 3
    add x6, x10, x6
    lw x5, 0(x6)
    lw x7, 4(x6)
    sw x7, 0(x6)
    sw x5, 4(x6)
    jalr x0, 0(x1)

00000000001101011001001100010011
00000000011001010000001100110011
000000000000000110011001010000011
00000000100000110011001110000011
00000000011100110011000000100011
00000000010100110011010000100011
0000000000000000100000001100111
```

Figura: Programa em C, sua versão compilada para assembly e sua versão em linguagem de máquina. Fonte: PH 1

Sumário

Contexto

História

História da computação

Computador e informações

Linguagens

Arquitetura de von Neumann

Representação de informações

Arquitetura de von Neumann

John von Neumann, matemático, trabalhava no ENIAC

Arquitetura de von Neumann

John von Neumann, matemático, trabalhava no ENIAC

Propôs melhorias para a máquina (~ 1945)

Arquitetura de von Neumann

John von Neumann, matemático, trabalhava no ENIAC

Propôs melhorias para a máquina (~ 1945)

- ▶ aritmética binária e não decimal (sinais elétricos e custos)
- ▶ dados e instruções ficam na mesma memória
- ▶ operava de modo repetitivo, em *ciclos de instrução*
- ▶ 4 unidades principais

Arquitetura de von Neumann

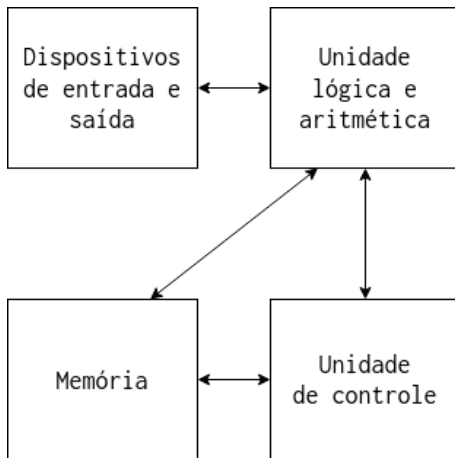


Figura: Arquitetura de von Neumann. Fonte: adaptado de MM 1

Arquitetura de von Neumann

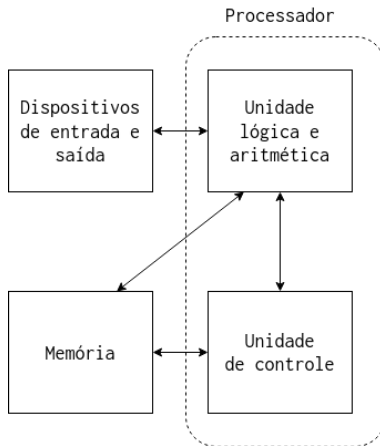


Figura: Computadores como conhecemos. Fonte: adaptado de MM 1

Arquitetura de von Neumann

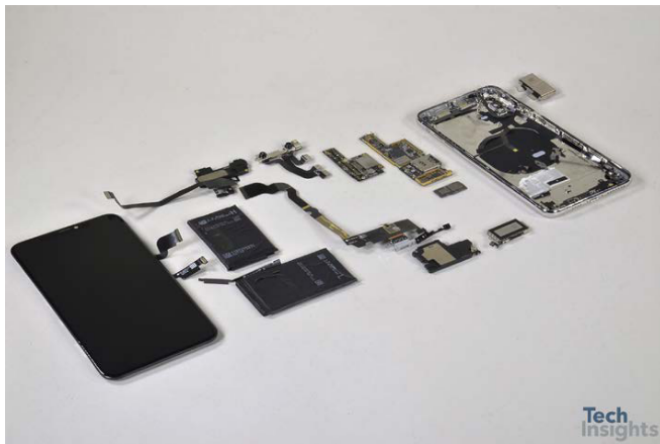


Figura: iPhone XS Max desmontado. Fonte: PH 1

Processador e memória

Unidade central de processamento (do inglês CPU: *central processing unit*)

Processador e memória

Unidade central de processamento (do inglês CPU: *central processing unit*)

Circuitos que interpretam e executam instruções e interagem com dispositivos de armazenamento e dispositivos de entrada e saída (E/S, I/O (do inglês *input/output*))

Processador e memória

Dados → informação

Processador e memória

Dados → informação

Dados são crus, matéria-prima. Dados organizados de maneira útil/significativa são chamados informação

- ▶ notas individuais
- ▶ média do aluno
- ▶ média da turma
- ▶ relatórios acadêmicos

Dispositivos de saída (*output*)

► monitor

Dispositivos de saída (*output*)

- ▶ monitor
- ▶ impressora

Dispositivos de saída (*output*)

- ▶ monitor
- ▶ impressora
- ▶ caixa de som

Dispositivos de saída (*output*)

- ▶ monitor
- ▶ impressora
- ▶ caixa de som
- ▶ ...

Dispositivos de armazenamento

- ▶ disco rígido (HD, *hard disk*)

Dispositivos de armazenamento

- ▶ disco rígido (HD, *hard disk*)
- ▶ SSD

Dispositivos de armazenamento

- ▶ disco rígido (HD, *hard disk*)
- ▶ SSD
- ▶ pendrive

Dispositivos de armazenamento

- ▶ disco rígido (HD, *hard disk*)
- ▶ SSD
- ▶ pendrive
- ▶ CD, DVD

Dispositivos de armazenamento

- ▶ disco rígido (HD, *hard disk*)
- ▶ SSD
- ▶ pendrive
- ▶ CD, DVD
- ▶ ...

Computadores modernos

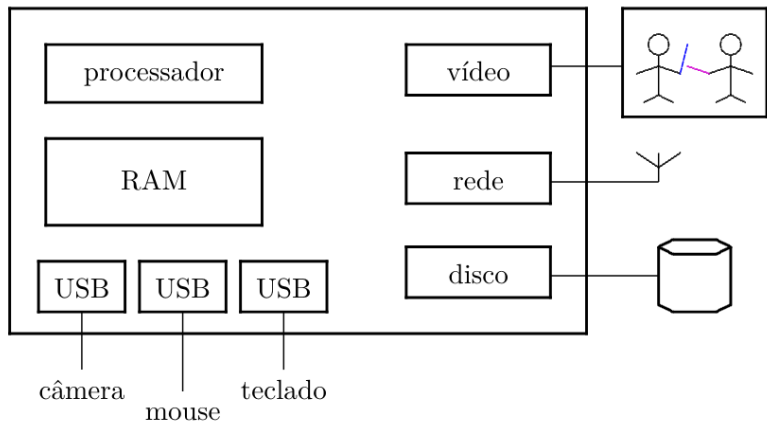


Figura: Organização de um computador pessoal. Fonte: RH 1

Computadores modernos

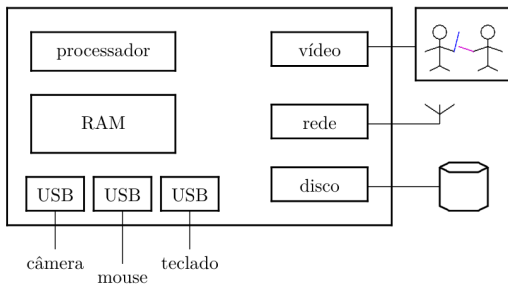


Figura: Organização de um computador pessoal. Fonte: RH 1

► processador: 0/1

Computadores modernos

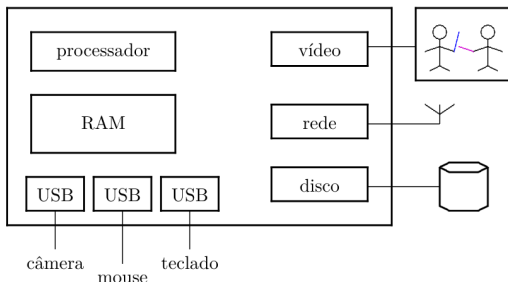


Figura: Organização de um computador pessoal. Fonte: RH 1

- ▶ processador: 0/1
- ▶ RAM: volátil; 0/1

Computadores modernos

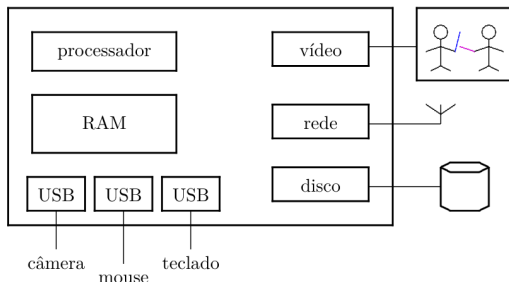


Figura: Organização de um computador pessoal. Fonte: RH 1

- ▶ processador: 0/1
- ▶ RAM: volátil; 0/1
- ▶ USB: serial; mais lento que processador e RAM

Computadores modernos

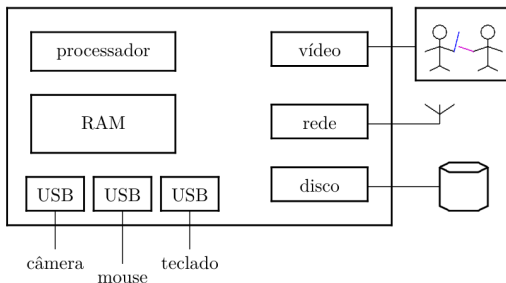


Figura: Organização de um computador pessoal. Fonte: RH 1

- ▶ vídeo: RAM armazena os valores de cores para cada pixel

Computadores modernos

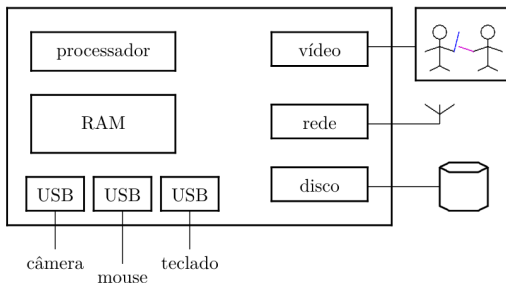


Figura: Organização de um computador pessoal. Fonte: RH 1

- ▶ vídeo: RAM armazena os valores de cores para cada pixel
- ▶ disco: blocos de byte

Computadores modernos

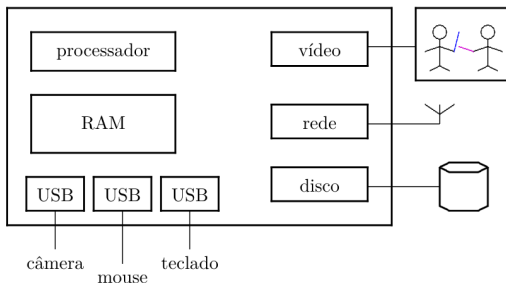


Figura: Organização de um computador pessoal. Fonte: RH 1

- ▶ vídeo: RAM armazena os valores de cores para cada pixel
- ▶ disco: blocos de byte
- ▶ rede: sequência (*stream*) de bits/bytes

Computadores modernos

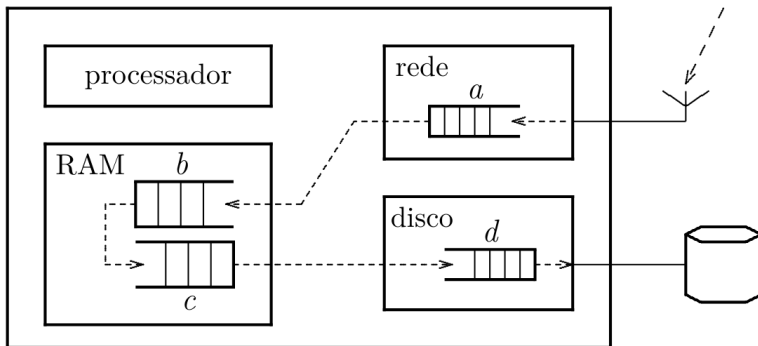


Figura: Fluxo de bytes ao obter um arquivo através da rede.

Fonte: RH 1

Sumário

Contexto

História

História da computação

Computador e informações

Linguagens

Arquitetura de von Neumann

Representação de informações

Representação de informações

Queremos fazer cálculos

Representação de informações

Queremos fazer cálculos

$$33 + 45$$

Representação de informações

Queremos fazer cálculos

$$33 + 45$$

Nós entendemos o que significa, mas o computador não

Representação de informações

Queremos fazer cálculos

$$33 + 45$$

Nós entendemos o que significa, mas o computador não

Sinais elétricos!

Representação de informações

Computadores são digitais

Representação de informações

Computadores são digitais

As informações são convertidas para a forma binária

Representação de informações

Computadores são digitais

As informações são convertidas para a forma binária

Bit: 0/1, sim/não, aberto/fechado, ligado/desligado

Potência de 2

Representação de informações

Computadores são digitais

As informações são convertidas para a forma binária

Bit: 0/1, sim/não, aberto/fechado, ligado/desligado
Potência de 2

Apesar do computador ser digital, os sinais elétricos são analógicos

Representação de informações

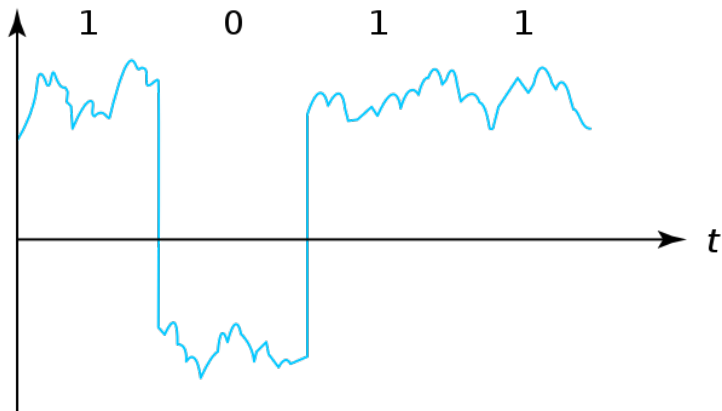


Figura: Sinais analógicos e digitais. Fonte: Wikipedia

Representação de informações

Queremos combinar bits para formar coisas mais interessantes

Representação de informações

Queremos combinar bits para formar coisas mais interessantes

Byte (B): 8 bits

Múltiplos

Quilograma, quilômetro, . . .

Múltiplos

Quilograma, quilômetro, ...

Queremos algo parecido, mas considerando bits e bytes (potências de 2!)

Múltiplos

Quilograma, quilômetro, ...

Queremos algo parecido, mas considerando bits e bytes (potências de 2!)

▶ $1\text{KB} = 1024\text{ B} = 2^{10}\text{ B}$

Múltiplos

Quilograma, quilômetro, ...

Queremos algo parecido, mas considerando bits e bytes (potências de 2!)

▶ $1\text{KB} = 1024 \text{ B} = 2^{10} \text{ B}$

▶ $1\text{MB} = 1024 \text{ KB} = 1024 \times 1024 = 1048576 \text{ B}$
 $= 2^{20} \text{ B}$

Múltiplos

Quilograma, quilômetro, ...

Queremos algo parecido, mas considerando bits e bytes (potências de 2!)

- ▶ $1\text{KB} = 1024 \text{ B} = 2^{10} \text{ B}$
- ▶ $1\text{MB} = 1024 \text{ KB} = 1024 \times 1024 = 1048576 \text{ B}$
 $= 2^{20} \text{ B}$
- ▶ $1\text{GB} = 1024 \text{ MB} = 1048576 \text{ KB} =$
 $1024 \times 1024 \times 1024 = 1073741824 \text{ B} = 2^{30} \text{ B}$

Múltiplos

Quilograma, quilômetro, ...

Queremos algo parecido, mas considerando bits e bytes (potências de 2!)

- ▶ $1\text{KB} = 1024\text{ B} = 2^{10}\text{ B}$
- ▶ $1\text{MB} = 1024\text{ KB} = 1024 \times 1024 = 1048576\text{ B}$
 $= 2^{20}\text{ B}$
- ▶ $1\text{GB} = 1024\text{ MB} = 1048576\text{ KB} =$
 $1024 \times 1024 \times 1024 = 1073741824\text{ B} = 2^{30}\text{ B}$
- ▶ $1\text{TB} = 1024\text{ GB} = \dots = 2^{40}\text{ B}$

Múltiplos

Quilograma, quilômetro, ...

Queremos algo parecido, mas considerando bits e bytes (potências de 2!)

- ▶ $1\text{KB} = 1024 \text{ B} = 2^{10} \text{ B}$
- ▶ $1\text{MB} = 1024 \text{ KB} = 1024 \times 1024 = 1048576 \text{ B}$
 $= 2^{20} \text{ B}$
- ▶ $1\text{GB} = 1024 \text{ MB} = 1048576 \text{ KB} =$
 $1024 \times 1024 \times 1024 = 1073741824 \text{ B} = 2^{30} \text{ B}$
- ▶ $1\text{TB} = 1024 \text{ GB} = \dots = 2^{40} \text{ B}$
- ▶ $16 \text{ GB} = 16 \times 1024 \text{ MB} = 17179869184 \text{ B}$

Múltiplos

Quilograma, quilômetro, ...

Queremos algo parecido, mas considerando bits e bytes (potências de 2!)

- ▶ $1\text{KB} = 1024\text{ B} = 2^{10}\text{ B}$
- ▶ $1\text{MB} = 1024\text{ KB} = 1024 \times 1024 = 1048576\text{ B}$
 $= 2^{20}\text{ B}$
- ▶ $1\text{GB} = 1024\text{ MB} = 1048576\text{ KB} =$
 $1024 \times 1024 \times 1024 = 1073741824\text{ B} = 2^{30}\text{ B}$
- ▶ $1\text{TB} = 1024\text{ GB} = \dots = 2^{40}\text{ B}$
- ▶ $16\text{ GB} = 16 \times 1024\text{ MB} = 17179869184\text{ B}$
- ▶ Cuidado com os arredondamentos!