

Operações com FP (1)

$$x = X \cdot 2^{ex}$$

$$y = Y \cdot 2^{ey}$$

- Adição e Subtração:

- se $ex == ey$:

$$x+y \rightarrow (X+Y) \cdot 2^{ex}$$

$$x-y \rightarrow (X-Y) \cdot 2^{ex}$$

- se $ex <> ey$:

há que tornar primeiro os expoentes iguais (menor para o maior) e ajustar a mantissa

AC - 2017/18

2

Soma em vírgula flutuante

- Exemplo na nossa representação de 14bits:

```
0 10010 11001000 +
0 10000 10011000
```

- É preciso colocar os números com o mesmo expoente e depois alinhar para somar:

```
  1,1100100
+ 0,0110011
-----
10,0010111 → 1,00101112 × 23
Normalizando e escondendo o bit das unidades:
0 10011 00010111
```

AC - 2017/18

3

Operações com FP (2)

- Multiplicação/divisão:

$$x \cdot y \rightarrow X \cdot 2^{ex} \cdot Y \cdot 2^{ey} = (X \cdot Y) \cdot 2^{ex+ey}$$

$$x/y \rightarrow (X \cdot 2^{ex}) / (Y \cdot 2^{ey}) = (X/Y) \cdot 2^{ex-ey}$$

(o resultado tem de ter sempre normalizado)

- Comparações:

- se $ex > ey$, então $x > y$
- se $ex == ey$, então a comparação depende das mantissas X e Y

AC - 2017/18

4

Int, long, etc → float, double

- Quais produzem 1000000.01?

```
float f = 100000001/100;
```

} Divisão de int

```
float f = 100000001;
```

```
f = f/100;
```

} Falta de precisão

```
float f = 100000001.0/100;
```

```
float f = (float)100000001/100;
```

```
double f = (double)100000001/100; ✓
```

AC - 2017/18

5

float, double → int, long

- Quais os valores de x e y ?

```
float f = 3.5;
```

```
float g = -3.5;
```

```
int x = (int)f;
```

```
int y = (int)g;
```

`round()`, `floor()`, etc...

AC - 2017/18

6

Entre inteiros...

- Quais os resultados obtidos?

```
long long y = 100000000000;
```

```
int x = 2 * y;
```

```
printf("%d\n", x);
```

```
x = 10 * y;
```

```
printf("%d\n", x);
```

```
unsigned y = -1;
```

```
printf("%u\n", y);
```

```
printf("%d\n", y);
```

AC - 2017/18

7

Erros

- De Compilação (sintaxe)
- De Ligação
- De Execução
- Lógica/Algoritmo
- **Numéricos**
 - Overflow / Underflow
 - Precisão
 - ...

AC - 2017/18

8

Questões:

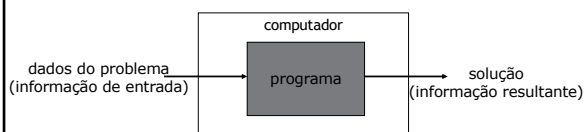
- Como representar os dados?
- Como representar o programa?
- Que instruções?
- O que é executar as instruções / programa?
- **Mas o que é um computador?**

AC - 2017/18

11

Execução de um programa

- calcula-se determinada solução (*output*) para determinado problema (*input*) usando um programa que é executado no computador



AC - 2017/18

10

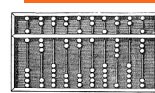
Definições num dicionário

- **Computador**
 - o que faz cálculos; máquina para efectuar cálculos segundo instruções nela introduzidas;...
- **Programa**
 - Descrição das diversas partes de uma cerimónia ou espetáculo; projecto escrito e minucioso; conjunto de instruções numa linguagem capaz de ser interpretada por um sistema;...

AC - 2017/18

12

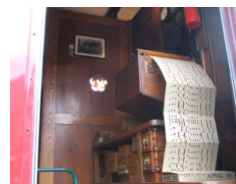
Serão computadores?



ábaco 3500 AC?



calculadora de Pascal 1652



instrumento musical controlado por papel perfurado 1890

calculadora electrónica anos 60-70



AC - 2017/18

13

Computador

- Equipamento que é **capaz de computar** (efetuar sequências de operações aritméticas, lógicas, ...), controlado por **programas internos, sem intervenção humana**.
- Deve ser genérico (ou universal), podendo-se mudar o programa e efetuar qualquer processamento

AC - 2017/18

14

Alan Turing

- Matemático Inglês, considerado por alguns o pai da Ciência da Computação
 - ▀ contribuiu nos domínios da lógica, criptografia, inteligência artificial, **formalização da algoritmia e da computação**
 - ▀ Máquina de Turing (define formalmente a "**máquina universal**")



1912 - 1954

AC - 2017/18

15

Programas

- Conjunto de instruções escritas numa linguagem que alguma "máquina" (real ou virtual) é capaz de reconhecer e interpretar
- Nível das instruções:
 - ▀ Mais próximas do domínio de aplicação: mais complexas e específicas
 - ▀ Mais próximas da arquitectura do computador: mais simples e genéricas
 - ▀ Existem linguagens a múltiplos níveis de abstracção

AC - 2017/18

16

Primeiros "computadores" digitais

- Informação representada por dígitos

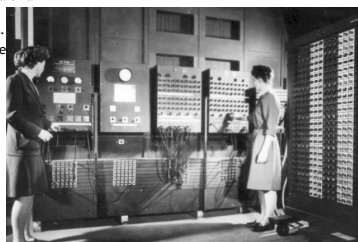
Computer	Nat.	Year	Binary	Electronic	Programmable	Turing Complete
Atanasoff-Berry "Computer"	USA	1937-42	Yes	Yes	No	No
Zuse Z3	Germ	1941	Yes	No	Fully, by paper tape	Yes
Colossus computer	UK	1944	Yes	Yes	Partially, by rewiring	No
IBM ASCC / Harvard Mark I	USA	1944	No	No	By paper tape	Yes
ENIAC	USA	1946	No	Yes	Partially, by rewiring	Yes

AC - 2017/18

17

Exemplo do ENIAC (1946)

- John W. Mauchly e J. Eckert, University of Pennsylvania.
- Computador electrónico digital de uso geral.
- Operações de multiplicação, soma e raiz quadrada.
- Operandos de 10 dígitos decimais.
- Programado por reconfiguração de ligações na consola.

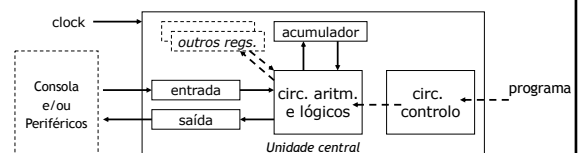


AC - 2017/18

18

Exemplo de uma arquitectura

- O computador é programado por "reconfiguração" da máquina
- O computador tem estado (registos de memória) que vai sendo alterado de acordo com as instruções
- Recordam-se dos circuitos sequenciais?



AC - 2017/18

19

John von Neumann

- Matemático Húngaro (nat. EUA), considerado por alguns o “pai” da arquitetura dos computadores binários modernos
 - Contribuiu nos domínios da física quântica, economia, estatística, **computação**
 - Participou com John W. Mauchly e J. Eckert no desenho do **EDVAC** (*Electronic Discrete Variable Automatic Computer*), sucessor do **ENIAC**



1903 - 1957

AC - 2017/18

20

Computadores com memória interna

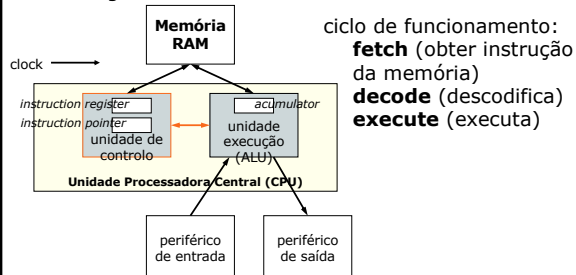
- Von Neumann (e outros) propõe que o programa seja codificado numa memória tal como os dados
- Tecnologia diferente da usada na unidade central tornam possível dispor de uma “grande” memória
 - No EDVAC: 1000 palavras de 44bits cada
- A unidade central de processamento (CPU) necessita de novos componentes:
 - Para aceder a essa memória
 - Para interpretar esses programas

AC - 2017/18

21

Arquitectura de Von Neumann (década 1940)

versão original

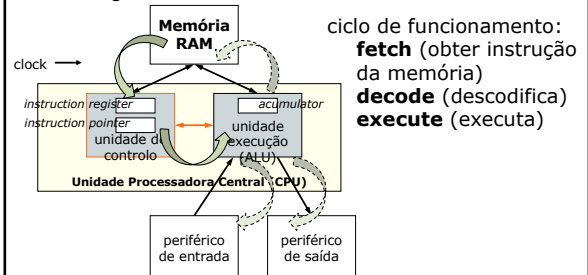


AC - 2017/18

22

Arquitectura de Von Neumann (década 1940)

versão original



AC - 2017/18

23

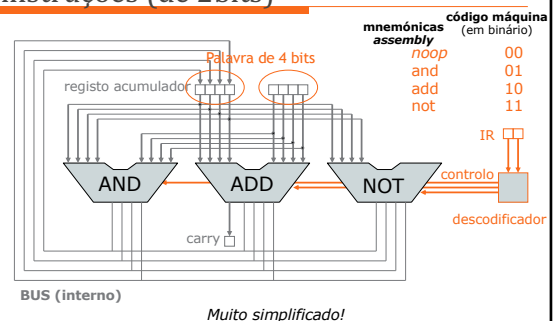
Questões:

- Como representar os dados?
- Como representar o programa?
- Como transmitir estes entre os componentes?
- Tudo são bits!
 - Quer sejam dados ou instruções do programa
 - Guardados na memória RAM

AC - 2017/18

24

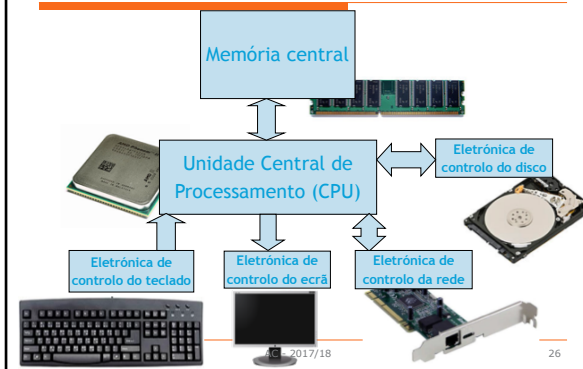
Descodificação e execução de instruções (de 2bits)



AC - 2017/18

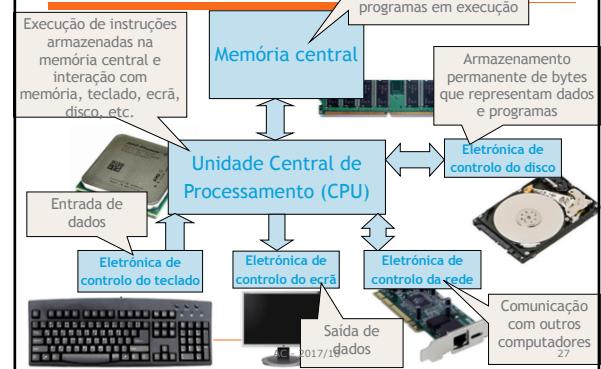
25

Hardware típico



26

Hardware típico



27

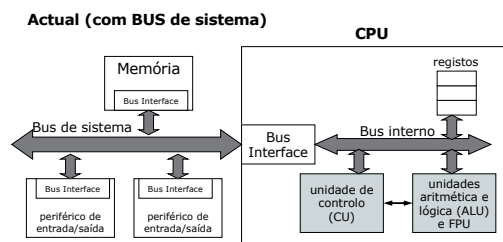
Ligações entre componentes

- Como os componentes comunicam?
 - componentes internos do CPU; componentes externos e CPU
- Quantas ligações?
 - Tantas quantos os bits a transportar de cada vez
- Cada componente ligado a todos os outros?
 - Complexo e dispendioso!
- Os componentes partilham um meio único: BUS
 - Seguem um protocolo para partilhar o BUS

AC - 2017/18

28

Arquitectura de Von Neumann (2)



Os componentes têm diferentes ritmos de funcionamento
Diferentes relógios (clocks)

AC - 2017/18

29

Relógio nos Circuitos Síncronos

- Os circuitos funcionam ao ritmo de um relógio:
 - marca com impulsos eléctricos o ritmo de funcionamento de todos os componentes (transições de estado)
 - Podem existir diferentes relógios
- Cada relógio gera um determinado número de impulsos por segundo: ciclos/segundo ou frequência (Hz)
- Marcam quando os componentes podem interagir
 - Garante que os vários sinais (bits) são enviados e recebidos no instante devido
 - Ex: um componente não lê o que está no BUS antes que algo válido lá tenha sido colocado



AC - 2017/18

30