MAC 110 — Introdução à Ciência da Computação

Aula 5

Nelson Lago

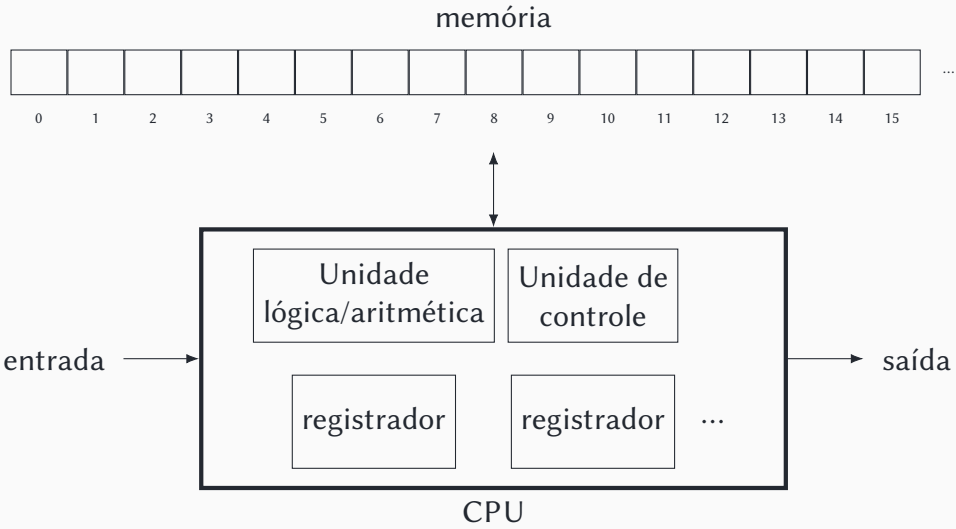
BMAC – 2024

Mínimo

Recursos essenciais do computador que vimos até agora:

- **Sequência de instruções (programa) definida pelo usuário**
- **Leitura e escrita de dados (teclado e tela)**
- **Operações matemáticas (soma, divisão etc.)**
- **Números inteiros**
- **Referências a dados na memória**
- **Condicionais e laços (caso especial de condicionais)**

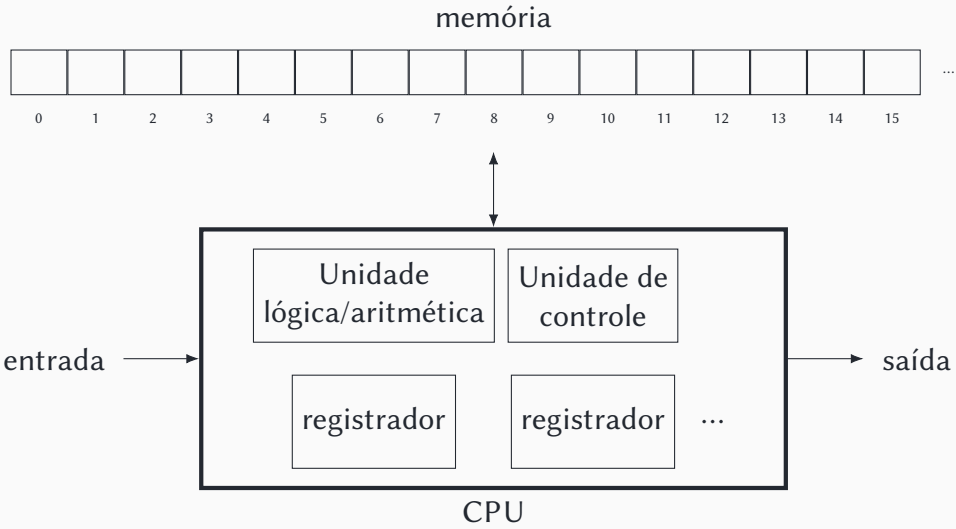
Arquitetura de Von Neumann



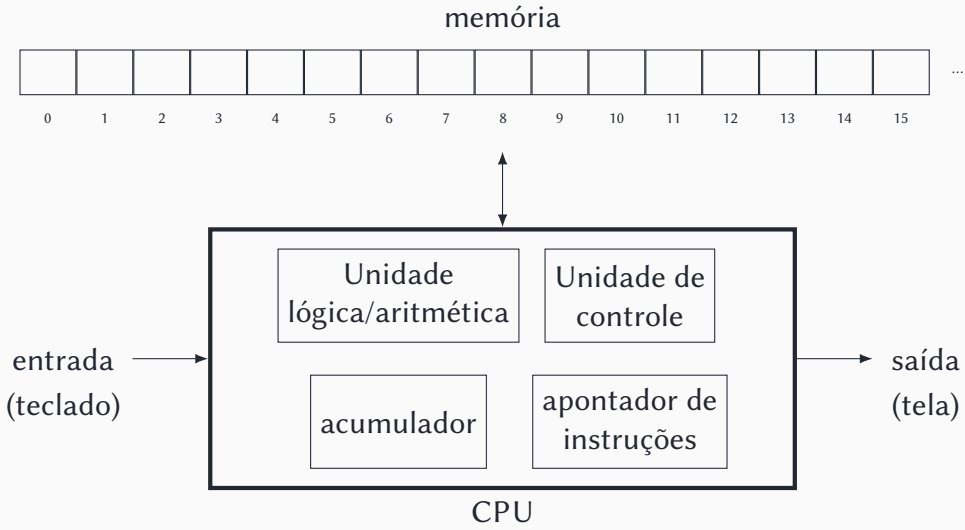
O computador HIPO

O computador HIPO (“hipotético”) é um computador fictício criado pelo prof. Valdemar Setzer para o ensino de conceitos básicos de computação, descrito em www.ime.usp.br/~vwsetzer/HIPO/hipo-descr.html.

Arquitetura de Von Neumann



O computador HIPO



O computador HIPO

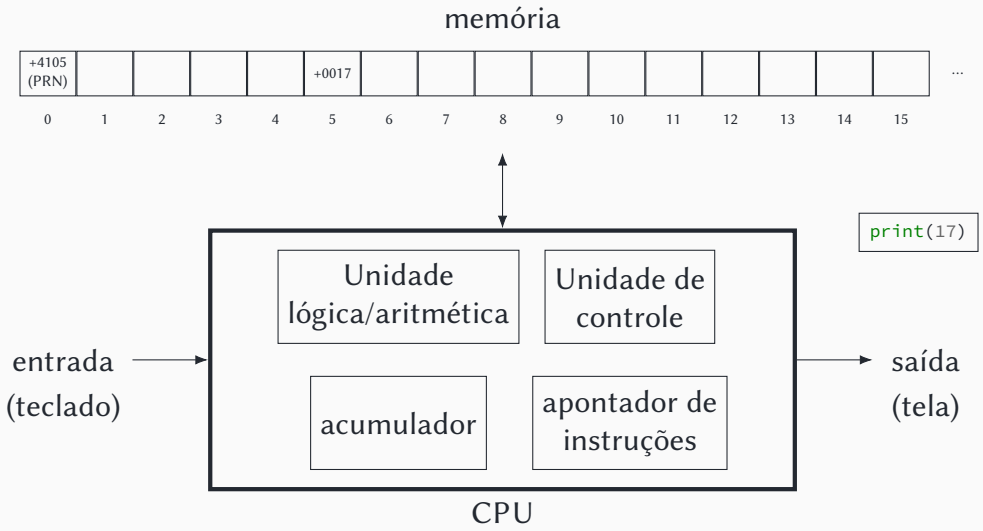
- **O computador HIPO tem 100 posições de memória (0–99), que armazenam números no formato `sDDDD`, onde `s` é o sinal (+ ou −) e `D` são dígitos de 0 a 9. Portanto, ele trabalha com números no intervalo -9999 a +9999.**
- **Uma posição de memória pode ser interpretada como uma instrução. Nesse caso, o formato é `+IIAA`, onde `II` é a instrução e `AA` é o endereço de memória ao qual aplicar a instrução (00–99).**
  - (instruções que dependem de dois operandos, como a soma, processam o endereço de memória fornecido em conjunto com o acumulador)

O computador HIPO

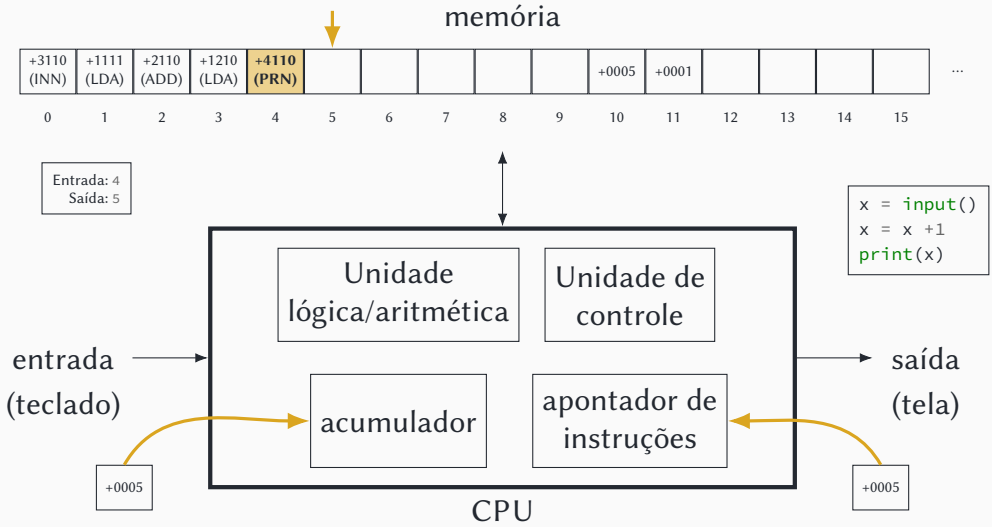
11	LDA	Load from memory to accumulator
12	STA	Store in memory from accumulator
21	ADD	Add memory and accumulator (result is left in accumulator)
22	SUB	Same, but subtraction
23	MUL	Same, but multiplication
24	DIV	Same, but division
25	REM	Same, but remainder
29	REV	Revert sign (+/-) of the accumulator
31	INN	Load from keyboard to memory
41	PRN	Show from memory to screen

Instruções reconhecidas pelo computador HIPO

Primeiro programa para o computador HIPO



Segundo programa para o computador HIPO



O computador HIPO

11	LDA	Load from memory to accumulator
12	STA	Store in memory from accumulator
21	ADD	Add memory and accumulator (result is left in accumulator)
22	SUB	Same, but subtraction
23	MUL	Same, but multiplication
24	DIV	Same, but division
25	REM	Same, but remainder
29	REV	Revert sign (+/-) of the accumulator
31	INN	Load from keyboard to memory
41	PRN	Show from memory to screen

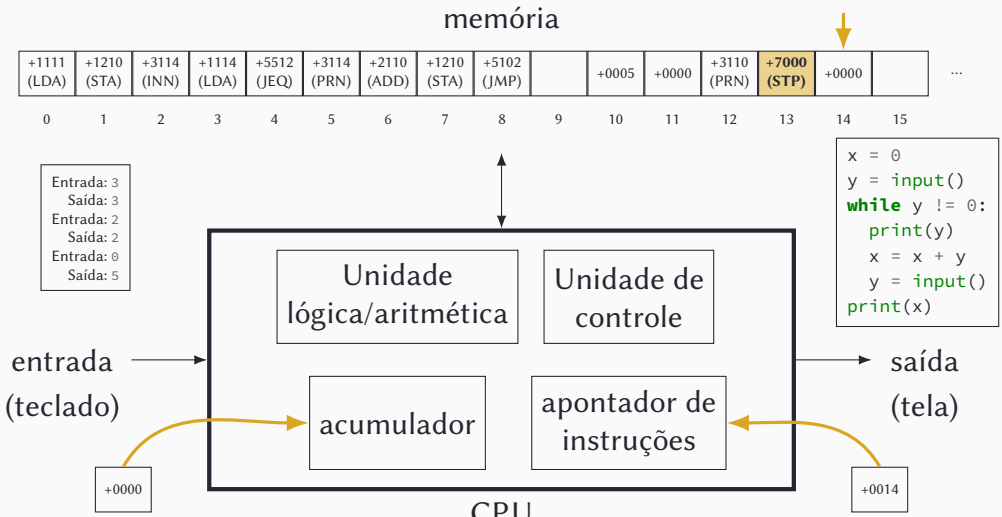
Instruções reconhecidas pelo computador HIPO

O computador HIPO

11	LDA	Load from memory to accumulator
12	STA	Store in memory from accumulator
21	ADD	Add memory and accumulator (result is left in accumulator)
22	SUB	Same, but subtraction
23	MUL	Same, but multiplication
24	DIV	Same, but division
25	REM	Same, but remainder
29	REV	Revert sign (+/-) of the accumulator
31	INN	Load from keyboard to memory
41	PRN	Show from memory to screen
51	JMP	Jump to given address
55	JEQ	Same, but only if the accumulator is zero
70	STP	Stop

Instruções reconhecidas pelo computador HIPO

Terceiro programa para o computador HIPO



O computador HIPO

11	LDA	Load from memory to accumulator
12	STA	Store in memory from accumulator
21	ADD	Add memory and accumulator (result is left in accumulator)
22	SUB	Same, but subtraction
23	MUL	Same, but multiplication
24	DIV	Same, but division
25	REM	Same, but remainder
29	REV	Revert sign (+/-) of the accumulator
31	INN	Load from keyboard to memory
41	PRN	Show from memory to screen
51	JMP	Jump to given address
55	JEQ	Same, but only if the accumulator is zero
70	STP	Stop

Instruções reconhecidas pelo computador HIPO

O computador HIPO

11	LDA	Load from memory to accumulator
12	STA	Store in memory from accumulator
21	ADD	Add memory and accumulator (result is left in accumulator)
22	SUB	Same, but subtraction
23	MUL	Same, but multiplication
24	DIV	Same, but division
25	REM	Same, but remainder
29	REV	Revert sign (+/-) of the accumulator
31	INN	Load from keyboard to memory
41	PRN	Show from memory to screen

50	NOP	Do nothing
51	JMP	Jump to given address
55	JEQ	Same, but only if the accumulator is zero
53	JDZ	Same, if not zero
57	JGE	Same, if zero or more
54	JGT	Same, if greater than zero
52	JLE	Same, if zero or less
56	JLT	Same, if less than zero
70	STP	Stop

Instruções reconhecidas pelo computador HIPO

Linguagens de programação

- **Linguagem de máquina**
  - +1111 +1210 +3114 +1114 +5512 +3114 +2110 +1210 +5102...
- **Linguagem assembly**
  - LDA11 STA10 INN14 JEQ12 PRN14 ADD10 STA10 JMP02...
- **Linguagens de alto nível**
  -

```
x = 0
y = input()
while y != 0:
  print(y)
  x = x + y
  y = input()
print(x)
```

Linguagens de programação

- **Existe um programa responsável por "traduzir" a linguagem assembly para a linguagem de máquina:**
  - O *assembler*
- **Existe um programa responsável por "traduzir" as linguagens de alto nível para a linguagem de máquina:**
  - O *compilador* da linguagem
  - O *interpretador* da linguagem
    - » *(em algumas linguagens, o interpretador utiliza técnicas "híbridas", como compilação para bytecodes, compilação JIT ou compilação AoT)*

Máquina de Turing 1/4

- **Em 1936 (muito antes de o primeiro computador no sentido moderno ser construído), Alan Turing também inventou um computador hipotético, muito mais simples que o computador HIPO**
  - "máquina de Turing"
- **O objetivo era ter um modelo matemático o mais simples possível para a computabilidade**
  - (ela foi usada para demonstrar alguns teoremas fundamentais da área)

Máquina de Turing 2/4

- **Um "computador" (ou linguagem de programação) capaz de simular uma máquina de Turing é "Turing-completo"**
- **Um sistema que *não* é Turing-completo é "menos poderoso" que uma máquina de Turing**
  - (ou seja, é incapaz de resolver parte dos problemas que uma máquina de Turing pode resolver)

Máquina de Turing 3/4

- **Um dos requisitos mais "difíceis" para um sistema ser Turing-completo é a capacidade de executar condicionais e laços**
  - Várias calculadoras e "computadores" foram criados a partir do século XVIII, mas nenhum era Turing-completo por conta disso
    - » *(laços e condicionais não eram necessários para os objetivos desses dispositivos)*
- **o primeiro computador Turing-completo funcional foi o ENIAC, de 1946**
- **O primeiro computador Turing-completo inventado mas não construído foi a máquina analítica de Charles Babbage, de 1837**

Máquina de Turing 4/4

- **Turing postulou que qualquer "computador", por mais sofisticado que seja, não é mais expressivo que sua criação (conjectura/tese de Church-Turing)**
  - E que, portanto, qualquer computador pode ser simulado por uma máquina de Turing
- **Aceitando-se essa hipótese, todo computador que é Turing-completo (pode simular uma MT) é equivalente a uma máquina de Turing (pode ser simulado por uma MT)**

International Obfuscated C Code Contest

```
#define _ F-->00-F-OO--;
int F=00,OO=00;main(){F_OO();printf("%1.3f\n",4.*-F/OO/OO);}F_OO()
{
            _-_-_-_
         _-_-_-_-_-_-_-_
      _-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_
    _-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_
  _-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_
 _-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_
 _-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_
_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_
_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_
_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_
_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_
 _-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_
 _-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_
  _-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_
    _-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_-_
       _-_-_-_-_-_-_-_-_-_
          _-_-_-_-_
}
```

3.141

(www.ioccc.org/years-spoiler.html#1988_westley)

Linguagem Brainfuck

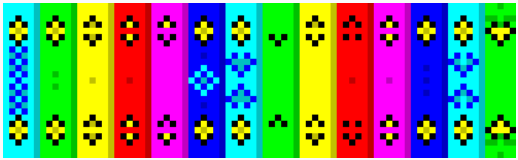
```
+++++ +++               Set Cell #0 to 8
[
    >++++               Add 4 to Cell #1; this will always set Cell #1 to 4
    [                   as the cell will be cleared by the loop
        >++             Add 4*2 to Cell #2
        >+++            Add 4*3 to Cell #3
        >+++            Add 4*3 to Cell #4
        >+              Add 4 to Cell #5
        <<<<-           Decrement the loop counter in Cell #1
    ]                   Loop till Cell #1 is zero
    >+                  Add 1 to Cell #2
    >+                  Add 1 to Cell #3
    >-                  Subtract 1 from Cell #4
    >>+                 Add 1 to Cell #6
    [<]                 Move back to the first zero cell you find; this will
                        be Cell #1 which was cleared by the previous loop
    <-                  Decrement the loop Counter in Cell #0
]                       Loop till Cell #0 is zero

The result of this is:
Cell No :   0   1   2   3   4   5   6
Contents:   0   0  72 104  88  32   8
Pointer :   ^

>>.                     Cell #2 has value 72 which is 'H'
>---.                   Subtract 3 from Cell #3 to get 101 which is 'e'
+++++ ++..+++.          Likewise for 'llo' from Cell #3
>>.                     Cell #5 is 32 for the space
<-.                     Subtract 1 from Cell #4 for 87 to give a 'W'
<.                      Cell #3 was set to 'o' from the end of 'Hello'
+++.----- -.----- ---.  Cell #3 for 'rl' and 'd'
>>+.                    Add 1 to Cell #5 gives us an exclamation point
>++.                    And finally a newline from Cell #6
```

```
++++++++[>++++[>++>+++>+++>+<<<<-]>+>+>->>+[<]<-]>>.
>---.+++++++..+++.>>.<-.<.+++.------.--------.>>+.>++.
```

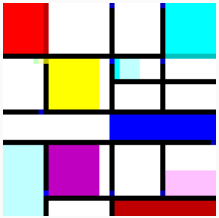
Hello World!

(esolangs.org/wiki/Brainfuck)

Linguagem Piet



Dois programas que imprimem "Hello, World!"



Programa que imprime "Piet" (em homenagem a Piet Mondrian)

(www.dangermouse.net/esoteric/piet/samples.html e retas.de/thomas/computer/programs/useless/piet/explain.html)