



Estrutura do tema ISC

1. Representação de informação num computador
2. Organização e estrutura interna dum computador
3. Execução de programas num computador
4. O processador e a memória num computador
5. Da comunicação de dados às redes
6. Evolução da tecnologia e da eficiência



Níveis de abstração:

- nível das linguagens HLL (*High Level Languages*): as linguagens convencionais de programação (puro texto)
 - » imperativas e OO (Basic, Fortran, C/C++, Java, ...)
 - » funcionais (Lisp, Haskell, ...)
 - » lógicas (Prolog, ...)
- nível da linguagem *assembly* (de “montagem”): linguagem intermédia (comandos do CPU em formato texto)
- nível da linguagem máquina: a linguagem de comandos, específica p/ cada CPU ou família de CPU's (em binário puro)
 - » arquiteturas CISC (*Complex Instruction Set Computers*)
 - » arquiteturas RISC (*Reduced Instruction Set Computers*)



```
int x = x+y;
```

- Código C
 - somar 2 inteiros (c/ sinal)

```
addl 8(%ebp),%eax
```

Idêntico à expressão

```
x = x + y
```

- *Assembly* (da GNU p/ IA-32)
 - somar 2 inteiros de 4 *bytes*
 - operandos “*long*” em GCC
 - a mesma instrução, c/ ou s/ sinal
 - operandos:
 - x: em registo %eax
 - y: na memória M[%ebp+8]

```
0x401046: 03 45 08
```

- Código *object* em IA-32
 - instrução com 3 *bytes*
 - na memória a partir do endereço 0x401046

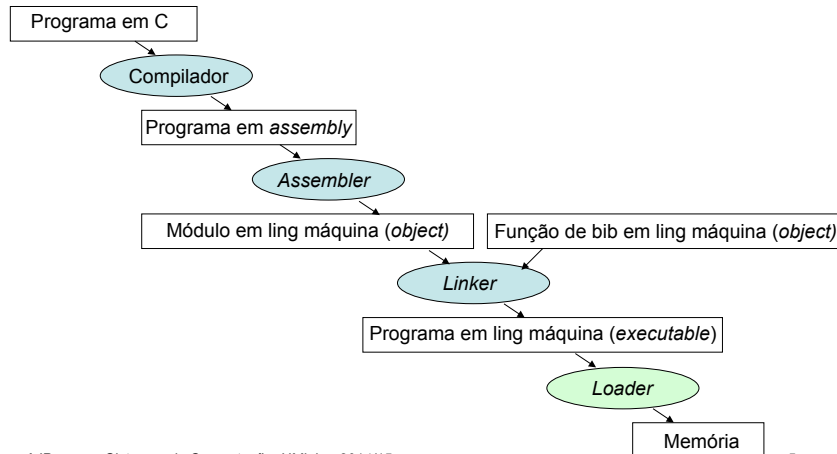


Mecanismos de conversão (para comandos do CPU):

- compilador
 - traduz um programa de um nível de abstração para outro inferior (converte um ficheiro de texto noutro de texto); por ex., de C para *assembly*
 - normalmente inclui mais que um passo de conversão, até chegar à linguagem máquina
- *assembler* (“montador”)
 - “monta” os comandos / instruções em texto, para binário (*object*), de acordo com as regras do fabricante do CPU
- interpretador
 - analisa, uma a uma, as instruções de um programa em HLL, e:
 - » gera código em linguagem máquina para essa instrução, e
 - » executa esse código (nota: não guarda o código gerado)

Execução de programas num computador (4)

De um programa em HLL até à sua execução:



Execução de instruções (em linguagem máquina) num CPU

Ciclo de execução de instruções:

- Leitura de uma instrução da memória
... e incremento do IP
- Decodificação da instrução
- Execução da operação
 - cálculo da localização do(s) operando(s),
e ir buscá-lo(s), se necessário
 - execução da ação especificada
 - guardar resultado, se necessário

Modelo de computação de von Neumann (1945)

Análise de um exemplo: `movl Mem_Loc, %eax`

Modelo de computação de von Neumann, 1945/46 (1)

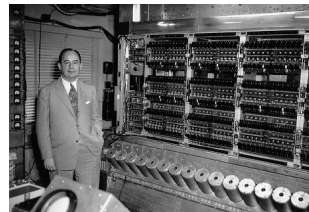
ENIAC (1ª geração, 1945)

- objetivo: cálculo tabelas de artilharia (mas 1º teste foi p/ bomba H)
- máquina **decimal** (base 10)
- 17.468 válvulas, 27 toneladas
- programação: manual, alterando as conexões (cablagem)

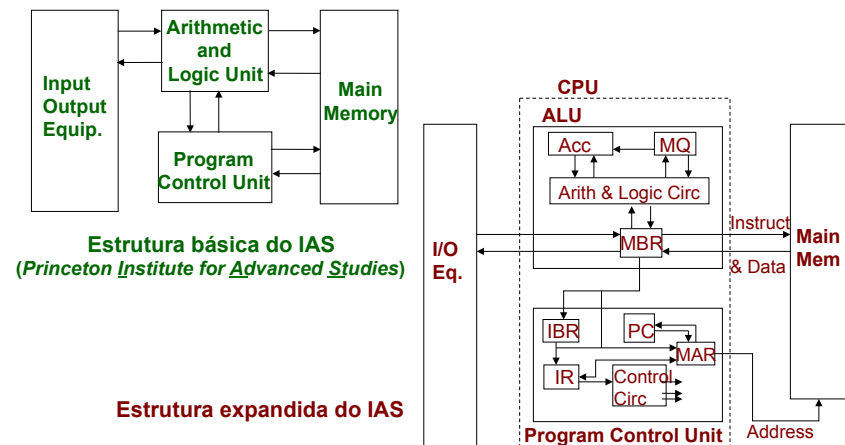


Von Neumann introduz conceito de *stored-program* :

- dados e instruções em **binário**, e armazenados numa memória
- memória acedida pelo endereço da informação
- execução de instruções de modo sequencial (daí o *Program Counter*, PC), interpretadas pela unid. controlo
- constrói novo computador, IAS



Modelo de computação de von Neumann, 1945/46 (2)



Relato do primeiro bug num computador

IBM, Mark II
(09-Set-1947):

- entrada que os operadores de serviço fizeram no logbook...

9/9

0800 Anttan started
1000 " stop - anttan ✓
1300 (032) MP - MC 1.2700 9.037 847 025
033 PRO 2 2.13047645 9.037 846 995 correct
correct 2.13047645 9.615925059(-2)
Relays 6-2 in 033 failed special speed test
in 1000 relays changed
1100 Started Cosine Tape (Sine check)
1525 Started Multi Adder Test.
1545 Relay #70 Panel F (moth) in relay.
1600 Anttan started
1700 closed down.

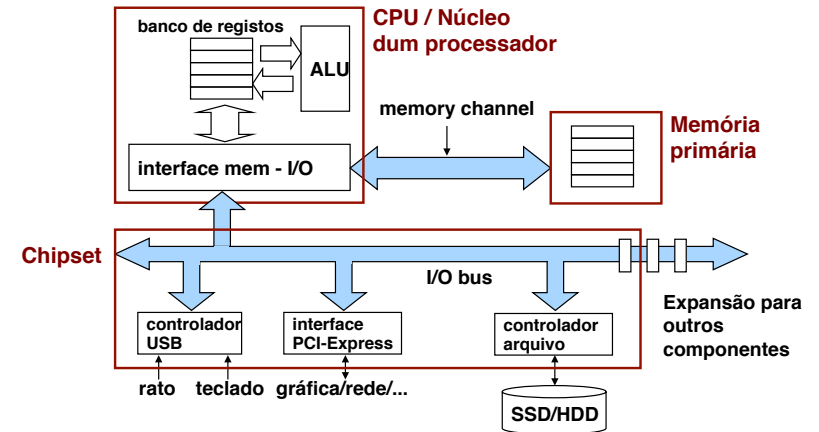
First actual case of bug being found.

Relay 3374

AJProença, Sistemas de Computação, UMinho, 2014/15

9

Modelo de arquitetura de um computador elementar



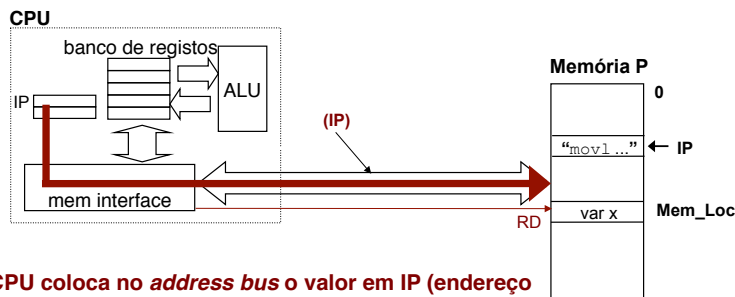
AJProença, Sistemas de Computação, UMinho, 2014/15

10

Exemplo de execução de uma instrução em linguagem máquina (1)

Ex.: `movl Mem_Loc,%eax`

1. Leitura da instrução na memória (1)



O CPU coloca no *address bus* o valor em IP (endereço p/ próxima instrução), e activa o sinal de controlo RD

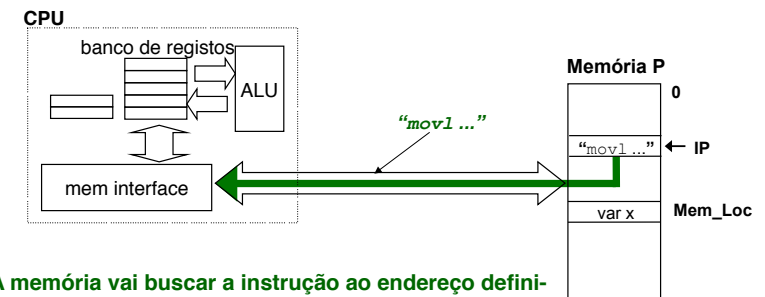
AJProença, Sistemas de Computação, UMinho, 2014/15

11

Exemplo de execução de uma instrução em linguagem máquina (2)

Ex.: `movl Mem_Loc,%eax`

1. Leitura da instrução na memória (2)



A memória vai buscar a instrução ao endereço definido por IP e coloca-a no *data bus* p/ ser lida pelo CPU

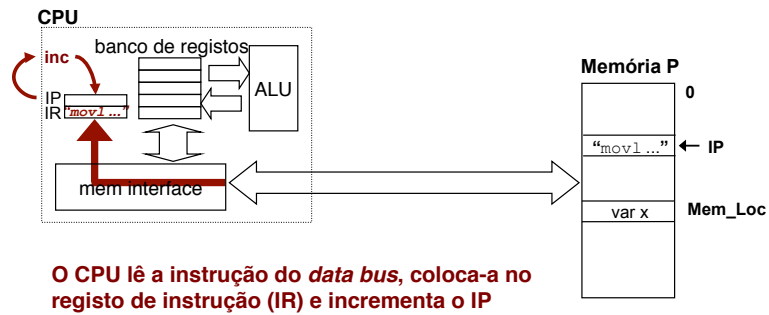
AJProença, Sistemas de Computação, UMinho, 2014/15

12

Exemplo de execução de uma instrução em linguagem máquina (3)

Ex.: `movl Mem_Loc,%eax`

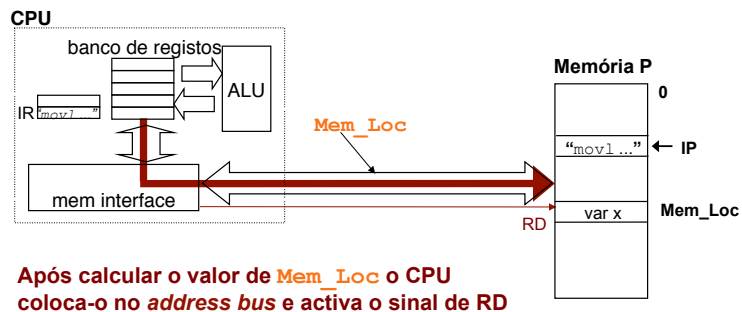
1. Leitura da instrução na memória (3)
... e incremento do IP



Exemplo de execução de uma instrução em linguagem máquina (5)

Ex.: `movl Mem_Loc,%eax`

3. Execução da operação (1)

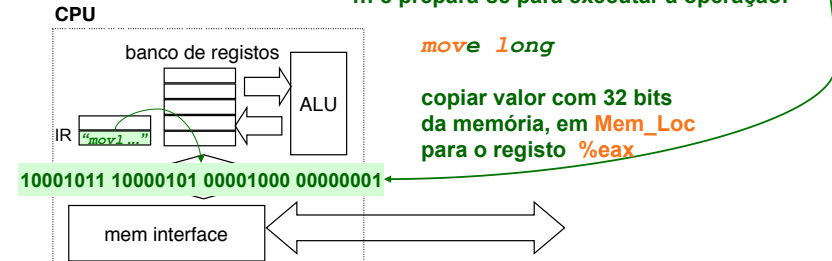


Exemplo de execução de uma instrução em linguagem máquina (4)

Ex.: `movl Mem_Loc,%eax`

2. Descodificação da instrução

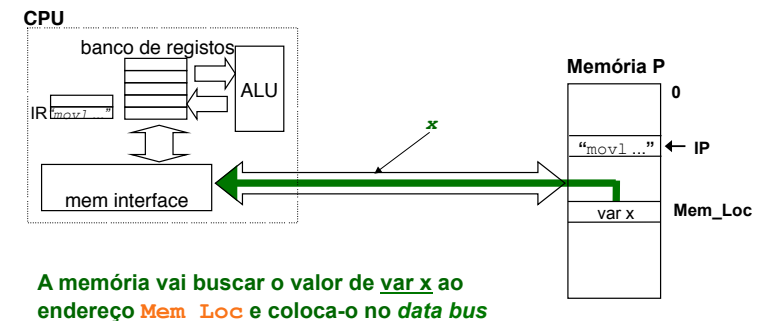
A unidade de controlo do CPU descodifica a instrução...
... e prepara-se para executar a operação:



Exemplo de execução de uma instrução em linguagem máquina (6)

Ex.: `movl Mem_Loc,%eax`

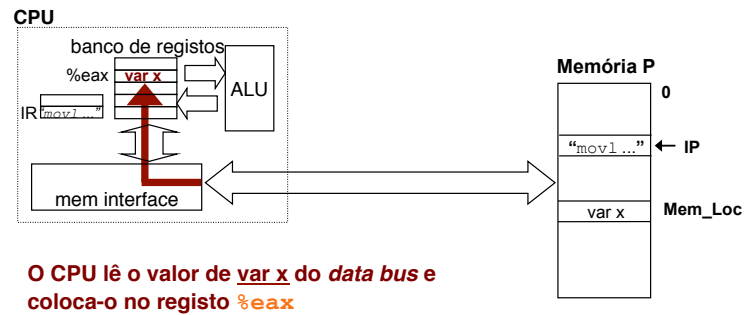
3. Execução da operação (2)



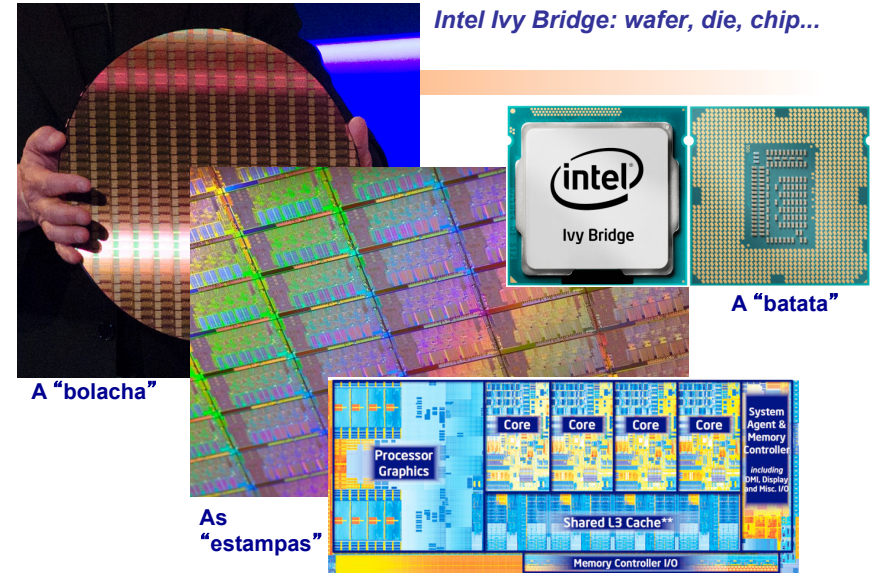
Exemplo de execução de uma instrução em linguagem máquina (7)

Ex.: `movl Mem_Loc,%eax`

3. Execução da operação (3)



Intel Ivy Bridge: wafer, die, chip...



Intel Many Integrated Core (MIC):
the Xeon Phi with 60 cores

