



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



Níveis de abstracção:

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

Execução de programas num computador (2)



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

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

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

Idêntico à
expressão
`x += y`

- *Assembly*
 - 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]
 - t: em registo %eax

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

- Código *object*
 - instrução com 3-bytes
 - na memória em 0x401046

Execução de programas num computador (3)



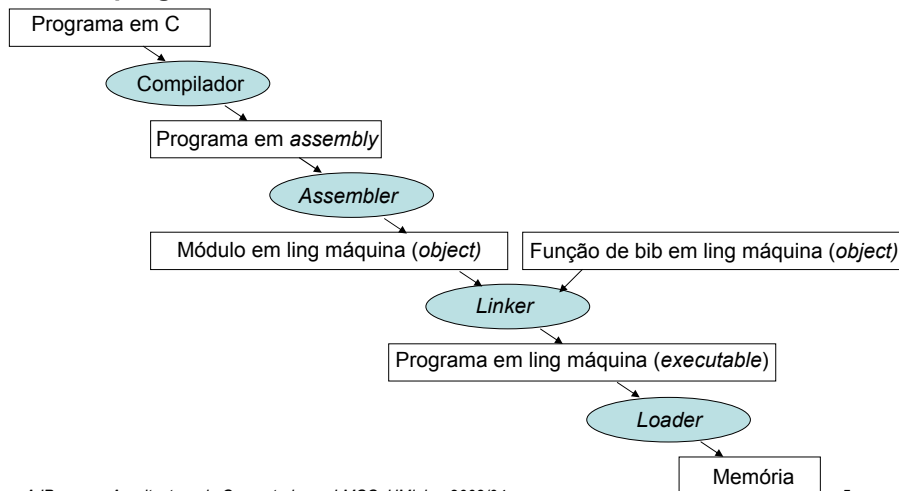
Mecanismos de conversão (para comandos do CPU):

- compilador
 - traduz um programa de um nível de abstracção para outro inferior (converte um ficheiro de texto noutro de texto); por ex., de C para *assembly*
 - por vezes inclui mais que um passo de conversão, até chegar à linguagem máquina
- *assembler* (“montador”)
 - “monta” os comandos/ instruções em 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.

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:

- Busca da instrução
... e incremento do IP
- Descodificação da instrução
- Execução da operação
 - cálculo da localização do(s) operando(s), e ir buscá-lo(s), se necessário
 - execução da operação especificada
 - guardar resultado, se necessário

Modelo de computação de von Neumann (1945)

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

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



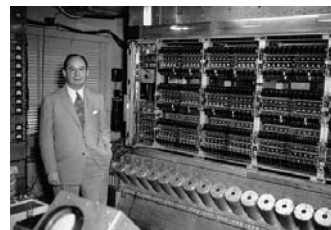
ENIAC (1ª geração, 1945)

- objectivo: cálculo tabelas de artilharia
- máquina decimal
- 18.000 válvulas, 30 ton
- programação: manual, alterando as conexões (cablagem)

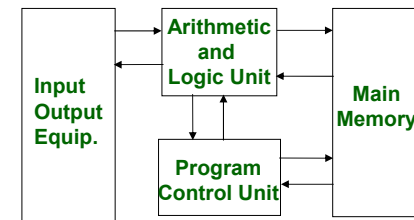


Von Neumann introduz conceito de stored-program :

- dados e instr 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

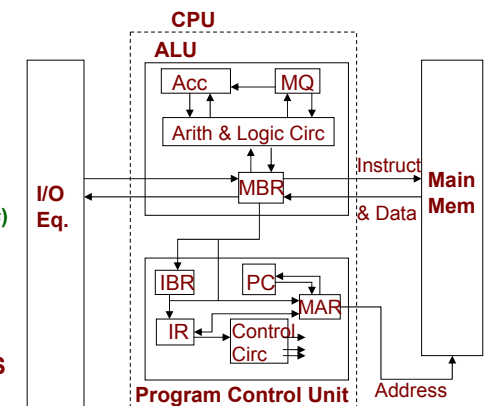


Modelo de computação de von Neumann, 1945/46 (2)



Estrutura básica do IAS (Princeton Institute for Advanced Studies)

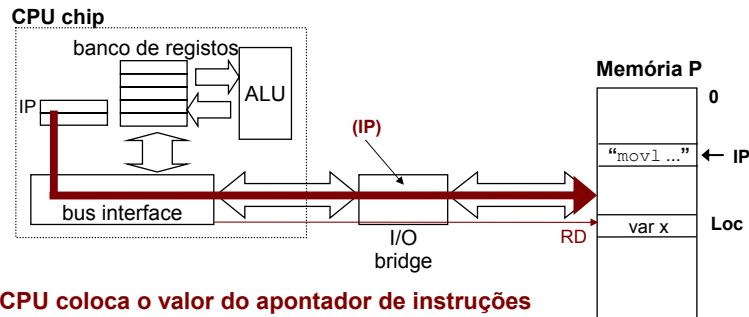
Estrutura expandida do IAS



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

Ex.: `movl Loc, %eax`

1. Busca da instrução (1)

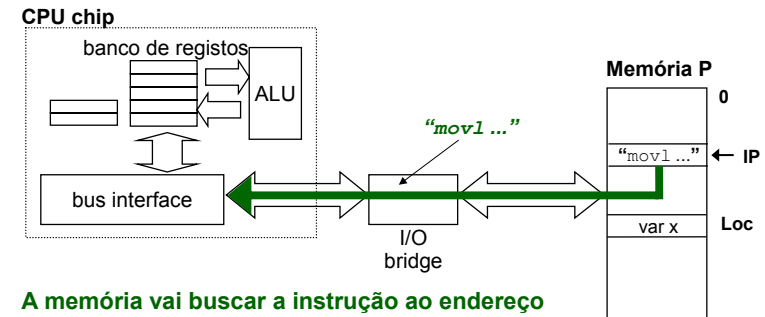


O CPU coloca o valor do apontador de instruções (IP) no *address bus*, e activa o sinal de controlo RD

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

Ex.: `movl Loc, %eax`

1. Busca da instrução (2)

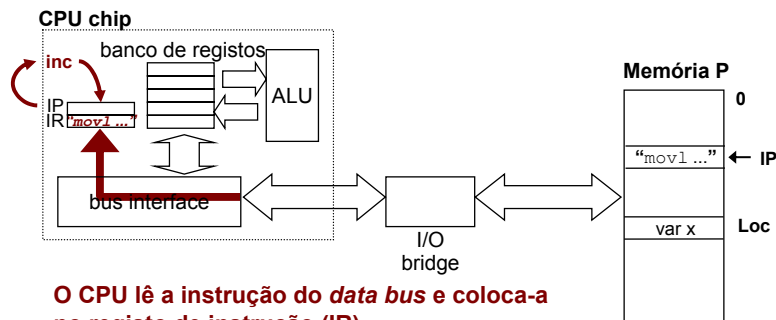


A memória vai buscar a instrução ao endereço definido por IP e coloca-a no *data bus*

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

Ex.: `movl Loc, %eax`

1. Busca da instrução (3)
... e incremento do IP



O CPU lê a instrução do *data bus* e coloca-a no registo de instrução (IR)

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

Ex.: `movl Loc, %eax`

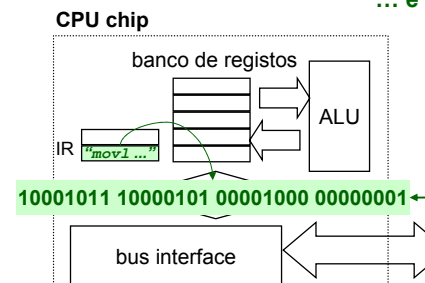
2. Descodificação da instrução

A unidade de controlo do CPU descodifica a instrução...

... e prepara-se para executar a operação:

`move long`

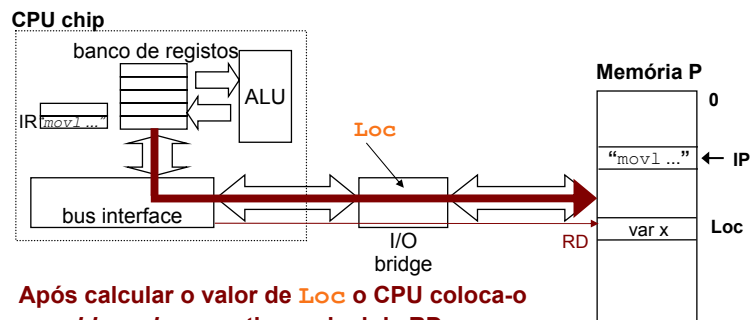
copiar valor com 32 bits da memória, em `Loc` para o registo `%eax`



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

Ex.: `movl Loc,%eax`

3. Execução da operação (1)

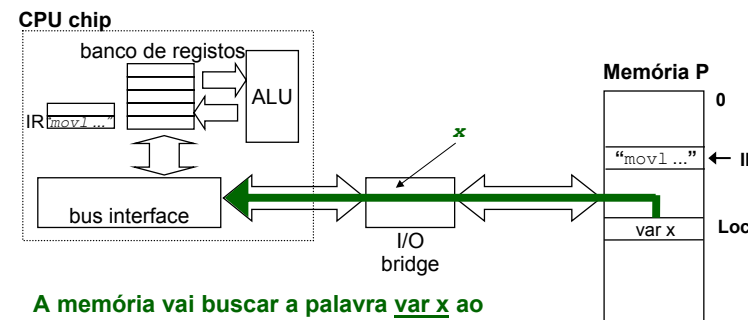


Após calcular o valor de **Loc** o CPU coloca-o no **address bus** e activa o sinal de **RD**

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

Ex.: `movl Loc,%eax`

3. Execução da operação (2)

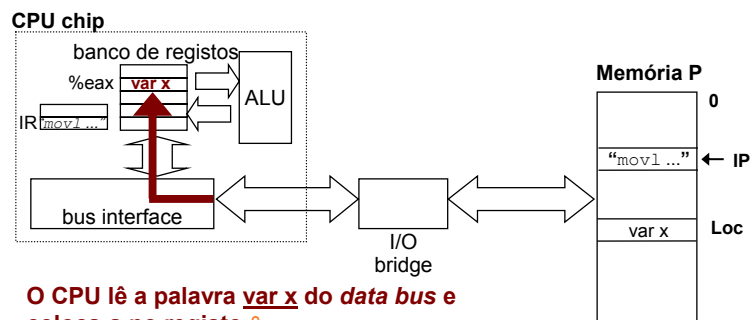


A memória vai buscar a palavra **var x** ao endereço **Loc** e coloca-a no **data bus**

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

Ex.: `movl Loc,%eax`

3. Execução da operação (3)



O CPU lê a palavra **var x** do **data bus** e coloca-a no registo **%eax**

Análise de componentes num computador

Componentes (físicos) a analisar:

- processador (info adicional):
 - » o nível ISA (*Instruction Set Architecture*): tipos/formatos de instruções, acesso a operandos, ...
 - » paralelismo no CPU: *pipeline*, superescalaridade, ...
 - » CISC versus RISC
- hierarquia de memória:
 - cache, memória virtual, ...
- periféricos:
 - » interfaces humano-computador (HCI)
 - » arquivo de informação
 - » comunicações