



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 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*)

Execução de programas num computador (2)



```
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/ IA32)
 - 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 IA32
 - instrução com 3-bytes
 - na memória em 0x401046

Execução de programas num computador (3)

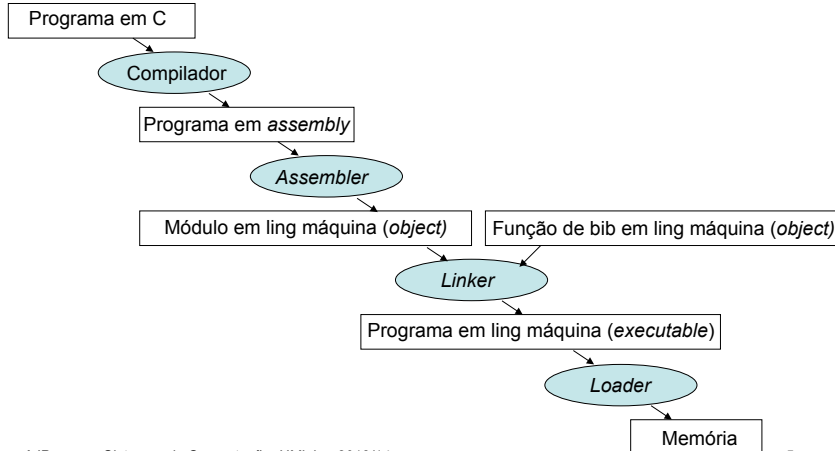


Mecanismos de conversão (para comandos do CPU):

- compilador
 - traduz um programa de um nível de abstração para outro inferior (converte um ficheiro de texto noutra 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 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:

- 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 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)

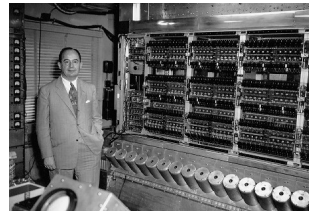
ENIAC (1ª geração, 1945)

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

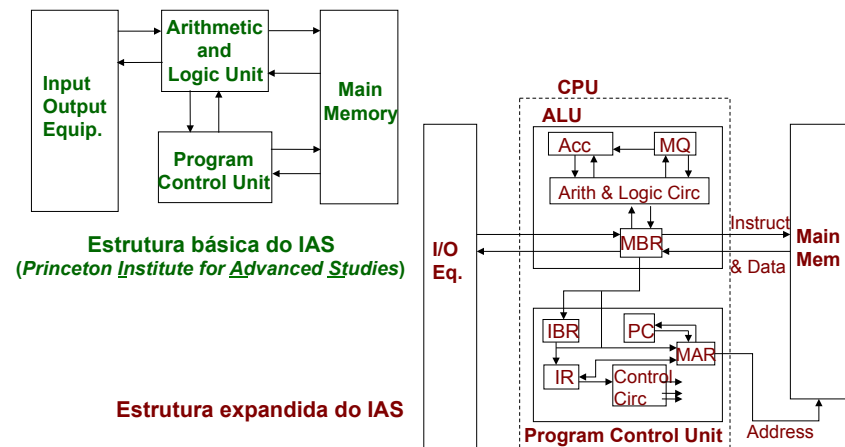


Von Neumann introduz conceito de **stored-program**:

- 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



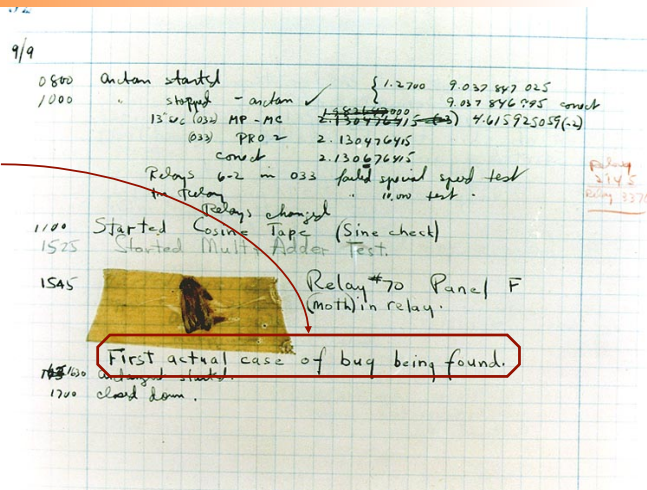
Modelo de computação de von Neumann, 1945/46 (2)



Relato do primeiro bug num computador

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

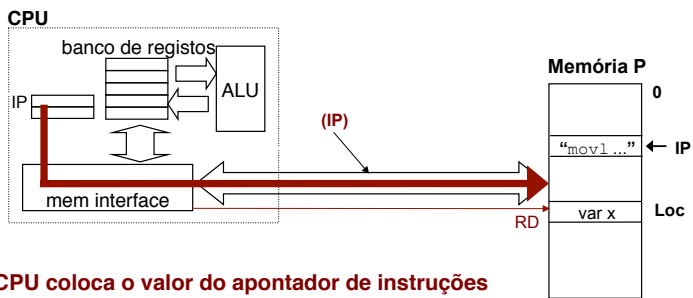
- entrada que os operadores de serviço fizeram no logbook...



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

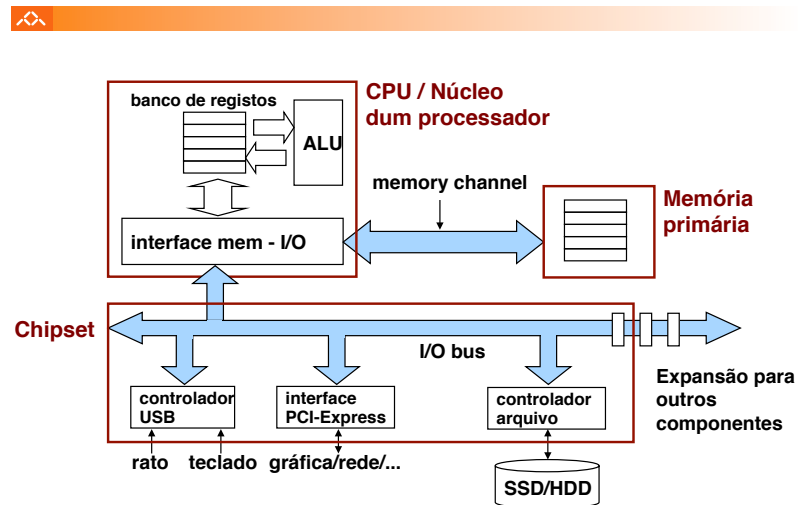
Ex.: `movl Loc, %eax`

1. Leitura da instrução na memória (1)



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

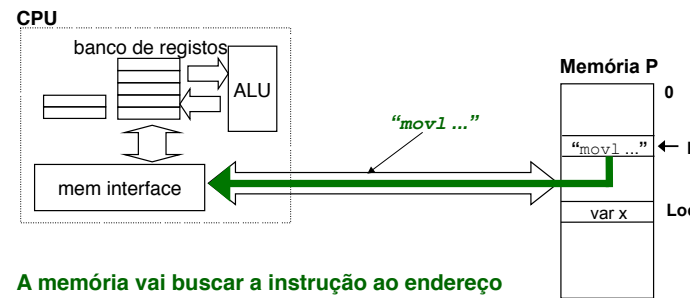
Modelo de arquitetura de um computador elementar



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

Ex.: `movl Loc, %eax`

1. Leitura da instrução na memória (2)

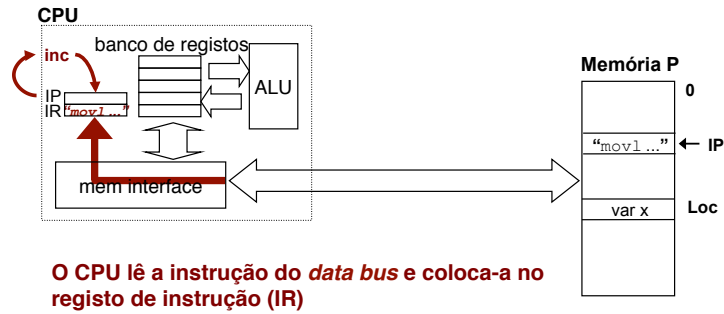


A memória vai buscar a instrução ao endereço definido por IP e coloca-a no *data bus*

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

Ex.: `movl Loc,%eax`

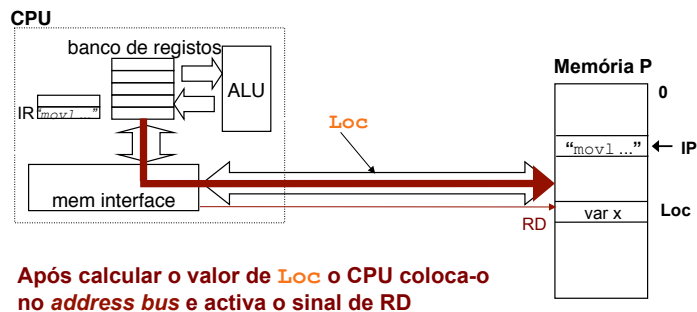
1. Leitura da instrução na memória (3)
... e incremento do IP



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

Ex.: `movl Loc,%eax`

3. Execução da operação (1)

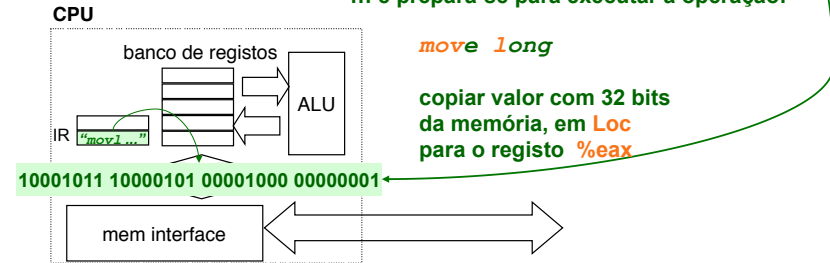


Exemplo de execução de uma instrução em linguagem máquina (4)

Ex.: `movl Loc,%eax`

2. Descodificação da instrução

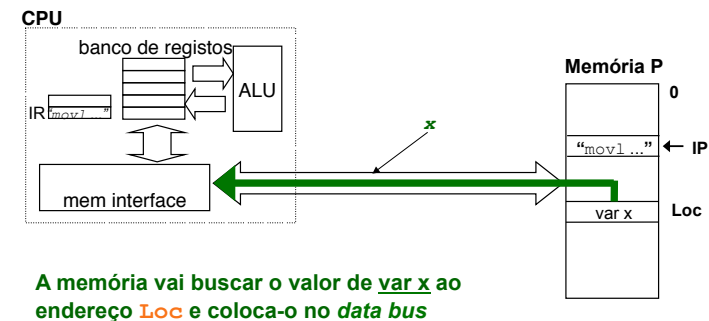
A unidade de controlo do CPU descodifica a instrução...
... e prepara-se para executar a operação:



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

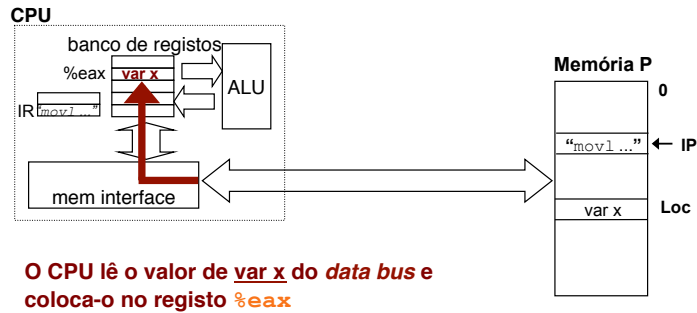
Ex.: `movl Loc,%eax`

3. Execução da operação (2)



Ex.: `movl Loc,%eax`

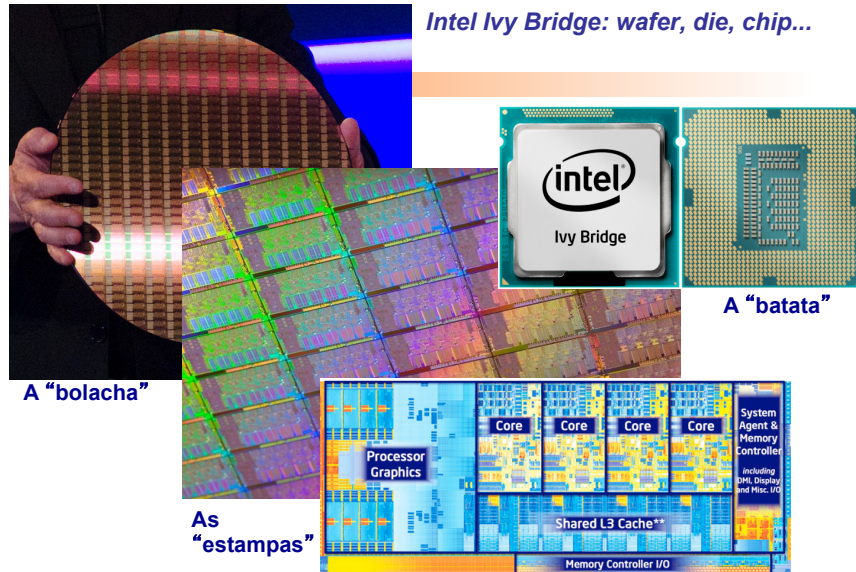
3. Execução da operação (3)



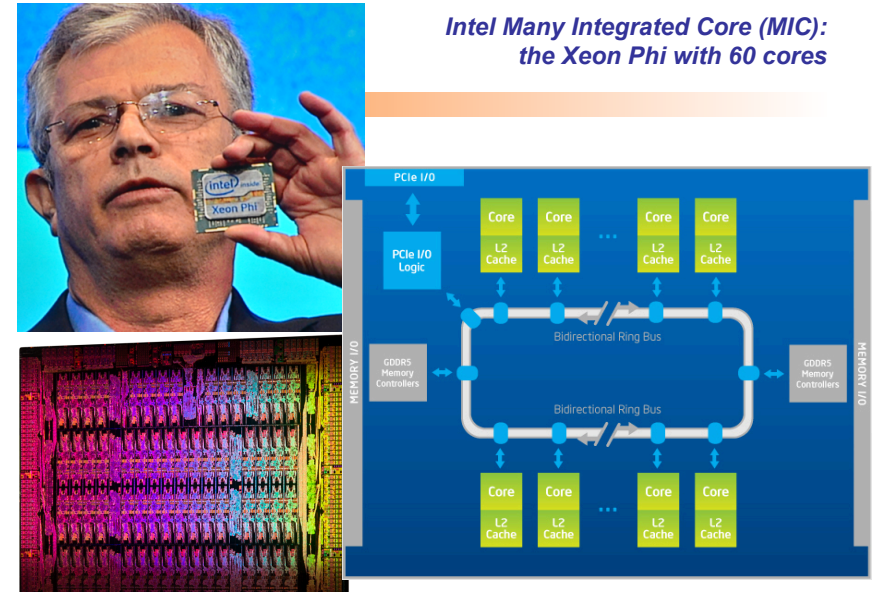
O CPU lê o valor de `var x` do *data bus* e coloca-o no registro `%eax`

Algumas palavras chave na terminologia tecnológica:

- instruction set
- CPU data width
- 32-bit processor
- clock cycle/ frequency
- overclocking
- throughput
- pipeline, superscalar
- dual/ quad/ ... core
- wafer, die, chip, ...
- RAM / ROM
- SRAM / DRAM
- cache memory
- flash memory
- access time
- magnetic drive, HDD
- SSD (Solid State Drive)
- NUMA structure
- USB/ SATA/ PCIe ...



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



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