# Estrutura do tema ISC

1. Representação de informação num computador
2. Organização e estrutura interna dum computador
3. Execução de programas num computador
4. Análise das instruções de um processador
5. Evolução da tecnologia e da eficiência

# *Representação de comandos/instruções num computador (IA-32)*

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

- Código numa linguagem de programação
  - somar 2 inteiros

```
0x401046:  addl 8(%ebp),%eax
```

**Idêntico à expressão**
**`x = x + y`**

- Código "objecto" numa linguagem intermédia
  - somar 2 inteiros (de 4-*bytes*)
  - operandos:
    - x: no registo `eax`
    - y: na memória em `[(ebp)+ ...]`

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

- Código "objecto" (em hexadecimal)
  - instrução com 3-*bytes*
  - na memória em `0x401046`

# *Níveis de abstração na representação de programas num computador*

## Níveis de abstração:

Slide anterior:

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

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

- *Assembly* (da GNU p/ IA-32)
  - somar 2 inteiros de 4 *bytes*

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

**Idêntico à expressão**

```
x = x + y
```

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

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

– 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"): uma linguagem intermédia (comandos da PU em formato texto)

– nível da linguagem máquina: a linguagem de comandos, específica p/ cada PU ou família de PU's (em binário puro)
  - » arquiteturas CISC (*Complex Instruction Set Computers*)
  - » arquiteturas RISC (*Reduced Instruction Set Computers*)

# *Execução de instruções (em linguagem máquina) **numa PU***

**Ciclo de execução de instruções:**

1. **Leitura** de uma instrução da memória
   ... e incremento do IP
2. **Descodificação** da instrução
3. **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

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

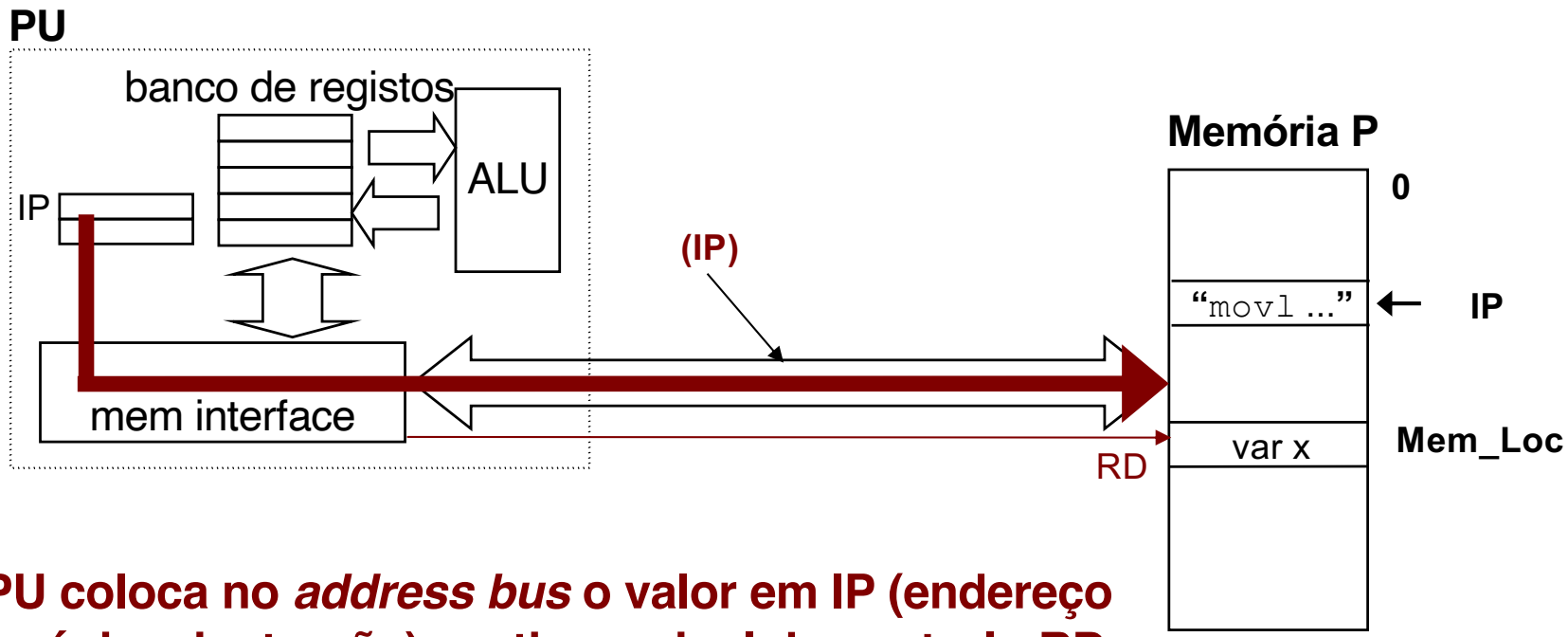
**Mecanismos de conversão entre níveis de abstração**

**Modelo de computação de von Neumann** (1945)

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

Ex.: `movl Mem_Loc,%eax`

## 1. Leitura da instrução na memória (1)

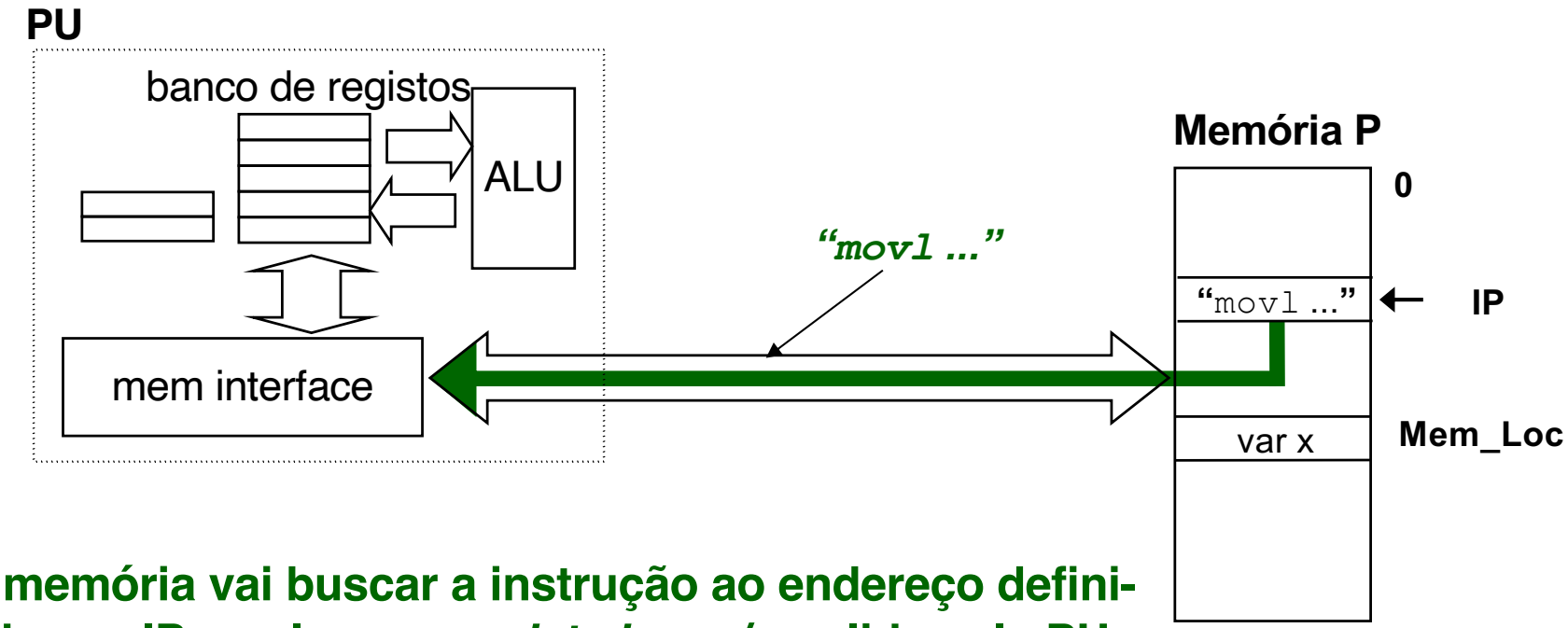



**A PU coloca no *address bus* o valor em IP (endereço p/ próxima instrução), e ativa o sinal de controlo RD**

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

Ex.: `movl Mem_Loc,%eax`

## 1. Leitura da instrução na memória (2)



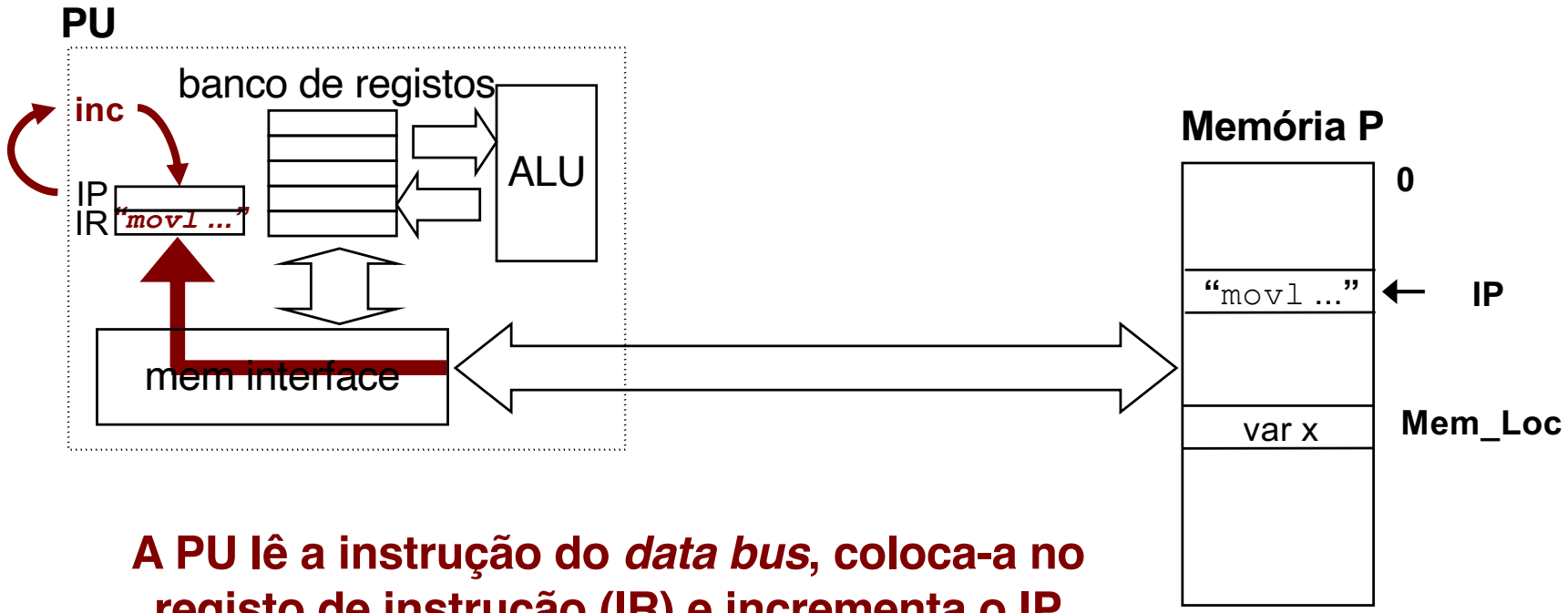

**A memória vai buscar a instrução ao endereço definido por IP e coloca-a no *data bus* p/ ser lida pela PU**

# *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**




**A PU lê a instrução do *data bus*, coloca-a no registo de instrução (IR) e incrementa o IP**

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

Ex.: `movl Mem_Loc,%eax`

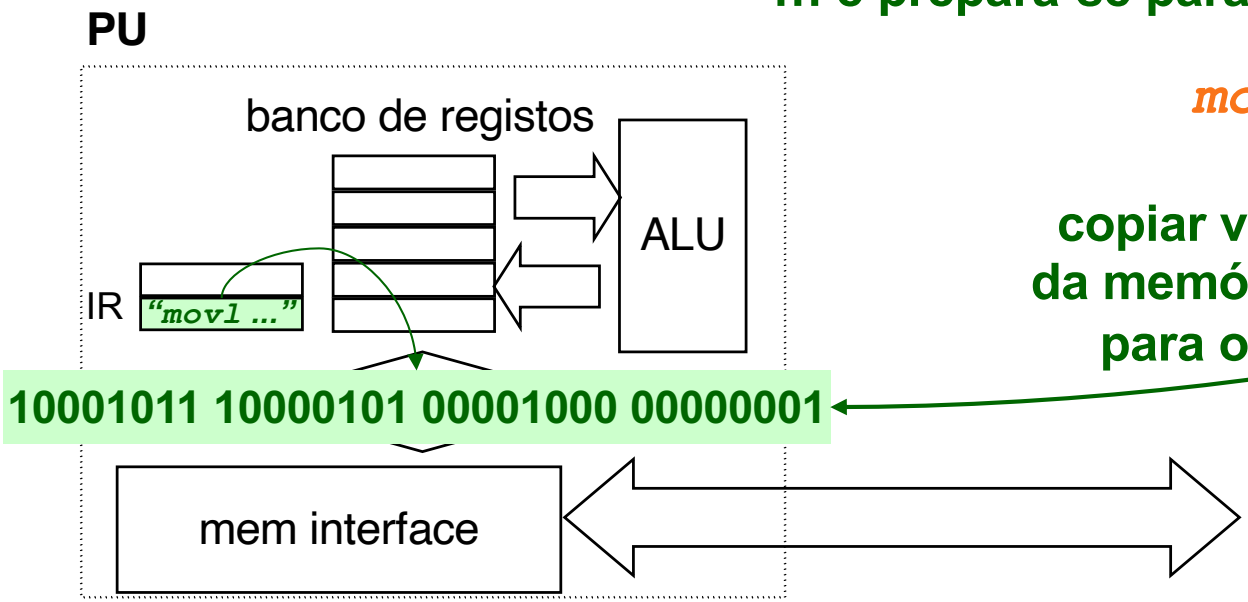
## 2. Descodificação da instrução

**A unidade de controlo da PU descodifica a instrução…**

**… e prepara-se para executar a operação:**

***move long***

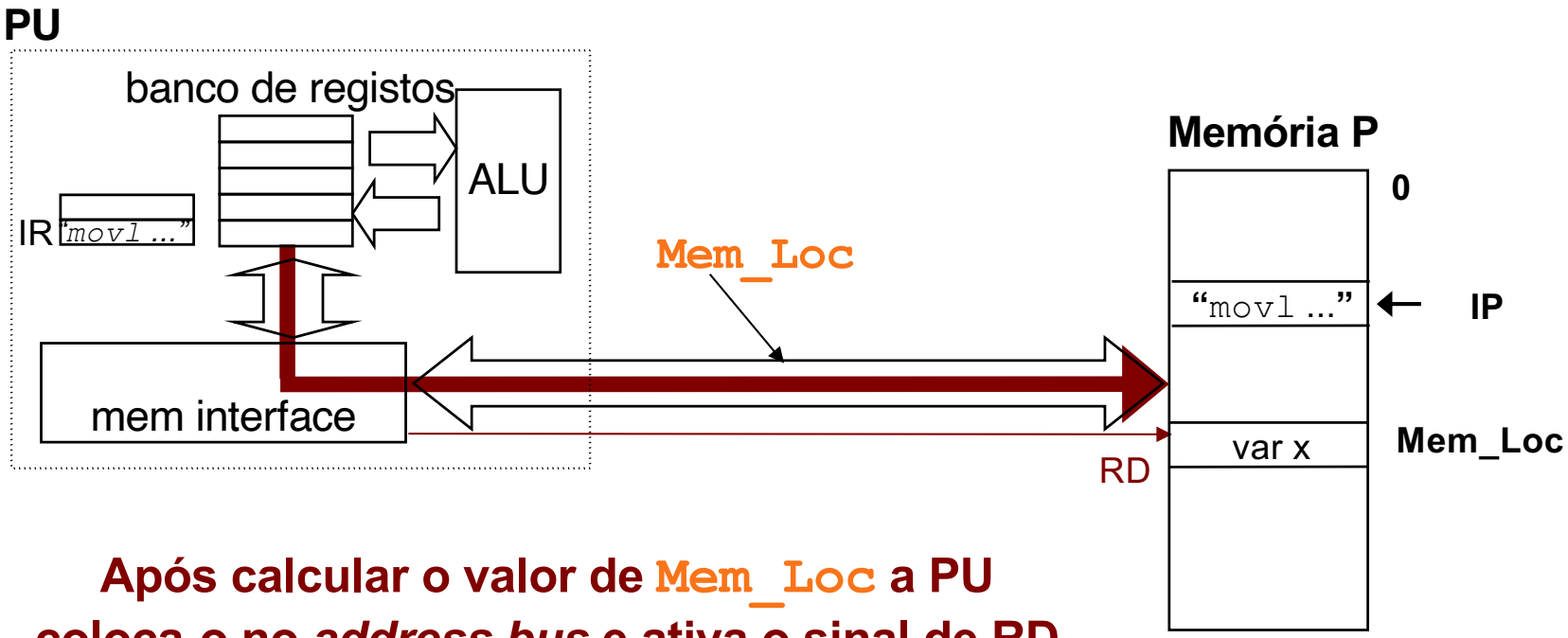
**copiar valor com 32 bits da memória, em Mem_Loc para o registo %eax**



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

Ex.: `movl Mem_Loc,%eax`

## 3. Execução da operação (1)

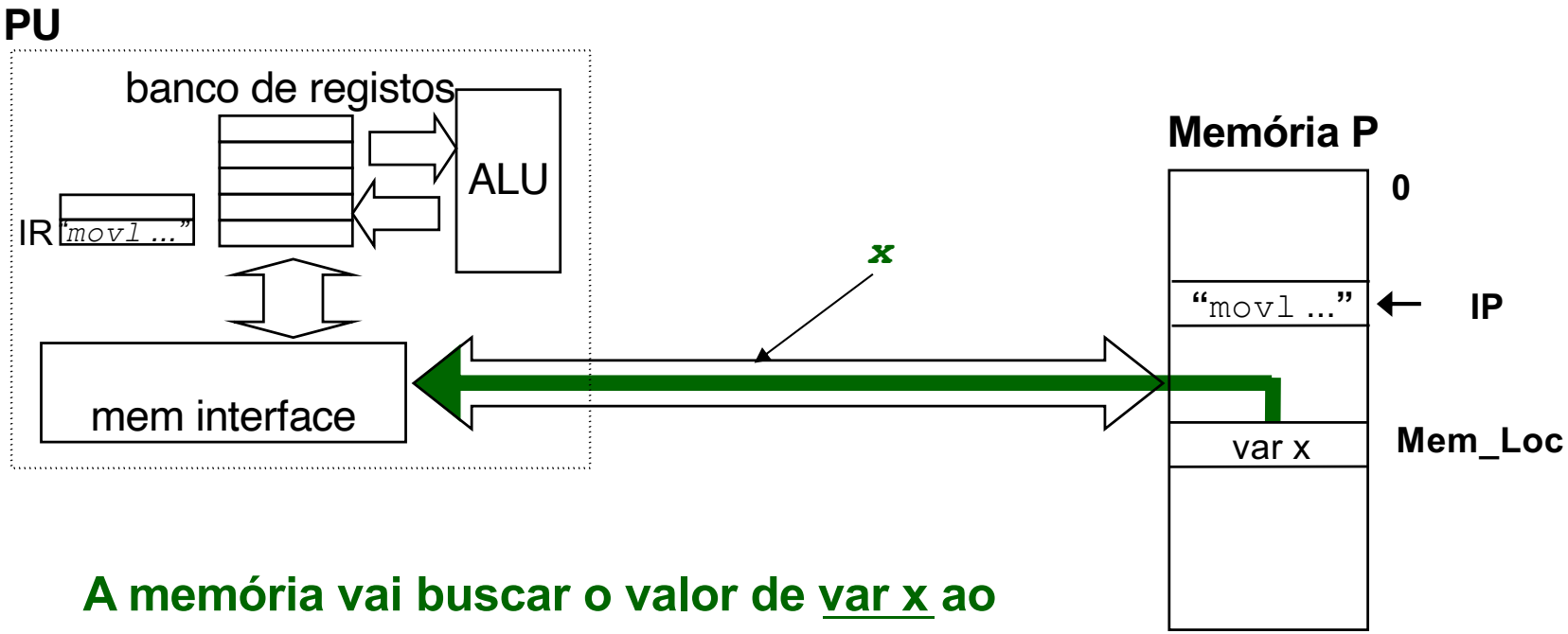



**Após calcular o valor de `Mem_Loc` a PU coloca-o no *address bus* e ativa o sinal de RD**

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

Ex.: `movl Mem_Loc,%eax`

## 3. Execução da operação (2)

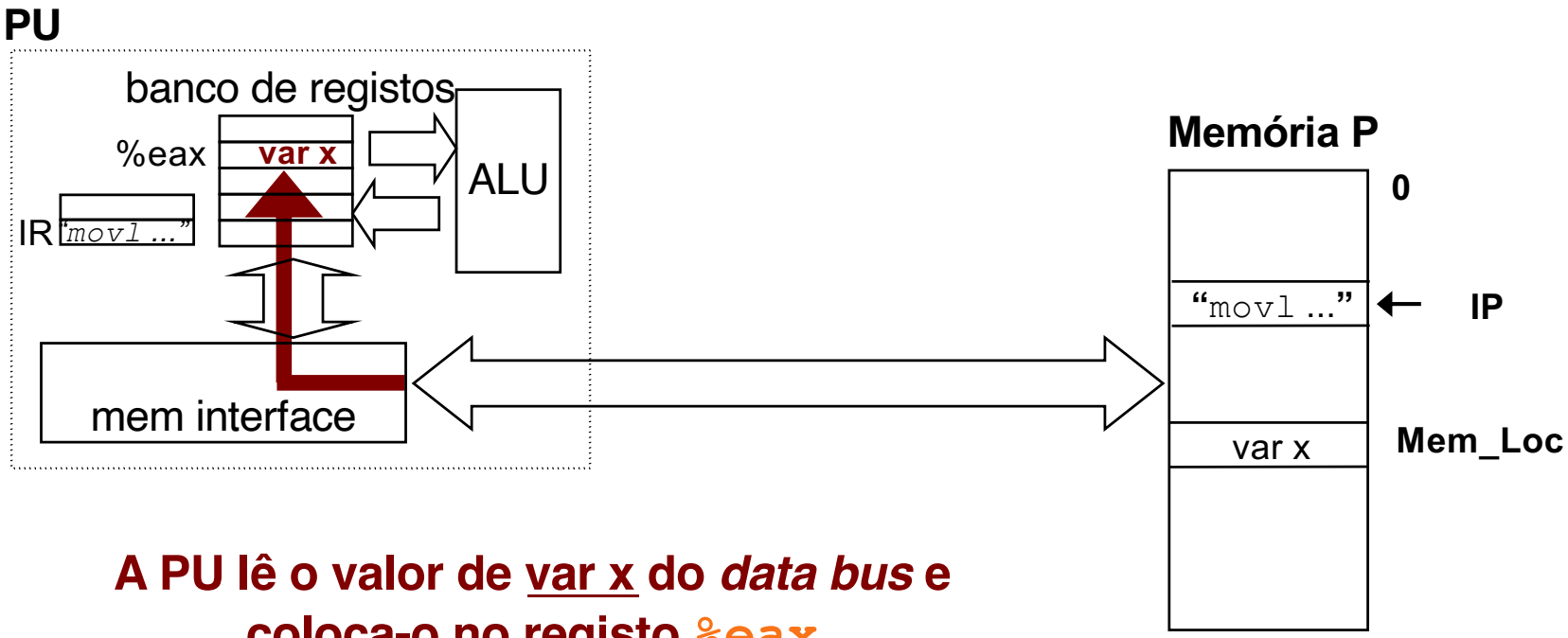



**A memória vai buscar o valor de var x ao endereço `Mem_Loc` e coloca-o no *data bus***

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

Ex.: `movl Mem_Loc,%eax`

## 3. Execução da operação (3)



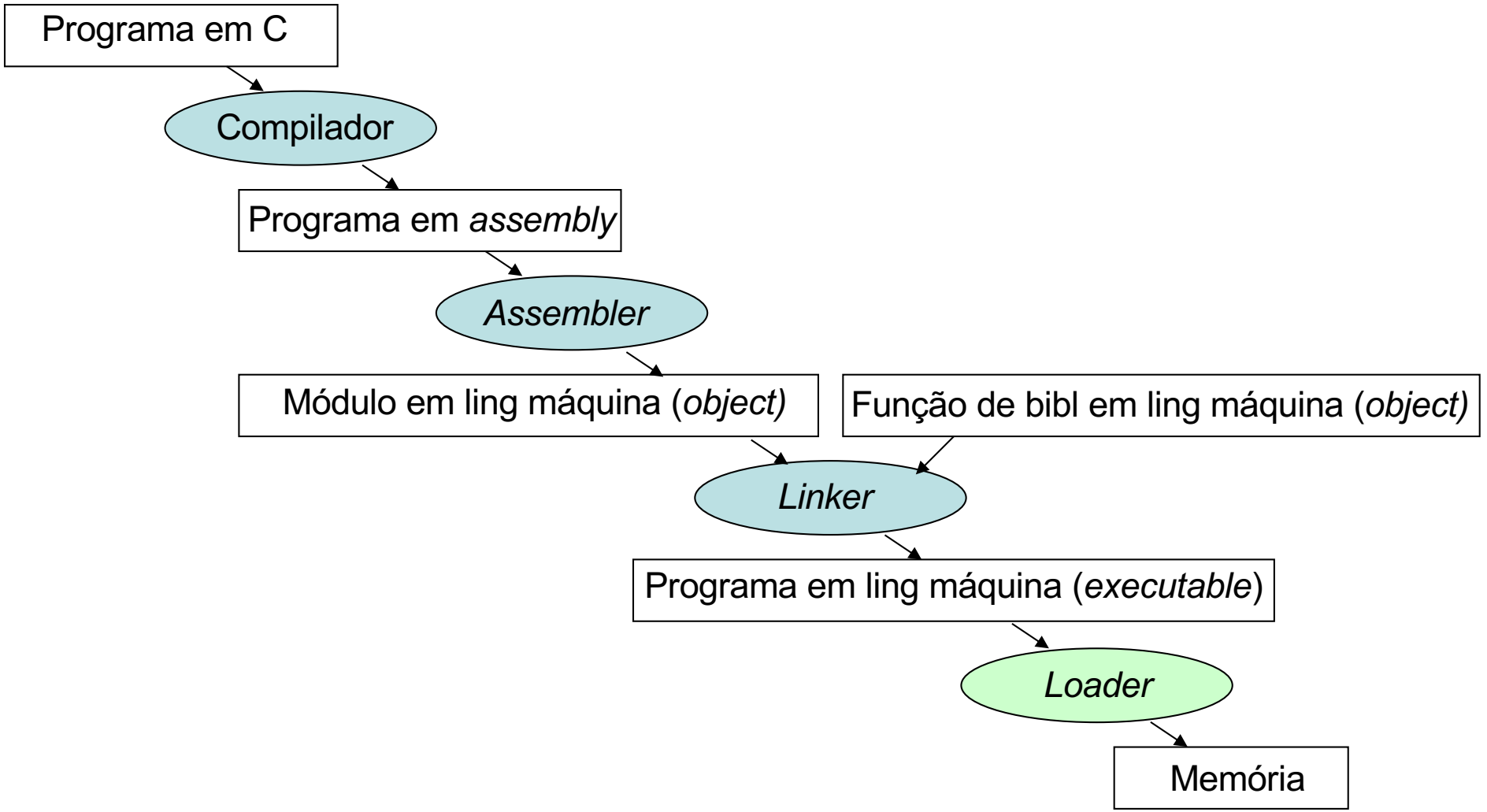

**A PU lê o valor de var x do *data bus* e coloca-o no registo `%eax`**

# *Execução de programas num computador:*
## *de HLL para linguagem máquina*

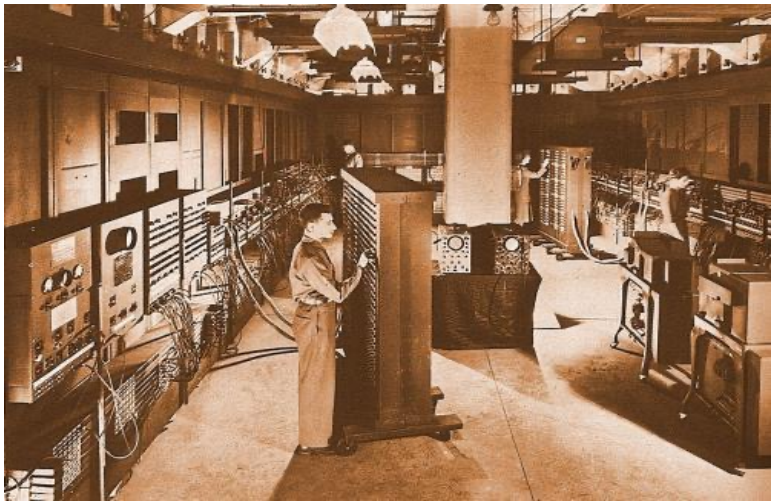
**Mecanismos de conversão** (para comandos da PU):

- 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 da PU
- 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:*
## *de HLL até à sua execução*

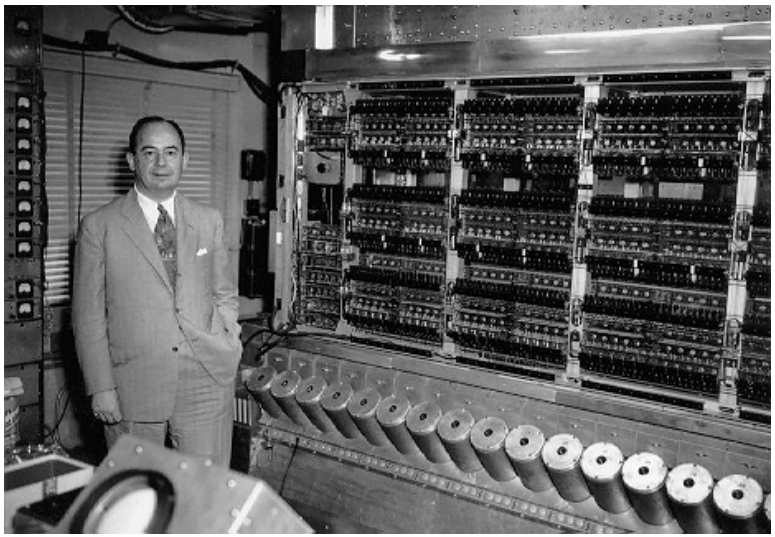


# *Modelo de computação de von Neumann, 1945/46 (1)*



**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)

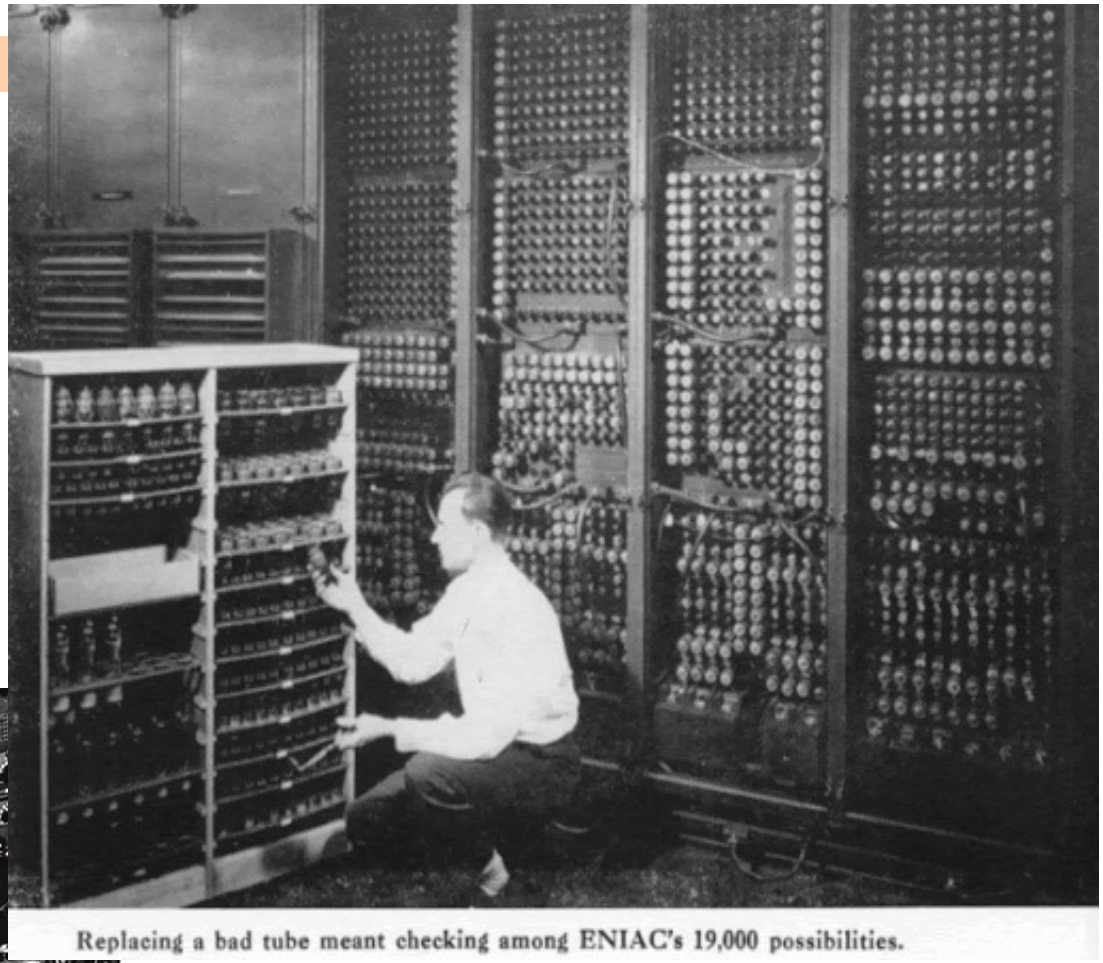


**Von Neumann** introduz o conceito de ***stored-program***

- 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 unidade de controlo
- constrói novo computador, o IAS

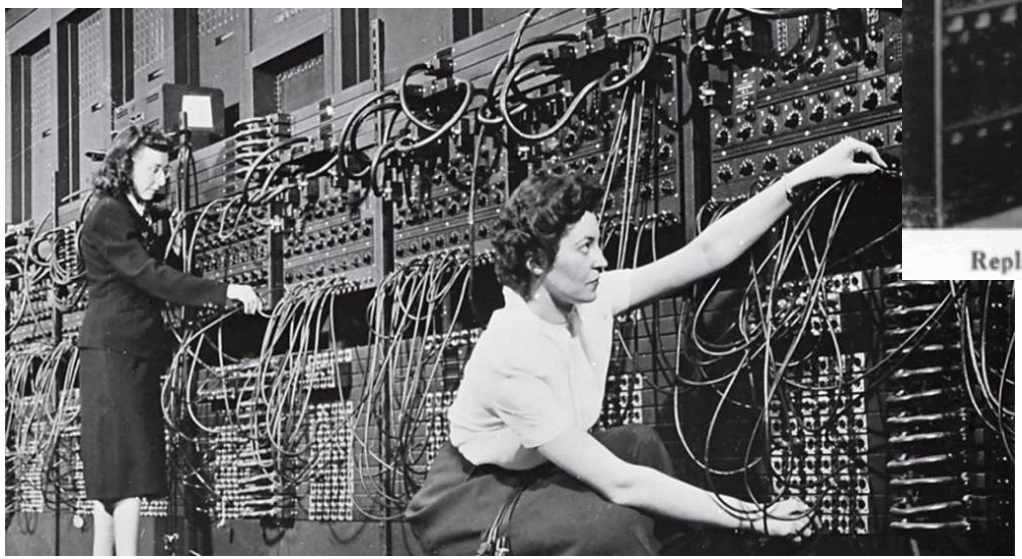
# *A eletrónica dos primeiros computadores*

Válvulas num computador



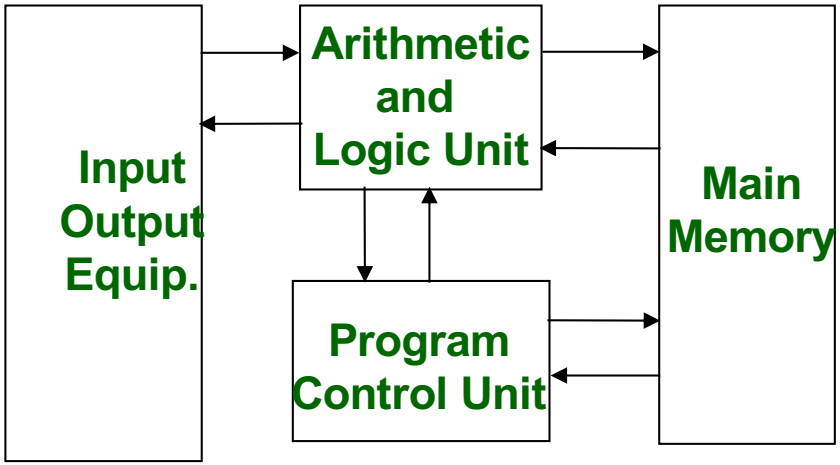
Replacing a bad tube meant checking among ENIAC's 19,000 possibilities.

ENIAC

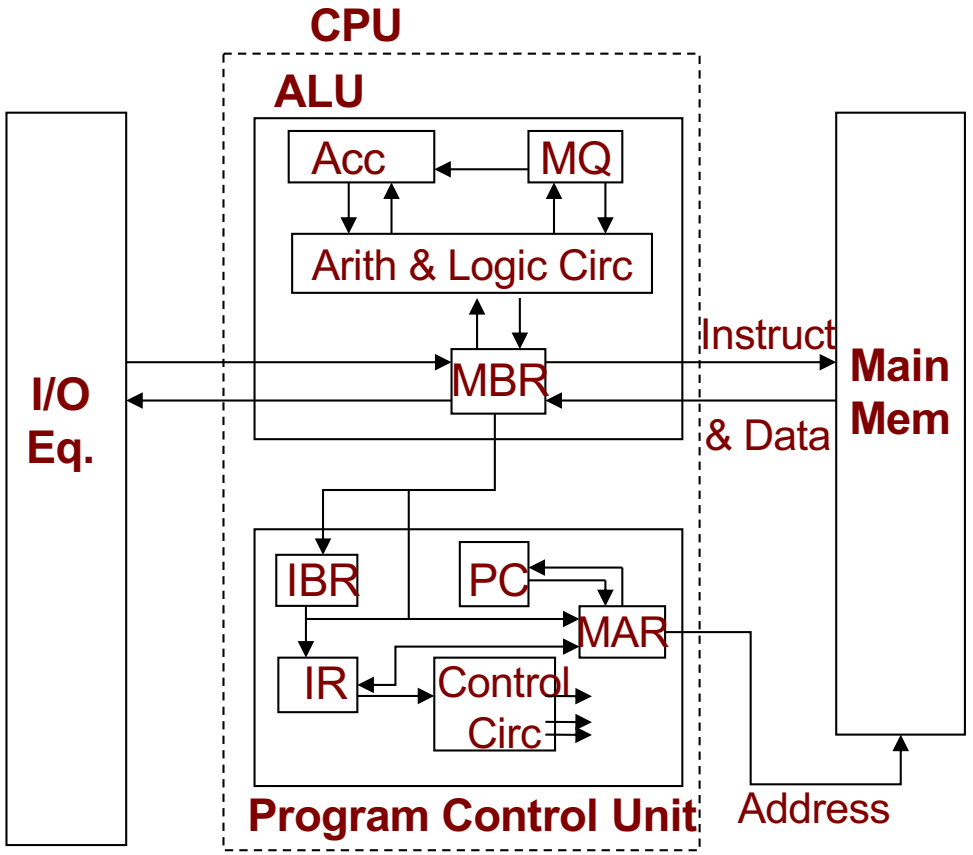


Interligando os diversos componentes por "handware"…

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




**Estrutura básica do IAS**
**(*Princeton Institute for Advanced Studies*)**




**Estrutura expandida do IAS**