

Introduzione al linguaggio **MIPS**

M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda, L. Sterpone

Politecnico di Torino
Dip. di Automatica e Informatica



I processori: cosa sono

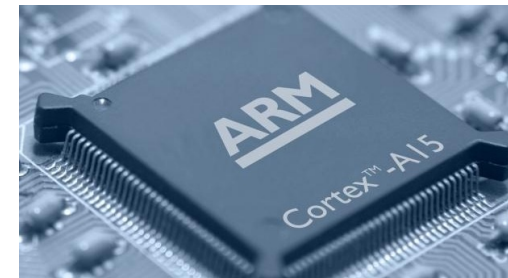
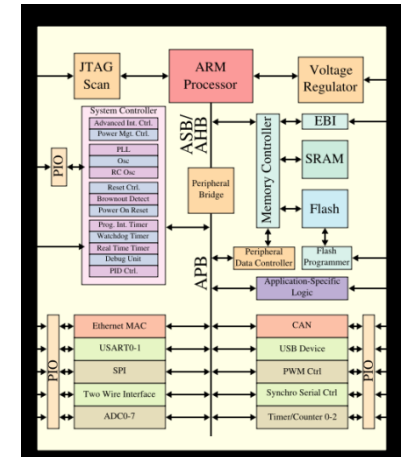
Il processore è il modulo principale di un sistema a processore.

Un processore è un modulo che può corrispondere

- a una parte (denominata *core*) di un circuito integrato (SoC o microcontrollore)
- a un circuito integrato a se stante.

Esistono numerose tipologie di processori in termini di complessità, potenza di calcolo, architettura, ecc.

SoC

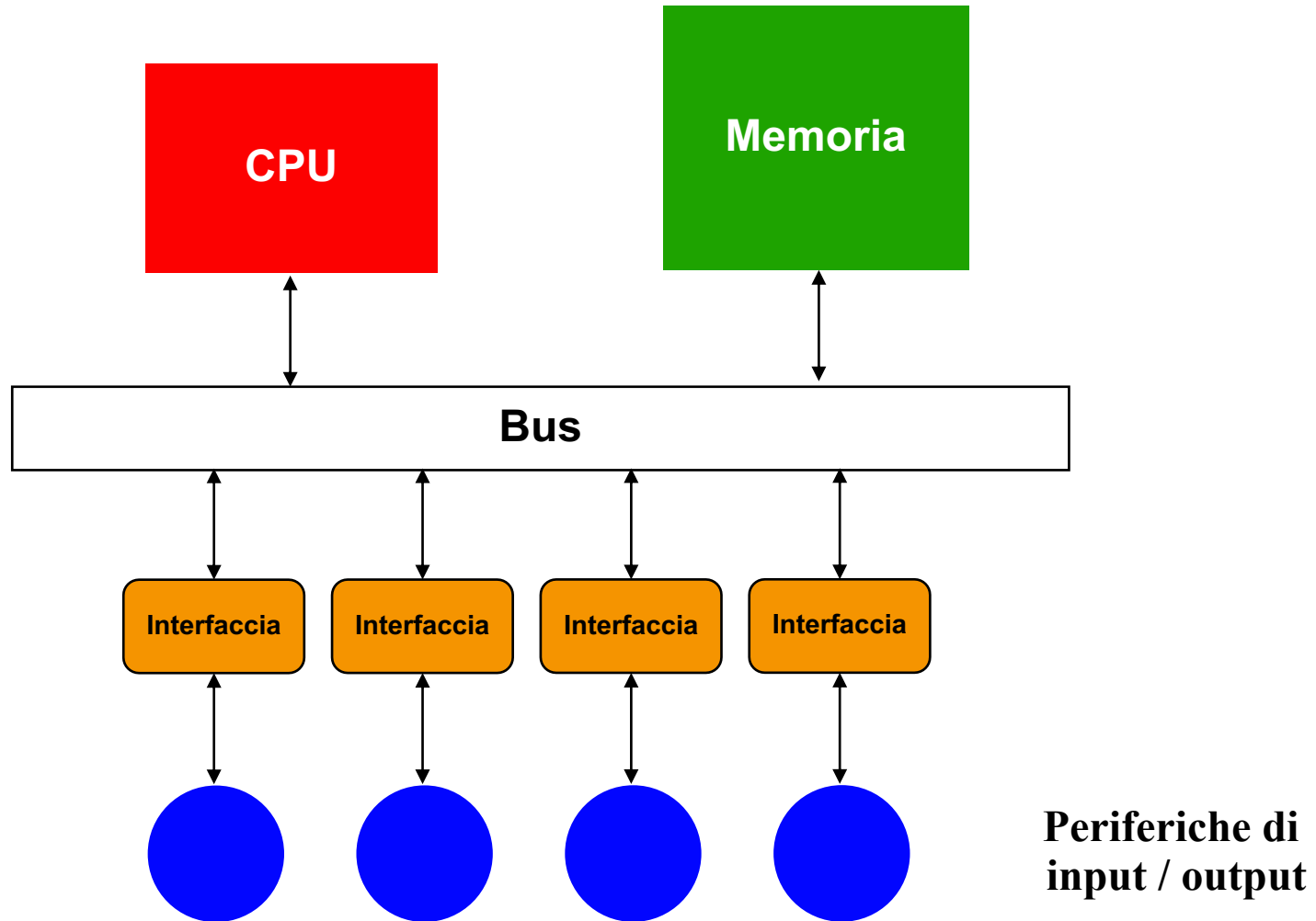


I processori: cosa fanno

Un processore è un dispositivo che compie 2 tipi di operazioni:

- esegue istruzioni (il cui codice sta in memoria)**
- interagisce con il mondo esterno (attraverso opportune interfacce).**

Sistema a processore



Istruzioni

L'esecuzione di ciascuna istruzione si compone di 2 fasi:

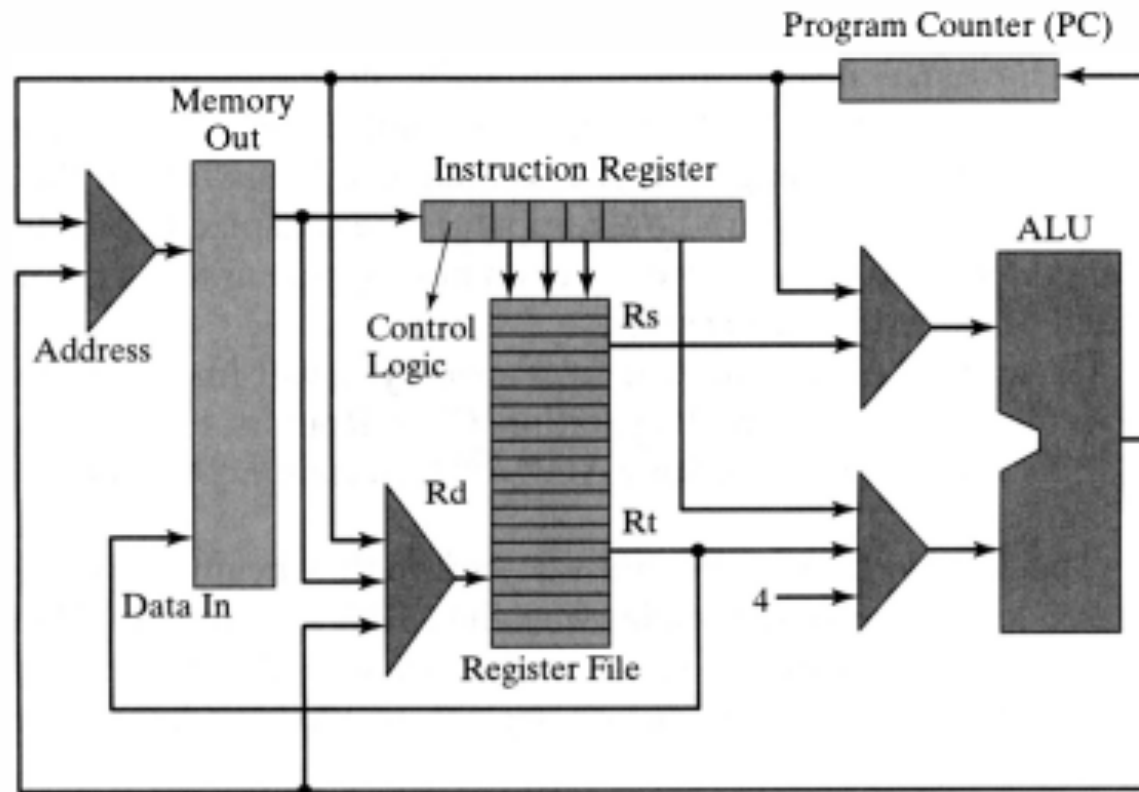
- *fetch*: il codice dell'istruzione viene letto dalla memoria
- *execute*: il codice viene prima decodificato, poi eseguito. Questo comporta normalmente l'accesso ad uno o più operandi, l'esecuzione di una operazione su di essi, la scrittura del risultato.

La combinazione delle due fasi si dice *ciclo di istruzione*.

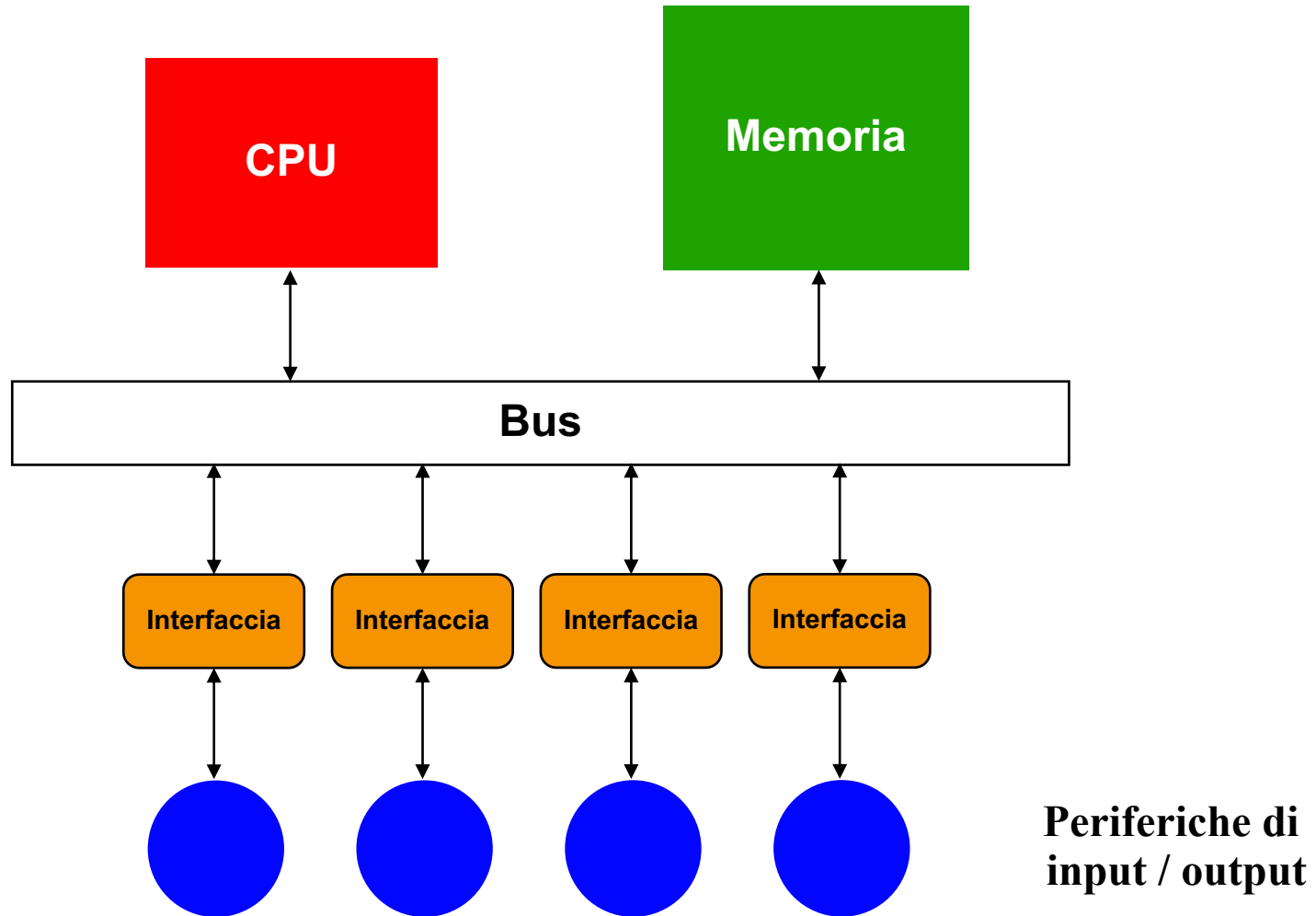
Registri

- Il tempo per accedere alla memoria è normalmente superiore al tempo necessario alla CPU per processare i dati
- L'accesso alla memoria rappresenta quindi un *collo di bottiglia* (in inglese *bottleneck*) per le prestazioni delle CPU
- Per questa ragione all'interno della CPU sono presenti alcune celle di memoria particolarmente veloci, note come *registri*
- Ove possibile le operazioni vengono svolte utilizzando i registri per contenere operandi e risultato.

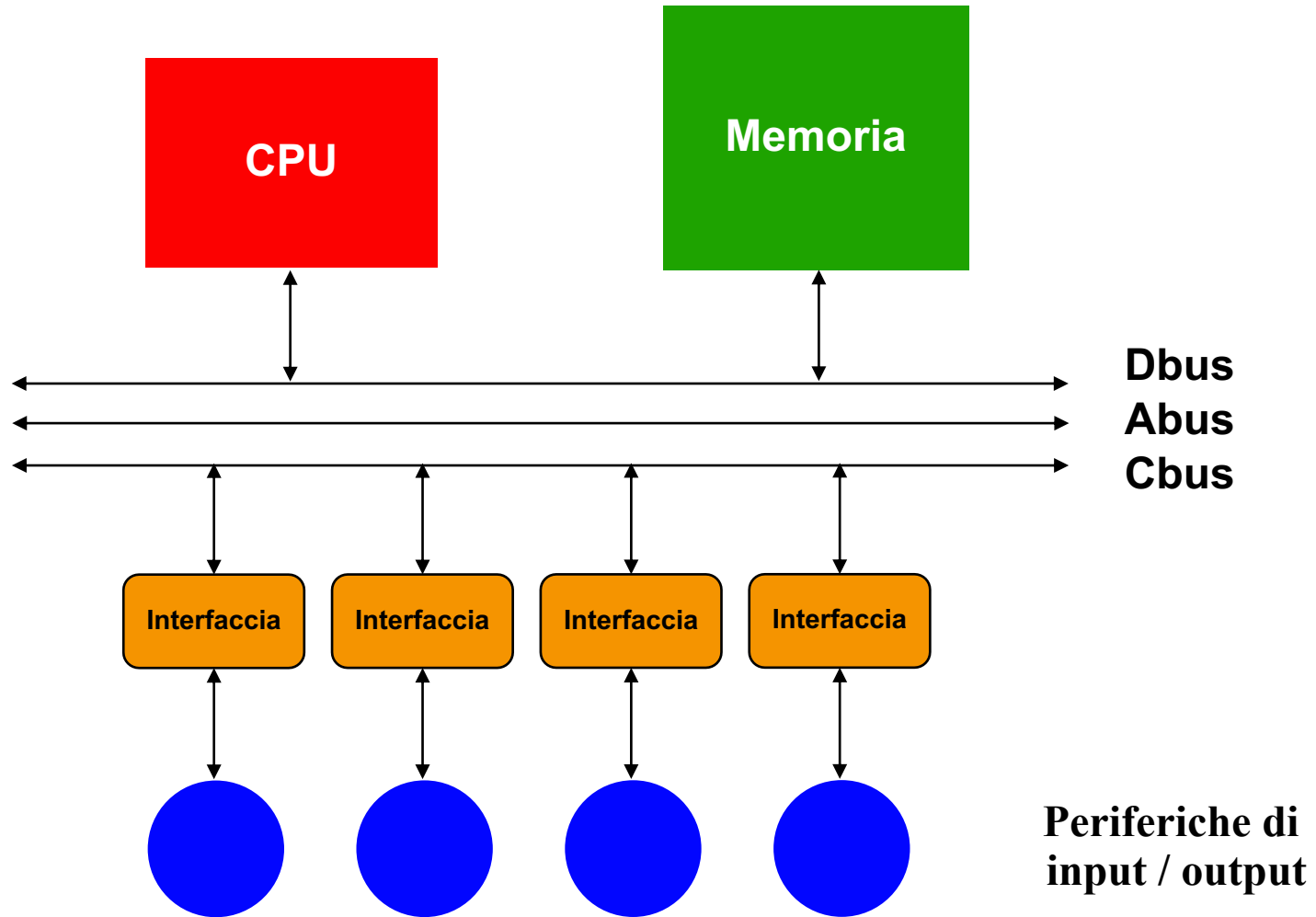
Modello architetturale della CPU MIPS



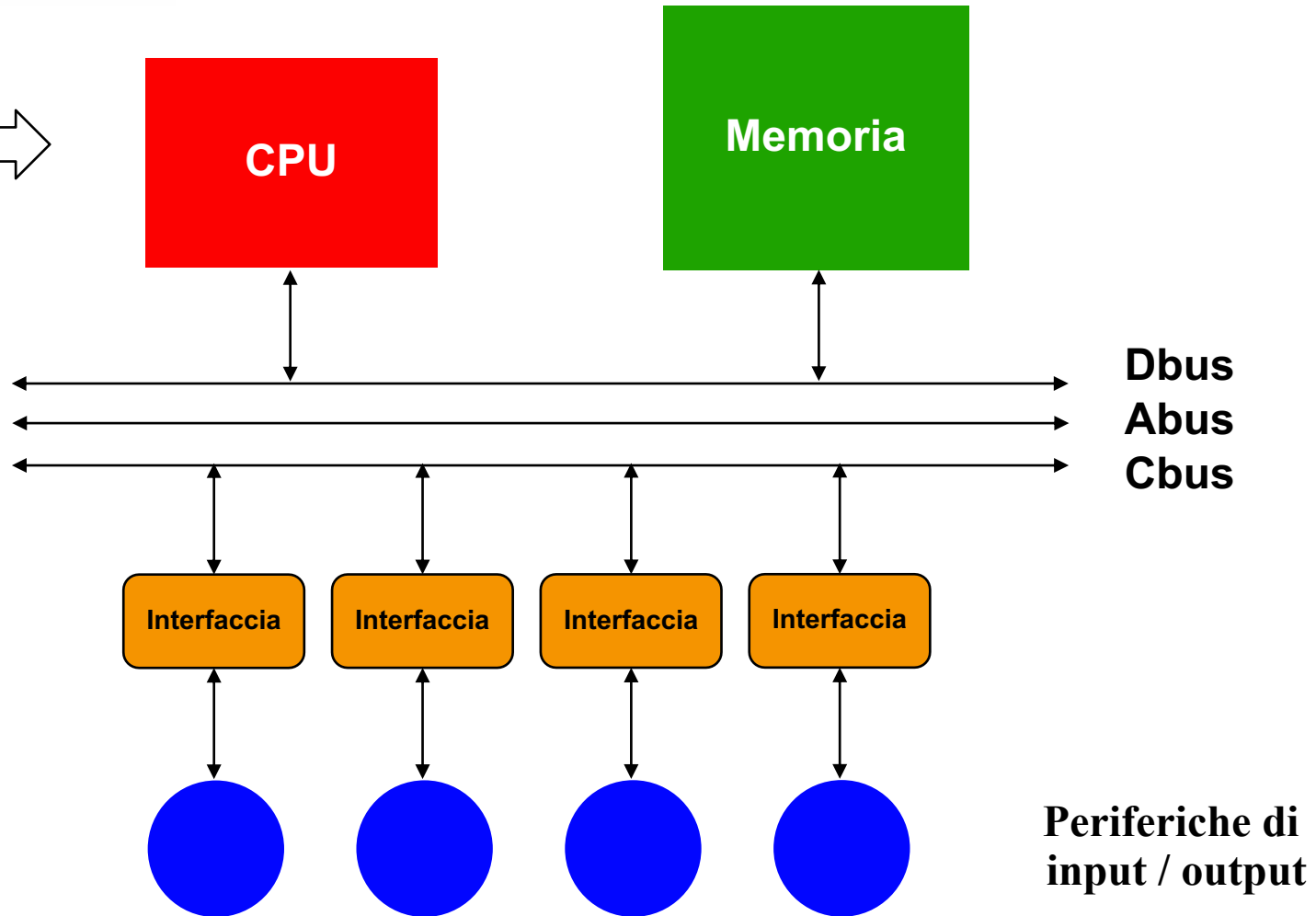
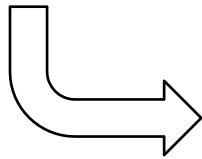
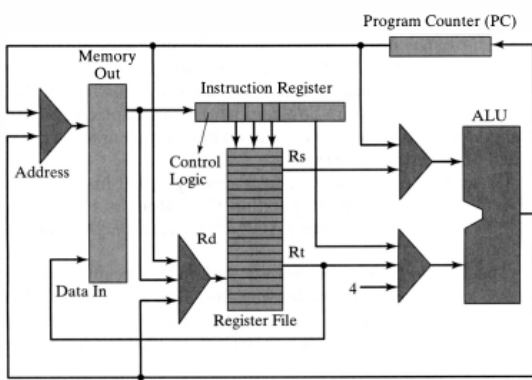
Sistema a processore



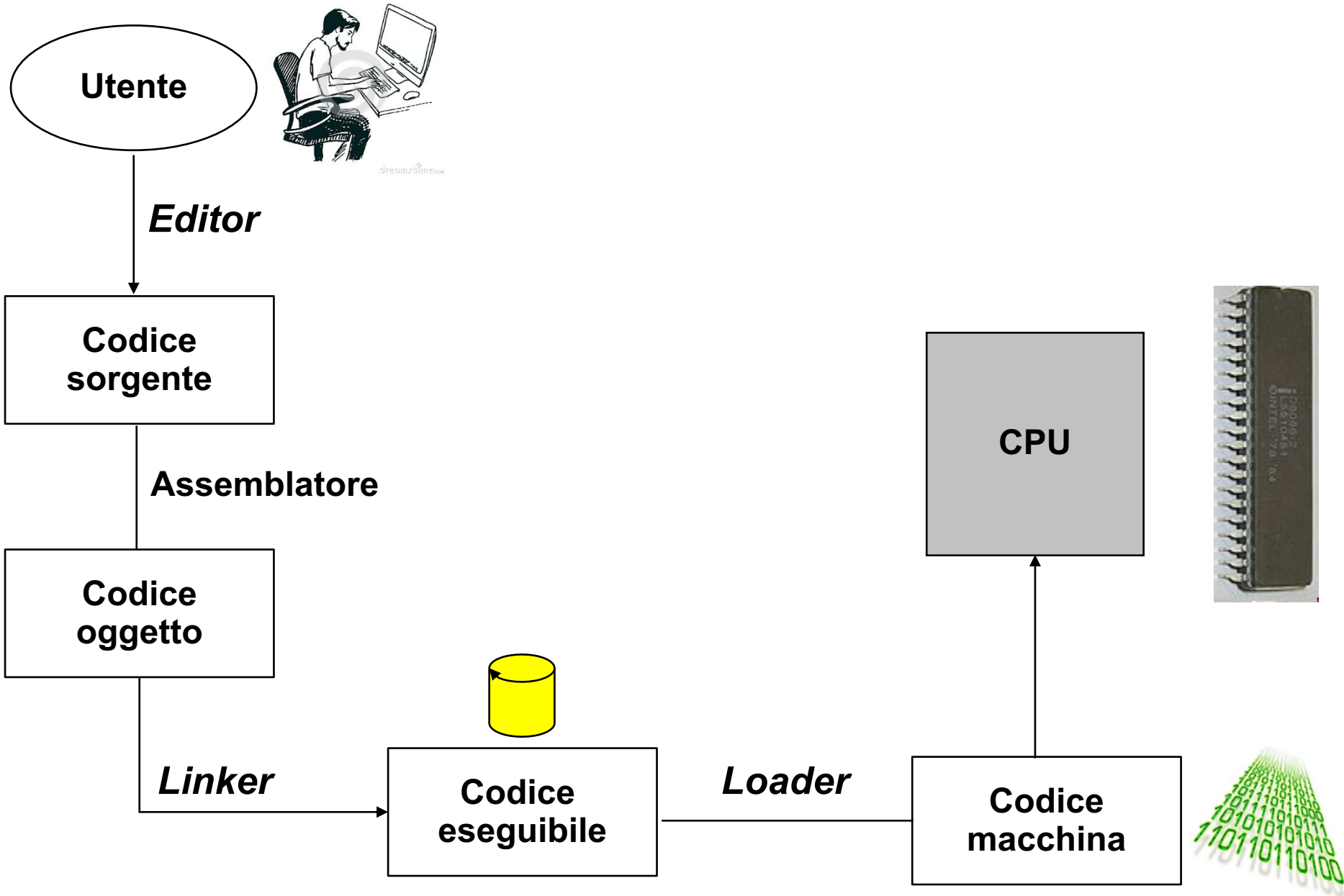
Sistema MIPS



Sistema MIPS



Ciclo di vita di un programma



Assembly

- **Rappresentazione simbolica del linguaggio macchina**
- **Vero e proprio linguaggio di programmazione**
- **Più comprensibile del linguaggio macchina in quanto utilizza simboli invece che sequenze di bit**
- **Rispetto ai linguaggi ad alto livello...**
 - **Assembly è il linguaggio target di compilazione di codice in linguaggi ad alto livello**
 - **Assembly fornisce limitate forme di controllo del flusso**
 - **Assembly non prevede articolate strutture dati**

Assembly

- **VANTAGGI:**
 - **Visibilità diretta dell'hardware**
 - **Massimo sfruttamento delle potenzialità HW della macchina**
 - **Ottimizzazione delle prestazioni**
- **SVANTAGGI:**
 - **Mancanza di portabilità dei programmi**
 - **Maggior costo di sviluppo**
 - **Maggiore lunghezza e difficoltà di comprensione**

C and Assembly

C:

```
main()  
{ int i;  
  int sum = 0;  
  for (i=0; i<=100; i=i+1)  
    sum = sum + i*i;  
}
```

Assembly-MIPS:

main:

```
subu $sp, $sp, 32  
sw $ra, 20($sp)  
sw $a0, 32($sp)  
sw $0, 24($sp)  
sw $0, 28($sp)
```

loop:

```
lw $t6, 28($sp)  
lw $t8, 24($sp)  
mult $t4, $t6, $t6  
addu $t9, $t8, $t4  
addu $t9, $t8, $t7  
sw $t9, 24($sp)  
addu $t7, $t6, 1  
sw $t7, 28($sp)  
bne $t5, 100, loop
```

Azzeraamento di un registro

```
# write 0 in $t0
```

```
.text
```

```
.globl main
```

```
.ent main
```

```
main:
```

```
and $t0, $0, $0
```

```
li $v0, 10
```

```
syscall
```

```
.end main
```

```
int a;
```

```
a = 0;
```

Somma di due valori

```
#  reading 2 values from memory, adding and writing them back
```

```
.data
```

```
opd1:      .word 0x00005678
```

```
opd2:      .word 0x12340000
```

```
result:    .space 4
```

```
.text
```

```
.globl main
```

```
.ent main
```

```
main:
```

```
    la      $t0, opd1
```

```
    lw      $t1, ($t0)
```

```
    la      $t0, opd2
```

```
    lw      $t2, ($t0)
```

```
    add     $t3, $t1, $t2
```

```
    la      $t0, result
```

```
    sw      $t3, ($t0)
```

```
    li      $v0, 10
```

```
    syscall
```

```
.end main
```

```
int  opd1,  
     opd2,  
     result;
```

```
result = opd1 + opd2;
```


Somma degli elementi di un vettore (I)

adds all the elements of a vector

.data

vett:

.word 5, 7, 3, 4, 3

result:

.word 0

.text

.globl main

.ent main

main:

```
la      $t3, vett
and     $t4, $0, $0
lw      $t0, ($t3)
add     $t4, $t4, $t0
addi    $t3, $t3, 4
lw      $t0, ($t3)
add     $t4, $t4, $t0
addi    $t3, $t3, 4
lw      $t0, ($t3)
add     $t4, $t4, $t0
addi    $t3, $t3, 4
lw      $t0, ($t3)
add     $t4, $t4, $t0
addi    $t3, $t3, 4
lw      $t0, ($t3)
add     $t4, $t4, $t0
```

```
#load address of vett
# temporary register = 0
# load first element from vett
# add to the temp register
# update index
# load first element from vett
# add to the temp register
# update index
# load first element from vett
# add to the temp register
# update index
# load first element from vett
# add to the temp register
# update index
# load first element from vett
# add to the temp register
```

```
la      $t3, result
sw      $t4, ($t3)
```

```
# write result to memory
```

```
li      $v0, 10
syscall
```

.end main

```
int  vett[5],
     result,
     tmp=0;
```

```
tmp = 0;
tmp += vett[0];
tmp += vett[1];
tmp += vett[2];
tmp += vett[3];
tmp += vett[4];
result = tmp;
```

Somma degli elementi di un vettore (II)

adds all the elements of a vector

.data

vett: .word 5, 7, 3, 4, 3

result: .word 0

```
int    vett[5],  
      result,  
      tmp=0,  
      i;
```

.text

.globl main

.ent main

main:

```
for(i=0; i<5; i++)  
    tmp += vett[i];  
  
result = tmp;
```

```
lab1:  la      $t1, vett  
       and     $t3, $0, $0      # index  
       and     $t4, $0, $0      # temporary register  
       lw      $t0, ($t1)       # load first element from vett  
       add     $t4, $t4, $t0     # add to the temp register  
       addi    $t1, $t1, 4  
       addi    $t3, $t3, 1       # update index  
       bne     $t3, 5, lab1     # repeat 5 times
```

```
       la      $t1, result  
       sw      $t4, ($t1)
```

```
       li      $v0, 10
```

```
       syscall
```

.end main

Lettura e visualizzazione di un vettore di caratteri

legge DIM elementi di un vettore e li visualizza sulla console (schermo) in ordine inverso

.data

DIM = 5

vett: .space DIM

.text

.globl main

.ent main

main:

la \$t2, vett
and \$t3, \$0, \$0

index

lab1: li \$v0, 12
syscall

read one character

sb \$v0, (\$t2)
addi \$t2, \$t2, 1
addi \$t3, \$t3, 1
bne \$t3, DIM, lab1

update index

repeat 5 times

lab2: addi \$t3, \$t3, -1
addi \$t2, \$t2, -1

update index

lb \$a0, (\$t2)
li \$v0, 11
syscall

write one character

bne \$t3, 0, lab2

repeat 5 times

li \$v0, 10
syscall

.end main

char vett[5];

int i;

for(i=0; i<5; i++)

scanf("%c", &vett[i]);

for(i=4; i>=0; i--)

printf("%c ", vett[i]);