

CPUSim

Laboratorio 21/11/2012.

Nicolò Navarin

e-mail: nnavarin@math.unipd.it



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Esercizio 2 - Wombat 2.1



Scrivere un programma ASSEMBLY per la CPU Wombat2.1 che legge un intero in ingresso e ritorna 0 se l'intero è pari, -1 altrimenti (usare divisione intera e moltiplicazione).

Listing 1: Esercizio 2

```
readR 1           ; n -> Reg [1]
loadR 2 due      ; 2 -> Reg [2]
divideR 1 2 3    ; Reg [1] / Reg [2] -> Reg [3]
multiplyR 3 2 4  ; Reg [3] * Reg [2] -> Reg [4]
subtractR 4 1 5  ; Reg [4] - Reg [1] -> Reg [5]
writeR 5          ; visualizza Reg [5]
stop              ; termina il programma
due: .data 2 2   ; variabile due
```

Esercizio 3



Scrivere un programma ASSEMBLY per la CPU Wombat2.1 che calcola e stampa il valore assoluto di un intero ricevuto in input. Ancora molto simile a Wombat1.

Esercizio 3 - Soluzione



Listing 2: Esercizio 3

```
readR 1           ; input → Reg[1]
jmpnR 1 negativo ; se Reg[1] < 0 vai a negativo
fine: writeR 1    ; Reg[1] → output
stop              ; stop
negativo: loadR 0 zero ; Reg[0] = 0
subtractR 0 1 1   ; Reg[0] - Reg[1] → Reg[1]
jump fine         ; va alla fine
zero: .data 2 0   ; 2 byte dove mettere zero
```

Esercizio 4



Scrivere un programma ASSEMBLY per la CPU Wombat2.1 che calcola il prodotto di due interi usando somme.

Esercizio 4 - Soluzione



Listing 3: Esercizio 4

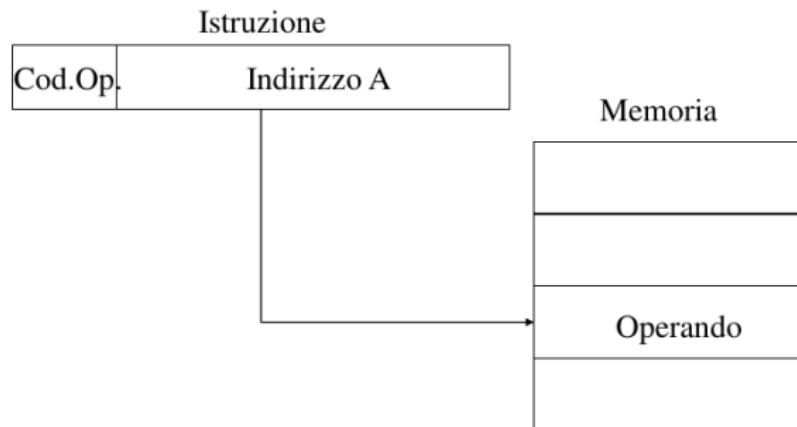
```
readR 0          ; moltiplicando -> Reg[0]
readR 2          ; moltiplicatore -> Reg[2]
loadR 1 uno      ; uno -> Reg[1]
ciclo: jmpzR 2 fine ; vai a fine se Reg[2]=0
addR 0 3 3        ; Reg[0] + Reg[3] -> Reg[3]
subtractR 2 1 2    ; Reg[2] - Reg[1] -> Reg[2]
jump ciclo        ; vai a ciclo
fine: writeR 3      ; output Reg[2]
stop
uno: .data 2 1;
```

Modi di indirizzamento

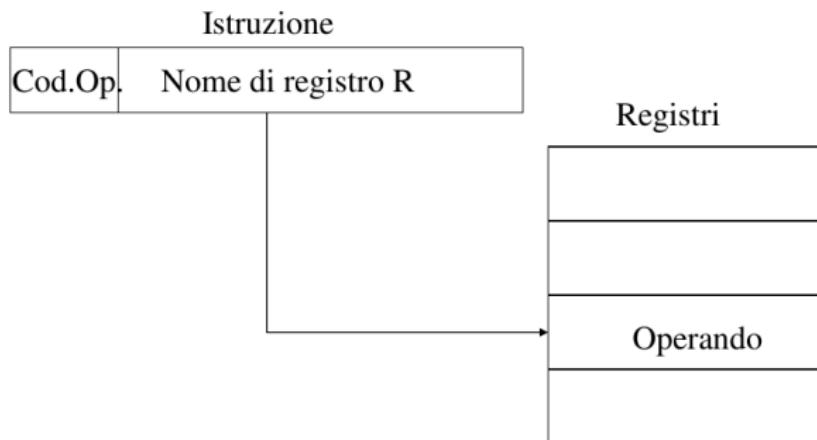
- Immediato (operando è parte dell'istruzione)
- Diretto (campo indirizzo = indirizzo dell'operando)
- Indiretto (campo indirizzo= indirizzo di una cella di Mem, che contiene l'indirizzo dell'operando)
- Registro (l'operando è in un registro specificato nel campo indirizzo)
- Registro indiretto (campo indirizzo= nome di un registro, che contiene l'indirizzo in Mem dell'operando)
- Spiazzamento (campo indirizzo= A: valore di base (diretto) + R: nome di un registro che contiene un valore da sommare ad A per ottenere l'indirizzo)
- Pila (sequenza lineare di locazioni riservate di M, registro Stack pointer che contiene l'indirizzo alla cima della pila, operando sempre in cima)

Modi di indirizzamento visti in lab - 1

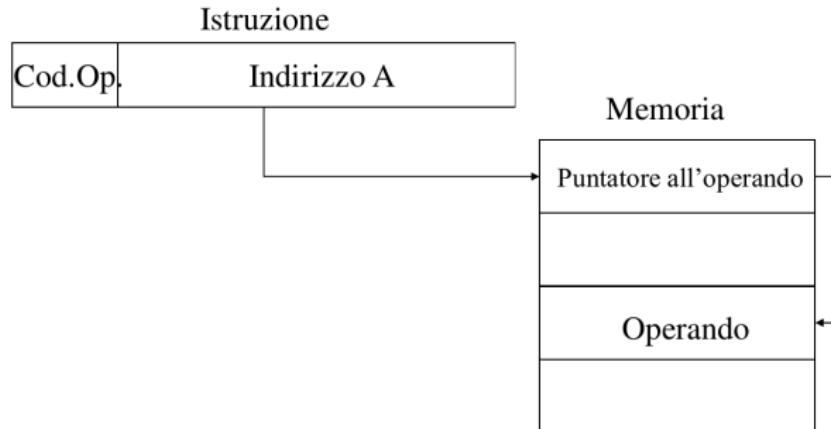
- Diretto (campo indirizzo = indirizzo dell'operando)
 - CPU Wombat1
 - e.g. ADD X (acc + Mem[X] = acc)
 - 1 accesso alla memoria all'indirizzo X



- Registro (l'operando è in un registro specificato nel campo indirizzo)
 - CPU Wombat2

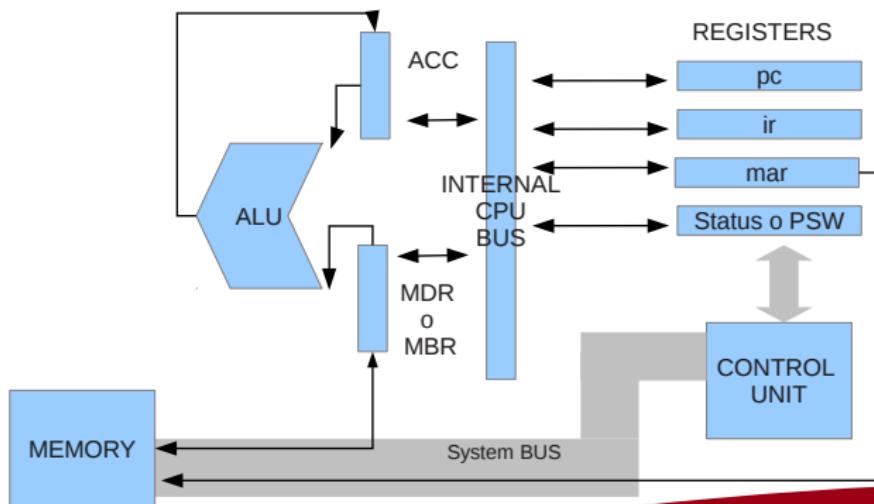


- Indiretto (campo indirizzo= indirizzo di una cella di Mem, che contiene l'indirizzo dell'operando)
 - e.g.



Indirizzamento indiretto: Wombat3

- Apriamo Wombat1.cpu
- Salviamo con un nuovo nome, e.g. Wombat3.cpu
- Se abbiamo altre istruzioni oltre quelle di default, le cancelliamo (opcode da B in su)
- Recall architettura Wombat1:



- Definire nuove istruzioni che interpretino gli operandi:
 - *non* come indirizzi di memoria da caricare, ma
 - come indirizzi degli indirizzi di memoria da caricare.
 - Servirà una nuova microistruzione:
 - $mdr(4 - 15) - > mar$;
 - copia i 12 bit meno significativi di mdr in mar.
- Definiamo *Load*, *Store* e *Add* con indirizzamento indiretto.

Nuove Istruzioni

■ **loadInd**

- *load indiretta*: *addr* è l'indirizzo dell'indirizzo della locazione di memoria dove caricare il contenuto di *accumulatore*.
- *Modify* → *MachineInstructions*
- Duplichiamo la *load* e la modifichiamo:

Listing 4: *loadInd*

```
ir(4-15)->mar
Main [ mar]->mdr
mdr(4-15)->mar
Main [ mar]->mdr
mdr->acc
End
```

- Definire **storeInd** e **addInd**.

■ **storeInd**

- *store indiretta*: *addr* è l'indirizzo dell'indirizzo della locazione di memoria dove scrivere il contenuto di *accumulatore*.

Listing 5: storeInd

```
ir(4-15) -> mar
Main [ mar] -> mdr
mdr(4-15) -> mar
acc -> mdr
mdr -> Main [ mar]
End
```

■ addInd

- *add indiretta*: *addr* è l'indirizzo dell'indirizzo della locazione di memoria del valore da sommare ad *accumulatore*.

Listing 6: addInd

```
ir(4-15) -> mar
Main [ mar] -> mdr
mdr(4-15) -> mar
Main [ mar] -> mdr
acc + mdr -> mar
End
```

- Salviamo la CPU *Wombat3*.

Wombat3 - Instruction Set

- READ: legge un intero da input e lo mette in ACC
- WRITE: scrive in output il contenuto di ACC
- ADD X: somma il contenuto del registro acc alla cella di memoria X e mette il risultato in acc.
- SUBTRACT X, MULTIPLY X, DIVIDE X (divisione intera)
- STORE X: da registro ACC alla cella di memoria X
- LOAD X: dalla cella di memoria X al registro ACC
- JUMP X: salta all'istruzione con etichetta X
- JMPN X: salta all'istruzione X se $ACC < 0$
- JMPZ X: salta all'istruzione X se $ACC = 0$
- STOP: segnala la fine del programma
- LOADIND X: dalla cella di memoria indirizzata dal valore contenuto nella cella di memoria X ad *accumulatore*.
- STOREIND X: da ACC alla cella di memoria indirizzata dal valore contenuto nella cella di memoria X.
- ADDIND X: somma il contenuto di ACC alla cella di memoria indirizzata dal valore contenuto nella cella di memoria X, e pone il risultato in ACC.

Esercizio 5

- Utilizzando istruzioni ad indirizzamento indiretto, il programma legge una sequenza di interi e li somma finché non legge un numero negativo. Alla fine stampa la somma (senza includere l'ultimo numero).
- Nota: se definiamo la locazione per la somma ad un indirizzo occupato dal codice del programma, succedono cose strane! (Il codice viene sovrascritto).

Esercizio 5 - Soluzione



Listing 7: Esercizio 5

```
load zero          ; zero -> acc
storeInd somma    ; inizializzo Mem[somma] a zero
inizio: read       ; legge n -> acc
jmpn fine         ; salta a Fine se n < 0.
addInd somma      ; aggiunge somma ad acc
storeInd somma    ; memorizza la nuova somma
jump inizio        ; legge il prossimo numero
fine: loadInd somma ; carica la somma finale
write              ; scrive il risultato
stop               ; si ferma
zero: .data 2 0
somma: .data 2 20 ; locazione (2 byte) per l'ind
                  ; dove memorizzare la somma
```

Esercizio 6

- Utilizzando istruzioni ad indirizzamento indiretto, il programma legge due interi, chiamiamoli *ind* e *cont*. Successivamente, scrive nell'indirizzo di memoria *ind* e nei *cont* successivi i valori *cont*, *cont* – 1 . . . 1 , rispettivamente.
- E.g. al termine dell'esecuzione del programma con *ind* = 20 e *cont* = 4, la situazione della memoria sarà la seguente.

0	0
2	0
...	...
20	4
22	3
24	2
26	1
...	...

Esercizio 6 - Soluzione

Listing 8: Esercizio 6

```
read ; 1 indirizzo su cui scrivere
store ind ; indirizzo->ind
read ; valore da scrivere nel 1 indirizzo
store cont ; valore->cont

ciclo: jmpz fine
storeInd ind ; acc->indirizzo riferito ind (indiretto)
subtract uno ; decrementa valore
store cont ; aggiorna valore
load ind ; carica indirizzo
add due ; incrementa indirizzo (2 Byte)
store ind ; aggiorna indirizzo
load cont ; valore->acc
jump ciclo
fine: stop

ind: .data 2 0 ; locazione base
cont: .data 2 0 ; valore
uno: .data 2 1
due: .data 2 2
```