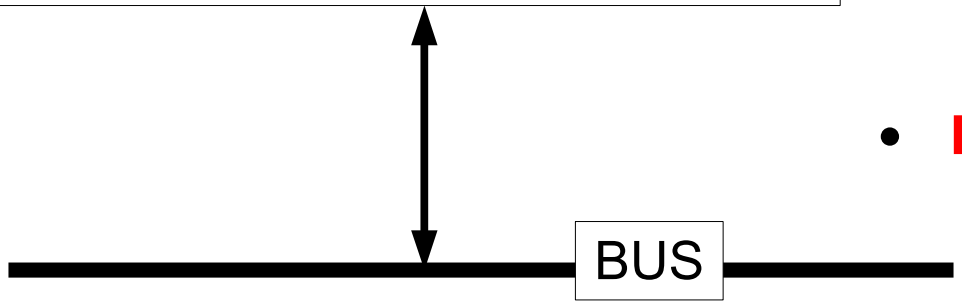
Architettura della CPU e linguaggio assembly

Corso di Abilità Informatiche
Laurea in Fisica

prof. ing. Corrado Santoro

Schema a blocchi di una CPU



- **Control Unit (CU)**
  - Si interfaccia con RAM/ROM e I/O
  - Legge le istruzioni dalla mem centrale (RAM/ROM) e le interpreta
  - Legge e scrive dati da e su mem centrale
- **Arithmetic Logic Unit (ALU)**
  - Esegue operazioni logico/matematiche e di confronto
- **Register File**
  - E' una piccola memoria utile al funzionamento della CPU

Control Unit: Funzionalità

- Opera secondo una sequenza periodica basata su tre fasi principali:
  - **FETCH**
  - **DECODE**
  - **EXECUTE**
- **FETCH**: viene prelevata dalla mem centrale il byte contenente l'istruzione da eseguire
- **DECODE**: l'istruzione viene "decodificata", preparando la circuiteria per la fase successiva
- **EXECUTE**: l'istruzione viene effettivamente eseguita.

- ***Ma da quale locazione di memoria la CU preleva l'istruzione da eseguire?***

Register File

- E' una memoria, con poche locazioni, che serve alla CPU per il suo normale funzionamento
- Le locazioni non sono indicizzate per numero ma per \Ogni locazione (nome simbolico) è denominato registro
- Una CPU ha almeno i seguenti registri:
  - **PC, Program Counter:**
    - Contiene l'indirizzo della locazione di memoria dove la CU preleverà la prossima istruzione
    - La sua dimensione (in bit) è tale da coprire tutta la memoria centrale indirizzabile dalla CPU
  - **A, Accumulator:** E' usato nelle operazioni matematiche e nei trasferimenti
    - Ogni trasferimento avviene da mem centrale a registro A e viceversa
    - Ogni operazione matematica avviene tra A e un operando specificato
  - **FLAGS (bit-mapped):** contiene lo "stato" della CPU e dell'ultima operazione eseguita (es. zero, numero negativo, etc.)

Control Unit (Revised)

- **FETCH**: viene prelevata, dall'indirizzo specificato nel registro PC, il byte contenente l'istruzione da eseguire
- **DECODE**: l'istruzione viene "decodificata", preparando la circuiteria per la fase successiva
- **EXECUTE**: l'istruzione viene effettivamente eseguita e il PC viene aggiornato in modo da "puntare" all'istruzione successiva

- Tipologie di istruzioni eseguite
  - Trasferimenti di uno o più byte da CPU a memoria e viceversa
  - Operazioni matematico-logiche
  - Confronti
  - "Salti" incondizionati e condizionati

Arithmetic Logic Unit

- Ha il compito di eseguire operazioni
  - **Matematiche** (somma, differenza, negazione, prodotto, divisione, modulo)
  - **Logiche** (AND, OR, NOT)
  - **Confronti** (> = <)
- Tutte le operazioni sono effettuate tra l'accumulatore e un operando che può essere:
  - Un valore immediato / costante
  - Il contenuto di una locazione di memoria specificata
- Il risultato è sempre memorizzato nell'accumulatore
- Dopo l'operazione, il registro FLAGS viene aggiornato sulla base del risultato (es. zero, numero negativo, etc.)

Sommiamo due numeri!

- Supponiamo di voler sommare i byte posti nelle locazioni 100 e 101, memorizzando il risultato nella locazione 102
  - MEM(102) = MEM(100) + MEM(101)

- La CPU non può farlo direttamente ma deve passare dall'accumulatore:
  - **Copia di MEM(100) su A**
    - **MEM(100) → A**
  - **Somma di A con MEM(101)**
    - **A + MEM(101) → A**
  - **Copia di A su MEM(102)**
    - **A → MEM(102)**

Verso l'assembly

- **Copia di MEM(100) su A**
  - **MEM(100) → A**
- **Somma di A con MEM(101)**
  - **A + MEM(101) → A**
- **Copia di A su MEM(102)**
  - **A → MEM(102)**

- Tre tipologie di istruzioni:
  - LOAD A, (mem) mem → A
  - STORE A, (mem) A → mem
  - ADD A, (mem) A + mem → A

Primo programma in assembly

- MEM(102) = MEM(100) + MEM(101)

- **MEM(100) → A**
- **A + MEM(101) → A**
- **A → MEM(102)**

```
LOAD  A, (100)
ADD   A, (101)
STORE A, (102)
```

- **QUESTO E' LINGUAGGIO ASSEMBLY!!**
- **E' dipendente dalla CPU, cioé ogni tipo (famiglia) di CPU ha il suo proprio set di istruzioni assembly**

Altro esempio in assembly

- R = X + Y * Z
  - MEM(100) = X
  - MEM(101) = Y
  - MEM (102) = Z
  - MEM(103) = R

```
LOAD  A, (101)        ;; Y -> A
MUL   A, (102)        ;; A * Z -> A
ADD   A, (100)        ;; A + X -> A
STORE A, (103)        ;; A -> R
```

Altro esempio in assembly

- **R = X * Y + Z * K**
  - MEM(100) = X
  - MEM(101) = Y
  - MEM (102) = Z
  - MEM(103) = K
  - MEM(104) = R

```
LOAD  A, (100)        ;; X -> A
MUL   A, (101)        ;; A * Y -> A
STORE A, (105)        ;; A -> temp
LOAD  A, (102)        ;; Z -> A
MUL   A, (103)        ;; A * K -> A
ADD   A, (105)        ;; A + temp -> A
STORE A, (104)        ;; A -> R
```

Simboli o numeri?

- `LOAD  A, (100)  ;; X -> A`
- `MUL   A, (101)  ;; A * Y -> A`
- `STORE A, (105)  ;; A -> temp`
- **...**
- Questo è un programma espresso in un linguaggio simbolico
- Ma la CPU capisce simboli o numeri?
- Il programma, che sta nella mem centrale è fatto di simboli o di numeri?
- Ogni istruzione mnemonica ha il suo corrispondente **codice numerico (in genere esadecimale)**! Es.
  - LOAD = 80H
  - STORE = 81H
  - ADD = A0H
  - SUB = A1H
  - MUL = A2H
- Questa mappatura dipende dall'assembly della specifica CPU

Simboli o numeri?

- Ogni istruzione mnemonica ha il suo corrispondente **codice numerico**! Es.
  - LOAD = 80H
  - STORE = 81H
  - ADD = A0H
  - SUB = A1H
  - MUL = A2H
- Nella memoria, ogni istruzione è codificata dal suo "**opcode**" seguito da uno o più byte che sono gli **argomenti** dell'istruzione
- Esempio:
  - LOAD A, (100) -> 80H 64H
  - ADD A, (101) -> A0H 65H
  - ...

Codifichiamo il nostro programma

```
LOAD  A, (100)      ;; X -> A
MUL   A, (101)      ;; A * Y -> A
STORE A, (105)      ;; A -> temp
LOAD  A, (102)      ;; Z -> A
MUL   A, (103)      ;; A * K -> A
ADD   A, (105)      ;; A + temp -> A
STORE A, (104)      ;; A -> R
```

- **Secondo la codifica scelta, questo programma equivale alla sequenza di byte:**
  - `80 64 A2 65 81 69 80 66 A2 67 A0 69 81 68`