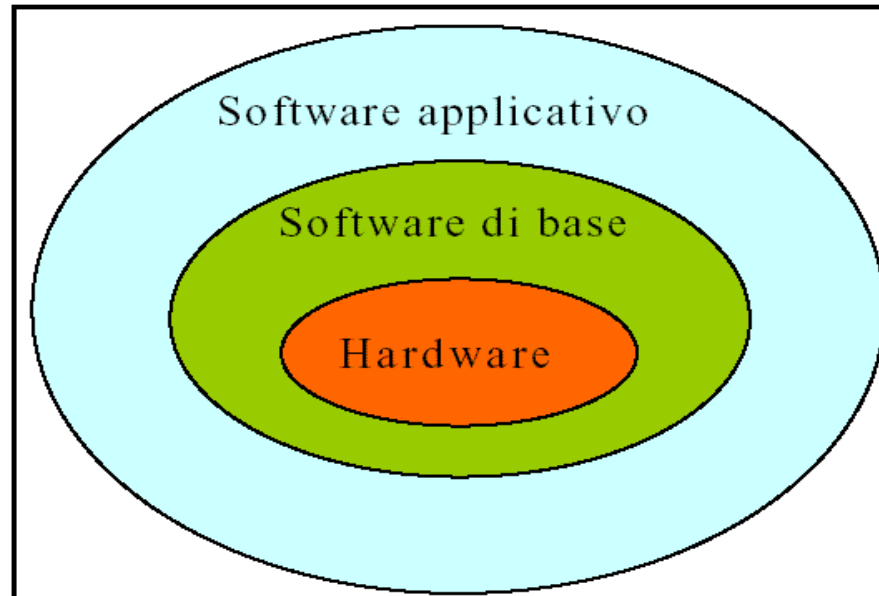


Architettura del calcolatore

- La prima decomposizione di un calcolatore è relativa a due macro-componenti:
 - Hardware
 - Software



Architettura del calcolatore

- L'architettura dell'**hardware** di un calcolatore reale è molto complessa
 - La **macchina di von Neumann** è un modello semplificato dei calcolatori moderni
 - **John von Neumann**, matematico ungherese, progettò, verso il 1945, il primo calcolatore con programmi memorizzabili anziché codificati mediante cavi e interruttori
-

Macchina di Von Neumann

E' composta da 4 tipologie di componenti funzionali:

□ **unità centrale di elaborazione (CPU)**

- esegue istruzioni per l'elaborazione dei dati
- svolge anche funzioni di controllo

□ **memoria centrale**

- memorizza e fornisce l'accesso a dati e programmi

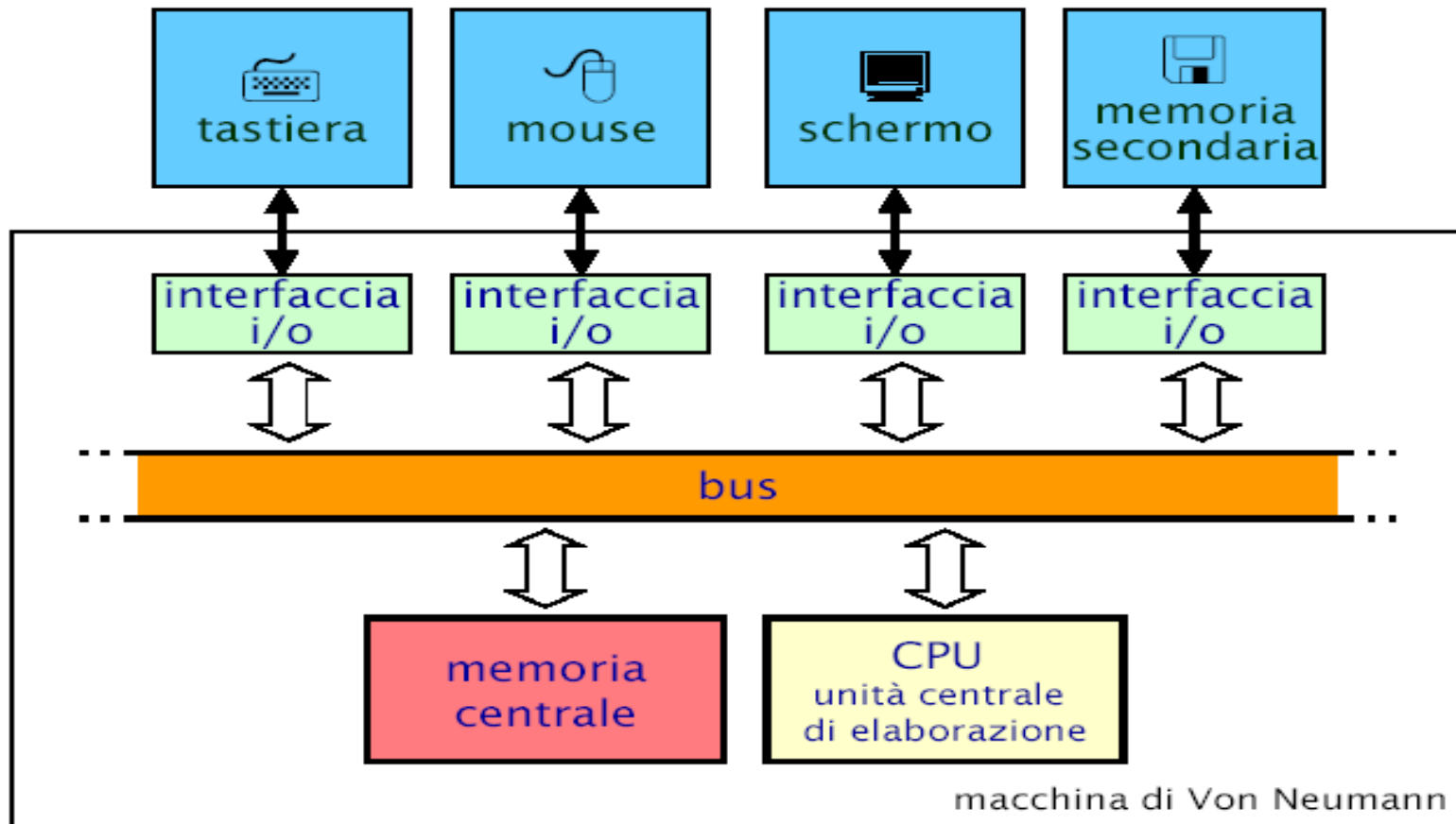
□ **interfacce di ingresso e uscita**

- componenti di collegamento con le periferiche del calcolatore

□ **bus**

- svolge la funzionalità di trasferimento di dati e di informazioni di controllo tra le varie componenti funzionali

Macchina di Von Neumann

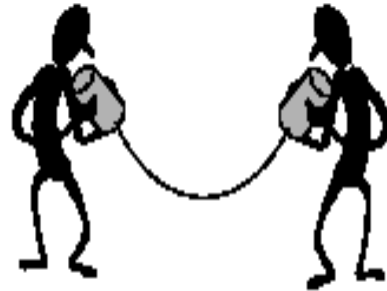


Macchina di Von Neumann

Il funzionamento di un calcolatore è descrivibile in termini di poche componenti (macro-unità) funzionali

- ogni macro-unità è specializzata nello svolgimento di una tipologia omogenea di funzionalità
 - *Eccezione*: l'unità centrale di elaborazione, che svolge sia funzionalità di elaborazione che di controllo
-

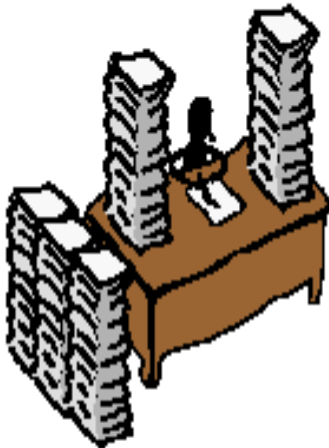
Macchina di Von Neumann



trasferimento



scambio di dati con l'utente



elaborazione



controllo



memorizzazione

Memorizzazione

- Un calcolatore memorizza
 - i dati, che rappresentano informazioni di interesse
 - i programmi per l'elaborazione dei dati
 - La **memoria** è l'unità responsabile della memorizzazione dei dati
 - Una unità di memoria fornisce due sole operazioni
 - memorizzazione di un valore (**scrittura**)
 - accesso al valore memorizzato (**lettura**)
-

Elaborazione

- Le istruzioni di un programma corrispondono ad operazioni elementari di elaborazione
 - operazioni aritmetiche
 - operazioni relazionali (confronto tra dati)
 - operazioni su caratteri e valori di verità
 - altre operazioni numeriche
-

Elaborazione

- Un calcolatore sa svolgere poche tipologie di operazioni elementari ma in modo **molto efficiente**
 - un calcolatore può eseguire decine o centinaia di milioni di istruzioni al secondo
 - L'elaborazione dei dati viene svolta dall'**unità aritmetico-logica (ALU)**, che è un componente dell'unità centrale di elaborazione
-

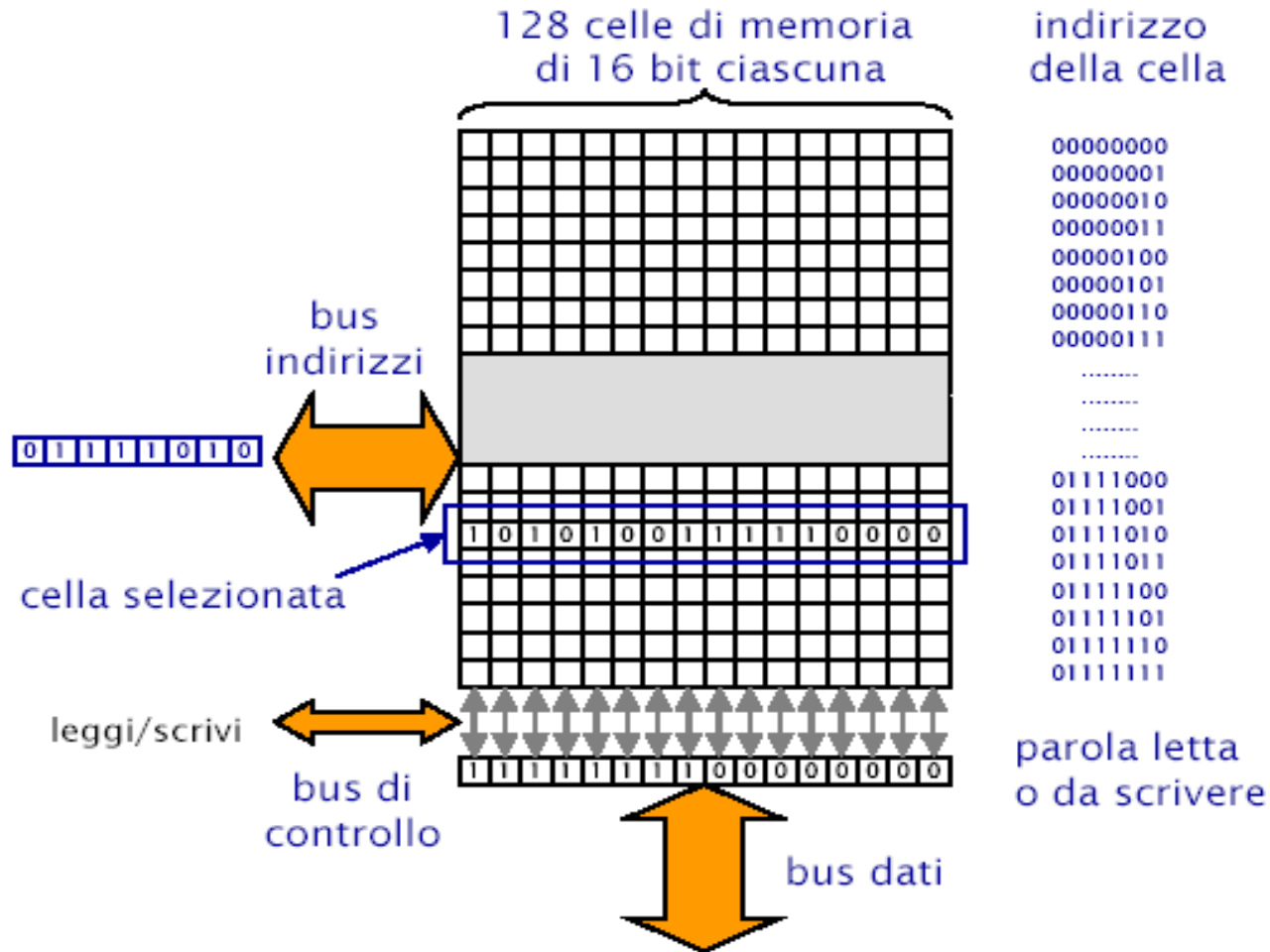
Trasferimento

- Obiettivo: permettere lo scambio di informazioni tra le varie componenti funzionali del calcolatore
 - trasferimento dei dati e delle informazioni di controllo
 - Due possibili soluzioni
 - collegare ciascun componente con ogni altro componente
 - collegare tutti i componenti a un unico canale (**bus**)
 - L'utilizzo di un bus favorisce la modularità e l'espandibilità del calcolatore
-

Controllo

- Il coordinamento tra le varie parti del calcolatore è svolto dall'**unità di controllo**
 - è un componente dell'unità centrale di elaborazione
 - ogni componente del calcolatore esegue solo le azioni che gli vengono richieste dall'unità di controllo
- il controllo consiste nel coordinamento dell'esecuzione temporale delle operazioni
 - sia internamente all'unità di elaborazione sia negli altri elementi funzionali

Struttura della RAM



La RAM

- Le celle sono numerate in sequenza: il numero di ogni cella costituisce il suo **indirizzo**
 - Specificando l'indirizzo di una cella, la CPU e' in grado di leggere e/o modificare il valore del byte memorizzato in quella cella
 - Random Access Memory (**RAM**), perche' ogni cella e' indirizzabile direttamente
-

La RAM

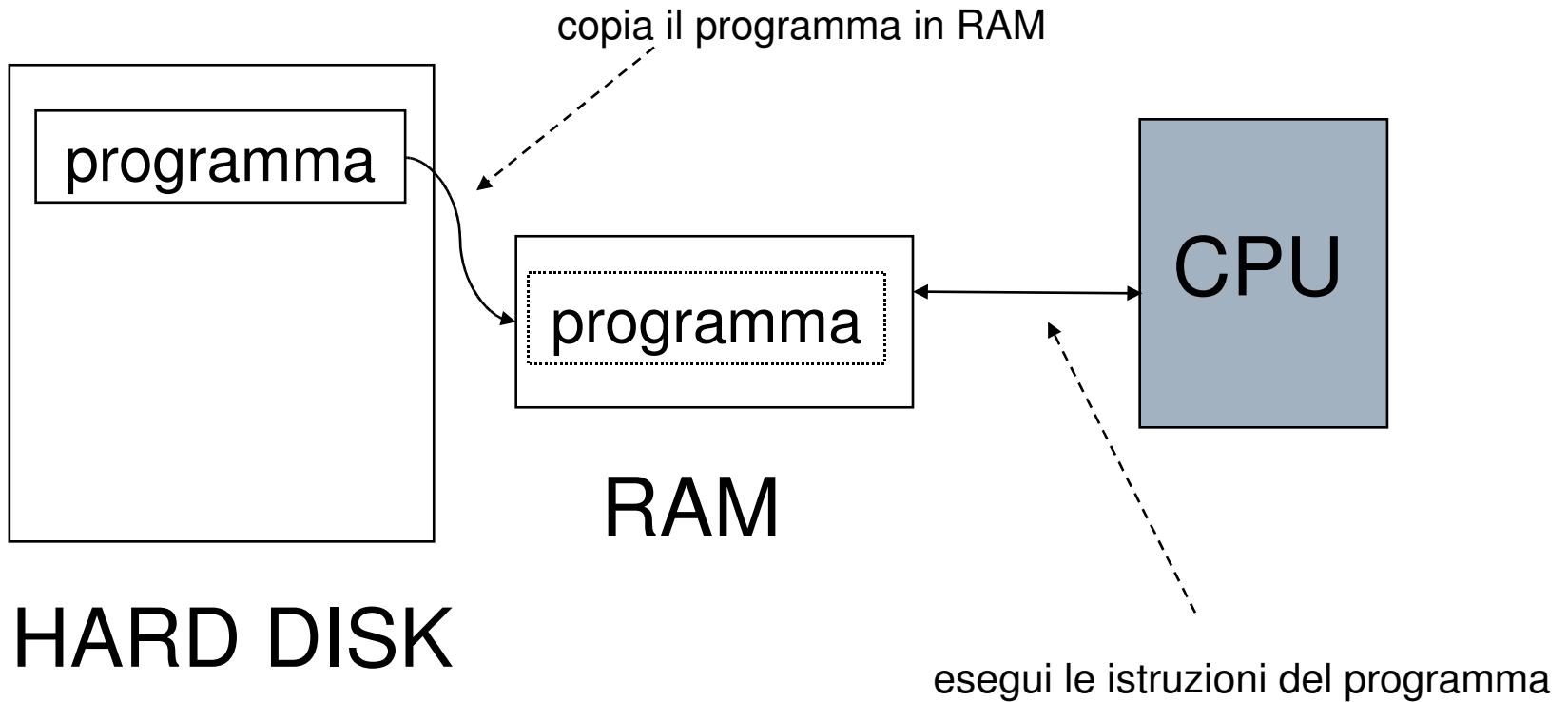
0	00101111
1	11001101
2	01010100
3	11111101
...
65.536	10000110

Il processore - CPU **(CENTRAL PROCESSING UNIT)**

Funzionamento

- Programmi e dati risiedono in file memorizzati in memoria secondaria.
 - Per essere eseguiti (i programmi) e usati (i dati) vengono copiati nella memoria primaria.
 - La CPU e' in grado di eseguire le istruzioni di cui sono composti i programmi
-

Funzionamento



Il processore - CPU (CENTRAL PROCESSING UNIT)

- Si occupa di **eseguire** i programmi
- I programmi che la CPU è in grado di eseguire sono scritti in **linguaggio macchina**
- **Istruzioni macchina:**

Codice istruzione argom. 1 argom. 2
--

- 16 o 32 bit di lunghezza
 - gli argomenti possono mancare
-

Un programma in linguaggio macchina (**ASSEMBLER**)

1000	LOAD 3568 R1
1004	LOAD 3574 R2
1008	ADD R1 R2
1012	STORE R1 3568
1016	JUMP 1000

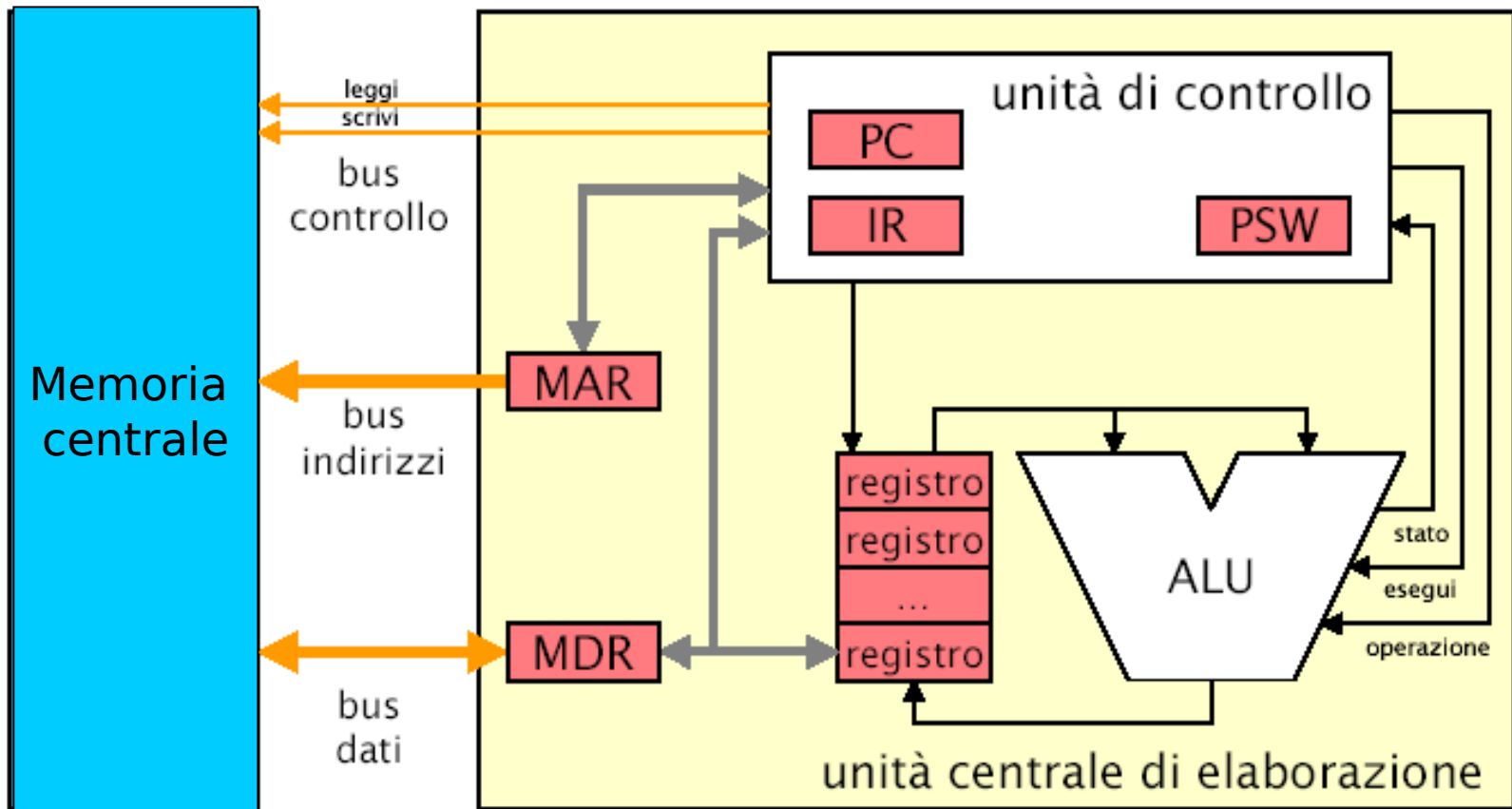
Il set di istruzioni macchina

- Ogni tipo di processore e' in grado di eseguire un numero limitato (40/100) di istruzioni
 - Combinando in modo diverso sequenze anche molto lunghe di istruzioni (i programmi) si possono far fare al computer tantissime cose completamente diverse
-

Il set di istruzioni macchina

- Istruzioni per l'elaborazione dei dati
 - aritmetiche
 - logiche (AND, OR, NOT)
 - relazionali (maggiore, minore, uguale, ...)
 - Controllo del flusso delle istruzioni
 - sequenza
 - selezione
 - ciclo
 - Trasferimento di informazioni
 - dati ed istruzioni fra CPU e memoria
 - dati fra CPU e dispositivi di I/O (tramite interfacce)
-

Struttura del processore

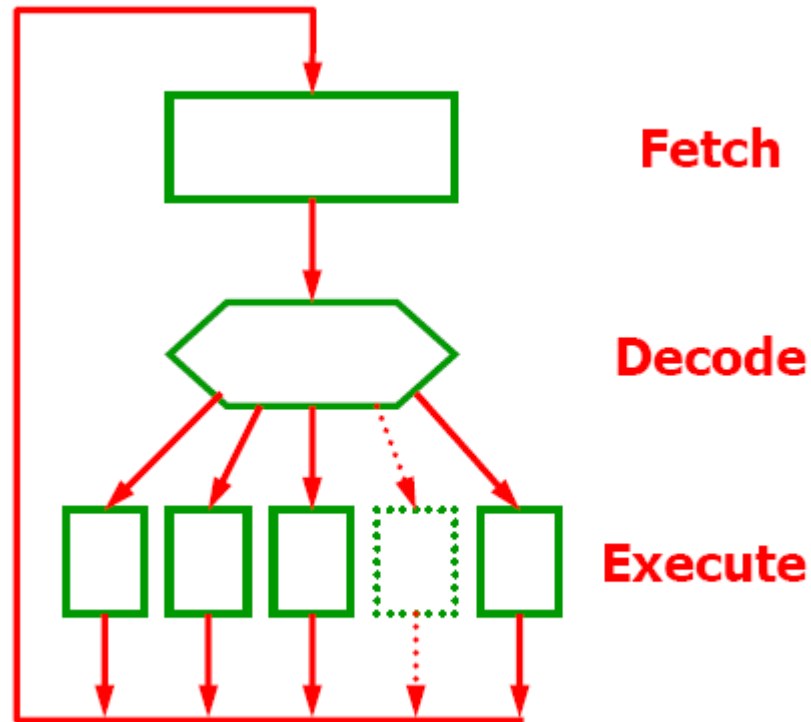


Le componenti della CPU:

LA CONTROL UNIT (CU)

- L'unità di controllo del processore esegue una istruzione svolgendo le seguenti tre operazioni di base
 - **Fetch** (lettura)
 - **Decode** (decodifica)
 - **Execute** (esecuzione)
 - Un programma è eseguito reiterando il ciclo *fetch-decode-execute* (**ciclo macchina**) per eseguire ordinatamente le sue istruzioni
-

Il ciclo Fetch-Decode-Execute



Le componenti della CPU:

I REGISTRI

- piccole unita' di memoria (2, 4, 8 byte) con tempi di accesso molto piu' bassi delle celle della memoria primaria
 - Ospitano le informazioni necessarie per eseguire l'istruzione corrente
 - In numero molto limitato (10, 20, 64) si dividono in registri **speciali** e **generali**
-

Le componenti della CPU:

I REGISTRI SPECIALI

□ Il Program Counter (PC)

- contiene l'indirizzo in memoria centrale della prossima istruzione da eseguire.
 - All'inizio dell'esecuzione di un programma viene caricato con l'indirizzo della prima istruzione di quel programma.
 - Ad ogni istruzione eseguita il PC viene modificato per contenere l'indirizzo della istruzione successiva
-

Le componenti della CPU:

I REGISTRI SPECIALI

□ L'Instruction Register (IR)

- contiene l'istruzione correntemente in esecuzione
- la CPU legge l'istruzione contenuta nell'Instruction Register e la esegue

□ IL Registro di stato (PSW)

- descrive lo stato corrente della esecuzione
 - segnala eventuali errori (ad es.: overflow)
-

Le componenti della CPU:

I REGISTRI SPECIALI

- **Registro Indirizzi Memoria (MAR)**
 - contiene l'indirizzo della cella da cui leggere o in cui scrivere un dato

 - **Registro dati Memoria (MDR)**
 - contiene il dato letto dalla memoria o da scrivere in memoria
-

Le componenti della CPU:

I REGISTRI GENERALI

- **I registri generali**
 - in numero di 8, 16, 64
 - sono usati come memorie temporanee per contenere gli operandi delle istruzioni e i risultati parziali durante l'esecuzione delle istruzioni.
-

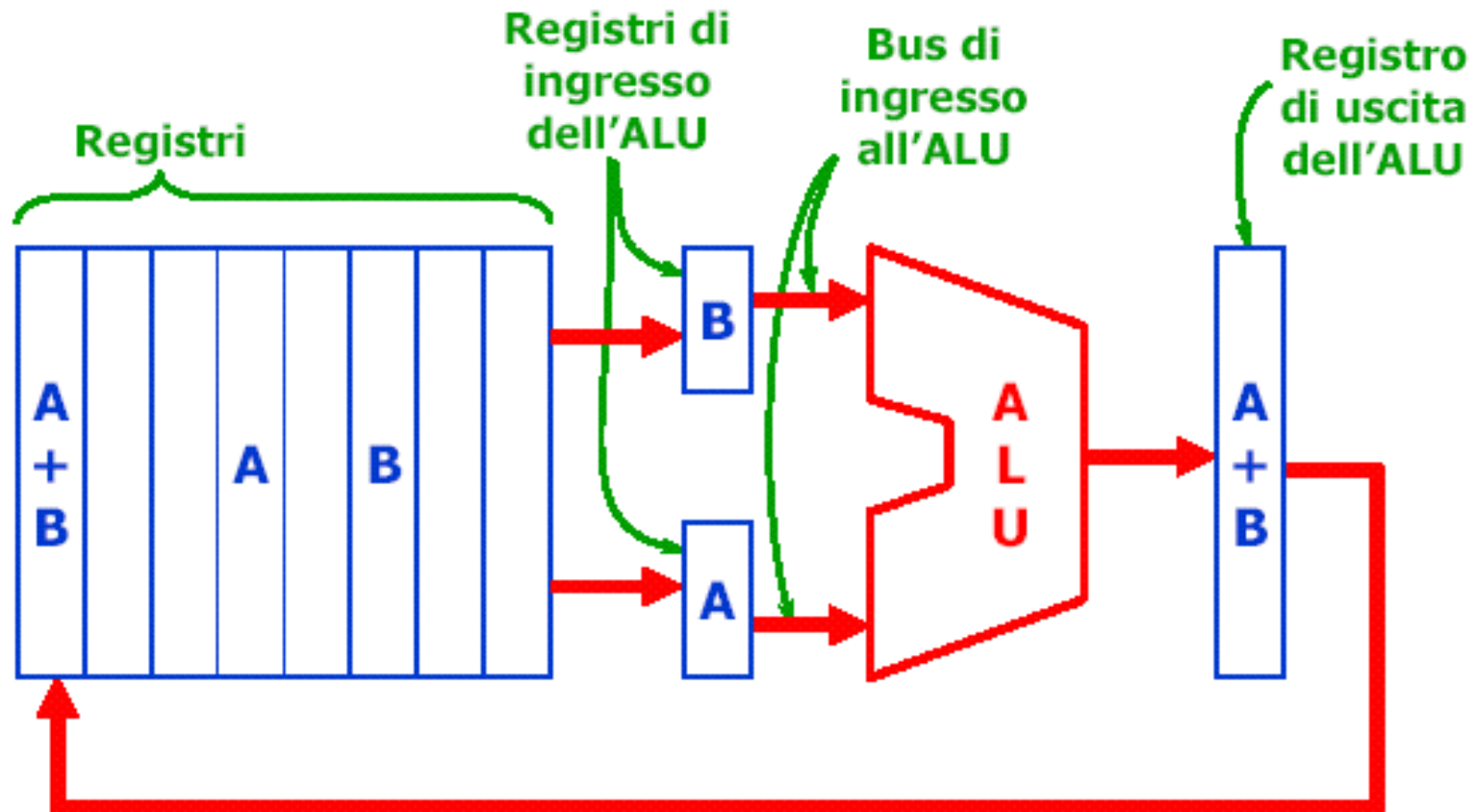
Le componenti della CPU:

ARITHMETIC-LOGIC UNIT (ALU)

- Si occupa di eseguire le operazioni di tipo aritmetico/logico: somme, confronti...
 - preleva gli operandi dai / deposita il risultato delle operazioni nei: registri generali
 - A volte e' affiancata da un **co-processore matematico**
-

Le componenti della CPU:

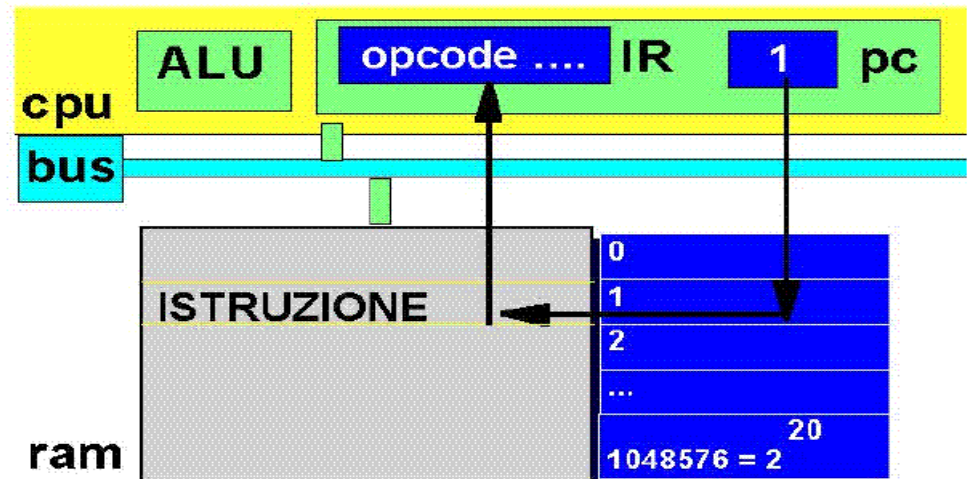
ARITHMETIC-LOGIC UNIT (ALU)



Ciclo *fetch-decode-execute*

1) **FETCH:**

- si accede alla prossima istruzione, riferita dal registro contatore dell'istruzione (PC)
- si porta tale istruzione dalla memoria centrale al Registro Istruzioni (IR)



Ciclo *fetch-decode-execute*

- **2) DECODE:** decodifica dell'istruzione
 - si individua il tipo dell'operazione e gli operandi (dati) usati
 - si trasferiscono i dati nei registri opportuni
-

Ciclo *fetch-decode-execute*

- **3) EXECUTE:** esecuzione dell'istruzione
 - si incrementa il registro contatore dell'istruzione (PC)
 - ciascuna azione viene richiesta al componente opportuno

