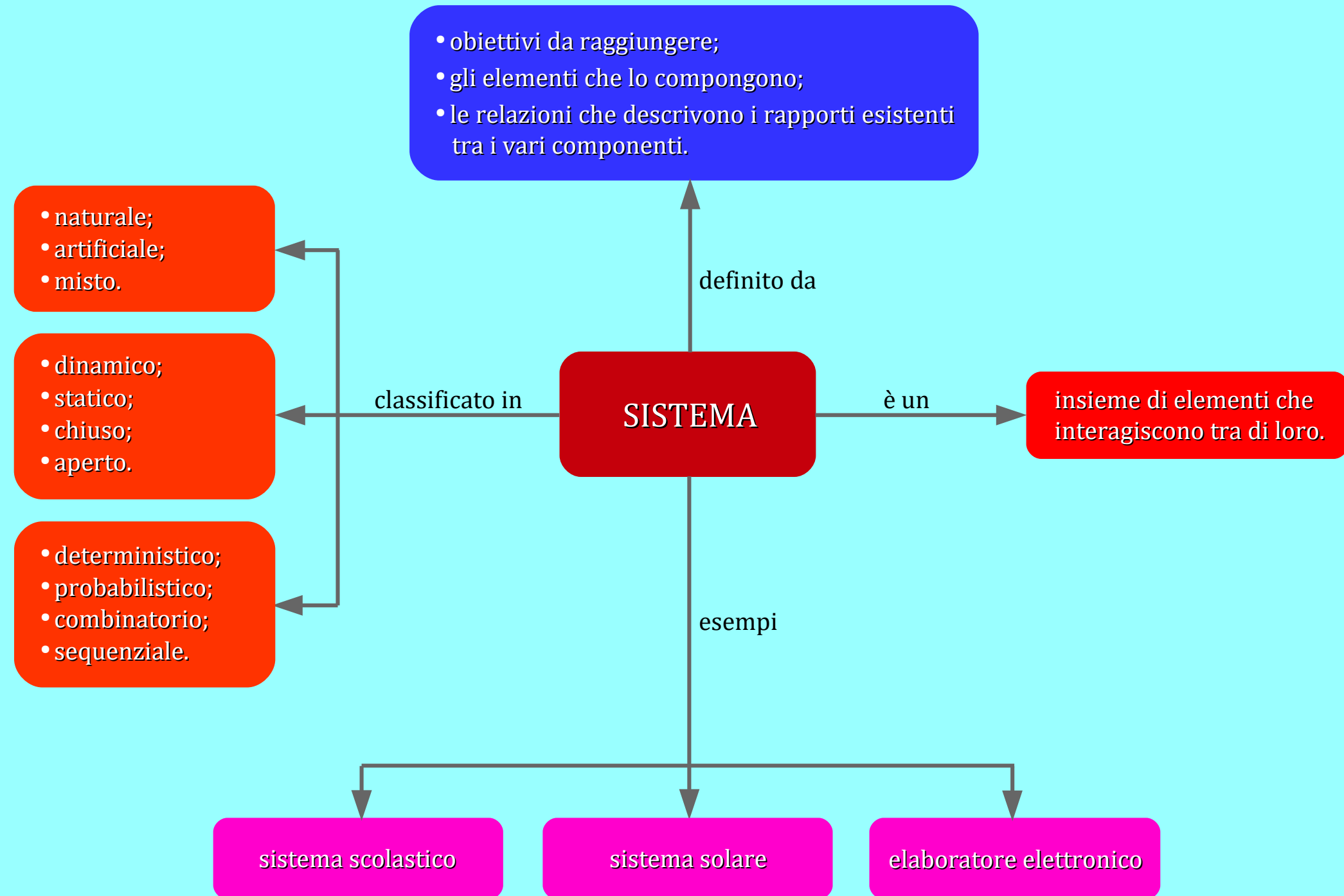


# SISTEMI E RETI

# Unità 1

## Il sistema di elaborazione

# Mappa concettuale



# Mappa concettuale

ELABORATORE

è un

SISTEMA DI  
ELABORAZIONE

in grado di

ricevere degli input dall'esterno e  
fornire l'output dell'elaborazione.

basato su

MODELLO DI  
VON NEUMANN

quindi è un

SISTEMA APERTO

descrive

Come è fatto

Come funziona

ARCHITETTURA DI  
UN SISTEMA

I/O

CPU

MEMORIA

BUS

FETCH

DECODE

EXECUTE

## ■ Sistema

Un insieme di elementi (sottosistemi) che interagiscono al fine di raggiungere un preciso scopo. Sistema deriva dal greco “syn-istemi”: parti che “stanno insieme” perchè connesse da reciproche relazioni.

## ■ Sistema aperto

Un sistema che interagisce con l'ambiente esterno. Un calcolatore è un sistema aperto.

## ■ Sistema artificiale

Un sistema realizzato dall'uomo.

## ■ Sistema deterministico

Un sistema in cui ad una certa sollecitazione risponde con una sola e univoca risposta. Un programma per computer è deterministico in quanto a fronte di uno stesso input fornisce sempre lo stesso output (uscita predeterminata).

## ■ Sistema combinatorio

Un sistema in cui l'uscita dipende solo dagli ingressi e non dallo stato interno. Tali sistemi sono detti anche sistemi “senza memoria”.

## ■ Sistema sequenziale

Un sistema in cui l'uscita dipende sia dagli ingressi sia dallo stato interno.

## ■ Architettura di un sistema

Per architettura di un sistema si intende come è fatto e come funziona il sistema, ossia quali sono le componenti che lo formano e come interagiscono fra loro. Un particolare sistema di elaborazione è il computer: una macchina in grado di acquisire dall'esterno dati e istruzioni e produrre in uscita i risultati dell'elaborazione.

## ■ Programma

Una sequenza ordinata di istruzioni che trasforma i dati ricevuti e fornisce i risultati.

## ■ Modello di Von Neumann

Il modello di Von Neumann prevede che l'elaboratore sia composto da:

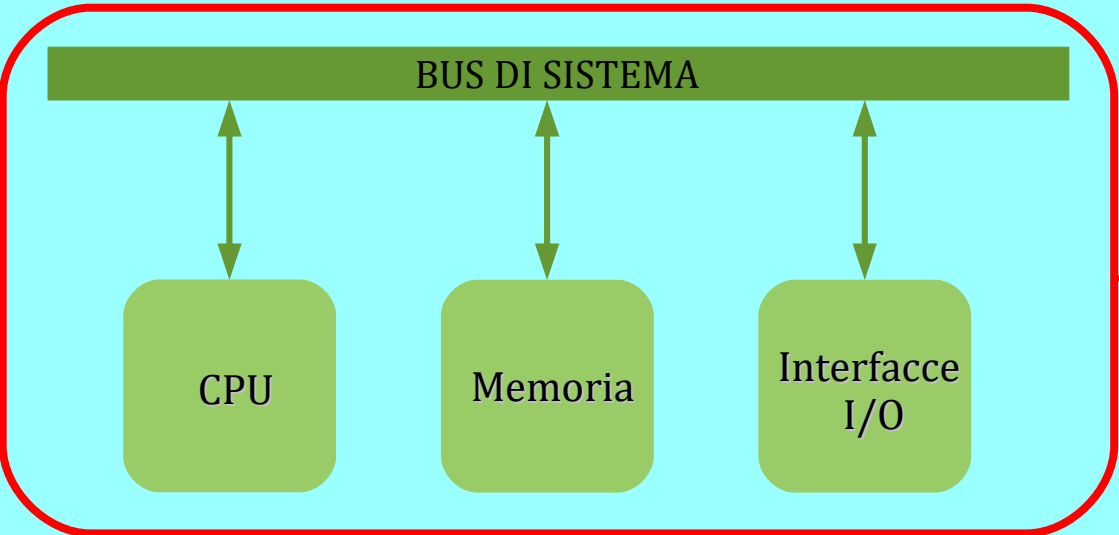
- **processore (CPU):** legge istruzioni e dati e fornisce i risultati dell'elaborazione;
- **memoria (RAM):** contiene informazioni, cioè istruzioni e dati;
- **interfacce di Input/Output(I/O):** collegamenti tra sistema e mondo esterno;
- **bus di sistema:** collega tra loro le componenti della macchina di Von Neumann.

## ■ Bus di sistema

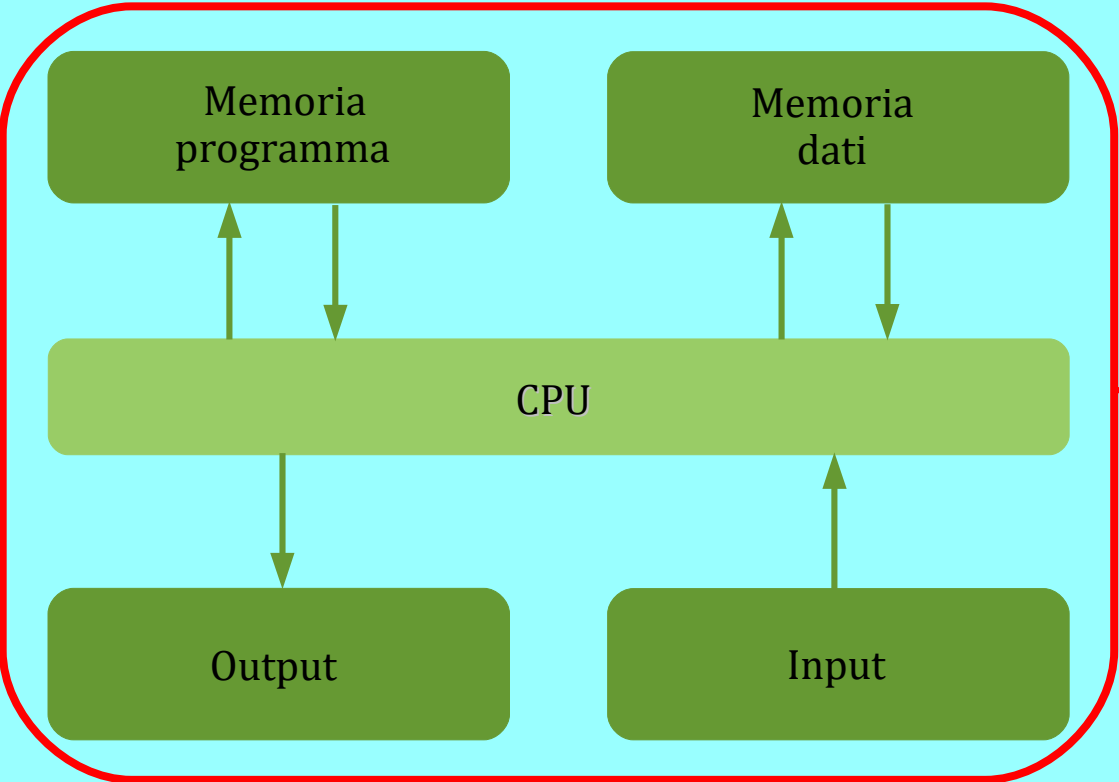
Il bus è costituito da linee che collegano la CPU, memoria e periferiche. Si suddivide in:

- **bus indirizzi:** serve alla CPU per attivare una cella di memoria o una periferica;
- **bus dati:** serve per trasferire dati tra la CPU e le periferiche e le periferiche stesse;
- **bus di controllo:** consente alla CPU e alle periferiche di stabilire e mantenere una comunicazione che consenta il trasferimento dati.

# ■ Confronto tra modello di Von Neumann e modello di Harvard



- Modello di Von Neumann
- Una sola memoria per dati e istruzioni.
  - Esecuzione sequenziale delle operazioni.
  - Architettura economica ma lenta.
  - Applicazioni: CPU general purpose.



- Modello di Harvard
- Due memorie diverse per dati e istruzioni.
  - Architettura ad elevate prestazioni.
  - Elevata complessità realizzativa.
  - Applicazioni: CPU specializzate.

**1 Che cosa si intende per “sistema”?**

Un insieme di elementi che cooperano al fine di raggiungere un obiettivo comune.

**2 Che cos'è un sistema artificiale?**

È un sistema costruito dall'uomo.

**3 Che cos'è un sistema aperto?**

È un sistema che interagisce con il mondo esterno.

**4 Che cos'è un sistema deterministico?**

È un sistema in cui l'uscita è predeterminata e prevedibile: a fronte dello stesso input fornisce sempre il medesimo output.

**5 Fornisci almeno due esempi di sistema naturale, cioè che si presenta in natura.**

Una catena montuosa, il sistema solare.

**6 Fornisce almeno un esempio di sistema artificiale, individuando le parti di cui è costituito e lo scopo per cui è stato creato.**

Lavatrice: usata per lavare indumenti e tessuti vari. Componenti: oblò, vaschetta per detersivo, filtro, serpentina, ....

Pianoforte: usato per produrre suoni. Componenti: tastiera, pedali, cassa, martelletti, ....

**7 Spiega la differenza tra sistema e sottosistema.**

Un sottosistema è uno degli elementi di un sistema.



**8 Cosa significa che possiamo considerare un sistema come una “scatola nera”?**

Significa che può comunicare con il mondo esterno (input e output).

**9 Perché la macchina di Von Neumann può essere considerata un sistema deterministico?**

Perché a fronte di un input, dato un programma, l'output è predeterminato.

**10 Trova almeno tre sinonimi del termine “elaborare”.**

Trasformare, modificare, processare.

**11 Perché un computer può essere considerato un sistema?**

Perché è costituito da sottosistemi (insieme delle componenti: CPU, memoria, periferiche, ...) collegati, che lavorano per un unico scopo.

**12 Che cosa si intende per “architettura di un sistema”?**

Come è fatto e come funziona.

**13 Qual è stata l'innovazione di Von Neumann?**

Creare una macchina per elaborare i dati in cui la CPU e la memoria sono componenti separate.

**14 Quali sono le componenti dell'architettura di Von Neumann?**

Processore, memoria centrale, interfacce di input/output, bus di sistema.

**15 Come funziona la macchina di Von Neumann?**

Dati e istruzioni vengono caricati nella RAM a partire dalla prima istruzione fino all'ultima in modo sequenziale; per ogni istruzione vengono effettuate la fase di fetch, decode, execute.

**16 Che cos'è un programma?**

Una sequenza ordinata di istruzioni scritte in un linguaggio di programmazione che trasforma i dati ricevuti e fornisce i risultati (le informazioni).

**17** Perchè un programma è un sistema deterministico?

Perchè a fronte di uno stesso input fornisce sempre lo stesso output (uscita predeterminata).

**18** Quali sono le funzioni del bus di sistema?

Collega tra loro le componenti del sistema.

**19** Qual è la differenza tra dato e istruzione?

Un'istruzione è una operazione applicata ai dati.

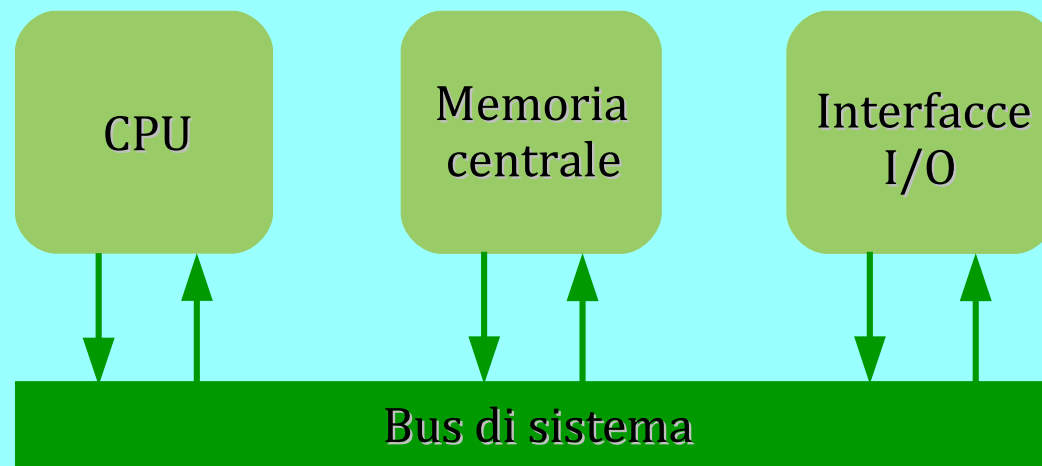
**20** Per ogni tipo di bus, descrivere la direzione.

Bus dati: bidirezionale (dalla CPU alla memoria o alle periferiche e viceversa).

Bus indirizzi: monodirezionale (dalla CPU alla memoria o alle periferiche).

Bus controllo: monodirezionale, nel senso che ogni linea ha un'unica direzione entrante o uscente rispetto alla CPU (dipende dal segnale).

**21** Esponi, avvalendoti di un disegno, come è fatta l'architettura di Von Neumann, mettendo in evidenza le quattro componenti.



**22** Completa la tabella per classificare un sistema di elaborazione (metti X se la proprietà è vera).

Sistema	
Chiuso	
Aperto	X
A tempo continuo	
A tempo discreto	X
Artificiale	X
Probabilistico	
Dinamico	
Naturale	
A tempi discreti	X

**23** Completa la seguente tabella inerente al bus di sistema.

Bus	Funzione	Direzione
Bus dati	Trasportare dati dalla CPU alla RAM e viceversa. Trasportare istruzioni dalla RAM alla CPU.	Bidirezionale
Bus indirizzi	Trasportare un indirizzo di memoria o periferica.	Unidirezionale
Bus controllo	Trasportare segnali precisi generati dalla CPU o dai dispositivi collegati.	Unidirezionale

## Unità 2

# L'elaboratore

# Mappa concettuale

Processo attraverso il quale la CPU esegue un'istruzione ed è suddiviso in tre fasi.

MICROPROCESSORE

fisicamente  
rappresentata  
da

CPU

componenti  
interni

ALU

Unità di controllo

Registri

uso speciale

uso generale

costruita  
con architettura

ciclo  
macchina

sincronizzato

Fetch

Decode

Execute

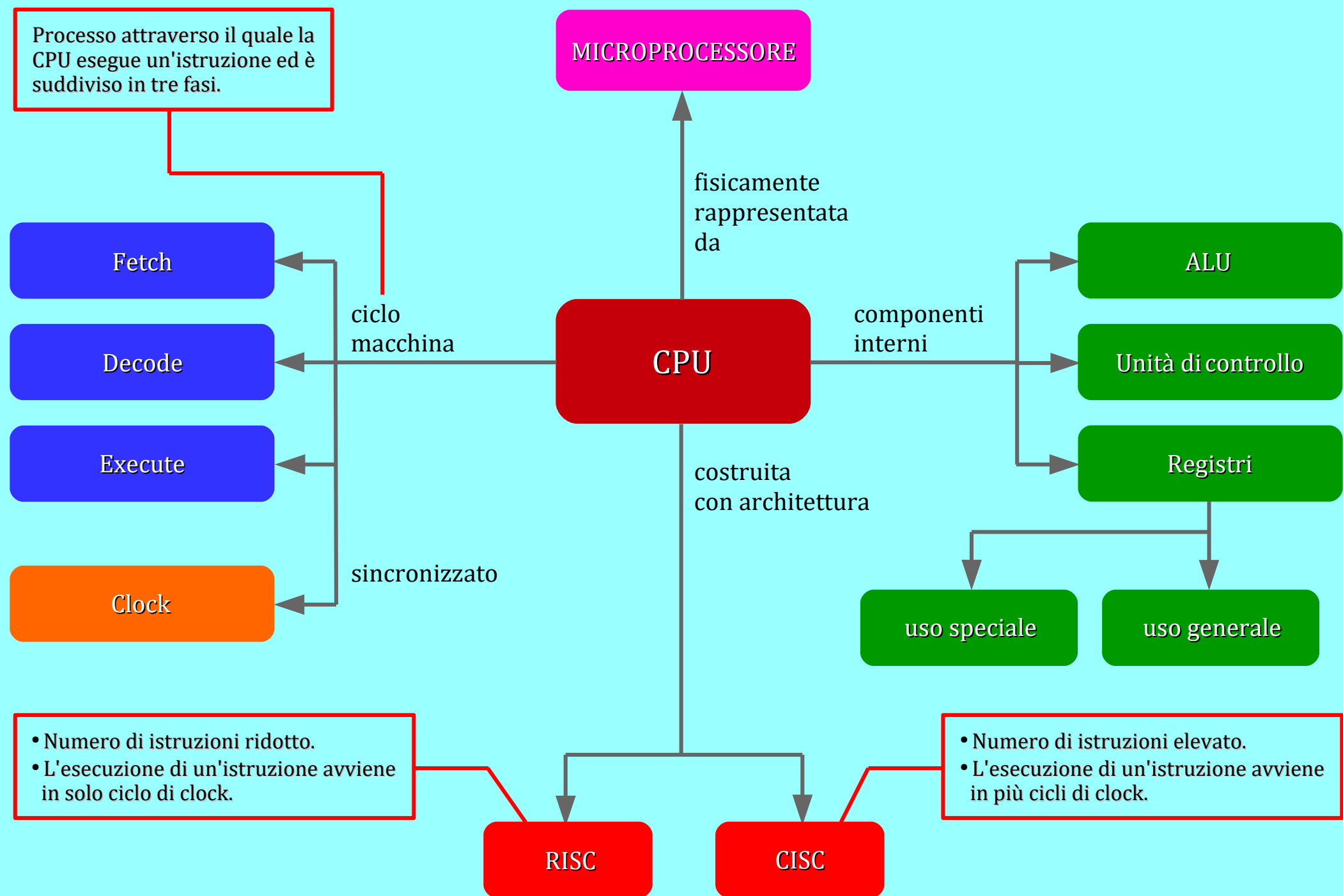
Clock

- Numero di istruzioni ridotto.
- L'esecuzione di un'istruzione avviene in solo ciclo di clock.

RISC

CISC

- Numero di istruzioni elevato.
- L'esecuzione di un'istruzione avviene in più cicli di clock.



## ■ CPU (Central Processing Unit)

La CPU è la parte del computer che esegue l'elaborazione dei dati, ed è rappresentata fisicamente dal microprocessore. E' composta dai seguenti elementi:

- **unità aritmetico-logica** (ALU): esegue i calcoli elementari e le operazioni logiche;
- **unità di controllo** (CU): governa e impartisce gli ordini di esecuzione all'ALU;
- **registri di appoggio**: piccole aree di memoria molto veloci, usate per memorizzare provvisoriamente i dati utilizzati per l'esecuzione dei calcoli.

## ■ Registri di uso speciale

Sono registri che svolgono una specifica funzione e in particolare sono:

- **Program Counter** (PC): contiene l'indirizzo della prossima istruzione da eseguire;
- **Status Register** (SR): insieme di bit, ciascuno dei quali fornisce informazioni sullo stato in cui si trova il processore. Alcuni bit sono di stato, altri di controllo;
- **Stack Pointer** (SP): contiene l'indirizzo della cima dello stack. Lo stack è un'area di memoria in cui i dati possono essere inseriti solo dall'alto;
- **Instruction Register** (IR): contiene il codice operativo dell'istruzione;
- **Memory Address Register** (MAR): contiene l'indirizzo che seleziona la locazione di memoria oppure il dispositivo di I/O coinvolto nell'operazione;
- **Memory Data Register** (MDR): contiene i dati che devono essere scritti in memoria oppure i dati letti dalla memoria.

## ■ Registri di uso generale

Sono registri destinati a memorizzare gli operandi e i risultati parziali dell'elaborazione.

## ■ Unità aritmetica-logica (ALU)

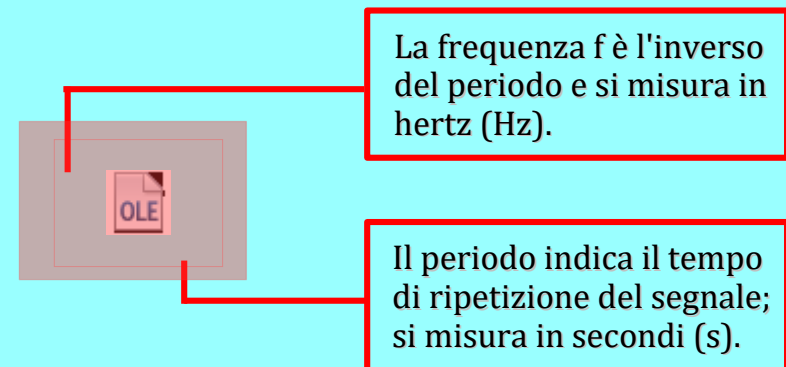
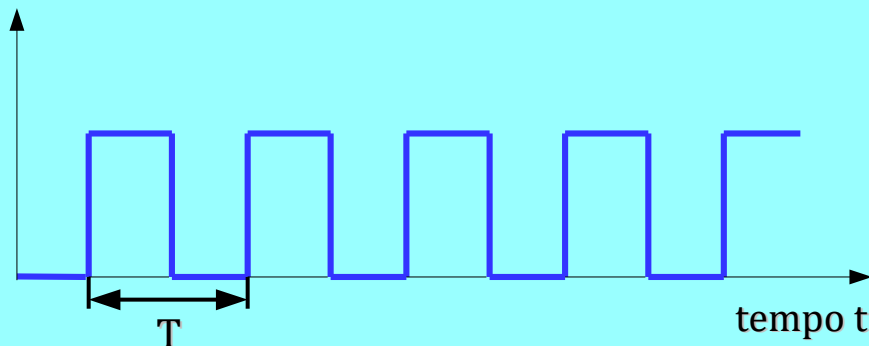
L'ALU è formata da porte logiche opportunamente collegate che eseguono le operazioni aritmetiche (somma, sottrazione, moltiplicazione, divisione) e logiche (AND, OR, NOT). I dati su cui opera possono essere presenti nei registri interni o in memoria e produce un risultato che può essere salvato su un registro o in memoria.

## ■ Unità di controllo (CU)

La CU coordina le operazioni svolte dalla CPU. I trasferimenti di dati o istruzioni tra CPU e memoria sono coordinati attraverso segnali di temporizzazione. I segnali sono ricevuti dalle componenti (memoria, I/O) al fine di eseguire il compito loro assegnato.

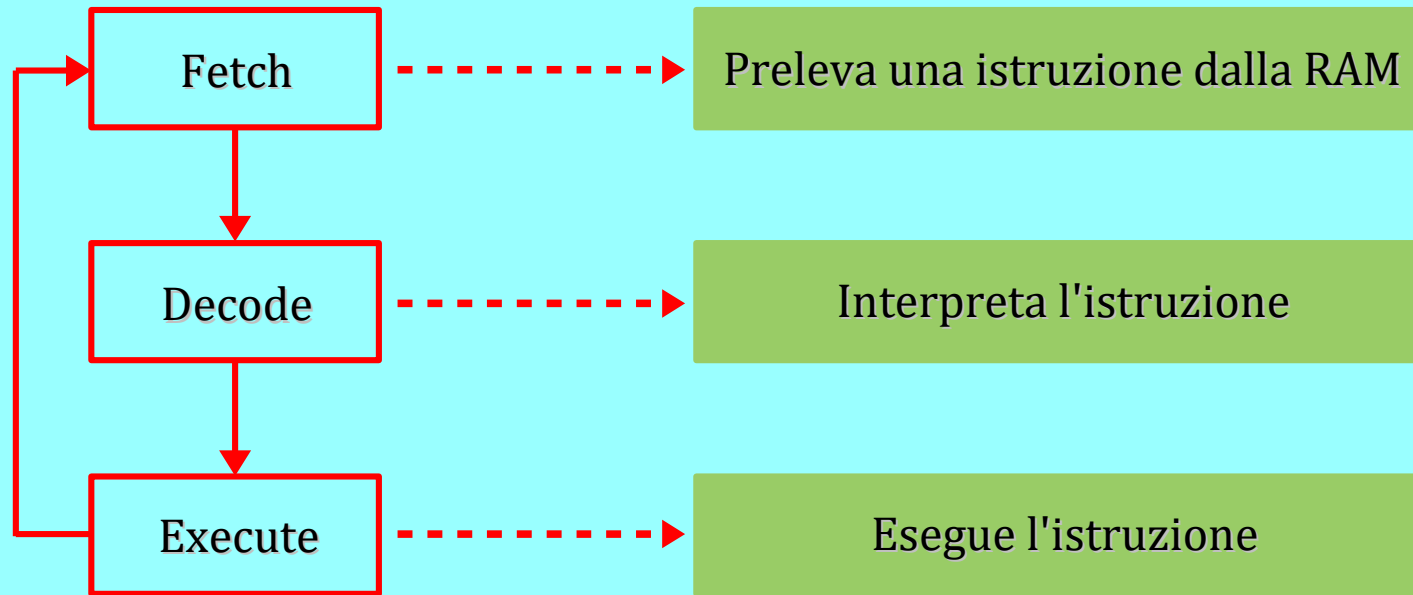
## ■ Clock

Il clock è un segnale in ingresso alla CPU che determina la temporizzazione della CPU. Si tratta di un segnale a onda quadra caratterizzata da una particolare frequenza generato da un opportuno circuito di temporizzazione.



## ■ Ciclo macchina

L'esecuzione di una istruzione è sempre suddivisa in tre fasi:



Le tre fasi si ripetono per ciascuna istruzione fino alla fine del programma. In generale il PC viene modificato prima della fase di execute nel seguente modo:

$$\text{PC} = \text{PC} + \text{lunghezza dell'istruzione corrente}$$

In questo modo il PC viene aggiornato in modo tale che contenga già l'indirizzo di memoria dell'istruzione successiva. Per esempio, se il valore attuale del PC è 0 e l'istruzione corrente occupa 2 byte, il PC viene aggiornato con il valore 2 (0+2).

Ogni ciclo macchina è scandito da un temporizzatore o clock, ossia un oscillatore al quarzo che emette segnali ad intervalli di tempo regolari.



## ■ Ciclo macchina (descrizione dettagliata)

1. **Preleva** l'istruzione in memoria di indirizzo uguale al **PC** e mettilo nel registro **IR**.

2. **Incrementa** il contenuto del registro **Program Counter** in modo da puntare all'istruzione successiva.

3. Determina il tipo di istruzione letta (**decodifica**).

4. Se l'istruzione richiede degli operandi, determina dove si trovano (memoria o registri).

5. Preleva, se necessario, dalla memoria gli operandi e ponili nei registri della **CPU**.

6. **Esegui** l'istruzione (**execute**).

7. **Salva** il risultato in un registro o in una cella di memoria.

8. **Torna** al punto 1.

Fetch istruzione

Decode istruzione

Fetch operandi

Execute

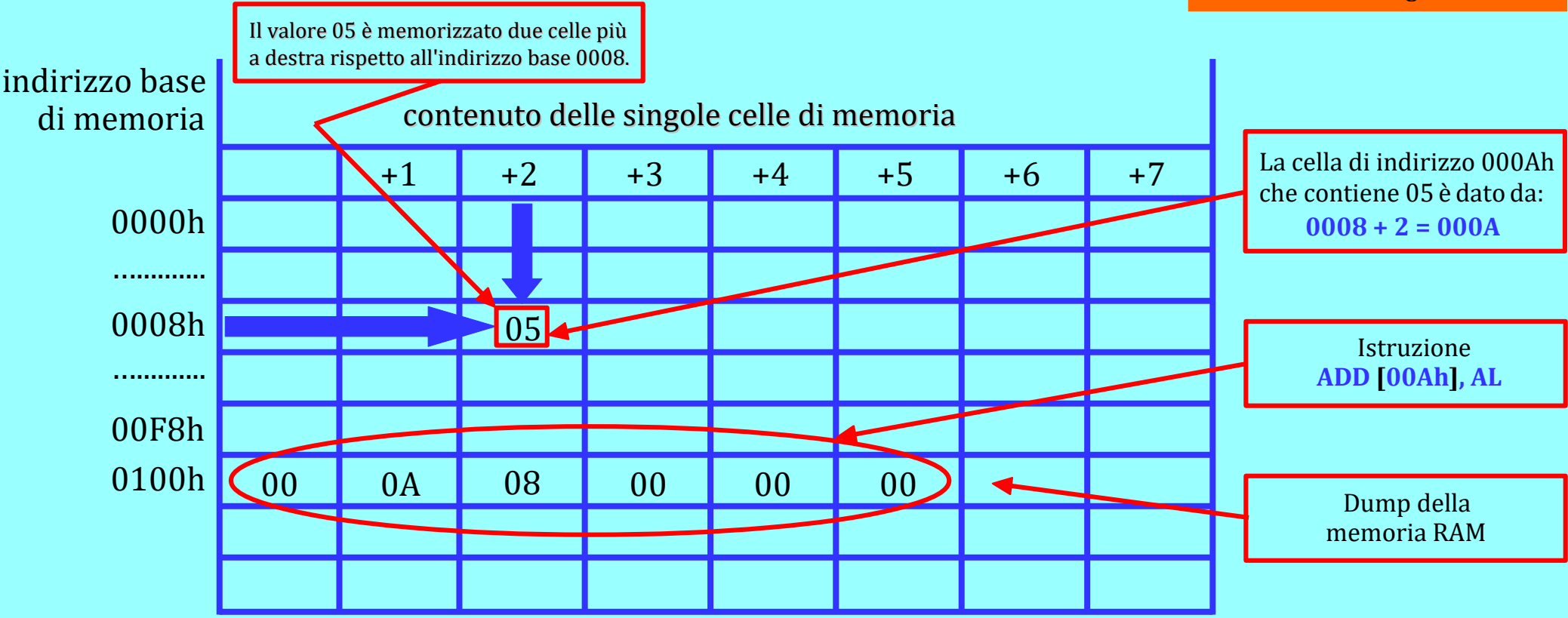
### Memory dump

Identifica lo stato in cui si trovano le celle di memoria in un determinato momento. In alcuni casi viene anche mostrato il corrispettivo ASCII del contenuto della singola cella di memoria.

# Esempio

Rappresentare in memoria l'istruzione assembly ADD [000Ah], AL.

Significato: somma il contenuto della cella di indirizzo 000Ah e il contenuto del registro AL.

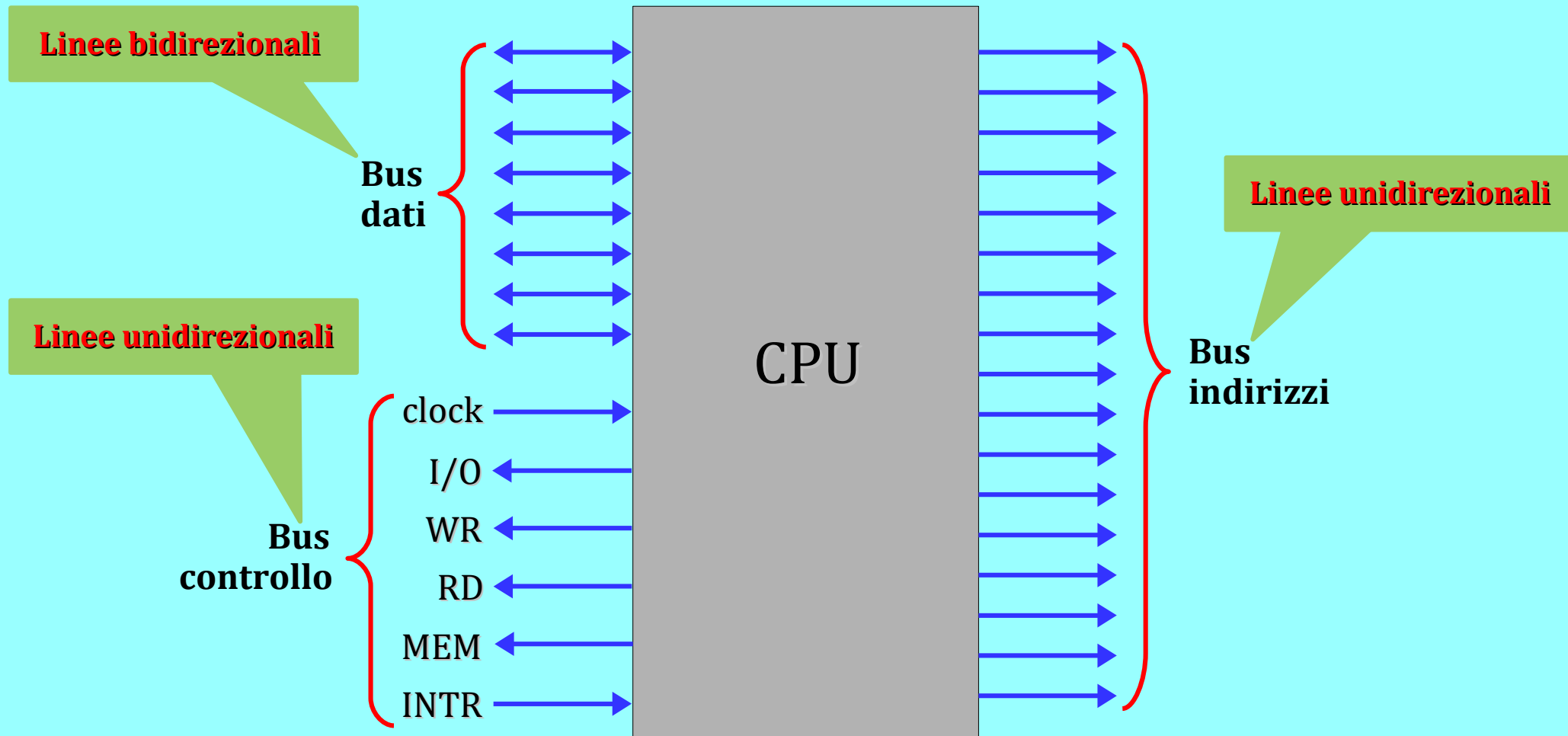


## Operazioni svolte dal processore

1. **Fetch**: preleva l'istruzione formata da 6 byte (00, 0A, 08, 00, 00, 00), il cui indirizzo è contenuto nel registro PC (0100h). Il codice dell'istruzione viene inserito nel registro IR.
2. **Decode**: decodifica l'istruzione contenuta nel registro IR.
3. **Fetch degli operandi**: preleva il dato 05h contenuto nella cella 000Ah.
4. **Execute**: il valore 05h viene sommato con il contenuto del registro AL (si pone contenga il valore 0Fh). Il risultato 14h viene posto ancora nella cella di indirizzo 000Ah.

Nota. La lettera h posta dopo la cifra meno significativa rappresenta in assembly un numero espresso in esadecimale (base 16).

# ■ Architettura esterna di una CPU



## Principali segnali di controllo

- **Lettura (RD):** è attivo se la CPU esegua una operazione di lettura da memoria o da periferica; è in uscita dalla CPU.
- **Scrittura (WR):** è attivo se la CPU esegue una operazione di scrittura da memoria o da periferica; è in uscita dalla CPU.
- **Memoria (MEM):** è attivo se la CPU effettua un trasferimento dati che coinvolge una cella di memoria; è in uscita dalla CPU.
- **Input/Output (I/O):** è attivo se la CPU effettua un trasferimento dati che coinvolge una periferica; è in uscita dalla CPU.
- **Clock:** è il segnale di temporizzazione; è in ingresso alla CPU.
- **Interrupt Request (INTR):** è il segnale di richiesta di interruzione da parte di una periferica; è in ingresso alla CPU.