



# ELEMENTI DI INFORMATICA

DOCENTE: FRANCESCO MARRA

INGEGNERIA CHIMICA

INGEGNERIA ELETTRICA

SCIENZE ED INGEGNERIA DEI MATERIALI

INGEGNERIA GESTIONALE DELLA LOGISTICA E DELLA PRODUZIONE

INGEGNERIA NAVALE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II  
SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

# ARCHITETTURA DEL CALCOLATORE: MODELLO DI VON NEUMANN EVOLUZIONE



# AGENDA

- Architettura del calcolatore
  - Istruzioni
  - Logica cablata e microprogrammata
  - Evoluzioni modello di von Neumann
    - Conversione input e output
    - Interruzioni
    - Cache
- Software
  - Tipi di software
  - Allocazione in memoria

# ISTRUZIONI

- La CPU è un automa che interpreta un prefissato linguaggio, detto linguaggio macchina, composto da un insieme di istruzioni (repertorio)
- L'istruzione in linguaggio macchina è una quadrupla:

$$i = (C_{op}, P_{di}, P_{do}, P_{is})$$

- $C_{op}$  è il codice operativo che indica alla CU l'operazione da compiere
  - L'insieme dei  $C_{op}$  è definito **repertorio di istruzioni (o instruction set)** e dipende dalla specifica CPU
- $P_{di}$  sono i puntatori ai dati di input (se presenti) che servono per svolgere l'operazione  $C_{op}$
- $P_{do}$  sono i puntatori ai dati di output (se presenti) prodotti dall'operazione  $C_{op}$
- $P_{is}$  è il puntatore all'istruzione da svolgere al termine dell'esecuzione di quella corrente

# ESEMPIO

$i_1 = (C_{op1}, P_{di1}, P_{do1})$   
 $i_2 = (C_{op2}, P_{di2}, P_{do2})$   
 $i_3 = (C_{op3}, P_{di3}, P_{do3})$   
 $i_4 = (C_{op4}, P_{di4}, P_{do4})$   
 $i_5 = (C_{op5}, P_{di5}, P_{do5})$

Programma

Indirizzo della  
prima  
istruzione da  
eseguire



3000  
3001  
3002  
3003  
3004  
3005  
3006  
3007  
3008  
3009  
3010

3001	$i_2 = (C_{op2}, P_{di2}, P_{do2}, 3006)$
3002	
3003	$i_1 = (C_{op1}, P_{di1}, P_{do1}, 3001)$
3004	
3005	
3006	$i_3 = (C_{op3}, P_{di3}, P_{do3}, 3007)$
3007	$i_4 = (C_{op4}, P_{di4}, P_{do4}, 3008)$
3008	$i_5 = (C_{op5}, P_{di5}, P_{do5}, XXXX)$
3009	
3010	

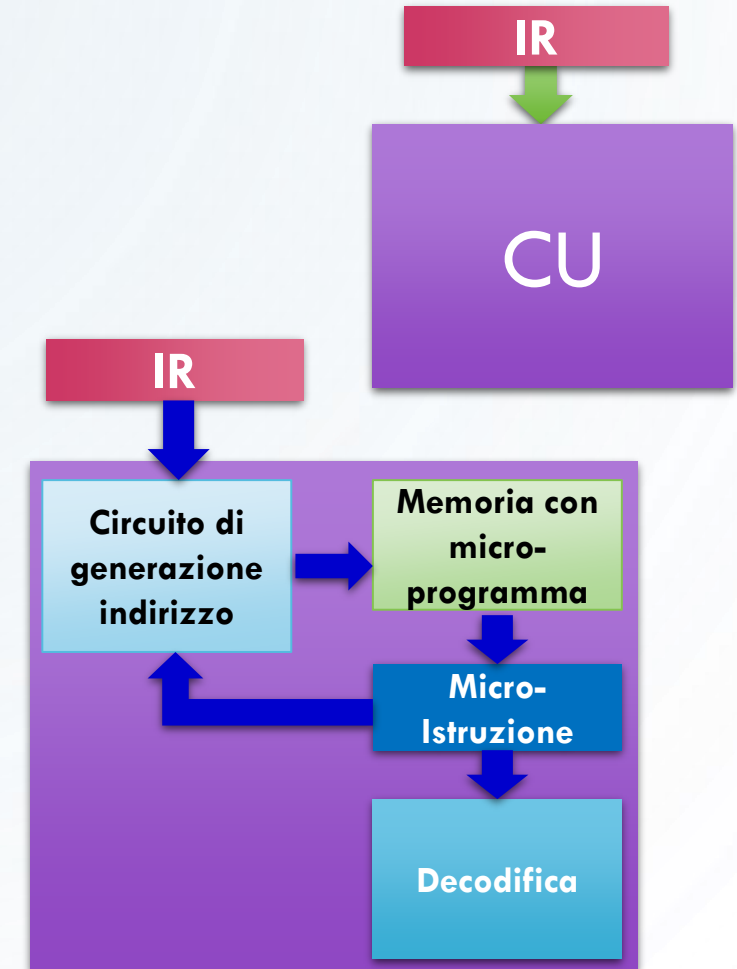
Programma allocato in  
memoria

# ISTRUZIONI

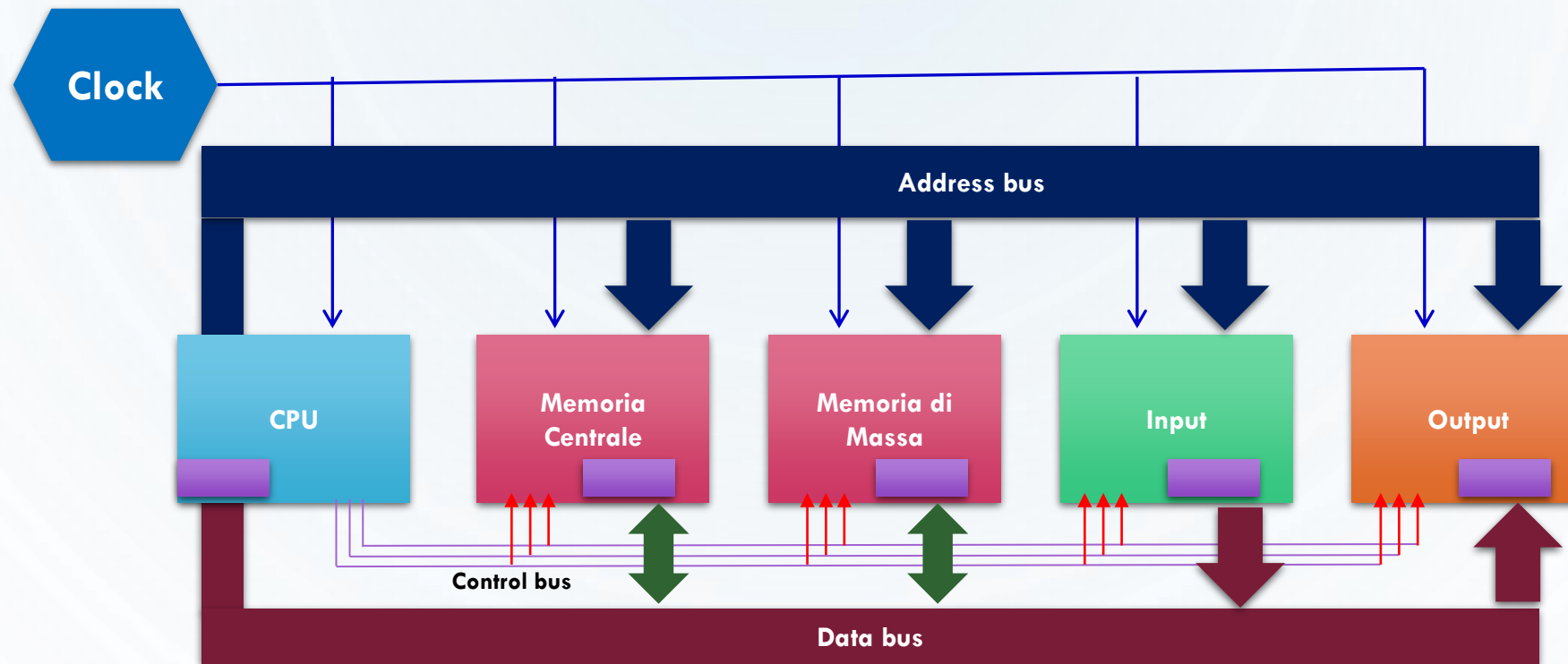
- Le istruzioni di repertorio sono costituite da operazioni semplici
  - **Trasferimento** dati da un registro ad un altro
    - Si spostano stringhe di bit da un registro all'altro di memoria
  - Operazioni **aritmetiche** o **logiche** eseguite dall'ALU
    - somma aritmetica
    - AND o OR tra coppie di stringhe di bit
    - negazione (NOT) di una stringa di bit
    - rotazione a destra o a sinistra di una stringa di bit
  - **Controllo di condizioni** riportate dal registro CC o deducibili dal confronto di due registri
    - interrogazione dei bit del registro di condizione

# LOGICA CABLATA E MICROPROGRAMMATA

- Per effettuare operazioni più complesse:
- Logica **cablata**
  - Complex Instruction Set Computer (**CISC**)
  - dispositivi elettronici connessi tra loro in un certo modo
    - in grado di eseguire operazioni complesse come la lettura di un dato in memoria, la sua modifica e il suo salvataggio direttamente in memoria tramite una singola istruzione
    - poco flessibile
- Logica **microprogrammata**
  - Reduced Instruction Set Computer (**RISC**)
  - un (micro)programma indica una sequenza di **microistruzioni** semplici
    - per effettuare un'operazione complessa ha bisogno di leggere e decodificare un programma
    - flessibile



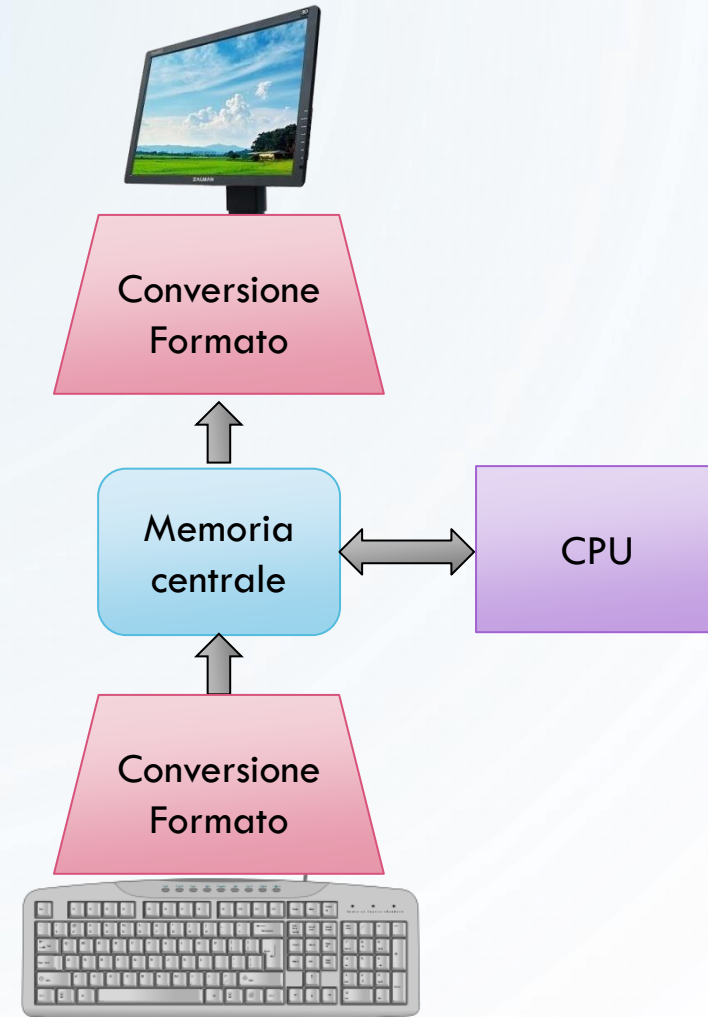
# MODELLO DI VON NEUMANN



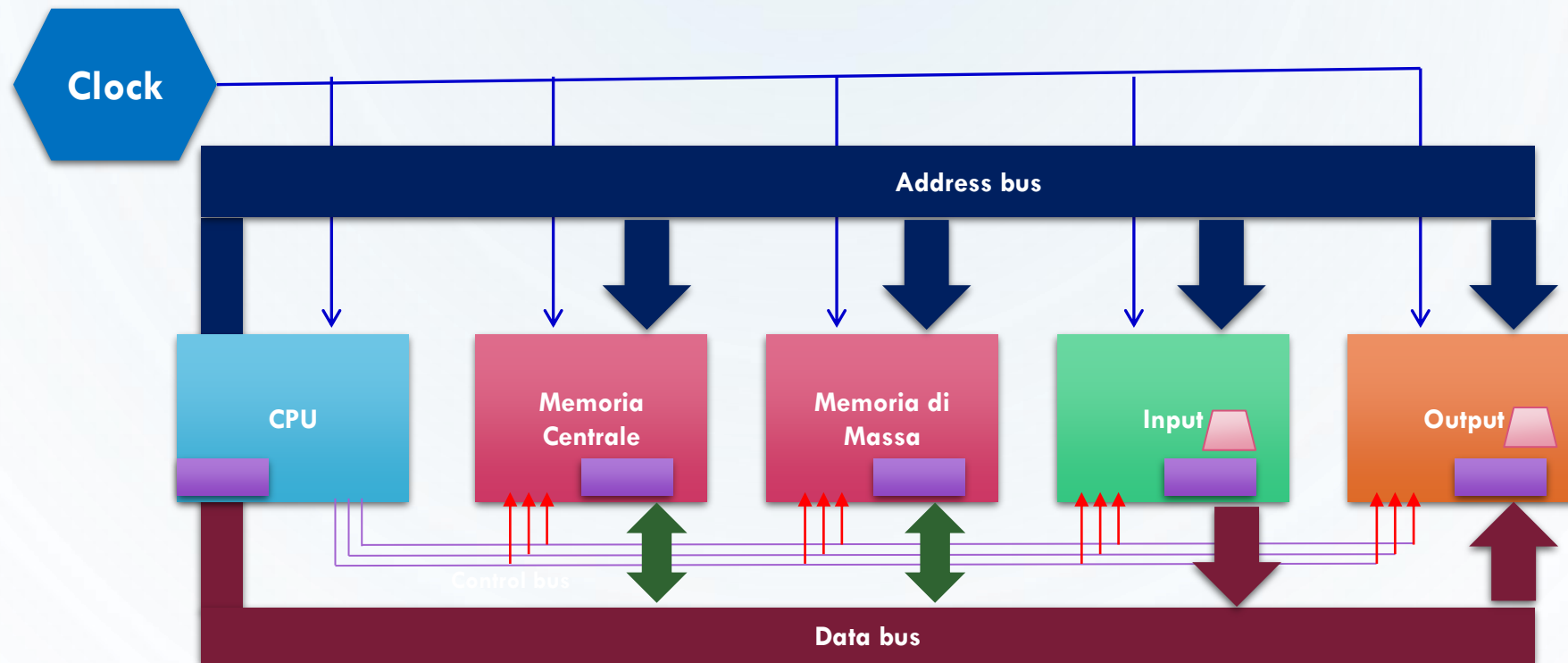


# INPUT E OUTPUT

- Stream di caratteri preso dalla codifica ASCII
  - in numero teoricamente infinito se
    - acquisito da tastiera (input standard)
    - restituito su terminale (output standard)
  - in numero finito se
    - scritto o letto in memorie di massa (file)
- Conversione da stream di caratteri in binario e viceversa



# MODELLO DI VON NEUMANN



# EVOLUZIONE DEL MODELLO DI VON NEUMANN: I CANALI

- Introduzione di sistemi dedicati (**canali**) il cui compito è scaricare la CPU della gestione di attività specifiche
  - Nel modello di von Neumann non era possibile sovrapporre i tempi delle operazioni di input con quelli dell'output
- I **canali** lavorano in autonomia, anche contemporaneamente alla CPU, rendendo possibile una prima forma di **parallelismo**
  - Es. canali di input ed output, processori dedicati alla grafica, alle operazioni sui numeri reali, all'acquisizione di segnali analogici
- Generano segnali detti **interruzioni** per richiedere attenzione alla CPU

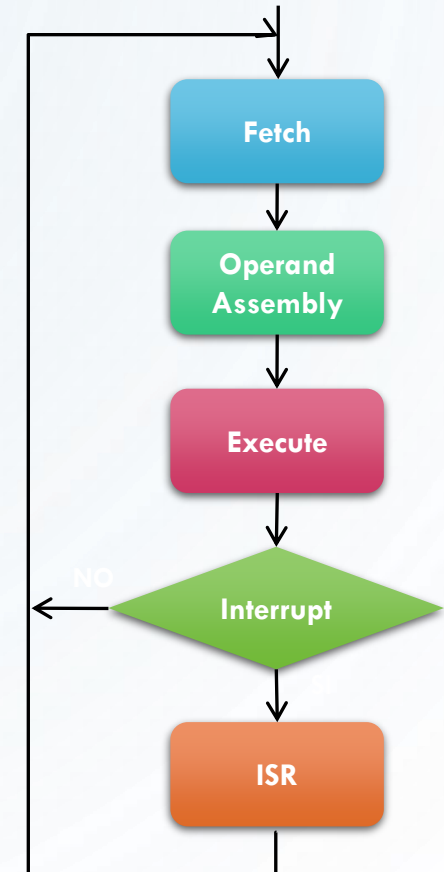
# LE INTERRUZIONI

- Consentono alla CPU di attivare un processore periferico e disinteressarsi delle sue attività a meno che non sia indispensabile quanto richiesto
- Al termine del suo compito, il processore periferico avanza una richiesta di interruzione alla CPU per ricevere attenzione



# INTERRUPT SERVICE ROUTINE

- La CU si accorge di una interruzione interrogando un bit del registro di condizione CC al termine di ogni istruzione
  - **CC = 0** → si preleva l'istruzione successiva
  - **CC = 1** → si esegue un programma del sistema operativo
    - Il programma è detto **ISR** (Interrupt Service Routine)
- L'ISR identifica la causa della interruzione, ossia quale dispositivo ha avanzato la richiesta
  - Nel caso di più richieste stabilisce quale servire per prima
    - Criteri di importanza o priorità di intervento



# EVOLUZIONE DEL MODELLO DI VON NEUMANN: LE CACHE

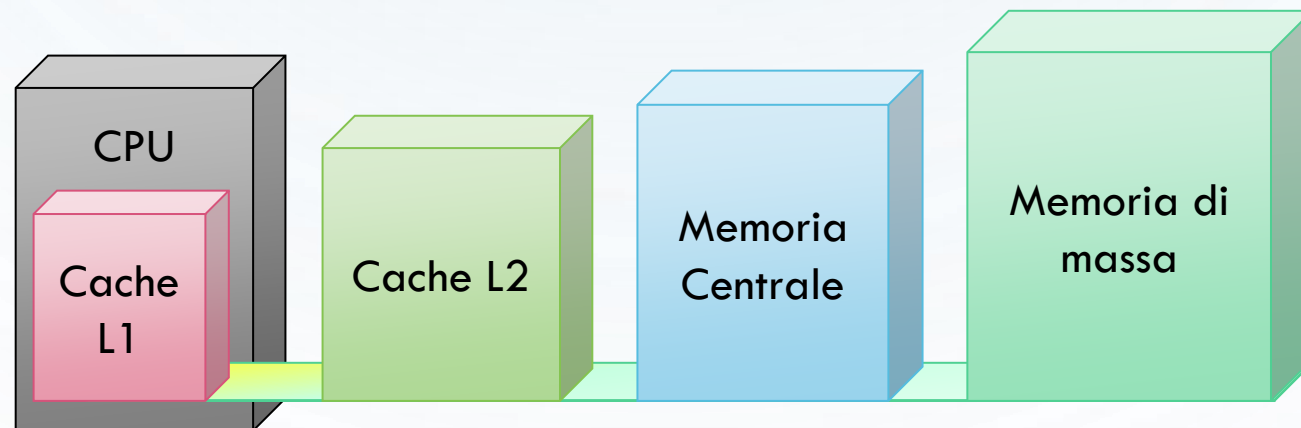
- Memoria molto veloce posta tra memoria centrale e CPU
- Funge da buffer per il prelievo di informazioni dalla memoria centrale ai registri interni della CPU per ridurre i tempi di trasferimento
- Con operazioni particolari, istruzioni e dati vengono trasferiti dalla memoria centrale nella cache secondo la capacità di quest'ultima
  - La CU procede nelle tre fasi del suo ciclo al prelievo di istruzioni e operandi dalla cache
  - Quando la CU si accorge che il prelievo non può avvenire scatta un nuovo travaso dalla memoria centrale

# EVOLUZIONE DEL MODELLO DI VON NEUMANN: LE CACHE

- Due livelli possibili di cache
  - di *primo livello (L1)* se è interna alla CPU
  - di *secondo livello (L2)* se è esterna
- Solitamente le cache L2 sono più lente di quelle L1, ma sempre più veloci della memoria centrale
  - La cache L2 risulta 4 o 5 volte più lenta della cache L1 mentre la RAM lo è addirittura 20 o 30 volte
- I due livelli possono coesistere

# GERARCHIA DI MEMORIA

- Consente di offrire ai programmi l'illusione di avere una memoria grande e veloce
  - I livelli più prossimi alla CPU sono più veloci, ma hanno dimensioni più piccole visto il loro elevato costo
  - I livelli più lontani mostrano una capacità massima ed anche tempi di accesso maggiori
- Partendo dalla CPU ogni livello fa da buffer al livello successivo



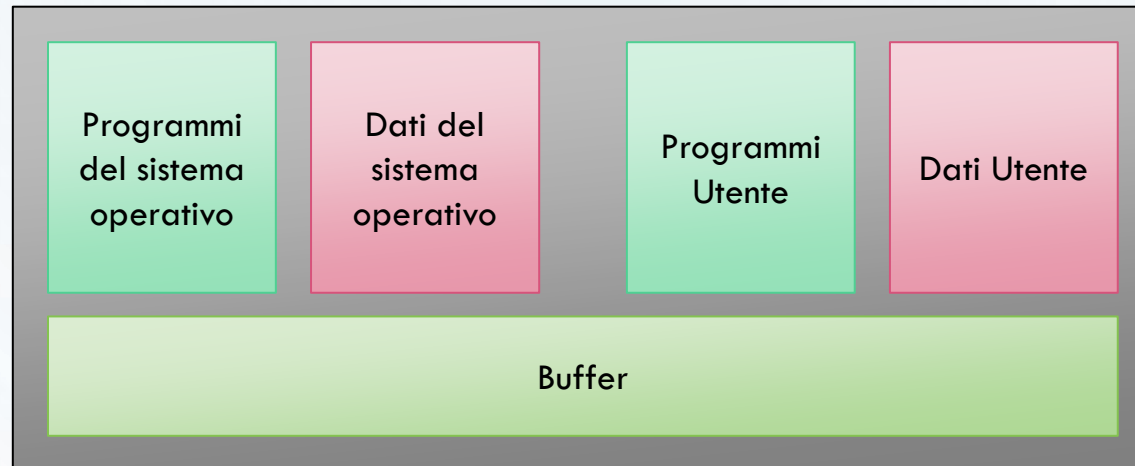


# ALLOCAZIONE IN MEMORIA

- Comporta un'associazione precisa tra istruzioni e dati e registri
  - Memorie a voce → un solo registro di memoria per ogni istruzione o dato
  - Memorie a byte → istruzioni o dati possono occupare più registri di memoria
- Può essere statica o dinamica
  - Statica → prima dell'esecuzione di un programma
  - Dinamica → durante l'esecuzione di un programma
- Il riferimento ad una istruzione o ad un dato avviene specificando l'indirizzo di memoria occupato
  - Puntatore a dato → indirizzo del registro di memoria in cui è collocato un dato
  - Puntatore a istruzione → indirizzo del registro di memoria in cui è collocata una istruzione

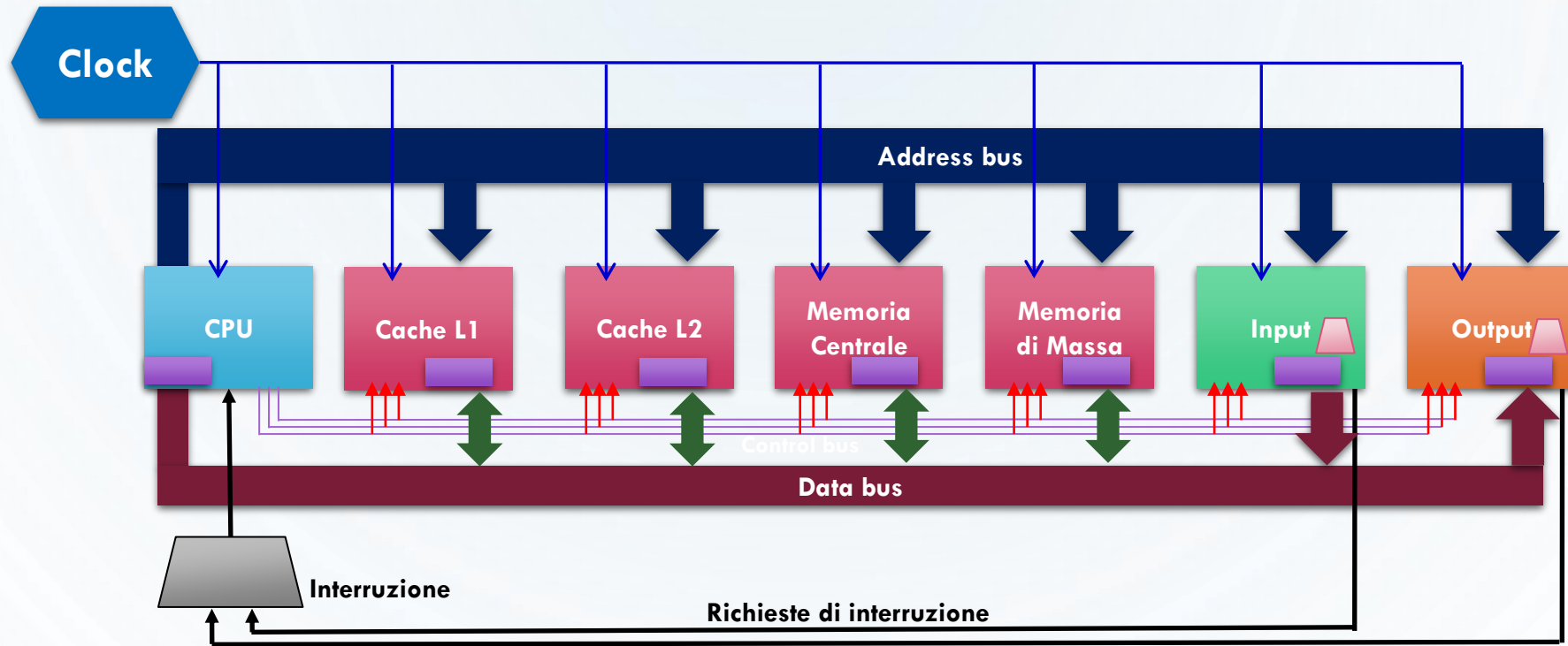
# SISTEMA OPERATIVO E PROGRAMMI UTENTE IN MEMORIA

- Nella memoria di un elaboratore moderno si possono individuare in ogni istante cinque aree distinte



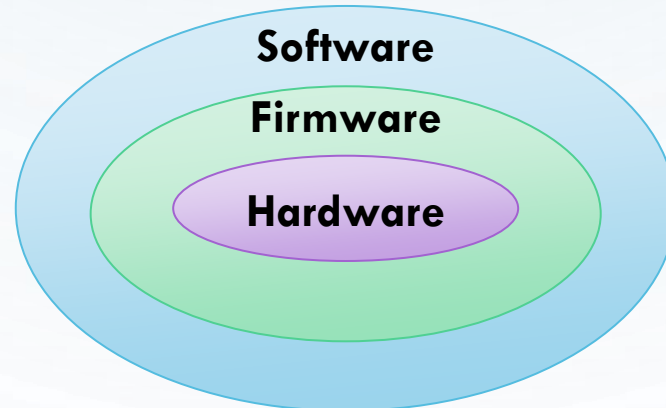
- I programmi e i dati del sistema operativo sono sempre presenti in memoria
- I programmi e i dati delle applicazioni sono caricati in memoria dal sistema operativo su richiesta dell'utente prima che ne venga attivata la esecuzione

# MODELLO DI VON NEUMANN EVOLUTO



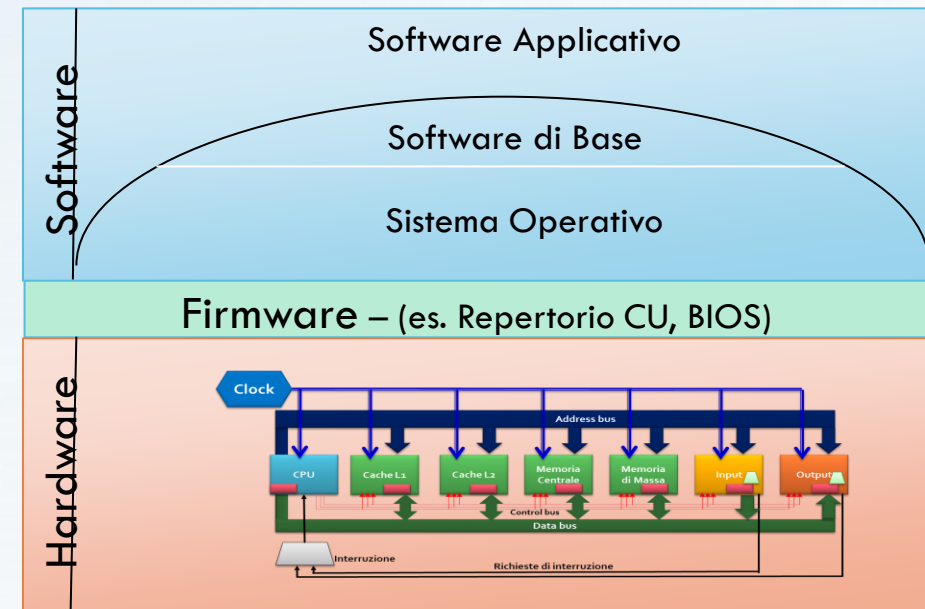
# HARDWARE, FIRMWARE E SOFTWARE

- **Hardware**
  - Componenti fisici del calcolatore
- **Firmware**
  - Microprogrammi composti dalle microistruzioni memorizzate nella memoria interna alla CU
- **Software**
  - Programmi che vengono eseguiti dal calcolatore



# TIPI DI SOFTWARE

- Software applicativo
  - Insieme di programmi che risolvono problemi specifici
- Software di base
  - Insieme di programmi che servono a tutti gli utenti del sistema
    - Sistemi operativi e traduttori dei linguaggi di programmazione



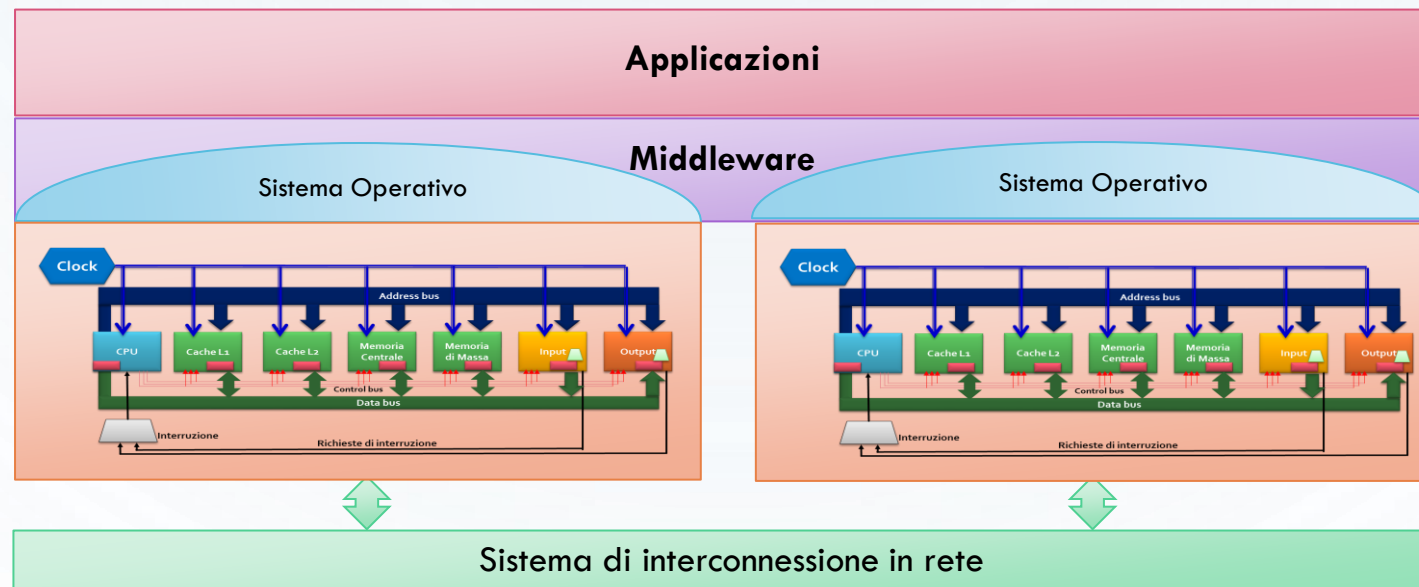
# SISTEMA OPERATIVO

- Insieme di programmi per garantire la gestione semplice ed efficiente delle risorse hardware a tutti gli utenti del sistema
- I primi calcolatori non avevano il sistema operativo
  - Caricamento di un programma in memoria e successiva attivazione a carico del programmatore o dell'operatore del sistema
- Il sistema operativo automatizza il passaggio da una applicazione ad un'altra
  - La CPU esegue i programmi del sistema operativo in alternanza con quelli applicativi
    - Attenzione ai cicli infiniti



# MIDDLEWARE

- Fornisce un'astrazione di programmazione che maschera l'eterogeneità di elementi sottostanti
  - Reti, hardware, sistemi operativi, linguaggi di programmazione
- Definisce una macchina generalizzata fissandone modalità di interazione con le applicazioni



**DOMANDE, DUBBI, PERPLESSITÀ**

