

**Università di Napoli Federico II – Scuola Politecnica e delle Scienze di Base**  
**Corso di Laurea in Ingegneria Informatica**



# **Corso di Calcolatori Elettronici I**

## Introduzione al Corso



# Obiettivi del corso

- Fornire le conoscenze di base necessarie relative a:
  - Architettura ed organizzazione dei calcolatori elettronici
    - Quali sono i componenti di un calcolatore, come sono interconnessi, come interagiscono per portare a termine l'elaborazione
  - Reti Logiche
    - Quali sono e come si progettano le macchine elementari che costituiscono un calcolatore
  - Linguaggio del processore
    - Le istruzioni del processore, la programmazione in linguaggi assemblativi, corrispondenza tra linguaggi ad alto livello e linguaggio macchina

# Metodologia didattica

- Lezioni frontali
- Esercitazioni guidate in aula con esempi in uno specifico linguaggio assembly (MC68K)
- Esercitazioni assistite

# Materiale didattico

- Libro di testo (per la parte di architettura dei calcolatori):
  - G. Conte, A. Mazzeo, N. Mazzocca, P. Prinetto. Architettura dei Calcolatori. Città Studi Edizioni, 2015



- Manuale assembler Motorola 68000
  - Scaricabile dal sito web del corso

# Materiale didattico

- Libro di testo (per la parte di reti logiche):
  - C. Bolchini, C. Brandolese, F. Salice, D. Sciuto. Reti Logiche (seconda edizione). Apogeo, 2008



# Materiale didattico



- Sito web “Architettura dei Calcolatori”  
<http://architettura-calcolatori.dieti.unina.it/>
  - Lucidi, approfondimenti, esercizi,...
- Corso online su piattaforma “Federica”  
[https://www.federica.eu/c/calcolatori\\_elettronici](https://www.federica.eu/c/calcolatori_elettronici)
  - Iscrizione gratuita. Inserite il codice classe 83023588

# Docenza



- Docente: Pasquale Imputato
- Ricevimento:
  - quando: lunedì dalle 15:30 alle 17:30
  - dove:
    - Dip. Ingegneria Elettrica e delle Tecnologie dell'Informazione, Via Claudio 21
      - Fabbricato 3/A, IV piano, ARCLAB 4.02
    - Su MS Teams
- e-mail: [pasquale.imputato@unina.it](mailto:pasquale.imputato@unina.it)
  - Scrivere dal proprio account istituzionale
- Sito web del corso: <http://www.docenti.unina.it>

- Prova al calcolatore + Prova scritta + Prova orale
- Prenotazione obbligatoria dal sito web del corso o SEGREPASS
- Presentarsi all'esame con
  - Documento di riconoscimento
  - PIN SEGREPASS (per la verbalizzazione digitale)



DIE  
TI.  
UNI  
NA

# Concetti fondamentali

# Concetti fondamentali

- Si assumono già noti i seguenti concetti fondamentali, trattati nel corso di *Fondamenti di Informatica*
  - *Informazione* : tripla (Tipo, Valore, Attributo)
  - *Dato* : valore assunto da una specifica informazione rappresentato secondo un opportuno codice
  - *Algoritmo* : procedimento che un determinato esecutore deve svolgere per risolvere un dato problema attraverso l'esecuzione di una sequenza finita di passi di elaborazione; un algoritmo assume che sia dato un insieme di dati di ingresso (input) e produce (come risultato) un insieme di dati di uscita (output)
  - *Sistema di Elaborazione* : macchina in grado di eseguire automaticamente un algoritmo
  - *Calcolatore Elettronico* : sistema di elaborazione elettronico a programma registrato che opera su dati rappresentati mediante codici binari

# Sul concetto di sistema

- Un *sistema* è una entità complessa costituita da una pluralità di elementi collegati tra di loro e che svolgono una assegnata funzione.
  - Sistemi naturali
  - Sistemi ingegneristici
  - Sistemi sociali
  - ...
- Per descrivere un sistema si distingue tra:
  - la funzione che svolge
  - il comportamento che esibisce (cosa fa)
  - la sua struttura (come è fatto)
- Proprietà di un sistema:
  - Proprietà Funzionali (attengono al comportamento del sistema)
  - Proprietà Non-Funzionali (performance, affidabilità, sicurezza, ...)

# Progetto di un sistema



DIE  
TI.  
UNI  
NA

- Progetto di un sistema: determinazione di una struttura del sistema che sia
  - compatibile con un insieme di specifiche comportamentali e funzionali
  - realizzabile
  - economicamente conveniente
- I sistemi ingegneristici sono tipicamente realizzati attraverso la composizione di sotto-sistemi
- Metodologie di progetto top-down: scompongono la struttura del sistema in sotto-sistemi più semplici opportunamente interconnessi
- Nel progetto di sistemi hardware, si riconduce il progetto a sotto-sistemi elementari noti, assunti come "mattoni elementari" della realizzazione (porte logiche, macchine fondamentali come multiplexer, contatori, ecc. ...)

# Calcolatore elettronico come sistema

- La caratteristica principale di un calcolatore elettronico consiste nella possibilità di svolgere compiti diversi utilizzando programmi (software) che governano in modi differenti lo stesso hardware
  - Useremo da qui in avanti il termine Sistema di Elaborazione come sinonimo di calcolatore elettronico
- In questo corso presenteremo la struttura interna di un Sistema di Elaborazione descrivendone i suoi principali sotto-sistemi e la loro organizzazione, secondo modelli "architetturali" di alto livello
- Abbiamo visto che il passo decisivo verso la realizzazione dei moderni sistemi di elaborazione è consistito nell'aver concepito le macchine a programma registrato

# Sottosistemi di un sistema di elaborazione

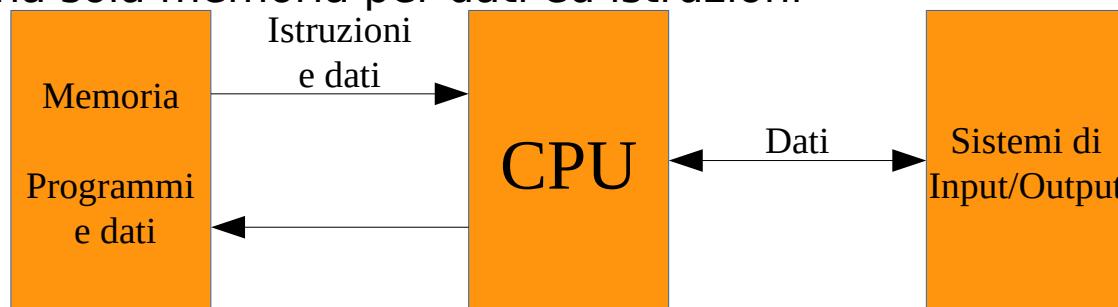
- Processore (CPU)
- Memoria centrale
- Input/Output
- Sottosistema di interconnessione

# Architetture di riferimento



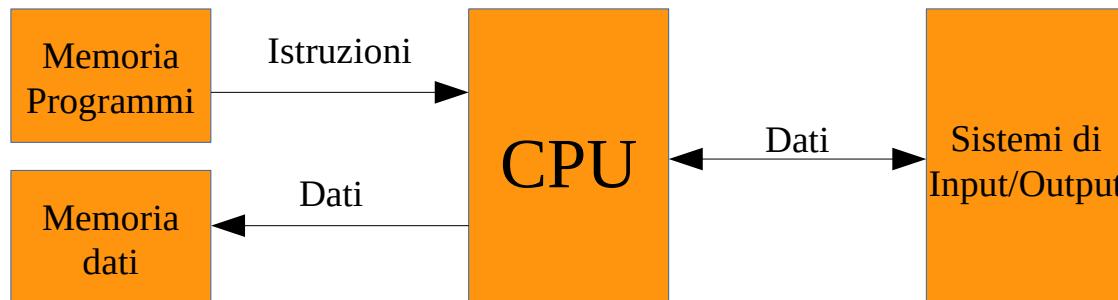
- Ad un primo livello di dettaglio, l'architettura di un sistema di elaborazione si può ricondurre a due modelli fondamentali
  - architettura di von Neumann o di Princeton

- una sola memoria per dati ed istruzioni



- architettura di Harvard

- due memorie distinte per dati ed istruzioni
  - possibili trasferimenti contemporanei dalle due memorie



# Il processore

- È in grado di eseguire un set di azioni elaborative elementari (*istruzioni*) più o meno complesse
  - Ogni processore è caratterizzato dal suo proprio *repertorio di istruzioni*
- Le istruzioni sono comandi esplicativi che
  - trasferiscono dati sia all'interno del processore sia tra processore e memoria o dispositivi di I/O
  - effettuano operazioni aritmetiche e logiche su dati
  - governano il flusso di esecuzione delle istruzioni
- La sequenza di istruzioni da eseguire (programma) è immagazzinata nella memoria centrale
- Il processore esegue il programma prelevando ed eseguendo le istruzioni "una ad una" dalla memoria



# Il clock

- Il funzionamento del processore è governato da un segnale periodico che ha funzione di temporizzazione: il clock
- Detto  $T$  il periodo del segnale di clock, ed  $f = 1/T$  la sua frequenza, osserviamo che maggiore è la frequenza del clock, maggiore sarà il numero di istruzioni per secondo che il processore è in grado di eseguire
- Il numero (medio) di istruzioni per secondo non dipende solo dalla frequenza del clock ma anche dalla durata media, in numero di cicli di clock, della singola istruzione
  - Si misura in MIPS (Million Instructions Per Second)
  - Prestazioni dei supercalcolatori espresse in multipli di FLOPS (Floating-point Operations Per Second)
- Per aumentare il numero di istruzioni per secondo eseguite, il primo approccio consiste nell'aumentare la frequenza di clock
  - Limiti tecnologici impediscono, per una data circuiteria, di spingere la frequenza di clock oltre certi limiti
- Primi microprocessori: clock a frequenze di qualche MHz
- Processori attuali: clock a frequenze di qualche GHz

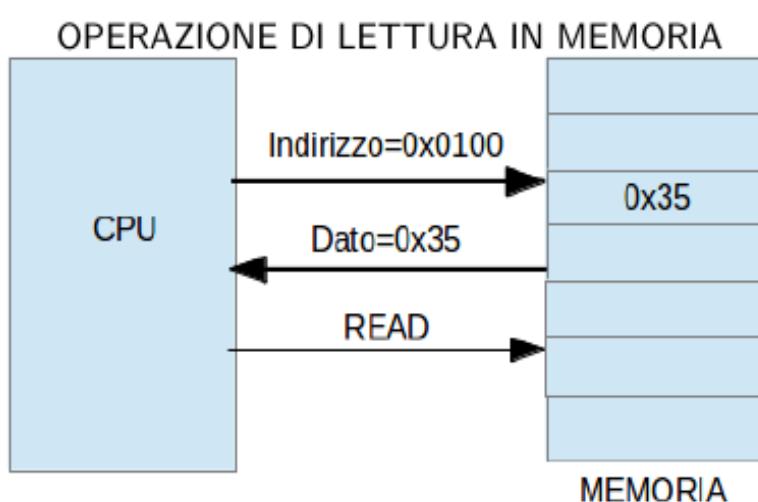
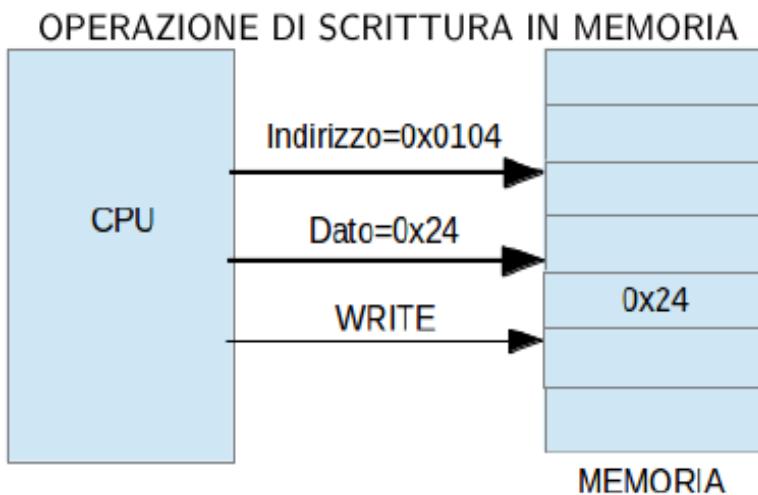
# Memoria centrale

- La memoria centrale di un computer è organizzata come un array di stringhe di bit di lunghezza m, dette celle o locazioni
- La locazione è l'unità minima di memoria accessibile dal processore
- Ogni locazione è individuata da un indirizzo, cioè un intero compreso tra 0 ed N-1, con  $N = 2^c$ 
  - $[0, N - 1] = \text{SPAZIO DI INDIRIZZAMENTO}$
- La memoria centrale è ad accesso casuale cioè il tempo di accesso non dipende dalla posizione del dato
- La memoria centrale è prevalentemente volatile ma contiene anche porzioni non-volatili (ROM) per contenere programmi che devono essere disponibili al calcolatore alla sua accensione (BIOS, bootloader)

- Le unità funzionali fondamentali del calcolatore si scambiano informazioni (dati, indirizzi, segnali di controllo/stato) mediante appositi sistemi di interconnessione
- La forma più comune di sistema di interconnessione è il bus: un fascio di fili che trasportano bit
- Un calcolatore contiene uno o più bus
  - bus interni al processore
  - bus esterni per il collegamento del processore con le altre unità

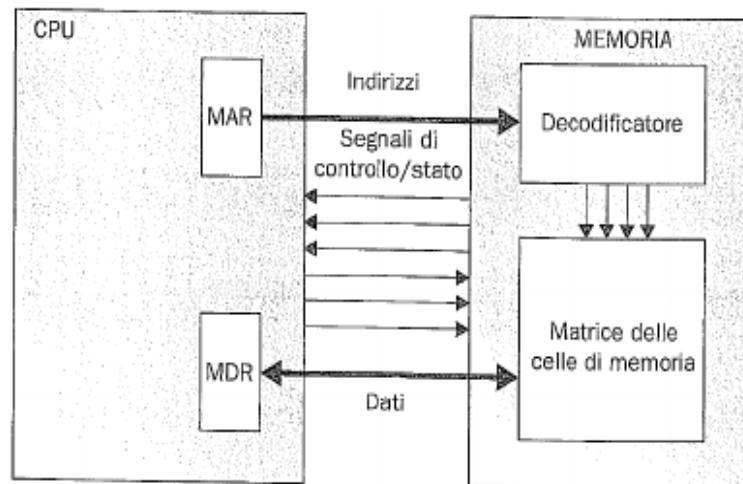
# Interazione CPU-memoria: scrittura e lettura

- Nella interazione CPU-memoria l'iniziativa del trasferimento è presa dalla CPU, che ha un ruolo di master rispetto alla memoria (slave)



# Interazione CPU-memoria

- La CPU si interfaccia con la memoria attraverso due registri:
  - MAR - Memory Address Register
    - Attraverso MAR la CPU fornisce alla memoria l'indirizzo della locazione interessata alla operazione di lettura o scrittura
  - MDR - Memory Data Register
    - In MDR transita il dato trasferito da o verso la memoria



- La CPU scambia con la memoria anche altre informazioni di controllo/stato attraverso apposite linee