

# Fondamenti di Informatica B

---

## Lezione n.1

Alberto Broggi – Gianni Conte  
A.A. 2005-2006

# Fondamenti di Informatica B

---

- Obiettivi del corso:
  - Fornire le nozioni di base sull'architettura dei sistemi di calcolo
  - Fornire i primi strumenti di descrizione e di analisi dei sistemi digitali
  - Descrivere in modo verticale il funzionamento dei sistemi di calcolo e in particolare l'interfaccia HW/SW

# Fondamenti di Informatica B

---

- Gli argomenti del corso:
  - Introduzione ai sistemi di calcolo
  - Algebra di Boole e circuiti logici
  - Metodi semplici di sintesi dei circuiti combinatori
  - Elementi di memoria e circuiti sequenziali
  - L'architettura dei sistemi di calcolo e della CPU
  - L'architettura di VonNeumann
  - Cenni al linguaggio assembly
  - I sistemi di memoria

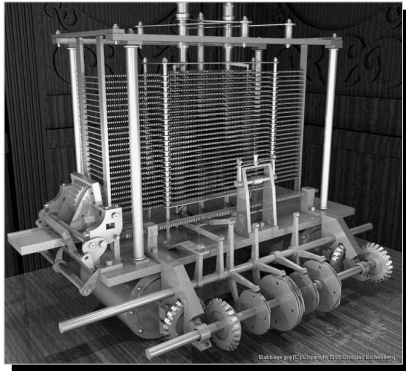
# Fondamenti di Informatica B

---

## Lezione 1

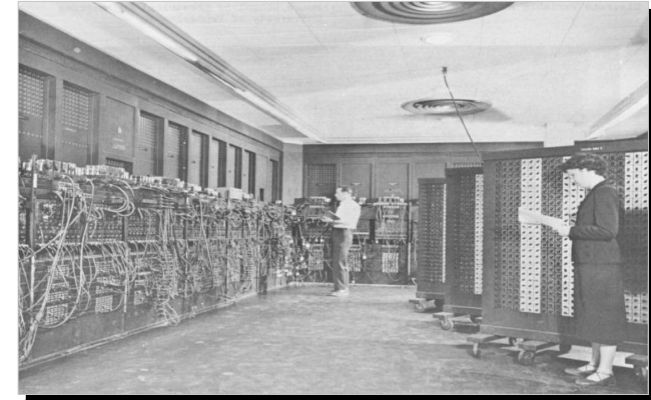
- Un poco di storia
- Architettura di vonNeumann
- Modelli, rappresentazione e livelli di astrazione

## Un poco di Storia



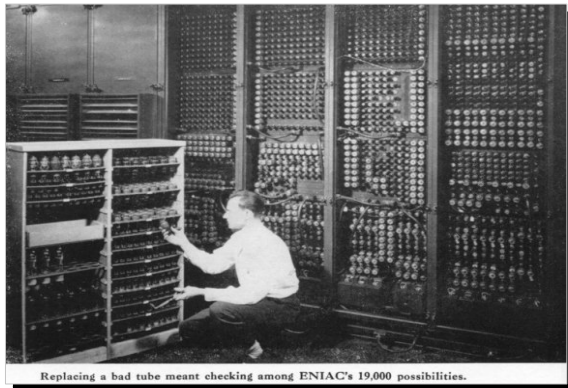
Le prime macchine per il calcolo erano basate su tecnologie meccaniche: DIFFERENCE ENGINE (Babbage, 1832)

## Un poco di Storia



I primi calcolatori elettronici vennero costruiti durante la seconda guerra mondiale per il calcolo di tabelle di tiro per l'artiglieria  
Tecnologia elettronica con tubi a vuoto

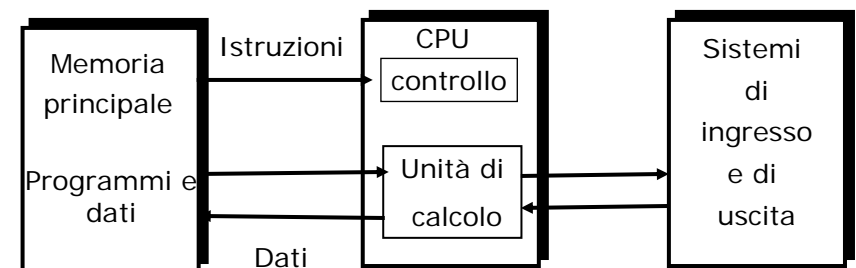
## Un poco di Storia



ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator) fu costruito all'Università di Pennsylvania tra il 1943 e il 1946 (30 tonn. e 19.000 tubi a vuoto)

## Calcolatori della prima generazione

Organizzazione interna



Von Neumann (1903-57) nel 1946 introdusse il concetto di programma memorizzato: i dati e i programmi sono memorizzati nella stessa memoria e ad essi si accede nello stesso modo

# Tecnologia e velocità

Relè elettromeccanici	1940	10
Tubi a vuoto	1945	$10^3$
Transistori	1950	$10^4$
Circuiti integrati a piccola scala	1960	$10^5$
Circuiti integrati a media scala	1980	$10^6$
Circuiti integrati VLSI	2000	$10^9$

# IBM 360 mainframe



# Minicomputer



PDP11



VAX780

La Digital (DEC) introdusse tra il 1968 e il 1980 sistemi per applicazioni sul campo basati su tecnologie a media scala di integrazione

# Personal Computers



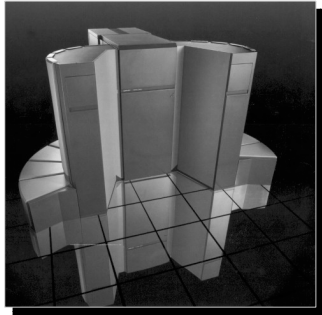
Personal computer Apple



M24 Olivetti

- Divenne possibile realizzare una semplice CPU utilizzando una sola piastrina di silicio
- A partire dal 1980 lo sviluppo dei minicalcolatori diede origine ai personal computer
- Vennero integrate con l'unità di elaborazione le principali periferiche (memoria, video, tastiera)

# I Supercalcolatori



Cray ymp

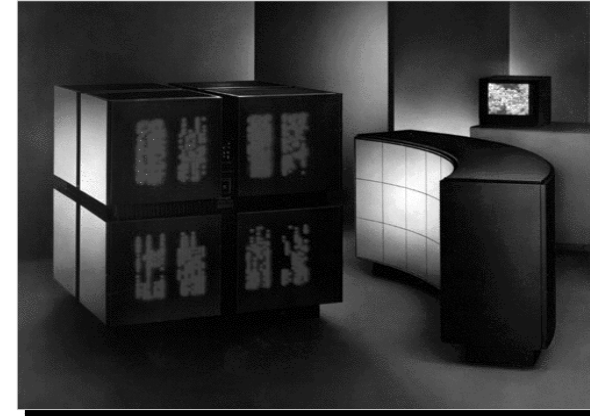


Cray xmp

Architetture ad elevatissime prestazioni sviluppate in modo indipendente con tecnologie specifiche

Ad esempio: architetture parallele.

# Connection Machine 2



Architettura ad elevato parallelismo (migliaia di processori)  
Operativa a Parma tra il 1990 e il 1996

# Sistemi a Cluster



I moderni sistemi ad elevate prestazioni sfruttano la disponibilità di nodi di calcolo con alte prestazioni disponibili sul mercato a costi ridotti

NOW - Network of Workstation

# Sistemi a Cluster



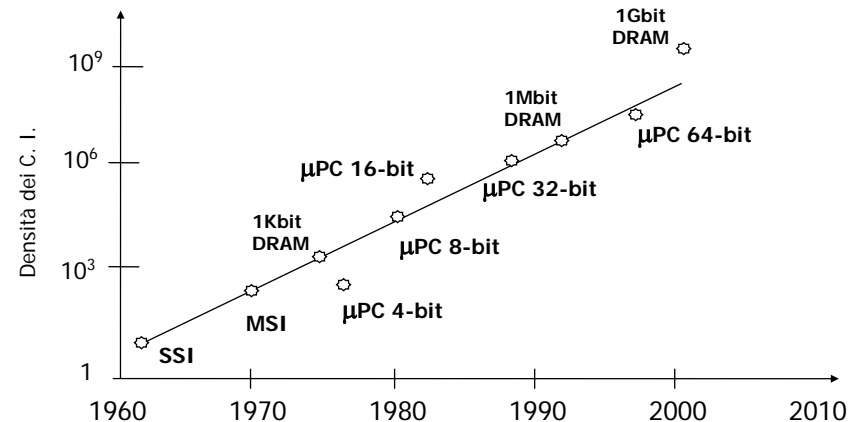
IBM SP4  
512 Power4 1,3 Ghz  
1088 Gbytes RAM  
8 TB disco

# Cluster Linux



IBM LINUX CLUSTER  
256 x 2 Intel Xeon 3 GHz  
524 Gbytes RAM  
5,5 TB disco

# Evoluzione della densità dei C.I.



## Le ragioni dello sviluppo

- Lo sviluppo della tecnologia elettronica:
  - Diminuzione dei consumi
  - Diminuzione dei costi
  - Miglioramento dell'affidabilità
- Miglioramento delle architetture
  - Parallelismo delle operazioni
  - Organizzazione della memoria
  - Modularità e standardizzazione

## Misure di prestazioni

- Il tempo  $T$  di esecuzione di un programma vale:

$$T = \frac{N \times CPI}{f \times 10^6} \text{ sec}$$

- $N$  è il numero di istruzioni di un programma (influenza del software)
- $CPI$  è il numero di cicli necessari per svolgere la singola istruzione (influenza dell'architettura)
- $f$  è la frequenza di clock (in MHz) (influenza della tecnologia)

# Calcolatori Elettronici

- I calcolatori elettronici moderni sono sistemi estremamente complessi:
  - Per comprenderne il funzionamento (analisi) e per progettarli occorre utilizzare tecniche specifiche
  - Le tecniche che vengono utilizzate sia nella fase di analisi che nella fase di progetto richiedono l'uso di modelli che catturino le caratteristiche del sistema da descrivere
- E' sempre più complesso avere una conoscenza "verticale" dei sistemi di calcolo
  - Esempio: La complessità dei microprocessori odierni è confrontabile con quella dei supercalcolatori di 10 anni fa

# Sistemi complessi

- Per rappresentare sistemi complessi si introduce il concetto di livello di astrazione:
  - Sistemi complessi, livello di astrazione, elemento primitivo, modelli
  - Esempio cartografico
  - Analisi dei livelli di astrazione
  - Struttura e comportamento

# Modelli di Sistema

Per descrivere il comportamento di un sistema si ricorre a modelli:

**MODELLI**  $\longleftrightarrow$  **REALTA'**

- Fondamentale in ingegneria
- Deve essere associato a una precisa conoscenza dei suoi limiti
- Esempio: resistore  $\implies V=IR$

# Modelli di Sistema

- Ogni modello cattura o descrive un sottoinsieme di caratteristiche della realtà da rappresentare
- I sistemi complessi sono descritti da più modelli che ne individuano il comportamento a diversi livelli
- Ogni modello utilizza un insieme di elementi primitivi ad ogni livello di rappresentazione o di astrazione

## Esempio: il territorio

---

- Il territorio può essere descritto da:
  - mappamondo
  - carte stradali
  - mappe catastali
- Ogni rappresentazione ha una sua funzione specifica
- Ogni rappresentazione utilizza un insieme di simboli grafici per rappresentare degli elementi primitivi

## Tipi di modelli

---

- MODELLI ANALITICI: insieme di equazioni: le grandezze significative sono funzioni nei parametri del modello
  - Esempio:  $V=IR$
- MODELLI NUMERICI: insieme di relazioni: le grandezze significative sono valori numerici ottenuti risolvendo le relazioni di partenza
  - Esempi: modelli fluido-termodinamici per l'analisi del comportamento globale dell'atmosfera (previsioni meteorologiche): le equazioni che modellano il fenomeno possono solo essere risolte numericamente

## Altri tipi di modelli

---

- MODELLI SIMULATIVI: Moduli definiti da relazioni esterne: comportamento 'ai morsetti.' Analisi con simulazione
  - Esempi: Simulatore di volo
- MODELLI EMULATIVI: Moduli definiti da un comportamento interno che emula la struttura interna del sistema. Analisi con emulazione
  - Esempi: Emulatore di dispositivi

## Altri tipi di modelli

---

- MODELLI GRAFICI: Il sistema è definito da elementi primitivi rappresentati da simboli. Le relazioni fra gli elementi primitivi sono definite graficamente
  - Esempi: diagramma di flusso, circuito elettrico

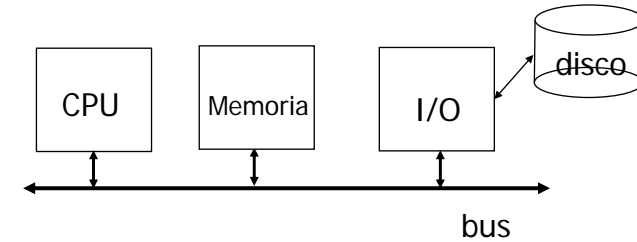
# Livelli di astrazione

- Un calcolatore è un sistema estremamente complesso:
  - La descrizione di un sistema di calcolo richiede descrizioni a diversi livelli di astrazione
- A ogni livello sono associate tecniche di descrizione e metodologie di analisi specifiche:
  - Ad esempio: Livello funzionale, registro, logico, elettronico, fisico-tecnologico

# Livelli di astrazione

## LIVELLO FUNZIONALE:

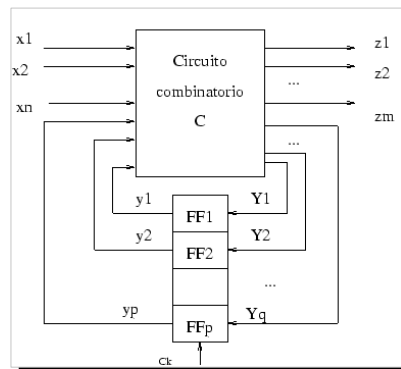
Il sistema è descritto da un insieme di elementi primitivi definiti da caratteristiche di comportamento o funzionali (processori, memorie, ...).



# Livelli di astrazione

## LIVELLO REGISTRO:

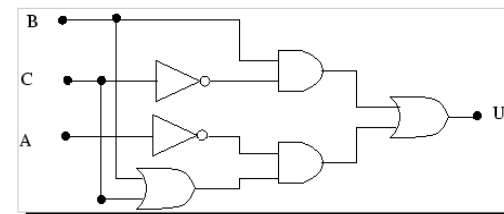
Il sistema è descritto da un insieme di elementi logici di alto livello (elementi di memoria o registri, unità funzionali, ...).



# Livelli di astrazione

## LIVELLO PORTA o GATE o LOGICO:

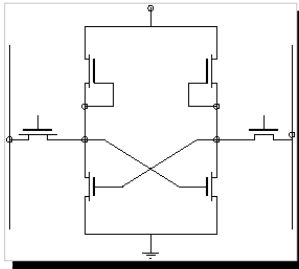
Il sistema è descritto da un insieme di elementi primitivi definiti dal loro comportamento in logica booleana



# Livelli di astrazione

## LIVELLO ELETTRONICO:

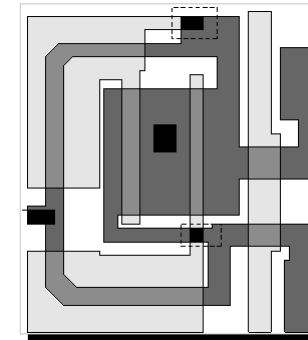
Gli elementi primitivi sono i componenti elettronici



# Livelli di astrazione

## LIVELLO FISICO-TECNOLOGICO:

Progetto esecutivo che consente la realizzazione tecnologica



# Livelli di astrazione

- A ogni livello di astrazione, la descrizione del sistema avviene sulla base di elementi primitivi
- Anche l'informazione è considerata a livelli di astrazione diversi
  - A livello logico l'unità minima di informazione è il bit
  - A livello registro si considerano insiemi di bit che formano parole: interi, caratteri, ...
  - A livello funzionale sono considerati insiemi di caratteri che formano stringhe o messaggi

# Livelli di astrazione

<i>Livello</i>	<i>Componenti</i>	<i>Informazione</i>
<b>Logico</b>	Porte logiche, flip-flop	Bit
<b>Registro</b>	Registri, circuiti combinatori, circuiti sequenziali	Parola
<b>Funzionale</b>	CPU, memoria, bus	Blocco di parole

# Analisi e Progettazione

---

## ■ *Analisi:*

- Da una descrizione ad un livello di astrazione dedurre il comportamento globale o parziale del sistema

## ■ *Progetto:*

- Dato un comportamento (specifiche), definire la struttura che consente di realizzarlo (politiche: minimizz/massimizz)
- Questa fase viene iterata ai diversi livelli di astrazione

# Progetto: un calcolatore

---

- Le specifiche di elaborazione sono tradotte in una architettura (livello funzionale) del sistema di elaborazione
- Le specifiche dei blocchi sono espansive in descrizioni dei flussi di informazioni fra registri e unità di elaborazione di tipo combinatorio
- Gli elementi di memoria e le unità combinatorie sono definiti in termini di elementi logici primitivi