



FONDAMENTI DI INFORMATICA

Obiettivo 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

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.



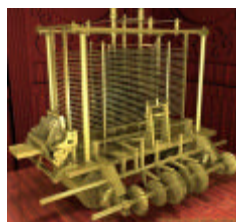
FONDAMENTI DI INFORMATICA

Lezione n. 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.



ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator) fu costruito all'Università di Pennsylvania tra il 1943 e il 1946 da Mauchly e Eckert (30 tonn. e 18.000 tubi a vuoto) .

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PARMA
Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

COMPUTER ENGINEERING

ORGANIZZAZIONE INTERNA DEI CALCOLATORI DELLA PRIMA GENERAZIONE

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.

Fondamenti di informatica B/1 8 / 34

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PARMA
Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

COMPUTER ENGINEERING

TECNOLOGIA E VELOCITÀ DEI CALCOLATORI

Tecnologia	Anno	Numero di operazioni per secondo
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

Fondamenti di informatica B/1 9 / 34

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PARMA
Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

COMPUTER ENGINEERING

IBM System 360 mainframe computer

Fondamenti di informatica B/1 10 / 34

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PARMA
Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

COMPUTER ENGINEERING

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.

Fondamenti di informatica B/1 11 / 34

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PARMA
Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

COMPUTER ENGINEERING

CALCOLATORI PERSONALI

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)

Fondamenti di informatica B/1 12 / 34

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PARMA
Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

COMPUTER ENGINEERING

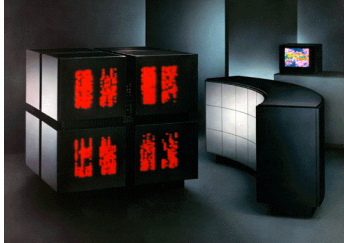
I SUPERCALCOLATORI

Cray ymp Cray xmp

Avevano nel frattempo successo architetture ad elevatissime prestazioni sviluppate in modo indipendente con tecnologie specifiche. Per ottenere elevate prestazioni si fa ricorso ad architetture parallele.

Fondamenti di informatica B/1 13 / 34

CONNECTION MACHINE 2



Architettura ad elevato parallelismo (migliaia di processori).
Operativa a Parma tra il 1992 e il 1998

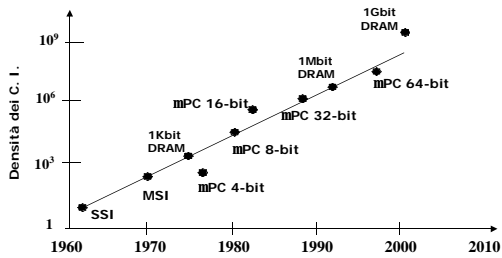
SISTEMI A CLUSTER



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

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 $\rightarrow V=IR$



MODELLI DI SISTEMA

- Ogni modello cattura o descrive un sotto-insieme 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.



TIPI DI MODELLI

- **MODELLI SIMULATIVI**: Moduli definiti da un comportamento interno e da relazioni esterne. Analisi con emulazione su elaboratore.

Esempi: Simulatore di circuiti logici, simulatore di reti di code.

- **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

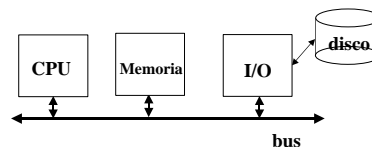
- Un calcolatore è un sistema estremamente complesso.
- La descrizione di un sistema di calcolo richiede descrizioni a diversi livelli di astrazione.
- A ogni livello sono associate tecniche di descrizione e metodologie di analisi specifiche.
- Livello funzionale, registro, logico, elettronico, fisico-tecnologico.



LIVELLI DI ASTRAZIONE

LIVELLO FUNZIONALE:

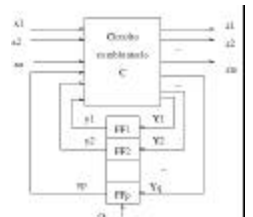
Il sistema è descritto da un insieme di elementi primitivi definiti da caratteristiche di comportamento o funzionali (processori, memorie, ...).



LIVELLI DI ASTRAZIONE

LIVELLO REGISTRO:

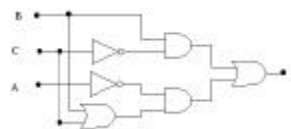
Il sistema è descritto da un insieme di elementi logici di alto livello (elementi di memoria o registri, unità funzionali, ...).



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.



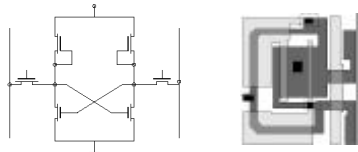
LIVELLI DI ASTRAZIONE

LIVELLO ELETTRONICO:

Gli elementi primitivi sono i componenti elettronici.

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>
Logico	Porte logiche, flip-flop	Bit
Registro	Registri, circuiti combinatori, circuiti sequenziali	Parola
Funzionale	CPU, memoria, bus	Blocco di parole



PROGETTO

- **ANALISI:**
 - Da una descrizione a un livello di astrazione dedurre il comportamento globale o parziale del sistema.
- **PROGETTO:**
 - Dato un comportamento (specifiche), definire la struttura che consente di realizzarlo.
 - Questa fase viene iterata ai diversi livelli di astrazione.



PROGETTO

- Le specifiche sono tradotte in una architettura (livello funzionale) del sistema di elaborazione.
- Le specifiche dei blocchi sono espresse in descrizioni a livello di flusso 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.