

---

# Calcolatori Elettronici

## Introduzione al corso

---

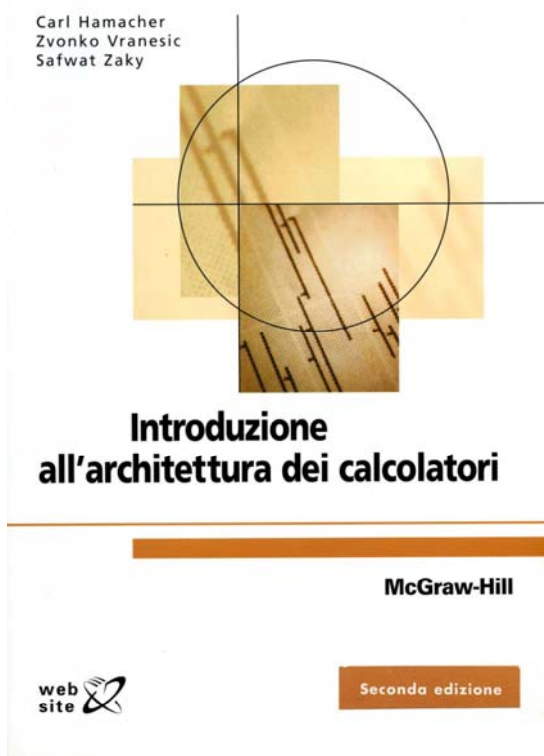
Ing. Gestionale e delle Telecomunicazioni  
A.A. 2009/10  
Gabriele Cecchetti  
*g.cecchetti@sssups.it*

---

## Rappresentazione dell'informazione

- Sommario:
  - Libri di riferimento
  - Materiale fornito dal docente
  - Sito del corso
  - Ricevimento
  - Prove in itinere
  - Modalità di esame (standard)
  - Programma del corso

## Libro di riferimento



**Carl Hamacher,**  
Zvonko Vranesic,  
Safwat Zaky

***Introduzione  
all'architettura dei  
calcolatori***

McGraw-Hill

## Libro consigliato



P. Corsini

*Dalle porte AND OR  
NOT al Sistema  
Calcolatore - un viaggio  
nel mondo delle reti  
logiche in compagnia  
del linguaggio Verilog*

Edizione ETS - Pisa,  
2004

---

## Materiale fornito dal docente

- Slides delle lezioni
- Esercizi (alcuni svolti)
- Testi di esame (senza soluzione)
- Software didattico

---

## Sito del corso

`http://retis.sssup.it/~gabriele/Teaching/CalcolatoriElettronici/`

**<http://retis.sssup.it/~gabriele/Teaching/CalcolatoriElettronici/>**

Materiale didattico ed esercizi protetti da utente e password.

---

## Ricevimento

- Il martedì al termine della lezione (17.45 circa) durante il periodo delle lezioni.
- Negli altri periodi solo su appuntamento.

---

## Prove in itinere

- Le **2** prove in itinere contengono esercizi e domande sugli argomenti del corso.
  - Prima prova:
    - Rappresentazione dell'informazione
    - Reti Logiche
  - Seconda prova:
    - Architettura del Calcolatore
    - Linguaggio Assembler
- Superando le prove in itinere, non si sostiene l'orale e l'esame può essere verbalizzato.

---

## Valutazione prove in itinere

- Valutazione uguale alle prove scritte (sufficienza  $\geq 18$ )
  - Prova valida se la sua valutazione è  $\geq 15$
  - La media delle due prove costituisce una prova completa dell'esame
- se  $\geq 18$  può essere verbalizzata

---

## Recupero prove in itinere

- Possibile negli appelli della prima sessione di esame.
- E' possibile recuperare una sola prova in itinere (indipendentemente dal voto ottenuto in quella prova).
- Le prove in itinere non recuperate con successo non hanno più alcun valore.

---

## Verbalizzazione prove in itinere

- Possibile **solo durante la prima sessione di esame.**

---

## Modalità di esame (standard)

- Prova scritta contenente esercizi su tutti gli argomenti del corso, in particolare:
  - Rappresentazione dell'informazione,
  - Reti Logiche,
  - Linguaggio Assembler.
- **Prova orale su tutti gli argomenti del corso** compresi quelli già trattati nella prova scritta.
- **La prova orale viene svolta immediatamente dopo la prova scritta salvo diversa comunicazione.**

---

## Verbalizzazioni

- Di norma il giorno dell'esame
- Casi particolari, contattare il docente

---

## Variazioni al calendario

- Date prove in itinere:
  - meta` novembre,
  - Mercoledì 20.01.2009.
- Laboratori di informatica:
  - date comunicate durante le lezioni.

---

## Prerequisiti

- Fondamenti di informatica
- Algoritmica di base

---

## Programma del corso

(1/2)

- Sistemi digitali Rappresentazione dell'informazione.  
Elementi di Algebra di Boole.  
Logica combinatoria: analisi e progettazione di reti combinatorie.  
Logica sequenziale: analisi e progettazione di reti sequenziali asincrone e sincrone.  
Registri, contatori e registri multifunzionali e dispositivi Logici Programmabili.  
Parte Operativa e Parte Controllo.  
Banchi di memoria, espansioni di memoria, memorie statiche, memorie dinamiche e tecnologie di memoria.



- Architettura del calcolatore Descrizione e caratteristiche dei principali moduli che compongono un moderno calcolatore: cpu, memoria, bus, arbitraggio del bus, dispositivi di input/output (I/O), meccanismo di interruzione, introduzione al DMA.  
Programmazione in Assembler Intel x86: accesso alle risorse del processore, indirizzamenti, *stack*, manipolazione dati.
- Moderni sistemi di elaborazione Discussione sulle caratteristiche architettoniche e prestazionali dei moderni sistemi di elaborazione: cpu, memorie, bus, interfacce di I/O.

Alcune nozioni fondamentali

# GENERALITÀ

---

## Definizione di Calcolatore

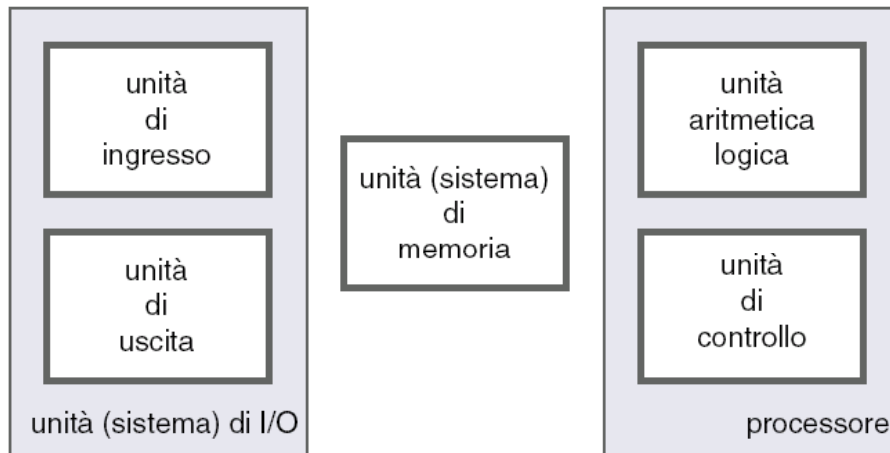
- Un calcolatore moderno è una *macchina elettronica* (quanto meno, in modo prevalente).
  - È in grado di *eseguire calcoli* in modo *automatico*:
    - *prende in ingresso* informazioni in formato *digitale* (o *numerico*)
    - *elabora* le informazioni secondo le regole stabilite da una lista predefinita di *istruzioni macchina*
    - *manda in uscita* i risultati dell'elaborazione, come informazioni in formato digitale
  - La lista di istruzioni macchina che guida tutto quanto il processo è il *programma*, e si trova nella *memoria*.
- 

---

## Unità (Sistemi) del Calcolatore

- Processore, per eseguire il programma, costituito da:
    - unità aritmetica-logica (*data path*), per eseguire calcoli
    - unità di controllo (*control path*), per controllarne l'esecuzione
  - Unità di ingresso-uscita (o di *input-output*, I/O), per introdurre dati ed emettere risultati, costituito da:
    - una o più unità di solo ingresso (tastiera, mouse, ecc)
    - una o più unità di sola uscita (video, stampante, ecc)
    - una o più unità di ingresso e uscita (varie ...)
  - Unità di memoria, per contenere e conservare informazioni (dati e programmi), costituito da:
    - memoria cache – contiene dati e programmi in esecuzione
    - memoria centrale – contiene dati e programmi in esecuzione
    - memoria di massa – archivio di dati e programmi persistenti
  - Sistema di collegamento: bus
-

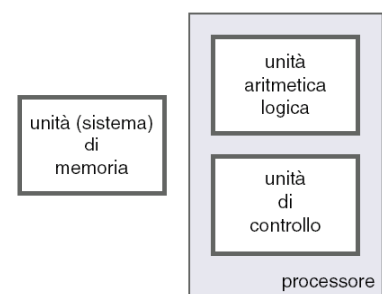
# Unità del Calcolatore



Unità funzionali fondamentali del calcolatore.

## Processore e Memoria

- Processore e memoria sono i due sistemi fondamentali del calcolatore (e sempre necessariamente presenti).
- Il processore contiene svariati registri interni, per comunicare con la memoria:
  - prelevare le istruzioni del programma
  - leggere da memoria i dati da elaborare
  - contenere i dati in elaborazione
  - scrivere in memoria i risultati dei calcoli



---

## Istruzione e Dato

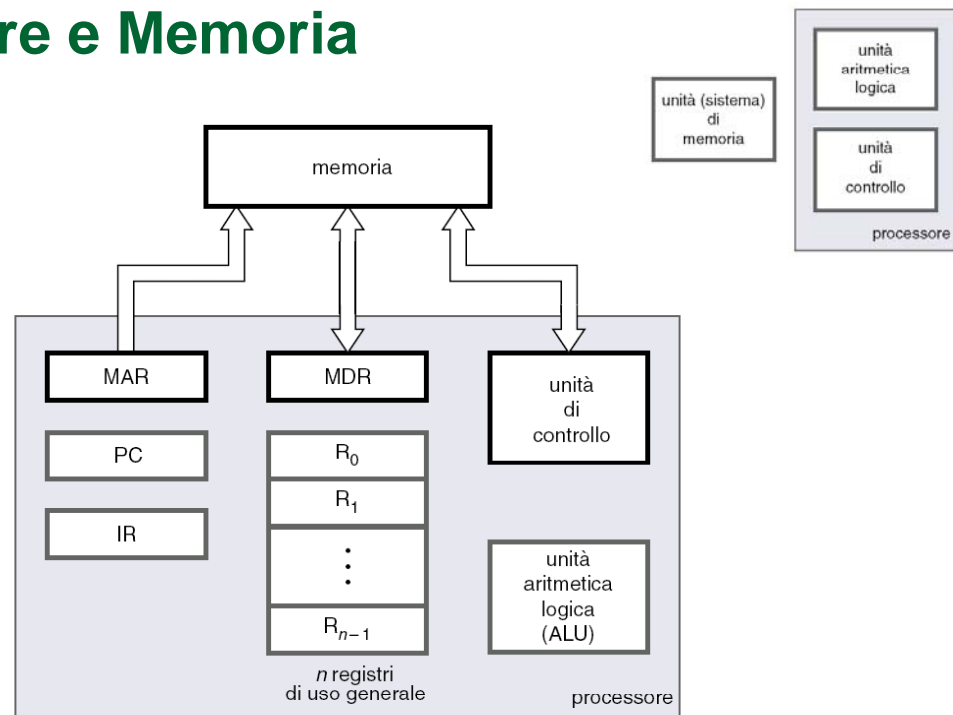
- L'elemento di informazione minimo trattato dal calcolatore è la parola:
    - parola: sequenza di bit 0 o 1 (p. es. 8, 16, 32 o 64 bit)
  - Sia il dato (intero, carattere, ecc) sia l'istruzione macchina sono codificati in parole, secondo varie rappresentazioni.
  - Dati e istruzioni complessi sono codificati mediante sequenze di più parole.
  - Il processore elabora parole e la memoria contiene parole (e anche il sistema di I/O scambia parole).
- 

---

## Registri del Processore

- Contatore di programma (program counter, PC):
    - punta all'istruzione da prelevare ed eseguire
  - Registro di istruzione (instruction register, IR):
    - contiene l'istruzione correntemente in esecuzione (l'istruzione è codificata in forma numerica)
  - Registri di uso generale o banco di registri (register file,  $R_0 - R_{n-1}$ ):
    - contengono dati (e indirizzi) correntemente in uso
  - Registro di indirizzo di memoria (memory address register, MAR) e registro dei dati di memoria (memory data register, MDR):
    - servono per leggere e scrivere la memoria
-

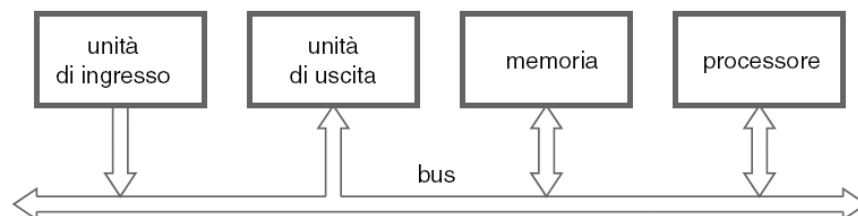
# Processore e Memoria



Collegamenti tra unità funzionali e alcuni elementi strutturali interni.

# Collegamento tra Unità - Bus

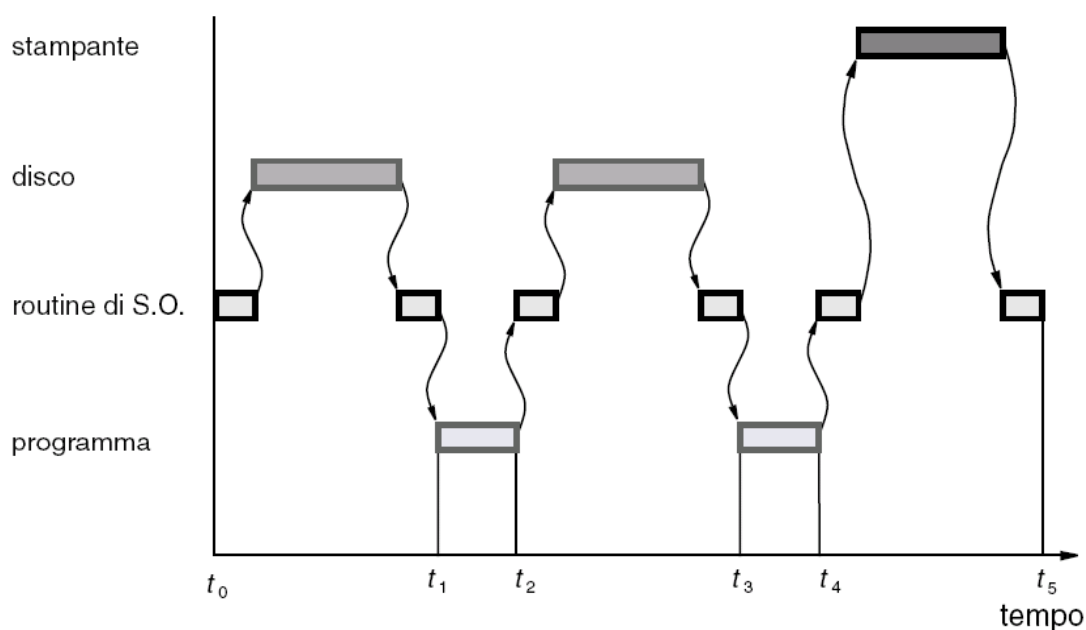
- Le unità funzionali fondamentali del calcolatore si scambiano informazioni (istruzioni e dati) mediante un organo di collegamento: il bus.
- Il bus è un fascio di fili che trasportano bit, cioè informazioni (parole) codificate in forma binaria, come sequenze di bit.
- Il calcolatore contiene un bus, e spesso più di uno con funzioni più o meno specializzate.



## Ruolo del Sistema Operativo

- Normalmente il calcolatore è equipaggiato con un sistema operativo (SO).
- Il SO è un complesso di programmi che danno al calcolatore funzionalità minimali:
  - ❑ caricare e attivare uno o più programmi
  - ❑ gestire le unità funzionali di memoria e I/O
  - ❑ permettere l'esecuzione simultanea di due o più programmi (processi): concorrenza
  - ❑ permettere la presenza di più utenti
  - ❑ garantire affidabilità e sicurezza del calcolatore.

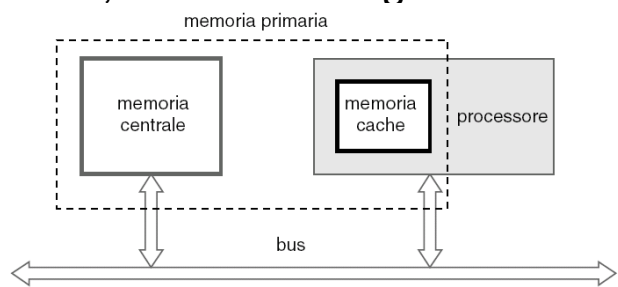
## SO e Concorrenza



Divisione di tempo tra programma e unità funzionali.

## Memoria Primaria

- La memoria primaria è destinata a contenere il programma in esecuzione e i dati da elaborare.
- È formata da memoria cache e centrale, ed entrambe sono sempre memorie elettroniche.
- La **memoria cache**, piccola e veloce, contiene la parti attive di programma e i rispettivi dati, ed è strettamente legata al processore.
- La **memoria centrale**, più grande e lenta, contiene il resto del programma corrente e dei dati, ed è meno legata al processore.



## Ingresso e Uscita

- Il calcolatore dispone di un complesso di unità funzionali per scambiare informazioni (dati e anche programmi) con le unità di periferia (o periferiche).
- Per esempio: tastiera, video, puntatore (mouse), stampante, sensori vari, attuatori vari, ecc.
- Le interfacce che collegano il calcolatore alle periferiche vanno sotto il nome generico di porte (di ingresso, uscita o entrambe, secondo i casi).
- Il sistema di ingresso-uscita (I/O) è molto vario, da forme minimali a molto estese.

---

Una semplice classificazione

# BREVE STORIA DEL CALCOLATORE

---

---

## Breve Storia Del Calcolatore

- Il calcolo automatico ha una storia interessante e antica (< 1945), ma le tecnologie impiegate prima di tale data non erano elettroniche (vedi testo).
  - Per i precursori e le loro scoperte, si veda il testo (sono numerosi, e tutti molto geniali ...).
  - Si suole dividere la storia tecnologica del calcolatore elettronico moderno in generazioni, a partire dal 1945 circa fino a oggi.
-



---

## Prima Generazione – 1945-55

- Calcolatore mono-processore (macchina di von Neumann):
    - J. Von Neumann, P. Eckert, J. Maucly ( $\approx$  1945)
  - Un solo processore, poca memoria, un solo bus, nastro e scheda perforati.
  - Tecnologia della valvola termoionica (tubo a vuoto, *vacuum tube*).
  - Memoria a linee di ritardo a mercurio (!).
- 

---

## Seconda Generazione – 1955-65

- Uso del transistor (scoperto  $\approx$  1940):
    - porte logiche a transistori  
e abbandono della valvola ...
  - Memoria centrale a nuclei magnetici.
  - Invenzione dei linguaggi di altro livello (primo Fortran, 1956) e dei compilatori.
  - Memoria di massa a tamburo magnetico (fu il precursore del disco magnetico).
-

---

## Terza Generazione – 1965-75

- Invenzione e uso del circuito integrato:
    - elementi funzionali via via più grandi e potenti integrati su componente singolo
  - Memoria centrale elettronica e abbandono della tecnologia a nuclei magnetici.
  - Comparsa di memoria cache e virtuale.
  - Si diffonde la programmazione concorrente (multiprogrammazione).
- 

---

## Quarta Generazione – 1975-oggi

- Processore su un solo circuito integrato.
  - Componenti integrati di memoria di capacità molto grande.
  - Diffusione del calcolatore a livello di massa:
    - sistema embedded (incorporato) e microcontrollore
    - calcolatore personale (PC) e portatile
    - mainframe e server
    - supercalcolatore e rete di calcolatori
  - Costante ampliamento della struttura interna del processore (microarchitettura).
-

---

## Oltre la Quarta Generazione

- È difficile individuare un cambiamento tecnologico abbastanza ampio da demarcare l'inizio di una generazione oltre la quarta.
  - Ci sono numerosi cambiamenti di tecnologia, ma sono di tipo specialistico e danno origine a famiglie di calcolatori per usi applicativi specifici.
  - Le classificazioni non sono né ben consolidate né universalmente accettate ... (si veda il testo).
- 

---

Articolazione della struttura

## LIVELLI DI ASTRAZIONE NELLA STRUTTURA DEL CALCOLATORE

---

---

## Livello di Astrazione

- Il calcolatore è una macchina complicata:
    - molte parti fisiche (hardware) e logiche (software)
  - Conviene organizzare la spiegazione per livelli di astrazione:
    - modo per raggruppare ordinatamente le funzioni del calcolatore, separandole e rendendole comprensibili
  - Ogni livello fornisce determinate funzioni ai livelli superiori, che se ne servono.
  - Alla base i circuiti elettronici, in cima il programma applicativo di interesse.
- 

---

## 1 – Logica Digitale

- Il calcolatore è formato da porte logiche (AND, OR, NOT), a loro volta costituite da transistori.
  - L'informazione è rappresentata in modo binario (0 e 1) e viene elaborata da circuiti logici (o aritmetici, pure costituiti da porte).
  - Anche la memoria (primaria) è costituita da elementi logici (bistabili, pure costituiti da porte logiche o tecnologie affini).
  - Circuiti logici di elaborazione e di memoria sono organizzati in famiglie di componenti funzionali precostituiti: blocchi combinatori e sequenziali.
-

---

## 2 – Microarchitettura

- Il processore (principalmente) è costituito da blocchi funzionali come registri, unità aritmetica-logica, bus interni, ecc.
  - Tali componenti comunicano e cooperano per eseguire le istruzioni macchina del programma.
  - L'organizzazione interna del processore e il modo di controllarla costituiscono la cosiddetta microarchitettura.
  - Due soluzioni classiche per la microarchitettura: schema cablato e schema microprogrammato.
- 

---

## 3 – Insieme Istruzioni

- Ogni processore è capace di riconoscere ed eseguire un insieme (o repertorio) specifico di istruzioni macchina.
  - La composizione di tale insieme costituisce la cosiddetta *struttura del processore a livello di istruzioni*:
    - ISA: *Instruction Set Architecture*
  - L'insieme di istruzioni incide in modo decisivo sulla struttura del processore.
  - Due tipologie di ISA caratteristiche:
    - RISC: *Reduced Instruction Set Computer*
    - CISC: *Complex Instruction Set Computer*
  - Spesso però le due tipologie vengono mescolate.
-

---

## 4 – Sistema Operativo

- Tranne casi semplici, il calcolatore dispone di un sistema operativo (SO).
  - Il SO fornisce al programma un insieme base di funzionalità (I/O, gestione processi, e simili).
  - Il programma utente interagisce con il SO tramite vari meccanismi:
    - SO concorrente (multiprogrammato): chiamata a supervisore e interruzione
  - Anche il SO è un programma (o un insieme di svariate routine più o meno coordinate).
- 

---

## 5 – Linguaggio Macchina

- Il programma (o processo) è una lista di istruzioni macchina, prese dal repertorio.
  - Il programma deve avere una struttura definita e va scritto secondo regole opportune (dove allocare variabili, come gestire routine, ecc):
    - regole: sintassi del linguaggio macchina
  - Le regole (o sintassi) sono di due tipi:
    - linguaggio macchina simbolico: codifica simbolica delle istruzioni
    - linguaggio macchina numerico: codifica binaria delle istruzioni
  - Per la forma simbolica, si usa talvolta il termine linguaggio assemblatore.
  - Lo strumento SW che traduce da forma simbolica a numerica si chiama appunto *assemblatore* (assembler).
-

## 6 – Linguaggio Applicativo

- Generalmente il programma è scritto in linguaggio applicativo o di alto livello:
  - ANSI C, C++, Java, Pascal, ecc
- Il programma in linguaggio applicativo va tradotto in linguaggio macchina:
  - assembler: da alto livello a ling. macchina
- Lo strumento di traduzione in questione è il *compilatore* (compiler).

## Schema Riassuntivo

