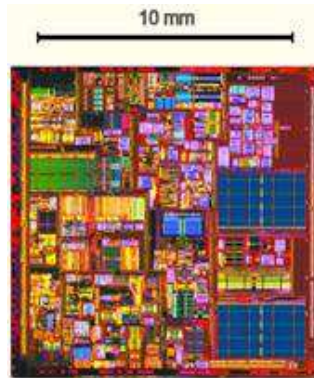


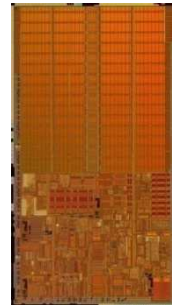
Architettura dei Calcolatori



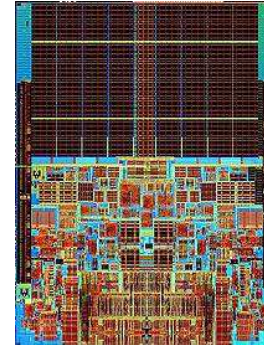
Williamette Core (0.18µm)
217 mm²/42Mtr
Intel-Pentium-4 (11/2000)



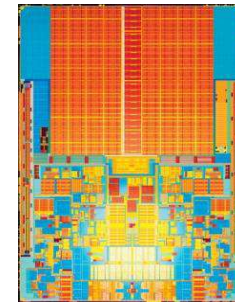
Northwood Core (0.13µm)
145 mm²/55Mtr
Intel-Pentium-4 (01/2002)



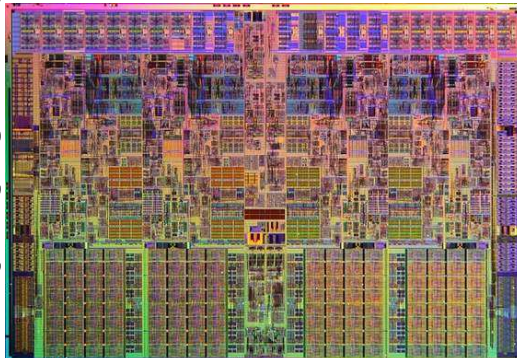
Dothan Core (0.09µm)
84 mm²/140Mtr
Intel-Pentium-M (05/2004)



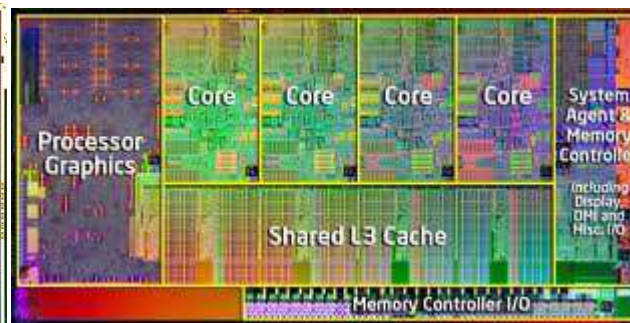
Conroe Core (0.065µm)
143 mm²/291Mtr
Intel-Core2-Duo (07/2006)



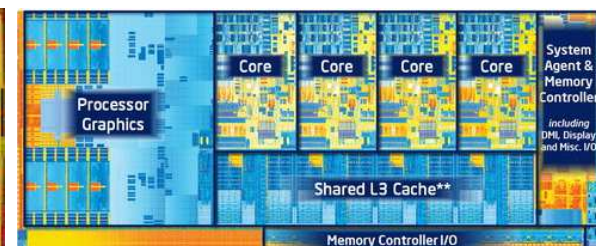
Penryn Core (0.045µm)
107 mm²/410Mtr
Intel-Core2-Duo (01/2008)



Bloomfield Core (0.045µm)
263 mm²/731Mtr
Intel-Core-i7 (11/2008)
Nehalem microarchitecture



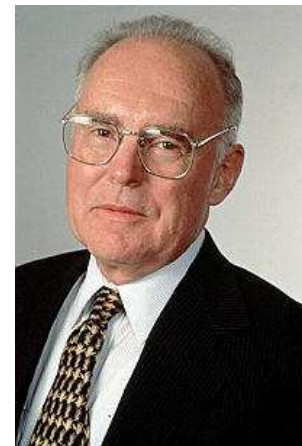
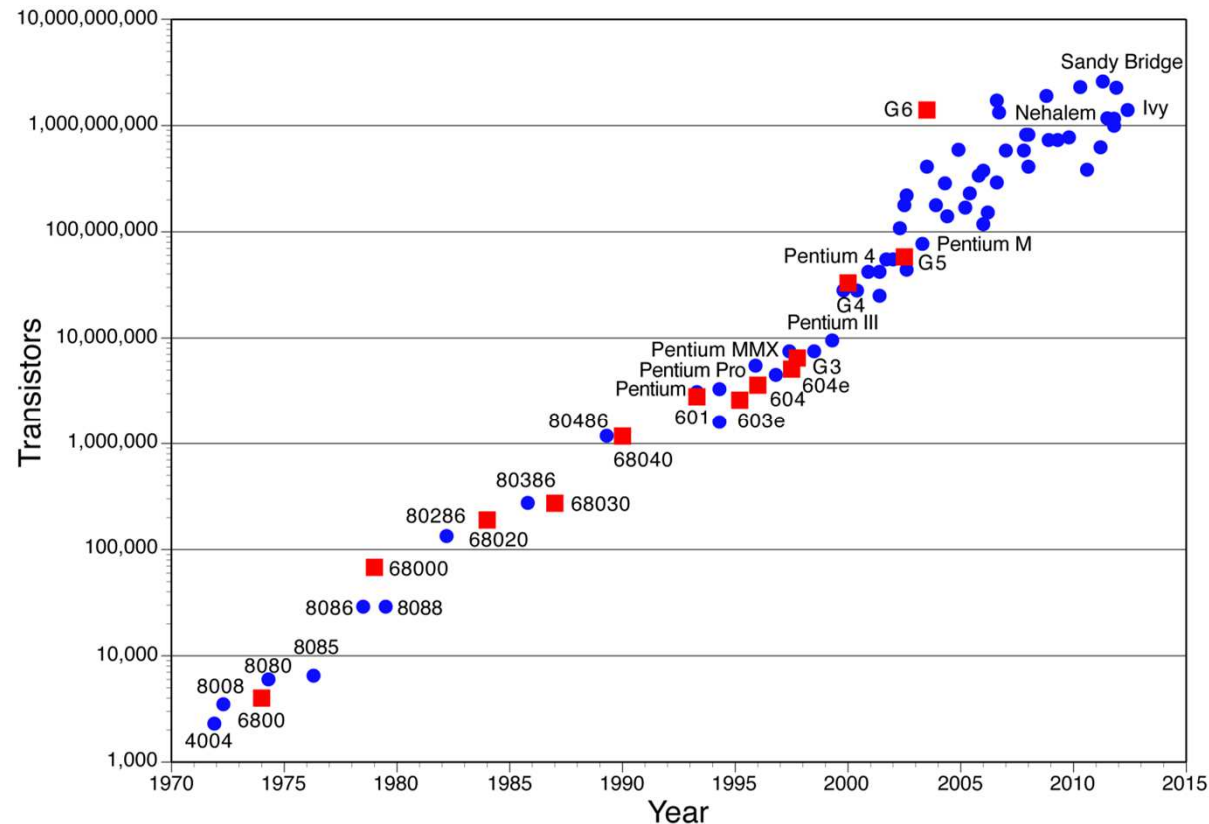
Sandy Bridge (0.032µm)
216 mm²/995Mtr
Intel-Core-i7-2920XM (01/2011)
Sandy-Bridge microarchitecture



Ivy Bridge (0.022µm) tri-gate
160 mm²/1400Mtr
Intel-Core-i73770 (04/2012)
Ivy-Bridge microarchitecture

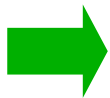
Legge di Moore

- Il numero di transistor **RADDOPPIA** ogni 18 mesi (successivamente modificato in "24 mesi")
- Consentito sia da una maggiore densita' che da chip di maggiori dimensioni



Obiettivi del Corso e Come Raggiungerli

1) Saper scegliere un calcolatore esaminando i parametri che ne influenzano le prestazioni



Analisi quantitativa dei fattori che influenzano le prestazioni e discussione su come le architetture incidono su tali fattori

2) Capire l'architettura dei moderni calcolatori



Analisi dell'organizzazione interna dei principali elementi: processore, memoria, I/O, elementi di progettazione logica

3) Essere in grado di valutare l'efficacia dei meccanismi architetturali atti a migliorare le potenzialita' dei calcolatori



Analisi di soluzioni architetturali non necessarie ma ormai universalmente presenti quali cache, memoria virtuale, pipeline

1) Imparare a misurare e analizzare le prestazioni

- Definizione “software” della macchina
- Metriche e Benchmarks
- Influenza dei criteri prestazionali sulla definizione “software” della macchina

IPC

OOO

SPEC2000

multithreading

Tempo di esecuzione

ILP

multiprocessore

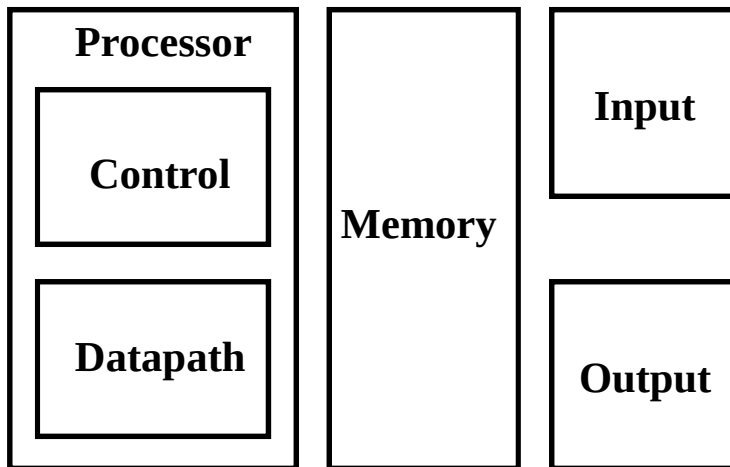
TPC

CMP

multicore

2) Analisi dell'architettura di un calcolatore

- Il processore: parte di controllo e parte datapath
- Le reti di interconnessione e interfacciamento
- Il sistema di Input/Output
- La Memoria



Dal 1946 tutti i computer hanno questi 5 componenti!

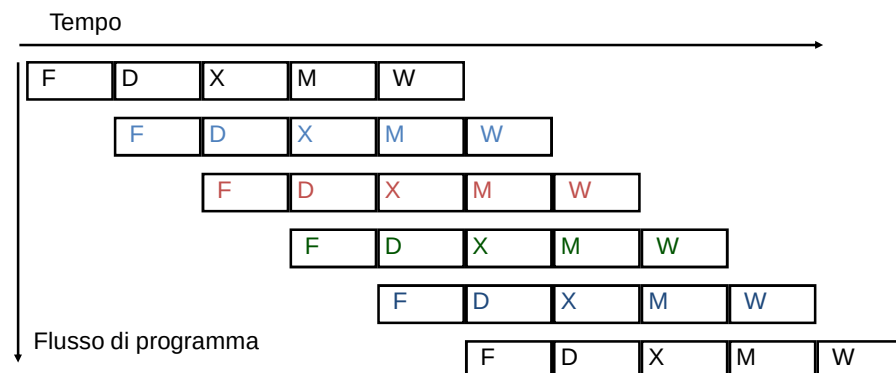
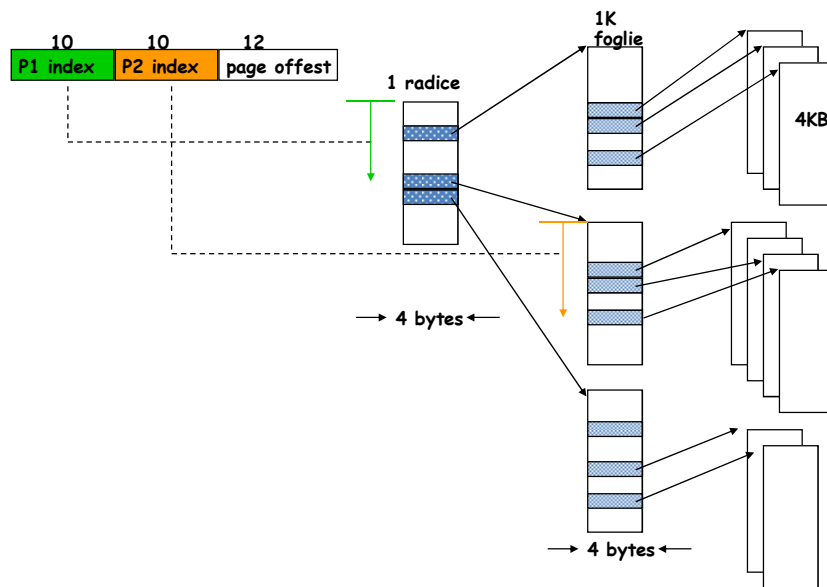
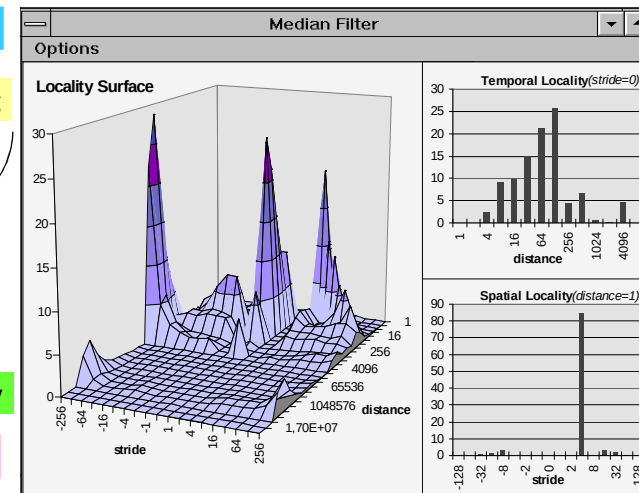
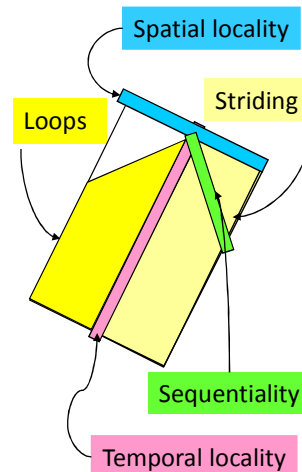
L'interno di ciascuno di questi componenti e' pero' cambiato in maniera impressionante!

- Progettazione Logica: come si passa dal dispositivo fisico, agli elementi logici ed architetturali
 - equazioni booleane, macchine a stati finiti, componenti logici

Understanding the TECHNOLOGY!!!

3) Architetture per Migliorare le Potenzialita'

- Memoria Cache
- Memoria Virtuale
- Pipeline



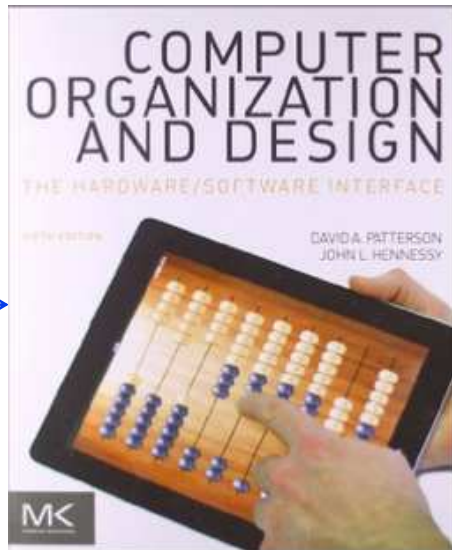
Conoscenze di base dai corsi precedenti

- Saper formalizzare un problema descritto in linguaggio naturale in modo che possa essere seguito dal calcolatore
- Saper leggere e saper scrivere semplici programmi C
- Struttura base della macchina
 - Modello di Esecuzione
ovvero principi di una macchina astratta in grado di eseguire programmi (ciclo fetch-execute, struttura di Von Neumann)
- Capire i passi che vengono compiuti per generare un programma:
 - compilazione, link, caricamento e esecuzione

Informazioni Logistiche

Amministrazione del Corso

- Docente: Roberto Giorgi (giorgi@unisi.it)
- Telefono: 0577-191-5182
- Ricevimento: Lunedì 16:30/19:00
- Dispense: <http://www.dii.unisi.it/~giorgi/didattica/arcad1>
- Testi di Riferimento:
 - Patterson and Hennessy, *Computer Organization and Design: The Hardware/Software Interface, Fifth Edition*, Morgan Kauffman, 2014
 - Quarta edizione in Italiano (basata sulla precedente ed. In inglese):
D. A. Patterson, J. L. Hennessy, *Struttura e Progetto dei Calcolatori*, Zanichelli, 2015



Formato dell'insegnamento

- **STUDIO**

- LEZIONI+ ESERCITAZIONI (totale 60 ore)
- Circa 40 ore di teoria, 20 ore di esercitazioni

- **VALUTAZIONE**

- 1 COMPITINO FINALE (65% valutazione) – 3 domande
 - MODALITA' RECUPERO COMPITINO:
 - Scritto ad un appello ordinario – 5 domande
- 1 PROGETTO (35% valutazione) – dettagli nei prossimi giorni

ALTRI INSEGNAMENTI CORRELATI

- High Performance Computer Architecture (Master Degree)

Compitino

- La data del compitino e' tentativamente il
 - Giovedì 18-12-2015 ore 14/16

QUESTE INFORMAZIONI SONO TUTTE
RIPORTATE ANCHE SUL SITO DEL CORSO
<http://www.ing.unisi.it/~giorgi/didattica/arcal1>

Organizzazione della lezione di oggi

- Tipologie di calcolatori
- Definizione di Architettura di un Calcolatore
- Introduzione al processore MIPS

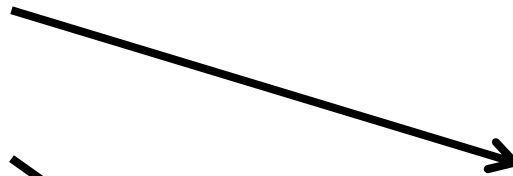
Tipologie di Calcolatori

I 3 tipi principali di calcolatori oggi

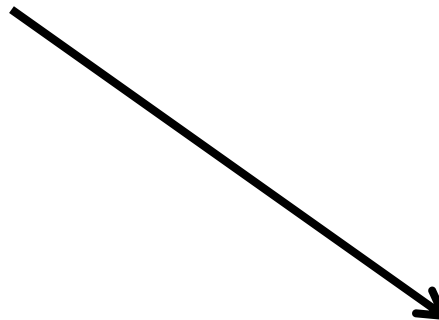
Embedded



Desktop

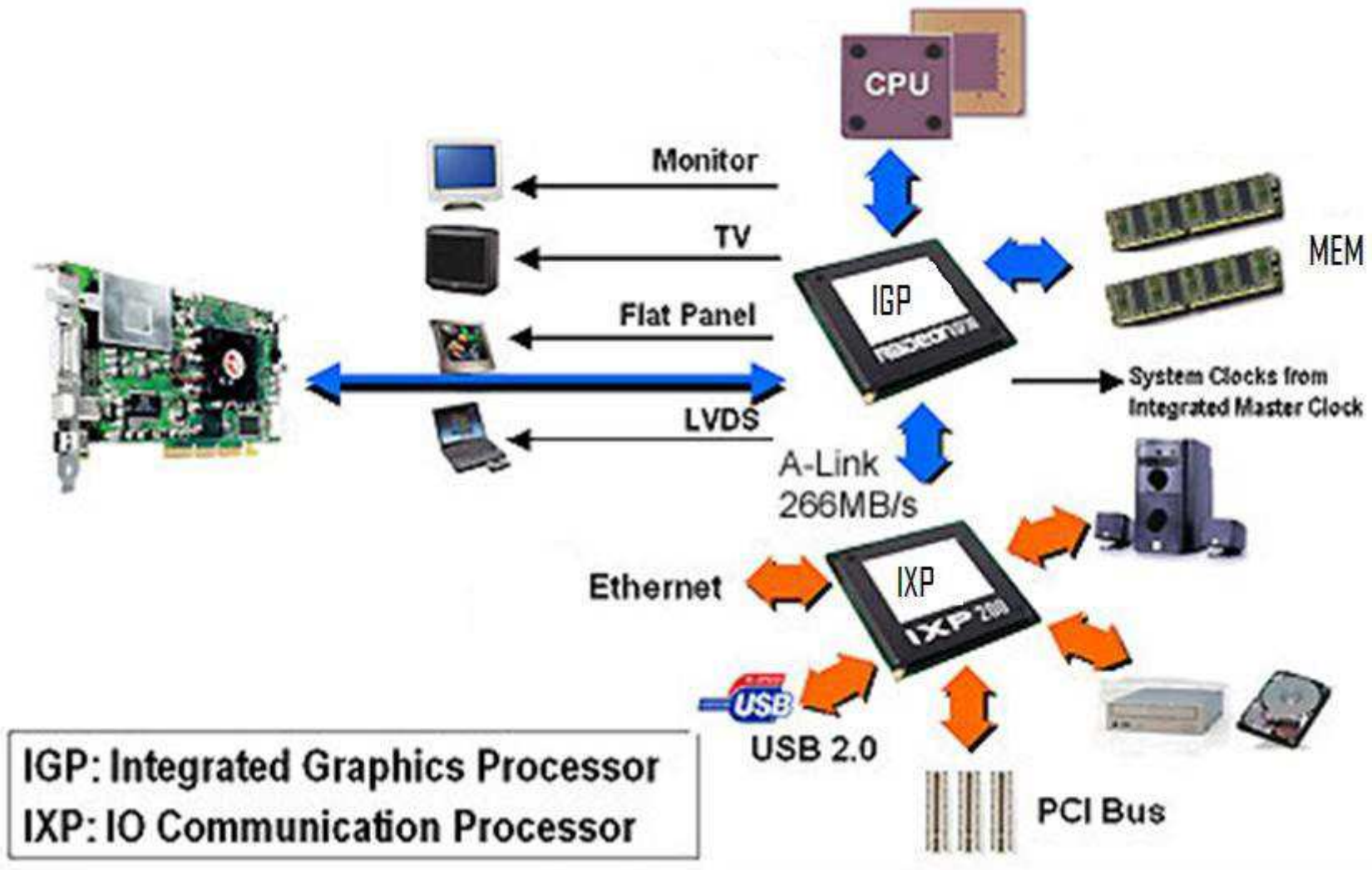


Server

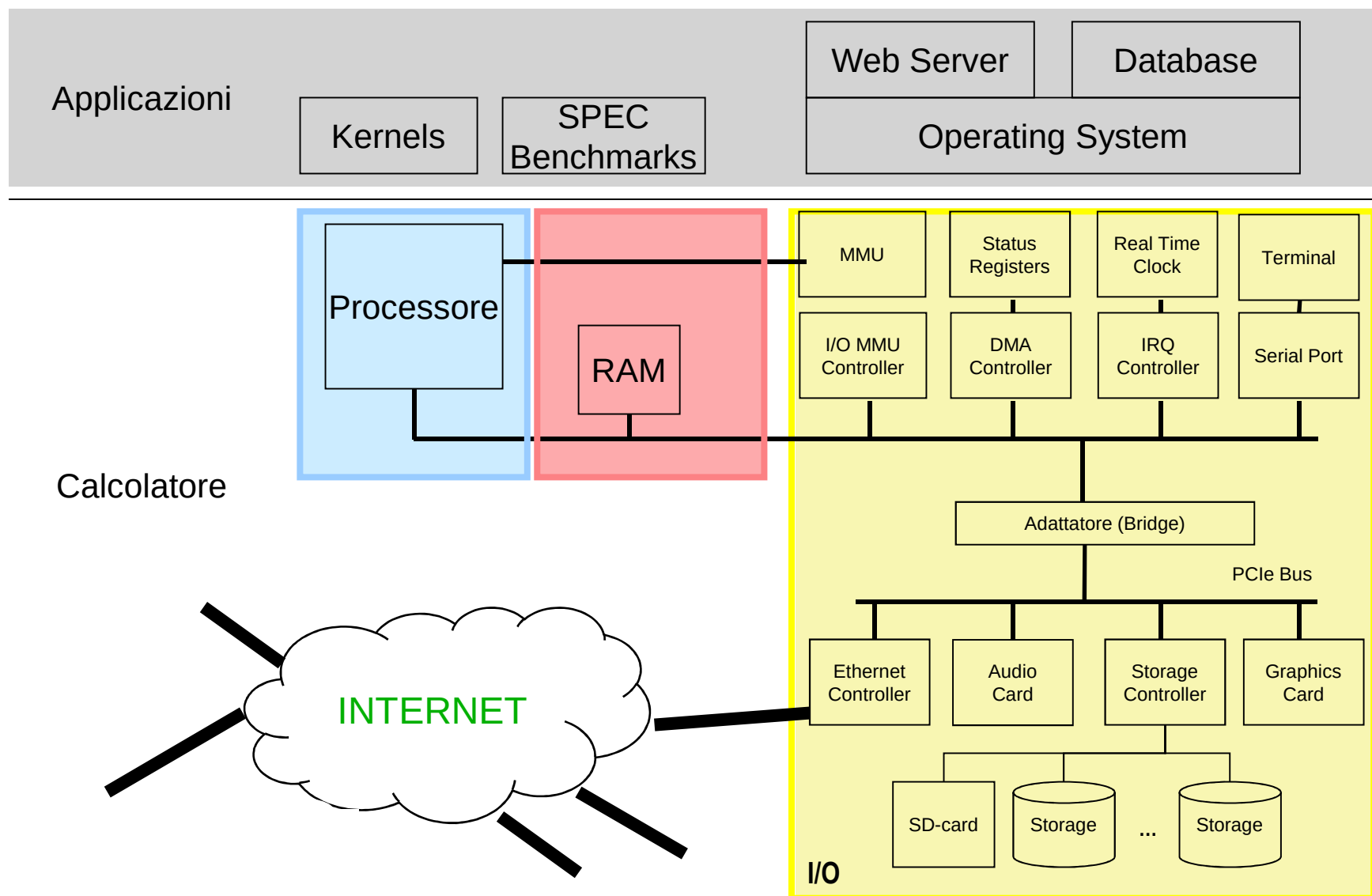


- Calcolatori 'Desktop'/'Embedded'
→ Architettura dei Calcolatori
- Calcolatori 'Server'/'Desktop'
→ High Performance
Computer Architecture

Parti principali di un calcolatore 'desktop'

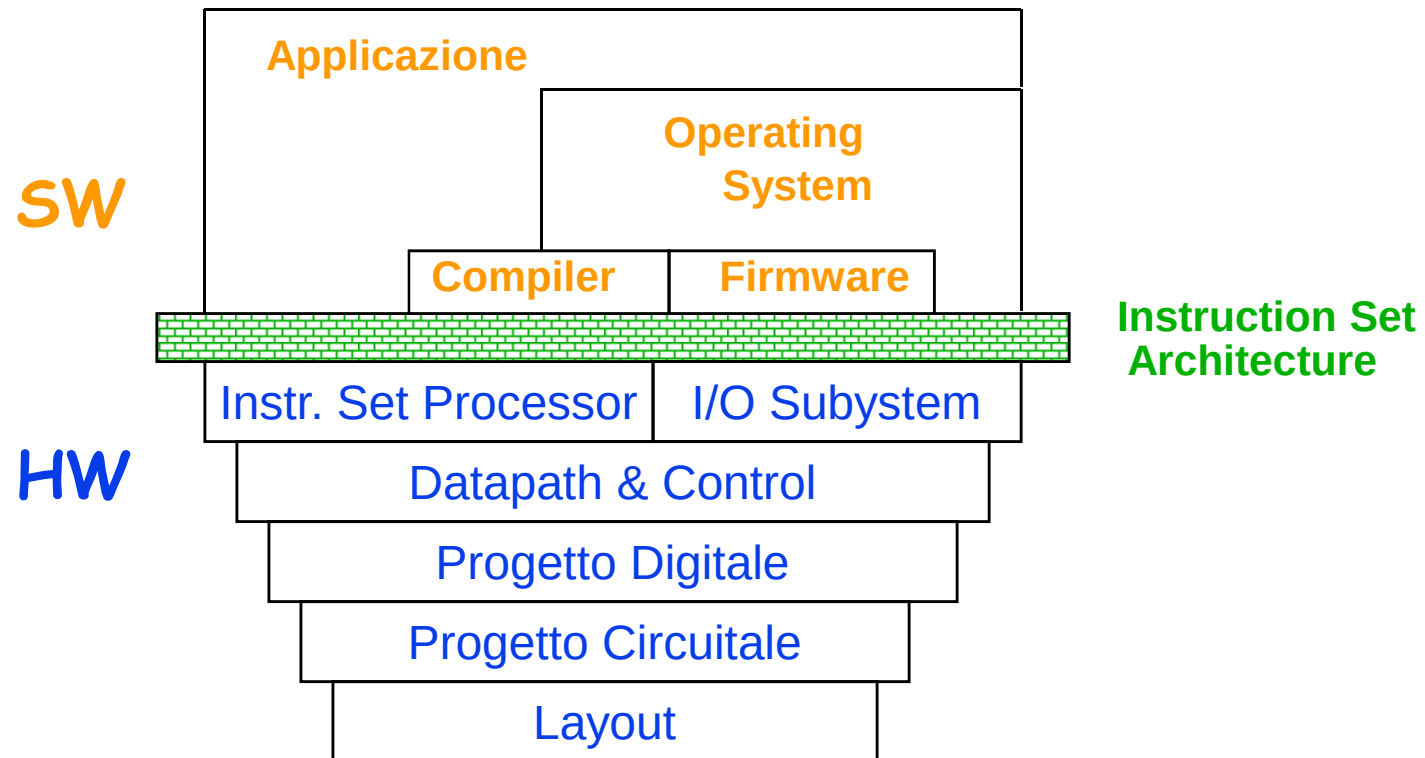


Contesto di lavoro di un Calcolatore



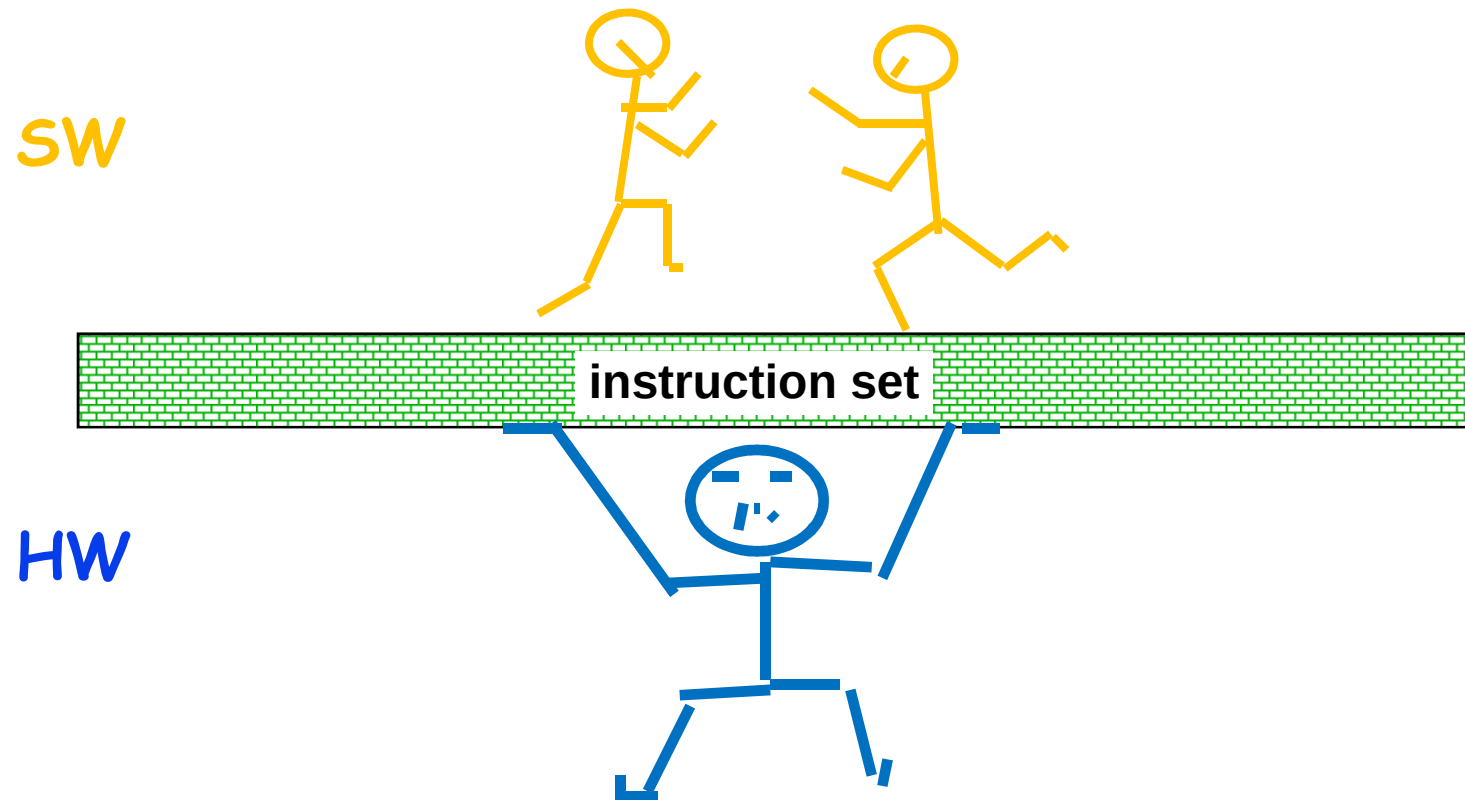
- **Tutti questi componenti hanno**
 - una propria interfaccia e
 - una propria organizzazione interna

Livelli di Astrazione di un Calcolatore

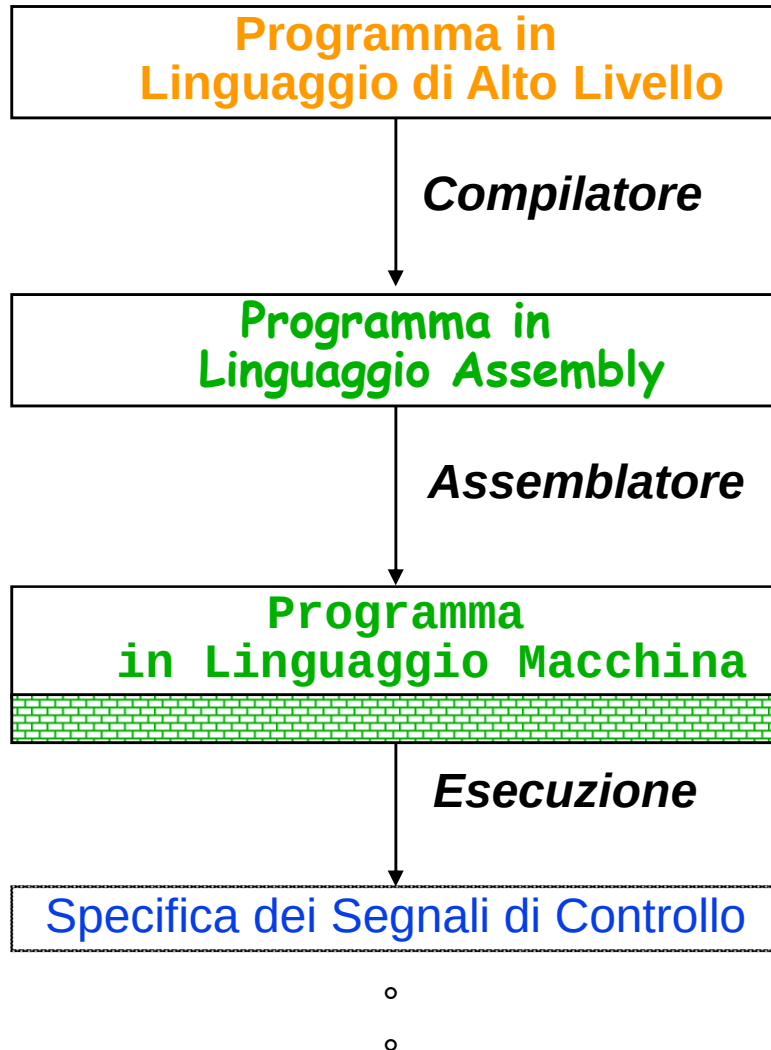


- Coordinamento fra molti *livelli di astrazione*
- Cambiamenti tecnologici che avvengono *ogni giorno*
- Ciclo virtuoso: progettazione→simulazione→valutazione

Il Set di Istruzioni: un'interfaccia critica



Livelli di rappresentazione



```
temp = v[k];  
v[k] = v[k+1];  
v[k+1] = temp;
```

```
lw $15, 0($2)  
lw $16, 4($2)  
sw $16, 0($2)  
sw $15, 4($2)
```

```
0000 1001 1100 0110 1010 1111 0101 1000  
1010 1111 0101 1000 0000 1001 1100 0110  
1100 0110 1010 1111 0101 1000 0000 1001  
0101 1000 0000 1001 1100 0110 1010 1111
```

```
ALUOP[0:3] <= InstReg[9:11] & MASK
```

Architettura dei Calcolatori

Architettura dei Calcolatori

- “Il termine ARCHITETTURA e' usato qui per descrivere l'insieme degli attributi di un sistema, cosi' come questo appare al programmatore*, ovvero la sua struttura concettuale e il suo funzionamento, con una distinzione dell'organizzazione delle reti che gestiscono il flusso dei dati e delle reti di controllo, rispetto alla progettazione logica e rispetto all'implementazione fisica”



-- Gene Amdahl, IBM Journal of R&D, Apr. 1964

Una definizione piu' “moderna” (da <http://www.cs.wisc.edu/~arch/www/>)

“Con Architettura dei Calcolatori si intende la scienza e l'arte di selezionare e collegare componenti hardware per creare calcolatori che soddisfano determinati requisiti funzionali, di prestazioni e di costo.

L'architettura dei calcolatori non ha niente a che vedere con l'uso dei calcolatori per progettare edifici.”

*programmatore ==
programmatore di sistema (operativo)
o ingegnere del compilatore

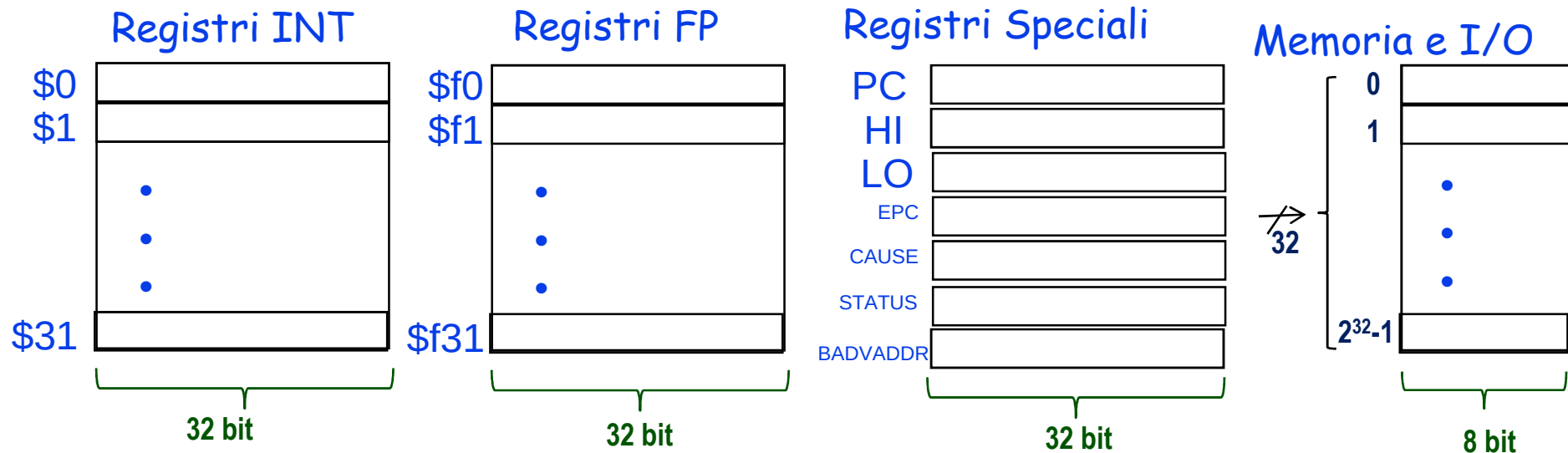
Cosa e' la "Architettura di un Calcolatore"

Computer Architecture =

**Instruction Set Architecture +
Machine Organization**

- **Instruction Set Architecture:**
 - Come l'Hardware viene visto dal Software
- **Machine Organization:**
 - Implementazione fisica
(in termini di blocchi funzionali e logici)

Instruction Set Architecture (es. MIPS 3000)



- **Categorie di Istruzioni**
 - Load/Store
 - Calcolo (per Interi e per Frazionari)
 - Jump/Branch
 - Istruzioni speciali
- **Formato delle Istruzioni:**
 - lunghezza FISSA a 32 bit → CPU a 32 bit

Organizzazione fisica del Calcolatore

- Caratteristiche e Prestazioni delle principali Unità Funzionali
 - (e.g., Registers, ALU, Shifters, Logic Units, ...)
- Metodi con cui tali componenti sono interconnessi
- Tipo di informazione che viene scambiata fra i componenti
- Logica e Metodi per controllare tale scambio di informazioni
- Insieme delle Unità Funzionali e loro interfacciamento
- Descrizione in termini di linguaggio Register Transfer Level (RTL), ove necessario