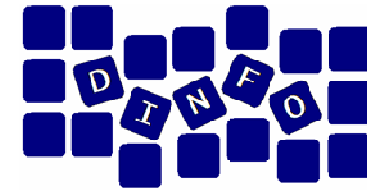




Università degli Studi di Palermo
Dipartimento di Ingegneria Informatica



“Informatica ed Elementi di Statistica”

3 c.f.u.

Anno Accademico 2010/2011

Docente: ing. Salvatore Sorce

Architettura dei calcolatori

I parte – Introduzione, CPU

Facoltà di Medicina e Chirurgia



Sistema di numerazione binario

- All'interno di un elaboratore le informazioni sono rappresentate usando il sistema di numerazione binario
 - Utilizza soltanto due simboli: le prime due cifre decimali (0 ed 1)
 - Le due cifre binarie, 0 e 1, sono chiamate **bit**, da **binary digit**
 - Un **bit** è l'unità di informazione, e rappresenta **uno** di due valori possibili, 0 e 1.
-
- **La scelta tra due alternative è la minima quantità di informazione possibile (Shannon)**



Bit, byte e multipli

- Con due bit, si possono rappresentare 4 combinazioni diverse di 0 e 1: 00, 01, 10, 11, ovvero 2^2
- Con quattro bit, si possono rappresentare 16 combinazioni diverse di 0 e 1: 0000, 0001, ..., 1110, 1111, ovvero 2^4
- In generale, con n bit possono essere rappresentate 2^n combinazioni possibili



Bit, byte e multipli

- Un **byte** (B) è costituito da 8 bit
 - 1 byte può rappresentare $2^8 = 256$ combinazioni distinte

- Multipli del bit o del byte sono indicati con i prefissi
 - K – kilo, $2^{10} = 1.024$
 - M – mega, $2^{20} = 1.048.576$
 - G – giga, $2^{30} = 1.073.741.824$
 - T – tera, $2^{40} = 1.099.511.627.776$

- Se un modem lavora alla velocità di 28.8 Kbit/s, significa che trasmette:

$$28.8 \times 2^{10} \text{ bit/s} = 29491,20 \text{ bit/s}$$

ovvero, essendo 1 bit = 1/8 byte:

$$28,8 \times 2^{10} \times (1/8) \text{ byte/s} = 3686,40 \text{ byte/s}$$

- **Un disco fisso da 10 GB quanti bit può contenere?**

Bit, byte e multipli

- Un **byte** (B) è costituito da 8 bit
 - 1 byte può rappresentare $2^8 = 256$ combinazioni distinte

- Multipli del bit o del byte sono indicati con i prefissi
 - K – kilo, $2^{10} = 1.024$
 - M – mega, $2^{20} = 1.048.576$
 - G – giga, $2^{30} = 1.073.741.824$
 - T – tera, $2^{40} = 1.099.511.627.776$

- Se un modem lavora alla velocità di 28.8 Kbit/s, significa che trasmette:

$$28.8 \times 2^{10} \text{ bit/s} = 29491,20 \text{ bit/s}$$

ovvero, essendo 1 bit = 1/8 byte:

$$28,8 \times 2^{10} \times (1/8) \text{ byte/s} = 3686,40 \text{ byte/s}$$

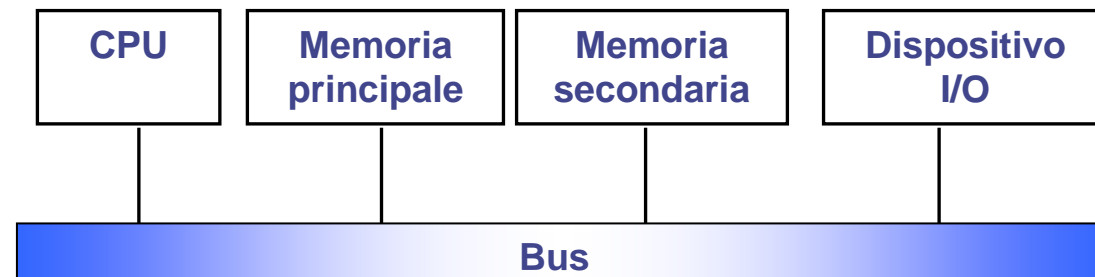
- **Un disco fisso da 10 GB quanti bit può contenere?**

$$\begin{aligned} 10 \times 2^{30} \text{ byte} &= 10 \times 2^{30} \times 8 \text{ bit} \\ &= 85.899.345.920 \text{ bit} \end{aligned}$$



Struttura di un calcolatore

- Architettura di VonNeumann (ca. 1946)
- Componenti principali:
 - Unità centrale di elaborazione (Central Processing Unit)
 - Memoria principale (Main memory)
 - Memoria secondaria (Mass storage)
 - Dispositivi di ingresso/uscita

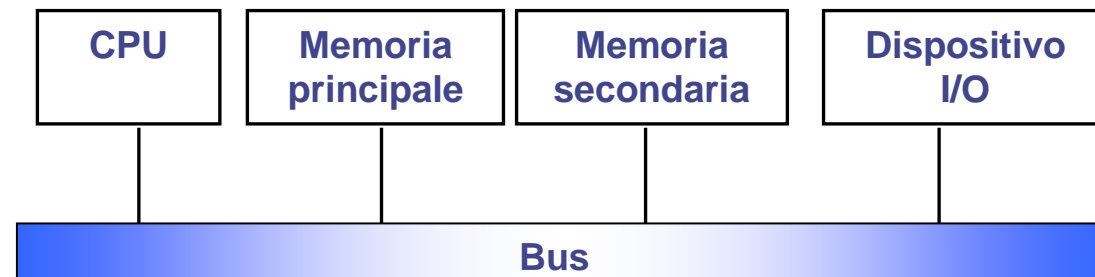




Struttura di un calcolatore

➤ CPU

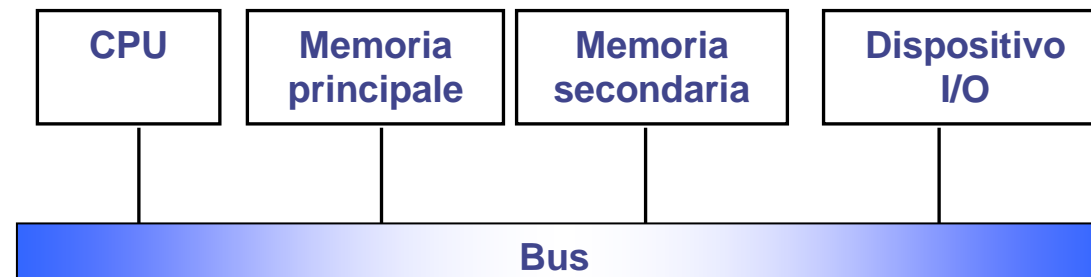
- **CPU (Central Processing Unit), o Processore**
- svolge le elaborazioni e il trasferimento dei dati, cioè esegue i programmi.





Struttura di un calcolatore

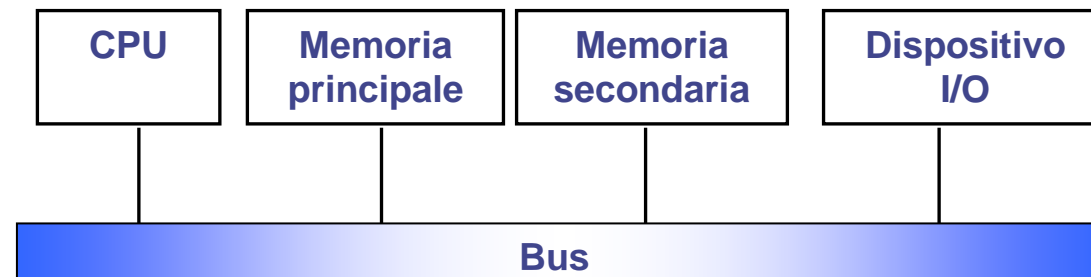
- Memoria principale
 - RAM (Random Access Memory)
è *volatile* (perde il suo contenuto quando si spegne il calcolatore) ed è usata per memorizzare dati e programmi.
 - ROM (Read Only Memory)
è *persistente* (mantiene il suo contenuto quando si spegne il calcolatore) ma il suo contenuto è fisso e immutabile. È usata per memorizzare programmi di sistema
 - Cache
memoria di appoggio del processore, velocissima
dimensioni relativamente limitate
accesso estremamente rapido





Struttura di un calcolatore

- Memoria secondaria (o di massa)
 - Dischi, nastri, CD riscrivibili
 - Memorizza grandi quantità di informazioni.
 - Persistente
Le informazioni non si perdono spegnendo la macchina
 - Accesso molto meno rapido della memoria centrale
msec. contro nsec. - differenza 10^6

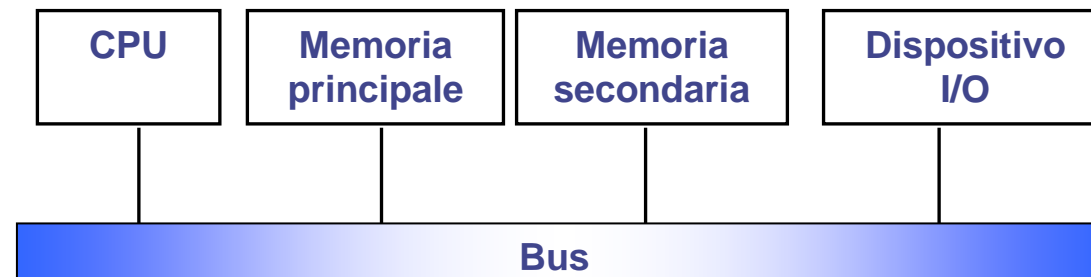




Struttura di un calcolatore

- Dispositivi di ingresso-uscita (periferiche)
 - Tastiera, mouse, video, stampante
 - Sono usate per far comunicare il calcolatore con l'esterno (in particolare con l'utente)

- Bus di sistema
 - Linea di comunicazione che collega tutti gli elementi funzionali precedenti.





Personal Computer: vista d'insieme

➤ Componenti principali

- CPU
- Scheda madre
- Lettore CD
- Dischi fissi

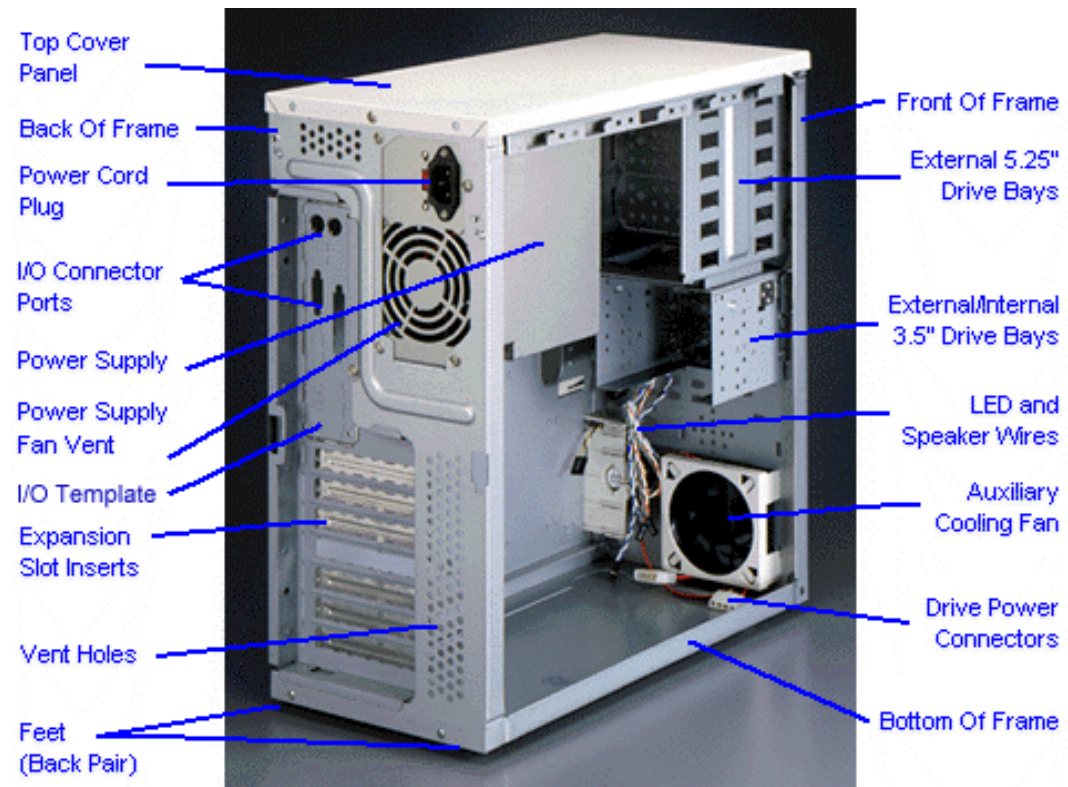
➤ Componenti periferici

- Tastiera e Mouse
- Video ("Monitor")
- Stampante
- Modem
- Scanner
- Tavolette grafiche



Case

- Contenitore esterno
- Fattore di forma
 - Tower
 - Minitower
 - Desktop
 - Compact desktop
 - Laptop
 - Palmtop
- Contiene
 - Unità di alimentazione
 - Alloggiamenti per dischi 5-1/4" (5.25 pollici)
3-1/2" (3.5 pollici)
 - Ventole di raffreddamento



Case

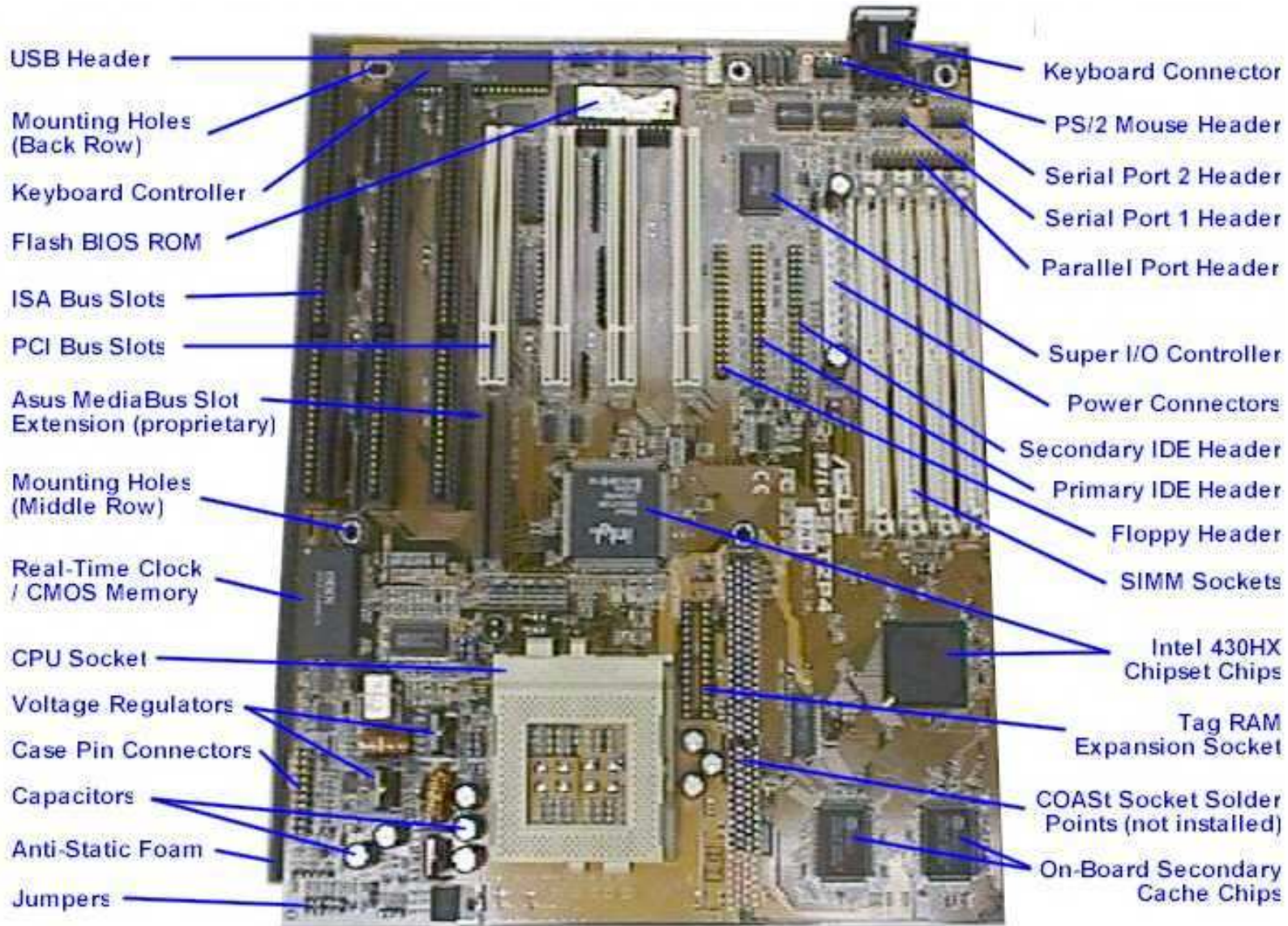
- Alloggia la scheda madre
 - Processore
 - Memoria principale (RAM, ROM, cache)
 - Memoria Video
 - Bus di sistema
 - Batteria tampone

- Alloggiamenti da 5.25"
 - CD-ROM, DVD, Masterizzatori
 - Floppy disk drive, dischi fissi (senza accesso esterno)





Scheda madre (mother board)

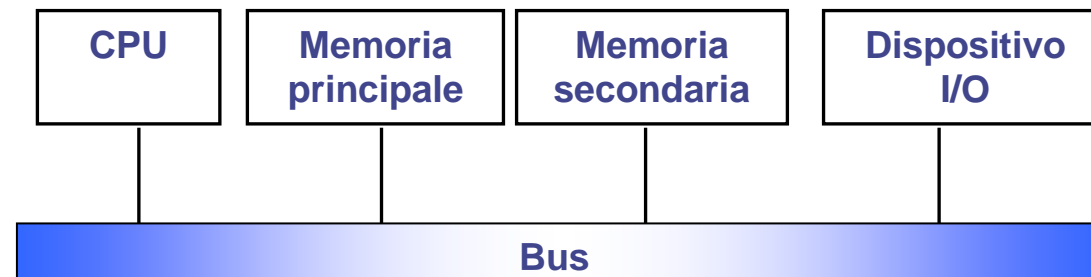




Struttura di un calcolatore

➤ Componenti principali:

- **Unità centrale di elaborazione (Central Processing Unit)**
- Memoria principale (Main memory)
- Memoria secondaria (Mass storage)
- Dispositivi di ingresso/uscita





Il ciclo macchina

- Ciclo in cinque passi:
 1. Prelievo (*Fetch*) istruzione (dalla memoria)
 2. Decodifica istruzione
 3. Fetch Dati (dalla memoria)
 4. Esecuzione Istruzione
 5. Restituzione Risultato (in memoria)



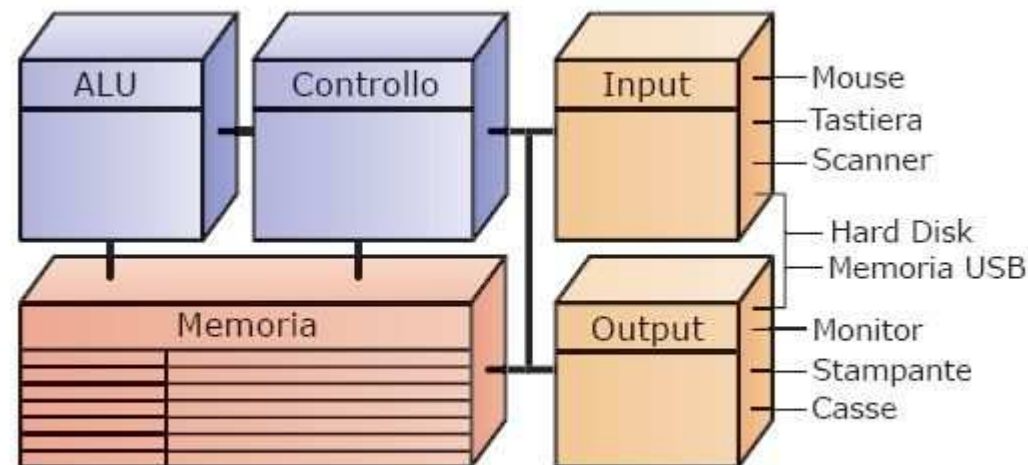
Il ciclo macchina



Il ciclo Fetch/Execute o ciclo macchina.

CPU

- **CPU (Central Processing Unit), o Processore**
- svolge le elaborazioni e controlla il trasferimento dei dati, cioè esegue i programmi.



I sottosistemi principali di un computer.

Componenti della CPU

- ALU
 - Svolge le operazioni aritmetiche/logiche
- Registri
 - Più veloci della memoria principale
 - registro contatore
(PC = program counter)
 - registro accumulatore (A)
 - registro istruzione (IR)
 - Un registro è in grado di contenere un numero di bit diverso a seconda del tipo di CPU.
Registri a 8, 16, 32, 64 bit
- Unità di controllo
 - Esegue le istruzioni secondo il ciclo: accesso, decodifica, esecuzione
(fetch, decode, execute)



Componenti della CPU: unità di controllo

- Implementa il ciclo macchina direttamente via hardware
- I suoi circuiti recuperano un'istruzione dalla memoria, gli eventuali dati necessari per la sua esecuzione, ed eseguono altre operazioni del ciclo



Componenti della CPU: ALU

- Esegue tutti i calcoli
- Generalmente è responsabile del passo del ciclo macchina denominato "Esecuzione Istruzione"
- Un circuito nell'ALU può sommare due numeri
- Ci sono anche circuiti dedicati alla moltiplicazione, al confronto ecc.
- Le istruzioni di puro trasferimento dei dati non usano l'ALU
- Il passo del ciclo macchina Fetch Dati recupera i valori necessari all'ALU (operandi)
- Quando l'ALU ha completato l'operazione, il passo Restituzione Risultato trasferisce il risultato (somma o prodotto o qualche altro valore) dall'ALU in un indirizzo di memoria specificato nell'istruzione



Moltissime operazioni semplici

- I computer possono eseguire solo circa 100 istruzioni diverse
 - circa 20 tipi di operazioni distinte (ma servono istruzioni diverse per sommare byte, parole di memoria, numeri decimali ecc.)
- Tutto ciò che chiediamo al computer deve essere ricondotto a una combinazione di queste operazioni primitive, supportate direttamente dall'hardware



Parametri caratteristici

- Numero di bit
 - CPU 8088 → 8 bit
 - CPU 286 → 16 bit
 - CPU 386, 486, Pentium → 32 bit
 - CPU Xeon, Athlon → 64 bit
- Velocità del clock
 - Prima pochi Mhz
 - Oggi da 600 Mhz fino a superare i 3 Ghz
- Cache di primo livello
 - E' integrata nello stesso chip (circuito integrato) della CPU.
 - Vantaggi: velocità del clock uguale a quella del resto della CPU, tecnologia all'avanguardia
- Cache di secondo livello
 - Costo parecchio elevato
 - integrata sullo stesso chip dai Pentium II
 - Assente in alcuni Pentium Celeron
- Istruzioni MMX (MultiMedia eXtension)
 - Set di 57 istruzioni specifiche per la gestione di filmati, audio, grafica di qualità.
 - Si caratterizzano per la capacità di una singola istruzione di eseguire lo stesso compito su una serie di dati
 - SIMD = single instruction multiple data → diminuiscono l'uso di loop



Velocità del clock

- I computer moderni tentano di cominciare un'istruzione a ogni *tick* del clock
- I circuiti si passano l'istruzione l'un l'altro (*pipelining*)
 - possono essere processate 5 istruzioni simultaneamente
- Un clock a 1 GHz può veramente eseguire un miliardo di istruzioni al secondo?
 - in realtà i computer possono cominciare un'istruzione a ogni tick, perché possono eseguire più istruzioni alla volta



Velocità del clock

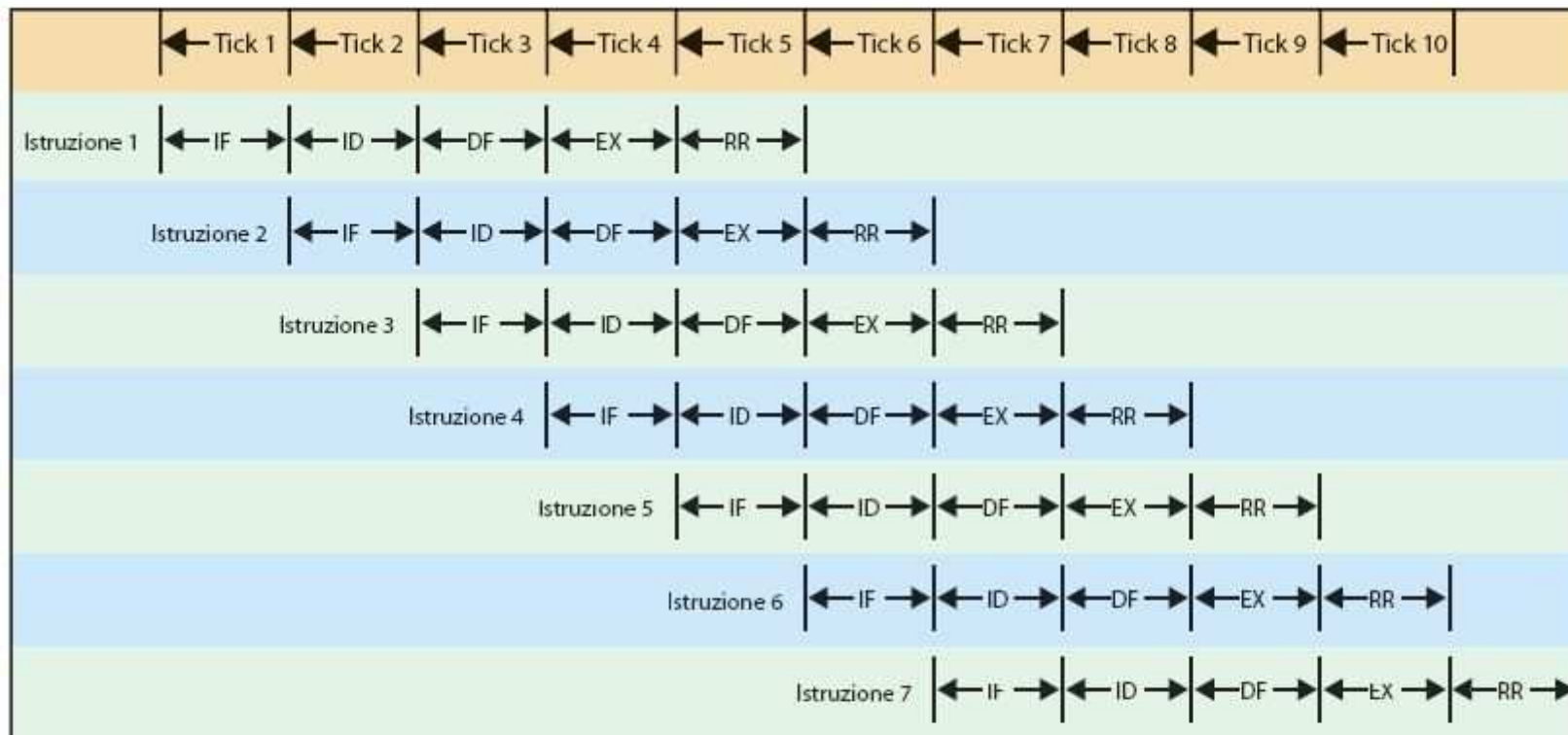


Diagramma schematico di un ciclo Fetch/Execute eseguito in pipelining. A ogni tick del clock il circuito IF (*Fetch Istruzione*) avvia l'esecuzione di una nuova istruzione che poi passa all'unità ID (*Decodifica Istruzione*); questa la elabora e la passa al circuito DF (*Fetch Dati*) e così via. Quando il "tubo" (pipeline) è pieno ci sono cinque istruzioni in elaborazione simultanea; a ogni tick ne viene conclusa una, dimodoché dall'esterno sembra che il computer esegua un'istruzione per tick del clock.



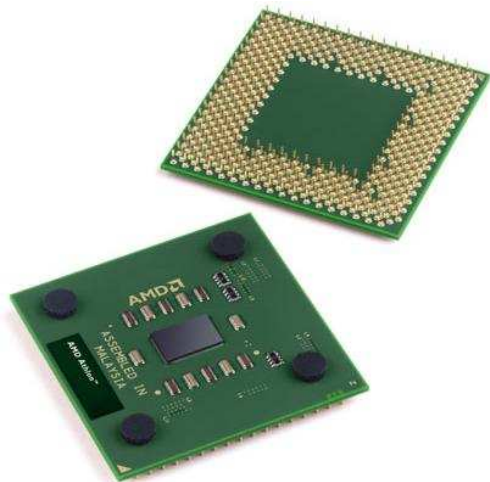
Processori



Pentium® II processor



Intel Pentium III



AMD Athlon 64 bit



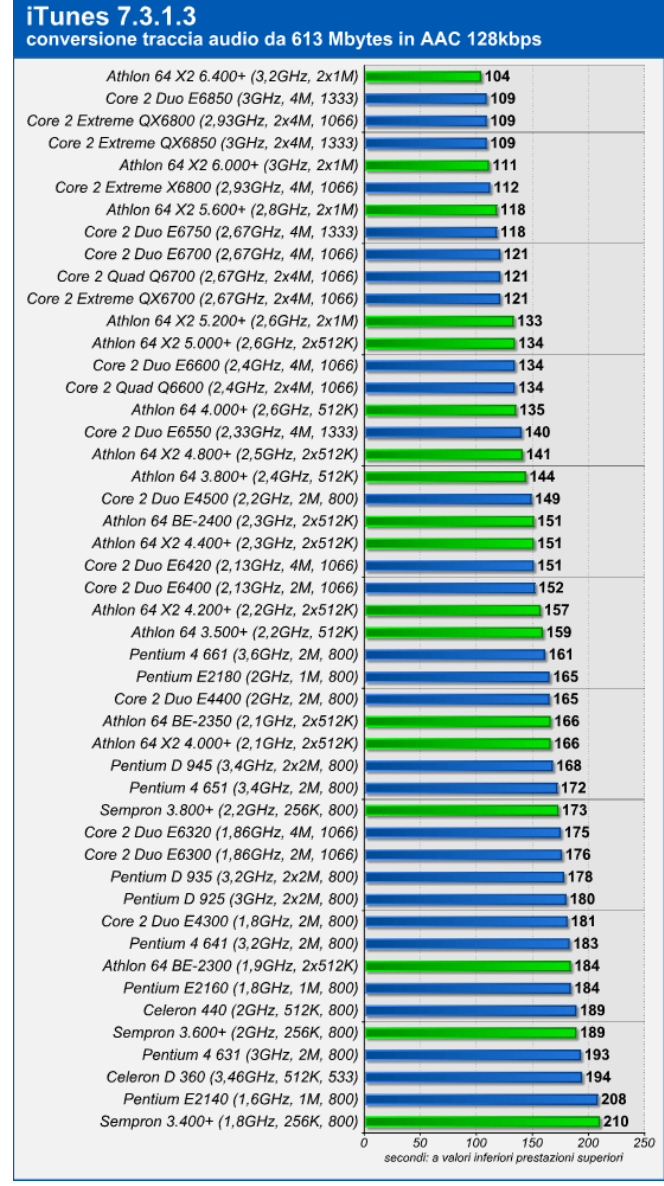
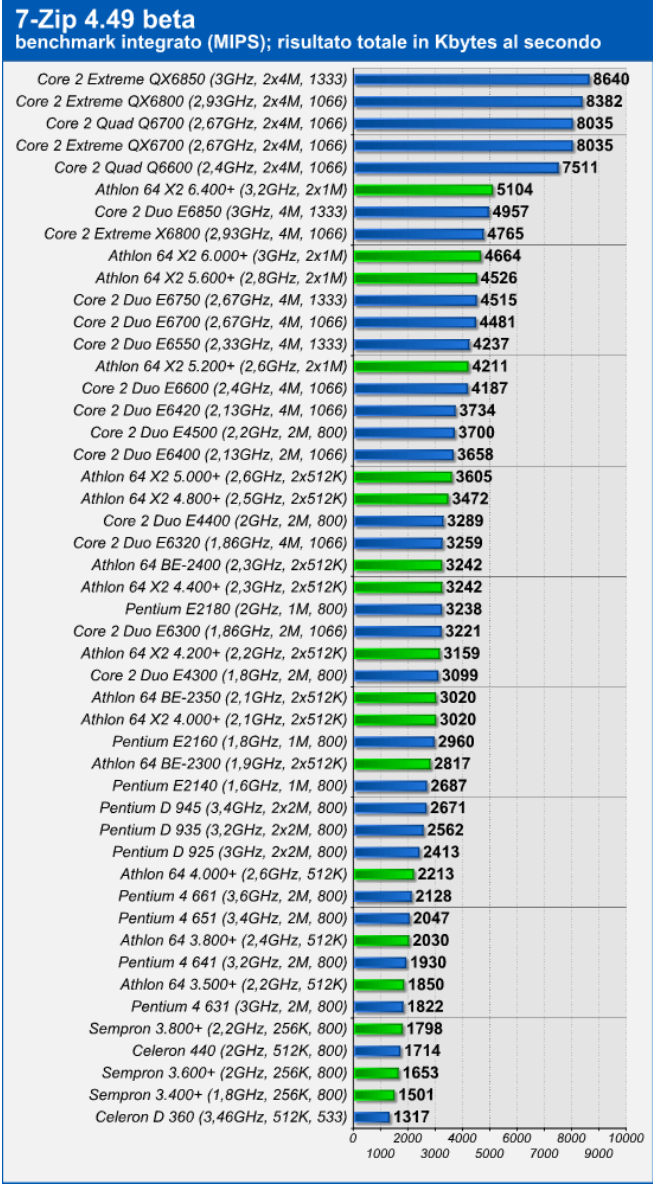
Intel XEON 64 bit



Confronto di prestazioni

- Processori sono confrontati sulla base di alcune caratteristiche
 - Frequenza di clock
 - Frequenza del bus
 - Velocità di esecuzione di un benchmark
- Benchmark
 - Insieme di programmi predeterminato che sono rappresentativi di tutte le operazioni che un tipico utente potrebbe fare

Confronto di prestazioni



Confronto di prestazioni

