

Calcolatore

Hardware + Software

Architettura del calcolatore

Evoluzione: tecnologia

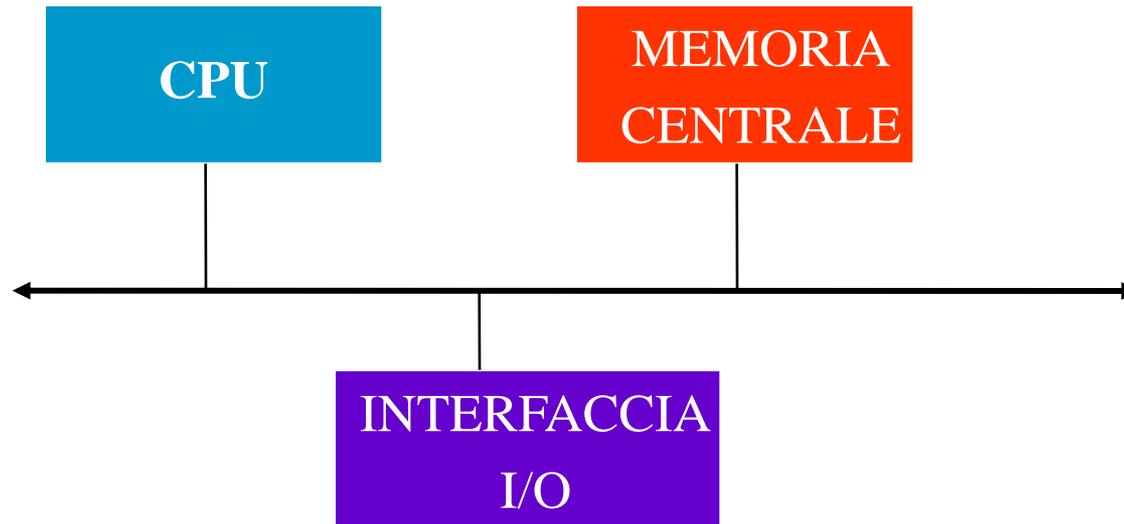
- Sistemi Meccanici
- Sistemi Meccanici/Elettrici
- Sistemi Elettronici basati su Valvole
- Sistemi Elettronici basati su Transistor
- Sistemi Elettronici basati su Circuiti Integrati
- Sistemi Elettronici basati su Microprocessori

Evoluzione: tipi di calcolatori

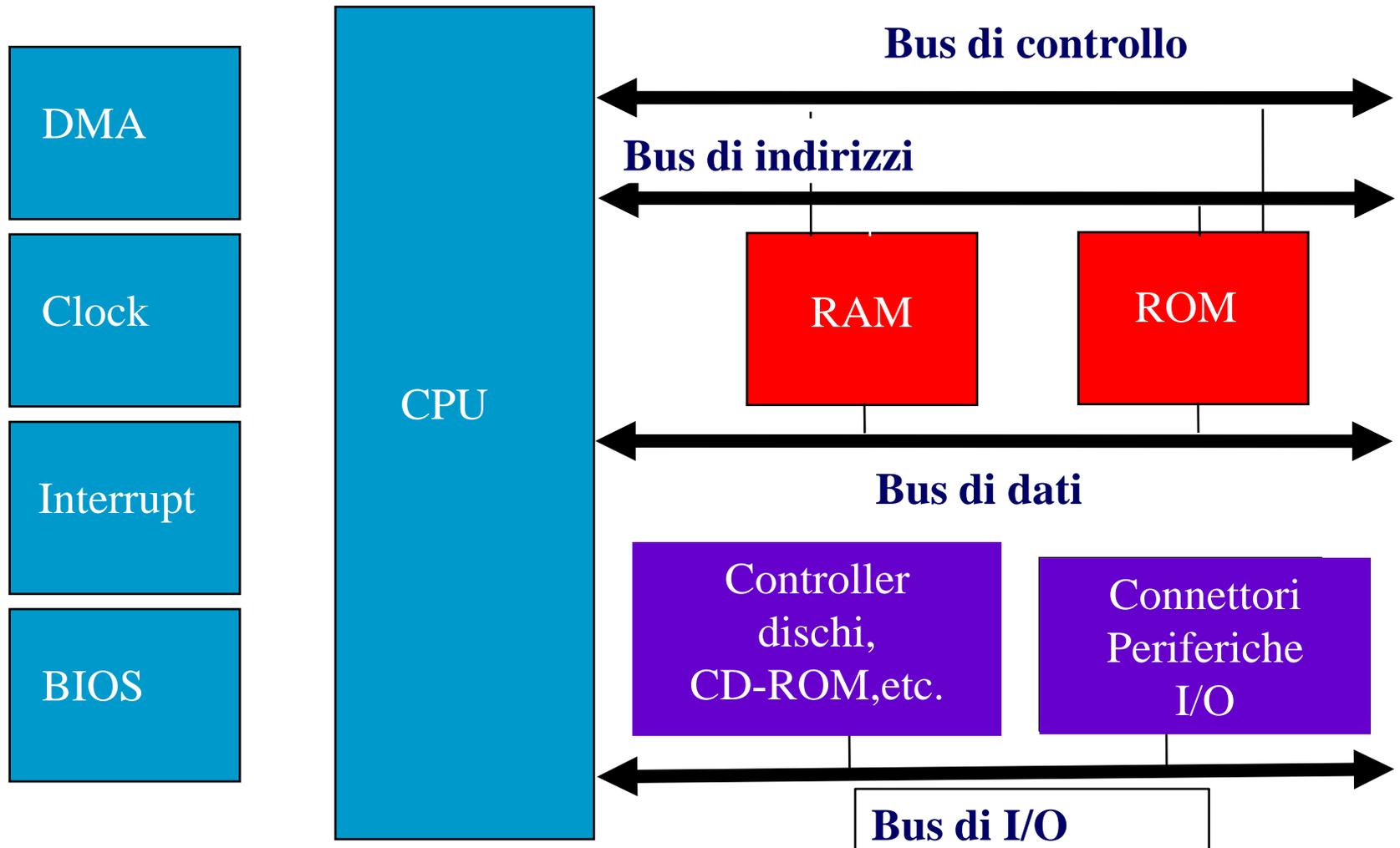
- 1950 – Mainframe locale: batch (prima), time sharing (dopo)
- 1960 – Mainframe remoto: linee di telecomunicazioni.
- 1970 – Mini Computers: ambienti meno restrittivi, costi accessibili, time sharing, Unix, Linguaggio C
- 1980 – Personal Computers: uso "domestico", applicativi per compiti comuni (es.videoscrittura).
- 1990 – PC connessi in Reti di Calcolatori: PC con capacità elaborative ed interfacce ad alte prestazioni, LAN, Internet.
- 2000 – Internet: reti a larga banda
- Futuro Prossimo - Griglie Computazionali

Il modello di Von Neumann

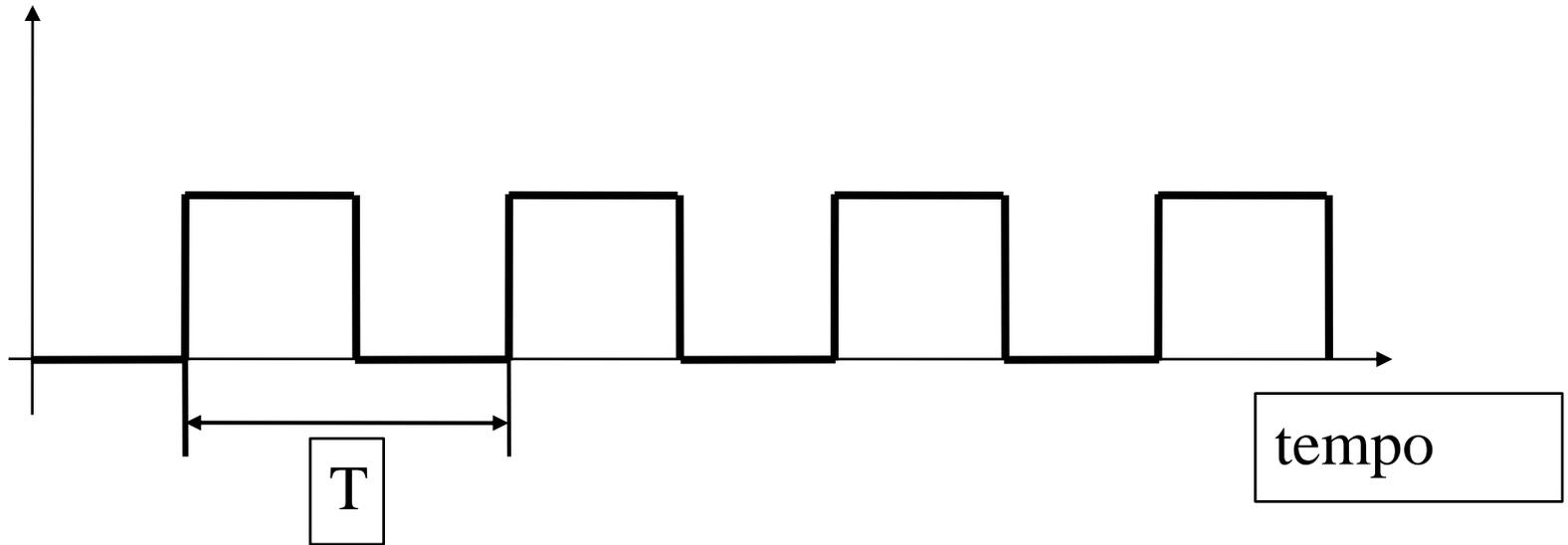
La maggior parte degli elaboratori è riconducibile a questo modello:



Architettura Studiata



Circuiti di Temporizzazione (Clock)



Circuiti di Temporizzazione (Clock)

- Il megahertz (MHz) è l'unità di misura della frequenza alla quale il processore funziona;
- indica quanti milioni di oscillazioni al secondo (1 oscillazione al secondo = 1 hertz [Hz]) sono generate dal clock.
- Nella figura, T è il periodo con cui si ripete il segnale mostrato. La sua frequenza sarà allora $f=1/T$ Hz.
- Ogni area del PC che contiene un processore o un microcontrollore e che esegue una attività specifica governata da un software, necessita di un clock, che può essere generato in loco o dipendere dal clock principale.

Circuiti di Temporizzazione (Clock)

- In linea di massima i sintetizzatori piú recenti, partendo dal quarzo a 14.318MHz, generano le frequenze base di 50, 60, 66 e 100MHz, tipiche dei processori Intel.
- Giá a partire dalle CPU 80486, é diventato comune avere per il processore un clock piú elevato di quello generale del sistema. Questo é possibile perché la struttura interna del chip puó essere progettata senza difficoltà in modo tale da poter operare con valori di clock molto piú elevati di quelli possibili al resto del circuito.

Memorie Interne

RAM, ROM e Cache

- Misura della Memoria
- Classificazione della Memoria:
 - Interna ed Esterna
- Memoria Interna: Caratteristiche Generali
- RAM Statica
- RAM Dinamica
- ROM, PROM, EPROM, EEPROM, Flash Memory
- Memoria Cache

Misura della Memoria

Informazione di base = bit

Raggruppamenti utilizzati:

- 1 byte = 8 bit

- 1 word = N byte

Multipli (bit/byte)

- K (Kilo) = 2^{10} (=1024) circa 10^3

- M (Mega) = 2^{20} (=1024*1024=1.048.576) circa 10^6

- G (Giga) = 2^{30} circa 10^9

- T (Tera) = 2^{40} circa 10^{12}

- P (Peta) = 2^{50} circa 10^{15}

Alcuni Valori da Ricordare

$$2^4 = 16$$

$$2^8 = 256$$

$$2^{16} = 65536 = 64 \text{ K } (65536/1024)$$

Memoria Interna

Memoria Interna o Centrale: memorizza programmi e dati su cui lavora la CPU a cui è collegata tramite il bus principale;

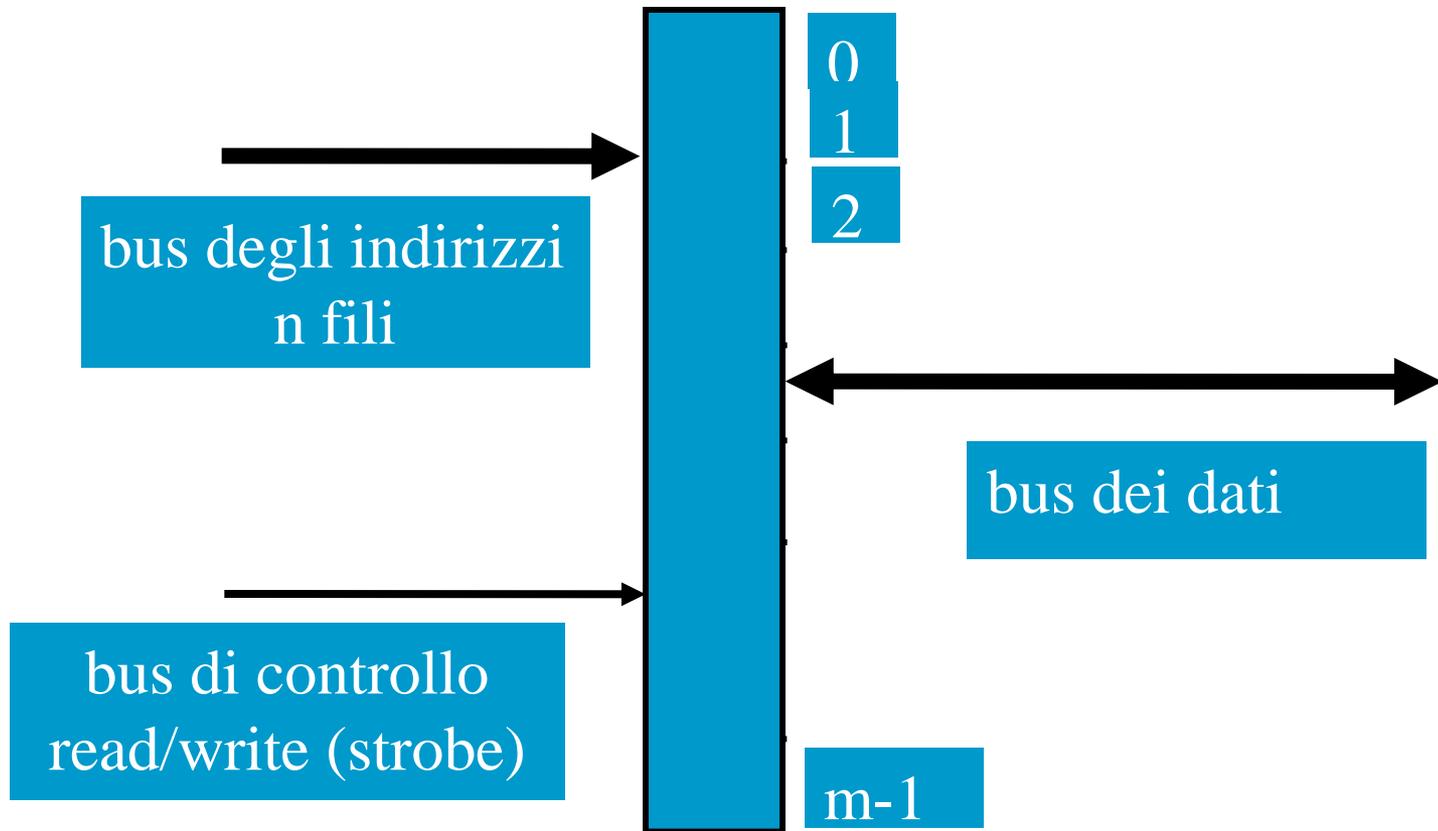
- si accede al singolo bit/byte
- tempi di accesso bassi (<70 ns);
- dimensioni tipiche sono
256Mbytes/512MBytes/1GBytes/2GBytes/....

Memoria Esterna

Memoria Esterna o di Massa: memorizza dati e programmi sotto forma di file. Per l'elaborazione, si devono trasferire programmi e dati in memoria centrale.

- Si accede a blocchi (cluster/settori)
- tempi di accesso elevati (msec)
- capacità elevate (decine/centinaia di Gbytes: 120, 240, ... GBytes)
- Può essere:
 - Memoria di Massa on-line, normalmente dischi magnetici fissi
 - Memoria di Massa off-line, normalmente dischi (magnetici/ottici) rimovibili

Memoria Interna: Caratteristiche Generali



Memoria Interna: Caratteristiche Generali

- Indirizzi e valori: Con n bit di indirizzo si possono selezionare 2^n celle ($m=2^n$).
- Strobe: sono segnali generalmente impulsivi che vengono inviati dopo il posizionamento dell'indirizzo per discriminare tra operazione di letture e scrittura

Memoria Interna: Caratteristiche Generali

■ Tempi di servizio: accesso, ciclo.

Accesso. E' il tempo necessario affinché la memoria ponga in uscita il valore richiesto (o possa registrare il valore in ingresso), dopo aver posizionato l'indirizzo e lo strobe.

Ciclo. E' il tempo minimo che deve intercorrere tra due posizionamenti validi dell'indirizzo e dello strobe.

Memoria Interna: Caratteristiche Generali

- **Modificabilità: Memoria a Sola Lettura/Riscrivibile.**
Qualsiasi memoria deve essere scritta almeno una volta.
Le memorie che non possono essere riscritte si dicono a sola lettura;
altrimenti sono riscrivibili.
- **Persistenza: permanenti/volatili.** Sono permanenti le memorie che mantengono i dati senza bisogno di alimentazione elettrica; altrimenti si dicono volatili.

Memoria Interna: Caratteristiche Generali

- Accessibilità: casuale /sequenziale. Se non esiste alcun vincolo sulla sequenza degli indirizzamenti effettuati, si parla di memoria ad accesso casuale; quando invece il successivo indirizzo è l'attuale incrementato di uno si parla di memorie ad accesso sequenziale.
- Il supporto: a stato solido/magnetico/ottico.
 - Il più comune per le memorie interne o centrali è il silicio drogato (a stato solido)
 - per le memorie di massa è quello magnetico oppure ottico

Memoria Interna: Caratteristiche Generali

- Possiamo identificare diversi livelli funzionali di memoria:

Random Access Memory (RAM)

Read Only Memory (ROM)

Memoria Cache

RAM - Random Access Memory

- Il termine RAM deriva da Random Access Memory.
- Attualmente assumono valori tipici di 128-256 MBytes, ma possono andare anche oltre a 1 GBytes.
- La caratteristica principale delle RAM è il fatto che l'informazione in esse contenute rimane solo quando esse vengono alimentate.

La mancanza di tensione provoca la perdita di tutte le informazioni contenute.

In presenza di tensione, ciascuna informazione memorizzata rimane fino alla successiva scrittura.

RAM - Random Access Memory

- La RAM vengono utilizzate per i seguenti scopi:
 - memorizzare il Sistema Operativo.
 - memorizzare i programmi utenti prima della loro esecuzione.
 - memorizzare i dati utenti provenienti dalle periferiche o quelli intermedi.
- Dal punto di vista implementativo, le memorie RAM si dividono in due grosse famiglie:
 - RAM dinamiche
 - RAM statiche.

RAM DINAMICHE (DRAM)

- La DRAM usa delle capacità interne per memorizzare i dati.
- Le capacità perdono la loro carica dopo un certo intervallo di tempo. Queste capacità necessitano di un costante rinfresco per mantenere inalterata l'informazione memorizzata.
- Il risultato finale è che tra due accessi consecutivi alla memoria, una carica elettrica viene mandata a rinfrescare la capacità del chip di memoria affinché il dato venga mantenuto nello stato logico corretto.
- Durante il rinfresco della memoria non è possibile accedere ad essa, rallentando, dunque, le sue prestazioni in termini di accessi in lettura/scrittura.
- Le DRAM sono caratterizzate da tempi di accesso (tempi di lettura/scrittura) che vanno dai 10ns ai 70 ns.

RAM STATICHE (SRAM)

- La RAM statica o SRAM è la memoria più veloce disponibile attualmente
- Sono caratterizzate da tempi di accesso dell'ordine delle decine di nanosecondi (da 6 ns a 25 ns).
- Le SRAM sono costose e possono memorizzare solo 1/4 dei dati rispetto le DRAM.
- A differenza delle DRAM, nelle SRAM non occorre il rinfresco periodico.

ROM - Read Only Memory

- Il termine ROM significa Read Only Memory. Indica il fatto che l'unico tipo di accesso in queste memorie è la lettura (ovviamente la prima scrittura deve essere possibile).
- In realtà attualmente esistono particolari ROM che possono essere anche riscritte.
- In ogni caso tutte le ROM sono caratterizzate dal fatto che l'informazione in esse contenute rimane anche quando manca la corrente.
- Nelle ROM che possono essere riscritte, l'informazione rimane fino alla successiva scrittura.

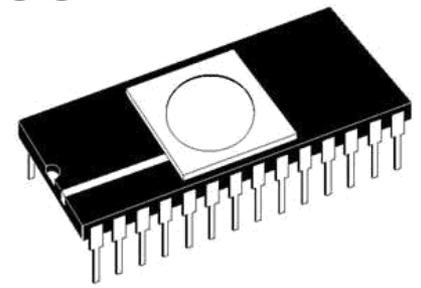
ROM - Read Only Memory

- Le ROM vengono in genere utilizzate per memorizzare programmi e dati di configurazione essenziali per il funzionamento del computer che devono essere memorizzati anche quando il computer è spento.
- Esistono differenti tipi di ROM:
 - ROM non programmabili
 - PROM. ROM Programmabili
 - EPROM. Erasable Programmable ROM
 - EEPROM. Electrical Erasable Programmable ROM
 - Flash Memory

ROM, PROM, EPROM



- ROM: sono delle reti combinatorie già predisposte in fabbrica (tramite il processo di mascheratura). Hanno alte capacità bassi costi.
- PROM: sono delle reti combinatorie programmabili con un dispositivo da laboratorio. Molto utili per prototipi, possono essere programmate una sola volta.
- EPROM: sono programmabili con un dispositivo da laboratorio. Hanno una finestra di quarzo tramite cui è possibile esporre il chip ai raggi U.V. e “cancellare “ il contenuto.

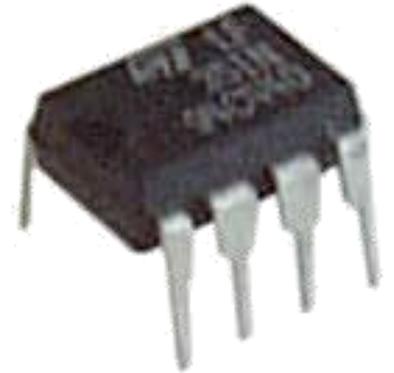


EEPROM – FLASH MEMORY

- EEPROM: come le EPROM, ma cancellabili con particolari cicli di segnalazione senza togliere dalla piastra il chip. I tempi di cancellazione sono di norma molto più lunghi di quelli di lettura.
- Flash Memory: come le EPROM, ma la scrittura avviene per blocchi e non per byte, molto velocemente.

Non può essere usata come RAM per via della scrittura a blocchi

Si chiama flash perché il microchip è organizzato in sezioni di celle cancellabili in un colpo solo (flash).



Memoria Cache

- Lo scopo della memoria cache è quello di reperire informazioni utilizzate recentemente senza doverle nuovamente prelevare dalla RAM.
- La memoria cache è generalmente gestita direttamente dalla CPU tramite un bus di dati, e di indirizzi privato.
- L'utilizzo della memoria cache rispetto la RAM è più vantaggioso perché
 - il bus di indirizzi e dati è locale e non deve essere utilizzato quello comune, che potrebbe essere occupato da altri dispositivi (ad esempio DMA), ritardando l'accesso alla RAM
 - il tempo di accesso alla cache per lettura/scrittura è molto più basso di quello della RAM (generalmente il tempo di accesso medio alla RAM è 50-70ns, mentre si può arrivare a valori inferiori a 10ns per accedere alla memoria cache).

Memoria Cache

- L'uso della memoria cache prevede, però, opportuni accorgimenti dovuti al fatto che la dimensione di una cache è notevolmente inferiore a quella di una RAM

la dimensione tipica della RAM è di qualche GBytes, mentre la cache ha dimensioni dell'ordine di alcuni MBytes.

è impensabile poter memorizzare nella cache tutti i dati letti dalla RAM, ma sarà necessario sovrascrivere alcuni dati contenuti nella cache, per far spazio a nuovi dati da memorizzare.

- Si adotta la politica di sovrascrivere i dati più vecchi, ossia quelli non utilizzati da più tempo.

Memoria Cache

- La gestione della cache, può essere formalizzata nella seguente maniera:
 - la CPU necessita di un particolare dato
 - la CPU ricerca in dato nella cache
 - se lo trova, lo legge e lo utilizza
 - se non lo trova, lo reperisce nella RAM e lo trasferisce nella cache nella locazione più "vecchia", ossia da più tempo non utilizzata.
- Generalmente le memorie cache sono realizzate da memorie RAM statiche, che, come detto, sono quelle caratterizzate da più bassi tempi di accesso.

Memoria Cache

- Per aumentare ulteriormente le prestazioni, la cache può essere incorporata nel microprocessore. Sono definibili due tipi di cache dette:
 - L1, di dimensioni minori (8KB...64KB): è in genere contenuta all'interno del Core del processore e opera alla frequenza di clock;
 - L2 (nelle CPU correnti compresa tra 128KB e 1MB): a seconda del tipo di architettura è posta o all'interno del Core del processore oppure sulla motherboard; opera a frequenze differenti a seconda del tipo di architettura, variabili tra la frequenza di bus e quella di clock.
 - L3: generalmente è un'estensione della L2. (2 MB nel Pentium IV Extreme Edition 3.2 GHz)
- Il processore cerca prima nella cache interna L1 e poi in quella esterna L2.

Sottosistema di I/O

- I Bus: Bus di I/O
- Interfacce: Seriali, Parallele, USB
- Controller
- Schede Grafiche, Audio e di Acquisizione Video

I Bus

- Un computer presenta differenti bus di comunicazione.
- Uno tra questi è quello che connette la CPU con i suoi chip di supporto
- Un altro è il bus dei dati che connette la CPU alla memoria. Su tale bus transitano tutti i dati letti dalla memoria verso la CPU e dalla CPU in scrittura verso la memoria.
- Poi vi è il bus degli indirizzi, relativo ad entrambi i bus precedenti.
- Un altro Bus è quello di controllo per la selezione delle operazioni di scrittura/lettura in memoria.
- Infine vi è il bus di I/O, dedicato all'interconnessione con periferiche esterne.

Interfacce

- Esistono differenti connettori che permettono il collegamento con le periferiche esterne (mouse, tastiera, stampante, etc.).
- Generalmente tali connettori si collegano al bus di I/O. I più noti e vecchi connettori sono:
 - COM1, COM2. Sono porte serali (trasmissione secondo lo standard RS 232), che permettono di collegare mouse, modem e alcune stampanti.
 - Porta Parallela. Sono connettori a 25 poli femmina.

Interfaccia USB (Universal Serial Bus)

- Questo tipo di porta di comunicazione offre un transfer rate molto più elevato rispetto agli altri standard e con la possibilità teorica di collegare fino a 127 periferiche in catena.
- L'USB è stato introdotto per fornire uno standard che superasse in prestazioni le ormai vetuste porte seriale e parallela;
- USB è quindi la soluzione ideale per le periferiche di media velocità quali modem esterni, webcam, lettori CD-Rom esterni ecc.
- USB offre altre due importanti caratteristiche:
 - la possibilità di collegare le periferiche con PC acceso
 - di fornire direttamente l'alimentazione ad alcuni tipi di periferiche.
- Due Versioni: USB 1.0: 12 Mbit/sec, USB 2.0: 480 Mbit/sec

Interfaccia FireWire IEEE1394

- Molti computer più recenti sono dotati di una porta per il collegamento delle periferiche FireWire.
- Si tratta di uno standard di comunicazione ideato da Apple e sviluppato insieme a [IEEE](#) (e quindi conosciuto anche come standard IEEE 1394).
- Si tratta di un Bus digitale di comunicazione che permette un transfer rate massimo di 400 Mbit/secondo e di collegare 64 periferiche in cascata (similmente a quanto accade per l'USB);
- La porta FireWire consente di collegare al computer periferiche ad alta velocità, ad esempio videocamere digitali, riproduttori audio, unità Zip e altri dispositivi di memorizzazione esterni.

Controller

- Esistono particolari periferiche, quali dischi fissi, CD-ROM, nastri magnetici (o unità di back-up), e scanner, che necessitano di particolari circuiti di interfaccia chiamati controller (controllori).
- Il compito principale di un controllore è quello di garantire il trasferimento dati tra il computer e la periferica, risolvendo alcuni problemi tra cui l'adattamento di segnali elettrici, l'adattamento di impedenza, il collegamento fisico tra il bus del computer e quello relativo alla periferica, ecc.. Dunque il suo ruolo è essenziale al fine di massimizzare il trasferimento dati.
- Controller IDE e SCSI

Circuiti digitali
ed analogici

Periferica
Parte elettromeccanica

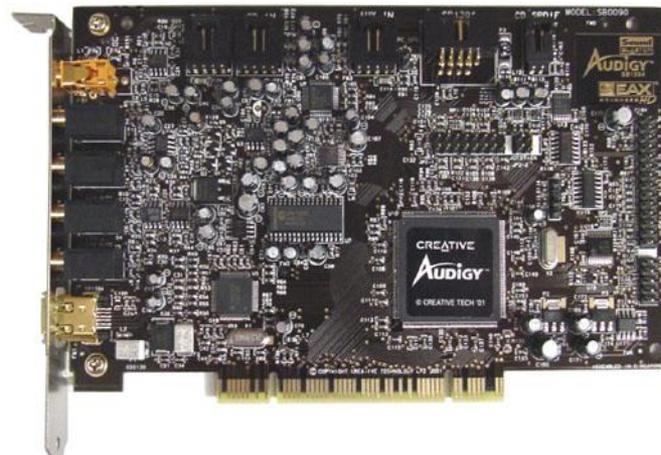
Schede Video Acceleratrici

- Le schede video permettono oggi di ottenere risoluzioni molto elevate ed effetti grafici sofisticati.
- Questi miglioramenti di grafica sono apprezzati dai giocatori di videogame e da importanti professionisti web-designer e no.
- Hanno memoria video DDR e un processore di immagini



Schede Audio

- Una serie di circuiti montati su una scheda di espansione per computer. Le schede audio permettono di produrre e analizzare suoni stereo di alta qualità utilizzando appositi programmi.
- Possono essere a 16 o a 24 bit a seconda delle capacità di campionamento e di elaborazioni che i circuiti utilizzati consentono.
- Effetti dolby surround (Creative Multi-Speaker Surround™-CMSS)
- tra le più diffuse vi è la famiglia di schede SoundBlaster.



Schede di Acquisizione Video

- Elabora i dati (analogici/digitali) che arrivano da telecamere (analogiche/digitali) e li trasforma in files in differenti formati selezionabili dall'utente (ad esempio AVI, MPEG).
- Il processore on-board permette di realizzare effetti di montaggio real-time.



Periferiche

- Stampanti
- Scanner
- Web Cam
- Macchine Fotografiche Digitali

Memorie di Massa

- Floppy
- Hard Disk
- Nastri
- CD ROM
- CD RW
- DVD ROM
- DVD RW

Nastri Magnetici a Bobina

- SUPPORTO POLIESTERE RICOPERTO CON OSSIDO DI FERRO SUDDIVISO IN PISTE LONGITUDINALI
LARGHEZZA ½ o 1 INCH WIDTH, DIAMETRO 10.5... 16"
- SU OGNI PISTA SI REGISTRA IL BYTE IN SENSO TRASVERSALE
- LE INFORMAZIONI SONO ORGANIZZATE IN BLOCCHI SEPARATI DA GAP
- IL BLOCCO E' L'UNITA' INDIVISIBILE DI SCAMBIO CON LA M.C
- VELOCITA' DI TRASFERIMENTO =(DENSITA' REGISTRAZIONE/VELOCITA' TRASCINAMENTO)
1 NASTRO DA 2400 FT -> 35 euro
- 1600 ...6250 bpi
- 125 ips. FWD, 240 RWD





Floppy Disk



- **Rivoluzione Tecnologica (1973):** un supporto di memoria economico, removibile, permanente, riscrivibile, trasportabile, resistente ed affidabile:
 - un foglio di plastica magnetizzata dentro un involucro protettivo di plastica.
- **Una rapida evoluzione:** dagli 8", ai 5"1/4 (1976) ai 3" 1/2 (1980), dalla densità normale all'alta densità, dalla singola alla doppia faccia, dall'involucro a "busta" a quello rigido.
 - $512 \text{ byte/settore} * 18 \text{ settori} * 80 \text{ tracce} * 2 \text{ facce} = 1.44 \text{ MByte}$
- **Il lettore di floppy disk gestisce i movimenti di start/stop rotazione + avanzamento e sollevamento testina**
 - transfer rate di 250 Kbps
 - access time > 500 msec



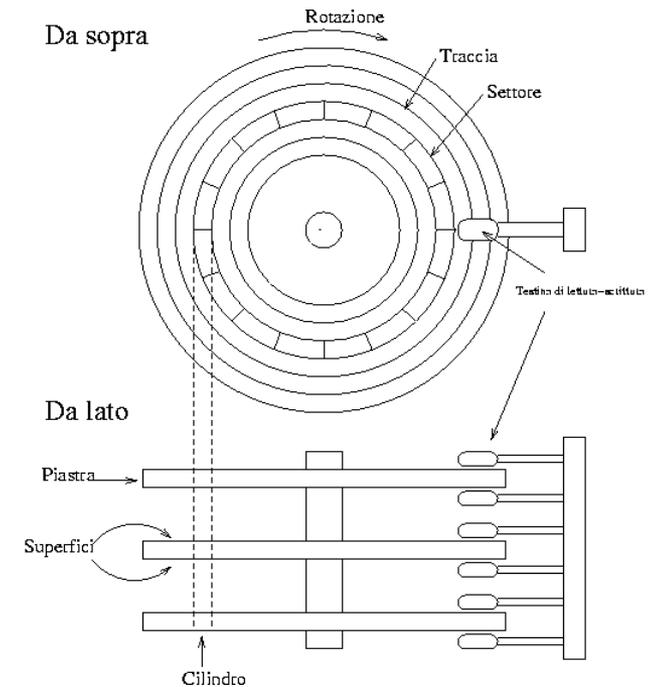
Hard Disk

■ TECNOLOGIA WHINCHESTER SVILUPPATA DA IBM NEL 1973:

La testina “vola” sfiorando la superficie a 270Km/h sostenuta da un cuscinetto d'aria

multipiatto (alluminio o vetro) sigillato

La densità di registrazione va da 0.9 Gb/inch² → 80 Gb/inch²



Hard Disk Removibili

- Oggi esistono Hard Disk Removibili

IOMEGA ZIP

- 100 MB, 250 MB

IOMEGA JAZ

- 2 GB (fuori produzione)

Masterizzatore Removibile

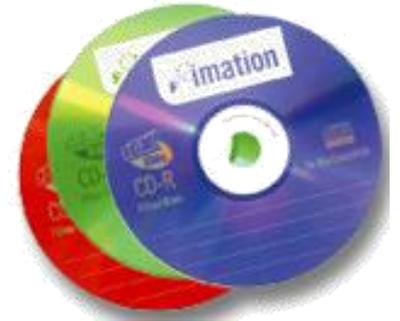
Pen Drive: Dispositivi basati su Flash Memory



- In genere si collegano alla porta parallela o alla USB

CD ROM

- Disco Ottico 14 cm
- I CD-ROM sfruttano la tecnologia dei CD-Audio (Compact Disc).
- Il supporto fisico usato per registrare dati, programmi, musica e contenuti multimediali in un CD-ROM è analogo a quello utilizzato per registrare la musica.



CD ROM

- Un CD-ROM contiene circa 640 milioni di byte di dati.
- La tecnologia CD-ROM utilizza la stessa velocità del CD-DA, che è stata indicata come 1 x (una volta la velocità relativa di un CD musicale di 150 KB al secondo).
- Per memorizzare i dati, è stato necessario modificare lo standard CD-DA.
- Nel 1984, Philips e Sony hanno pubblicato lo Yellow Book, che ha definito lo standard dei CD-ROM per la memorizzazione dei dati e due nuovi settori di contenuto.
- Questo nuovo standard consente al CD-ROM di memorizzare i dati con una tecnica più sofisticata rispetto ai CD audio.

CD ROM-Lettura

- Quando un CD viene caricato nel lettore o nel drive CD-ROM, inizia a ruotare
- un raggio laser si muove sugli spazi e i solchi, rilevandone migliaia al secondo.
- Quando il raggio laser colpisce una superficie, la luce viene riflessa dal rivestimento metallico verso un sensore.
- Poiché il solco nel CD non è in grado di riflettere il raggio laser, quando questo colpisce un solco, la luce non viene inviata al sensore.
- Usando la tecnica della riflessione il sensore è in grado di distinguere se il bit nel CD equivale a 1 oppure a 0.

CD Riscrivibili

- **WORM (Write Once/read Many).** Un tipo speciale di CD in cui i dati o la musica possono essere scritti una sola volta in un'unità CD-R e, dopo questo processo, diventano permanenti e non possono essere modificati.
- **MO (Magneto Optical).** In questi dischi versatili è possibile effettuare scrittura, lettura e modifica; sono considerati dischi CD-RW (lettura/scrittura).

CD Riscrivibili

- Il disco CD-R WORM contiene uno strato di sostanza sensibile. Il raggio laser è in grado di cambiare le proprietà di assorbimento della luce o di riflessione di questo materiale, allo scopo di memorizzare dati digitali nel CD.
- Il disco CD-RW (CD-MO) possiede uno strato interno di una speciale lega metallica. Il raggio laser cambia le caratteristiche di riflessione della lega metallica .

DVD ROM

- Un DVD è in grado di memorizzare l'equivalente di 17 GB (gigabyte), circa 25 volte il contenuto di un CD-ROM.
- Attraverso l'uso delle tecnologie di compressione MPEG (Motion Pictures Expert Group) e Dolby, un DVD è in grado di memorizzare ore di contenuto audiovisivo di alta qualità, come un filmato completo più altro contenuto di supporto.

Memorizzazione di un FILM + 5 Tracce Audio
(diverse Lingue) + Sottotitoli

Suono Stereo Surround (Codifiche Dolby o DTS)

Tipi di DVD

- DVD-ROM. Formato a sola lettura dei DVD che memorizza supporti interattivi, dati, e contenuti audio e video. Le unità DVD-ROM sono installate nei PC e nei computer notebook.
- DVD-R (registrabile). Un disco di tipo WORM che può registrare fino a 3,95 GB. Viene registrato usando la stessa tecnologia del CD-R.
- DVD-RAM. Questo tipo di DVD, più simile a un grosso dischetto che a un CD-ROM, è una forma riscrivibile di DVD che usa, essenzialmente, la stessa tecnologia di un CD-R. Ha una capacità di 4,7 GB per lato ed è disponibile nella versione a singola faccia e doppia faccia.
- DVD-RW (lettura/scrittura). Una versione di DVD riscrivibile in grado di competere con i DVD-RAM. È in grado di memorizzare 4,7 GB e può essere riscritto più di 100 volte.

CPU-Principi di Base

- **STRUTTURA DELLA ISTRUZIONE MACCHINA:** Si tratta di una stringa binaria che identifica il codice della operazione da eseguire e le modalità per indirizzare gli operandi
- **ESECUZIONE DI UNA ISTRUZIONE MACCHINA:** l'esecuzione di un'istruzione avviene con una sequenza di microistruzioni a livello circuitale associate all'istruzione (ciascuna determina il posizionamento dei segnali elettrici in un ciclo di clock)
- **RISC:** il set istruzioni è composto da poche istruzioni di base, della stessa dimensione e con lo stesso tempo di esecuzione
- **CISC:** il set di istruzioni è composto da molte istruzioni di dimensioni diverse e con tempi di esecuzione diversi

CPU-Memoria Cache

- La memoria, a rigore, non dovrebbe far parte dell'unità centrale ma attualmente una tendenza che si va consolidando è quella di fornire CPU che presentino al loro interno banchi di memoria allo scopo di reperire velocemente informazioni, senza dover accedere alla memoria centrale.

Cache di Primo Livello L1 (alcune volte anche la L2 e L3)

CPU-Registri Interni

- Di numero e di caratteristica molto differenziate, i registri interni di lavoro permettono all'unità centrale lo spostamento, la manipolazione ed il deposito temporaneo dei dati senza dover ricorrere alla memoria esterna.
- I tipi di registri, le modalità di interconnessione e di comunicazione fra i vari registri sono una caratteristica del processore
- Possiamo tuttavia individuare un set di registri essenziali per il funzionamento di un qualunque processore, e che, dunque, possono essere ritrovati in una qualunque architettura.

CPU-Registri Interni

- **Memory Address Register (MAR).** E' il registro specializzato per indirizzare la memoria. Durante l'esecuzione di un programma il MAR contiene l'indirizzo della locazione di memoria centrale (esterna alla CPU) alla quale si vuole accedere in quell'istante.
- **Program Counter (PC).** E' il registro specializzato per contenere l'indirizzo dell'istruzione che deve essere eseguita.
- **Memory Data Register (MDR).** E' il registro da cui transitano tutti i dati scambiati con la memoria esterna prima di venire smistati, in base al loro significato, presso gli altri registri interni.
- **Instruction Register (IR).** E' il registro che contiene la parte codice operativo di un'istruzione, vale a dire quella sequenza di bit che opportunamente decodificati determineranno le azioni che la CPU deve eseguire.

CPU-Registri Interni

- **Accumulatore.** E' il principale registro di calcolo dell'unità centrale: contiene sempre uno degli operandi e il risultato dell'operazione
- **Pointer Registers (PRs).** Sono registi specializzati per contenere indirizzi, solitamente di quei sotto programmi ricorrenti con particolare frequenza. Alcuni di essi possono venire specializzati a funzioni particolari.

Uno di essi e' lo **stack pointer**, che indirizza la zona di RAM in cui è stato costruito lo stack. Lo stack e' definita come una porzione di memoria gestita secondo una politica LIFO (Last In First Out).

- Risulta estremamente comodo per il salvataggio del program counter in caso di interruzione (interrupt) o subroutine;

CPU-Registri Interni

■ **Status Register.** Con registro di stato si intende un registro il cui contenuto è costituito da un insieme di flag aventi un significato individuale, anche se può essere manovrato ed elaborato in parallelo. Il significato dei vari flags costituenti il registro può differire a seconda del microprocessore, ma avremo sempre alcuni flags fondamentali:

CARRY. Viene manipolato dalle operazioni aritmetiche; viene settato o resettato nel corso di un'istruzione di somma se si è avuto o no un riporto.

OVERFLOW. Risente anch'esso dell'esito delle operazioni aritmetiche; viene settato a uno se nel corso di una somma o sottrazione si è avuto un trabocco della capacità dei registi.

CPU-Unità Aritmetico Logica

ALU

- Operazioni Aritmentiche: Somma in Complemento a 2
- Operazioni Logiche: AND, OR e NOT
- Operazioni sui Bit: Shift e Rotazione
- INGRESSI: il Contenuto dell'Accumulatore (sempre) e registri interni della CPU (operandi residenti in memoria centrale vengono appoggiati su registri temporanei)
- Risultato dell'Operazione: Accumulatore
- USCITE COLLATERALI: è fondamentale registrare alcune condizioni di fine esecuzione delle operazioni di ALU al fine di determinare se procedere con la successiva istruzione in memoria o con un'altra opportunamente specificata. Le condizioni di risultato zero, negativo, con carry, con overflow, con half carry e di parità sono memorizzate nei bit del registro di stato

CPU-Instruction Decoder and Control

- Questa parte è il cuore del processore
- Questa unità di decodifica e controllo riceve come dato in ingresso il codice operativo dell'istruzione presente nell'instruction register (IR).
- Questo codice può essere pensato come l'indirizzo di partenza di un microprogramma interno che agisce a livello circuitale minimo componendo insieme, in modo opportuno, gruppi di microistruzioni.
- Queste ultime consistono in definitiva nell'emissione di una serie di segnali e stati logici di controllo che servono a predisporre la ALU a compiere una particolare funzione aritmetico logica, a smistare attraverso i bus interni i contenuti dei registri interessati, a svolgere i necessari test e gli eventuali scambi di dati con l'esterno

CPU-Instruction Decoder and Control

- Esempio di Microprogramma associato all'istruzione di Somma del contenuto dell'accumulatore con il contenuto del MDR.
- Questa operazione può essere scomposta in sette passi elementari:
 - Trasferimento del contenuto dell'accumulatore sul bus dati interno alla CPU.
 - Trasferimento del contenuto del bus dati nella ALU.
 - Trasferimento del contenuto del MDR sul bus dati interno alla CPU.
 - Trasferimento del contenuto del bus dati nella ALU.
 - Attivazione della logica di somma.
 - Trasferimento del contenuto della ALU (risultato della somma) sul bus dati.
 - Trasferimento del contenuto della data bus nell'accumulatore (che conterrà il risultato della somma).

CPU - Fasi di Fetch e Execute

- In qualunque processore l'esecuzione di una generica istruzione avviene in due fasi differenti:

la fase di ricerca (FETCH): consiste nel prelievo dalla memoria centrale dell'istruzione

la fase di esecuzione (EXECUTE), caratterizzata dalla decodifica dell'istruzione e dall'attivazione del microprogramma ad essa associato.

CPU - Fasi di Fetch e Execute

- Esempio: Supponiamo che l'istruzione sia di somma fra il contenuto dell'accumulatore e il contenuto di una cella di memoria il cui indirizzo sia dato direttamente dalla parte operando dall'istruzione stessa.
- Supponiamo cioè che la cella di memoria contenente l'istruzione da eseguire sia strutturata come segue:

codice istruzione

indirizzo RAM del secondo operando

CPU - Fasi di Fetch e Execute

■ Fase di ricerca (FETCH):

Il contenuto del Program Counter (PC) è relativo all'indirizzo di memoria che contiene l'istruzione.

Il contenuto del Program Counter è inviato al MAR (Memory Address Register) per operare il prelevamento dell'istruzione all'indirizzo di memoria contenuto nel MAR.

Il dato prelevato dalla memoria è riposto nel MDR (Memory Data Register).

Il contenuto del MDR, ossia l'istruzione, è messa nel Instruction Register per essere decodificata.

Il Program Counter viene incrementato per puntare all'istruzione successiva.

CPU - Fasi di Fetch e Execute

- Ha inizio a questo punto la fase di esecuzione (EXECUTE):

la parte dell'istruzione relativa all'indirizzo del secondo operando viene trasferita nel MAR

L'effettivo operando, prelevato dalla memoria è posto nel MDR.

L'operando viene presentato ad un ingresso della ALU.

All'altro ingresso dell'ALU viene presentato il contenuto dell'accumulatore.

L'ALU, predisposta dall'Instruction Register ad eseguire la somma, pone il suo risultato nell'accumulatore.

- La fase di esecuzione è terminata ed il processore prosegue con la fase di ricerca dell'istruzione successiva.

Road map dei microprocessori

	Socket	Canale	Milioni Transistor	Cache L1	Cache L2	Clock CPU	FSB
AMD							
K6	Socket 7	0,35 μ		64KB	0KB	2,33GHz	66MHz
K6 - II	Socket 7	0,25 μ		64KB	0KB	3,00GHz	66MHz
K6-III	Super Socket 7	0,25 μ		64KB	256KB	4,50GHz	100MHz
DURON	SOCKET A	0,18 μ	25Mtr	128KB	64KB	1,2GHz	200Mhz
ATHLON	SOCKET A	0,18 μ	37Mtr	128KB	256KB	1,4GHz	266Mhz
ATHLON XP	SOCKET A	0,18 μ	37,5Mtr	128KB	256KB	1,6GHz	266Mhz
ATHLON MP	SOCKET A	0,18 μ	37,5Mtr	128KB	256KB	1,6GHz	266Mhz

Road map dei microprocessori

	Socket	Canale	Milioni Transistor	Cache L1	Cache L2	Clock CPU	FSB
INTEL							
CELERON Coppermine	SOCKET 370	0,18 μ	19Mtr	32KB	128KB	1,1GHz	100Mhz
CELERON TUALATIN	SOCKET 370	0,13 μ	28,5Mtr	32KB	256KB	1,2GHz	100Mhz
PENTIUM III Coppermine	SOCKET 370	0,18 μ	28Mtr	32KB	256KB	1,1GHz	133MHz
PENTIUM III TUALATIN	Slot1/ SOCKET 370	0,13 μ	28Mtr	32KB	256KB/ 512KB	1,4GHz	133MHz
PENTIUM IV	SOCKET 423	0,18 μ	42Mtr	8KB	256KB	2GHz	
PENTIUM IV	SOCKET 478	0,13 μ	42Mtr	8KB	512KB	2,8GHz	
Pentium IV EE	Socket 478	0,13 μ	169Mtr	8KB	512KB+ 2MB (L3)	3,2GHz	200MHz

Pentium IV

Pentium 4 Extreme Edition 3.20 GHz vs. Athlon 64 3200+					
	P4EE 3.2	P4 3.2	A64 FX-51	A64 3200+	AXP 3200+
<i>Frequenza</i>	3.20 GHz	3.20 GHz	2.2 GHz	2.0 GHz	2.2 GHz
<i>Cache L1 (data)</i>	8 kB	8 kB	64 kB	64 kB	64 kB
<i>Cache L2</i>	512 kB	512 kB	1 MB	1 MB	512 kB
<i>Cache L3</i>	2 MB	-	-	-	-
<i>Frequenza FSB</i>	200 MHz	200 MHz	200 MHz	200 MHz	200 MHz
<i>Processo produttivo</i>	0.13 micron	0.13 micron	0.13 micron	0.13 micron	0.13 micron
<i>Transistor</i>	169 milioni	55 milioni	106 milioni	106 milioni	54 milioni
<i>Area di core</i>		146 mm ²	193 mm ²	193 mm ²	101 mm ²
<i>Voltaggio di core</i>	1.550 V	1.550 V	1.50V	1.50V	1.65V
<i>Package</i>	Socket 478	Socket 478	Socket 940	Socket 754	Socket A

La Scheda Madre

