



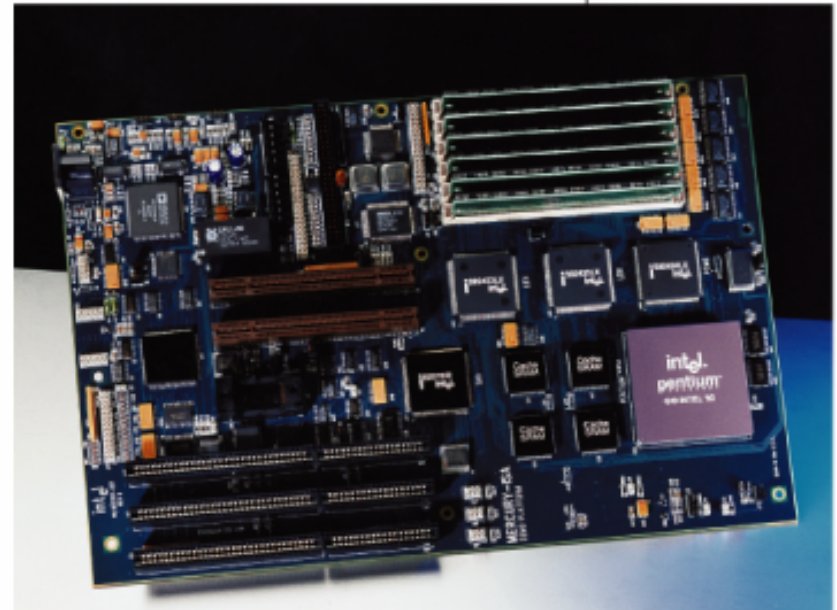
Architettura dei computer

- In un computer possiamo distinguere quattro unità funzionali:
 - il **processore**
 - la **memoria principale (memoria centrale, RAM)**
 - la **memoria secondaria**
 - i **dispositivi di input/output**

La memoria principale

- Fornisce la capacità di "memorizzare" le informazioni
- Può essere vista come una lunga sequenza di componenti elementari, ognuna delle quali può contenere un'unità di informazione (un bit)

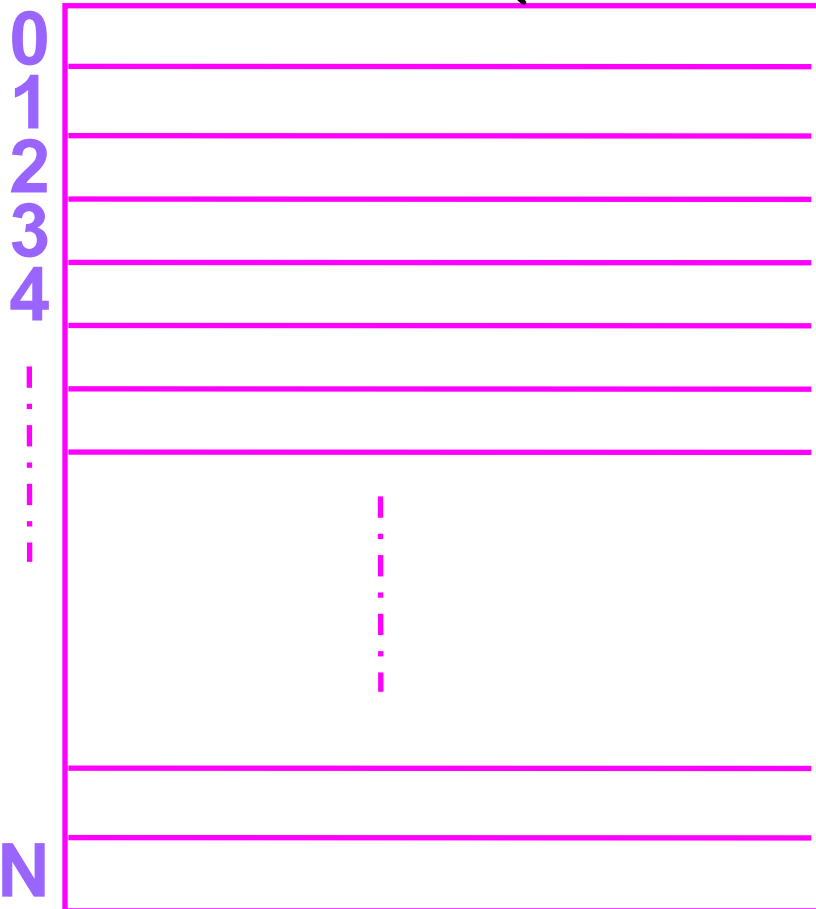
RAM (memoria principale) montata su chip nei moduli (schede)



Microprocessore (con CPU)

La memoria principale

La memoria RAM è organizzata come una sequenza di "celle"
(note anche come **parole di memoria**)



- Ciascuna cella è caratterizzata da un **indirizzo**
- Gli indirizzi corrispondono all'ordinamento delle celle nella sequenza
- Gli indirizzi sono numeri interi (partono da 0)



La memoria principale

- Un altro nome con cui viene indicata la memoria principale è memoria **RAM** (**R**andom **A**ccess **M**emory)
- Questa definizione indica che il tempo di accesso ad una cella è lo stesso indipendente dalla posizione della cella
- Le operazioni che un processore può effettuare sulla memoria sono le operazioni di lettura e scrittura di informazioni nelle celle
- Una cella può contenere un dato o un'istruzione



La memoria principale

- Per eseguire queste operazioni si deve specificare l'indirizzo della cella su cui si vuole operare
- L'indirizzo di una cella è un numero intero e quindi lo si può codificare in binario
- È necessario stabilire quanti bit devono essere utilizzati per rappresentare l'indirizzo
- Maggiore è il numero di bit utilizzati, maggiore sarà il numero di celle indirizzabili

Spazio di indirizzamento

- Ad esempio, se l'elaboratore utilizza 32 bit per l'indirizzo, la memoria potrà contenere fino a 4.294.967.296 celle. Se una cella contiene 1 byte allora abbiamo una memoria di 4 GB



La memoria principale

- Le dimensioni della memoria principale variano a seconda del tipo di computer e vengono espresse mediante le seguenti unità di misura:
- 1 Kilobyte (KByte) corrisponde a 1024 byte
 - 1 Megabyte (MByte) corrisponde a 1024 Kbyte
 - 1 Gigabyte (GByte) corrisponde a 1024 Mbyte
 - 1 Terabyte (TByte) corrisponde a 1024 Gbyte
- Nei computer attuali le dimensioni tipiche della memoria principale vanno dai 256Mbyte a 4 Gbyte



La memoria principale

- Una **parola di memoria** è, a seconda del tipo di computer, un aggregato di due, quattro o addirittura otto byte, sul quale si può operare come su un blocco unico
- Nei computer attuali le dimensioni tipiche delle parole di memoria vanno dai 32 bit (4 byte) ai 64 bit (8 byte)
- Un altro aspetto che caratterizza la memoria è il **tempo di accesso** (tempo necessario per leggere o scrivere un'informazione in una parola)



La memoria principale

- Le memorie principali dei computer attuali sono molto veloci e i loro tempi di accesso sono di pochi nanosecondi (un miliardesimo di secondo)
- La memoria principale perde ogni suo contenuto quando si interrompe l'alimentazione elettrica. Questa caratteristica viene chiamata **volatilità**
- È quindi necessario per conservare le informazioni (programmi e dati) avere altri tipi di memoria che preservano il contenuto anche senza alimentazione elettrica



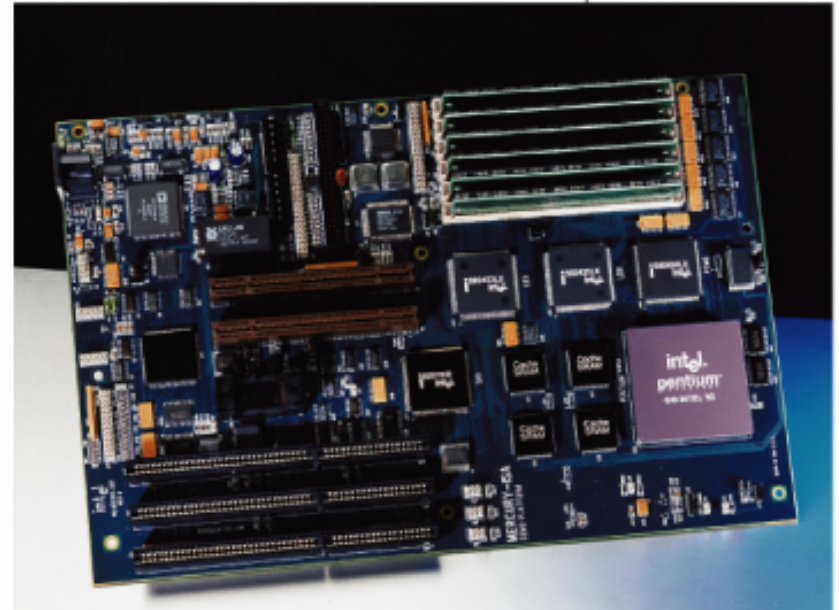
Tecnologie per memorie RAM

- DRAM (Dynamic RAM) il contenuto viene memorizzato per pochissimo tempo per cui deve essere aggiornato centinaia di volte al secondo
- SRAM (Static RAM) veloce e costosa, non deve essere aggiornata come le DRAM. Viene usata per le memorie cache (che vedremo più tardi)
- VRAM (Video RAM) usata per la memorizzazione di oggetti grafici sullo schermo

Il processore

- Il processore (detto anche CPU, ovvero, Central Processing Unit) è la componente dell'unità centrale che fornisce la capacità di elaborazione delle informazioni contenute nella memoria principale

RAM (memoria principale) montata su chip nei moduli (schede)



Microprocessore (con CPU)



Il Processore

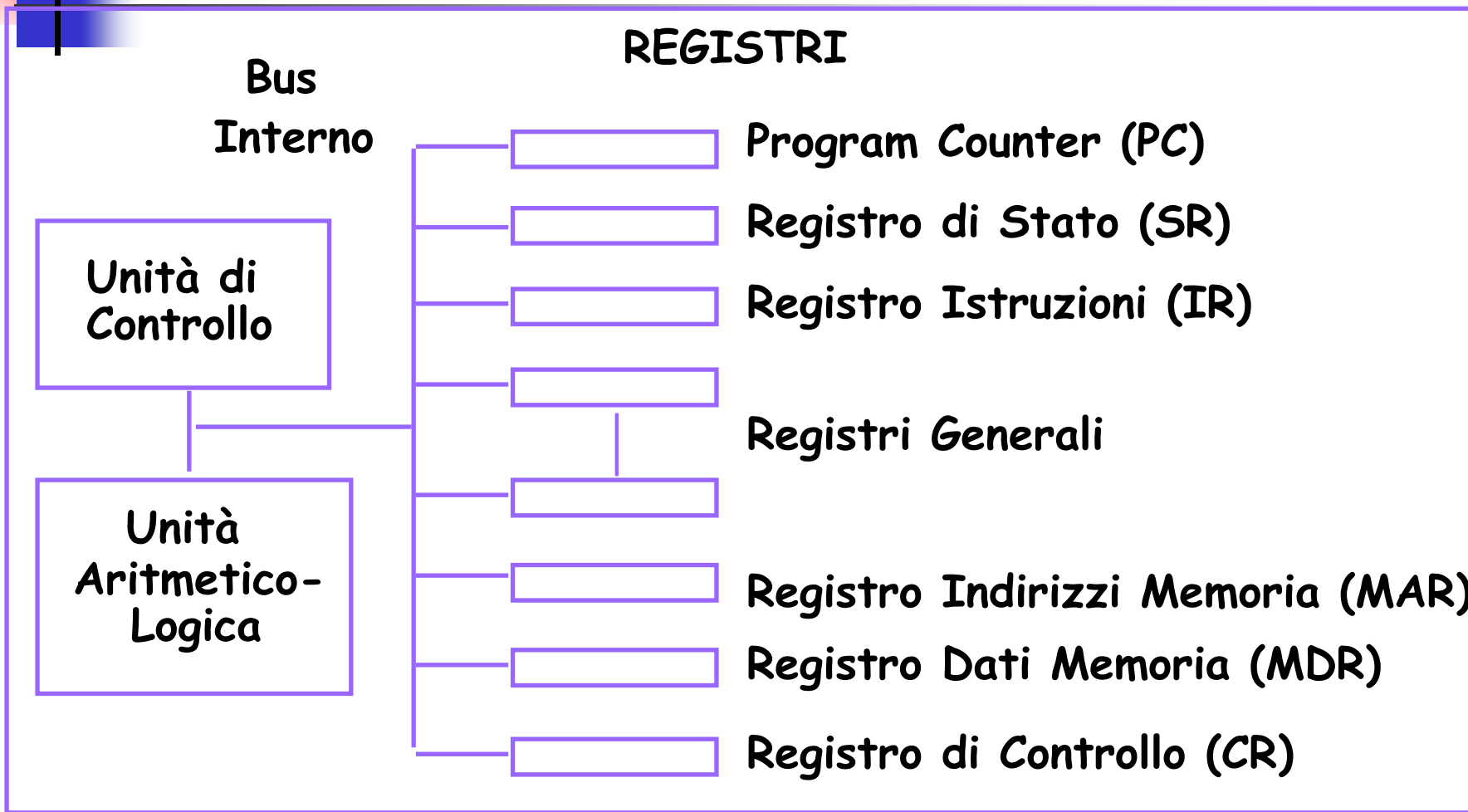
- L'elaborazione avviene in accordo a sequenze di istruzioni (**istruzioni macchina**)
- Il linguaggio in cui si scrivono queste istruzioni viene chiamato **linguaggio macchina**
- *Programma*: specifica univoca di una serie di operazioni che l'elaboratore deve svolgere
- E' costituito da una sequenza ordinata di *istruzioni macchina*
- Il ruolo del processore è quello di eseguire **programmi in linguaggio macchina**



Il Processore

- Nei computer sia il programma che i dati (le informazioni da elaborare) devono essere *caricati* (cioè, copiati) in memoria principale
- La memoria contiene almeno due tipi di informazioni:
 - la sequenza di istruzioni che devono essere eseguite dal processore;
 - l'insieme di dati (informazioni) su cui tali istruzioni operano
- Il processore è costituito da varie componenti che svolgono compiti differenti

Componenti di un processore





Il Processore: l'unità di controllo

- L'**U**nità di **C**ontrollo (**UC**) si occupa di coordinare le diverse attività che vengono svolte all'interno del processore
- Il processore svolge la sua attività in modo ciclico: ad ogni ciclo corrisponde l'esecuzione di una istruzione macchina
- Ad ogni ciclo vengono svolte diverse attività controllate e coordinate dalla UC
 - si legge (carica) dalla memoria principale la prossima istruzione da eseguire;
 - si decodifica l'istruzione e si leggono (caricano) eventuali dati (informazioni) dalla memoria principale
 - si esegue l'istruzione
 - si memorizza un eventuale risultato (informazione elaborata) in memoria principale

CICLO FETCH-DECODE-EXECUTE



Il Processore: l'unità di controllo

- La frequenza con cui vengono eseguiti i cicli di esecuzione è scandita da una componente detta **clock**
- Ad ogni impulso di clock la UC esegue un ciclo di esecuzione di istruzioni macchina
- La velocità di elaborazione di un processore dipende dalla frequenza del suo clock
- I processori attuali hanno valori di frequenza di clock che raggiungono i 3,8 GHz (3800 milioni di impulsi al secondo)



Il Processore: i registri

- Il processore contiene al suo interno un certo numero di registri (unità di memoria estremamente veloci)
- Le dimensioni di un registro sono di pochi byte (4, 8), di solito, la dimensione di una parola di memoria
- I registri contengono delle informazioni di necessità immediata per il processore
- Esistono due tipi di registri:
 - i registri speciali utilizzati dalla UC per scopi particolari;
 - i registri di uso generale (registri aritmetici)



Il Processore: i registri speciali

- Program Counter: i bit del registro PC indicano l'indirizzo di una parola in RAM il cui contenuto rappresenta la prossima istruzione da eseguire
- Registro Istruzione: i bit del registro IR indicano l'istruzione appena letta dalla RAM e da decodificare
- Registro Indirizzi Memoria (MAR): i bit del registro MAR indicano l'indirizzo di una parola in RAM il cui contenuto deve essere letto o scritto dal processore



Il Processore: i registri speciali

- Registro Dati Memoria (MDR): i bit del registro MDR indicano una copia del contenuto di una parola in RAM letto dal processore o il valore di bit che devono essere scritti in RAM dal processore
- Registro di Stato (SR): i bit del registro SR indicano che una particolare condizione si è verificata a seguito dell'esecuzione di un'istruzione, ad esempio, se un'istruzione di somma genera un overflow allora la ALU scrive un certo valore nel registro SR.



Il Processore: i registri di uso generale

- I registri generali sono usati per l'esecuzione di istruzioni memorizzando, ad esempio:
 - il contenuto di una parola di memoria letto dal processore
 - il risultato di un'elaborazione sul contenuto di uno o più registri
 - gli operandi di un'istruzione aritmetica
 -



L'Unità Aritmetico-Logica

- L'Unità Aritmetico-Logica (ALU) è costituita da un insieme di circuiti in grado di svolgere le operazioni di tipo aritmetico e logico
- La ALU legge i dati contenuti all'interno dei registri generali, esegue le operazioni e memorizza il risultato in uno dei registri generali
- Vi sono circuiti in grado di eseguire la somma di due numeri binari contenuti in due registri e di depositare il risultato in un registro, circuiti in grado di eseguire il confronto tra due numeri



Come sono fatte le istruzioni

- Che tipo di istruzioni può eseguire un processore
 - leggi la parola in RAM all'indirizzo 5 e mettila nel registro R0
 - scrivi il contenuto del registro R1 nella parola di memoria all'indirizzo y
 - somma il contenuto dei registri R0 e R8 mettendo il risultato nel registro R4
 - inverti i bit del registro R6 mettendo il risultato in R2
 - trasla verso sinistra di una posizione i bit del registro R9 e scrivi il risultato nella parola di memoria il cui indirizzo è contenuto nel registro R6
 - cambia il contenuto del registro PC (istruzioni di salto)
 -



Come sono codificate le istruzioni

- Le istruzioni che un processore può eseguire sono anch'esse rappresentate in formato digitale.
- Si sceglie di usare un certo numero di bit e si fa corrispondere ad un'operazione una configurazione.
- Si sceglie di usare un certo numero di bit e si fa corrispondere ad un registro una configurazione.
- A seconda dello spazio di indirizzamento, si sceglie di usare un certo numero di bit e si fa corrispondere ad un indirizzo una configurazione.
- In questo modo, le istruzioni sono rappresentate in formato digitale e mantenute all'interno della RAM per essere prelevate (lette) ed eseguite dal processore.



Come sono codificate le istruzioni

- Istruzione che somma il contenuto del registro R3 con il contenuto del registro R8 e mette il risultato nel registro R13. In linguaggio macchina scriveremmo

ADD R3,R8,R13

- Ipotizziamo di avere 16 registri in tutto e di avere una dimensione della parola di memoria di 16 bit (per cui un'istruzione è codificata con 16 bit)
- associo all'operazione ADD 4 bit fatti così: 1011
- associo 4 bit ad ogni indice di registro per cui ottengo per R3 (0011), per R8 (1000), per R13 (1101) per cui si ha che
- ADD R3,R8,R13 si codifica con 1011 0011 1000 1101

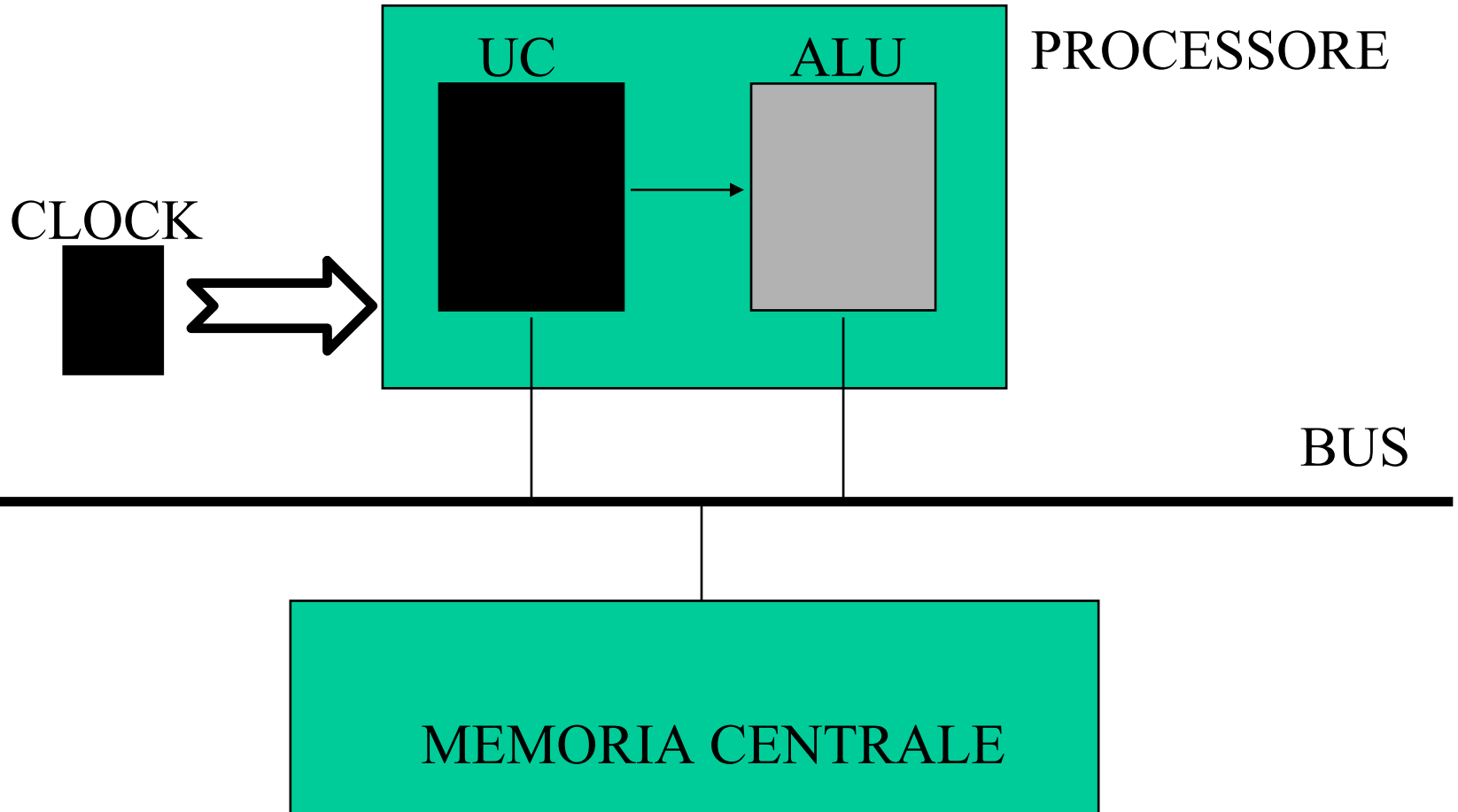


Il bus

- Problema: collegare le varie componenti (fisicamente separate) di un calcolatore, ad esempio, processore e memoria centrale
- Problema: come fa il processore a trasmettere alla RAM i bit che codificano l'indirizzo di una parola, il contenuto di un registro, etc.?
- Problema: come fa la RAM a trasmettere al processore i bit che sono contenuti in una parola di memoria?
- Collegare ogni componente a tutte le altre (costoso se ho molte componenti separate)
- Usare un unico collegamento condiviso

Bus di sistema: insieme di collegamenti (solitamente in rame) che connette tutti i componenti di un'architettura

Interazione tra processore e memoria





Stato dell'arte per PC

- Processori INTEL della famiglia Pentium
 - Pentium IV (con frequenze fino a 3,8 GHz)
 - Pentium M (per portatili)
 - Pentium Dual Core (due unità di elaborazione su un solo chip!!)
- Processori AMD
- Processori Motorola (PowerPC, Processori per Macintosh)
-
-



La memoria secondaria

- La memoria principale non può essere troppo grande a causa del suo costo elevato
- Non consente la memorizzazione permanente dei dati (volatilità)
- Per questi motivi sono stati introdotti due tipi di memoria:
 - Memoria principale veloce, volatile, di dimensioni relativamente piccole;
 - Memoria secondaria, più lenta e meno costosa, con capacità di memorizzazione maggiore ed in grado di memorizzare i dati in forma permanente



La memoria secondaria

- La memoria secondaria viene utilizzata per mantenere tutti i programmi e tutti i dati che possono essere utilizzati dal computer
- La memoria secondaria viene anche detta **memoria di massa o memoria periferica**
- Quando si vuole eseguire un certo programma, questo dovrà essere copiato dalla memoria di massa a quella principale (**caricamento**)



La memoria secondaria - il magnetismo

- La memoria secondaria deve avere capacità di memorizzazione permanente e quindi per la sua realizzazione si utilizzano tecnologie basate sul magnetismo (dischi e nastri magnetici) o tecnologie basate sull'uso dei raggi laser (dischi ottici)
- Nel primo caso si sfrutta l'esistenza di sostanze che possono essere magnetizzate.
- La magnetizzazione è permanente fino a quando non viene modificata per effetto di un agente esterno
- La magnetizzazione può essere di due tipi (positiva e negativa)
- I due diversi tipi di magnetizzazione corrispondono ai due valori dell'unità fondamentali di informazione (bit)



La memoria secondaria - l'ottica

- Le tecnologie dei dischi ottici sono completamente differenti e sono basate sull'uso di raggi laser
- Il raggio laser è un particolare tipo di raggio luminoso estremamente focalizzato che può essere emesso in fasci di dimensioni molto ridotte
- La riflessione, o meno, del fascio luminoso può essere riconosciuta e corrisponde ai due valori dell'unità fondamentali di informazione (bit)



Caratteristiche della memoria secondaria

- I supporti di memoria di massa sono molto più lenti rispetto alla memoria principale (presenza di dispositivi meccanici)
- Le memorie di massa hanno capacità di memorizzazione (dimensioni) molto maggiori di quelle delle tipiche memorie principali
- Il processore non può utilizzare direttamente la memoria di massa per l'elaborazione dei dati
- Il programma in esecuzione deve essere in memoria principale e quindi le informazioni devono essere trasferite dalla memoria secondaria a quella principale ogni volta che servono



Caratteristiche della memoria secondaria

- Nel caso della memoria principale si ha sempre l'accesso diretto ai dati, nel caso della memoria secondaria solo alcuni supporti consentono l'accesso diretto mentre altri supporti permettono solo l'accesso sequenziale
- Nelle memorie di massa le informazioni sono organizzate in blocchi di dimensioni più grandi, di solito da 1 KByte in su

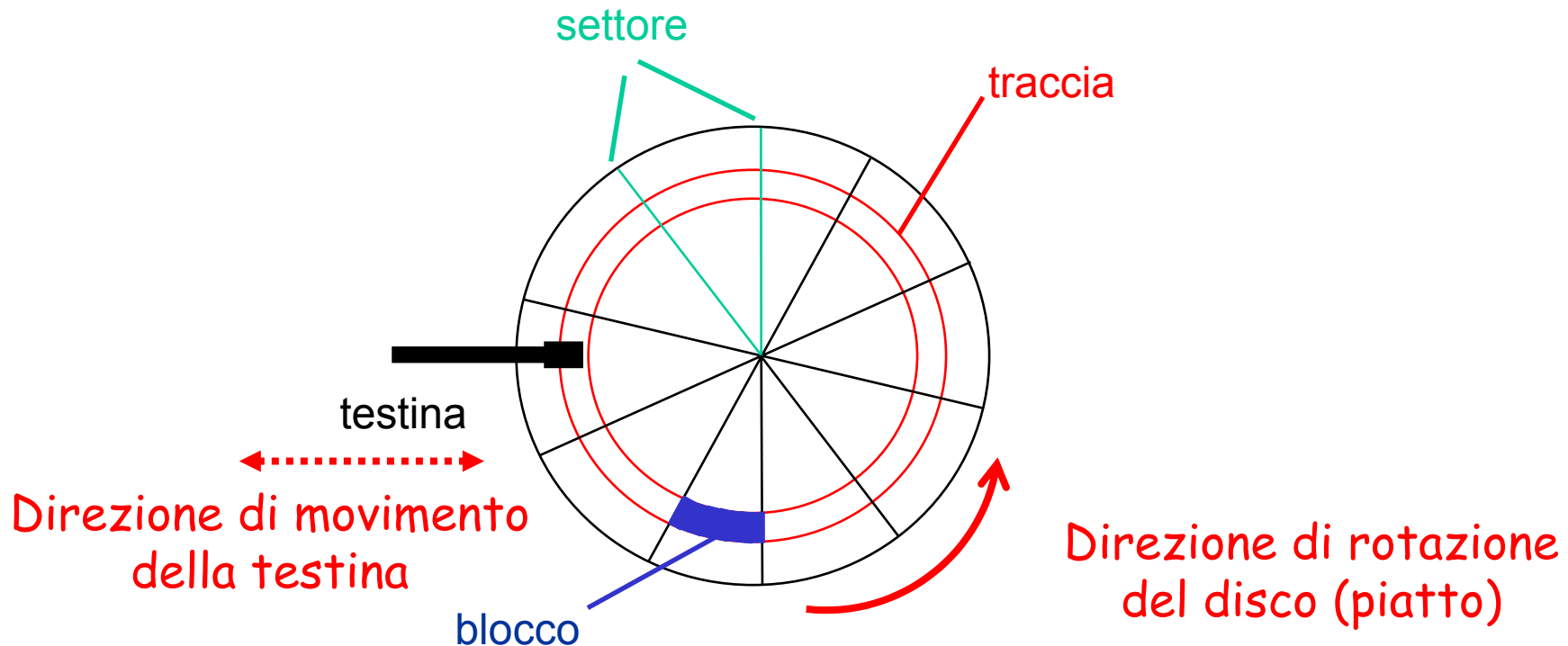


I dischi magnetici

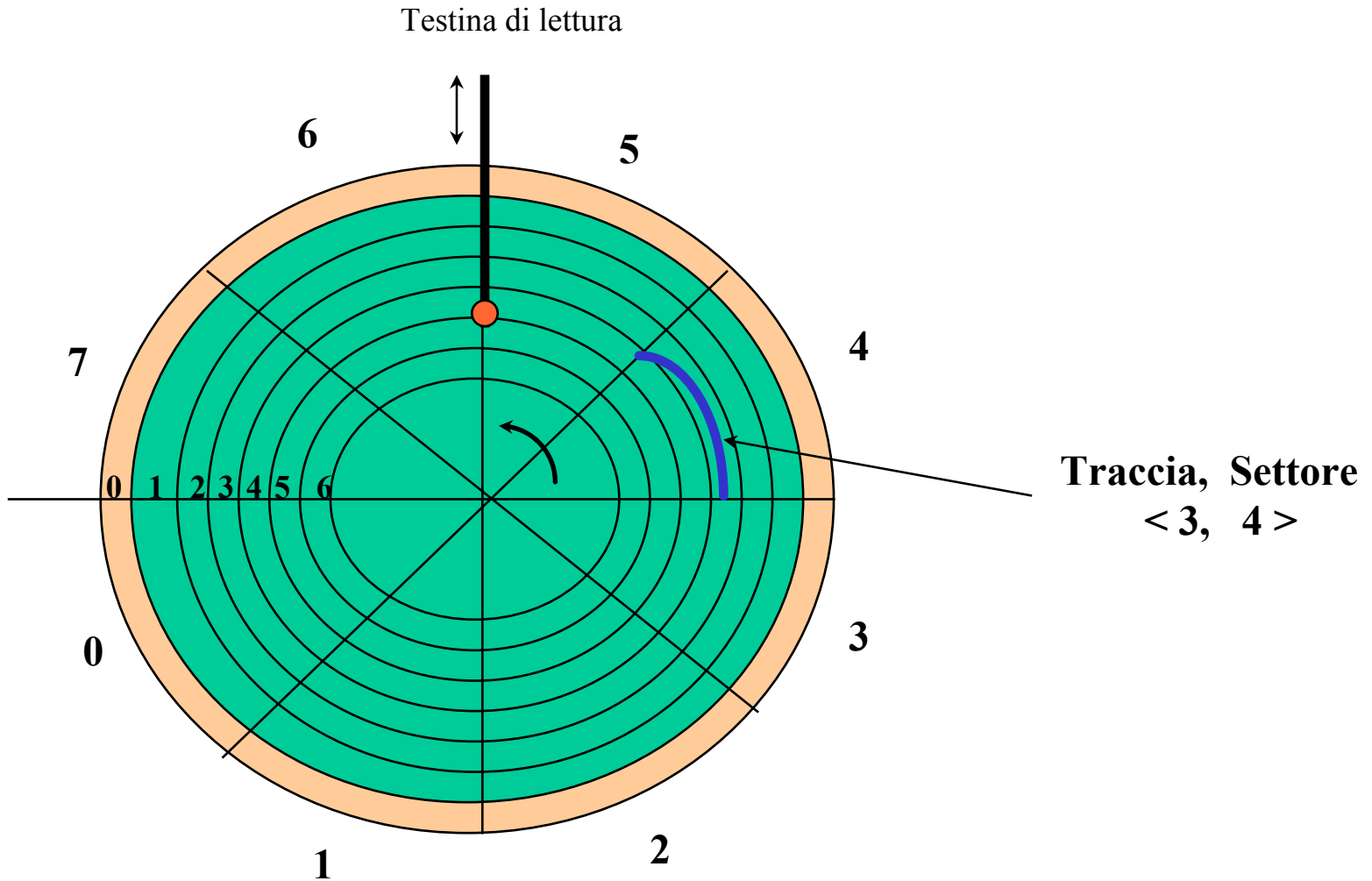
- I dischi magnetici sono i dispositivi di memoria secondaria più diffusi
- Sono dei supporti di plastica, vinile o metallo, su cui è depositato del materiale magnetizzabile
- Nel corso delle operazioni i dischi vengono mantenuti in rotazione a velocità costante e le informazioni vengono lette e scritte da testine del tutto simili a quelle utilizzate nelle cassette audio/video
- Entrambi i lati di un disco possono essere sfruttati per memorizzare le informazioni

I dischi magnetici

I dischi sono suddivisi in **tracce** concentriche e **settori**, ogni settore è una fetta di disco. I settori suddividono ogni traccia in porzioni di circonferenza dette **blocchi** (o record fisici)



I dischi magnetici





I dischi magnetici

- La suddivisione della superficie di un disco in tracce e settori viene detta **formattazione**
- Il blocco è dunque la minima unità indirizzabile in un disco magnetico e il suo indirizzo è dato da una coppia di numeri che rappresentano il numero della traccia e il numero del settore
- I dischi magnetici consentono **l'accesso diretto** in quanto è possibile posizionare direttamente la testina su un qualunque blocco senza dover leggere quelli precedenti



I dischi magnetici

- Per effettuare un'operazione di lettura (scrittura) su un blocco è necessario che la testina si posizioni in corrispondenza dell'indirizzo desiderato
- Il tempo di accesso alle informazioni sul disco è dato dalla somma di tre tempi dovuti a:
 - spostamento della testina in senso radiale fino a raggiungere la traccia desiderata (seek time);
 - attesa che il settore desiderato si trovi a passare sotto la testina; tale tempo dipende dalla velocità di rotazione del disco (latency time);
 - tempo di lettura vero e proprio dell'informazione



I dischi magnetici - hard disk

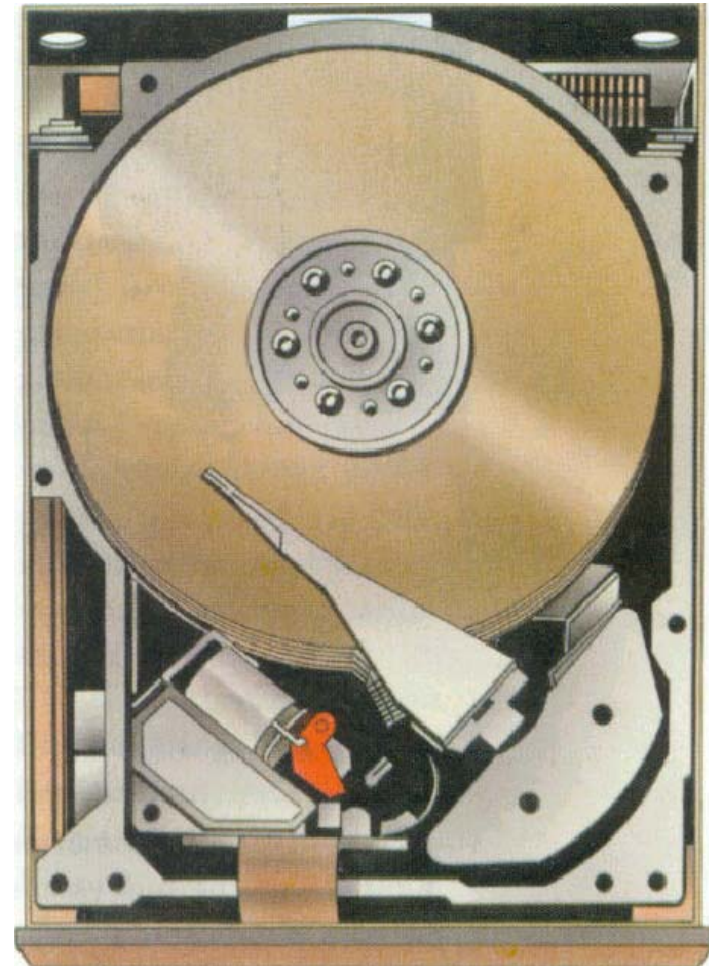
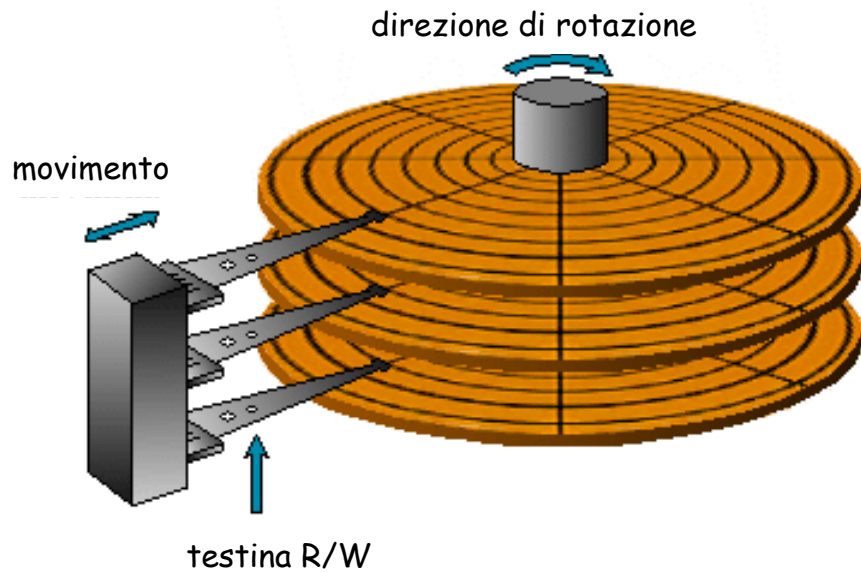
- Una classificazione dei dischi magnetici è quella che distingue tra hard disk e floppy disk
- Gli hard disk sono dei dischi che vengono utilizzati come supporto di memoria secondaria fisso all'interno dell'elaboratore
- Supporto di metallo rivestito da una sostanza magnetizzabile
- Sono generalmente racchiusi in contenitori sigillati in modo da evitare qualunque contatto con la polvere
- Si usano più dischi con più testine



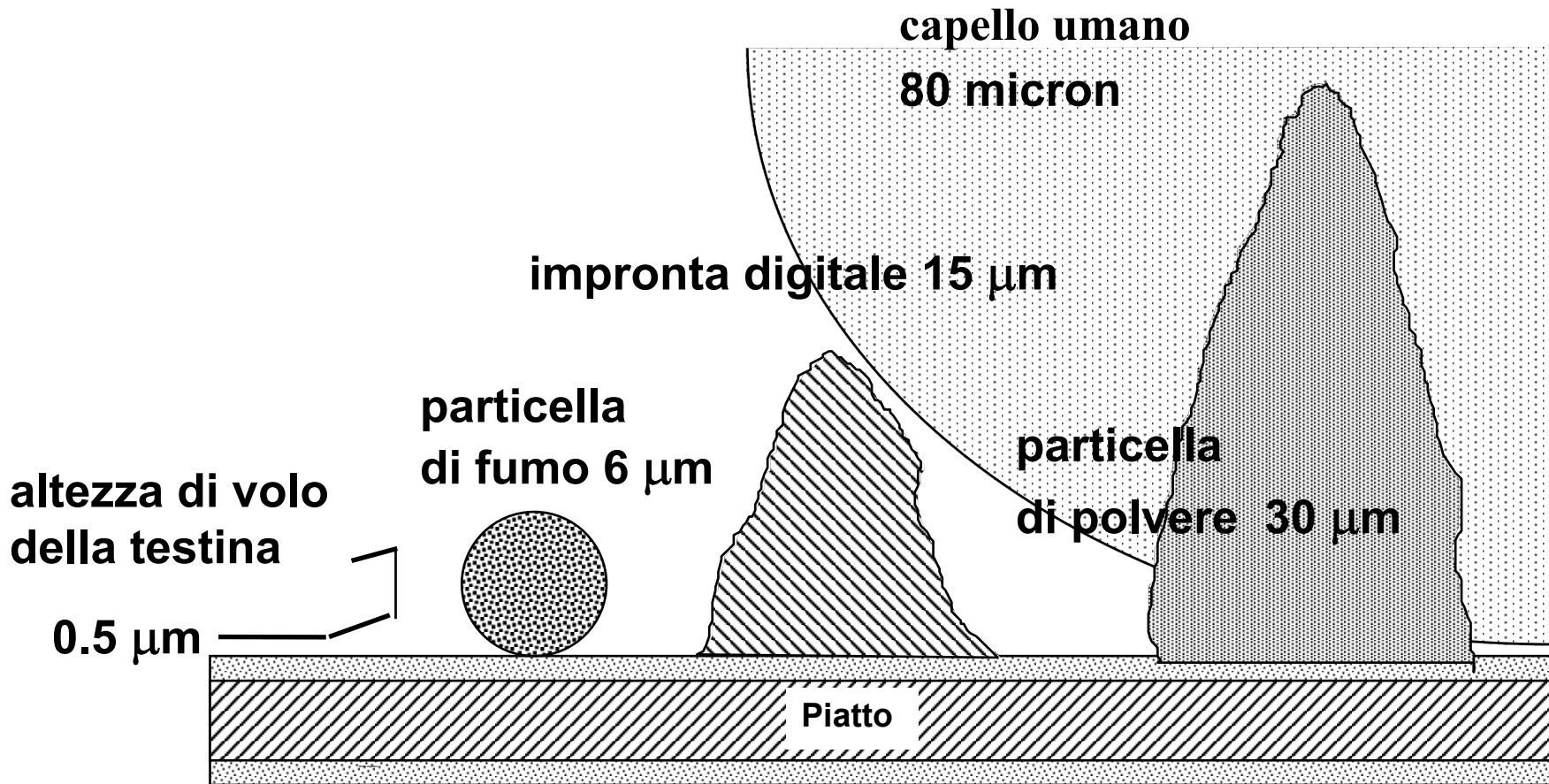
I dischi magnetici - hard disk

- I dischi rigidi hanno capacità di memorizzazione elevata, si va fino a dischi di alcune centinaia di Gbyte
- I dischi rigidi hanno velocità di rotazione elevata, si va fino a dischi con 15000 RPM (Round Per Minute)
- I dischi rigidi hanno tempi di seek medi bassi, si va fino a dischi con 3-4 ms di tempo medio di accesso

I dischi magnetici - hard disk



I dischi magnetici - hard disk





I dischi magnetici - floppy disk

- I floppy disk (dischetti flessibili) sono supporti rimovibili
- Ogni elaboratore (PC fisso) è dotato di almeno una unità di lettura-scrittura detta drive, all'interno della quale l'utente può inserire i propri dischetti
- **I drive per la gestione dei floppy sono scomparsi nei portatili**
- I floppy disk sono di materiale plastico (mylar) e ricoperti da un piccolo stato di sostanza magnetizzabile
- Sono protetti da un involucro in materiale plastico duro
- I tempi di accesso sono più alti di quelli dei dischi rigidi
- Oggi sono comuni floppy disk da 3.5" con capacità di memorizzazione di 1,44 MByte **(una volta esistevano quelli da 5.25" e 1.2MByte)**
- I floppy disk hanno velocità di rotazione bassa, si va fino a dischi con 360 RPM (Round Per Minute)

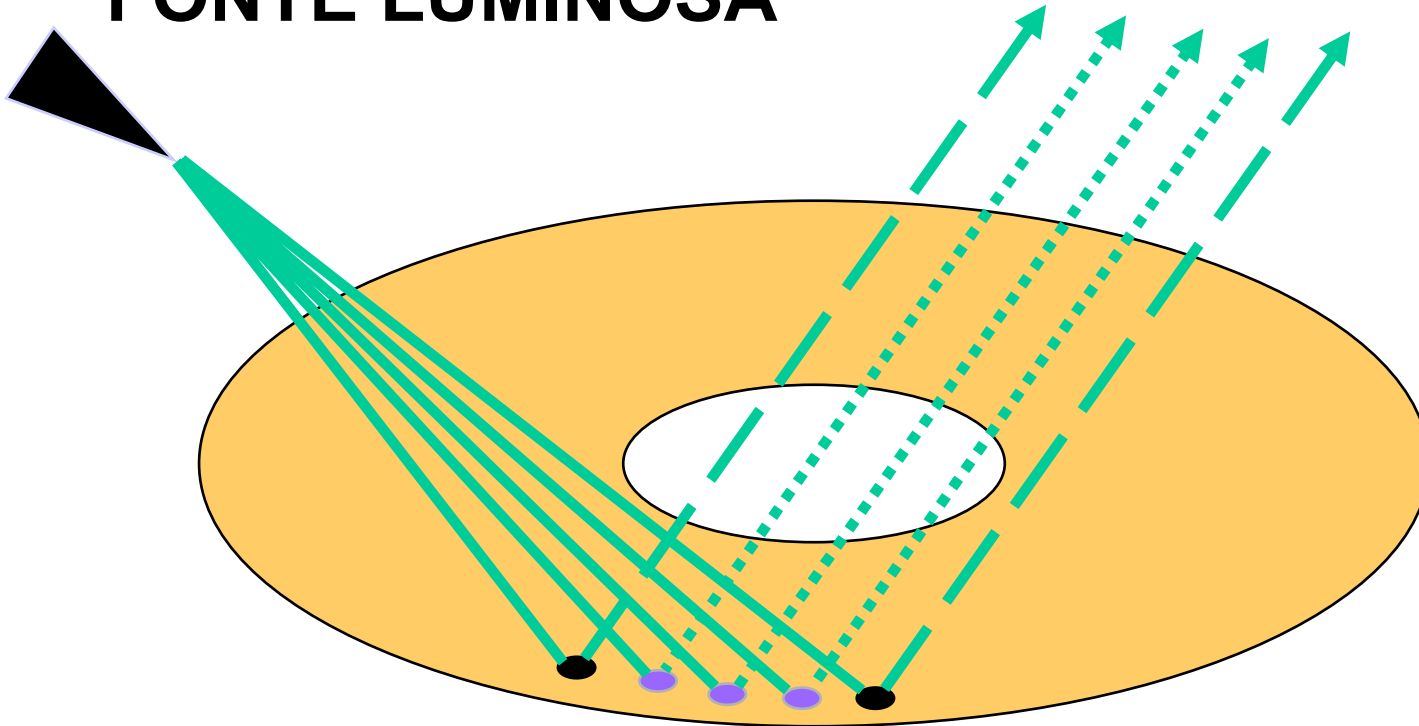


I dischi ottici

- Le tecnologie dei dischi ottici sono completamente differenti e sono basate sull'uso di raggi laser
- Il raggio laser è un particolare tipo di raggio luminoso estremamente focalizzato che può essere emesso in fasci di dimensioni molto ridotte
- Il raggio laser viene riflesso in modo diverso da superfici diverse, e si può pensare di utilizzare delle superfici con dei piccolissimi "forellini" (PIT o AVALLAMENTI)

I dischi ottici

FONTE LUMINOSA



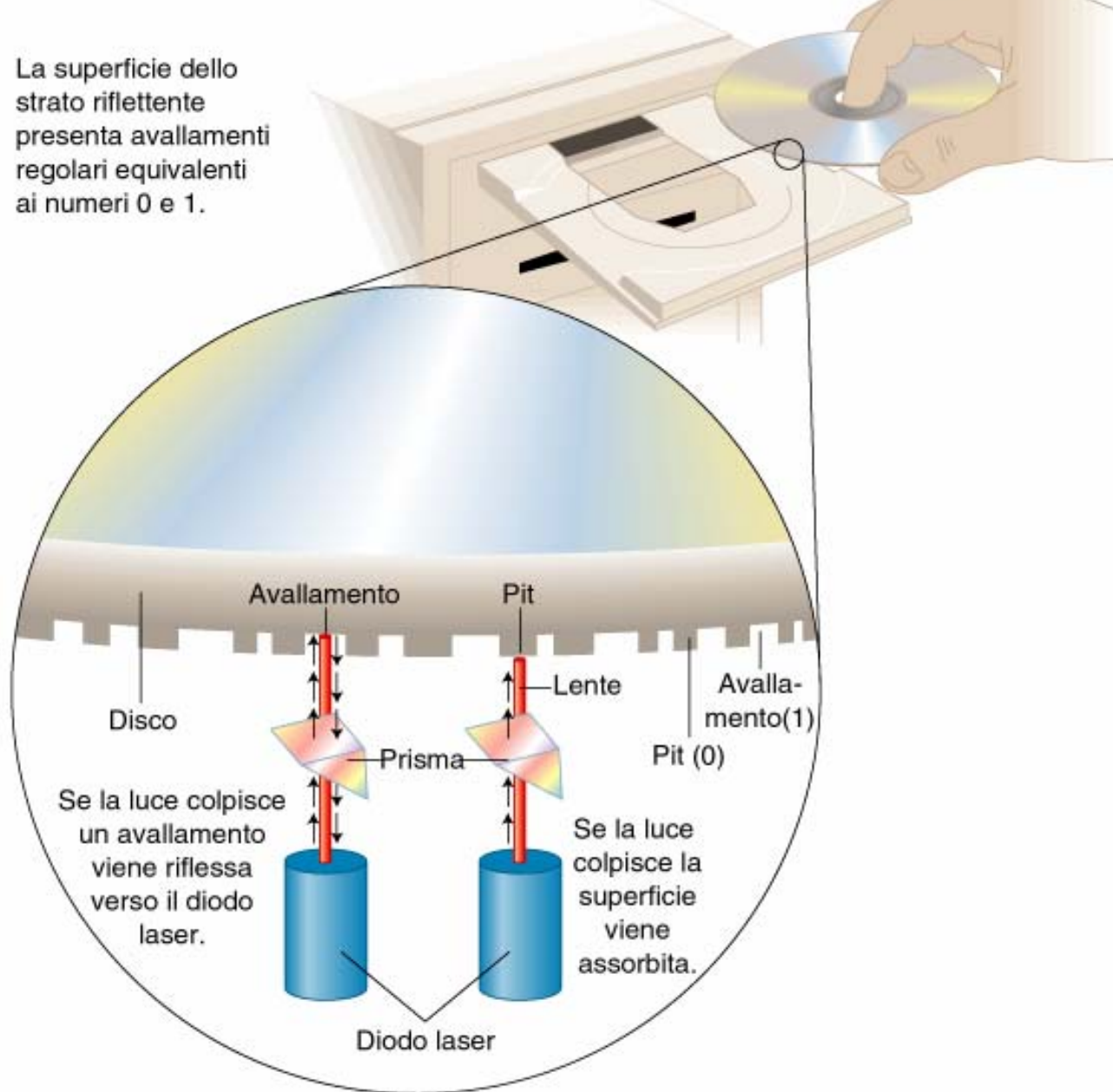
0 1 1 1 0



I dischi ottici

- Ogni unità di superficie può essere "forata" o "non forata" e questo corrisponde ai due diversi valori dell'unità di informazione elementare (bit)
- L'informazione contenuta su un'unità di superficie può essere letta guardando la riflessione del raggio laser proiettato sulla superficie stessa
- Aggregazioni di informazioni possono essere ottenute dividendo una superficie di grandi dimensioni in molte unità elementari, ognuna delle quali rappresenta un singolo bit

La superficie dello strato riflettente presenta avallamenti regolari equivalenti ai numeri 0 e 1.





I dischi ottici

- I dischi ottici vengono usati solitamente per la distribuzione dei programmi e come archivi di informazioni
- I dischi ottici hanno una capacità di memorizzazione (ad oggi) inferiore rispetto ai dischi magnetici
- Le dimensioni tipiche per i dischi ottici utilizzati oggi vanno dai 650 MByte in su, fino a uno o più GByte
- I dischi ottici hanno costo inferiore e sono molto più affidabili e difficili da rovinare



I dischi ottici

- CD - Compact Disk
 - Capacità di 650-700 MB
 - CD-ROM
 - CD-R
 - CD-RW
- la scrittura è un'operazione complicata, che richiede delle modifiche fisiche del disco
- si usa un masterizzatore



I dischi ottici - CD ROM

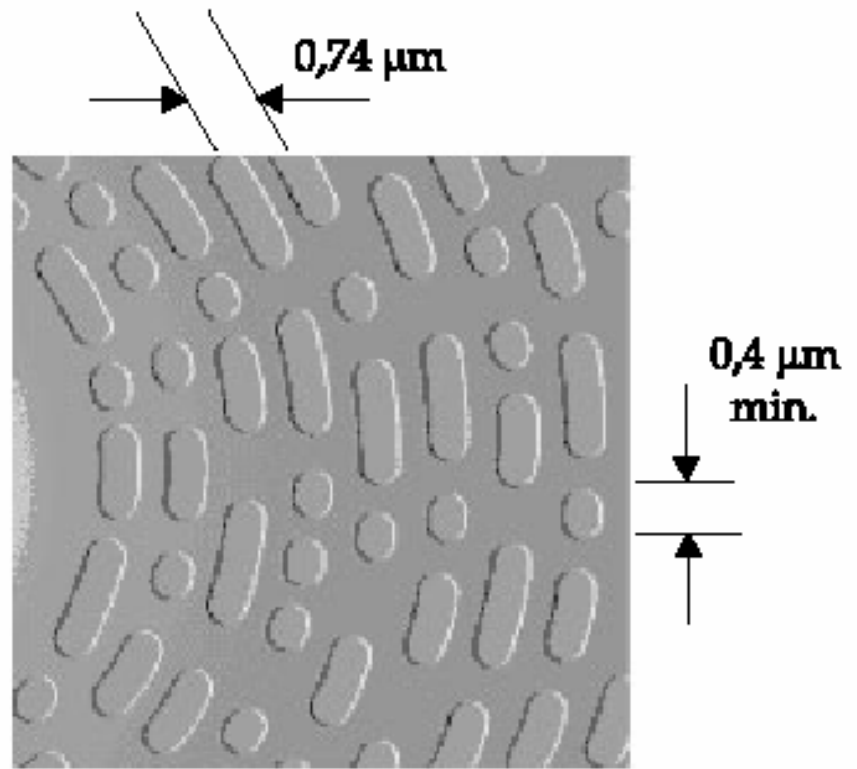
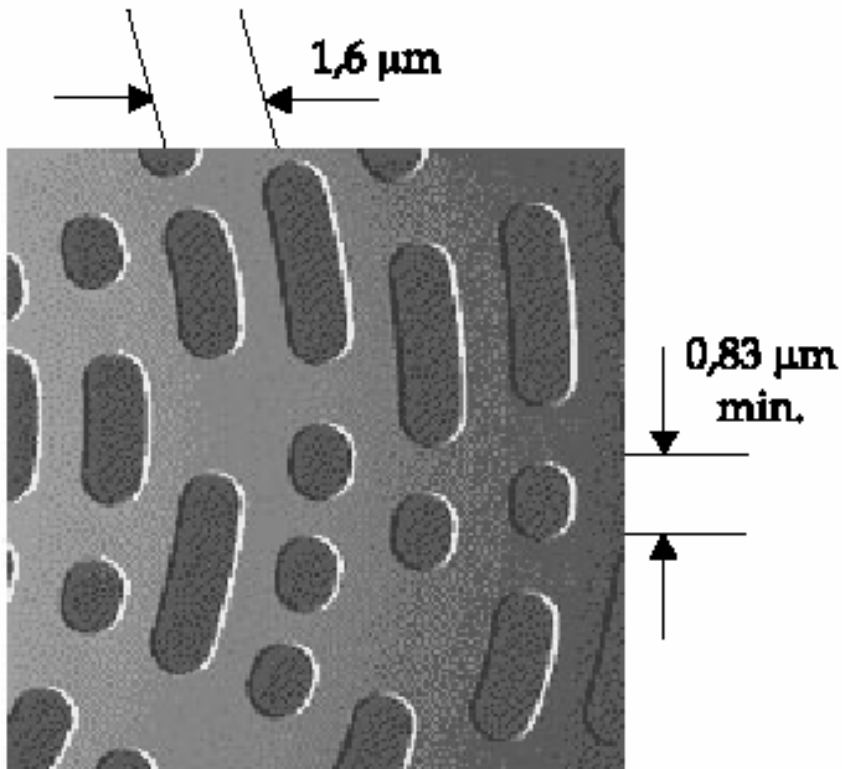
- ha una sola traccia a forma di spirale, la lettura dei dati avviene in modo sequenziale;
- i lettori di CD-ROM imprimono velocità di rotazione diverse che dipendono della tecnologia costruttiva
- la velocità di lettura si denota come multiplo della velocità dei primi lettori (150 kB/sec) per cui con 2X si denota una velocità di 300 kB/sec, con 48X si denota una velocità di 7,2 MB/sec, etc
- la velocità di rotazione arriva anche a 12.000 RPM



I dischi ottici

- DVD (Digital Versatile Disc) o (Digital Video Disc)
- Capacità di 4,7 - 17 GB (in continuo aumento)
- Il lettore DVD costa poco più di un lettore CD e legge anche i CD
 - DVD-ROM a sola lettura
 - DVD-R scrivibili solo una volta
 - DVD-RAM leggibili e scrivibili
 - DVD-RW leggibili e scrivibili

Differenze tra CD e DVD





I dischi ottici

- Tra poco verranno presentati i dischi **HD-DVD** (High Density Digital Versatile Disc) o (High Density Digital Video Disc) e **Blu-ray Disc**
- Capacità di 30-60-90 GB (HD DVD singolo, doppio, triplo strato)
- Capacità di 27-54-100 GB (Blu-ray Disc singolo, doppio, quadruplo strato)
- I lettori HD DVD e Blu-ray Disc sono appena usciti



Collegamento al sistema

- Chi comanda il movimento della testina?
- Chi comanda la generazione del raggio laser?
- Chi si occupa di trasferire i dati letti in memoria centrale?
- Chi comanda la rotazione dei dischi?

- IL PROCESSORE? NO!



Controller dei dispositivi di memoria secondaria

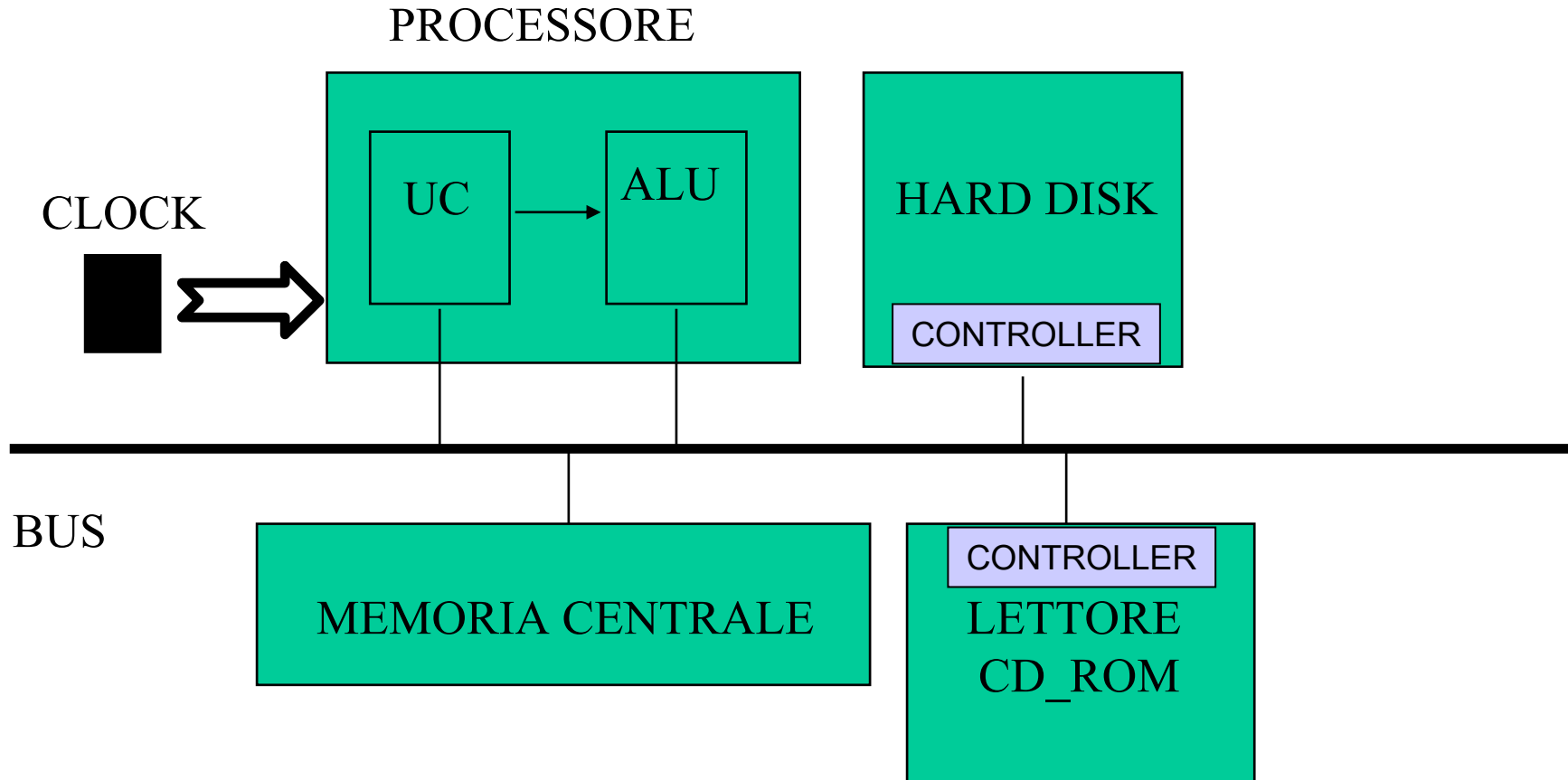
- La CPU è liberata da questi compiti ed emette solo dei comandi verso questi dispositivi. Ad esempio:
 - l'indirizzo sul disco
 - l'indirizzo in memoria centrale
 - il numero di blocchi consecutivi
 - il tipo dell'operazione: lettura, scrittura
- Ogni dispositivo di memoria secondaria è collegato ad un insieme di circuiti elettronici (detto CONTROLLER) che gestisce il coordinamento tra processore, memoria centrale e dispositivo in modo da garantire il corretto trasferimento di dati.
- Ogni controller è collegato al bus del sistema
 - Ultra ATA (EIDE - Enhanced Integrated Drive Technology)
 - SCSI (Small Computer System Interface)
 - Serial ATA (SATA)



Controller dei dispositivi di memoria secondaria

- Il controller gestisce il coordinamento tra processore, memoria centrale e dispositivo in modo da garantire il corretto trasferimento di dati.
- Ogni controller (che è hardware) è gestito da particolare software chiamato driver che è parte del **Sistema Operativo** del computer

Interazione tra processore e memorie





Altri dispositivi di memoria secondaria

- Nastri magnetici
- Carte
 - di credito
 - Smart-card
 - ottiche
- Pen drive



I dispositivi di input/output

- I dispositivi di input/output (anche detti periferiche), permettono di realizzare l'interazione tra l'uomo e la macchina
- La loro funzione primaria è quella di consentire l'immissione dei dati all'interno dell'elaboratore (input), o l'uscita dei dati dall'elaboratore (output)
- Solitamente hanno limitata autonomia rispetto al processore centrale il processore concorre alla loro gestione



I dispositivi di input/output

- Ogni periferica (dispositivo di I/O) è costituita da 3 componenti:
 - Una componente visibile, il dispositivo in senso lato detto **dispositivo** (come per i dispositivi di memoria secondaria)
 - Una componente elettronica di controllo chiamata **controller** (come per i dispositivi di memoria secondaria)
 - Una componente software **driver** (come per i dispositivi di memoria secondaria)



Il controller

- Anche ogni dispositivo di ingresso uscita è collegato ad un insieme di circuiti elettronici (detto CONTROLLER) che gestisce il coordinamento tra processore, memoria e dispositivo in modo da garantire il corretto trasferimento di dati.
- Riceve gli ordini dal microprocessore e li trasferisce al dispositivo fisico
- Risiede su un circuito stampato ed è solitamente esterno all'unità periferica ed all'interno del case
- Il collegamento tra il controller e la periferica avviene attraverso opportuni connettori

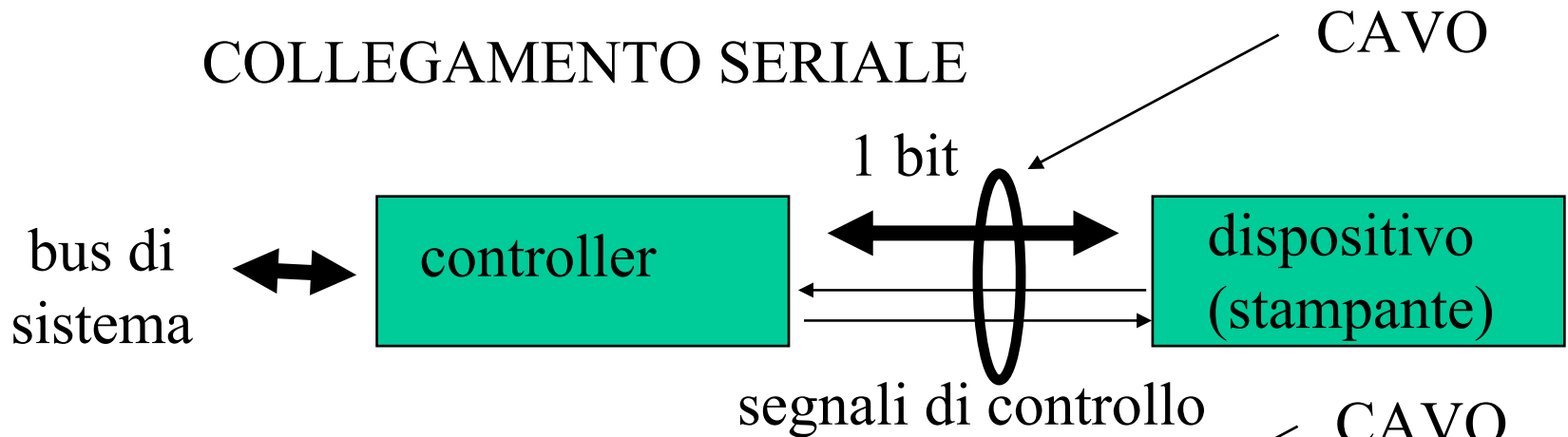


Il driver

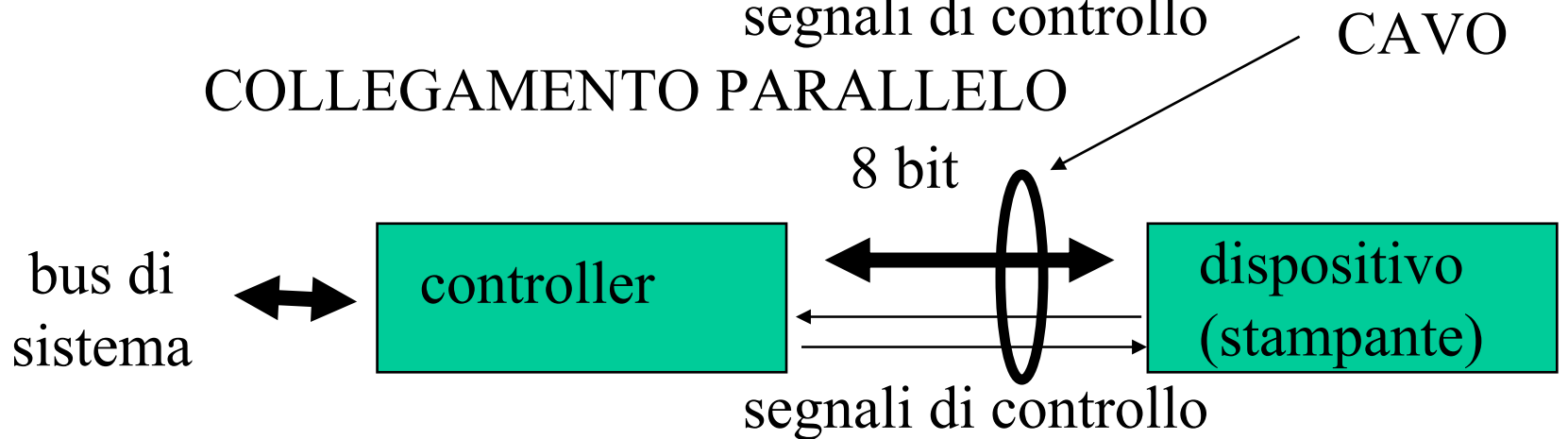
- Componente software necessaria per la gestione della periferica
- Ogni periferica ha un proprio **driver** che viene consegnato su un disco all'atto dell'acquisto della periferica
- Prima di utilizzare la periferica è necessario **installare il driver** corrispondente

I dispositivi di input/output

COLLEGAMENTO SERIALE

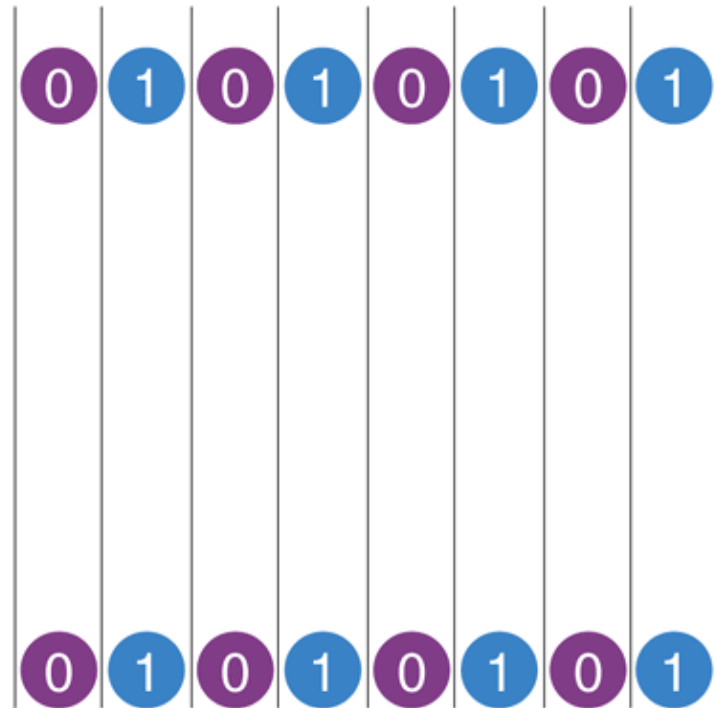
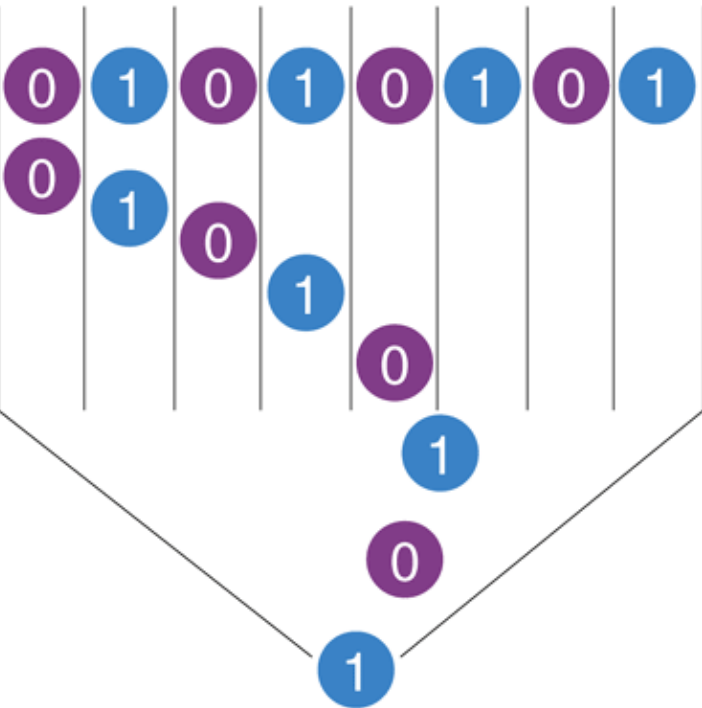


COLLEGAMENTO PARALLELO



Collegamento seriale - parallelo

Le porte sul retro del computer



I dati all'interno del computer

I dati in uscita dalla porta



Collegamento al sistema

- Ogni controller deve essere collegato al processore per ricevere istruzioni
- Ogni controller è collegato attraverso un bus al resto del sistema
- Il bus fa convergere al microprocessore le informazioni provenienti dai vari controller
- Periferiche diverse possono usare tipi di bus diversi, in funzione della velocità di trasmissione dati



Collegamento al sistema

- I bus più diffusi:
 - **PCI, AGP, PCI-Express**
 - Generalmente usato sulla scheda madre
 - **SCSI (Small Computer System Interface)**
 - Usato per diversi tipi di periferiche in catena
 - Parallelo
 - **PATA - SATA**
 - Generalmente usati per i dischi e le unità ottiche
 - Parallelo - Seriale
 - **USB (Universal Serial Bus)**
 - Usato per periferiche di I/O
 - Seriale
 - **FIREWIRE (IEEE 1394)**
 - Generalmente usato per videocamere digitali e dischi esterni
 - Seriale



I dispositivi di input/output

- Una caratteristica comune a tutti i dispositivi è quella di operare in modo **asincrono** rispetto al processore
 - Consideriamo una tastiera che produce dei dati di input. Il processore non è in grado di prevedere e di controllare il momento in cui un dato di input sarà a disposizione
 - Allo stesso modo, il processore non può prevedere il momento in cui un dispositivo in output avrà terminato di produrre i dati in uscita
- Sono pertanto necessarie delle forme di sincronizzazione tra i dispositivi e il processore



I dispositivi di input/output

- Un dispositivo di input deve *avvertire* il processore quando un dato di input è disponibile
- Un dispositivo di output deve *avvertire* il processore quando ha terminato di produrre dati in uscita
- Le operazioni di sincronizzazione delle attività sono fondamentali nell'interazione tra il processore e i dispositivi
- I dispositivi che hanno terminato un'operazione inviano al processore un segnale, detto **interrupt**, per richiedere l'attenzione del processore stesso



I dispositivi di input/output

- Ad ogni ciclo di clock, l'unità di controllo, prima di iniziare l'esecuzione della prossima istruzione del programma in corso, verifica se è arrivato un segnale di interrupt da parte di qualche dispositivo
- Se non c'è nessun segnale di interrupt il processore prosegue normalmente, altrimenti sospende per un attimo l'esecuzione del programma in esecuzione ed esegue le operazioni richieste dal dispositivo (esegue il software driver)
- I vari dispositivi di input/output sono collegati al processore attraverso un **bus**, su ognuno dei quali viene inserito una componente hardware, il **controller**, che gestisce la comunicazione con il dispositivo e con il resto del sistema (e.g., genera gli interrupt)



I dispositivi di input/output: la tastiera

- La tastiera è il principale dispositivo di input nei moderni sistemi di elaborazione
- Insieme di tasti, connessi ad interruttori
- I tasti possono essere così raggruppati :
 - tasti alfanumerici;
 - tasti speciali (il tasto ENTER, il tasto BACK SPACE, il tasto LINE FEED ecc.);
 - frecce direzionali;
 - tasti funzione
- La circuiteria individua il/i tasto premuto ed invia il codice al sistema, che -attraverso una tabella- determina il carattere ASCII (o altro codice)



I dispositivi di input/output: la tastiera

- La tastiera non ha capacità di elaborazione, l'unica cosa che è in grado di fare è di avvertire il processore ogni volta che un carattere è disponibile in ingresso
- Si tratta quindi di un dispositivo di ingresso a carattere
- È compito del sistema quello di prelevare il carattere (il suo codice ASCII o altro codice), depositarlo in una memoria temporanea ed infine, al termine dell'immissione, passare i dati di input raccolti nella memoria temporanea al programma cui erano destinati

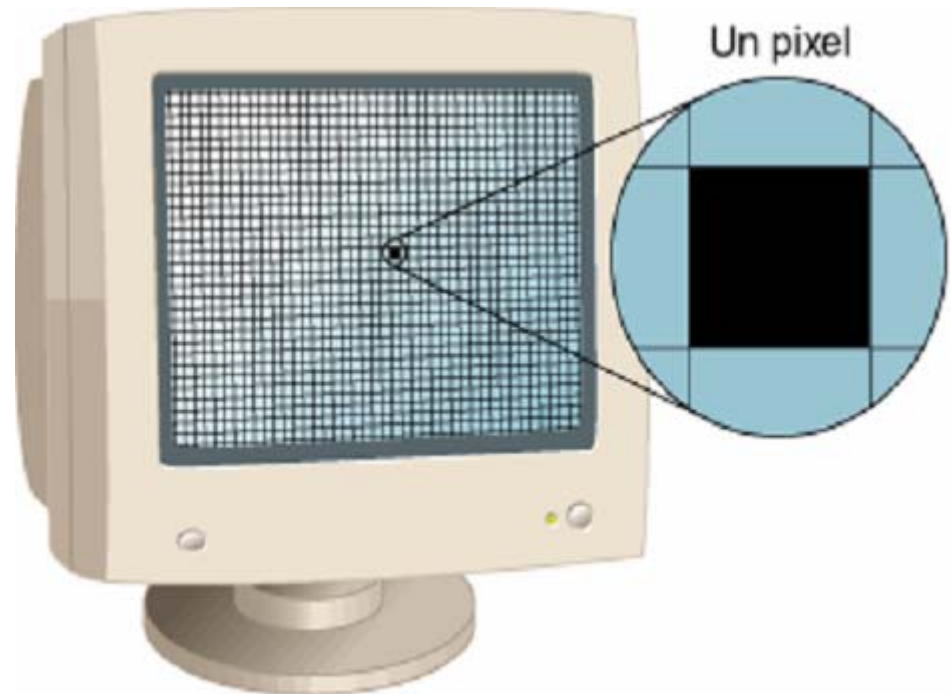


I dispositivi di input/output: la tastiera

- La tastiera è un dispositivo di input cieco, nel senso che l'utente non può vedere i dati immessi nel calcolatore
- Per questa ragione la tastiera è utilizzata insieme ad un dispositivo di output su cui vengono visualizzate le informazioni visive
- La tastiera e il video non sono direttamente collegati tra loro: è compito del processore e dei controller del monitor riprodurre sul video tutte le informazioni fornite in input

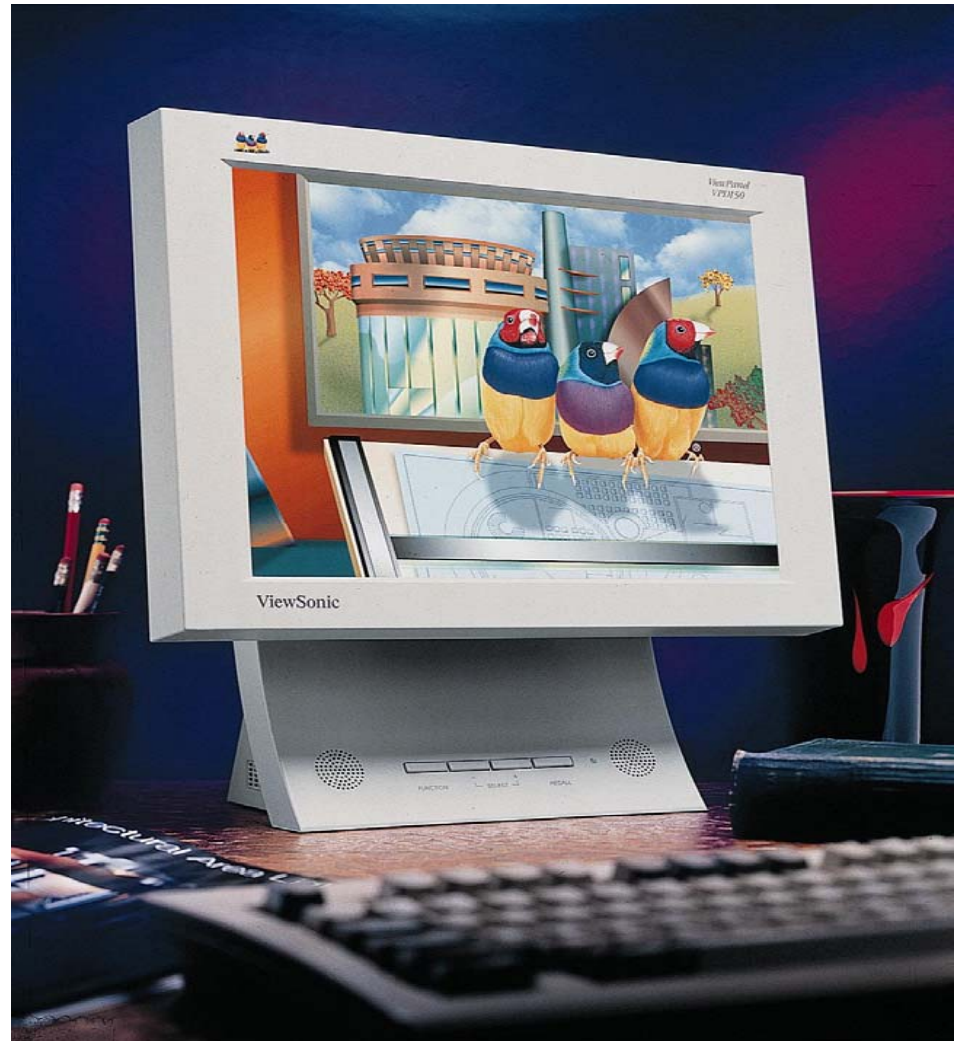
I dispositivi di input/output: il monitor

- Dal punto di vista fisico, un video può essere visto come una matrice di punti illuminati con diversa intensità
- Ogni punto sullo schermo prende il nome di pixel e un'immagine viene quindi composta colorando i pixel sullo schermo



I dispositivi di input/output: il monitor

- Schermo video
 - Dimensioni monitor
 - Dimensione dei punti (o dot-pitch)
 - Risoluzione
 - Frequenza di aggiornamento
 - Tipi
 - A tubo catodico
 - A cristalli liquidi





Il monitor: le dimensioni

- La dimensione di un monitor viene misurata in pollici e si riferisce alla lunghezza della diagonale
- 1 pollice = 2.54 cm
- Ad esempio, quando si parla di un video a 14 pollici, indicati come 14", si intende un video con una diagonale lunga 14 pollici
- Dimensioni tipiche sono 15", 17", 19" e 21"
- Le dimensioni sono in rapporto 4:3 (rettangolo di lati 4 in larghezza e 3 in altezza). Quanto vale la diagonale?
 - 17" diagonale implica $17" \cdot 0.8 = 13.6"$ in orizzontale
 - 17" diagonale implica $17" \cdot 0.6 = 10.2"$ in verticale
 - perché?



Il monitor: la dimensione dei punti

- Dimensione dei punti (dot-pitch)
- Misura la distanza tra il centro di due pixel (punti) adiacenti
- Minore la distanza maggiore la nitidezza
- Dot-pitch = 0.28 vuol dire che due pixel sono distanti tra loro 28 centesimi di millimetro



Il monitor: la risoluzione

- Risoluzione: quantità di pixel che possono essere visualizzati sullo schermo
- Maggiore il numero di pixel e maggiore il livello di dettaglio
- Si esprime come il prodotto dei pixel in orizzontale per i pixel in verticale
- Sempre in rapporto 4:3 secondo dei formati standard: 640x480, 800x600, 1024x768, etc
- Ogni pixel può essere colorato indipendentemente
- Oggi sono comuni monitor con un numero di colori che va da 256 fino a 16 milioni



Il monitor: la frequenza di aggiornamento

- La frequenza di aggiornamento è il numero di volte in un secondo che i pixel vengono aggiornati (colorati) per conservare la luminosità
- Maggiore è la frequenza di aggiornamento più fissa apparirà l'immagine
- Bassa frequenza di aggiornamento origina tremolii o pulsazioni
- Si misura in Hz
- Valori tipici sono tra 45 e 100 Hz ma 75 Hz è quella minima consigliata



I dispositivi di input/output: il monitor

- Ci sono due tipi di monitor:
 - CRT (Cathode Ray Tube)
 - LCD (Liquid Crystal Display)
- L'immagine che vediamo sul monitor, opportunamente codificata (e.g., bitmap RGB), viene mantenuta in una memoria specializzata detta MEMORIA VIDEO (VRAM) che è parte del controller (**scheda grafica**).
- Ad ogni indirizzo della memoria video corrisponde un pixel sullo schermo.
- La scheda video legge ogni pixel nella VRAM (ad esempio, legge i 24 bit della codifica RGB) e impartisce i segnali al monitor per colorare in maniera appropriata il corrispondente pixel sullo schermo



I dispositivi di input/output: il mouse

- Oggi quasi tutti i computer hanno un dispositivo di puntamento detto **mouse**
- Una freccia indica la posizione del mouse sul video e lo spostamento del mouse sul tavolo viene comunicato al processore, che produce lo spostamento corrispondente della freccia sul video
- Una volta raggiunta la posizione desiderata, premendo uno dei pulsanti del mouse si genera un segnale in input che può corrispondere a diverse funzioni



I dispositivi di input/output: le stampanti

- La stampante è un dispositivo di output che consente la stampa su carta delle informazioni
- Parametri in base ai quali si valutano le prestazioni di una stampante
 - **La velocità di stampa:** viene solitamente misurata in pagine al minuto o in caratteri al secondo,
 - **la risoluzione (qualità) di stampa:** indica quanto precisa è la riproduzione dei simboli. Si misura in **dpi (dot per inch)**.



I dispositivi di input/output: le stampanti

- Esistono diversi tipi di stampanti; i più comuni sono:
 - Stampanti a margherita o a testina rotante
 - Stampanti ad aghi
 - Stampanti a getto di inchiostro.
 - Stampanti laser



Lo scanner

- Dispositivo che permette l'acquisizione di immagini in formato digitale
- La sua precisione (risoluzione) si misura in DPI (Dot Per Inch).
- Maggiore il DPI maggiore la risoluzione delle immagini acquisibili
- La risoluzione ottica indica il numero massimo di "puntini" in cui lo scanner è capace di scomporre una immagine, riferita alla lunghezza/larghezza di un pollice (25,4 mm).
- I dot (**puntini** in inglese) sono l'equivalente dei pixel
- Può essere connesso alla porta parallela o all'USB



Lo scanner

- Quanta memoria occupa una immagine 2'' x 3'' acquisita tramite uno scanner a 300 DPI, 256 colori?

$$300 \text{ DPI} \times 2 \text{ Inch} = 600 \text{ Dot}$$

$$300 \text{ DPI} \times 3 \text{ Inch} = 900 \text{ Dot}$$

$$600 \times 900 = 540.000 \text{ Dot}$$

$$256 \text{ colori} \quad 8 \text{ bit/pixel} = 1 \text{ byte/pixel}$$

$$540.000 \text{ byte circa } 0.5 \text{ MB}$$



Lo scanner: che risoluzione usare?

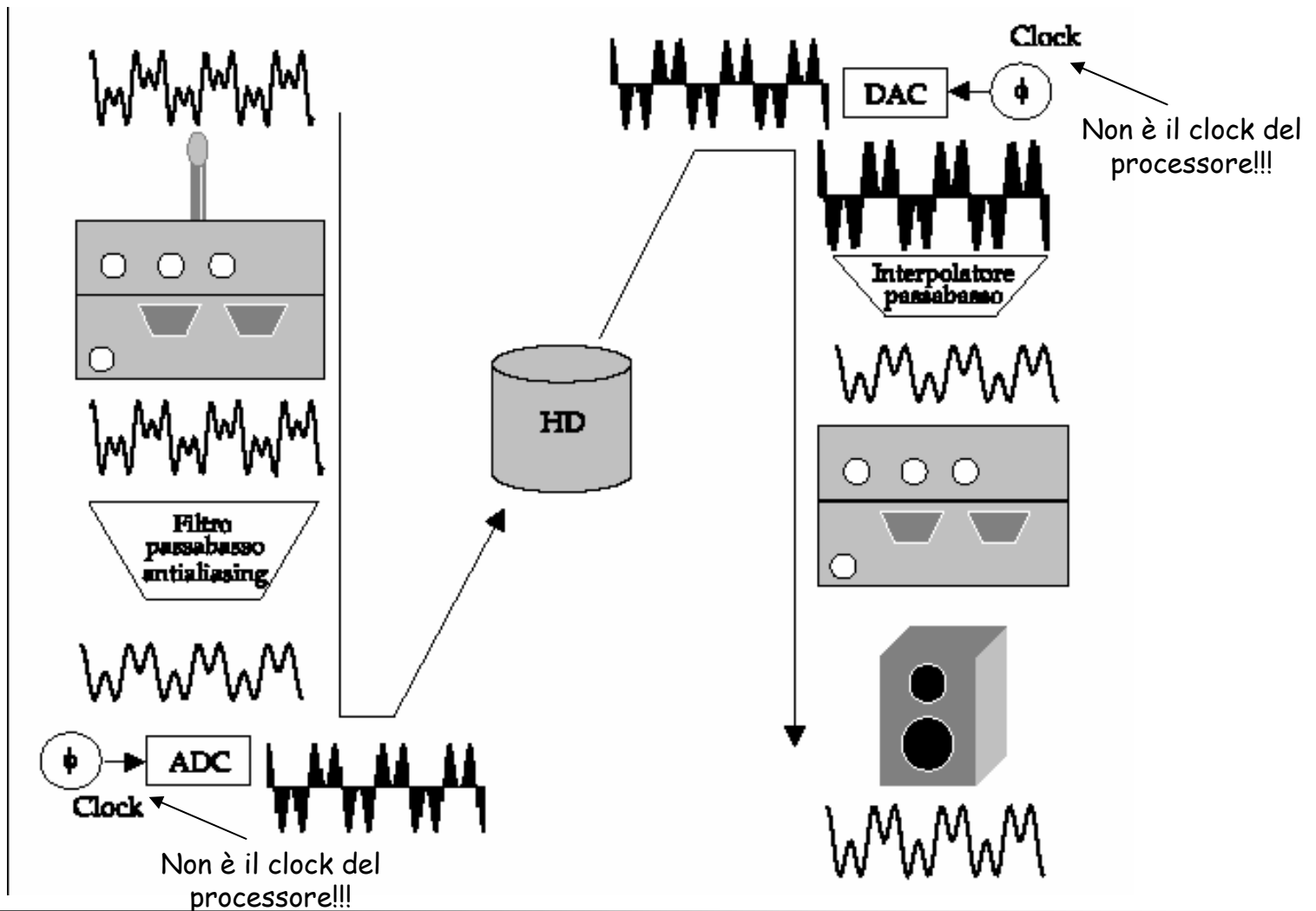
- Per una visualizzazione sullo schermo di un monitor è del tutto inutile superare i 100DPI, visto che il monitor ne può rappresentare normalmente una novantina (perché?). Questo consente oltretutto un buon risparmio di memoria.
- Per l'editoria vanno normalmente usati 300DPI, limite fisico delle più comuni macchine da stampa, salvo diverse richieste dell'editore o pubblicazione di dettagli ingranditi tratti da quell'immagine.
- Per l'archiviazione quale originale vale la pena di salvaguardare al massimo il dettaglio dell'immagine, utilizzando i 600DPI dello scanner.



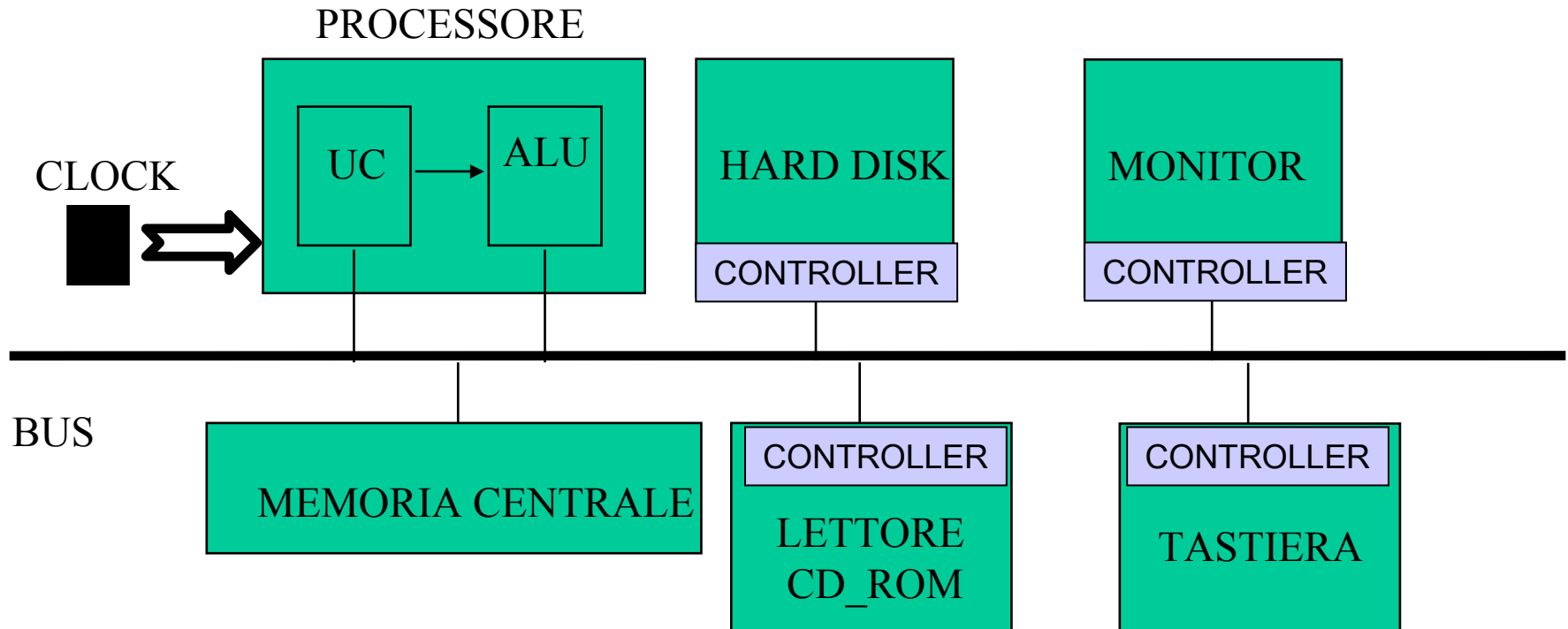
Altri dispositivi di input/output

- Lettori di codici a barre
- Modem
- Fax
- Microfono (il controller si chiama **scheda audio**)
- Casse acustiche (il controller si chiama **scheda audio**)
- Plotter

La codifica del suono: scheda audio



Interazione tra processore e memorie e dispositivi di I/O





La memoria cache

- Nello schema di funzionamento di un calcolatore il processore continuamente preleva informazioni ed istruzioni dalla memoria centrale e scrive in essa informazioni
- La memoria centrale, il bus ed il processore lavorano a velocità diverse
- La velocità complessiva del sistema è determinata dal componente più lento



La memoria cache

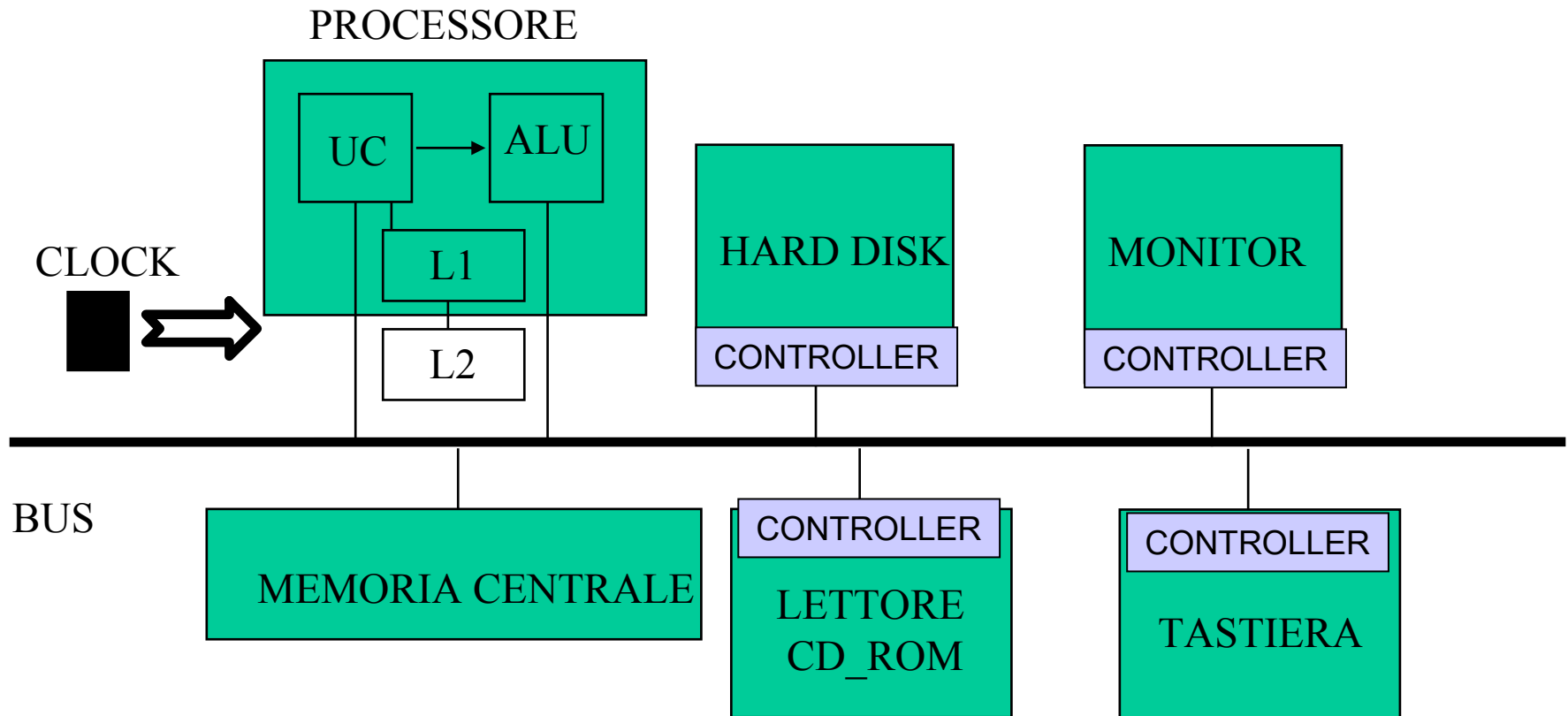
- Per accelerare questa interazione si impiega una memoria ad alta velocità localizzata tra processore e memoria centrale detta **CACHE**
- Se il processore ha bisogno di leggere un dato o un'istruzione dalla memoria centrale la cerca prima nella cache che è molto più veloce
- Se il dato o l'istruzione non si trovano memorizzati nella cache allora il processore chiede alla memoria centrale di fornire l'elemento richiesto
- Ci sono alcune tecniche per decidere cosa memorizzare nella cache
- Se dati ed istruzioni più frequentemente usati dal processore si trovano nella cache allora si ha una grande velocizzazione delle operazioni (si evita il tempo che è necessario per accedere alla RAM tramite il bus)



La memoria cache

- Le memoria cache sono realizzate con SRAM (molto più veloci delle DRAM e molto più costose)
- Si distinguono due livelli di memoria cache:
 - Cache di livello 1 (L1) che è integrata nel chip del microprocessore; capacità media di 256-512 KB
 - Cache di livello 2 (L2) che di solito è esterna al chip del microprocessore ma su circuiti molto veloci; capacità fino ad 1MB

Interazione tra processore, cache, memorie e dispositivi di I/O





Memoria ROM

- Esiste una ulteriore memoria di sola lettura (ROM = Read Only Memory) che viene trascritta direttamente dal produttore del computer su circuiti appositi
- Viene utilizzata per contenere le informazioni di inizializzazione usate ogni volta che si accende l'elaboratore (BIOS)
- Cosa succede all'accensione di un calcolatore?
 - nel registro PC viene forzato l'indirizzo della cella di memoria ove inizia il primo programma da eseguire (programma di *bootstrap*)
 - questo programma iniziale risiede in ROM

Gerarchia di memoria

