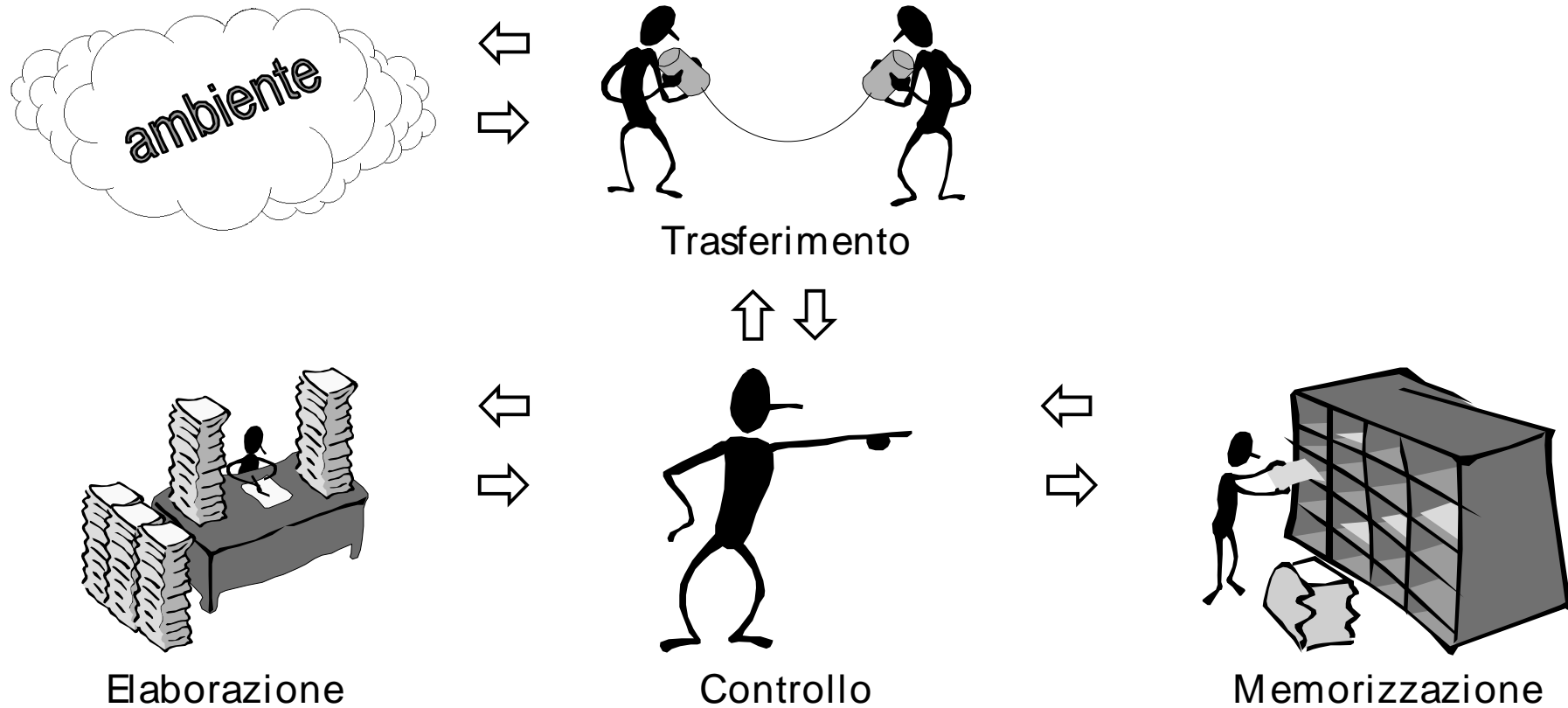


Capitolo 4 – Parte 1

Le infrastrutture hardware

Il processore
La memoria centrale
La memoria di massa
Le periferiche di I/O

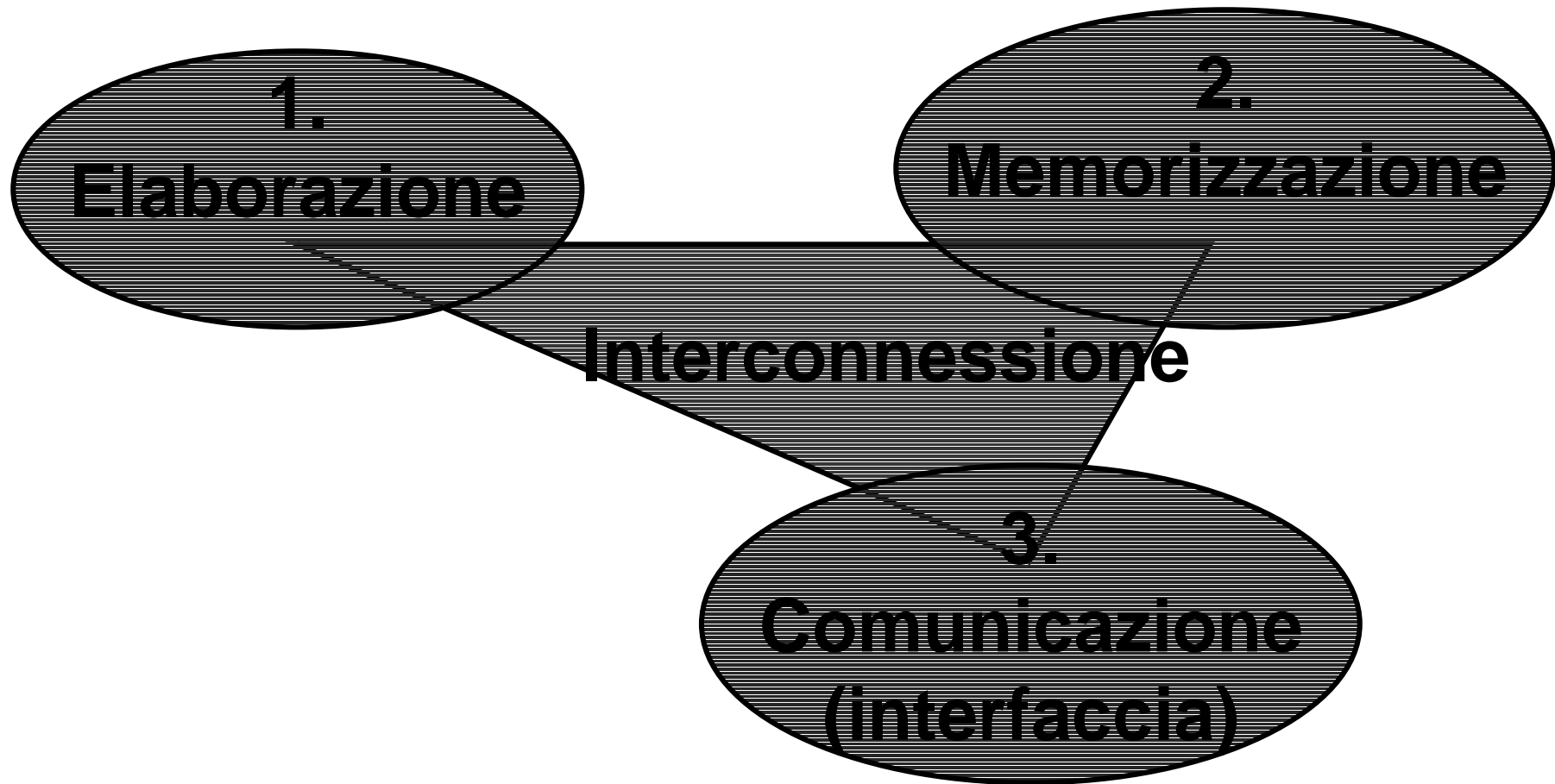
Funzionalità di un calcolatore



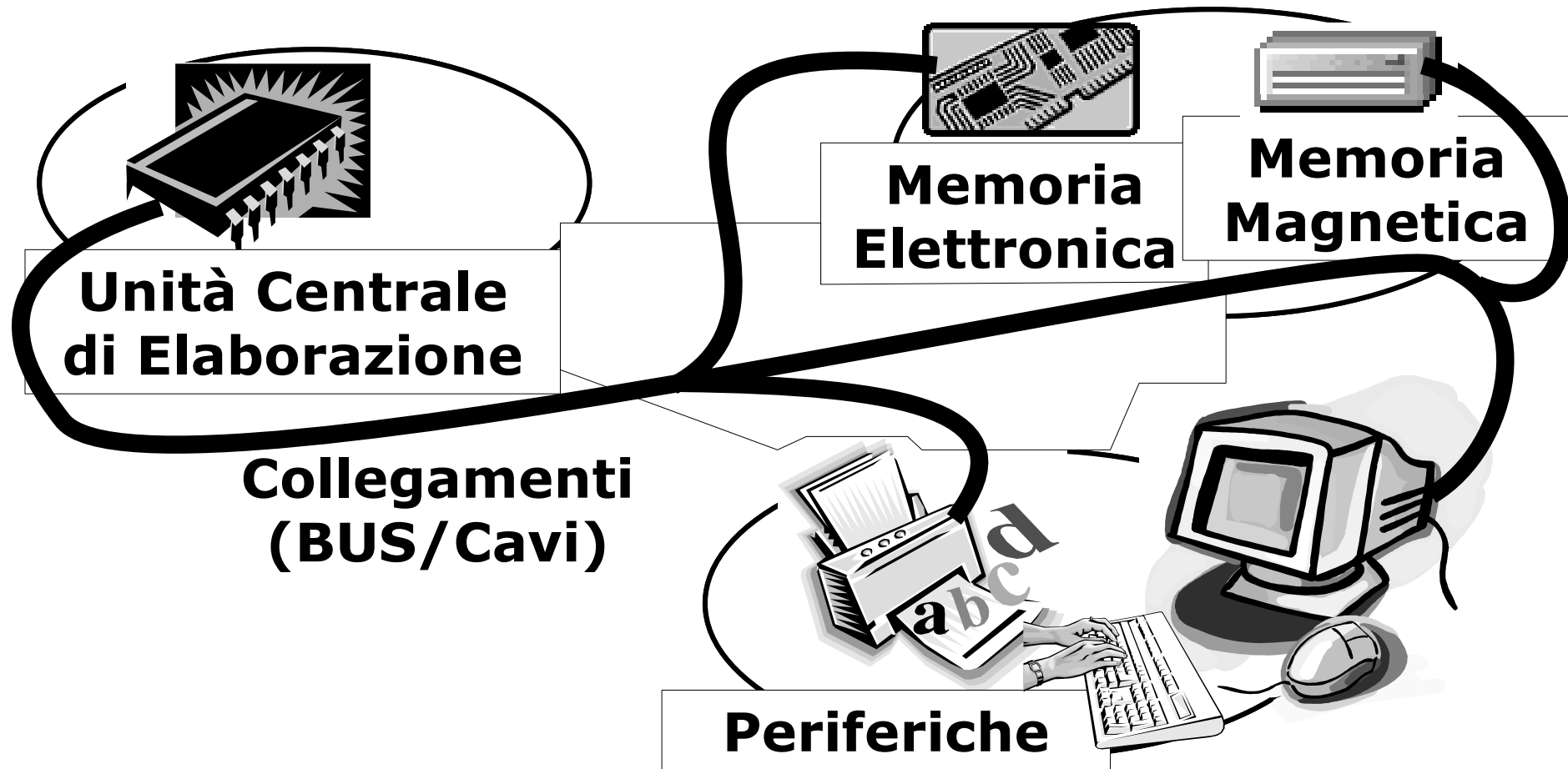
Caratteristiche dell'architettura

- **Flessibilità**
 - adatta a svolgere diverse tipologie di compiti
- **Modularità**
 - ogni componente ha una funzione specifica
- **Scalabilità**
 - ogni componente può essere sostituito con uno equivalente
- **Standardizzazione**
 - componenti facilmente sostituibili in caso di malfunzionamento
- **Riduzione dei costi**
 - grazie alla produzione su larga scala
- **Semplicità**
 - di installazione ed esercizio del sistema

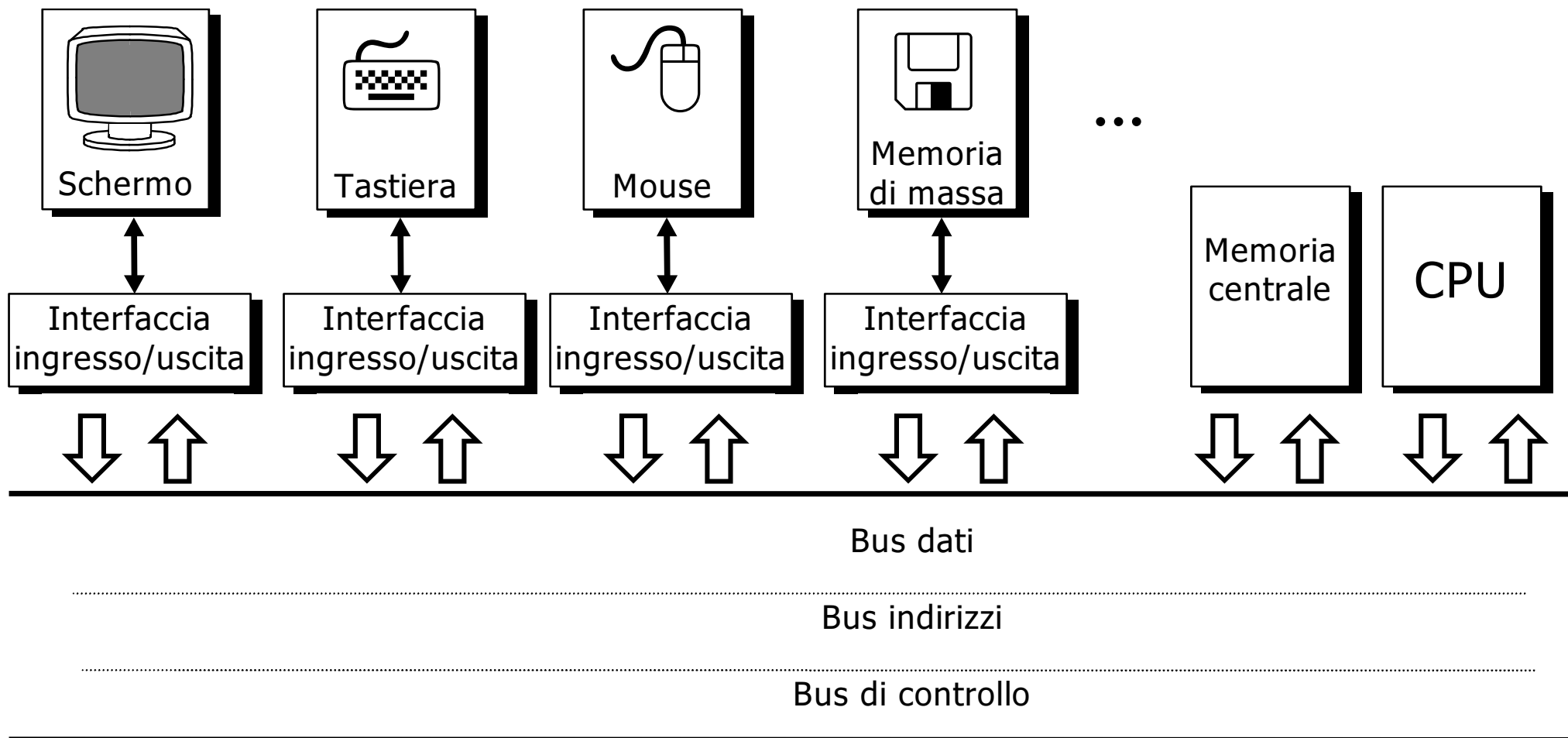
Il calcolatore: modello concettuale



Il calcolatore: modello architetturale

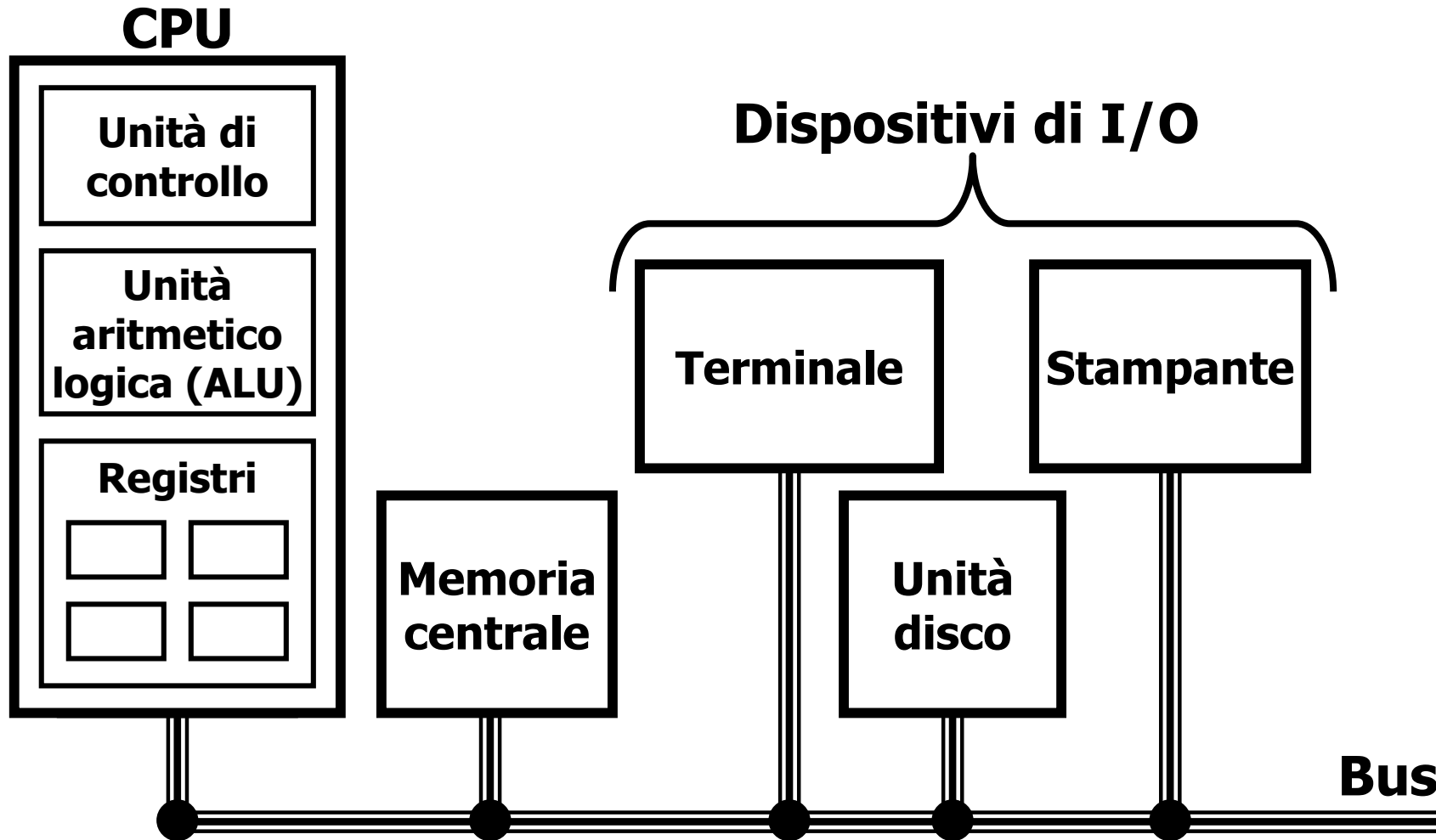


Lo schema di riferimento



Unità centrale di elaborazione CPU

Organizzazione tipica di un calcolatore "bus oriented"



Tre tipologie di istruzioni

- Istruzioni aritmetico-logiche (Elaborazione dati)
 - Somma, Sottrazione, Divisione, ...
 - And, Or, Xor, ...
 - Maggiore, Minore, Uguale, Minore o uguale, ...
- Controllo del flusso delle istruzioni
 - Sequenza
 - Selezione semplice, a due vie, a n vie, ...
 - Ciclo a condizione iniziale, ciclo a condizione finale, ...
- Trasferimento di informazione
 - Trasferimento dati e istruzioni tra CPU e memoria
 - Trasferimento dati e istruzioni tra CPU e dispositivi di ingresso/uscita (attraverso le relative interfacce)

Elementi di una CPU

➤ **Unità di controllo**

- legge le istruzioni dalla memoria e ne determina il tipo.

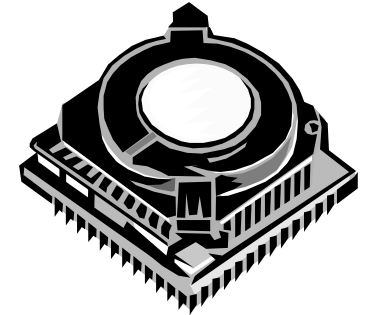
➤ **Unità aritmetico–logica**

- esegue le operazioni necessarie per eseguire le istruzioni.

➤ **Registri**

- **memoria ad alta velocità** usata per risultati temporanei e informazioni di controllo;
- il **valore massimo** memorizzabile in un registro è determinato dalle **dimensioni** del registro;
- esistono registri di uso generico e registri specifici:
 - **Program Counter (PC)** – qual è l'istruzione successiva;
 - **Instruction Register (IR)** – istruzione in corso d'esecuzione;
 - ...

CPU



- In grado di eseguire solo istruzioni codificate in **linguaggio macchina**
- Ciclo Fetch – Decode - Execute
 1. Prendi l'istruzione corrente dalla memoria (***fetch***)
 2. Determina il tipo di istruzione da eseguire (***decode***)
 3. Se l'istruzione necessita di un dato in memoria determina dove si trova e caricalo nella CPU
 4. Esegui l'istruzione (***execute***)
 5. Torna al punto 1 e opera sull'istruzione successiva

Legge di Moore

Osservazione fatta da Gordon Moore nel 1965:

**il numero dei transistor per cm²
raddoppia ogni X mesi**

In origine X era 12. Correzioni successive hanno portato a fissare **X=18**. Questo vuol dire che c'è un incremento di circa **il 60% all'anno**.

Legge di Moore e progresso

- Il progresso della tecnologia provoca un **aumento del numero di transistor** per cm^2 e quindi per chip.
- Un maggior numero di transistor per chip permette di produrre **prodotti migliori** (sia in termini di prestazioni che di funzionalità) **a prezzi ridotti**.
- I prezzi bassi stimolano la nascita di **nuove applicazioni** (e.g. non si fanno video game per computer da milioni di \$).
- Nuove applicazioni aprono **nuovi mercati** e fanno nascere **nuove aziende**.
- L'esistenza di tante aziende fa **crescere la competitività** che, a sua volta, stimola il **progresso della tecnologia** e lo sviluppo di **nuove tecnologie**.

La memoria

- **Supporto alla CPU:** deve fornire alla CPU dati e istruzioni il più rapidamente possibile
- **Archivio:** deve consentire di archiviare dati e programmi garantendone la conservazione e la reperibilità anche dopo elevati periodi di tempo
- Diverse esigenze:
 - **velocità** per il supporto alla CPU
 - **non volatilità** ed **elevate dimensioni** per l'archivio
- Diverse tecnologie
 - **elettronica:** veloce, ma costosa e volatile
 - **magnetica** e **ottica:** non volatile ed economica, ma molto lenta

Criteri di caratterizzazione di una memoria

- Velocità
 - tempo di accesso (quanto passa tra una richiesta e la relativa risposta)
 - velocità di trasferimento (quanti byte al secondo si possono trasferire)
- Volatilità
 - cosa succede quando la memoria non è alimentata?
 - per quanto tempo i dati vi rimangono immagazzinati?
- Capacità
 - quanti byte può contenere? qual è la dimensione massima?
- Costo
- Modalità di accesso
 - diretta (o casuale): il tempo di accesso è indipendente dalla posizione
 - sequenziale: il tempo di accesso dipende dalla posizione
 - mista: combinazione dei due casi precedenti
 - associativa: indicato il dato, la memoria risponde indicando l'eventuale posizione che il dato occupa in memoria.

La memoria centrale

La memoria centrale (R.A.M.)

- Mantiene al proprio interno i dati e le istruzioni dei programmi in esecuzione
- Memoria ad accesso "casuale"
- Tecnologia elettronica
 - **veloce** ma **volatile** e **costosa**
- Due "eccezioni"
 - ***R.O.M.:*** elettronica ma permanente e di sola lettura
 - ***Flash:*** elettronica ma permanente e riscrivibile

Le memorie elettroniche

- Memorie di gran capacità, relativamente lente, economiche ed accessibili tramite il bus:
 - **MGL** ovvero **Memoria Grossa e Lenta**;
 - **dimensioni** pari a circa **10 unità**;
 - **tempo di accesso** (TA) di circa **10 unità**.
- Memorie veloci, integrate nello stesso chip della CPU, ma costose:
 - **MPV** ovvero **Memoria Piccola e Veloce**;
 - **dimensioni** pari a circa **1 unità**;
 - **tempo di accesso** pari a circa **1 unità**.
- Obiettivo: realizzare una memoria **grossa e veloce**
 - **dimensioni** pari a circa quelle della memoria **grossa**;
 - **prestazioni** pari a circa quelle della memoria **veloce**.

La memoria di massa (magnetica)



Una gerarchia di memoria

Ottenuta per “generalizzazione” dell’applicazione del principio di **località** e tipicamente costituita da

- 1. registri** contenuti nella CPU (qualche KB)
- 2. cache** (da circa 32KB a circa 1024KB)
- 3. memoria principale** (da circa 64MB a qualche GB)
- 4. dischi fissi** (da qualche GB a qualche TB)
- 5. nastri magnetici e dischi ottici** (da qualche GB a qualche TB per ogni supporto)

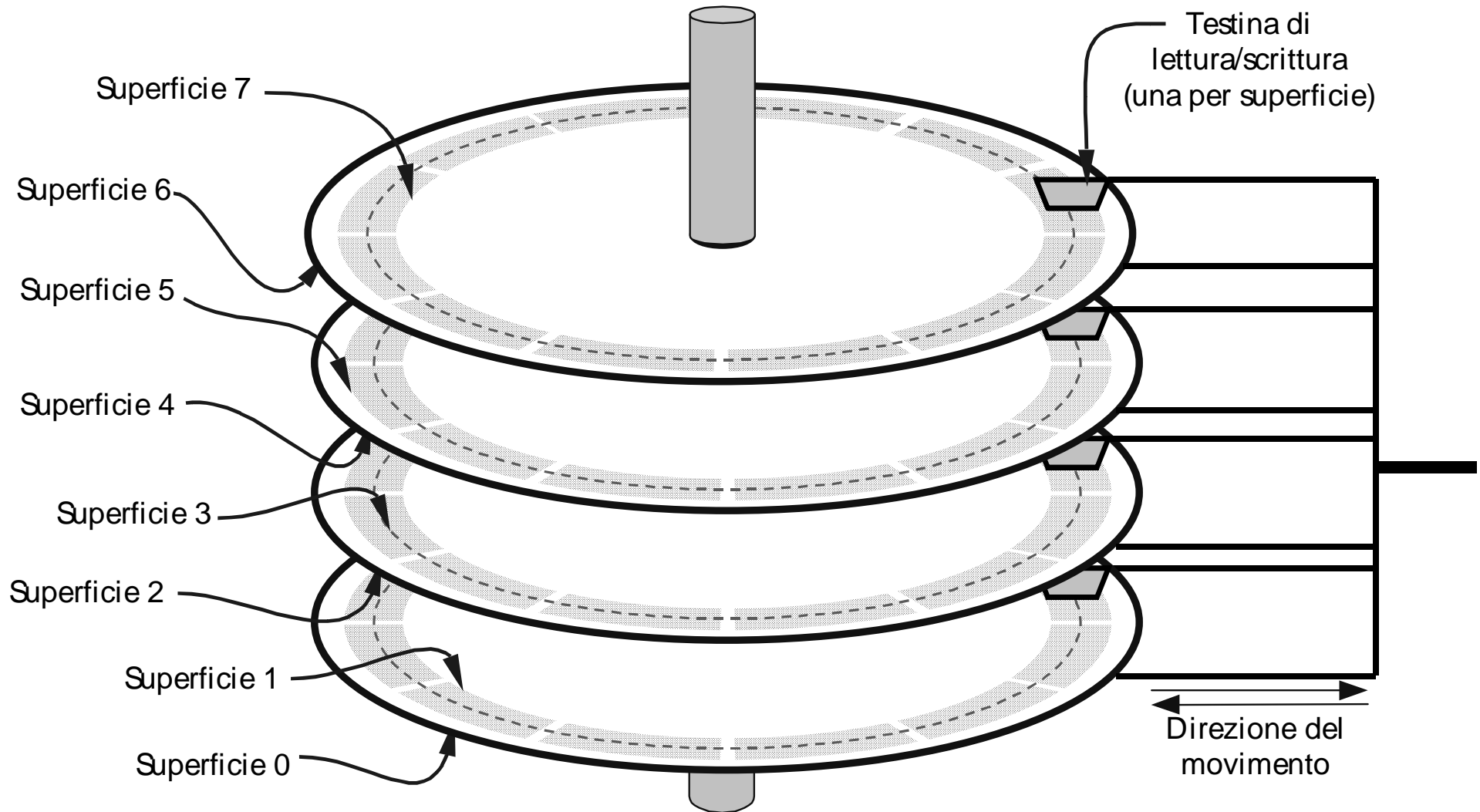
Man mano che ci si sposta verso il basso nella gerarchia aumenta il valore dei parametri fondamentali:

- **aumenta il tempo di accesso;**
- **aumenta la capacità** di memorizzazione;
- **ma diminuisce il costo per bit.**

Dischi magnetici

- Sono **piatti** d'alluminio (o di altro materiale) ricoperti di **materiale ferromagnetico**.
- **Fattore di forma** (diametro)
 - sempre più piccolo (consente velocità di rotazione maggiori);
 - 3.5 pollici per i sistemi desktop e fino a 1 pollice per i mobili.
- **Testina** di un disco (strumento di lettura/scrittura)
 - è sospesa appena sopra la superficie magnetica
 - **scrittura**: il passaggio di corrente positiva o negativa attraverso la testina magnetizza la superficie
 - **lettura**: il passaggio sopra un'area magnetizzata induce una corrente positiva o negativa nella testina.

Schema di un Hard Disk

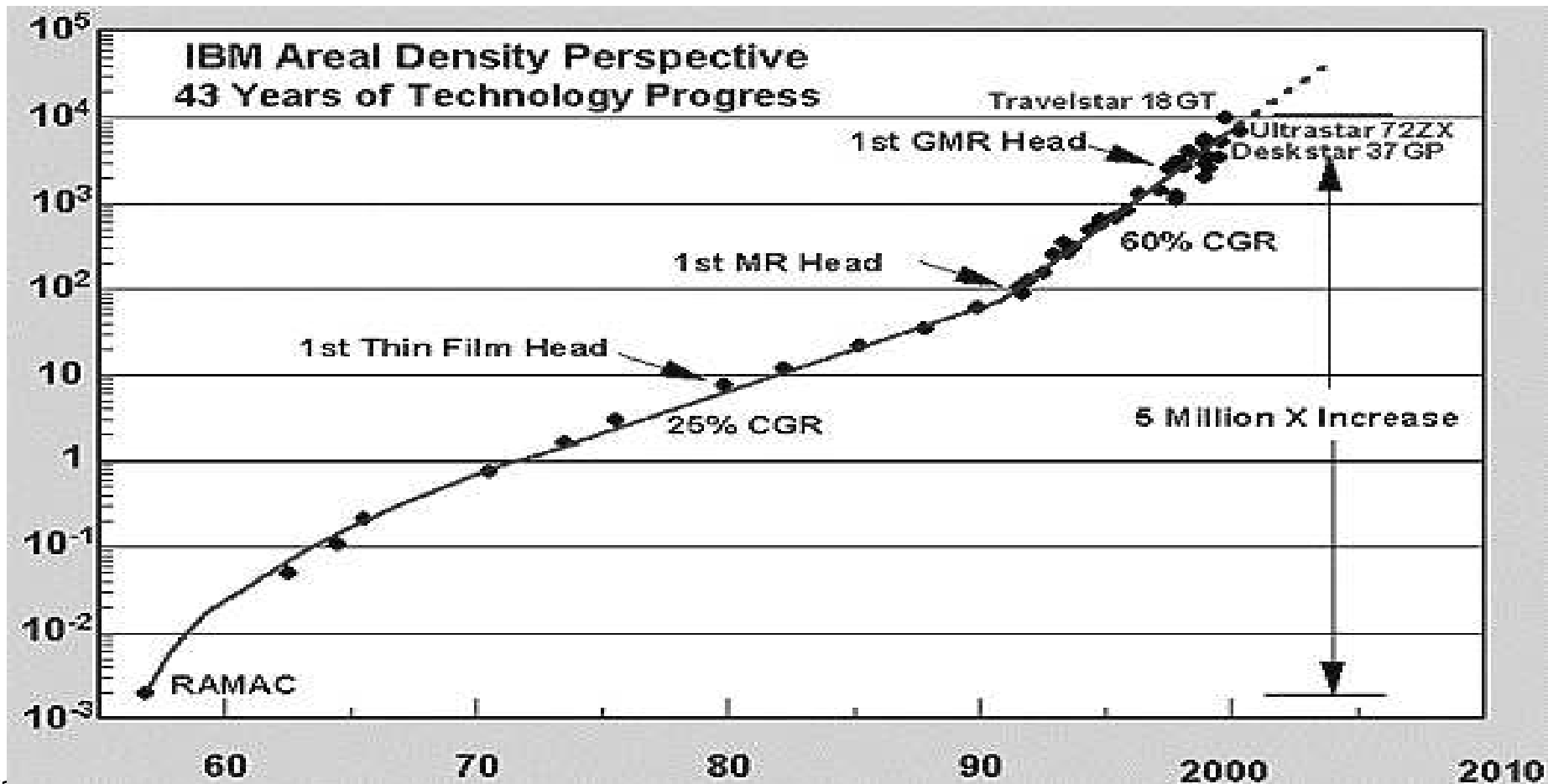


Le tracce in grigio formano un "cilindro"

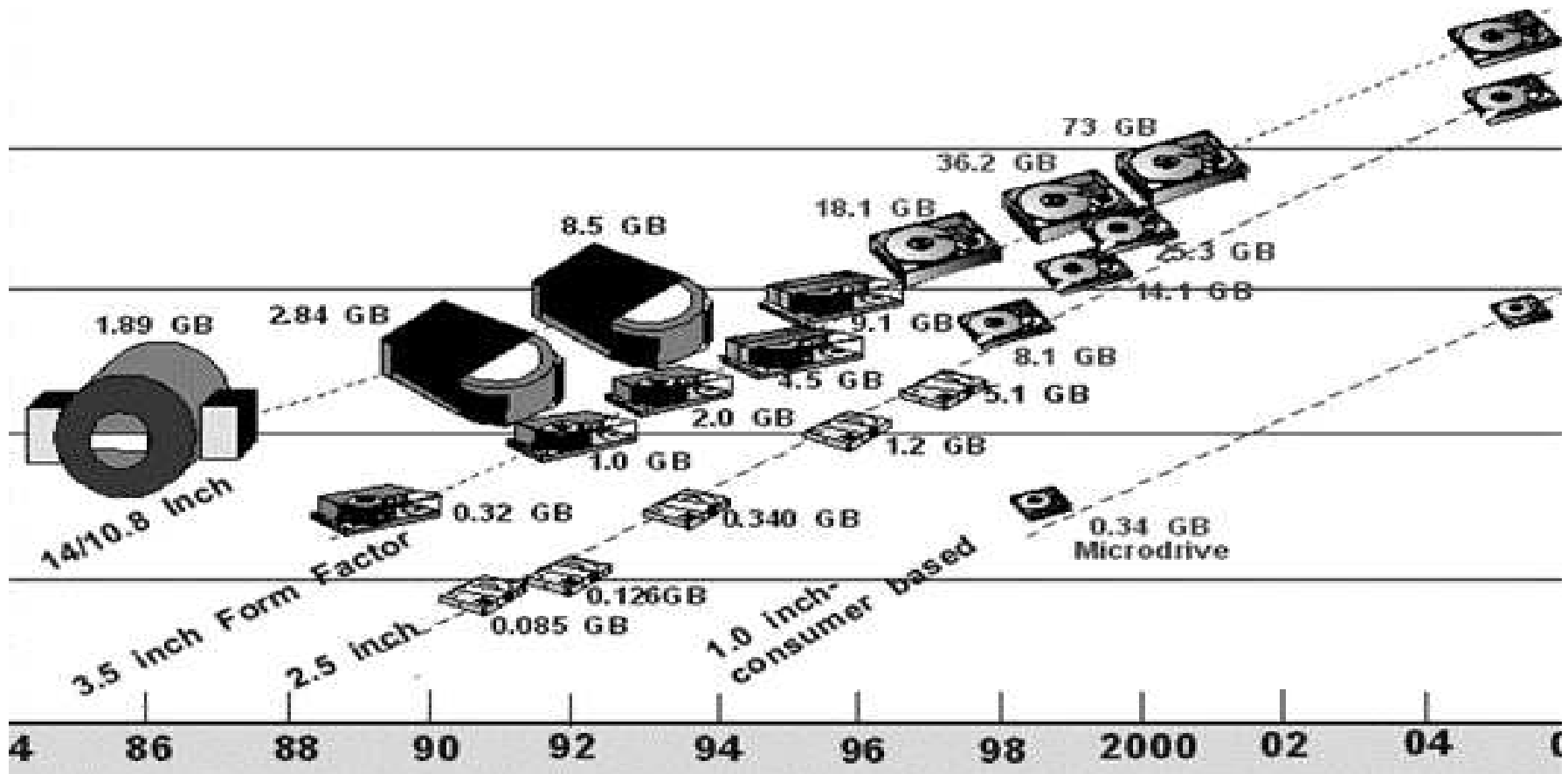
Floppy disk

- Funzioni:
 - **distribuzione** software su grande scala (avvento PC);
 - archiviazione dati.
- Struttura analoga a quella di un disco magnetico,
 - il disco si **ferma** quando non è operativo;
 - **l'avvio della rotazione** comporta un **ritardo** di **1/2 sec.**
- Caratteristiche tipiche di un floppy da 3.5"
 - Capacità di **1.44 MB**
 - Tracce x settori: **80 x 18**
 - RPM = **300**
 - velocità di trasferimento di **500Kbps**

Andamento densità HD [by IBM]



Andamento capacità HD [by IBM]



Trend

(2)

➤ **Prestazioni**

- La velocità di trasferimento cresce più velocemente di quella di posizionamento (seek & latency).

➤ **Affidabilità**

- A livello di singolo dispositivo non sta crescendo come gli altri indici, anche perché la tecnologia viene sempre spinta al massimo.
- A livello di sistema è cresciuta grazie a sistemi RAID (**Redundant Arrays of Inexpensive Disks**)

➤ **Interfaccia**

- Praticamente invariata: IDE/ATA vs. SCSI

La memoria di massa (ottica)

Dischi ottici

- Lettura ottica basata sulla riflessione (o sulla mancata riflessione) di un raggio laser.
- Densità di registrazione più alte dei dischi magnetici.
- Creati in origine per registrare i programmi televisivi, poi usati come dispositivi di memoria nei calcolatori.
- Diversi tipi/caratteristiche
 - CD-ROM
 - CD-R
 - CD-RW
 - DVD
 - DVD-RAM
 - ...

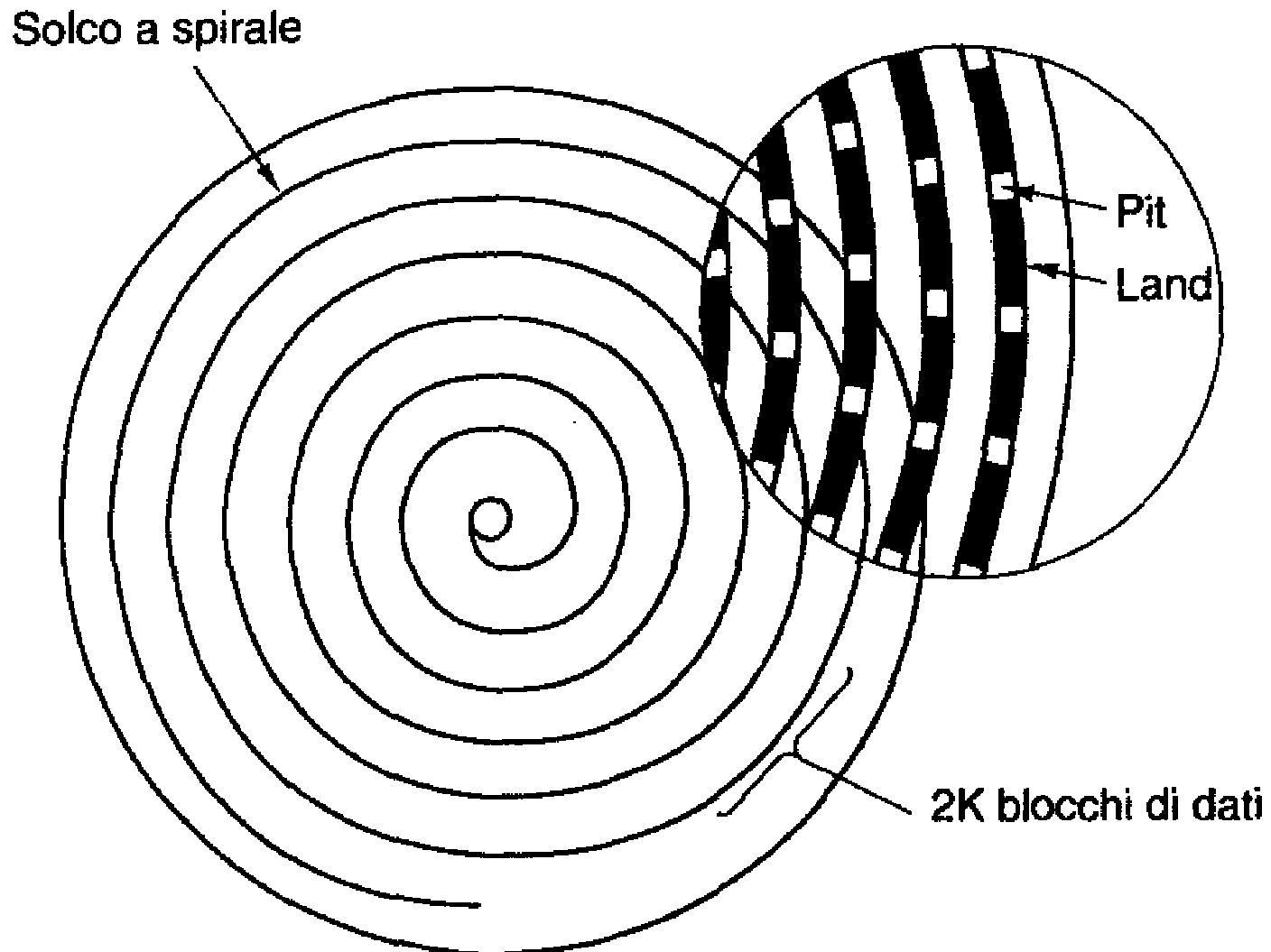
Compact Disk - CD

- Proposto nel 1980 [da Philips e Sony] per sostituire i dischi in vinile per la musica.
- Standard internazionale IS-10149 [**libro rosso**].
 - diametro di **12 cm**, spessore di 1.2 mm con un foro di 15 mm in mezzo;
 - produzione:
 1. laser ad alta potenza che brucia fori di 0,8 μm in un **disco master** (le depressioni si chiamano **pit** e le aree fra pit si chiamano **land**);
 2. dal master si ricava uno **stampo**;
 3. nello stampo viene iniettata una resina liquida di **policarbonato** che forma un CD con la stessa sequenza di fori del master,
 4. sul polycarbonato viene depositato uno strato molto sottile di **alluminio riflettente**,
 5. copertura con uno strato **protettivo** e infine con **un'etichetta**.

Lettura di un CD

- Un **laser a bassa potenza** manda una luce infrarossa (lunghezza d'onda di $0,78 \mu\text{m}$) sul disco.
- I **pit** appaiono come **cunette** su una superficie piatta:
 - un pit è alto circa un quarto della lunghezza d'onda del laser,
 - la luce riflessa da un pit è sfasata di mezza lunghezza d'onda rispetto alla luce riflessa dalla superficie circostante,
 - l'interferenza negativa riduce l'intensità della luce riflessa.
- I passaggi **pit/land** o **land/pit** indicano un **1**, la loro assenza indica uno **0**.
- Pit e land sono scritti in una **spirale** unica che compie 22.188 giri attorno al disco (circa 600 per ogni mm).
- **Velocità lineare costante** (120 cm/sec):
 - all'interno è di 530 rpm, all'esterno deve scendere a 200 rpm;
 - l'unità è diversa da quella a velocità angolare costante usata per gli HD;
 - 530 rpm sono molti meno dei 3600/10440 rpm degli HD.

Pit e land su un CD



CD-ROM

- 1984: Philips e Sony pubblicano il **libro giallo**, in cui viene definito lo standard dei **CD-ROM (Compact Disc-Read Only Memory)**.
 - viene definita la struttura e il formato da utilizzare per memorizzare dati digitali invece che “semplice” musica.
- Rispetto ai CD audio i CD-ROM hanno
 - stesse **dimensioni**;
 - compatibilità **dell’ottica** e della **meccanica**;
 - stesso **processo produttivo**;
 - miglior capacità di **correggere errori**.
- Il **libro verde** [1986] aggiunge grafica e possibilità di mischiare audio, video e dati nello stesso settore.

Velocità / capacità dei CD-ROM

➤ Velocità base (1x)

- 75 settori/sec,
- 153.6 KByte/sec (175.2 in modalità 2).
- Velocità superiori crescono in proporzione
 - 32x corrisponde a 2400 settori/sec cioè quasi 5MB/sec

➤ Capacità

- 74 minuti di musica = 681.984.000 byte = circa 650 MB;
- 80 minuti di musica = circa 700 MB.

➤ Tempo di accesso

- alcune **centinaia** di millisecondi.

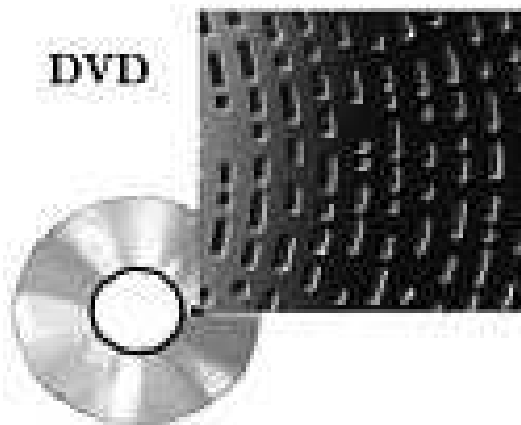
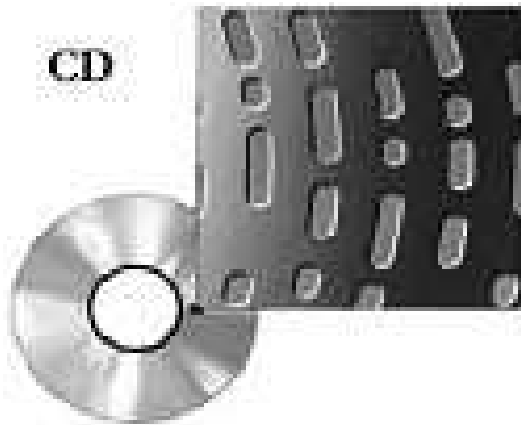
CD Recordable (CD-R)

- CD che vengono scritti una sola volta (**WORM**):
 - utilizzati per backup, per produzioni in piccole serie, per la generazione di master, ...
 - standard definito nel **libro arancione**, dove si introduce anche il **CD-ROM XA** (CD-R scritti in modo incrementale);
 - stesse dimensioni dei CD-ROM
 - dischi di policarbonato di 120 mm;
 - contengono un solco largo 0,6 mm (**guida** per il laser di scrittura).
- La riflettività di pit e land è simulata
 - c'è uno strato di colore fra il policarbonato e lo strato riflettente: nello stato iniziale questo strato è trasparente;
 - per scrivere, un laser ad alta potenza colpisce un punto nello strato della superficie colorata, rompe un legame chimico e crea una macchia scura.

CD ReWriteable (CD-RW)

- Dischi ottici **riscrivibili**.
- Lo strato di registrazione utilizza una lega di argento, indio, antimonio e tellurio che ha **due stati stabili**:
 - lo stato **cristallino** con elevata capacità di riflessione (land);
 - lo stato **amorfo** con ridotta capacità di riflessione (pit).
- Si usa un **laser** con **tre potenze diverse**:
 - ad **alta potenza** il laser scioglie la lega e un raffreddamento rapido la porta dallo stato cristallino allo stato amorfo;
 - a **potenza media** la lega si scioglie e si raffredda tornando nel suo stato cristallino;
 - a **bassa potenza** si rileva solo lo stato del materiale.

Digital Versatile Disk (DVD)



- Evoluzione tecnologica ➔ maggior densità dei dati:
 - pit più piccoli (0.4 vs. 0.8 μm);
 - spirale più serrata (0.74 vs. 1.6 μm);
 - laser rosso (0.65 vs. 0.78 μm).
- Caratteristiche dei DVD
 - capacità di 4.7 GB
 - 133 minuti di video fullscreen MPEG-2 ad alta risoluzione (720 x 480) con colonna sonora in 8 lingue e sottotitoli in altre 32;
 - 1x indica 1.4 MB/sec (vs. 150 KB/sec).

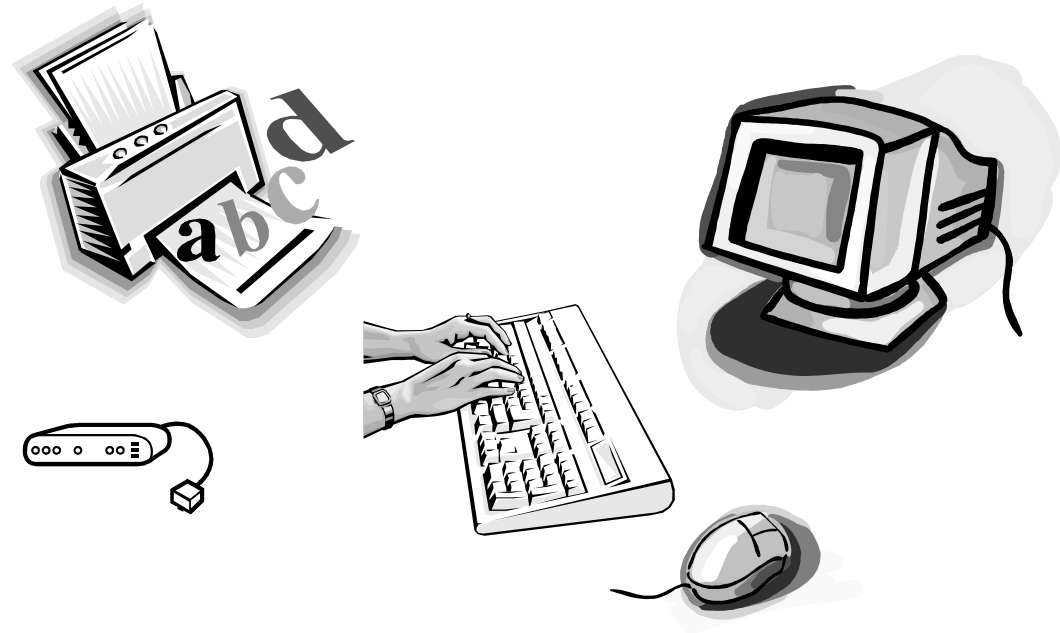
Diversi formati di DVD

- Esistono situazioni in cui servono **più di 4.7 GB**. Pertanto sono stati definiti quattro formati:
 1. Lato unico, strato unico (4,7 GB).
 2. Lato unico, strato doppio (8,5 GB).
 3. Due lati, strato unico (9,4 GB).
 4. Due lati, strato doppio (17 GB).
- Tecnologia dello strato doppio:
 - uno strato riflettente sul fondo coperto da uno strato semiriflettente; a seconda di dove viene indirizzato il laser, il raggio viene riflesso da uno strato o dall'altro;
 - lo strato inferiore ha pit e land leggermente più grandi, per cui la sua capacità è leggermente inferiore.

Esigenze

- Evitare perdite o duplicazioni di dati.
- Consentire comunicazioni asincrone.
- Nel caso di lettura da tastiera, le comunicazioni sono:
 - da tastiera a porta;
 - da porta a cella di memoria;
 - da cella di memoria a programma che utilizza il dato;indipendentemente dalle modalità di gestione di I/O adottata.

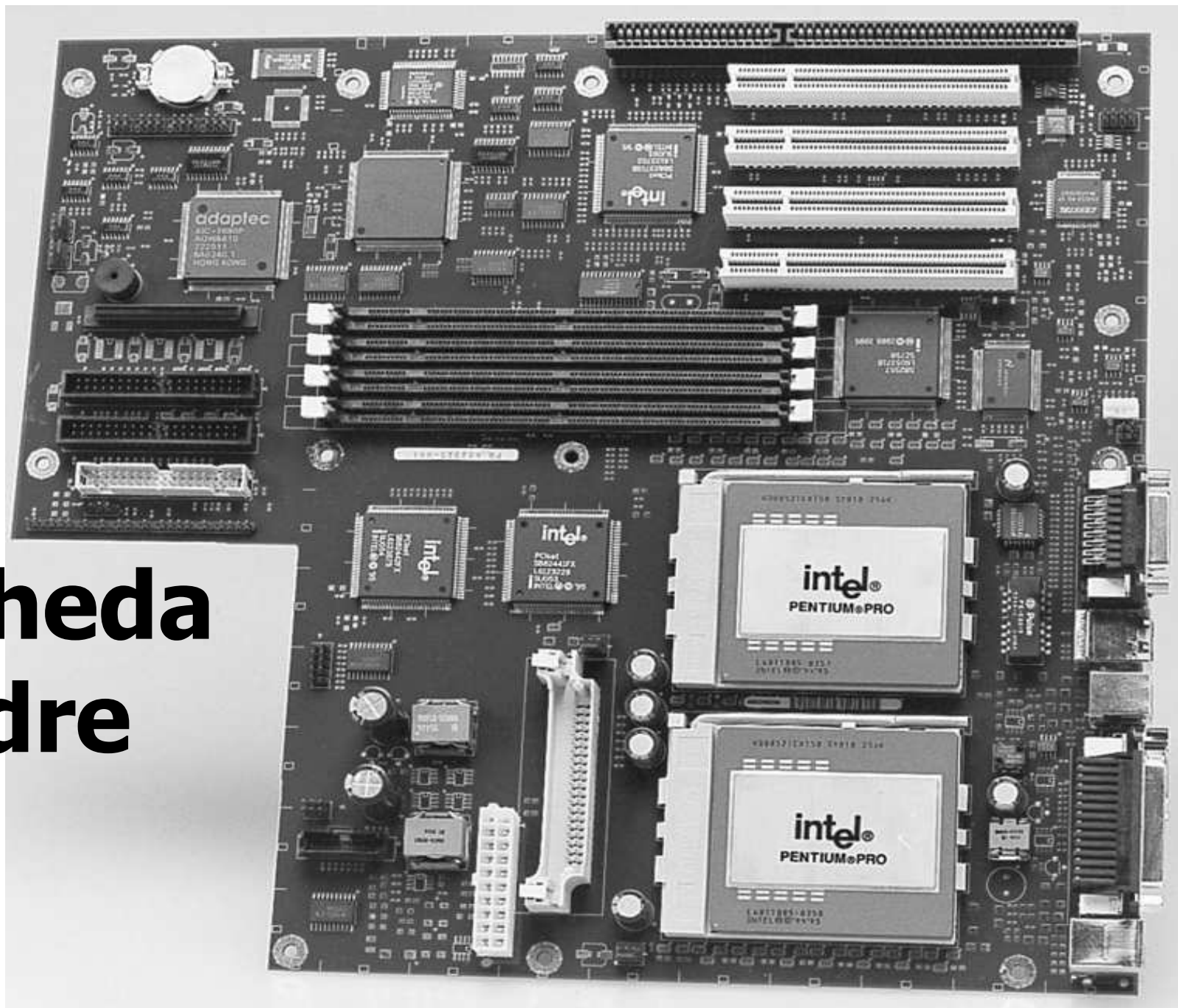
Dispositivi di Ingresso/Uscita (I/O)



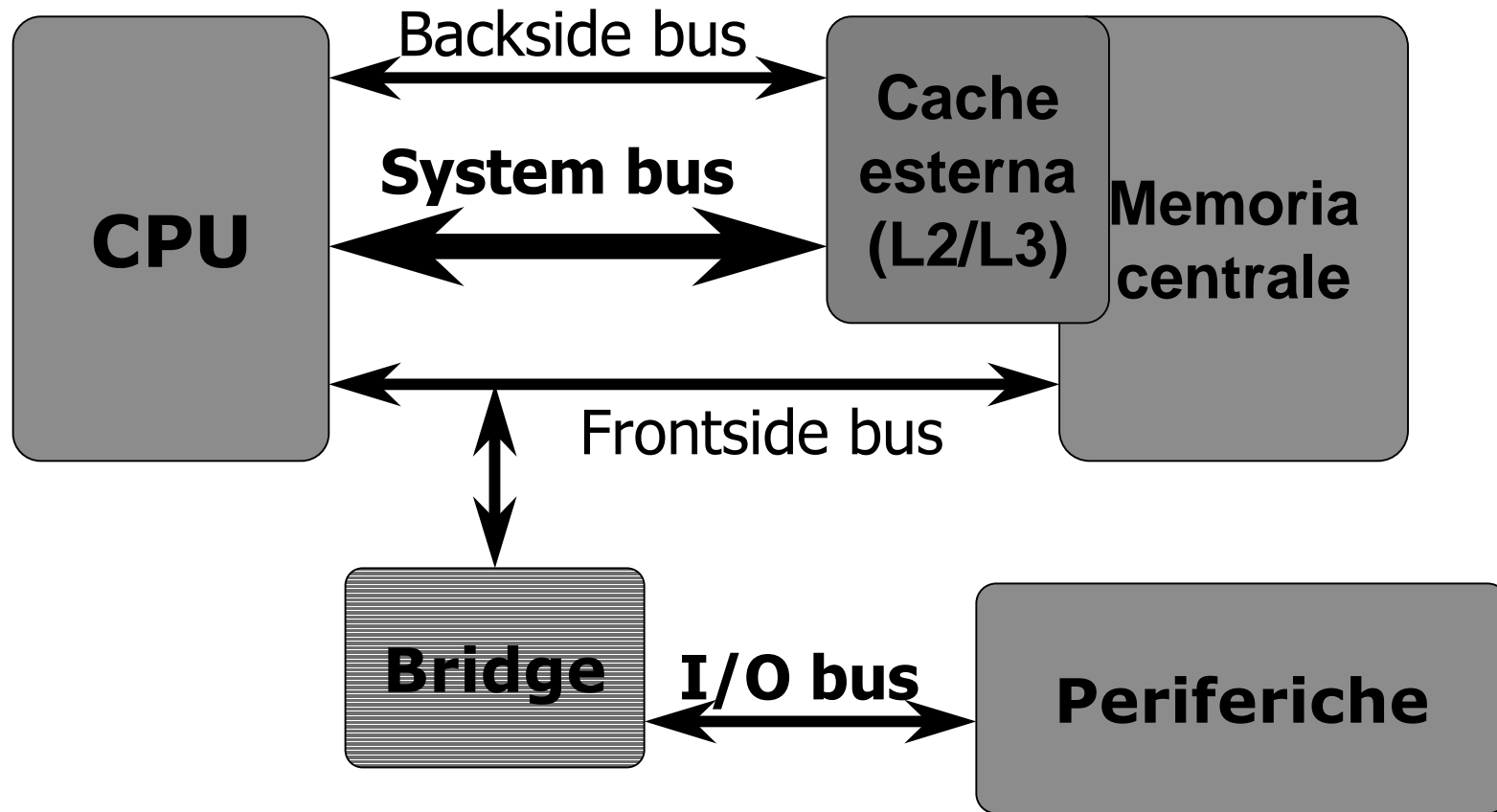
Struttura fisica di un PC

- Nella scatola (case) sono contenuti:
 - una **scheda madre** che contiene una CPU, alcuni connettori nei quali inserire moduli DIMM e vari chip di supporto;
 - uno o due **bus**, uno ad alta velocità (per schede moderne) e uno a bassa velocità (per schede più vecchie);
 - prese in cui si possono inserire i connettori delle **schede di I/O** che agiscono da **controllori** dei dispositivi di I/O, cioè ne **gestiscono l'accesso al bus**:
 - un controllore che legge o scrive dati verso e da una memoria senza interventi da parte della CPU effettua un accesso diretto alla memoria (**Direct Memory Access – DMA**)
 - completato il trasferimento, il controllore **effettua un interrupt**, la CPU sospende il programma in corso e inizia una procedura speciale, (**interrupt handler**); quando l'interrupt handler termina, la CPU continua con il programma.

La scheda madre



System & I/O Bus



Evoluzione dei bus I/O /1

- **Industry Standard Architecture – ISA (1980)**
 - 8/16 bit – 4.77/8 Mhz – fino a 5MBps effettivi
 - Introdotto fin dai primi PC IBM (PC/AT)
 - Presente praticamente su tutti i sistemi
 - In fase di estinzione
- **Micro Channel Architecture – MCA (1987)**
 - 32 bit – 10 Mhz – più di 20MBps – P&P
 - Incompatibile con ISA (**no backward compatibility**)
 - Architettura proprietaria IBM (!!)
- **Extended ISA – EISA (1988)**
 - 32 bit – 10 Mhz – più di 20MBps – P&P
 - Compatibile con ISA (backward compatibility)

Evoluzione dei bus I/O

/2

- **VESA Local Bus – VLB (1992)**
 - Video Electronics Standards Association (VESA)
 - Strettamente accoppiato con il processore
 - Progettato per 486, difficile adattarlo ai successori
 - Non più di due dispositivi oltre i 33MHz
- **Peripheral Component Interconnect – PCI**
 - 32/64 bit – 33/66 MHz – **133/266 MB/sec – P&P**
 - Consente la condivisione degli indirizzi di interrupt IRQ
 - Tipico utilizzo per dischi, schede grafiche, ...
- **PCI-X (by IBM, HP & Compaq)**
 - 64 bit – 133MHz – **1.0 GBps** – P&P
 - Nato per GigabitEthernet, Ultra3SCSI, FiberChannel, ...

Evoluzione dei bus I/O /3

- **Accelerated Graphics Port – AGP (1997)**
 - Collega scheda video, processore e memoria
 - Permette di utilizzare la memoria di sistema quando quella della scheda grafica si esaurisce.
 - 32 bit – 66 MHz – 254.3/1017MBps
 - Libera il bus PCI dal traffico della scheda video
 - Richiede un sistema di prestazioni elevate per essere sfruttata appieno
 - Banda passante di un sistema:
 $64 \text{ bit} \times 133 \text{ MHz} = 1017 \text{ MBps}$

Terminali

- Composti di due parti: **tastiera** e **schermo**.
 - Nel mondo dei mainframe, sono integrati in un dispositivo singolo e collegati al calcolatore principale per mezzo di una linea seriale
 - Nel settore dei personal computer, sono dispositivi separati.
- **Tastiere**
 - molti tipi diversi, meccaniche o elettromagnetiche;
 - quando si preme un tasto viene generato un interrupt e viene avviato il gestore degli interrupt della tastiera, che legge un registro hardware all'interno del controllore della tastiera per avere il numero del tasto (da 1 a 102) premuto;
 - quando il tasto viene rilasciato si verifica un secondo interrupt.

Monitor CRT (Cathode Ray Tube)

- Un cannone spara un **raggio di elettroni** contro uno **schermo fosforescente** (per la riproduzione dei colori si usano tre cannoni, per il **rosso**, il **verde** e il **blu**).
- Il raggio viene **deflesso** in modo da coprire tutti i punti dello schermo, una riga per volta (**raster scan**).
- Un'immagine a schermo pieno viene completata **30/60** volte al secondo.
- Davanti allo schermo c'è una **griglia** che lo divide in **punti**:
 - quando la griglia ha una **carica positiva** gli elettroni vengono accelerati **raggiungono lo schermo**;
 - quando la griglia ha una **carica negativa** gli elettroni vengono respinti e il punto sullo **schermo rimane spento**.

LCD (Liquid Crystal Display)

- Schermi “**piatti**”, **leggeri** e facilmente trasportabili.
- **Cristalli liquidi**: molecole organiche viscosi
 - **scorrono** come un liquido;
 - hanno una struttura **tridimensionale**, come un **cristallo**;
 - quando tutte le molecole sono allineate le proprietà ottiche del cristallo dipendono da **direzione** e **polarizzazione** della luce in ingresso;
 - un **campo elettrico modifica** l'allineamento molecolare e quindi **le proprietà ottiche**.

Struttura di un LCD

- Un LCD è compreso in **due lastre di vetro parallele** nella cui intercapedine sono contenuti i cristalli liquidi.
- Ogni lastra è “rivestita” da **elettrodi trasparenti**.
- Una **luce** (naturale o artificiale) situata dietro alla lastra posteriore **illumina lo schermo da dietro**.
- Gli **elettrodi** attaccati alle lastre di vetro vengono usati per **creare campi elettrici** nel cristallo.
- Le diverse parti dello schermo ricevono voltaggi diversi a seconda dell'immagine desiderata.
- Sulla parte anteriore e posteriore dello schermo vi sono dei **polarizzatori**, che servono a filtrare la luce che attraversa il cristallo.

Esempio di LCD: Twisted Nematic

- La **lastra posteriore** ha **scanalature orizzontali** e dietro lo schermo c'è un **polarizzatore orizzontale**.
- La **lastra anteriore** ha **scanalature verticali** e davanti allo schermo c'è un **polarizzatore verticale**.
- Se non c'è campo elettrico le molecole LCD tendono ad allinearsi con le scanalature: le molecole subiscono una rotazione di 90° e deviano di 90° la luce che le attraversa, in questo modo la luce passa!
 - In **assenza di campo elettrico** lo schermo LCD è completamente **luminoso**.
 - Applicando **una tensione** in alcuni punti della lastra si **distrugge la struttura** e si **blocca la luce**.

Schermi piatti (LCD)

- **Double-layer SuperTwist Nematic – DSTN**
 - Tecnologia LCD a **matrice passiva**;
 - sono anche chiamati "**dual-scan LCD**".
- **Thin Film Transistor – TFT**
 - Ogni **pixel** è controllato da 1-4 transistor;
 - sono anche detti LCD a "**matrice attiva**".
- **Equivalenza con CRT**
 - LCD di 13.5in = CRT di 15in (800 x 600)
 - LCD di 14.5in = CRT di 17in (1024 x 768)
 - LCD di 18.0in = CRT di 21in (1280 x 1024)

Confronto tra monitor

Caratteristica	PMLCD	AMLCD	CRT
Angolo visuale	50-90°	140°	180°
Contrasto	40:1	140:1	300:1
Risposta	300ms	25ms	NA
Luminosità	70-90	70-90	220-270
Potenza	45	50	180
Tempo di vita	60Kh	60Kh	anni

Terminali a caratteri

- Basati su una visualizzazione “**character map**” che riproduce il contenuto di una **memoria video**:
 - ogni carattere è associato a un **attribute byte** (colore, intensità, intermittenza e così via);
 - la scheda video richiede caratteri alla RAM video e genera i segnali necessari al funzionamento dello schermo.

Terminali grafici

➤ Visualizzazione “**bit map**”: lo schermo è una matrice di **pixel indipendenti**

- per indicare il **colore** di ogni pixel si usano fino a **32 bit** (8 bit per ogni colore fondamentale + 8 bit per la trasparenza);
- per rappresentare un carattere si usa un rettangolo di pixel e si configurano i bit necessari per visualizzare il carattere (così si possono realizzare diversi **font**);
- comodi per i **sistemi operativi a finestre**;
- richiedono una **memoria video** di grandi dimensioni
 - VGA: 640 x 480 x 4 byte = 1.2 Mbyte
 - SVGA: 800 x 600 x 4 byte = 1.9 Mbyte
 - XGA: 1024 x 768 x 4 byte = 3.2 Mbyte
 - UXGA: 1600 x 1200 x 4 byte = 7.5 Mbyte

riducibili grazie all'utilizzo di una “**palette**” (scelta di $2^8=256$ colori tra i 2^{32} possibili).

Mouse

- Interfaccia “**point-and-click**” vs. “**command line**”
 - muovendo il mouse si sposta il cursore;
 - pressione di un tasto → invio di un comando;
 - il comando dipende dalla posizione del cursore.
- Diversi tipi di mouse
 - **meccanici**: movimento rilevato da sensori che controllano la rotazione di una pallina incastrata sotto il mouse;
 - **ottici** (vecchio tipo): un “LED” invia luce verso un “pad” che la riflette a un “fotolettore”, sul pad è disegnata una griglia di linee e il fotolettore è in grado di rilevare il passaggio sopra una di queste linee;
 - **ottici** (nuovo tipo): una sorta di telecamera osserva il piano sotto il mouse e, confrontando le immagini riprese in istanti diversi, rileva il movimento
 - ...

Interazione mouse-computer

- Ogni volta che si **sposta**, il mouse invia una sequenza di 3 byte al calcolatore lungo una linea **seriale**:
 - un intero che indica lo **spostamento X**;
 - un intero che indica lo **spostamento Y**;
 - un intero che indica lo stato dei **pulsanti**.
- Il SO accetta queste informazioni e converte le indicazioni **relative** inviate dal mouse nella posizione **assoluta** del cursore.

Porte Standard

➤ **Interfaccia Seriale**

- Trasporta un bit per volta.
- Velocità massima di 115 kbps
- Utilizzata per periferiche lente, come mouse e modem esterni

➤ **Interfaccia parallela**

- Trasporta 8 bit alla volta.
- Velocità di 150 KB/sec (2MB/s in modalità EPP)
- Usata per stampanti, scanner e unità di backup (nastri, Zip).

➤ Direzione della comunicazione

- **Simplex**: la linea trasmette solo in una direzione;
- **Half-duplex**: la linea trasmette in entrambe le direzioni ma non contemporaneamente (una direzione per volta);
- **Full-duplex**: la linea trasmette contemporaneamente in entrambe le direzioni.

Universal Serial Bus – USB

- Definito da un consorzio (Intel, Compaq, Microsoft, ...), con l'intento di **sostituire** le attuali **porte seriali** e **parallele**.
- Velocità di **12 MBit/sec**.
- Collega fino a **127** periferiche in cascata.
- Può **alimentare** direttamente le **periferiche** a **basso consumo** (e.g. tastiere e mouse).
- Completamente **Plug and Play** (anche per collegamento "**a caldo**").
- **USB 2.0** (1999) arriva fino a **360-480Mbps**.

Firewire 1394

- Bus seriale ad **alte prestazioni** per la connessione di periferiche.
- Connette **64 periferiche in cascata**.
- Supporta il **Plug and Play** e **connessione a caldo**.
- Velocità di trasferimento di **400/800 Mbps**.
- Adatto per videocamere e videoregistratori digitali, lettori DVD e periferiche audio.

Riassunto caratteristiche

Standard	Utilizzo	Burst DTR	Note
ATA/IDE	HD, CD, DVD	3.3 – 66.6	Standard per HD
SCSI	HD, dischi removibili, scanner	5 – 80	Standard per alte prestazioni
USB	Scanner, fotocamere digitali	12	Sostituisce porte parallela/seriale
IEEE 1394	Videocamere, dispositivi ad alte prestazioni	400	Diffusione nel 2000/01

Modem

/1

- Connessione di calcolatori attraverso la rete telefonica (**analogica**).
- Velocità crescenti dal 1980 in poi
 - V.22bis, V.32 & V.32bis furono i primi standard per velocità di 2.4, 9.6 e 14.4Kbit/s.
 - V.34 (1994) supporta 28.8Kbit/s e corrisponde al minimo livello attualmente accettato
 - V.34+ (1996) arriva a 33.6Kbit/s
 - V.90 arriva a 56Kbit/s downstream e a 33.6Kbit/s upstream.
 - downstream indica dal digitale all'analogico
 - upstream indica dall'analogico al digitale

Modem

/2

- La linea telefonica trasmette bene segnali tra 1000 e 2000 Hz → si usano come portanti (**carrier**).
- Modulazione del carrier per portare un segnale digitale
 - Modulazione di **ampiezza**
usa due voltaggi diversi per 0 e 1;
 - Modulazione di **frequenza (frequency shift keying)**
tensione costante, ma cambia la frequenza
 - Modulazione di **fase**
ampiezza e frequenza costanti, cambia la fase.
- Il numero di possibili cambiamenti di segnale al secondo si chiama **baud**.
 - È possibile **associare 2 o più bit a ogni segnale**, allora il **bit rate** è maggiore del **baud rate**.

Integrated Services Digital Network - ISDN

- Linea analogica sostituita da **linea digitale**
 - in realtà non viene sostituita la linea, ma solo le **attrezzature alle due estremità**.
 - **Uso domestico: due canali** digitali indipendenti, ognuno da 64'000 bit/sec, e un canale di segnalazione da 16'000 bit/sec (per un totale di **144'000 bps**)
 - **Uso commerciale:** 30 canali per uso commerciale.
- Caratteristiche
 - tempo di **setup** della connessione praticamente nullo (1 s);
 - non serve più un modem analogico (**connessione digitale-digitale**);
 - è molto più **affidabile** (meno errori) di una linea analogica.

Asymmetric Digital Subscriber Line - ADSL

- Funziona sul **doppino telefonico** tradizionale
- Usa tre canali (in frequenza) diversi sulla stessa linea
 1. Plain Old Telephone System (POTS)
 2. Upstream (64-640KBps)
 3. Downstream (1.5-6.1MBps)
- Appartiene alla famiglia di protocolli **xDSL**
 - Diverse velocità di download (fino a 52Mbit/s) e upload (da 64Kbit/s a più di 2Mbit/s)
 - In Italia (a oggi) viene offerta una connessione con 640 Kbps downstream e 128 Kbps upstream.
 - Altre varianti **xDSL**
 - high-bit rate (**HDSL**)
 - single-line (**SDSL**)
 - very-high-data-rate (**VHDSL**).

Universal Mobile Telecommunications System

- Noto con l'acronimo UMTS
- Standard per i telefoni cellulari di terza generazione.
- Attivo commercialmente dal 2002
- UMTS potrà fornire ad ogni utente una banda fino a 2Mbit/sec
- Rende possibile la trasmissione attraverso la rete mobile di contenuti multimediali

Tassonomia dei calcolatori

Quantità vs. qualità

- Cambiare di un ordine di grandezza la **quantità** significa cambiare anche la **qualità**:
 - un'auto in grado di raggiungere una velocità di 1000 km/h nel deserto del Nevada è una macchina **fondamentalmente diversa** da un'auto che fa 100 km/h sull'autostrada;
 - un grattacielo di 100 piani non è solo un edificio di 10 piani un po' più grande.
- Nei computer le differenze sono di **diversi ordini di grandezza**.
- I miglioramenti procurati dalla legge di Moore possono essere utilizzati in modi diversi:
 - costruire **calcolatori sempre più potenti a prezzo costante**;
 - costruire lo **stesso calcolatore a prezzi ogni anno più convenienti**.

Calcolatori disponibili

/1

Tipo	Prezzo (€)	Applicazione tipica
Calcolatore monouso	1	Biglietti di auguri
Calcolatore dedicato	10	Orologi, automobili, ...
Calcolatore per videogiochi	100	Videogiochi personali
Calcolatore per PC	1 K	PC da tavolo o portatile
Server	10 K	Server di rete
Reti di workstation	100 K	Centro di calc. dipartimentale
Mainframe	1 M	Database di una banca
Supercalcolatore	10 M	Previsioni del tempo

I prezzi sono solo indicativi.

Calcolatori disponibili

/2

➤ **Calcolatori monouso:**

- chip singoli incollati all'interno dei biglietti di auguri;
- si tratta in pratica di calcolatori usa e getta.

➤ **Sistemi embedded** (calcolatori dedicati):

- calcolatori che si trovano in telefoni, televisori, forni, auto, ...
- questi calcolatori contengono un processore, meno di un megabyte di memoria e qualche funzione di I/O.

➤ **Videogame**

- normali calcolatori con particolari capacità grafiche, ma software limitato e poche possibilità di estensione; fanno parte di questa categoria anche i PDA;
- contengono un processore, alcuni megabyte di memoria, un tipo di schermo (anche un televisore) e poco di più.

Calcolatori disponibili

/3

➤ **Personal computer (PC) o workstation:**

- dotati di alcune decine di megabyte di memoria, di un disco fisso contenente alcuni gigabyte di dati, drive CD-ROM, modem, scheda audio e altre periferiche;
- dotati di sistemi operativi elaborati, molte opzioni di espansione e una vasta gamma di software disponibile.

➤ **Server di rete**

- si tratta di PC o workstation potenziati utilizzati come server di rete sia per le reti locali che per Internet;
- esistono sia in configurazione con processore unico che con più processori, hanno alcuni gigabyte di memoria, molti gigabyte di spazio sul disco fisso e interfacce di rete ad alta velocità.

Calcolatori disponibili

/4

➤ **NOW (Networks of Workstations) o COW (Cluster of Workstations)**

- composti da PC o workstation normali collegate con reti ad elevate prestazioni (qualche gigabit/sec) e funzionanti con software speciale, che permette a tutte le macchine di lavorare insieme su un unico problema;
- architetture sono facilmente scalabili (da alcune macchine ad alcune migliaia) e sono paragonabili a minisupercomputer.

➤ **Mainframe**

- calcolatori grandi come una stanza, in uso fin dagli anni '60;
- non sono più veloci di server potenti, ma solitamente hanno più capacità di I/O e sono dotate di grandi insiemi di dischi
- sono macchine estremamente costose, che vengono spesso mantenute per via dell'ingente investimento esistente in termini di software, dati, procedure operative e personale.

Calcolatori disponibili

/5

➤ **Supercomputer**

- hanno CPU velocissime, molti gigabyte di memoria centrale, dischi e reti molto veloci.
- Recentemente molti supercomputer sono diventati macchine altamente parallele non molto diverse dai COW, ma con componenti più veloci e più numerosi.
- I supercomputer vengono utilizzati per risolvere problemi di calcolo molto complicati in campi scientifici e ingegneristici:
 - simulazione di uno scontro fra galassie,
 - sintesi di nuovi farmaci,
 - modelli del comportamento dell'aria attorno alle ali di un aereo.