

Il calcolatore

- Il calcolatore (computer) è uno strumento in grado di svolgere i seguenti compiti:
 - memorizzare informazioni \longrightarrow rappresentazione dell'informazione
 - elaborare informazioni \longrightarrow algoritmi
- Nel corso degli anni il calcolatore ha subito una rapida evoluzione tecnologica, pur mantenendo fondamentalmente la stessa architettura di base.

Ambiti di utilizzo

- Sistemi informativi (di enti, aziende ecc.)
- Sistemi automatizzati (nelle fabbriche)
- Produttività individuale:
 - elaborazione testi (word processing)
 - archiviazione dati
 - Internet (e-mail, navigazione nel WWW ecc.)
 - ...
- Intrattenimento (videogame)
- Elettrodomestici
- Bancomat
- ...

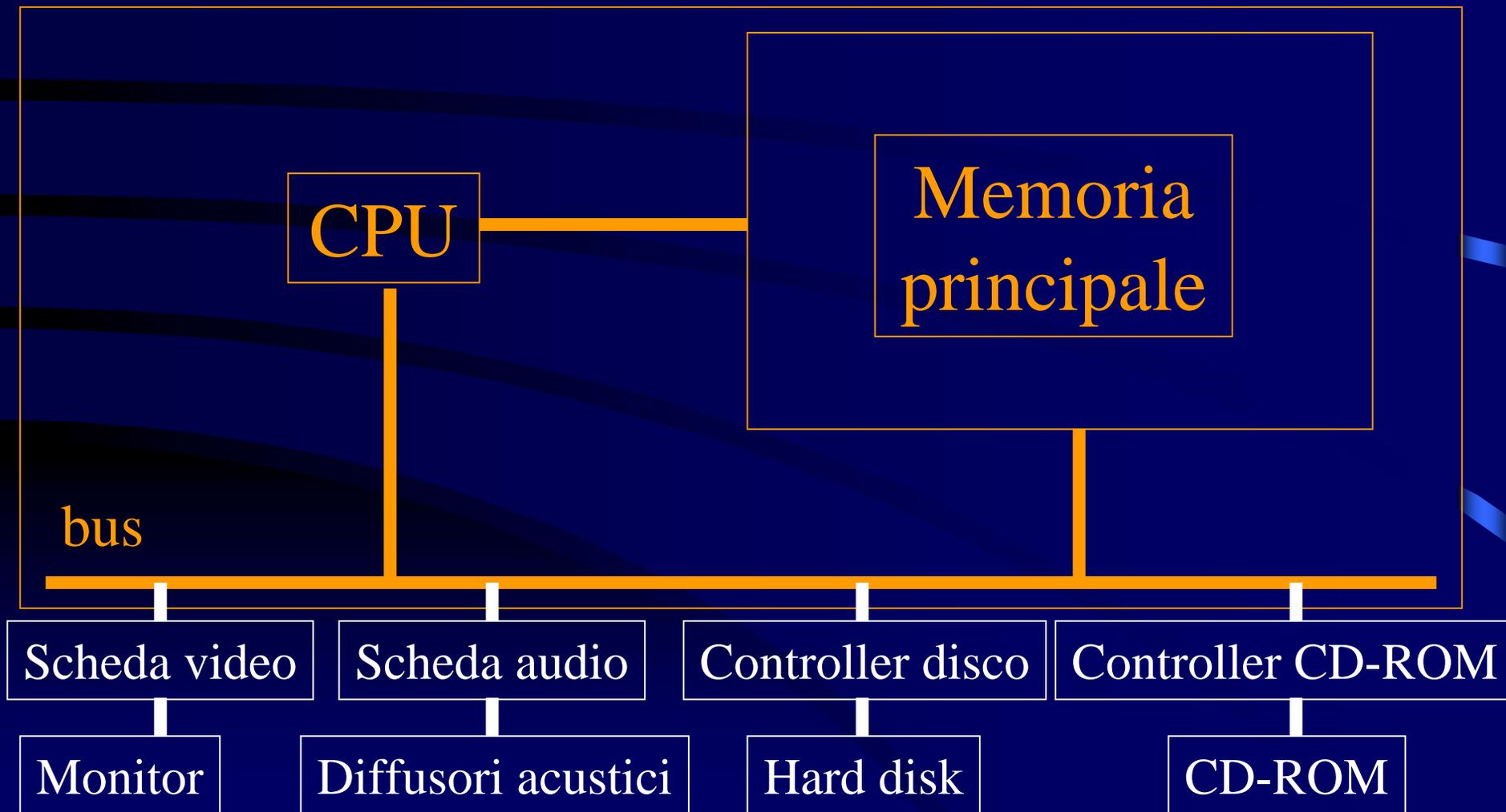
Architettura del calcolatore

- Per quanto riguarda l'architettura di un calcolatore dobbiamo tener presenti due aspetti:
 - Hardware:
 - Macchina di Von Neumann (risale agli anni '40)
 - Periferiche aggiuntive
 - Software:
 - Sistema operativo
 - Programmi applicativi (applicazioni)

Architettura del calcolatore

- I vari calcolatori elettronici presenti in commercio possono differire per:
 - risorse disponibili,
 - velocità di funzionamento,
 - qualità dei componenti/costo,
 - applicazioni possibili.
- Tuttavia il modello su cui si basano è sempre lo stesso che può quindi essere studiato in modo generale.
- Nel seguito focalizzeremo la nostra attenzione sul cosiddetto “Personal Computer” (PC).

Macchina di Von Neumann



Macchina di Von Neumann

- Componenti principali:
 - Microprocessore (CPU: Central Processing Unit)
 - Memoria principale
 - Bus di sistema
 - Periferiche:
 - Schede audio/video
 - Memoria secondaria (di massa): dischi rigidi, unità CD-ROM/DVD-ROM
 - Dispositivi di input (tastiere, mouse ecc.)
 - Dispositivi di output (monitor, stampanti ecc.)
 - ...

Componenti di un PC

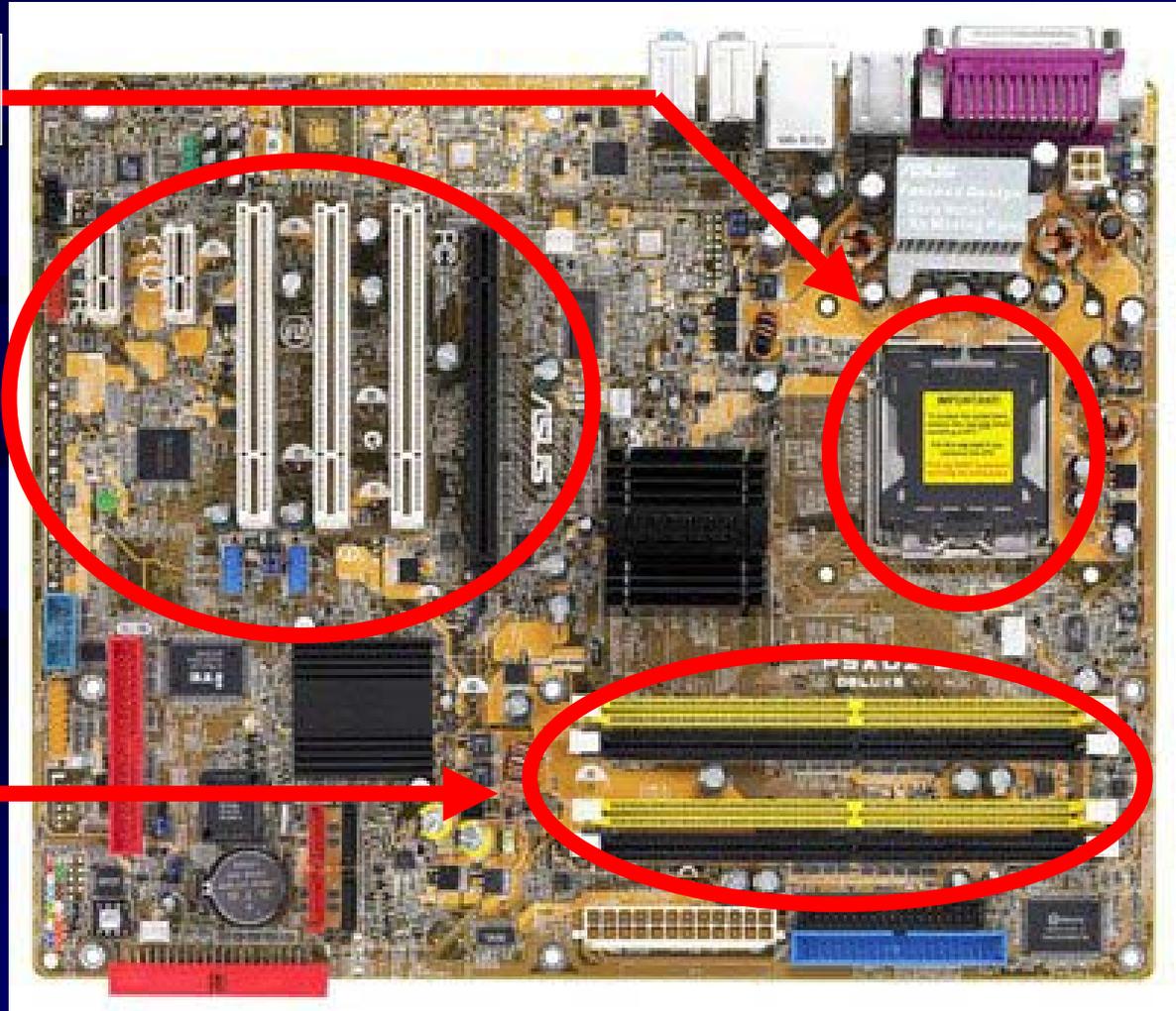
- Il componente principale di un PC è la scheda madre (motherboard), ovvero, un grande circuito stampato su cui sono predisposti i connettori per i vari dispositivi.
- Tutti i connettori sono collegati ad un canale trasmissivo detto bus che attraversa la scheda madre.
- I vari componenti di un PC sono integrati in schede (plug-in board) che vengono inserite tramite i connettori.

Scheda madre

Connettore CPU

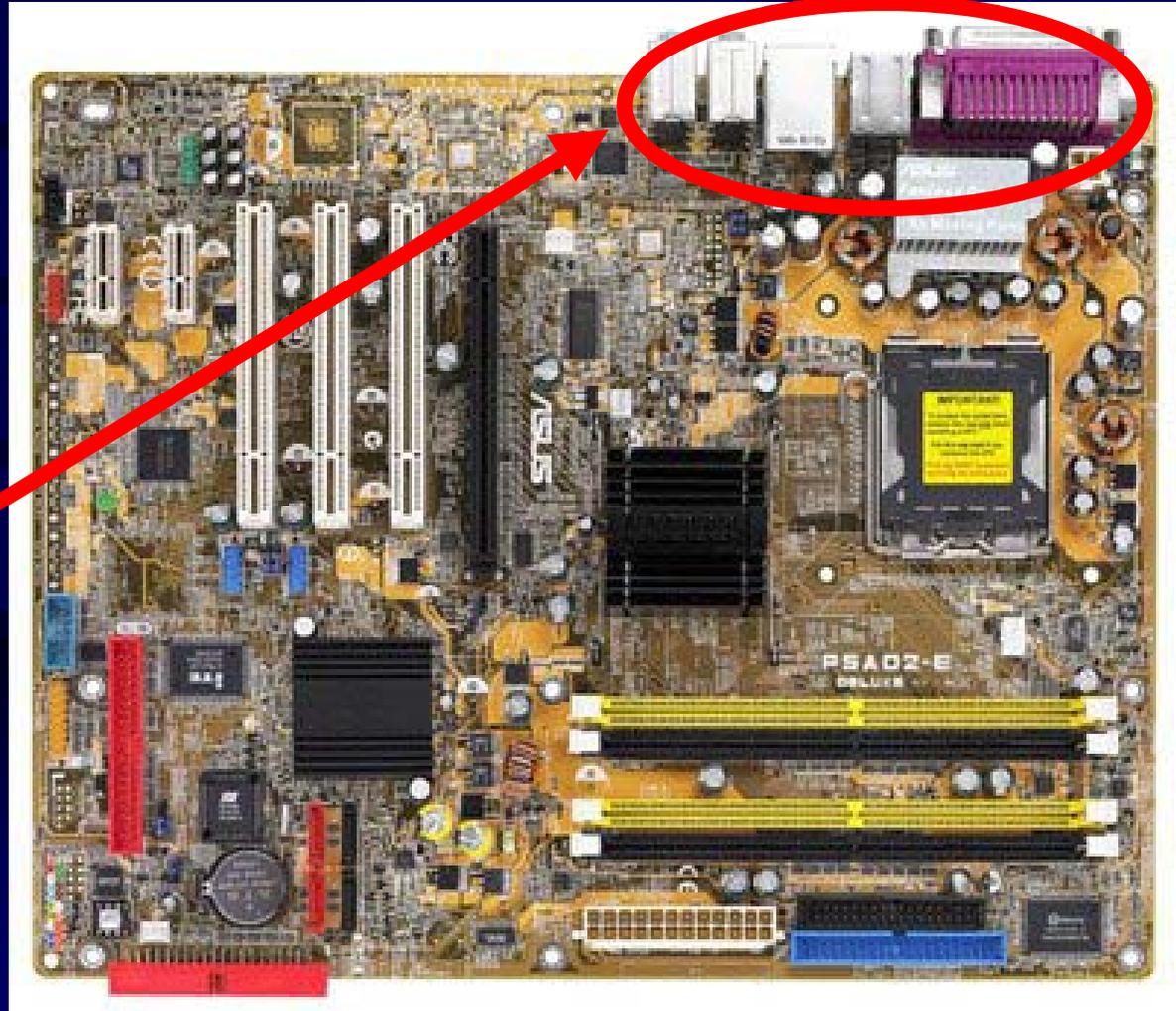
Connettori per
plug-in board

Connettori per
moduli di memoria



Scheda madre

Connettori per
tastiera, mouse,
periferiche USB,
porta parallela



Periferiche

- Le periferiche (ovvero, i dispositivi di input/output) di un PC sono caratterizzate dall'essere costituite da due parti:
 - il dispositivo vero e proprio (mouse, monitor, stampante ecc.),
 - un dispositivo di controllo (integrato in una scheda connessa alla motherboard) che ne gestisce il funzionamento in base ai parametri forniti dal calcolatore.

Periferiche (esempi)

- Monitor (dispositivo) + scheda video (dispositivo di controllo)
- Disco rigido (dispositivo) + controller del disco rigido (dispositivo di controllo)
- Diffusori acustici (dispositivo) + scheda audio (dispositivo di controllo)

Vantaggi

- La scelta costruttiva di separare i circuiti della scheda madre da quelli dei singoli componenti ha permesso di avere macchine facilmente **modificabili** e **migliorabili**.
- Infatti è possibile eseguire la sostituzione di ogni singolo componente in modo **indipendente** dagli altri.

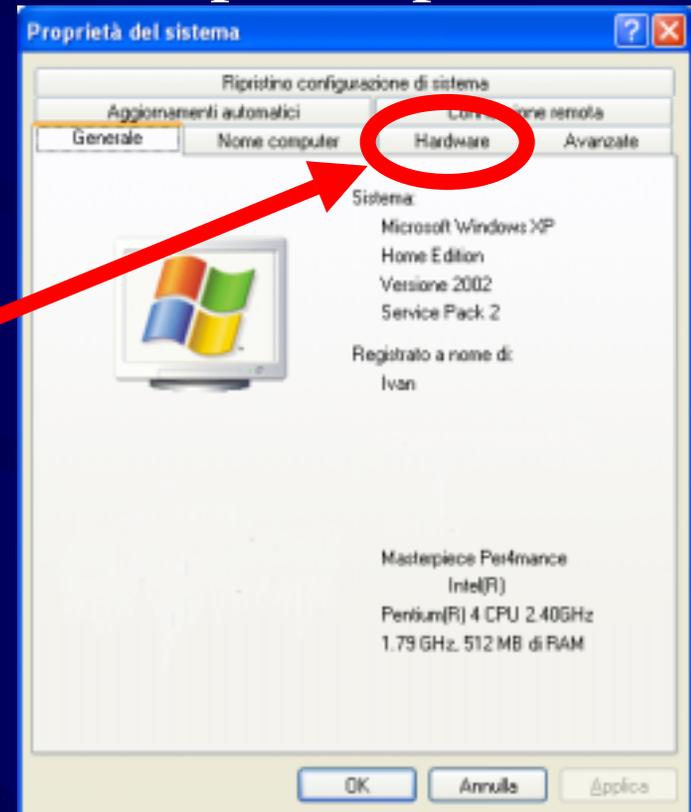
Tipologie di componenti

- In un PC troviamo le seguenti categorie di componenti:
 - **microprocessori (CPU)**: sono i responsabili dell'esecuzione delle istruzioni dei programmi;
 - **memorie**: aree per l'archiviazione temporanea o permanente dei dati:
 - **memoria primaria** (cache e memoria centrale),
 - **memoria secondaria o di massa** (dischi rigidi, cd-rom ecc.);
 - **dispositivi di input/output**;
 - **bus**: canale trasmissivo per il collegamento dei vari componenti.

Windows Xp

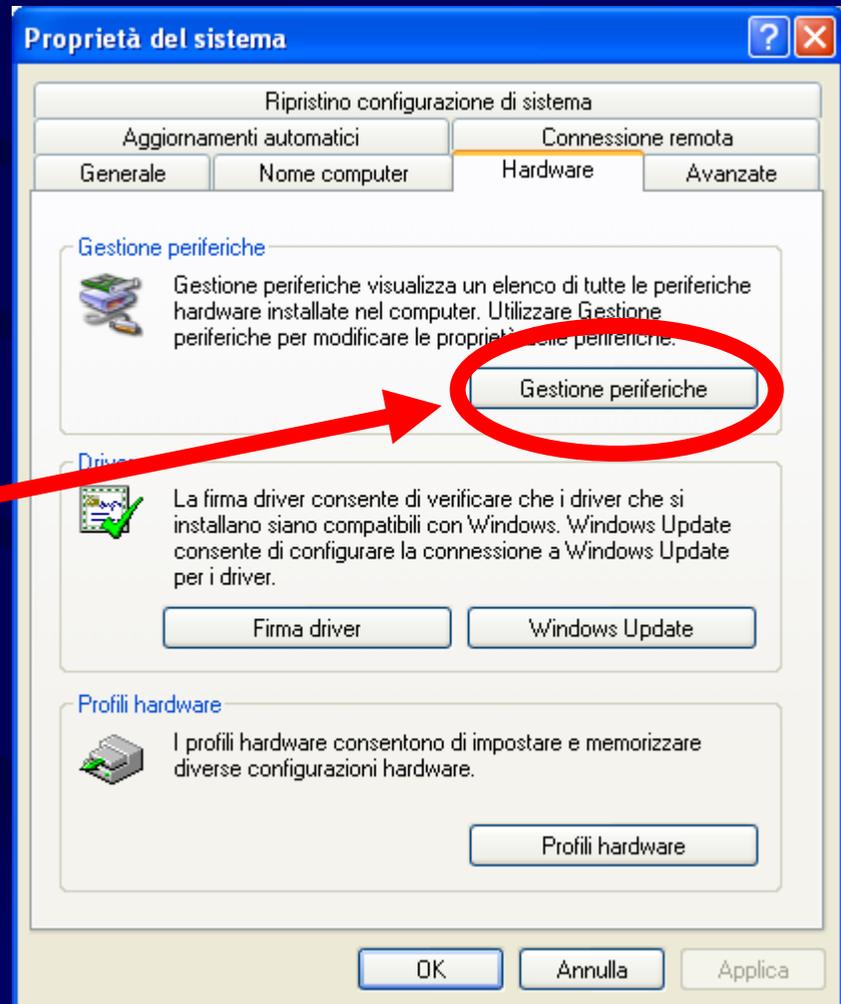
- Selezionando “Sistema” dal Pannello di Controllo (in “visualizzazione classica”) di Windows Xp, compare la seguente finestra:

Cliccando sulla voce “Hardware”, si accede alla sezione dedicata alla gestione dei componenti del PC



Windows Xp

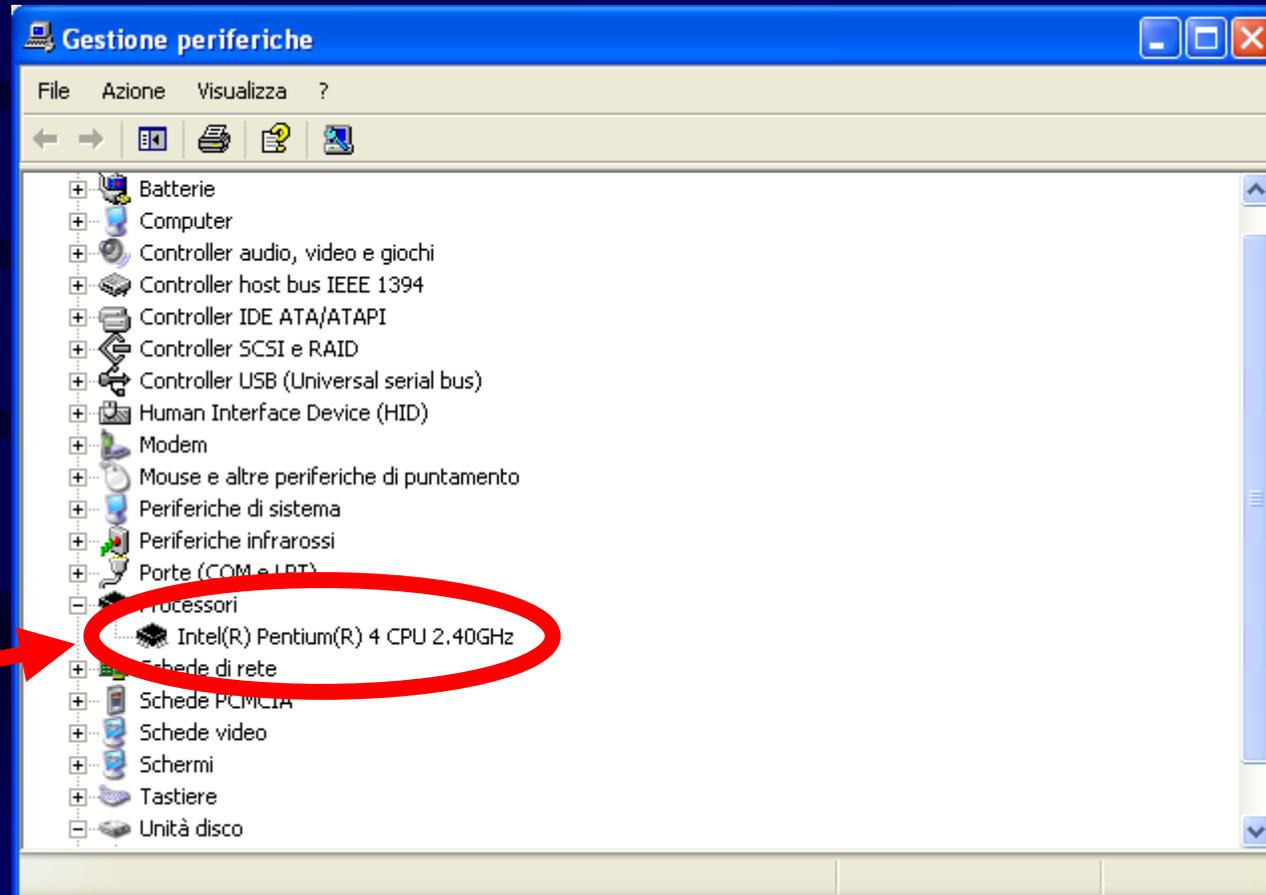
Questo pulsante consente di accedere al programma di gestione dei dispositivi del PC



Windows Xp

Le periferiche sono raggruppate per categorie al fine di facilitare l'utente

CPU



Microprocessori

- E' il “cervello” del calcolatore.
- Si occupa di eseguire le istruzioni dei programmi.
- Utilizza la memoria primaria come area di memorizzazione temporanea.
- Riceve e invia dati dalle periferiche di input/output.

Componenti di un microprocessore

- **Registri**: celle di memoria presenti all'interno della CPU ad alta velocità d'accesso.
- **Unità aritmetico-logica (ALU)**: si occupa dell'esecuzione delle operazioni aritmetiche e logiche (valutazioni).
- **Unità di controllo (CU)**: si occupa di recuperare le istruzioni ed i relativi dati per la loro esecuzione.

Ciclo fetch-decode-execute

- L'unità di controllo si occupa di eseguire continuamente il seguente ciclo di operazioni:
 - recupero (**fetch**) dell'istruzione da eseguire dalla memoria primaria (l'istruzione viene memorizzata nell'Instruction Register);
 - modifica del registro Program Counter in modo che punti all'istruzione successiva;
 - Decodifica (**decode**) dell'istruzione da eseguire: viene determinato il tipo di istruzione:
 - assegnamento,
 - lettura,
 - scrittura,
 - spostamento,
 - operazione aritmetica,
 - valutazione;
 - ... (continua nel lucido successivo)

Ciclo fetch-decode-execute

- ... (continua dal lucido precedente)
 - recupero dalla memoria primaria dei dati necessari per l'esecuzione dell'istruzione;
 - esecuzione (execute) dell'istruzione;
 - spostamento dei dati in memoria primaria o verso una periferica di output.

Pipeline

- Per ottenere prestazioni migliori, molti microprocessori contengono tre diverse CU in modo da operare come segue ad ogni dato istante t :
 - la prima CU esegue l'istruzione n ;
 - la seconda CU decodifica l'istruzione $n+1$;
 - la terza CU recupera l'istruzione $n+2$.
- In questo modo si ottiene un elevato grado di **parallelismo** che aumenta le prestazioni della CPU (e quindi del calcolatore).

La memoria

- Il tipo di memoria ideale dovrebbe avere le seguenti caratteristiche:
 - essere veloce quanto la CPU,
 - essere il più capiente possibile,
 - non presentare mai malfunzionamenti.
- Ovviamente nessun tipo di memoria esistente possiede tali requisiti.

Classificazione delle memorie

capienza

Denominazione	Capacità	Tempo d'accesso
Registri	< 1 KB	1 ns
Cache di livello 1	2 KB – 64 KB	1 ns
Cache di livello 2	256 KB – 2 MB	2 ns
RAM	256 MB – 2 GB	10 ns
Hard Disk	40 GB – 160 GB	10 ms

velocità d'accesso

I prefissi delle unità di misura

Prefisso	Simbolo	fattore
exa	E	10^{18}
peta	P	10^{15}
tera	T	10^{12}
giga	G	10^9
mega	M	10^6
kilo	K	10^3
milli	m	10^{-3}
micro	μ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}
pico	p	10^{-12}
femto	f	10^{-15}
atto	a	10^{-18}

Esempi

- 1 ms = 1 millisecondo = 10^{-3} secondi = 0,001 secondi
- 5 Kg = 5 kilogrammi = 5×10^3 grammi = 5.000 grammi
- 2 ns = 2 nanosecondi = 2×10^{-9} secondi = 0,000000002 secondi

Considerazioni pratiche

- Il tempo d'accesso di un hard disk (10 ms) è 1.000.000 di volte più alto rispetto a quello della RAM (10 ns).
 - Infatti $10 \text{ ms} / 10 \text{ ns} = 10 \times 10^{-3} / 10 \times 10^{-9} = 10^{-3} / 10^{-9} = 10^6 = 1.000.000$
- Quindi leggere e scrivere su disco è estremamente più inefficiente che leggere e scrivere nella RAM.

Memorie - caratteristiche

- Registri e cache di livello 1 funzionano alla stessa velocità del processore:
 - sono memorie costose e di difficile realizzazione tecnica.
- Lo scopo della memoria cache è di memorizzare i dati richiesti più frequentemente, per evitare di dover ogni volta accedere alla memoria principale (RAM) che è molto più lenta del processore.
- Registri, memoria cache (di livello 1 e 2) e memoria RAM sono volatili, ovvero, perdono il proprio contenuto in assenza di alimentazione elettrica.
- I dispositivi di memorizzazione di massa (come i dischi rigidi) invece sono permanenti, ovvero, mantengono i dati anche in assenza di alimentazione elettrica.

La memoria RAM

- **RAM = Random Access Memory** (letteralmente: memoria ad accesso casuale).
- In realtà la sigla indica che possiamo accedere a qualunque cella di memoria impiegando lo stesso tempo.
- Un bit può essere rappresentato elettronicamente da un **condensatore** (capace di assumere, per mezzo dell'induzione di una corrente, una carica e mantenerla per un certo periodo).
- Un altro componente elettronico, il **transistor**, viene utilizzato per comandare il condensatore.

La memoria RAM

- Il condensatore entro un certo periodo di tempo tuttavia perde la carica.
- Per far mantenere la carica ad un condensatore è quindi necessario rinfrescarne periodicamente lo stato (**refresh**)
- Da ciò deriva la denominazione di **RAM dinamica** (**DRAM – Dynamic RAM**).
- Esiste anche una **RAM statica** (**SRAM – Static RAM**) che non si serve dei condensatori, ma di 4 o 6 transistor collegati per memorizzare un bit.
- Essendo più costosa (oltre che più veloce), la SRAM viene impiegata per realizzare la cache di livello 2.

Indici delle prestazioni delle memorie RAM

- Nel corso degli anni sono state introdotte diverse varianti di memorie RAM.
- Quindi per eseguire dei confronti sono stati introdotti due indici di prestazioni:
 - **il flusso di dati** che la memoria produce nell'unità di tempo (misurato in **MB/s – MegaByte per secondo**);
 - **il numero di letture/scritture** che la memoria riesce a compiere **nell'unità di tempo** (velocità di funzionamento, misurata in **MHz – MegaHertz**).

Tipologie di memorie RAM

- EDO DRAM (**Extended Data-Out DRAM**):
 - Quando si attiva un transistor per un dato bit, invece di aspettare che termini la relativa lettura/scrittura, si procede ad attivare il transistor vicino, risparmiando tempo (dato che letture/scritture operano su insiemi di bit attigui). Flusso di dati: 200/300 MB/s.
- SDRAM (**Synchronous DRAM**):
 - La temporizzazione dei segnali fra memoria e la CPU è lasciata a quest'ultima in modo da evitare la latenza che normalmente intercorre fra la notifica da parte della RAM che i dati sono pronti e la conseguente azione della CPU. Flusso di dati: 500-600 MB/s. Velocità: 100 o 133 MHz.

Tipologie di memorie RAM

- DDR DRAM (**Double Data Rate DRAM**):
 - Grazie ad un dispositivo di controllo più sofisticato, riescono ad inviare due dati per ogni singolo dato inviato da una DRAM tradizionale. Flusso di dati: 1.600-3.500 MB/s. Velocità: 100-200 MHz, le ultime immesse sul mercato 400 MHz.
- RDRAM (**Rambus DRAM**):
 - Memorie che sfruttano un bus di collegamento ad alta velocità: 800 MHz (utilizzate nei primi PC dotati di processore Intel Pentium 4, stanno scomparendo dal mercato delle memorie per PC).

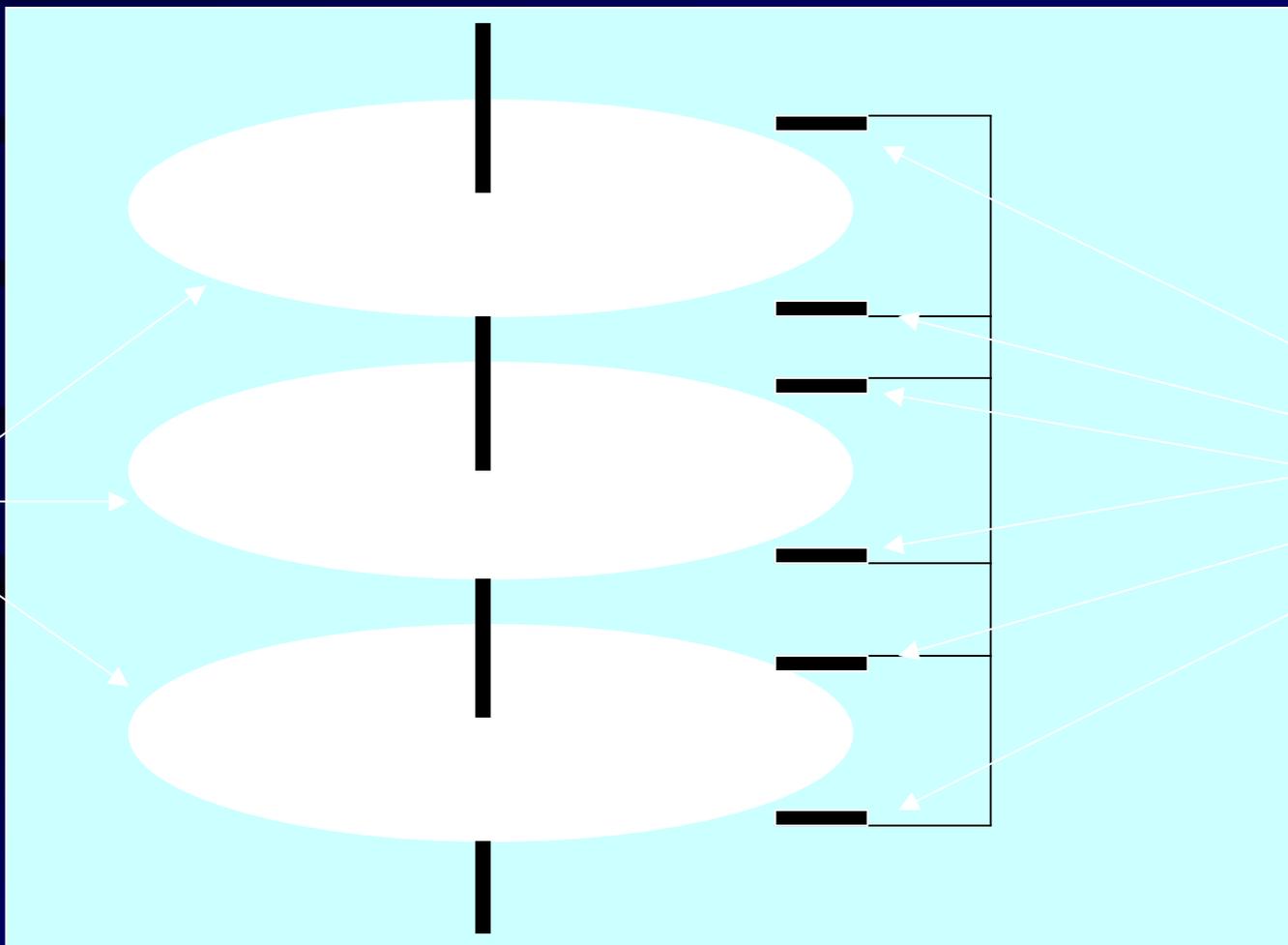
I dischi rigidi

- Utilizzati fin dagli anni '50 con il nome di fixed disk o Winchester (nome usato dall'IBM), inizialmente avevamo un diametro di mezzo metro e una capienza di pochi MB.
- Nel corso degli anni furono denominati hard disk per contrapporre la rigidità dei supporti ricoperti da sostanze **ferromagnetiche**, rispetto ai supporti flessibili dei primi floppy disk.
- I supporti rigidi (di alluminio o vetro) sono ricoperti da una sostanza ferromagnetica che possiede la caratteristica di magnetizzarsi in modo permanente se esposta ad un certo campo elettromagnetico.
- Abbiamo quindi la possibilità di **codificare i valori 1 e 0** con **zone magnetizzate/non magnetizzate** rispettivamente.

Parametri di un disco rigido

- **Capacità**: quantità totale di dati memorizzabile (al giorno d'oggi sono tipici valori come 40 GB o 80 GB).
- **Data rate**: numero di byte trasferibili nell'unità di tempo (valori tipici sono nell'ordine dei 5-40 MB/s).
- **Tempo di accesso**: tempo che intercorre fra la richiesta di un dato e la fornitura del primo byte (valori tipici vanno da 10 a 20 ms).

Struttura di un disco rigido



supporti

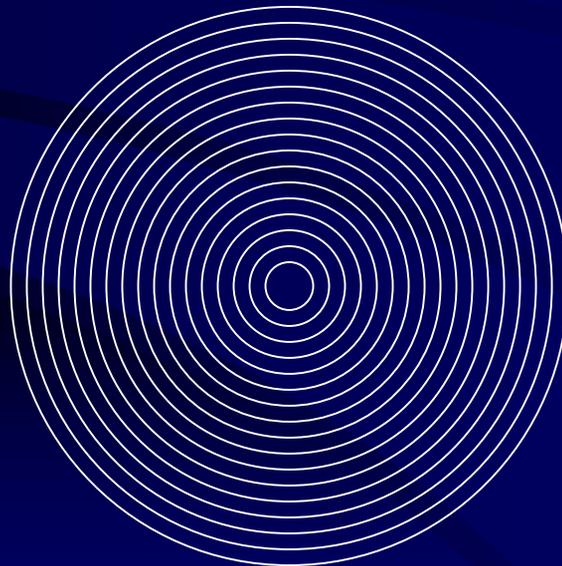
testine

Struttura di un disco rigido

- Uno o più dischi connessi fra loro da un perno rotante (mosso da un motore ad alta precisione).
- Ogni disco è registrabile su entrambe le facce.
- Per ogni superficie vi è una testina in grado di leggere/scrivere su di essa.
- Tutte le testine sono connesse fra loro da un braccio mobile.

Le superfici dei dischi

- Ogni superficie registrabile di un disco rigido è suddivisa in tracce, ovvero, in circonferenze concentriche:



Le tracce

- Ogni traccia di una superficie registrabile di un disco rigido è ulteriormente suddivisa in porzioni chiamate settori.
- Un settore (tipicamente della dimensione in grado di contenere **256-512 byte**) è la porzione di superficie più piccola che una testina può leggere/scrivere con un'unica operazione.
- La **formattazione** di un disco segna fisicamente l'inizio e la fine di ogni settore in modo che le testine li possano localizzare.

Cilindri di un disco rigido

- Le tracce corrispondenti (ovvero, aventi la stessa distanza dal perno) sulle diverse superfici registrabili di un disco rigido costituiscono un cilindro.
- Quindi per la specifica di un particolare settore, abbiamo bisogno di tre parametri:
 - **cilindro** su cui è posizionato il settore,
 - **superficie** del cilindro su cui è posizionato il settore,
 - **settore** all'interno della traccia.

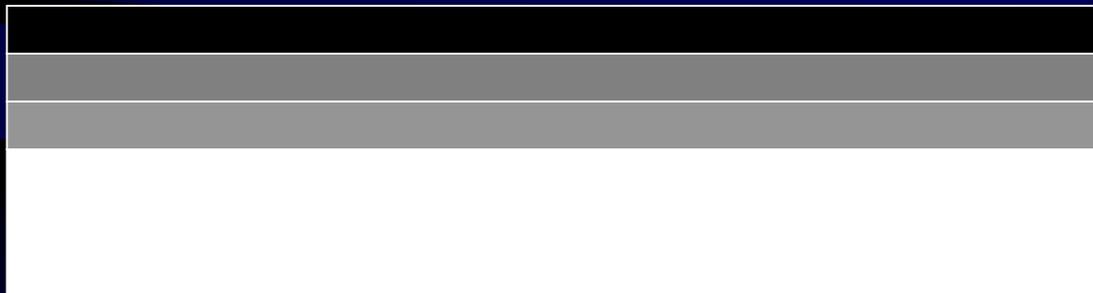
Letture/scrittura su disco rigido

- Ogni operazione di lettura/scrittura su disco rigido è composta dai seguenti passi:
 - spostamento delle testine sul cilindro corrispondente (il tempo impiegato è noto come **seek time**),
 - attivazione della testina della superficie corretta (quella su cui si trova il settore),
 - rotazione del disco finché il settore corretto non si trovi sotto la testina (il tempo impiegato è noto come **latency time**),
 - trasferimento dei dati dal disco (lettura) oppure verso il disco (scrittura).
- **Tempo di accesso = seek time + latency time.**

I Compact Disk

- Un compact disk (CD) è un disco dello spessore di 1,2 mm composto dai seguenti strati:
 - uno strato di policarbonato trasparente su cui, lungo una spirale che parte dal centro del disco, vi è una successione di zone piatte e di rientranze (bumps) incise con un procedimento di stampatura,
 - un foglio sottile di alluminio che riflette la luce,
 - uno strato di materiale acrilico di protezione,
 - l'etichetta.

I Compact Disk



Etichetta

Strato protettivo di materiale acrilico

Strato riflettente di alluminio

Policarbonato trasparente

CD: principio di funzionamento

- Un raggio laser viene proiettato verso lo strato di policarbonato (dal lato opposto all'etichetta) seguendo la spirale.
- Viene misurata la quantità di luce riflessa che varia a seconda se viene colpita una rientranza (interpretata come 0) oppure una zona piatta (interpretata come 1).
- Spesso, per ragioni di affidabilità, un 1 viene codificato come il passaggio da una rientranza ad una zona piatta e lo 0 come la mancanza di tale passaggio.

CD-ROM

- I Compact Disk realizzati con il procedimento di stampatura descritto vengono detti CD-ROM (**Compact Disk – Read Only Memory**).
- Infatti essi, una volta usciti dalla fabbrica, non sono più modificabili e possono soltanto essere letti tramite la periferica nota come lettore CD-ROM.

CD-R

- I CD-R (Compact Disk – Recordable) sono dei CD scrivibili tramite i cosiddetti “masterizzatori”, che sfruttano un procedimento chimico.
- In un CD-R fra lo strato di alluminio e il policarbonato vi è uno strato composto da un **materiale fotosensibile (dye)**.
- Inizialmente lo strato di materiale fotosensibile è trasparente e quindi la luce del laser lo attraversa e viene riflessa dallo strato di alluminio.
- Se un laser di una certa intensità e frequenza colpisce lo strato fotosensibile, la porzione colpita si annerisce permanentemente, divenendo opaca (**burned**) e non lasciando più passare la luce.
- In questo modo le zone annerite codificano degli 0 e le zone rimaste trasparenti degli 1.

CD-R

- I masterizzatori hanno **due laser**:
 - uno di bassa potenza per leggere (senza alterare lo strato fotosensibile),
 - uno di maggiore potenza per “bruciare” lo strato fotosensibile.
- Il procedimento di masterizzazione è **irreversibile**: una volta annerita una zona non può tornare allo stato trasparente iniziale.

CD-R

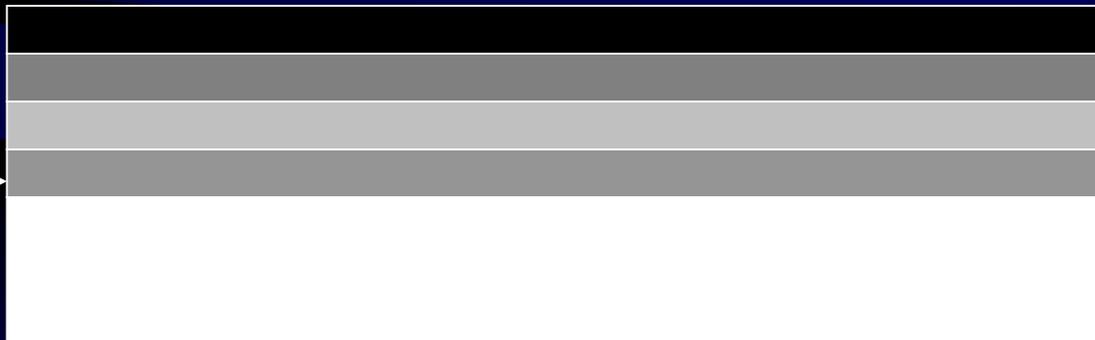
Etichetta

Strato protettivo di
materiale acrilico

Strato riflettente
di alluminio

Policarbonato trasparente

Strato di materiale fotosensibile (dye)



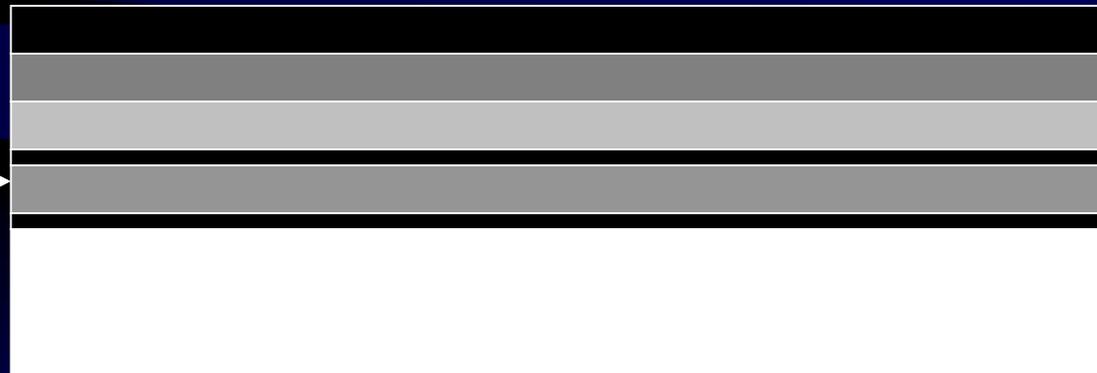
CD-RW

- Un CD-RW (**Compact Disk – ReWritable**) consente di usare uno stesso disco per più di una masterizzazione.
- Al posto dello strato di materiale fotosensibile dei CD-R, vi è uno strato di un composto a base di argento, antimonio, tellurio e indio, noto come **PCC (Phase Change Compound)**.
- Il PCC ha la caratteristica di essere **trasparente allo stato solido** e **opaco allo stato liquido**.

CD-RW

- Per cristallizzare (rendere solida) o liquefare una zona dello strato di PCC, è sufficiente portarla alla temperatura di **200 ° C** o **600° C** rispettivamente per un certo tempo.
- Nei masterizzatori ciò avviene tramite il laser.
- Una volta cristallizzato o liquefatto, il **PCC mantiene lo stato** anche se viene meno la fonte di calore.
- Dato che per cambiare lo stato di una zona dello strato di PCC ci vuole un certo tempo, il procedimento di scrittura di un CD-RW **è più lento** rispetto a quello di un normale CD-R.

CD-RW



Etichetta

Strato protettivo di
materiale acrilico

Strato riflettente
di alluminio

Policarbonato trasparente

PCC

DVD-ROM

- Un DVD (**Digital Versatile Disk**) è costruito impiegando gli stessi materiali dei CD e seguendo lo stesso principio: l'informazione viene codificata mediante un alternarsi di rientranze e zone piatte.
- Tuttavia la spirale in un DVD è più stretta (**740 nm invece di 1.600 nm**) ed è possibile avere più strati di policarbonato, separati da strati metallici riflettenti o parzialmente riflettenti.
- Analogamente a CD-ROM, DVD-ROM significa DVD - Read Only Memory.

Tipologie di DVD-ROM

- A seconda del numero di strati di policarbonato presenti si hanno i seguenti tipi di DVD-ROM:
 - **single-sided, single layer**: analogo ad un CD-ROM; tuttavia la spirale più stretta consente di memorizzare fino a **4,7 GB** invece di 700 MB;
 - **single-sided, double layer**: 2 strati di policarbonato separati da uno strato di materiale dorato semitrasparente: sono misurabili 4 diverse intensità di luce riflessa (2 per le rientranze e zone piatte dello strato interno e 2 per le rientranze e zone piatte dello strato esterno); consente di memorizzare fino a **8,5 GB**;
 - **double-sided, double layer**: 4 strati di policarbonato (2 per lato); questo tipo di DVD-ROM non ha quindi etichetta e consente di memorizzare fino a **17 GB**.

Dispositivi di Input/Output (I/O)

- Ogni dispositivo di input/output si suddivide in due unità:
 - il dispositivo vero e proprio,
 - il controller, ovvero, la parte circuitale che serve a pilotare il dispositivo e a dialogare con il computer.
- Il controller può risiedere su una scheda se il dispositivo è esterno oppure essere integrato direttamente in quest'ultimo (es.: hard disk).

Dispositivi di Input/Output (I/O)

- Funzionalmente possiamo suddividere i dispositivi di input/output in due categorie:
 - dispositivi a blocchi: leggono/scrivono dati in blocchi di dimensione prefissata (da 512 a 32768 byte);
 - dispositivi a caratteri: leggono/scrivono dati sotto forma di flussi di caratteri (byte), un carattere per volta.

Dispositivi di Input/Output (I/O)

Esempi:

Dispositivo	Tipologia	Data rate
Tastiera	A carattere	10 byte/s
Mouse	A carattere	100 byte/s
Hard disk SCSI	A blocchi	80 MB/s
CD-ROM 52x	A blocchi	7,5 MB/s
Stampante laser	A carattere	100 KB/s



Bus

- Un bus è un canale di collegamento elettrico fra dispositivi.
- La scheda madre di un PC è dotata di un system bus per il collegamento dei vari componenti.
- Generalmente in un PC vi sono diversi tipi di bus.

Master/slave

- Il modello di funzionamento dei dispositivi collegati ad un bus è noto come master/slave:
 - alcuni dispositivi sono attivi (inviano dati), svolgendo il ruolo di master;
 - altri dispositivi sono passivi (attendono ordini), svolgendo il ruolo di slave.
 - un dispositivo può svolgere ruoli diversi in occasioni diverse.

Master/slave

- Esempio:
 - quando la CPU richiede dei dati al controller del disco, quest'ultimo funge da slave, mentre la CPU è il master;
 - quando il disco rigido ha recuperato i dati e li invia alla memoria principale affinché siano scritti in una certa area, il disco rigido funge da master e la memoria da slave.

Bus arbitration

- Ad ogni istante soltanto un dispositivo può avere accesso al bus (altrimenti i dati provenienti da dispositivi diversi si sovrapporrebbero, rendendo impossibile la ricostruzione degli originali).
- Per evitare l'accesso contemporaneo di più dispositivi al bus (conflitto d'accesso), esiste un meccanismo di bus arbitration.
- Tale meccanismo, in base alle priorità assegnate ai vari dispositivi, regola l'accesso al bus, assegnandolo al dispositivo con priorità maggiore in caso di conflitti.

Tipi di bus

- **ISA (Industry Standard Architecture)**: sviluppato dall'IBM, opera a 8,33 MHz trasmettendo 16 bit per volta con un data rate di 16,67 MB/s (soppiantato ormai dal bus PCI).
- **PCI (Peripheral Component Interconnect)**: sviluppato dall'Intel negli anni '90, opera con velocità fino a 133 MHz, trasmettendo fino a 64 bit per un data rate massimo di 1 GB/s. Supporta il riconoscimento e la configurazione automatica dei dispositivi (**Plug and Play**).

Tipi di bus

- **IDE (Integrated Drive Electronics)**: sviluppato inizialmente dall'IBM con il nome di **AT Attachment (ATA)** per standardizzare il collegamento dei dispositivi di memorizzazione di massa (hard disk, floppy disk, CD-ROM ecc.). Le varianti odierne più diffuse sono:
 - **EIDE (Enhanced IDE)**: permette di usare dischi di grandi dimensioni (fino a 137,4 GB);
 - **SMART (Self Monitoring Analysis and Reporting Technology)**: può tenere sotto controllo il funzionamento dei dischi ed impostare delle password per l'accesso a questi ultimi;
 - **ULTRA-DMA**: data rate di 33 MB/s in modalità **DMA (Direct Memory Access)**;
 - **IDE/ATAPI**: integrazione con il bus IDE dell'interfaccia **ATAPI (AT Attachment Program Interface)** per il collegamento di unità removibili.

Tipi di bus

- **USB (Universal Serial Bus)**: bus seriale per i dispositivi più lenti (tastiere, mouse ecc.) con data rate fino a 1,5 MB/s.
- **SCSI (Small Computer System Interface)**: bus molto veloce per il collegamento di dischi, scanner, periferiche audio/video. Data rate fino a 160 MB/s.
- **IEEE 1394 (FireWire)**: bus simile per concezione a quello USB, ma con un data rate di 50 MB/s. Adatto per il collegamento di videocamere e periferiche multimediali.