



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

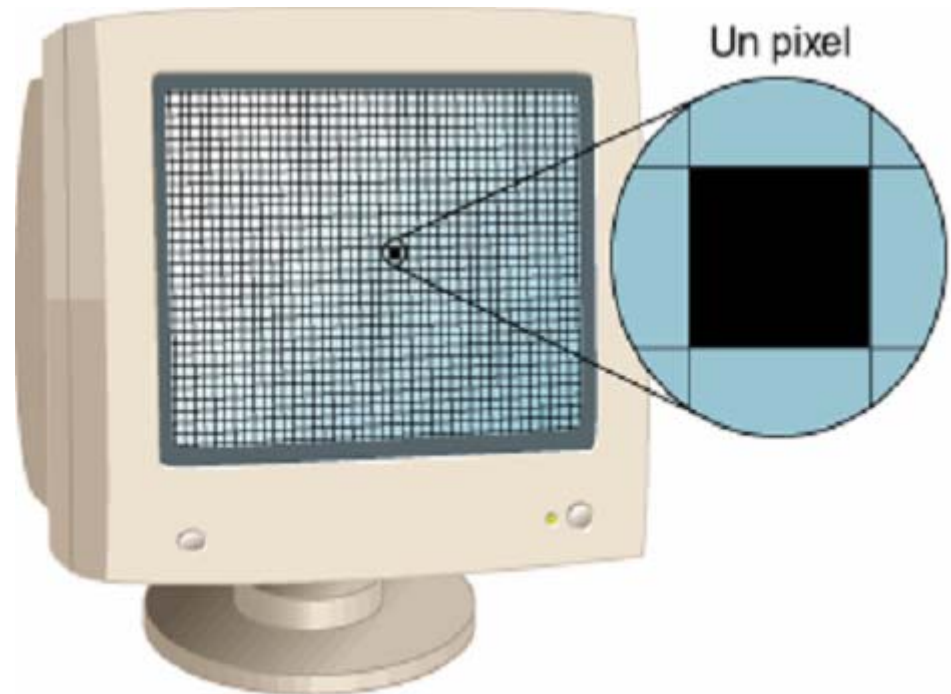


I dispositivi di input/output: la tastiera

- 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

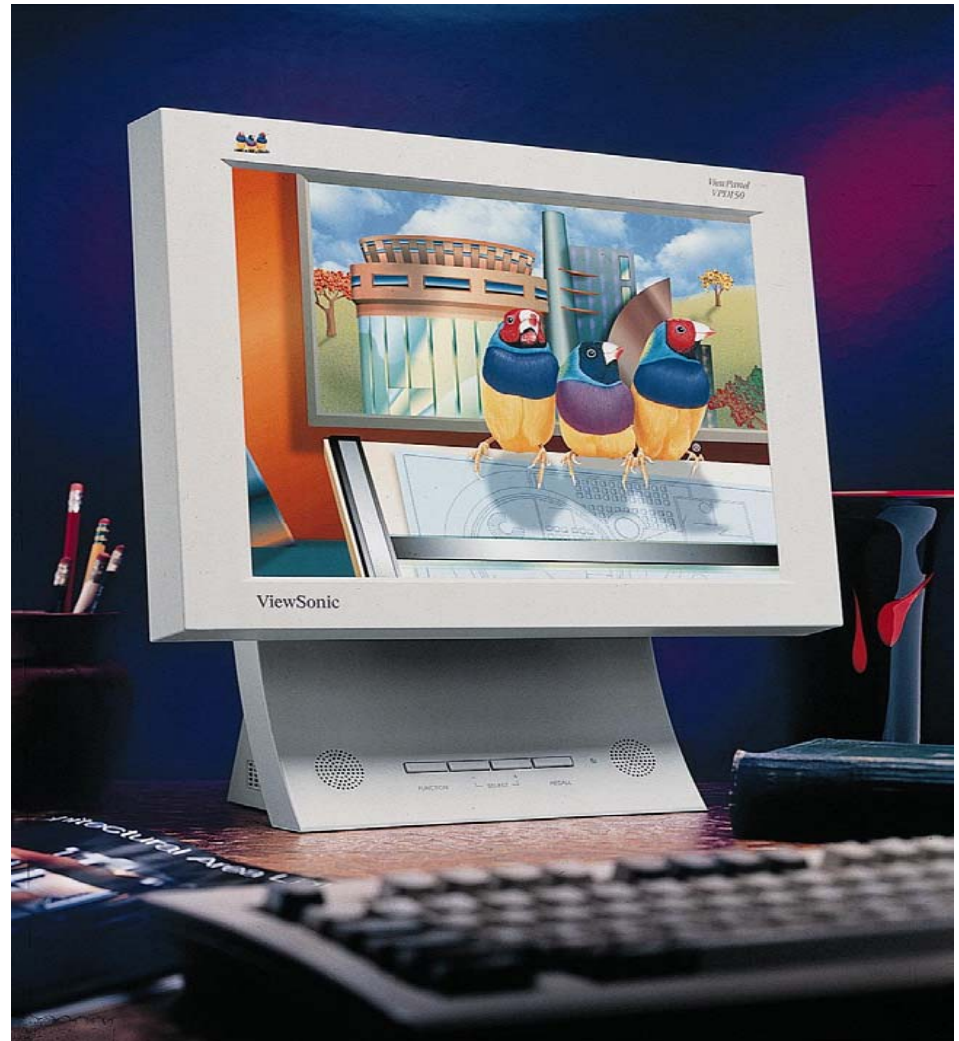
I dispositivi di input/output: il monitor

- 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?

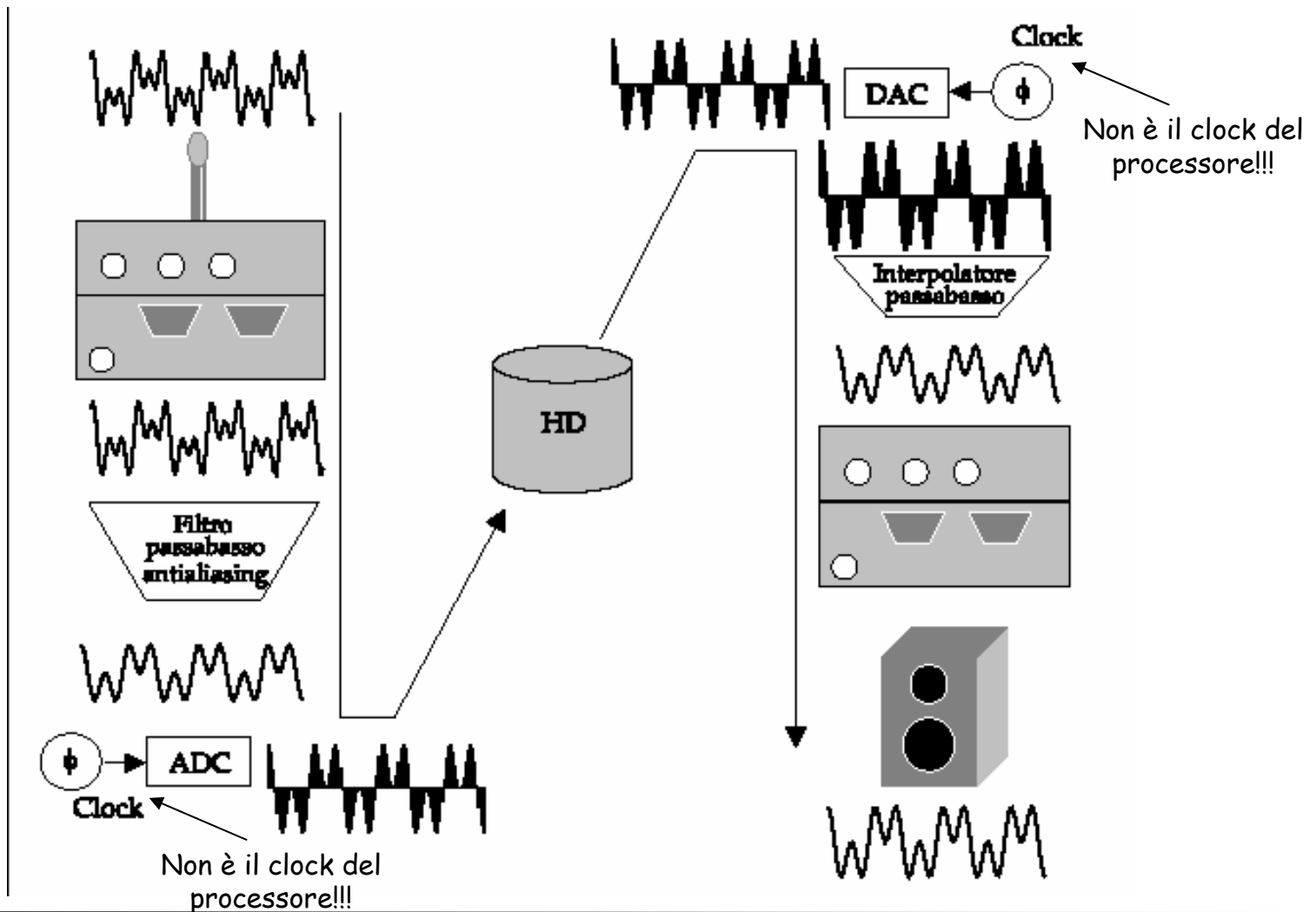
- Per una visualizzazione sullo schermo di un monitor è del tutto inutile superare i 100DPI, visto che il monitor ne può rappresentare normalmente una novantina (perché?). Questo consente oltretutto un buon risparmio di memoria.
- Per l'editoria vanno normalmente usati 300DPI, limite fisico delle più 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.



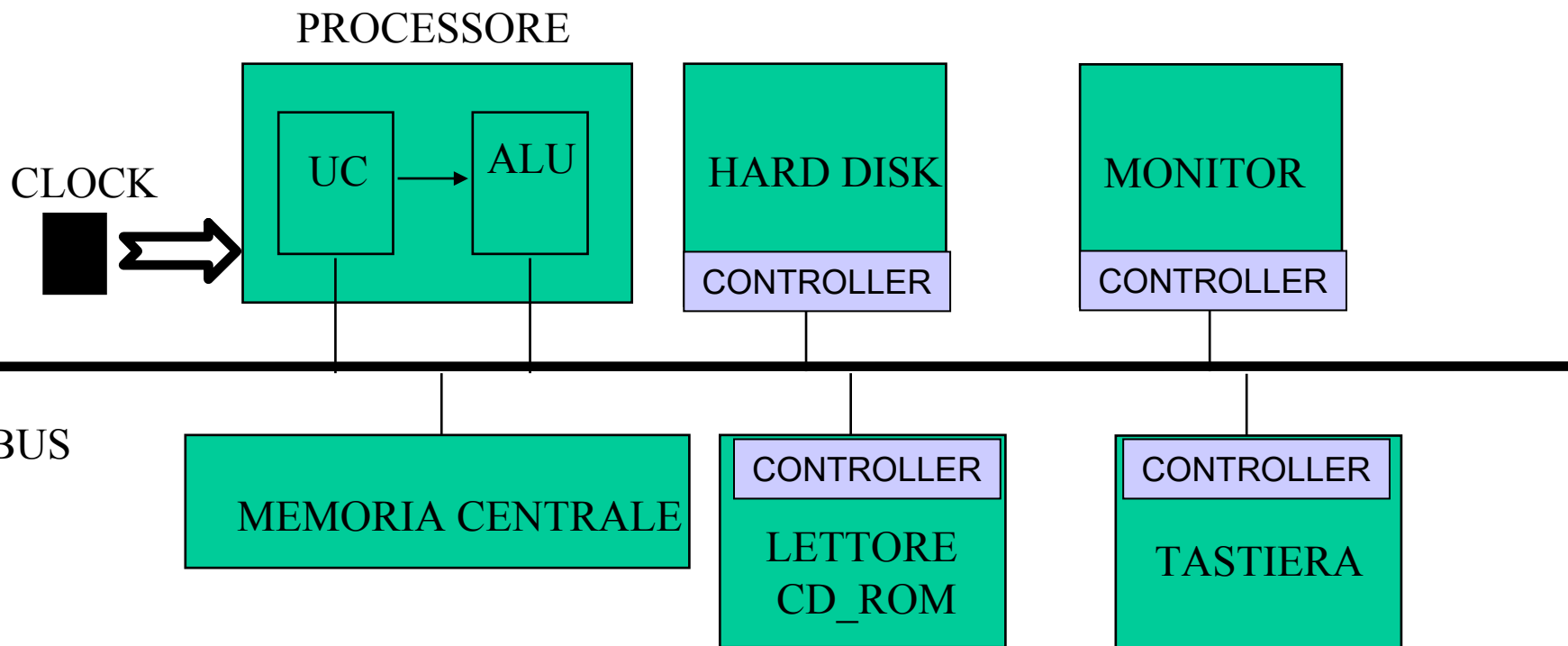
Altri dispositivi di input/output

- 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)

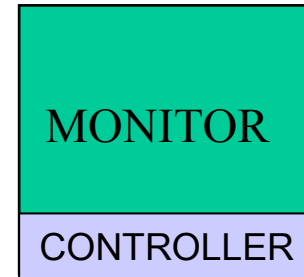
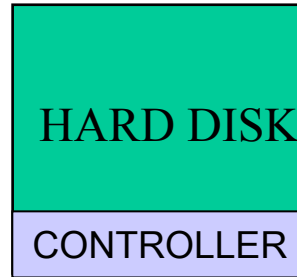
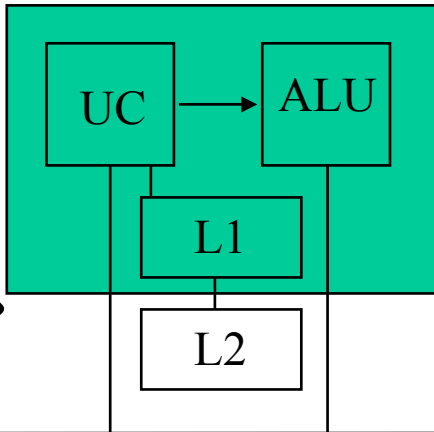


La memoria cache

- 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

PROCESSORE



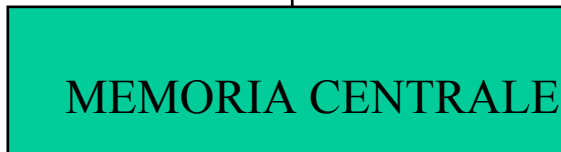
CLOCK



CONTROLLER

CONTROLLER

BUS



MEMORIA CENTRALE

CONTROLLER

LETTORE
CD_ROM

CONTROLLER

TASTIERA



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

