

Architettura hardware



Architettura dell'elaboratore

- Sistema composto da un numero elevato di componenti, in cui ogni componente svolge una sua funzione
 - **elaborazione** dati
 - **memorizzazione** dati
 - **trasferimento** dati

- Per ogni funzione di base si possono prendere in considerazione i componenti in grado di svolgerla

Architettura dell'elaboratore

- Elaborazione dati
→ Processore (Central Processing Unit - CPU)
- Memorizzazione dati
→ Memoria principale (o RAM)
→ Memoria secondaria (o di massa)
- Trasferimento dati
→ Dispositivi di input/output

NB. I dispositivi di memoria secondaria, insieme ai dispositivi di input/output, costituiscono le **periferiche** del calcolatore. Verranno tuttavia analizzati insieme alla memoria centrale in quanto stiamo considerando la loro **funzione** all'interno dell'elaboratore, che è quella di **memorizzare** dati e programmi

In pillole ...

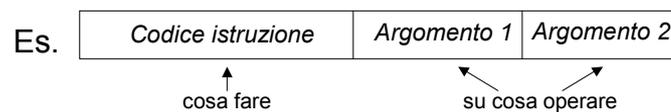
- I programmi e i dati **risiedono** nella memoria secondaria
- Per essere eseguiti (i programmi) e usati (i dati) vengono **copiati** nella memoria principale
- Il processore è in grado di **eseguire** le istruzioni di cui sono composti i programmi

Architettura dell'elaboratore

- Elaborazione dati
→ Processore (CPU)
- Memorizzazione dati
→ Memoria principale (RAM)
→ Memoria secondaria (o di massa)
- Trasferimento dati
→ Dispositivi di input/output

Processore (CPU)

- Si occupa di eseguire i programmi che sono scritti in **linguaggio macchina**
- I programmi sono fatti di istruzioni elementari
(somma due numeri, confronta due numeri, leggi/scrivi dalla memoria)
- Le istruzioni possono avere **formati diversi**



- Ne ripareremo verso la fine del corso ...

Processore (CPU)

- Ogni tipo di processore è in grado di eseguire un numero limitato di istruzioni
- Combinando in modo diverso sequenze anche molto lunghe di istruzioni si possono far svolgere al computer molti compiti diversi

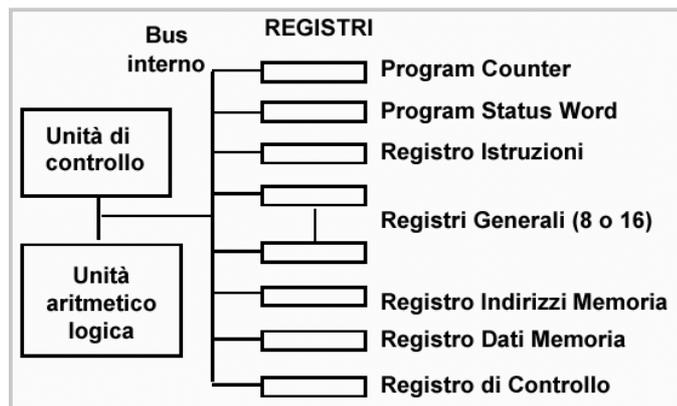
Compatibilità dei processori

- Famiglie di processori: Intel, Motorola, Sun
- Processori della stessa famiglia possono eseguire gli stessi programmi scritti in linguaggio macchina (non sempre)
- Processori di famiglie diverse **non** possono eseguire gli stessi programmi scritti in linguaggio macchina (perché le istruzioni che “capiscono” sono diverse)

Attenzione! Stiamo considerando il livello delle istruzioni macchina

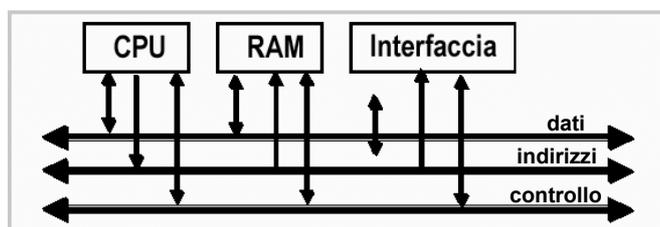
Componenti del processore (CPU)

- La CPU non è un unico componente ma è costituita da componenti diversi che svolgono compiti diversi



Bus

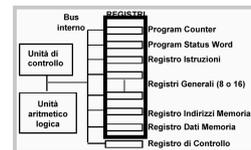
- Permette la **comunicazione** tra i vari componenti dell'elaboratore



- 32 o 64 bit

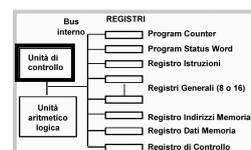
Registri

I registri sono delle unità di memoria estremamente veloci, usate per mantenere le informazioni di necessità immediata per il processore. Le dimensioni dei registri variano da 16, 32, 64 bit e sono una caratteristica fondamentale del processore



Unità di controllo

- L'Unità di controllo è la parte più importante del processore
 - esegue le istruzioni dei programmi
 - coordina le attività del processore
 - controlla il flusso delle istruzioni tra il processore e la memoria



Unità di controllo

- Svolge la sua attività in modo ciclico
 - preleva dalla memoria principale la “prossima” istruzione da eseguire
 - preleva gli operandi specificati nell’istruzione
 - decodifica ed esegue l’istruzione
 - ricomincia

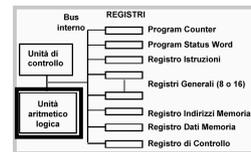
- L’indirizzo della “prossima” istruzione da eseguire è memorizzato nel registro Program Counter (PC)

Unità di controllo

- L’esecuzione comporta l’invio di comandi opportuni all’unità relativa
 - Calcoli → Unità aritmetico logica
 - Lettura / Scrittura dati → Memoria
 - Acquisizione / Stampa → Dispositivi di I/O

Unità aritmetico logica

- L'Unità aritmetico logica (ALU) si occupa di eseguire le operazioni di tipo aritmetico/logico: somme, sottrazioni, ..., confronti ...
- Preleva gli operandi dai / deposita il risultato delle operazioni nei Registri Generali
- Insieme all'unità di controllo collabora al completamento di un **ciclo** della macchina



Clock

■ Il clock

→ fornisce una cadenza temporale per l'esecuzione delle operazioni elementari

■ La frequenza del clock indica il numero di operazioni elementari che vengono eseguite nell'unità di tempo

Oss. Consideriamo una ipotesi semplificata in cui ad ogni ciclo di clock corrisponde esattamente l'esecuzione di una sola istruzione macchina. Questo non è sempre vero, l'esecuzione di una istruzione può richiedere più cicli di clock, oppure nello stesso ciclo di clock si possono eseguire (parti) di istruzioni diverse (dipende dal tipo di processore)

■ La frequenza del clock si misura in MHz o GHz

- 300, 400 MHz sono circa 300/400 milioni di cicli (istruzioni) al secondo
- 1 GHz corrisponde circa a **un miliardo** di istruzioni al secondo ***oggi > 2 GHz***

Clock

Se acquistate un calcolatore e vi dicono che ha un processore a 1 GHz vuol dire che il processore è in grado di eseguire (circa) 1 miliardo di istruzioni al secondo

(sempre nell'ipotesi semplificata)



Architettura dell'elaboratore

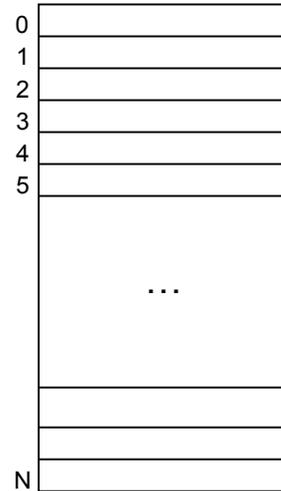
- Elaborazione dati
 - Processore (CPU)

- Memorizzazione dati
 - Memoria principale (o RAM)
 - Memoria secondaria (o di massa)

- Trasferimento dati
 - Dispositivi di input/output

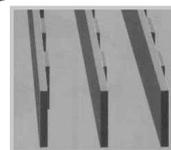
Memoria principale (RAM)

- Insieme alla CPU forma l'Unità Centrale di un elaboratore
- Conserva i programmi e i dati usati dalla CPU
- Sequenza di **celle**
 - ad ogni cella è associato un **indirizzo** (un numero progressivo a partire da 0, codificato in esadecimale)



Perchè si chiama RAM?

RAM è l'acronimo di Random Access Memory e sta ad indicare che si può accedere direttamente alle varie celle, una volta noto il loro indirizzo. Inoltre, il tempo di accesso alle celle non dipende dalla loro posizione nella sequenza



Memoria principale (RAM)

- Ogni calcolatore usa un numero di bit costante per rappresentare gli indirizzi

- Maggiore è il numero di bit usati, maggiore sarà il numero di celle indirizzabili: **spazio di indirizzamento**
 - Se si usano 16 bit per codificare gli indirizzi, si potranno indirizzare fino a 65.536 celle (circa 64 KB di memoria, nell'ipotesi di celle di memoria di 1 byte)
 - Con 32 bit si potranno indirizzare fino a 4.294.967.296 celle (circa 4 GB di memoria!)

Memoria principale (RAM)

- Tutte le celle hanno la stessa dimensione: 8, 16, 32, o 64 bit (si parla anche di word o parole)

- Le operazioni che si eseguono sulla memoria sono operazioni di **lettura e scrittura**

- Una cella può contenere un **dato** o un'istruzione

0	3,145
1	13.200.985
2	3.840.775
3	LOAD 1 R1
4	LOAD 2 R2
5	ADD R1 R2
	...
N	

Dimensioni della memoria principale (RAM)

- Le unità di misura della memoria RAM variano a seconda del tipo di calcolatore e vengono espresse in MB
- Nei PC generalmente si va dai 128 MB ai 512 MB (in realtà anche questi dati variano ***troppo*** rapidamente, una volta era un lusso avere 512 KB)
- Alcuni server hanno 1-2 GB di RAM

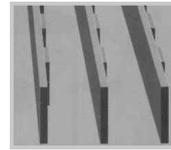
Alcune proprietà della memoria principale (RAM)

- La RAM è **veloce**
→ per leggere/scrivere una cella ci vuole un **tempo di accesso** dell'ordine di poche decine di nanosecondi (millesimi di milionesimi di secondo = 10^{-9} sec.)
- La RAM è **volatile**
→ è fatta di componenti elettronici, togliendo l'alimentazione si perde tutto
- La RAM è (relativamente) **costosa**

NB. La RAM, fino ad un certo limite, è espandibile (slot di espansione)

RAM

Se acquistate un calcolatore e vi dicono che ha una RAM di 128 MB, vi stanno specificando le dimensioni della memoria principale. All'aumentare delle dimensioni della memoria principale aumenta il numero di programmi che possono essere "contemporaneamente" attivi

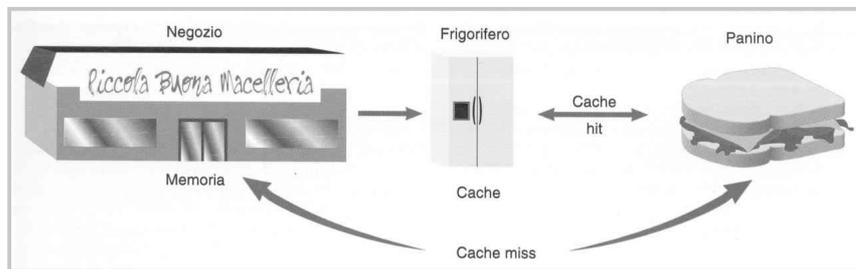


Memoria di sola lettura (ROM)

- Non può essere modificata
- A differenza della RAM **non** è volatile
- Veloce quasi come la RAM
- Contiene le informazioni di inizializzazione usate ogni volta che si accende l'elaboratore (bootstrap)

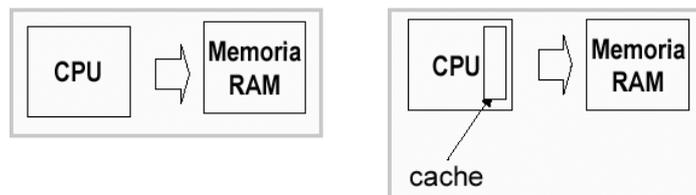
Memoria cache

- Livello di memoria **intermedio** tra i registri e la RAM
 - memorizza i dati usati più spesso senza doverli recuperare tutte le volte dalla RAM (che è più lenta)
 - influisce moltissimo sulle prestazioni e sul costo della CPU (e quindi del computer)



Memoria cache

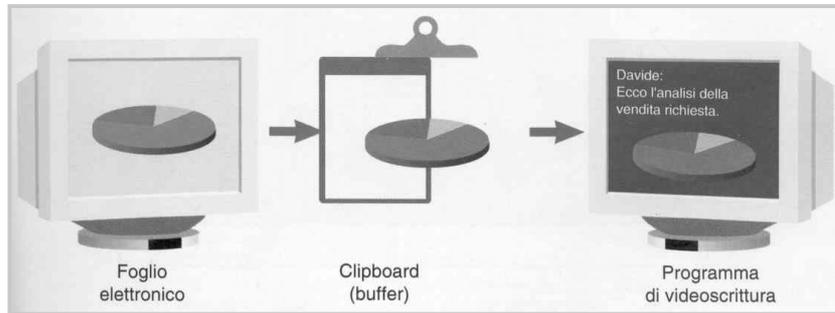
- In genere è **interna** al processore (cache **L1**)
- Esiste anche una cache secondaria (**L2**) **esterna** al processore
- È molto più **costosa** della RAM
- Le sue dimensioni tipiche vanno dai 256 KB a 1MB



tempo di accesso minore

Buffer

- Piccole parti di RAM con funzioni di memoria temporanea
- Usati per il passaggio delle informazioni da un programma o dispositivo ad un altro
in Windows si parla di Clipboard, memoria temporanea usata per esempio per le operazioni di Copia e Incolla (Copy & Paste)



Architettura hardware

la parte che si può prendere a calci



continua

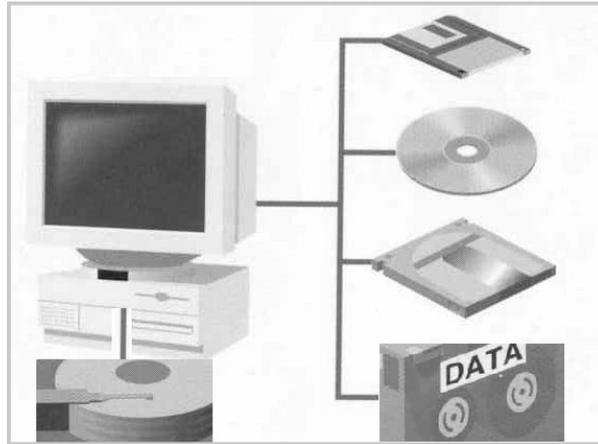
Ricapitolando ...

- Il funzionamento di un elaboratore dipende da due fattori principali
 - 1) dalla capacità di memorizzare i programmi e i dati
 - 2) dalla capacità di elaborare i dati secondo quanto specificato nelle istruzioni che formano i programmi
- Il processore opera sui programmi e sui dati che si trovano nella memoria principale ma la memoria principale, da sola, non basta ...

Memoria secondaria

- ... e infatti i programmi e i dati **risiedono** in modo **permanente** nella memoria secondaria, anche detta **memoria di massa**
- Quando si “lancia” un programma questo **viene copiato** dalla memoria secondaria (di solito un hard disk) nella memoria principale
- Questa operazione si chiama **caricamento del programma** e viene eseguita dal sistema operativo

Memoria secondaria

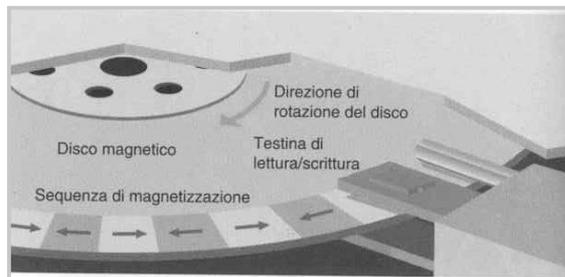


Memoria secondaria

- Esistono due tecnologie possibili per la memorizzazione dei dati
 - **Magnetica**
 - dischi magnetici (hard disk e floppy disk)
 - nastri magnetici
 - **Ottica**
 - CD-ROM, DVD

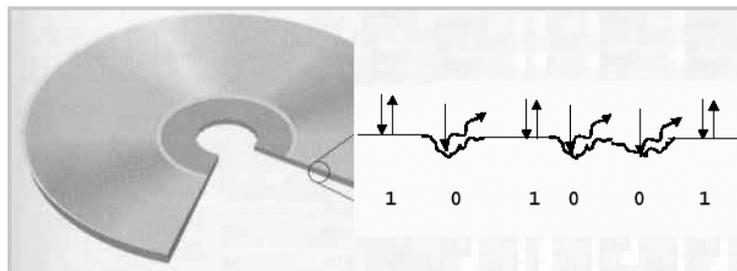
La memoria magnetica

- Sfrutta il fenomeno fisico della **polarizzazione**
 - sul supporto ci sono delle particelle magnetiche
 - i due diversi tipi di magnetizzazione corrispondono alle unità elementari di informazione (0 e 1)
 - la testina di lettura/scrittura cambia la polarizzazione



La memoria ottica

- Usa il raggio laser e sfrutta la **riflessione** della luce
 - sul supporto ci sono dei piccoli **forellini** che formano zone lucide e zone opache
 - l'informazione viene letta guardando la riflessione del raggio laser



Oss. la lettura di un disco ottico è "semplice", la scrittura comporta delle modifiche fisiche del supporto ed è quindi più complessa

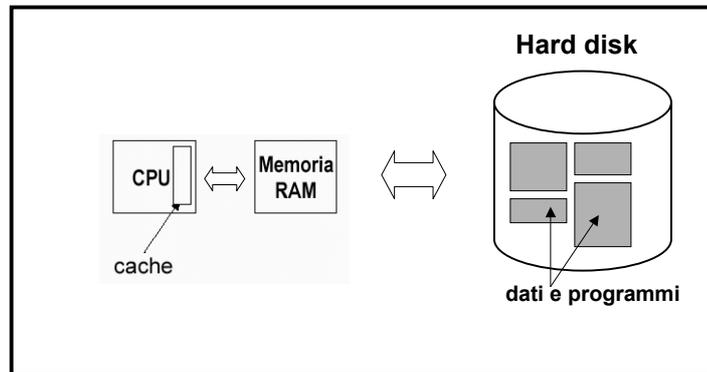
Caratteristiche della memoria secondaria

- Le **dimensioni** della memoria di massa sono di solito molto **maggiori** di quelle della memoria principale
- Il tempo di accesso ai dati è **maggiore** rispetto a quello della memoria principale
- Non tutti i supporti di memoria secondaria permettono l'accesso **diretto** ai dati, alcuni permettono solo un accesso **sequenziale** (es. nastri magnetici)

Caratteristiche della memoria secondaria

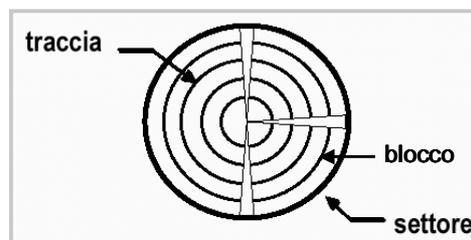
- La memoria principale permette di indirizzare ogni singolo byte mentre nel caso della memoria di massa le informazioni sono organizzate in **blocchi** di dimensioni più grandi (512 Byte, 1 KB, 2 KB)
 - si riducono le dimensioni degli indirizzi
 - si velocizzano le operazioni di lettura e scrittura

Funzionamento



I dischi magnetici

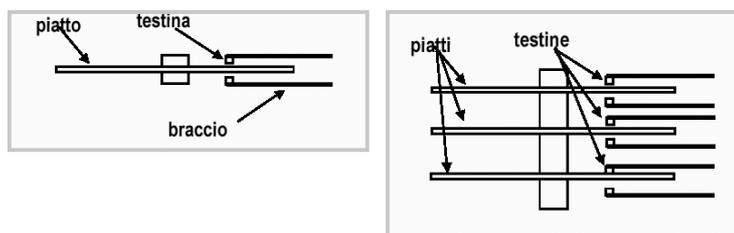
- Sono i supporti di memoria secondaria più diffusi
- Suddivisi in tracce e settori (**formattazione**)



I dischi magnetici

- È possibile accedere direttamente ad un blocco noto il numero della traccia e il numero del settore
- Per effettuare un'operazione di lettura (scrittura) la testina deve "raggiungere" il blocco desiderato

Oss. in realtà è il disco che gira!

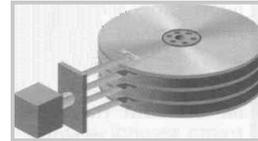


Unità di misura

- Floppy disk da 3,5 pollici di diametro, capacità 1.44 MB
- Dischetti ad alta capacità, Iomega Zip (100-750 MB), LS-120 (120 MB)
- Hard disk, vari GB di memoria
- CD-ROM, fino a 700 MB (possono essere scrivibili una sola volta, CD-R, oppure riscrivibili, CD-RW, se sono basati su più strati di materiale)
- DVD, da 4.7 fino a 17 GB di memoria
- Nastri magnetici, usati solo per funzioni di **backup**

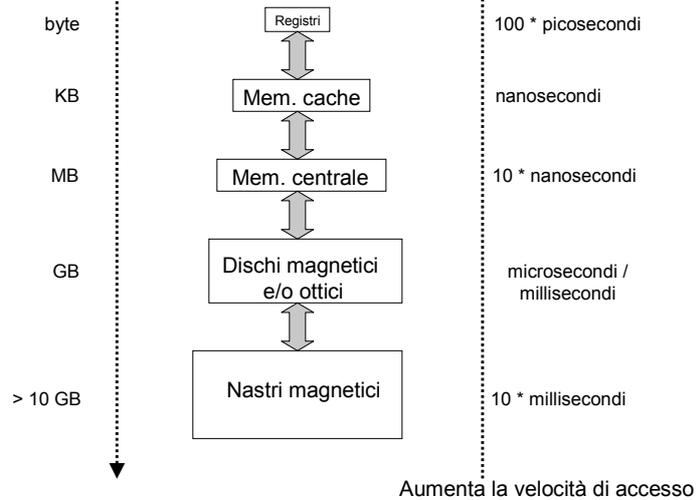
Hard disk

Se acquistate un computer e vi dicono che ha un hard disk di 20 GB vi stanno specificando le dimensioni della sua memoria di massa. Ovviamente, all'aumentare della capacità di memoria, aumenterà il numero di programmi e documenti che potete conservare nel vostro computer



Gerarchia di memoria

Aumenta la capacità memorizzazione



Architettura dell'elaboratore

- Elaborazione dati
→ Processore (CPU)

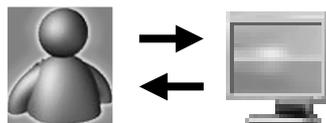
- Memorizzazione dati
→ Memoria principale (o RAM)
→ Memoria secondaria (o di massa)

- Trasferimento dati
→ Dispositivi di input/output

Dispositivi di Input / Output

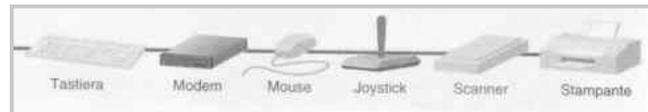
- La CPU, la RAM e la memoria secondaria formano il “cuore” dell'elaboratore

- Tuttavia, per realizzare l'interazione uomo-macchina, sono necessari i dispositivi di Input / Output



Dispositivi di Input / Output

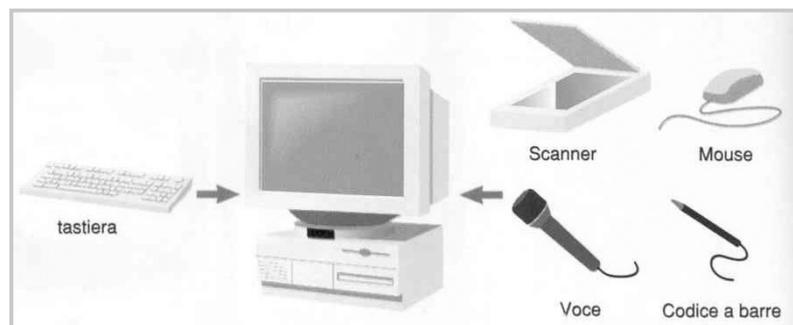
- Servono a “comunicare” con il computer



- Si collegano alle **porte** (o **interfacce**) del computer
 - Ad alto livello le porte sono le “prese” cui si connettono i dispositivi
 - Ne esistono di tipi diversi a seconda del tipo di collegamento e della velocità di trasmissione

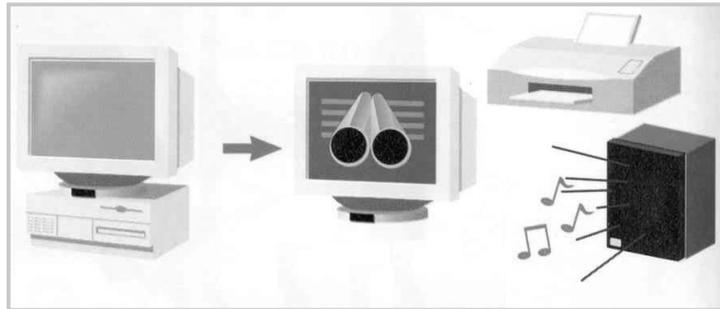
Dispositivi di Input

- Tastiera
- Strumenti di puntamento
- Scanner
- Microfono
- Macchina fotografica e telecamera digitale



Dispositivi di Output

- Stampante
- Videoterminale
- Casse acustiche



Funzionamento dei dispositivi di Input / Output

- Operano in modo **asincrono** rispetto al processore e ne sono “**schivi**”
- Si parla di gestione **master-slave**: è il processore che deve coordinare le attività di tutti i dispositivi
- Ogni volta che un dispositivo ha terminato la sua **attività** (ad esempio, la stampante ha finito una stampa, un carattere è stato fornito in input tramite la tastiera) deve **avvertire il processore** che eseguirà i comandi opportuni per farlo passare all'attività successiva

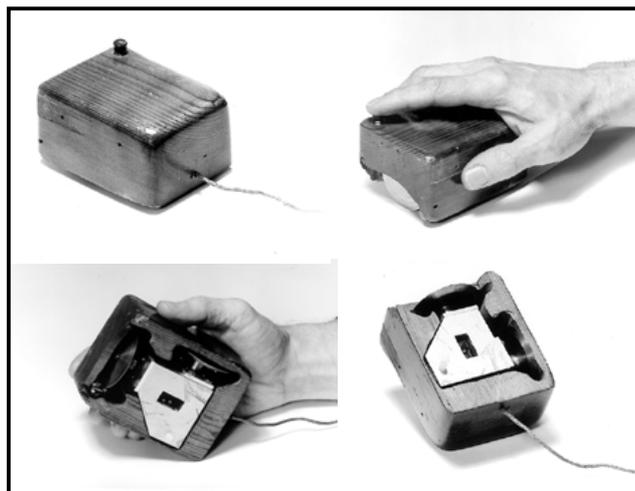
Funzionamento dei dispositivi di Input / Output

- Al termine di ogni operazione i dispositivi inviano al processore un segnale, detto **interrupt**, che indica che il dispositivo ha bisogno di **attenzione**

- A livello astratto, ad ogni ciclo di clock, il processore verifica se sono arrivati dei segnali di interrupt da parte dei dispositivi
 - se sono arrivati dei segnali, il processore va ad eseguire le **operazioni di gestione** dei dispositivi (**driver**) che hanno richiesto l'attenzione

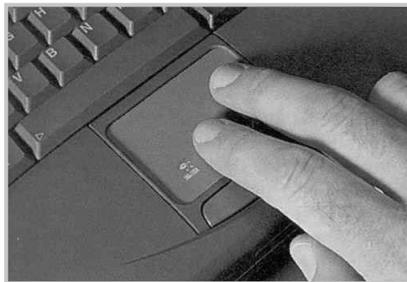
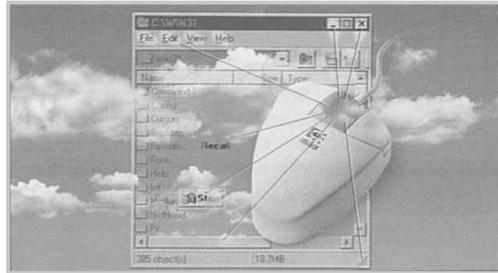
 - se non sono arrivati dei segnali, il processore continua ad eseguire il programma corrente

Input: il primo mouse, 1964



(D. Engelbart)

Input: i mouse moderni



Input: la tastiera

- È il principale strumento di input
 - ogni volta che l'utente digita un tasto, la tastiera "avverte" il processore che un carattere è disponibile

- Si parla spesso di tastiera **QWERTY**, nome che deriva dalla disposizione dei primi sei caratteri alfabetici

Output: il video

- Visualizza i dati che l'utente inserisce in input e i risultati delle elaborazioni del calcolatore
- Può essere visto come una matrice di punti (pixel) illuminati con diversa intensità
- La dimensione del video viene misurata in pollici (lunghezza della diagonale del video)
- La risoluzione del video determina la densità dei pixel sullo schermo

Video

Le dimensioni del video (e il tipo di schermo) possono influenzare il costo di un calcolatore

Attualmente i computer portatili hanno video che vanno dai 12 ai 15 pollici, i calcolatori desktop dai 15 ai 17 pollici, i calcolatori professionali dai 17 ai 21 pollici



Output: il video alfanumerico

- In grado di visualizzare caratteri ASCII

```
Command Prompt
08/04/2002 11.11 <DIR> Minidump
26/07/2000 17.00 17.362 Rhododendron.bmp
26/07/2000 17.00 26.680 River Sumida.bmp
26/07/2000 17.00 65.832 Santa Fe Stucco.bmp
26/07/2000 17.00 9.522 Zapotec.bmp
06/11/2001 15.23 36 vb.ini
06/11/2001 15.23 37 vbaddin.ini
06/11/2001 15.23 <DIR> Registration
06/11/2001 15.24 16.730 COM+.log
06/11/2001 15.25 <DIR> Offline Web Pages
07/11/2001 11.33 1.863 OEMABLog.txt
06/11/2001 15.26 <DIR> 0 control.ini
06/11/2001 15.27 <DIR> mwm32
15/04/2002 19.42 32.600 SchedLgU.Txt
06/11/2001 15.40 <DIR> 0 Sti_Trace.log
06/11/2001 15.42 230.120 MBDBU32I.DLL
07/11/2001 12.27 <DIR> IIS Temporary Compressed Files
06/11/2001 15.45 <DIR> 10 ptemp
06/11/2001 16.42 <DIR> 56.600 Directx.log
06/11/2001 15.51 <DIR> $CrystalSetup
89 File(s) 8.161.156 bytes
36 Dir(s) 9.043.042.304 bytes free
C:\WINNT>
```

Output: il video alfanumerico

```
forum.educ.dsi.unige.it - default - SSH Secure Shell
File Edit View Window Help
Quick Connect Profiles
-EM-EM-EM- 1 www-data www-data 70878 Jul 19 17:19 privmsg.php
-EM-EM-EM- 1 www-data www-data 3951 Mar 28 2002 profile.php
-EM-EM-EM- 1 www-data www-data 41801 May 13 03:31 search.php
dEMXEMXEMX 4 www-data www-data 4096 Oct 4 16:41 templates
-EM-EM-EM- 1 www-data www-data 30065 Sep 28 14:52 update_to_203.php
-EM-EM-EM- 1 www-data www-data 58870 Jul 29 07:04 upgrade.php
-EM-EM-EM- 1 www-data www-data 23875 Jun 27 23:26 viewforum.php
-EM-EM-EM- 1 www-data www-data 7513 Apr 8 2002 viewonline.php
-EM-EM-EM- 1 www-data www-data 46702 Jul 22 15:12 viewtopic.php
forum:/var/www/phpBB2# ls -l | more
total 544
dEMXEMXEMX 2 www-data www-data 4096 Sep 27 18:33 admin
-EM-EM-EM- 1 www-data www-data 5507 May 13 15:18 common.php
dEMXEMXEMX 2 www-data www-data 4096 Sep 27 18:50 contrib
dEMXEMXEMX 3 www-data www-data 4096 Sep 27 18:33 db
dEMXEMXEMX 2 www-data www-data 4096 Sep 27 18:31 docs
-EM-EM-EM- 1 www-data www-data 835 Apr 4 2002 extension.inc
-EM-EM-EM- 1 www-data www-data 3742 Mar 31 2002 faq.php
-EM-EM-EM- 1 www-data www-data 47157 May 20 02:21 groupcp.php
dEMXEMXEMX 4 www-data www-data 4096 Sep 27 18:34 images
dEMXEMXEMX 2 www-data www-data 4096 Sep 28 13:21 includes
-EM-EM-EM- 1 www-data www-data 14750 Mar 31 2002 index.php
-EM-EM-EM- 1 www-data www-data 34678 Jul 19 17:58 install.php
dEMXEMXEMX 4 www-data www-data 4096 Oct 4 16:37 language
-EM-EM-EM- 1 www-data www-data 7345 Sep 20 13:40 login.php
-EM-EM-EM- 1 www-data www-data 12426 Jul 29 07:04 memberlist.php
-EM-EM-EM- 1 www-data www-data 33753 Jul 20 00:19 modcp.php
-EM-EM-EM- 1 www-data www-data 35171 May 19 17:11 posting.php
-EM-EM-EM- 1 www-data www-data 70878 Jul 19 17:19 privmsg.php
-EM-EM-EM- 1 www-data www-data 3951 Mar 28 2002 profile.php
-EM-EM-EM- 1 www-data www-data 41801 May 13 03:31 search.php
dEMXEMXEMX 4 www-data www-data 4096 Oct 4 16:41 templates
-EM-EM-EM- 1 www-data www-data 30065 Sep 28 14:52 update_to_203.php
-EM-EM-EM- 1 www-data www-data 58870 Jul 29 07:04 upgrade.php
-EM-EM-EM- 1 www-data www-data 23875 Jun 27 23:26 viewforum.php
-EM-EM-EM- 1 www-data www-data 7513 Apr 8 2002 viewonline.php
-EM-EM-EM- 1 www-data www-data 46702 Jul 22 15:12 viewtopic.php
forum:/var/www/phpBB2#
Connected to forum.educ.dsi.unige.it SSH2 - aes128-cbc - hmac-sha1 98x38
```

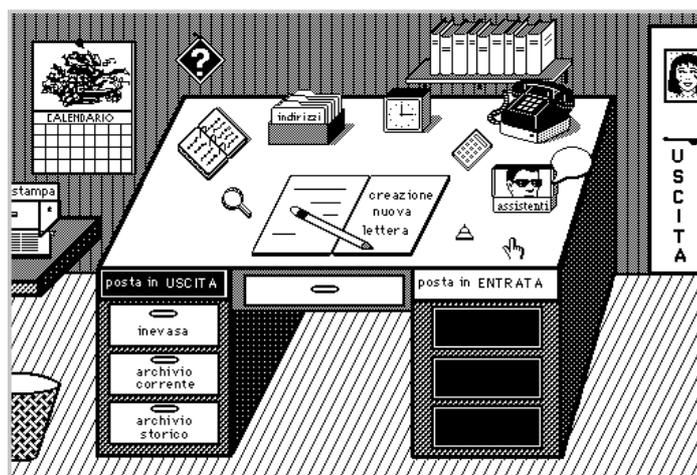
Shell Unix – in laboratorio

Output: il video grafico

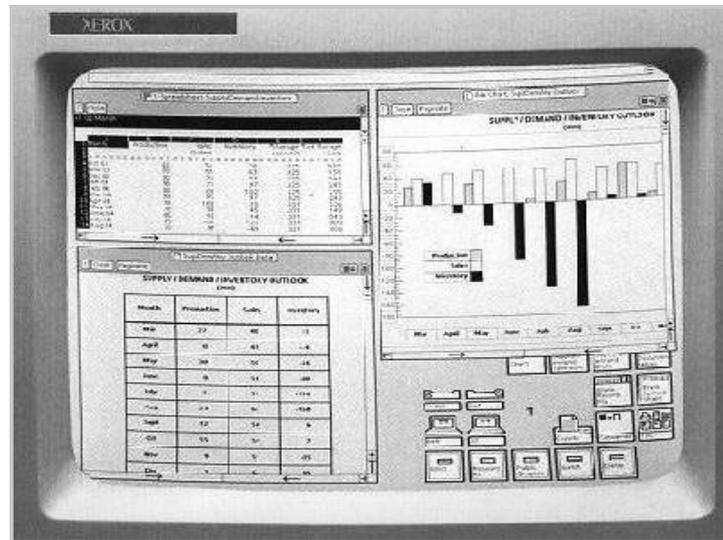


Windows 2000 – in laboratorio

Output: la metafora del desktop



Output: la metafora del desktop ("archeologia")



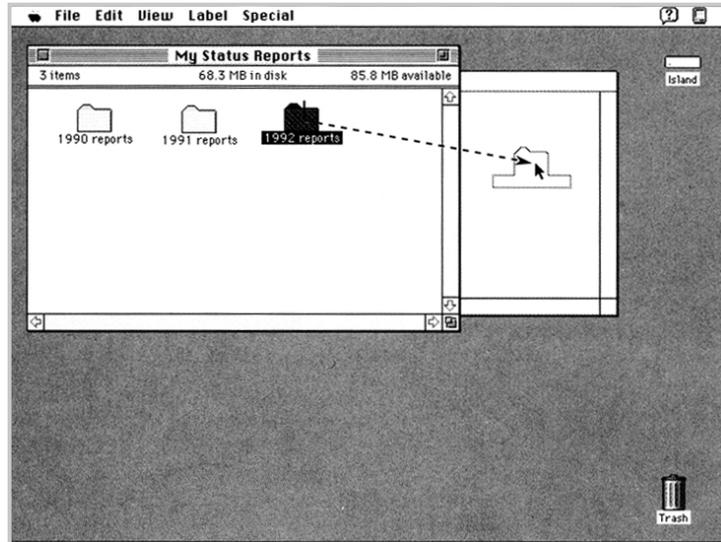
Xerox Star 8010 "Dandelion"

Output: la metafora del desktop ("archeologia")

*The Xerox Star 8010 "Dandelion" is one of the most significant introductions of any computer system. The DigiBarn museum has a special interest in the lineage of Xerox workstations but especially the Star - Viewpoint - Globalview series as these **represented the most complete implementation of the "Desktop Metaphor" of any systems until the advent of mature Desktop graphical interfaces later on the Mac and PC/Unix/Linux in the 1990s.** These systems were a **full 15 years ahead** of their time with sophisticated WYSIWYG document composition, built in Ethernet, email, scanning networked laser printing, development environments including Smalltalk, and much more. The Xerox workstations, while a **commercial failure**, occupy an **important position in the field of visual computing systems.***

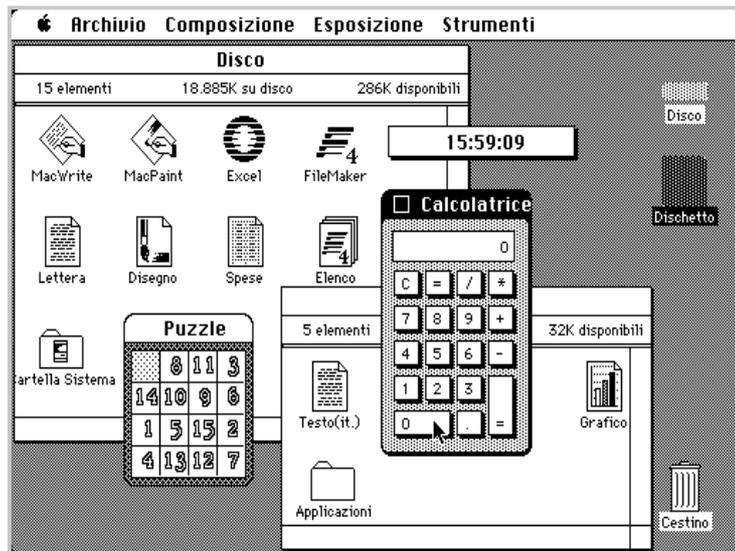
Da: <http://www.digibarn.com/collections/systems/xerox-8010/index.html>

Output: la metafora del desktop (“archeologia”)



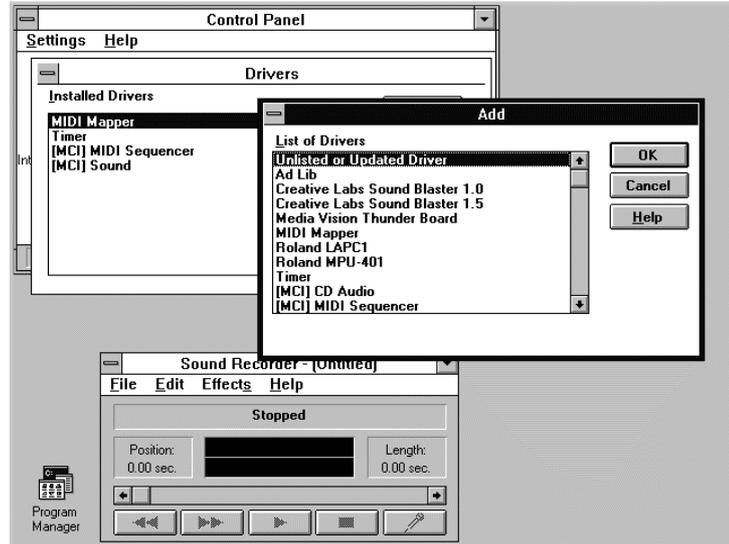
Apple Macintosh

Output: la metafora del desktop (“archeologia”)



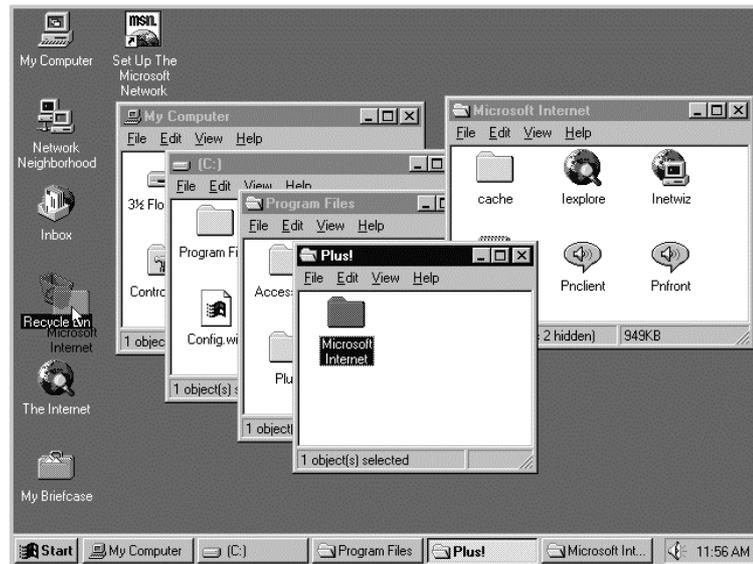
Apple Macintosh

Output: la metafora del desktop (“archeologia”)



Windows 3.1

Output: la metafora del desktop (“archeologia”)



Windows 95