

# Lezione 4: Hardware (cont.) e Sistema Operativo

Memorie  
Bus e periferiche di I/O  
Sistema Operativo

Introduzione all'Informatica - corso G (L. Pontieri)

## Memorie

- ◆ Le memorie sono dispositivi usati per immagazzinare e reperire informazioni
  - dati e i programmi
  - sono costituite da celle (o locazioni)
- ◆ Ogni cella è caratterizzata da:
  - indirizzo
  - contenuto
- ◆ Modalità di accesso:
  - sequenziale
  - casuale
  - mista
  - associativa

Introduzione all'Informatica - corso G (L. Pontieri)

2

## Parametri delle memorie

- ◆ capacità
  - numero di bit che possono essere memorizzati, misurati in byte (e multipli del byte)
- ◆ velocità di accesso
  - velocità di esecuzione delle operazioni di lettura/scrittura
- ◆ volatilità
  - capacità di conservare i valori memorizzati in modo permanente o meno
- ◆ costo
  - espresso in costo per bit

Introduzione all'Informatica - corso G (L. Pontieri)

3

## Memoria centrale vs. memoria secondaria

- ◆ Memoria centrale (o principale):
  - è acceduta direttamente dal processore
  - memorizza dati e programmi in esecuzione
  - tecnologia elettronica (semiconduttori)
- ◆ Memoria secondaria (o di massa):
  - memorizza le informazioni in modo permanente
  - il processore non può accedervi direttamente
  - tecnologie usate: magnetica, ottica, magneto-ottica, elettronica

Introduzione all'Informatica - corso G (L. Pontieri)

4

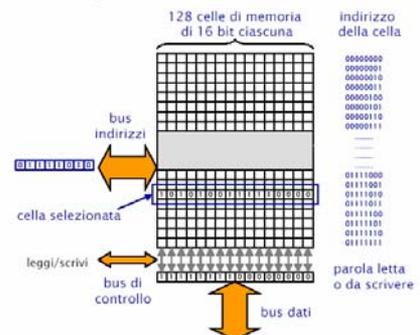
## Memoria centrale

- ◆ Ogni cella contiene lo stesso numero di bit:
  - parola di memoria
- ◆ Operazioni:
  - lettura
  - scrittura
- ◆ Le operazioni sono controllate dalla CPU
  - La CPU seleziona una particolare cella di memoria ponendone l'indirizzo nel Registro Indirizzi (**MAR**)
  - **lettura**: copia nel Registro Dati (**MDR**) il contenuto della cella di memoria indirizzata dal MAR
  - **scrittura**: copia il contenuto di MDR nella cella di memoria indirizzata dal MAR

Introduzione all'Informatica - corso G (L. Pontieri)

5

## Memoria centrale



Introduzione all'Informatica - corso G (L. Pontieri)

6

## Memorie RAM e memorie ROM

- ◆ Le memorie RAM (random access memory)
  - possono essere accedute sia in lettura che in scrittura
  - sono volatili
    - i dati memorizzati vengono persi allo spegnimento del calcolatore
- ◆ La memorie ROM (read only memory)
  - sono persistenti
    - mantengono il contenuto anche senza alimentazione
  - permettono solo la lettura dei dati (o programmi)
    - memorizzano alcuni programmi di sistema (firmware)
- ◆ Evoluzioni delle memorie ROM:
  - PROM (scritte una sola volta)
  - EPROM (scritte più volte)

7

## Memoria cache

- ◆ Memoria "intermedia" fra registri e RAM
  - La RAM ha tempi di accesso molto alti rispetto alla velocità dei microprocessori e ne ritarda l'elaborazione
- ◆ Memorizza il contenuto di celle della RAM che potrebbero essere acceduti nuovamente dalla CPU
  - sfrutta la località dei programmi (90%-10%)
- ◆ Strategia di utilizzo:
  - la prima volta che la CPU carica dati dalla memoria centrale, questi sono caricati anche sulla cache
  - le volte successive, i dati possono essere letti dalla cache invece che dalla memoria centrale (più lenta)
- ◆ Tipi di memoria cache:
  - cache di 1° livello: contenuta nel microprocessore
  - cache di 2° livello: aggiungibile successivamente

8

## Memorie secondarie

- ◆ Memoria secondaria (o memoria **di massa**)
  - memorizza dati e programmi in modo permanente
  - non può essere acceduta direttamente dalla CPU
    - i dati devono passare nella memoria centrale per essere elaborati dal processore
- ◆ Principali tipi di dispositivi per le memorie secondarie:
  - Dischi magnetici (hard disk, floppy disk)
  - Dischi ottici (CD, DVD)
  - Memorie elettroniche (flash, es.: pen-disk)
  - Nastri magnetici

9

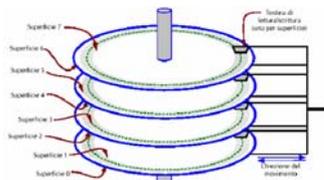
## Memorie secondarie: caratteristiche

- ◆ non volatilità
  - i dati memorizzati permangono allo spegnimento del calcolatore
- ◆ bassa velocità di accesso
  - tempi di accesso maggiori (qualche ordine di grandezza) rispetto a quelli della memoria principale
- ◆ bassi costi
  - il **costo per bit** è molto inferiore (diversi ordini di grandezza) rispetto a quello della memoria centrale
- ◆ grande capacità
  - capacità maggiore (anche di diversi ordini di grandezza) rispetto alla memoria centrale

10

## Dischi magnetici: hard disk

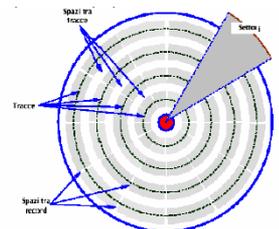
- ◆ Un disco consiste di un insieme di piatti con due superfici magnetizzabili
  - ogni superficie ha una propria testina di lettura/scrittura
  - i dischi ruotano attorno ad un perno centrale



11

## Dischi magnetici: hard disk

- ◆ "Celle" di memoria: **settori**
  - è una sequenza di bit, cui si può accedere in una singola operazione di lettura/scrittura
  - ogni bit corrisponde ad uno stato di polarizzazione (+/-) del materiale magnetico
- ◆ Organizzazione fisica
  - le superfici sono organizzate in cerchi concentrici (**tracce**) e in spicchi di pari grandezza
    - la traccia è una sequenza di settori, ognuno appartenente ad un diverso spicchi
  - tutte le tracce equidistanti dal centro (su più piatti) formano un **cilindro**



12

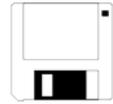
## Prestazioni degli hard disk

- ◆ Tempo di accesso (accesso misto: casuale + sequ.)
  - **Seek Time:** la testina deve arrivare alla traccia giusta
    - dipende dalla meccanica
    - misurato in millisecondi (ms)
  - **Latency Time:** il disco deve ruotare fino a portare il record nella posizione giusta
    - dipende dalla velocità di rotazione, misurata in giri/min (RPM)
- ◆ Transfer Rate
  - Velocità di trasferimento del disco
    - dipende dalla densità e dalla velocità di rotazione
    - misurata in MB per secondo (MBps)
    - valore tipico: 5-20 MBps
  - Velocità di trasferimento del sistema di controllo

13

## Dischi magnetici: floppy disk

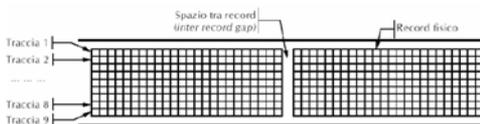
- ◆ Sono dischi magnetici:
  - di piccola capacità
  - portatili
  - usati per trasferire informazioni (file) tra computer diversi
- ◆ Sono costituiti da un unico disco con due superfici.
- ◆ Storicamente ne sono stati creati vari tipi identificati dal loro diametro (3.5, 5.25 e 8 pollici).
  - oggi sopravvivono solo da 3.5" (1.4 Mbyte)



14

## Nastri magnetici

- ◆ Sono nastri di materiale magnetizzabile raccolti su supporti circolari, o in cassette (es.: DAT)
- ◆ Sul nastro sono tracciate piste orizzontali parallele
  - di solito 9: un byte di dati + il bit di parità
- ◆ I dati sul nastro sono organizzati in zone contigue (**record**), separate da zone prive di informazione (**inter record gap**)



15

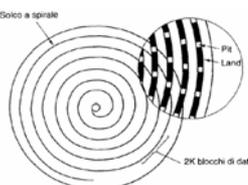
## Dispositivi ottici e magneto-ottici

- ◆ 1984, CD-ROM (Compact-Disk Read-Only Memory)
  - Capacità di oltre 600 Mbyte e costo inferiore a \$1
  - Velocità di trasferimento:
    - originariamente 150 Kbyte / secondo ("1X")
    - OGGI: 12, 16, 24 volte tanto...
- ◆ 1984, WORM (Write Once Read Many)
  - Sono dischi ottici scrivibili (una sola volta)
  - Accesso diretto ai settori (capacità 2.048 Kbyte)
- ◆ 1997, DVD (Digital Video Disk)
  - Evoluzione del CD-ROM
  - Capacità fino a 17 Gbyte
  - Velocità di trasferimento molto elevata

16

## Dischi ottici

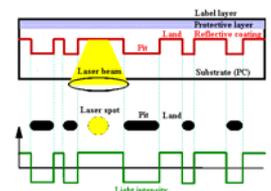
- ◆ La superficie di un disco presenta una successione di tratti disposti secondo un'unica traccia a spirale
  - **pit:** tratto di superficie avvallata } riflettono raggi luminosi
  - **land:** tratto di superficie liscia } in modo diverso
- ◆ Il passaggio da pit a land (e viceversa) rappresenta 1 mentre l'assenza di variazione rappresenta 0



17

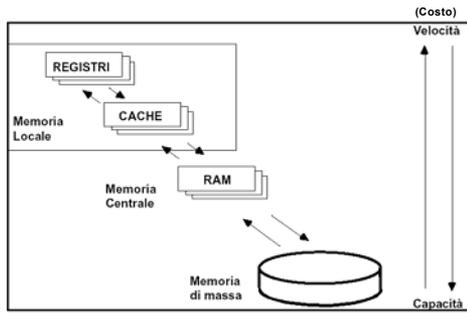
## Dischi ottici

- ◆ Caratteristiche:
  - Più strati di materiale diverso
    - alluminio ricoperto da pellicola plastica
  - Testina di lettura/scrittura a **raggi laser**
  - Accesso **sequenziale**



18

## Gerarchia delle memorie



19

## Caratteristiche delle memorie

	Capacità	Velocità (TA)	€/MByte
registri	~1KB	~1ns	NA
cache	64 ÷ 1024 KB	~10ns	300
RAM	64 ÷ 2048 MB	~100ns	2
HD	8 ÷ 100 GB	~10ms	0.005
nastri/CD	~GB per unità	~100ms	0.005

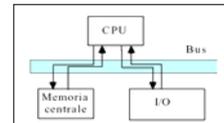
20

## Bus di sistema e periferiche di I/O

21

## Bus di sistema

- ◆ Interconnette le componenti interne del calcolatore
  - CPU, memoria ed interfacce a periferiche (I/O, memoria di massa, ...)
- ◆ Collega due unità funzionali alla volta
  - una trasmette e l'altra riceve
- ◆ Funzionamento master/slave
  - la CPU (master) seleziona la connessione da attivare e ordina il trasferimento dei dati



22

## Bus di sistema

- ◆ Il bus trasporta dati, indirizzi e comandi
- ◆ Componenti del bus (sottogruppi di linee):
  - Bus dati (data bus)
  - Bus indirizzi (address bus)
  - Bus comandi (command bus)
- ◆ **Bus dati** (data bus)
  - Serve per trasferire dati tra:
    - memoria centrale e registro dati (MDR) della CPU
    - periferiche e CPU (o memoria centrale)
  - Bidirezionale

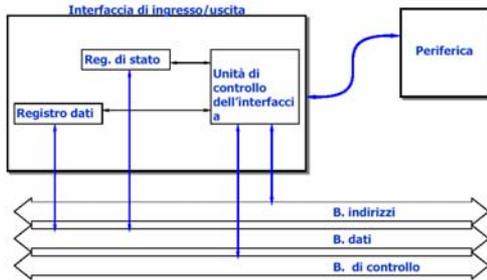
23

## Bus di sistema

- ◆ **Bus indirizzi** (address bus)
  - Serve per trasmettere il contenuto del registro indirizzi (MAR) alla memoria (o a una periferica)
  - si seleziona una cella per successive operazioni di lettura o scrittura
  - Unidirezionale
- ◆ **Bus comandi** (command bus)
  - Serve per inviare comandi
    - verso la memoria (es.: lettura o scrittura)
    - o verso una periferica (es.: stampa)
  - Unidirezionale

24

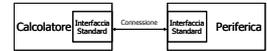
## Interfacce di I/O e bus



25

## Interfacce standard

- ◆ Comodo avere interfacce standard per periferiche simili
  - le periferiche di diversi costruttori sono interscambiabili senza modificare i programmi



- ◆ Fissano standard per:
  - tipo di trasmissione, livelli di tensione, piedinatura, temporizzazione, ...
- ◆ Esempi:
  - interfaccia seriale RS-232-C,
  - interfaccia PS2, interfaccia USB (Universal Serial Bus)
  - interfaccia parallela Centronix, interfaccia ISA
  - interfaccia SCSI, interfaccia EIDE
  - interfaccia Firewire, interfacce wireless (es.: bluetooth)

26

## Tipi di interfacce

- ◆ **Interfaccia seriale**
  - è l'interfaccia più comune e più semplice
  - modalità di comunicazione seriale
  - l'intervallo tra due bit successivi è costante
  - parametro principale: **bit-rate**
- ◆ **Interfaccia parallela**
  - i bit vengono inviati tutti insieme, con l'aggiunta di segnali di controllo
  - la comunicazione è più veloce, ma occorrono più fili rispetto alla seriale
  - usata in modo monodirezionale (stampante, distanze brevi)

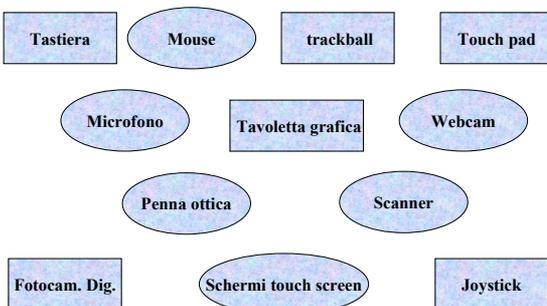
27

## Tipi di interazione

- ◆ **A controllo di programma**
  - La richiesta all'unità è fatta esplicitamente nel programma
  - La CPU verifica ciclicamente (polling) se l'operazione sia stata eseguita
- ◆ **A interruzione (interrupt)**
  - Quando il dato è pronto, l'interfaccia allerta la CPU
  - La CPU esegue una procedura di gestione dell'interruzione
    - Lo stato del processore (registri) è salvato in memoria
    - Quando la procedura termina lo stato del processore viene ripristinato ed il programma viene ripreso
- ◆ **DMA (Direct Memory Access)**
  - Usata nel trasferimento di regioni contigue di memoria
    - fra memoria centrale e periferica (memoria secondaria)
  - Un microprocessore dedicato (**DMA controller**) trasferisce direttamente i dati in memoria
    - CPU e DMA controller si alternano nel controllo del bus

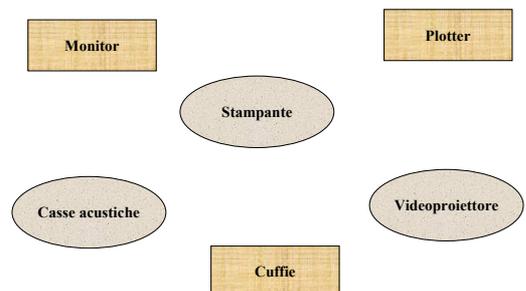
28

## Dispositivi di Input



29

## Dispositivi di Output



30

## Hardware di un PC

### La scheda madre



31

## Il sistema operativo

32

## Architettura del Software

- ◆ Software = insieme (complesso) di programmi.
  - organizzato a strati, ciascuno con funzionalità di livello più alto rispetto a quelli sottostanti:



- ◆ Firmware:
  - strato di (micro-)programmi che agiscono direttamente sullo strato hardware
  - memorizzato dal costruttore su memoria permanente (ROM)

33

## Firmware: il BIOS

- ◆ BIOS = Basic Input-Output System
  - gestisce direttamente le risorse hardware ed offre delle funzionalità standard di accesso (*terminal driver*)
- ◆ risiede su un chip di memoria permanente
  - ROM (e/o RAM + batteria di alimentazione)
- ◆ gestisce la procedura di avviamento (bootstrap) del calcolatore, consistente delle seguenti fasi
  1. diagnostica (*Power-On Self Test*)
  2. inizializzazione delle risorse hardware (*Setup*)
  3. caricamento (dal disco rigido verso la RAM) ed esecuzione della routine di bootstrap, che provvede quindi a caricare il sistema operativo

34

## Sistema operativo (SO)

- ◆ Strato di programmi che opera al di sopra dell'hardware (e del firmware) e gestisce l'elaboratore
- ◆ Come **Gestore delle Risorse**
  - controlla e gestisce tutte le funzioni del calcolatore in modo efficiente
  - accetta e soddisfa le richieste degli utenti/programmi
  - funziona come mediatore tra risorse in conflitto
  - tiene traccia dell'utilizzo delle risorse
- ◆ Come **Macchina estesa**
  - simula una macchina estesa più facile da programmare, astruendo dai dettagli tecnologici dell'hardware
  - costituisce una base sulla quale è possibile scrivere programmi applicativi

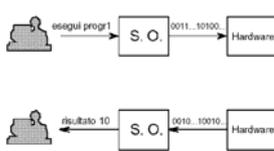
35

## Interazione dell'utente con il SO

- ◆ Un utente "vede" l'elaboratore solo tramite il SO, che simula una "macchina virtuale"
  - diversi SO possono realizzare diverse macchine virtuali sullo stesso hardware
  - aumenta l'astrazione nell'interazione utente/elaboratore
    - senza SO: sequenze di bit
    - con SO: comandi, programmi, dati
- ◆ Il S.O. traduce le richieste dell'utente in opportune sequenze di comandi da sottoporre alla macchina fisica
  - Il SO esplicita qualsiasi operazione di accesso a risorse hardware, implicitamente implicata dal comando dell'utente

36

## Interazione dell'utente con il S.O.



Utente	S.O.
"esegui progr1"	lettura comando da dispositivo di input ricerca codice di "progr1" su disco carica in RAM codice e dati <elaborazione> output su video
"risultato = 10"	

37

## Interazione dell'utente con il S.O.

- ◆ **Interfaccia testuale**
  - Il S.O. interagisce con l'utente mediante l'interpretazione di linee di comando
  - esempi: DOS, Linux
- ◆ **Interfaccia grafica o GUI (Graphical User Interface)**
  - tutti i programmi e le funzioni sono mostrati sullo schermo mediante simboli immediatamente comprensibili (icone)
  - esempi: Windows, MacOS (Macintosh)

38

## Moduli del S.O.

- ◆ **Moduli di un Sistema Operativo**
  - gestore dei processi
  - gestore della memoria
  - gestore delle periferiche
  - gestore dei file (*File system*)
  - interprete dei comandi
- ◆ **Le funzioni del S.O. dipendono dalla complessità del sistema di elaborazione:**
  - gestione delle varie risorse hardware
  - gestione della multi-utenza e del multi-tasking
  - gestione della memoria centrale
  - organizzazione e gestione della memoria di massa
  - interpretazione ed esecuzione di comandi elementari

39

## Gestione dei processi

- ◆ **La CPU esegue programmi**
  - Si chiama **processo** l'esecuzione di un programma
- ◆ **Qualunque processo alterna fasi di esecuzione a fasi in cui è bloccato in attesa di qualche evento esterno**
  - attesa che sia terminata un'operazione di input
  - attesa per usare una risorsa al momento occupata
- ◆ **Stati di un processo:**



40

## Strategie di esecuzione

- ◆ **Strategie di esecuzione dei programmi**
  - **mono-tasking**: un processo per volta
  - **multi-tasking**: più processi in contemporanea
- ◆ **Limiti del mono-tasking**
  - Limitazione all'uso del calcolatore
    - un solo utente e una sola applicazione per volta
  - Sotto-utilizzo del processore
    - mentre il processo è bloccato in attesa di eventi esterni, il processore rimane inattivo (idle)
    - i tempi di lavoro delle periferiche di I/O, e ancor più i tempi di reazione umani, sono maggiori di molti ordini di grandezza della velocità del processore

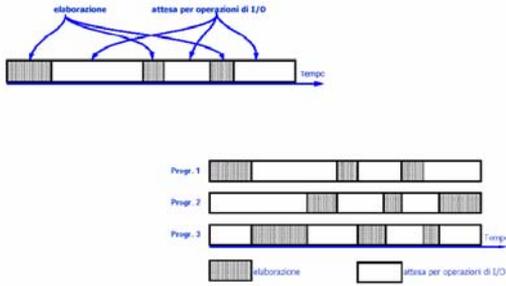
41

## Multi-tasking

- ◆ **Il tempo di lavoro della CPU è diviso tra i vari processi**
  - Ad ogni istante vi è un solo processo attivo
  - Il processore alterna l'esecuzione dei vari programmi
- ◆ **Se l'alternanza tra i processi è frequente (es. 10 ms), si ha l'impressione di un'esecuzione simultanea**
  - a livello macroscopico si ha quindi l'impressione della contemporaneità, mentre a livello microscopico si ha una semplice alternanza sequenziale molto veloce
- ◆ **Il tempo totale di esecuzione di un singolo processo aumenta rispetto al caso mono-tasking**
  - a causa dell'alternanza con gli altri processi

42

## Multi-tasking



43

## Gestione della memoria principale

- ◆ **Visione astratta della memoria:**
  - un programma non deve conoscere la configurazione e le dimensioni della memoria reale e può essere eseguito su computer con dotazioni di memoria differenti
  - il programma ignora gli indirizzi (fisici) delle celle di memoria effettivamente usate
- ◆ **Nel caso multi-tasking la memoria deve essere condivisa da più processi:**
  - la memoria viene suddivisa in blocchi (**paginazione**)
  - ad ogni programma si assegna un certo numero di blocchi (non necessariamente contigui)
    - si può caricare un numero maggiore di programmi

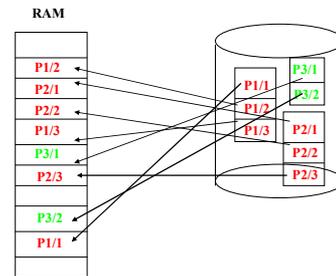
44

## Risoluzione degli indirizzi

- ◆ **Indirizzi logici e indirizzi fisici:**
  - **indirizzi logici:** gli indirizzi presenti nei programmi
  - **indirizzi fisici:** gli indirizzi RAM assegnati al programma quando viene caricato dal disco
- ◆ **Risoluzione degli indirizzi**
  - Per poter essere caricato a blocchi il programma viene suddiviso in blocchi logici
  - il SO associa ogni blocco logico ad uno fisico trasformando gli indirizzi logici in quelli fisici

45

## Blocchi logici e blocchi fisici



46

## Memoria virtuale

- ◆ Come è possibile eseguire uno o più programmi contemporaneamente che richiedono più memoria di quanta sia disponibile?
- ◆ Per eseguire un programma non è necessario caricarlo completamente in memoria:
  - basta caricare in memoria principale solo le parti del programma e dei dati che servono durante una certa fase dell'esecuzione

47

## Memoria virtuale

- ◆ **Esempio:** la RAM non basta a contenere P1, P2 e P3
- 
- ◆ Per gestire la memoria in modo virtuale, si usa:
    - la memoria principale
      - in cui tenere solo i programmi, o i pezzi di programmi, e i dati che servono in un certo istante (compreso il SO)
    - un supporto di memoria secondaria
      - in cui mantenere tutte le informazioni relative ai processi in esecuzione, non contenute nella RAM
      - si usano i dischi rigidi perché sono abbastanza veloci e hanno accesso diretto

48

## Memoria virtuale

- ◆ Le pagine sono caricate nella RAM indipendentemente, quando sono richieste per l'esecuzione (**on demand**)
  - Il SO stabilisce quali pagine eliminare dalla RAM per far posto a nuove pagine di processi in esecuzione
  - se le pagine sono state modificate devono essere ricopiate sul disco
- ◆ Il processo di scambiare pagine tra memoria e disco si chiama **swapping**
  - Lo swapping è costoso in termini di tempo e rallenta l'esecuzione di un programma

49

## Gestione delle periferiche

- ◆ **Funzioni assolute:**
  - Sincronizzazione fra calcolatore e ambiente esterno
    - Asincronicità fra CPU-RAM e periferiche
    - Accesso contemporaneo al calcolatore da parte di diverse periferiche
  - Gestione di accessi contemporanei alle periferiche
    - esempio: gestione delle richieste di stampa da parte di più processi attraverso code di spooling
  - Astrazione/standardizzazione
    - mascherare le differenze fra dispositivi dello stesso tipo
- ◆ **Driver:** programmi del SO per la gestione delle periferiche

50

## Gestione dei file (file system)

- ◆ Si basa su una strutturazione logica del contenuto delle memorie di massa
  - **File:** sequenze di bit, identificate da un nome
  - **Cartelle (directory):** contenitori di file
  - **Unità di memoria di massa (a., b., c., d.):**
- ◆ **Funzioni assolute:**
  - Astrazione/standardizzazione
  - Reperimento efficiente
  - Gestione degli accessi contemporanei
  - Sicurezza e protezione

51

## Classificazione dei SO

- ◆ **In base al numero di utenti:**
  - **mono-utente (mono-user)**
    - un solo utente alla volta può utilizzare il sistema
  - **multi-utente (multi-user)**
    - più utenti in contemporanea interagiscono con la macchina
    - il S.O. dà a ciascuno l'astrazione di un sistema "dedicato"
- ◆ **In base al numero di processi:**
  - **Mono-programmato (mono-task)**
    - si può eseguire un solo programma per volta
  - **Multi-programmato (multi-task)**
    - il SO permette di eseguire più programmi in contemporanea
    - il SO gestisce la suddivisione del tempo fra i vari processi

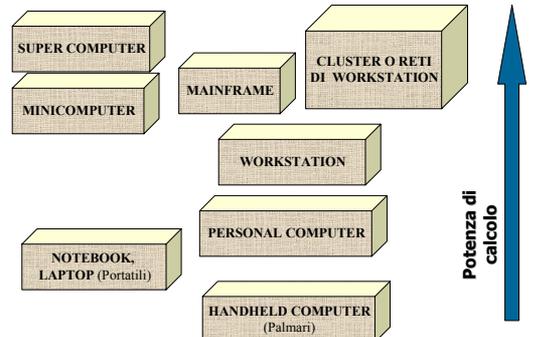
52

## Alcuni sistemi operativi reali

DOS	IBM compatibili con architettura 80x86, monoutente, monoprogrammato
Windows 3.1	Per le architetture a partire da 80386, monoutente, multiprogrammato
Windows '9x	Per le architetture a partire da 80486, monoutente, multiprogrammato
Windows NT	Ambiente di rete per architetture da 80486, multiutente, multiprogrammato
OS/2	Ambiente per le architetture a partire da 80486, monoutente, multiprogrammato
Unix	Ambiente vasto e potente, capace di ospitarne altri, montato su gran parte delle workstation, multiutente, multiprogrammato
MacOS	Nota come Macintosh, monoutente, multiprogrammato

53

## Classificazione dei calcolatori



54