Informatica



Architettura del calcolatore

Thomas Barbera
thomas.barbera@unimib.it

Riadattamento delle slides di Marco Viviani e Simone Zini





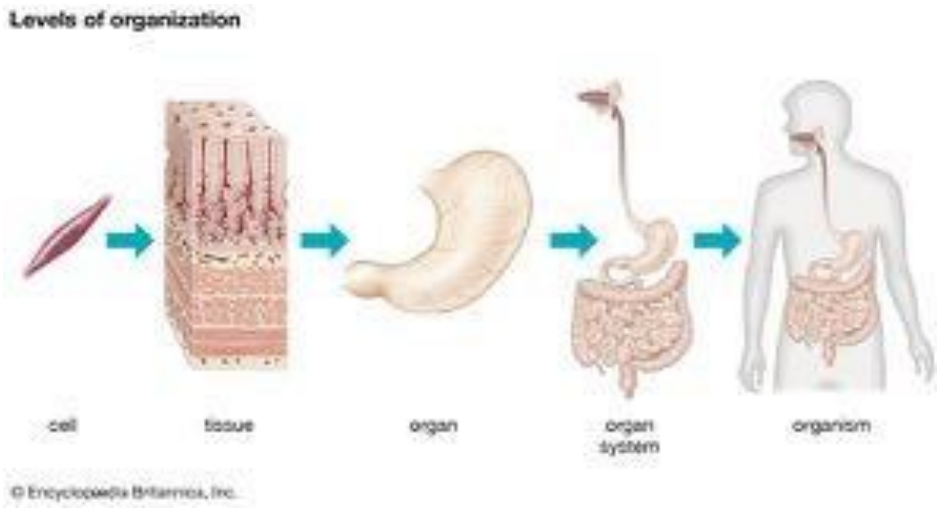
Cos'è un sistema

- Un **sistema** è una pluralità di elementi **concreti** o **astratti** interdipendenti, coordinati tra loro in modo da formare un complesso organico integrandosi a vicenda, con proprie leggi generali (def. *Dizionario Olivetti*)

- L'**architettura di un dato sistema** descrive:
  1. l' insieme dei **singoli elementi** del sistema
  2. i **principi generali di funzionamento** di ciascun elemento
  3. le **modalità di interazione** tra i singoli elementi

Due diversi sistemi

SISTEMA BIOLOGICO



Nel nostro corpo ci sono cellule specializzate e organizzate in **tessuti**, **organi** e **apparati**

SISTEMA INFORMATICO



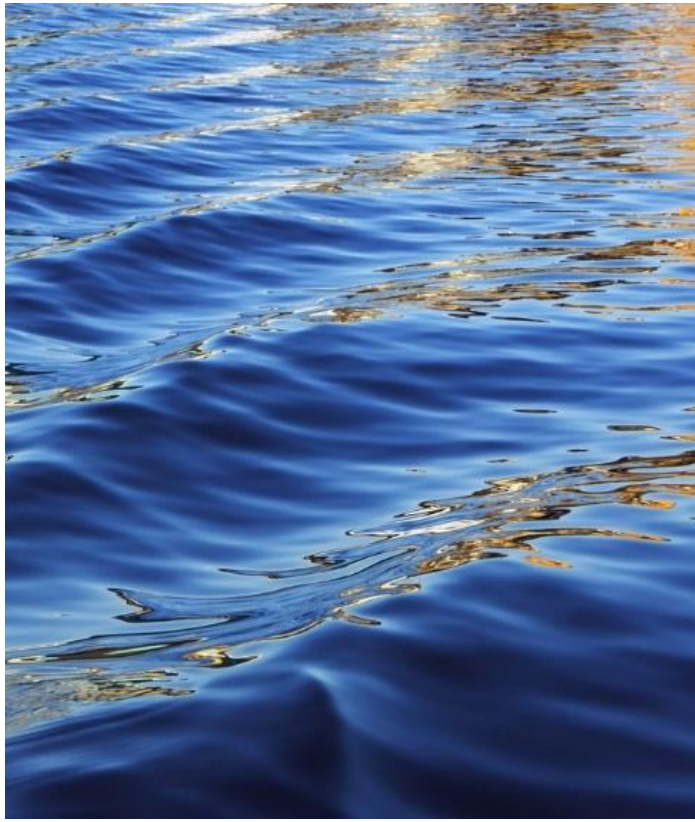
Hardware: componenti <u>fisici</u>: elettronici ed elettromeccanici, case, tastiera, monitor, processore, etc.

+

Software: insieme dei programmi che gestiscono il comportamento della componente *hardware*



L'*hardware*



Architettura di un calcolatore

- L'**architettura di Von Neumann** è l'architettura *hardware* su cui è basata la maggior parte dei moderni computer programmabili

- Nella prima metà degli anni '40 **John Von Neumann** partecipò alla realizzazione del primo modello di macchina automatica che
  - elaborava dati in ingresso secondo delle istruzioni memorizzate all'interno della macchina e forniva il risultato in uscita

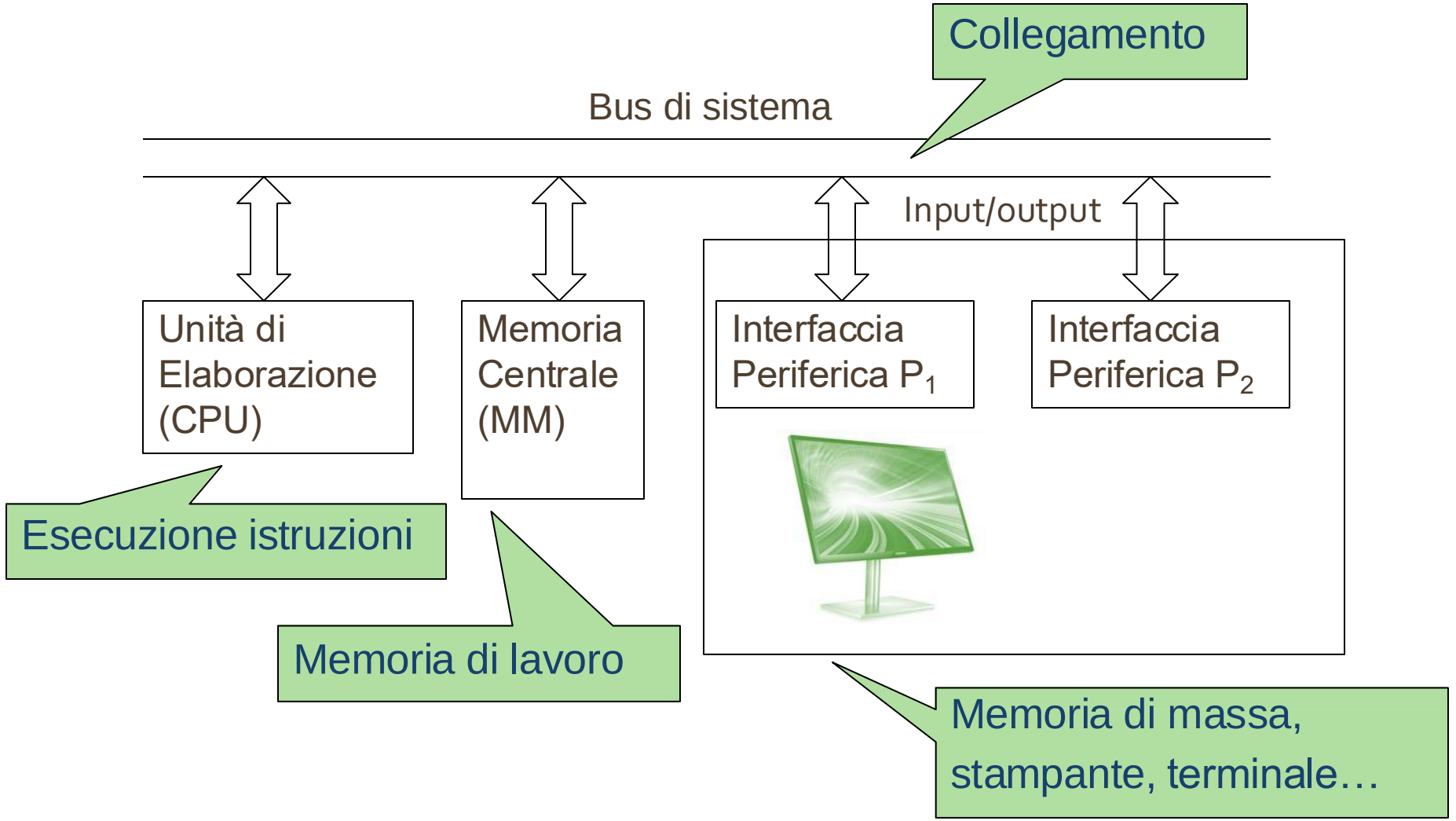
- Il modello usato, per la prima volta, prevedeva la divisione tra:
  - **dati in ingresso**
  - **istruzioni da eseguire sui dati**
  - **il risultato in uscita**

Architettura di Von Neumann

Quattro componenti principali

1. **Unità centrale** (*Central Processing Unit*, **CPU**)
2. **Memoria (centrale/primaria e di massa/secondaria)**
3. **Input/output (Interfacce)**
4. **Bus di interconnessione (o di sistema)**

Architettura di Von Neumann



Uno sguardo generale

- **CPU**: Esegue le istruzioni per l'elaborazione dei dati; svolge funzione di controllo
  - **Unità di controllo** (CU, *Control Unit*)
  - **Unità aritmetica e logica** (ALU, *Aritmetic Logic Unit*)
  - **Registri** del processore
- **Memoria**
  - **Memoria centrale**: memorizza e fornisce l'accesso ai dati e ai programmi:
    - Memoria RAM
    - Memoria ROM
    - Memoria Cache
  - **Memoria di massa (secondaria)**: permanente, per l'immagazzinamento dei dati
    - Supporti magnetici
    - Supporti ottici
    - Supporti *flash*
- **Interfacce di I/O**
  - Componenti di collegamento alle periferiche del calcolatore
- **Bus**
  - Si occupa del trasferimento dei dati e dei segnali di controllo tra le componenti del calcolatore

Il «contenitore»: la scheda madre

- La **scheda madre** (*motherboard*) riunisce in un unico supporto tutti i circuiti elettronici e i collegamenti tra i principali componenti interni del PC (CPU, memoria, schede elettroniche)
  - Comprende i *bus* e le interfacce verso le periferiche esterne





La CPU



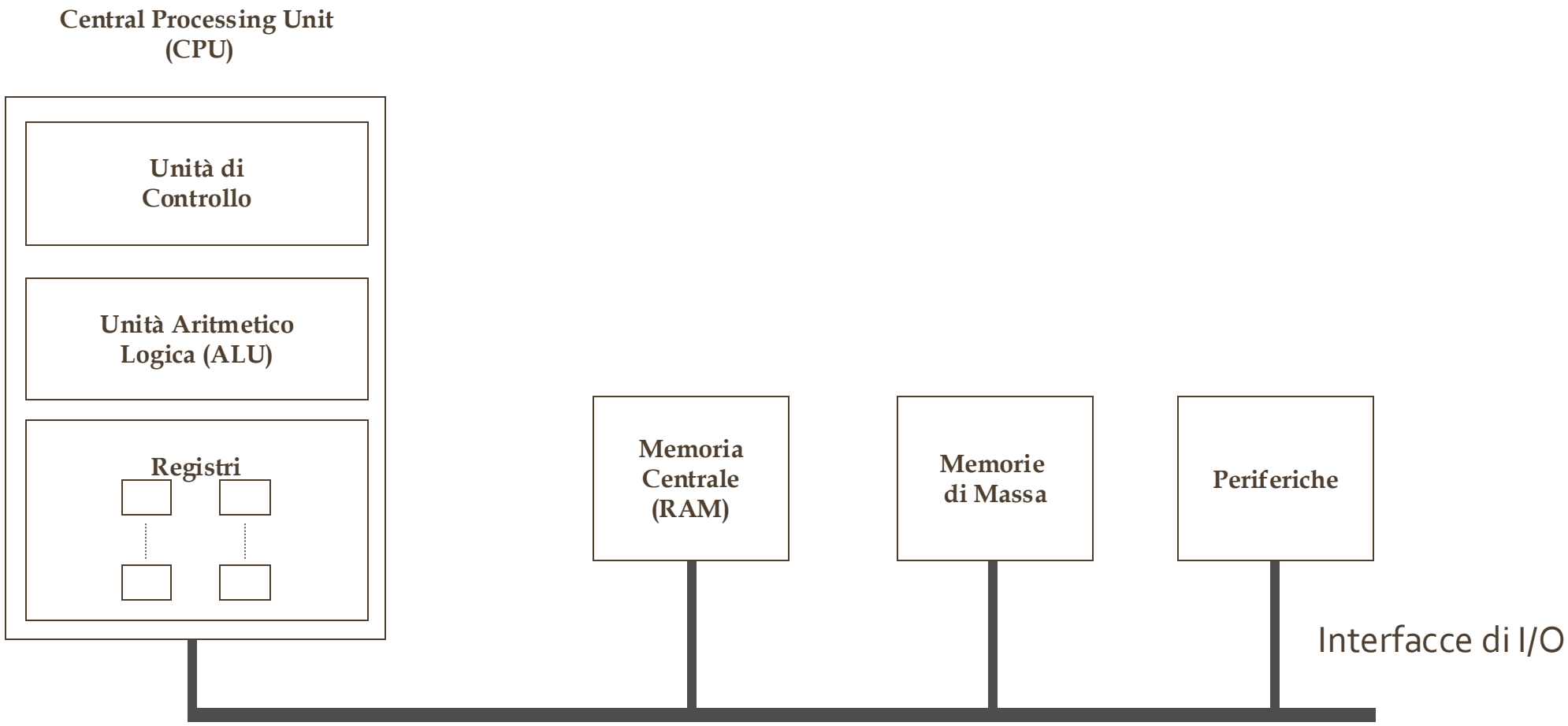
- L'**unità di elaborazione centrale** (**CPU**, *Central Processing Unit*) o (micro)processore sovrintende tutte le funzioni che calcolatore svolge

- **Esegue** le istruzioni fornite da un programma **presente in memoria** (centrale o primaria, RAM) dopo averlo acquisito dalla memoria secondaria (o di massa) o da altri dispositivi

- Durante l'esecuzione di un programma la CPU **legge e scrive dati in memoria centrale**. La CPU può mantenere traccia delle operazioni che ha eseguito

- Il processore **coordina tutte le unità di elaborazione** presenti sulle moderne architetture *hardware* dei computer (periferiche interne o schede elettroniche tipo scheda audio, scheda video, scheda di rete)

Struttura della CPU



Elementi della CPU

- **Unità di controllo** (CU, *Control Unit*): legge dalla memoria le istruzioni, i dati necessari per eseguirla, esegue l'istruzione e memorizza il risultato in memoria centrale o in un registro del processore

- **Unità aritmetica e logica** (ALU, *Aritmetic Logic Unit*): esegue le operazioni logiche e aritmetiche

- **Registri del processore**: piccoli spazi di memoria interni alla CPU, molto veloci, a cui è possibile accedere molto più rapidamente che alla memoria centrale
  - Il valore dei registri della CPU, nel loro insieme, definisce lo stato in cui essa si trova in ogni momento

La memoria

- La **memoria** è la parte del computer destinata a conservare informazioni per un certo periodo di tempo

- I tipi di memoria in informatica si possono **classificare** secondo vari criteri:
  - ordine di accesso (memorie ad accesso diretto o memorie ad accesso sequenziale)
  - possibilità di scrittura (memorie a lettura-scrittura, memorie scrivibili una sola volta, memorie a sola lettura)
  - velocità di lettura
  - velocità di scrittura
  - costo unitario
  - volatilità
  - tecnologia (elettronica, magnetica, ottica, magneto-ottica, stato solido)

La memoria

Una **classificazione fondamentale** divide la memoria in:

- **Memoria centrale (principale)**: contiene dati ed istruzioni prelevati dalla memoria di massa in attesa che questi siano a loro volta prelevati ed elaborati dal microprocessore, lavorando dunque in maniera strettamente accoppiata con esso ed essendo dunque assimilabile ad una **memoria di transito** o appoggio

- **Memoria di massa (secondaria)**: utilizzata per immagazzinare grosse quantità di dati in maniera permanente. Ne esistono di diversi tipi
  - Esempio: *Hard disk*

La memoria

- La capacità di una memoria si misura con i ***byte*** (B) o con i suoi multipli ***kilobyte*** (kB), ***Megabyte*** (MB), ***Gigabyte*** (GB), ***Terabyte*** (TB), …, ed indica la quantità di dati che su di essa possono essere registrati

- Il tempo di accesso che si misura in **millisecondi**, è invece il tempo che intercorre da quando diamo l'ordine di leggere dei dati su una memoria di massa a quando il computer inizia a leggerli

La memoria

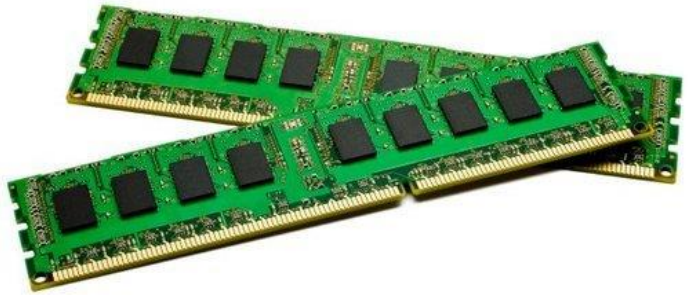
bit	1 cifra binaria
byte	8 bit
Kilobyte (KB)	1024 byte
Megabyte (MB)	1024 KB
Gigabyte (GB)	1024 MB
Terabyte (TB)	1024 GB
Petabyte (PB)	1024 TB
Exabyte (EB)	1024 PB
Zettabyte (ZB)	1024 EB

La memoria centrale (principale)

La **memoria centrale** di un computer è composta da tre tipologie di memoria:

- **Memoria RAM** (*Random Access Memory*)
- **Memoria ROM** (*Read Only Memory*)
- **Memoria Cache**

La memoria RAM



- È un dispositivo in cui vengono **memorizzati i dati ed i programmi** ed è connesso direttamente alle altre unità di elaborazione
  - All'aumentare delle dimensioni della memoria RAM aumenta il numero di programmi che possono essere «contemporaneamente» attivi

- Permette l'**accesso diretto** a qualunque indirizzo di memoria con lo stesso tempo di accesso
  - **Differisce dalle memorie ad accesso sequenziale** tipiche ad esempio delle memorie a nastro in cui il tempo di accesso è sensibilmente dipendente dalla posizione in cui è stato memorizzato il dato a cui si vuole accedere

- Nella RAM vengono caricati programmi e i dati in corso di esecuzione, è una memoria **volatile**, cioè perde il suo contenuto nel momento in cui viene a mancare l'alimentazione

Organizzazione logica della memoria RAM



Organizzazione logica della memoria RAM

- La memoria viene suddivisa idealmente in **celle** (porzioni più o meno ampie la cui dimensione è gestita dal sistema operativo)

- La cella è **la più piccola unità indirizzabile** ed è costituita da un certo numero di bit
  - una cella da 8 bit è chiamata byte
  - i byte possono a loro volta essere organizzati in *word*

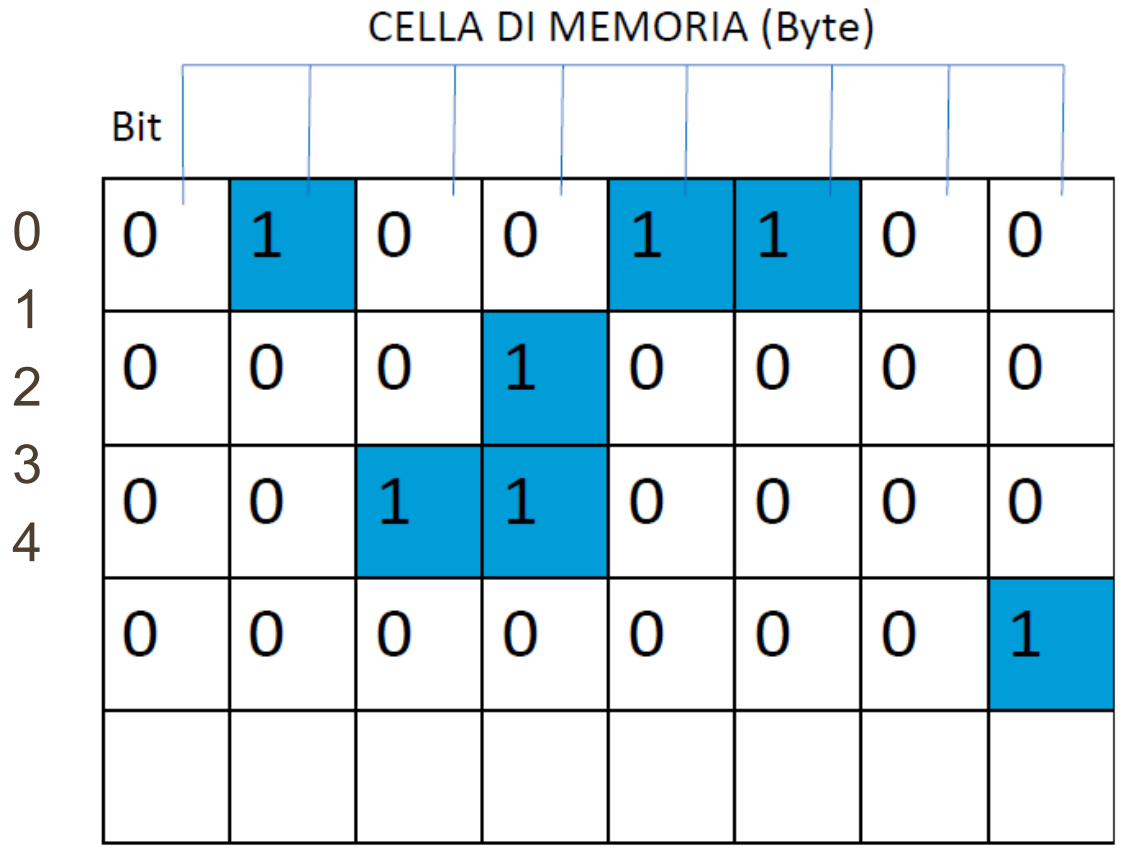
- Tutte le celle della stessa memoria contengono lo stesso numero di bit

- Ogni cella possiede un numero chiamato **indirizzo** (*address*) tramite il quale si può fare riferimento alla cella stessa; se una memoria ha n celle, l'intervallo di indirizzi varierà tra 0 e $n - 1$

Organizzazione logica della memoria RAM

INDIRIZZO DELLA CELLA DI MEMORIA

Ad ogni cella viene associato in modo biunivoco un numero detto indirizzo della cella.



Organizzazione fisica della memoria RAM

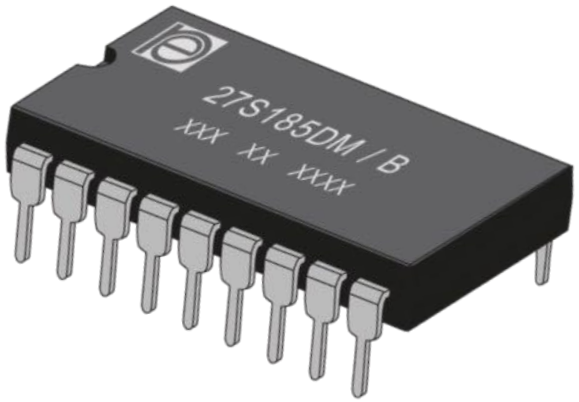
- È composta da numerosi **componenti elettronici** (*transistor*) miniaturizzati.

Transistor (dizionario): «*Dispositivo costituito da semiconduttori, generalmente germanio e silicio, componente attivo di circuiti elettronici dove svolge varie funzioni, tra cui quella di amplificatore di segnali elettrici, sostituendo vantaggiosamente, per le sue ridotte dimensioni, le valvole termoioniche*»

- Ogni «unità elementare» di memoria può trovarsi in due diversi livelli di tensione elettrica, corrispondenti ai bit 0 e 1.

La memoria ROM

- La **memoria ROM** (*Read Only Memory*) o memoria di sola lettura (ovvero non modificabile, non scrivibile) contiene il **BIOS** (*Basic Input-Output System*), un particolare tipo di *software* (detto *firmware*) scritto dal costruttore e costituito da un insieme di istruzioni necessarie all'accensione e all'avvio del sistema



La memoria *cache*

- La ***cache*** è una memoria utilizzata dalla CPU per ridurre i tempi d'accesso ai dati presenti nella RAM

- La *cache* è un tipo di memoria piccola, ma molto veloce, che mantiene copia dei dati ai quali si accede più frequentemente

- Questo rende i dati ancor più veloci nel passaggio dalla RAM alla CPU. Inoltre funge da adattatore di velocità tra la CPU (più veloce) e la RAM (più lenta)

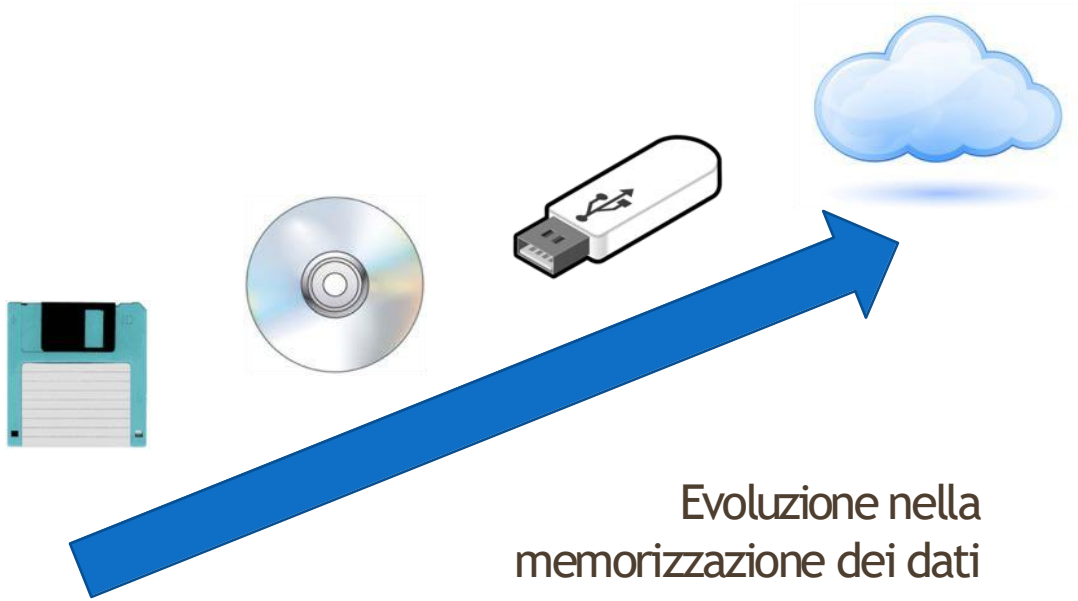
La memoria di massa (o memoria secondaria)

- Una **memoria di massa** è un tipo di memoria che raccoglie tipicamente grandi quantità di dati rispetto alla memoria centrale e in maniera **non volatile** cioè permanente

- **Supporti magnetici**:
  - Hard disk
  - Floppy disk

- **Supporti ottici**:
  - CD
  - DVD
  - Blu ray

- **Memorie *flash***
  - *memory card*
  - memorie USB



Evoluzione nella memorizzazione dei dati

Memoria di massa: caratteristiche

- In grado di memorizzare i programmi e i dati in modo **permanente**
- È **meno costosa** della memoria centrale: le dimensioni della memoria secondaria sono di solito molto maggiori di quelle della memoria principale
- I supporti di memoria secondaria sono **più lenti** rispetto alla memoria centrale (presenza di dispositivi meccanici)

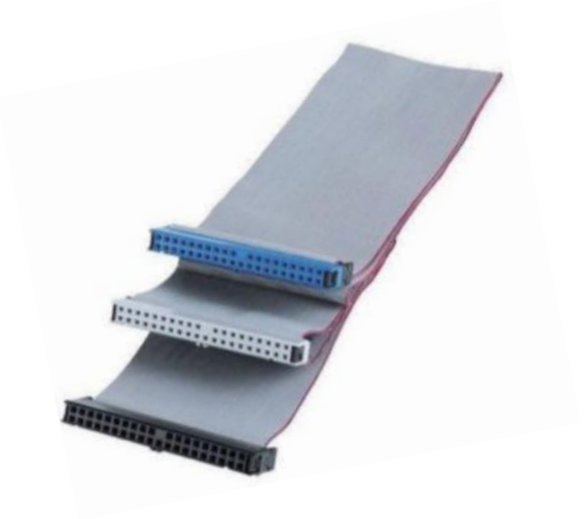
Ricapitolando: la divisione dei ruoli tra memoria principale e memoria secondaria

- 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

Il *bus* di sistema

- Il ***bus*** è un **canale di comunicazione** che permette a periferiche e componenti di un sistema elettronico di dialogare tra loro scambiandosi informazioni o dati attraverso la trasmissione di segnali. Un solo *bus* può collegare tra loro più dispositivi

- Può trasmettere cifre binarie (0 o 1) in successione. L'insieme di queste cifre è «tradotto» dai vari componenti del sistema secondo protocolli e codici prestabiliti



Le periferiche

- **Unità periferica** = qualsiasi tipologia di dispositivo *hardware* del computer
  - **Periferica interna**: risiede all'interno del *case* del computer assieme alle altre componenti del computer. Tipicamente è costituita da una scheda elettronica collegata con la scheda madre (scheda video, scheda audio, scheda di rete, scheda di memoria) e da questa con la CPU
  - **Periferica esterna**: non risiede all'interno del *case* del computer (es. il mouse)

- Una periferica è collegata agli altri componenti hardware del computer via cavo o in maniera wireless

- Si interfaccia in **input e/o output** con la CPU

Le periferiche

- **Periferiche di input** (o di ingresso): permettono di immettere dati in memoria centrale. Funzionano in maniera unidirezionale in ingresso (es., tastiera e mouse)

- **Periferiche di output** (o di uscita): ricevono dati dalla memoria centrale e permettono la visualizzazione all'utente. Funzionano in maniera unidirezionale in uscita (es., monitor e stampante)

- **Periferiche di input/output** (o di ingresso/uscita): immettono dati nella memoria centrale e ricevono da essa dati. Funzionano in maniera bidirezionale (es., modem, memoria di massa, scheda video, scheda audio, scheda di rete)

Esempi di dispositivi di input/output

Input

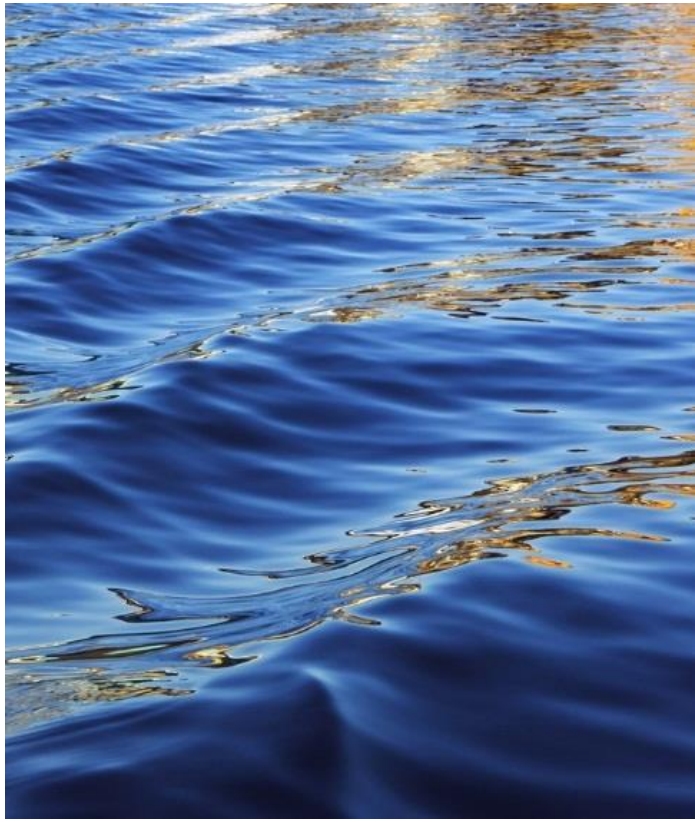
- Tastiera
- Mouse (e altri strumenti di puntamento)
- Scanner
- Microfono
- Macchine fotografia e telecamera digitale
- Lettori di codici a barre
- Sensori

Output

- Video
- Stampante
- Casse acustiche



Il software



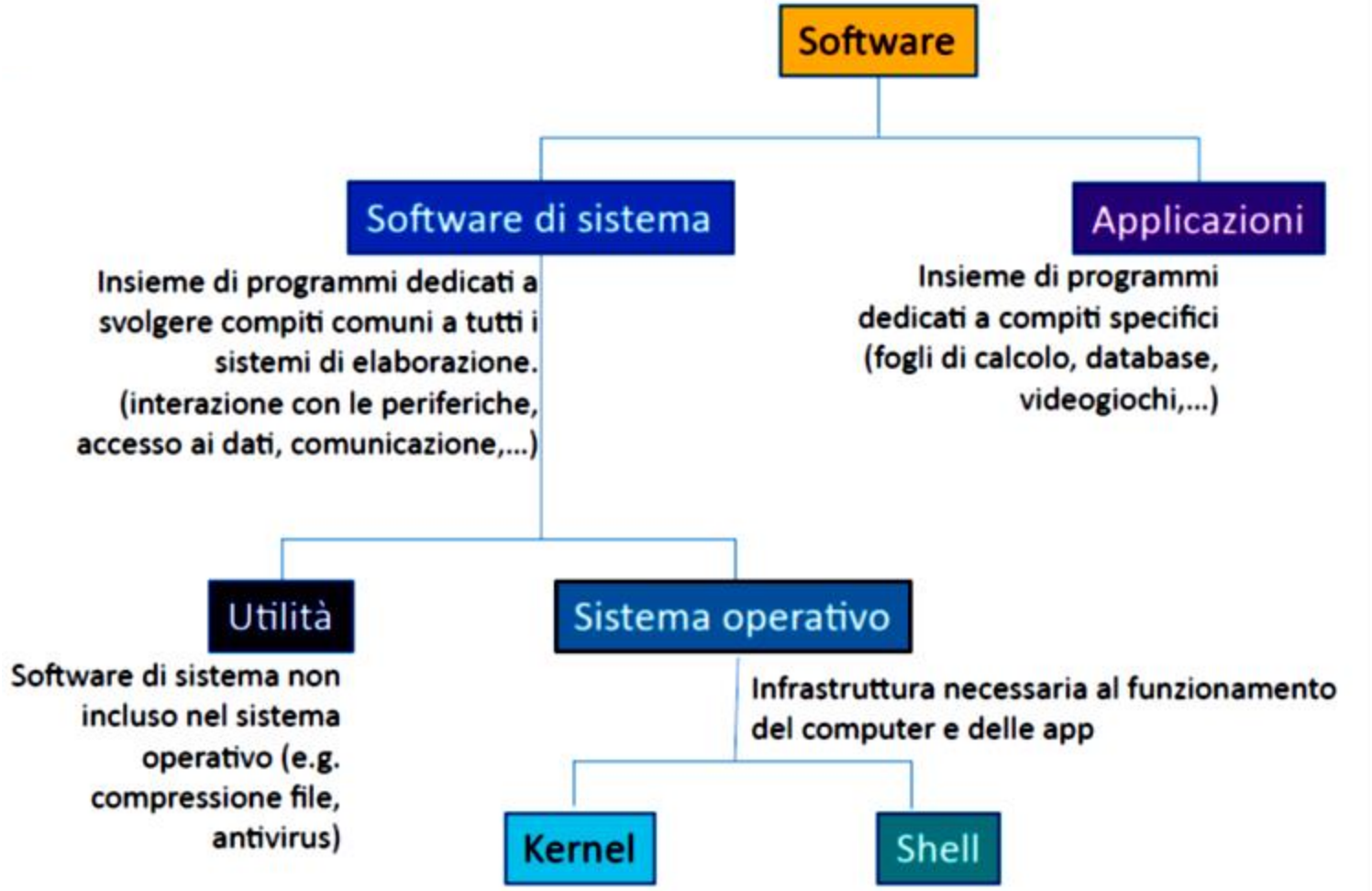
Definizioni

- **Programmi**: sequenze ordinate di istruzioni che, a partire da dati in ingresso, producono dei risultati in uscita in seguito alla loro elaborazione da parte *dell'hardware* della macchina (processore)

- **Sistema software**: espressione usata per indicare una collezione di programmi interagenti

- **Applicazione**: termine che viene usato normalmente nella prospettiva dell'utente finale per intendere un «servizio» di cui l'utente può usufruire, a prescindere dal fatto che questo sia realizzato da un programma solo o da una sistema software

Classificazione del *software*



Il sistema operativo

- **Sistema operativo** (*Operating System*) insieme di componenti software, che consente l'utilizzo di varie apparecchiature informatiche (ad esempio di un computer, un tablet, uno smartphone) da parte di un utente

- Consente l'operatività di un calcolatore, coordinando il processore e la memorizzazione (memoria primaria), le periferiche, le risorse/attività software (processi) e facendo da interfaccia con l'utente

Il sistema operativo



È il livello di SW con cui interagisce l'utente e comprende programmi quali :
Compilatori
Editori di testi
Fogli elettronici
Sistemi informativi
Browser per Web
...

Windows
Unix/Linux
Mac OS

È il livello di SW che interagisce direttamente con l'hw e che si occupa di una uso corretto ed efficiente delle risorse fisiche (processore, memorie, periferiche etc.)

Il sistema operativo

- **Intermediario** tra l'utente e la macchina. Costituisce la base su cui si appoggiano gli altri software, che devono essere progettati e realizzati in modo da essere riconosciuti e supportati da quel particolare sistema operativo

- Controllo e gestione delle componenti *hardware* che costituiscono il computer (processi di input/output da e verso le periferiche collegate al sistema

- Ogni periferica e è controllata dal sistema operativo attraverso ***driver*** ed un ***controller*** di periferica

- **Esecuzione dei programmi** (quindi di **processi**) che su di esso vengono eseguiti, assegnando le necessarie risorse per l'avanzamento dei processi

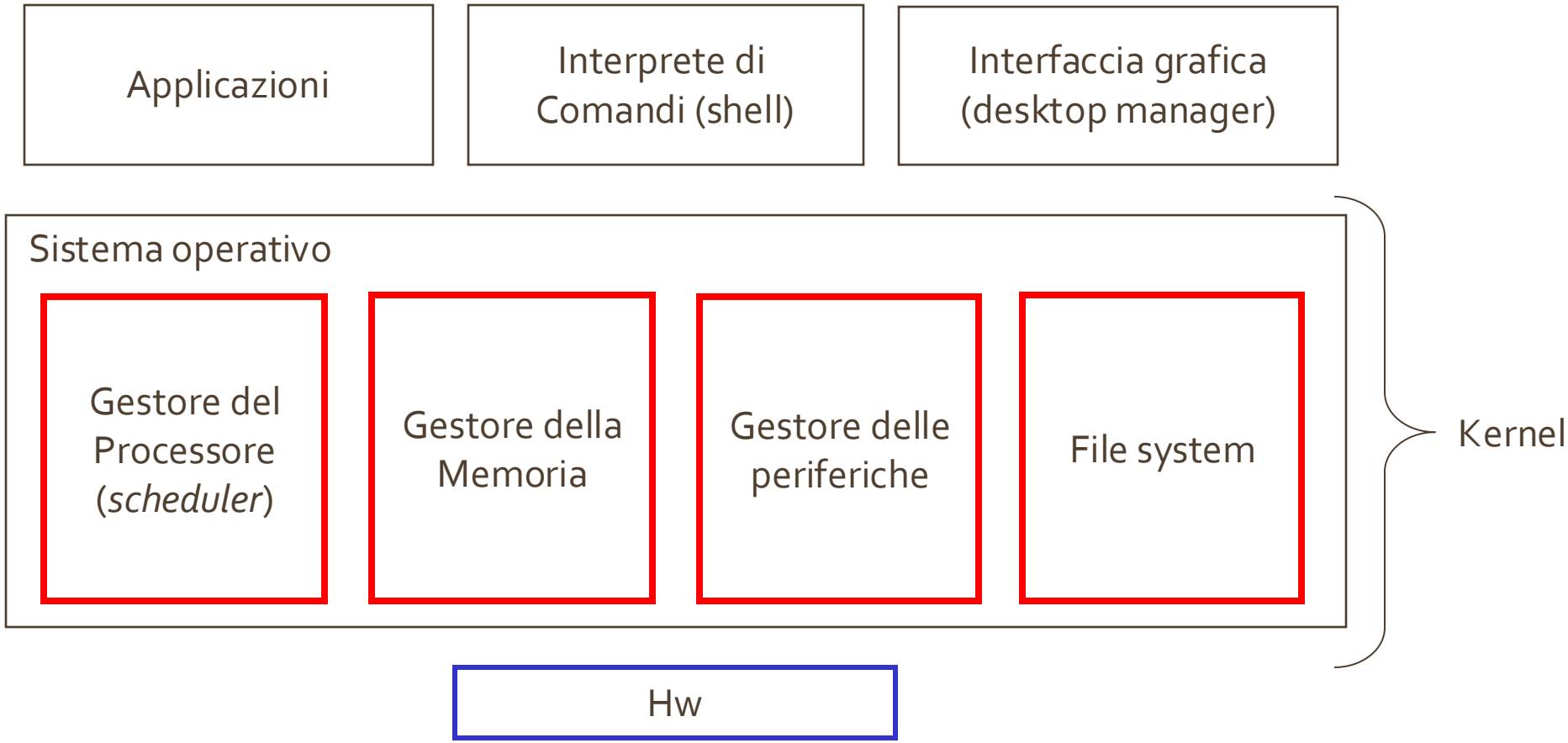
- Gestire l'archiviazione e l'accesso ai *file* (***file system***) e la comunicazione tra i componenti del computer

Le componenti del sistema operativo

- **Kernel**
  - «Nocciolo» del sistema operativo
  - Insieme di programmi preposti a svolgere le operazioni base per il funzionamento dell'elaboratore

- **Interfaccia utente** (*Shell*)
  - Parte del sistema operativo dedicata all'interazione con l'utente. Elemento necessario perché l'utente possa richiedere lo svolgimento di specifiche attività
    - ***Shell* testuali**: programma dotato di un'interfaccia a riga di comando, che viene eseguito all'interno di un terminale testuale
    - ***Shell* grafiche**: utilizzano GUI (*Graphic User Interface*, interfacce grafiche utente), per esempio Windows

Le componenti del sistema operativo



Sistema operativo: il *kernel*

- ***Process manager***: ha il compito di coordinare l'esecuzione dei programmi
  - Un programma in esecuzione è detto processo
  - Il *kernel* distribuisce le risorse di calcolo tra i vari processi attivi

- ***Memory manager***: ha il compito di gestire e coordinare l'impiego della memoria principale del computer
  - Assegna lo spazio da dedicare ai vari processi

- ***File system***: ha il compito di coordinare l'uso e le funzionalità delle memorie di massa

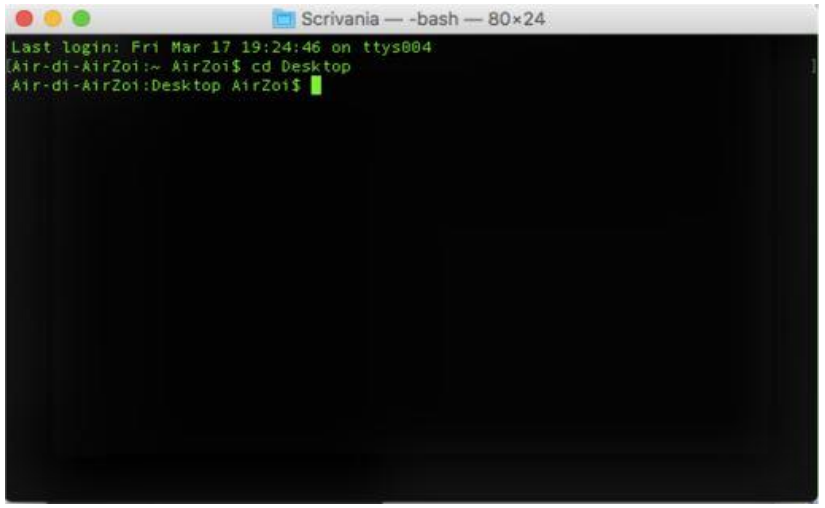
- ***Driver* periferiche**: per *driver* si intende un componente *software* che consente al computer di comunicare con componenti *hardware* o con dispositivi
  - In assenza dei *driver*, i componenti *hardware* collegati al computer, ad esempio una scheda video o una stampante, non funzioneranno correttamente

Sistema operativo: la *shell*

- Tipologia: **interfaccia a riga di comando**



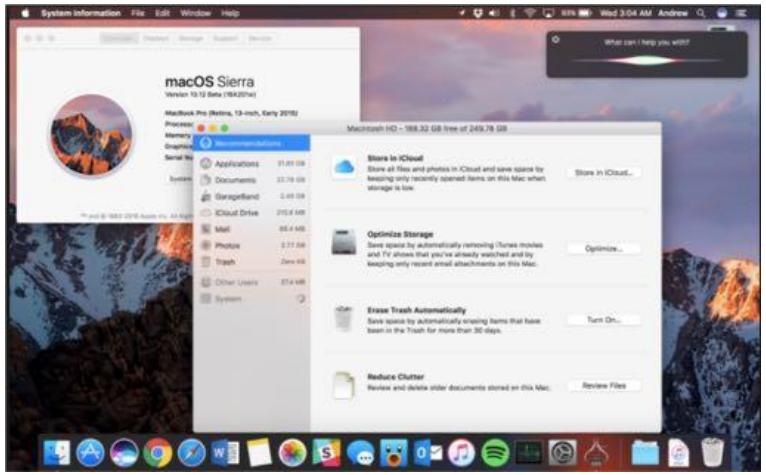
comandi da terminale



- La comunicazione *utente-kernel* avviene per mezzo di **messaggi testuali** sia in input che output, sfruttando tastiera, mouse e monitor

Sistema operativo: la *shell*

- Tipologia: **GUI (Graphical User Interface)**





- Evoluzione della *shell*, permette l'interazione con il *kernel* tramite rappresentazioni grafiche (icone) degli oggetti da manipolare

Sistemi operativi, utenti e programmi

- **Mono-utente o multi-utente** (*mono-/multi-user*)
  - si distingue tra elaboratori di tipo personale e elaboratori utilizzabili da più utenti contemporaneamente
- **Mono- o multi-programmati** (*mono-/multi-tasking*)
  - si distingue tra elaboratori in grado di eseguire un solo programma alla volta oppure più programmi «contemporaneamente»
- Praticamente tutti i sistemi operativi attuali sono di tipo multi-utente e multi-programmati

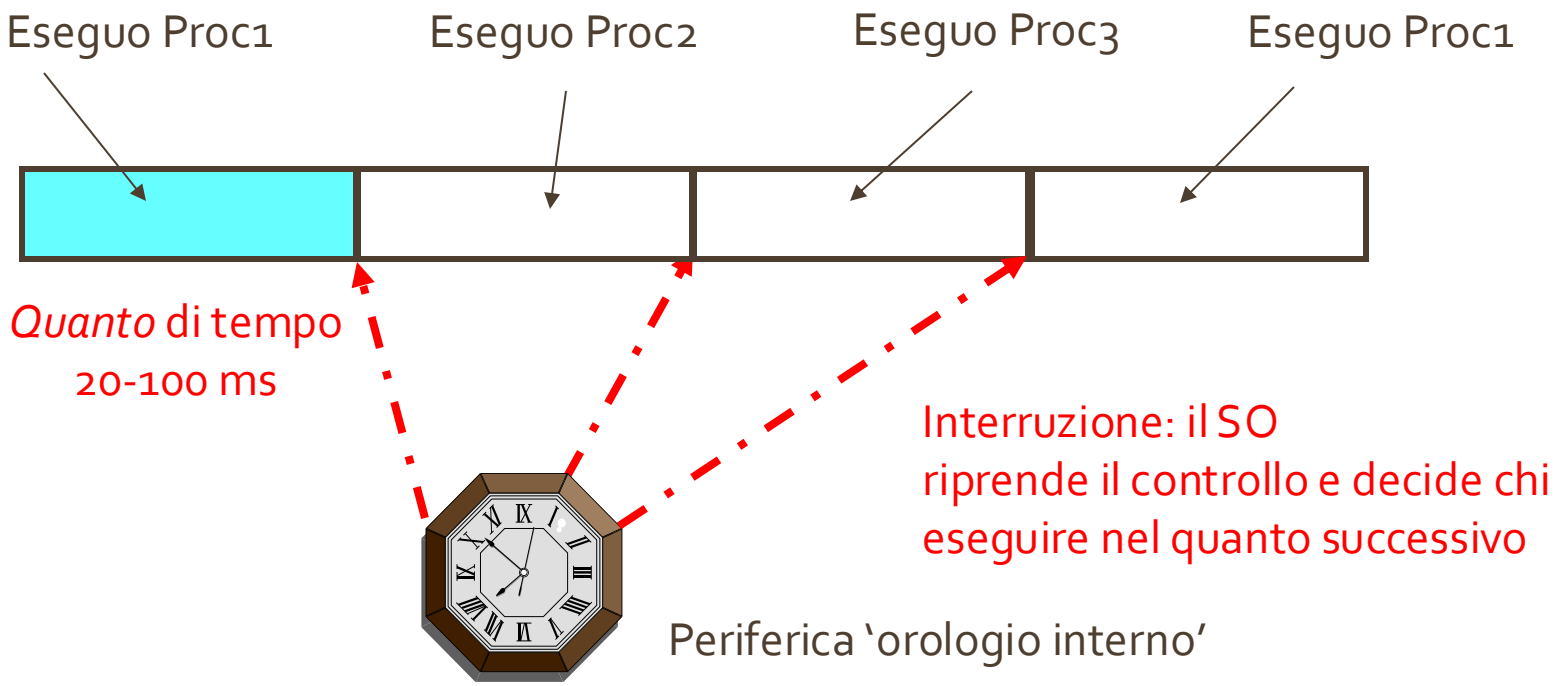
Gestione dei processi da parte del SO

- **Caricamento** del programma eseguibile da un supporto di memorizzazione di massa in memoria centrale

- **Allocazione del tempo** del processore ai programmi (processi) da eseguire
  - Se più programmi possono essere attivi l'unità centrale deve essere virtualmente «divisa» tra di essi
  - Il S.O. deve quindi poter **dinamicamente** attivare e disattivare l'esecuzione dei programmi

Lo *scheduler*

- Al fine di poter eseguire più processi tramite una singola CPU, si usa una tecnica detta di ***time-sharing***

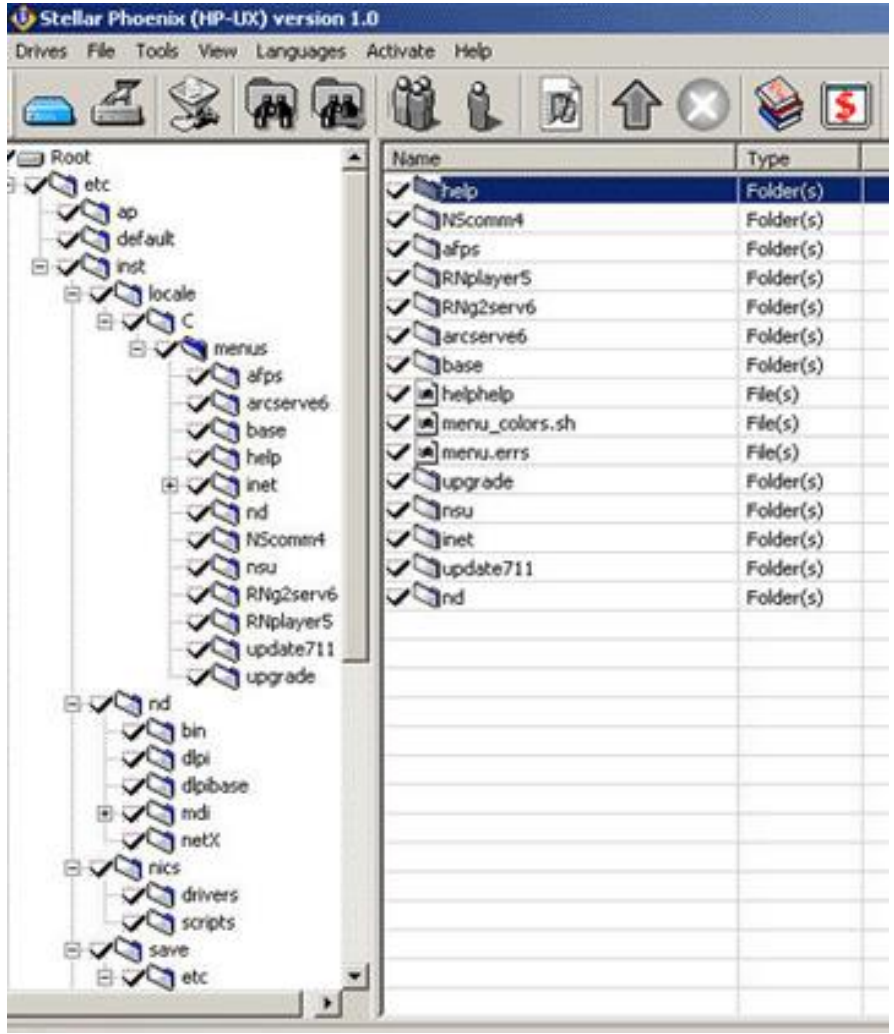


Il *File System*

- È la parte del SO che
  - permette di **mantenere dati e programmi in modo persistente** nella memoria di massa
  - **fornisce funzionalità di accesso** a questo genere di risorsa per le applicazioni
  - permette di **organizzare dati e programmi** in modo da renderne agevole la localizzazione da parte dell'utente umano
    - necessario definire opportune astrazioni!
  - può essere **modificata** per cancellare dati obsoleti, aggiornare l'organizzazione etc.

File System e astrazioni

- Le **astrazioni** generalmente fornite sono:
  - il *file* (o **archivio**): una sequenza di byte che contiene dati o programmi rappresentati con una opportuna codifica binaria
  - il *folder/directory* (o **cartella**): astrazione che permette di collezionare insieme più file e/o folder
- **Regole base**
  - Esiste una radice dell'albero (dischi e/o partizioni in Windows, '/' in Linux
  - Un *file* o *folder* appartiene direttamente ad un solo folder (ma esistono eccezioni…)
  - Due *file* o *folder* con lo stesso nome non possono appartenere allo stesso *folder*



Funzionalità dei SO non discusse

- **Gestione della sicurezza**
  - In contesto multi-utente più persone possono accedere al sistema
  - Necessità di gestire la *privacy* → *file* e *folder* devono avere un proprietario e dev'essere possibile definire politiche di controllo degli accessi
- **Strumenti di utilità vari**
  - *Deframmentazione*, *software* di *backup*, …
- **Interfacce utente**