

Sistemi Operativi Modulo I

Secondo canale (M-Z)

A.A. 2021/2022

Corso di Laurea in Informatica

1. Nozioni di Base

Paolo Ottolino

Sapienza Università di Roma

Dipartimento di Informatica

Sistemi Operativi

1. Imparare:

- Principi
- Funzionamento
- Struttura

Con sono stati ideati i Sistemi Operativi.

2. Costruire le fondamenta per l'utilizzo (IT, IoT, OT)

3. ... ed anche Capire i S.O. al fine di

- sceglierli, configurarli, gestirli e usarli
- poter sviluppare applicazioni sfruttando i development kit
- poterne scrivere porzioni

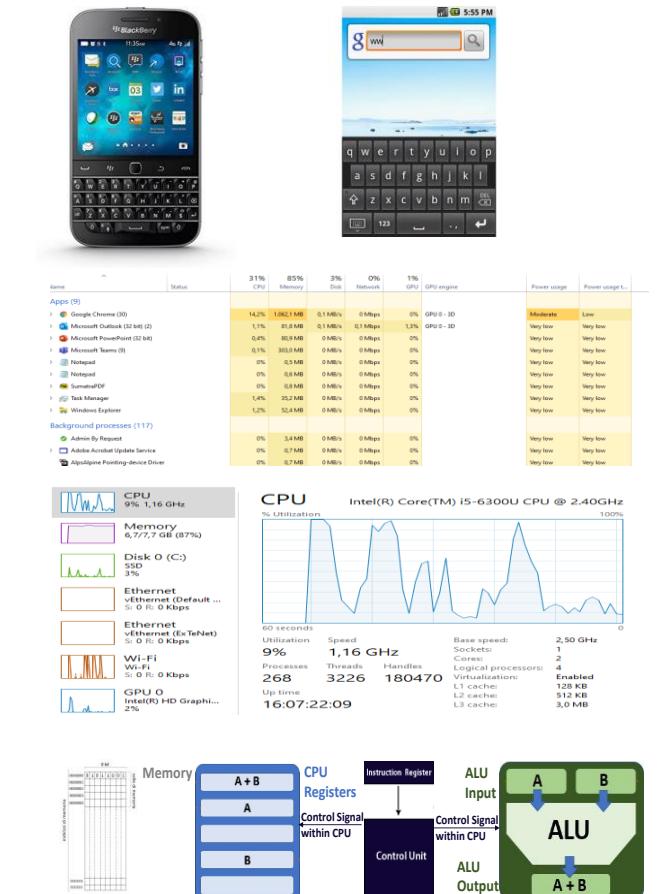
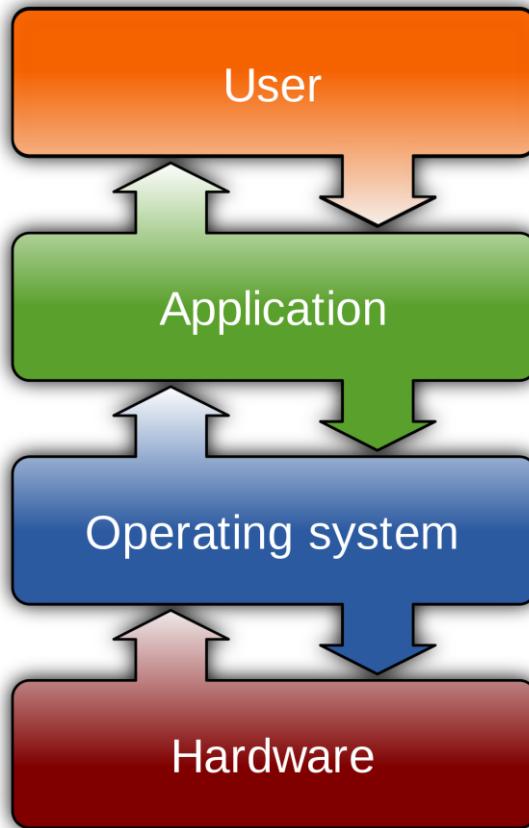
Non è un corso di progetto di sistemi operativi.

Operating Systems: Course Program

- A. Intro: Operating Systems «Who-What-Why-When-Where-How»
- B. A Short Look Back: «Progettazione dei Sistemi Digitali», «Architettura degli Elaboratori»
- C. EndPoint: Programmable Computer (CPU, Memory, I/O)
- D. Operating Systems - basics: cenni storici, multiprogramming, time sharing, spooling; classificazione.
- E. Tipologie di Sistemi di Elaborazione
- F. Processes: PCB, Context Switch, Signals, Scheduler
- G. Memory Management: Protection, Partitioning (Segmentation, Pagination, page Table), Layers (Cache, TLB, Swapping, LRU)
- H. I/O: Buffering, Caching, Scheduling
- I. Security & Protection: Threats, Attacks, Risks. CIA: Confidentiality-Integrity-Availability -> Authentication, Authorization, Accounting
- J. File System
- K. Process Interactions: Race & Communications
- L. Starvation, Livelock, Deadlock

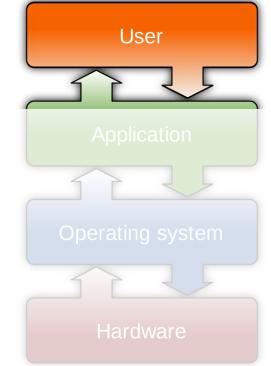
Operating Systems: A. Intro 5W-1H

1. **OS (who):** the only program (alone too) that is always working on a switched-on computer. But alone is unuseful!
2. **Main Goal (why):** virtualizzazione dell'elaborazione
3. **Main Task (how):** controllo delle applicazioni attive
4. **Operation (what):** computer resource management
5. **Generally Adopted (where):** computer «general purpose» (elaboratori)
6. **Official Birthday (when):** January 1°, 1970 (epoch time)



Operating Systems: A.2 Intro

Main Goal (why): virtualizzazione dell'elaborazione



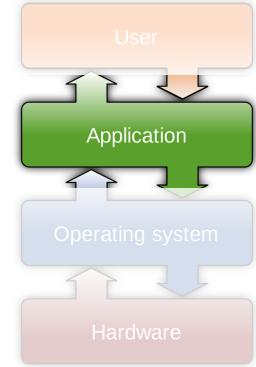
Es. Virtualizzazione della Tastiera



Rendere il sistema quanto più possibile «user-friendly» per gli utenti,.

Operating Systems: A.3 Intro

Main Task (how): controllo delle applicazioni attive

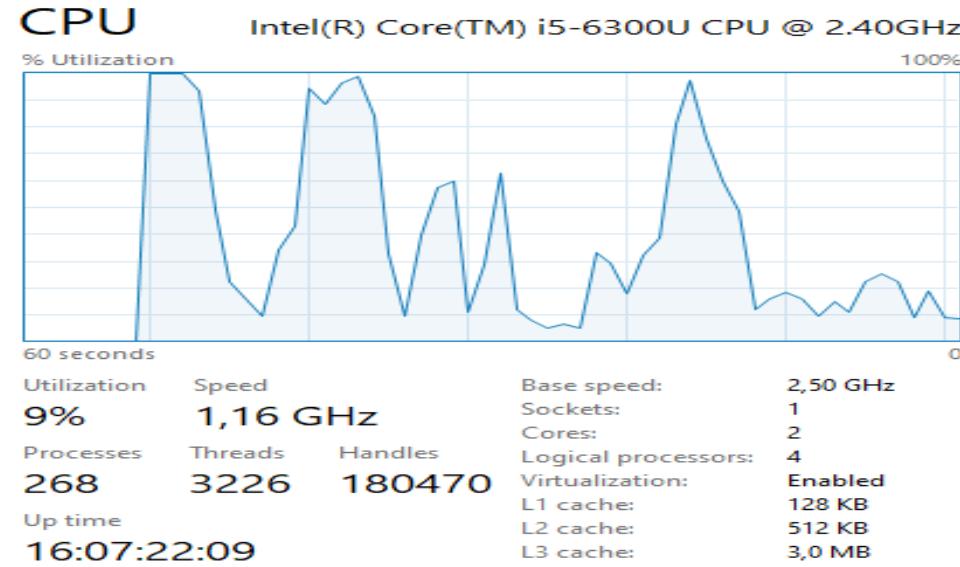
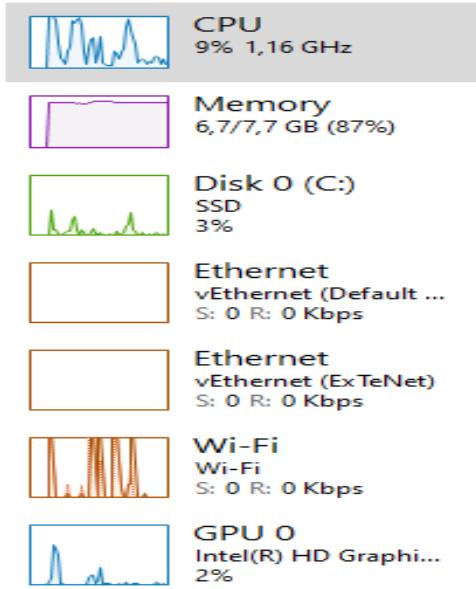
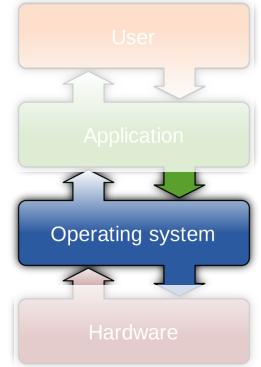


Name	Status	31% CPU	85% Memory	3% Disk	0% Network	1% GPU	GPU engine	Power usage	Power usage t...
Apps (9)									
➤ Google Chrome (30)		14,2%	1.062,1 MB	0,1 MB/s	0 Mbps	0%	GPU 0 - 3D	Moderate	Low
➤ Microsoft Outlook (32 bit) (2)		1,1%	81,8 MB	0,1 MB/s	0,1 Mbps	1,3%	GPU 0 - 3D	Very low	Very low
➤ Microsoft PowerPoint (32 bit)		0,4%	80,9 MB	0 MB/s	0 Mbps	0%		Very low	Very low
➤ Microsoft Teams (9)		0,1%	303,0 MB	0 MB/s	0 Mbps	0%		Very low	Very low
➤ Notepad		0%	0,5 MB	0 MB/s	0 Mbps	0%		Very low	Very low
➤ Notepad		0%	0,6 MB	0 MB/s	0 Mbps	0%		Very low	Very low
➤ SumatraPDF		0%	0,8 MB	0 MB/s	0 Mbps	0%		Very low	Very low
➤ Task Manager		1,4%	35,2 MB	0 MB/s	0 Mbps	0%		Very low	Very low
➤ Windows Explorer		1,2%	52,4 MB	0 MB/s	0 Mbps	0%		Very low	Very low
Background processes (117)									
➤ Admin By Request		0%	3,4 MB	0 MB/s	0 Mbps	0%		Very low	Very low
➤ Adobe Acrobat Update Service		0%	0,7 MB	0 MB/s	0 Mbps	0%		Very low	Very low
➤ AlpsAlpine Pointing-device Driver		0%	0,7 MB	0 MB/s	0 Mbps	0%		Very low	Very low

Il funzionamento del S.O. necessita della creazione di questa nuova fattispecie: l'applicazione.

Operating Systems: A.4 Intro

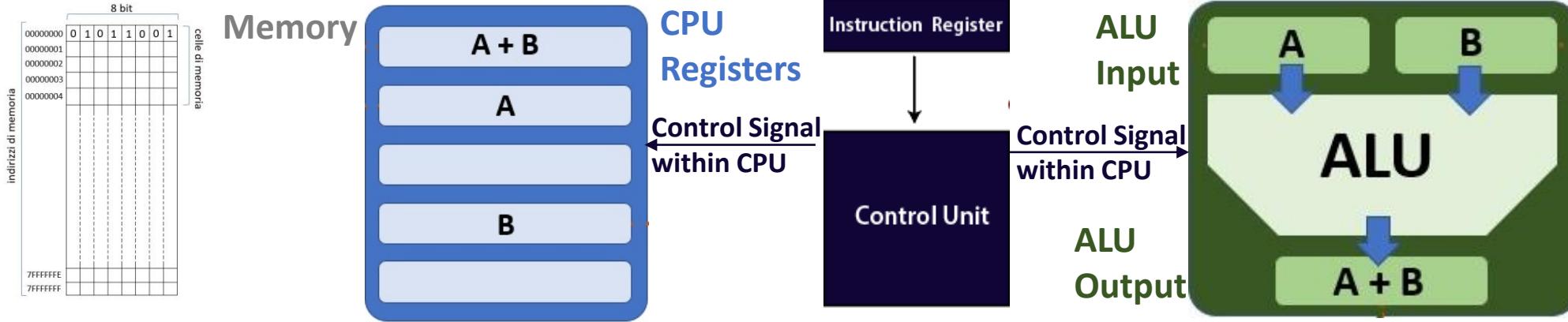
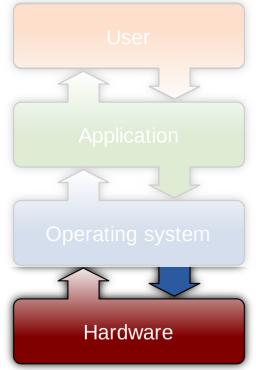
Operation (what): computer resource management



Le risorse del sistema creazione di questa nuova fattispecie: l'applicazione.

Operating Systems: A.5 Intro

Generally Adopted (where): computer «general purpose» (elaboratori)



«Sistemi Operativi» è naturale prosecuzione dei «Impianti di Elaborazione».

Operating Systems: A.6 Intro

1. Official Birthday (when): January 1°, 1970 (epoch time)



Epoch & Unix Timestamp Conversion Tools

The current Unix epoch time is 1633469773

Convert epoch to human-readable date and vice versa

1633469742 [Timestamp to Human date](#) [\[batch convert\]](#)

Supports Unix timestamps in seconds, milliseconds, microseconds and nanoseconds.

Yr Mon Day Hr Min Sec
2021 - 10 - 5 9 : 35 : 42 PM ▾ GMT ▾ [Human date to Timestamp](#)

L'**epochtime** (o Unix time o POSIX time o Unix timestamp) è il numero di secondi trascorsi dal 1 gennaio 1970 (mezzanotte UTC/GMT), senza contare i secondi bisestili (in ISO 8601: 1970-01-01T00:00:00Z).

Letteralmente parlando l'epoch è il tempo 0 di Unix (mezzanotte 1/1/1970), ma 'epoch' è spesso usato come sinonimo di tempo Unix. Alcuni sistemi memorizzano le date epocali come un intero firmato a 32 bit, il che potrebbe causare problemi il 19 gennaio 2038 (noto come il problema dell'anno 2038 o Y2038). Il convertitore in questa pagina converte i timestamp in secondi (10 cifre), millisecondi (13 cifre) e microsecondi (16 cifre) in date leggibili.

C, Internet e UNIX sono invenzioni intrinsecamente legate fra di loro.

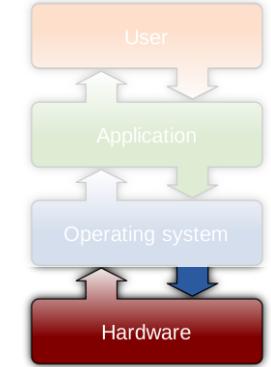
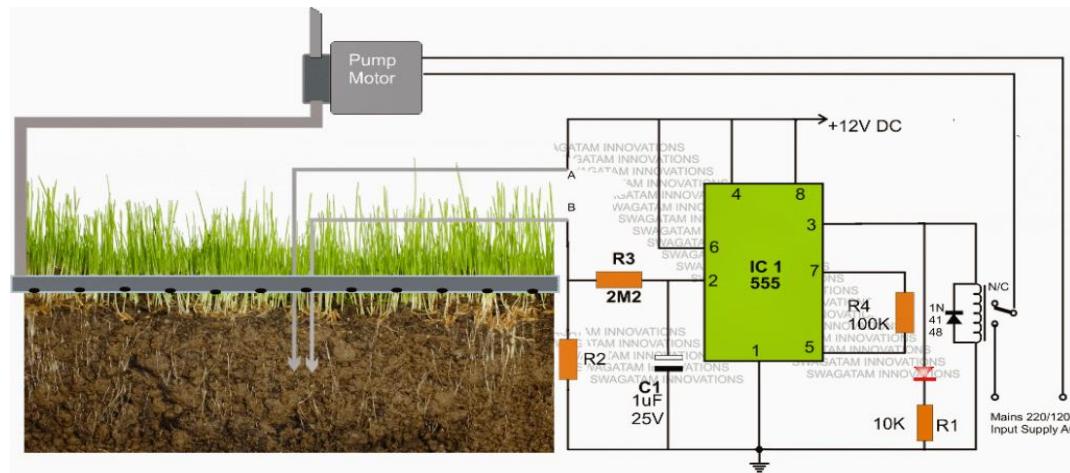
(cfr. Wulf AlexGerhard Bernör, «UNIX, C und Internet, Moderne Datenverarbeitung in Wissenschaft und Technik»,



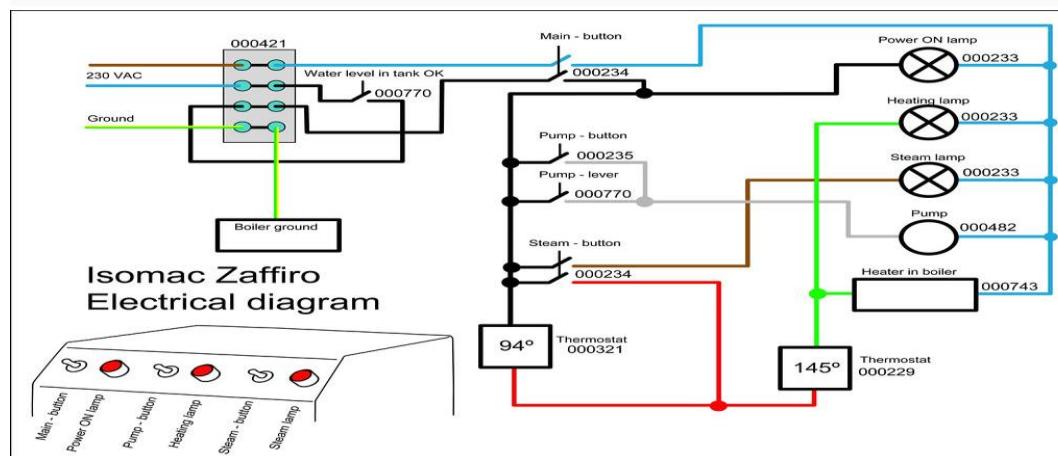
Operating Systems: B. A Short Look Back

Generally Unuseful (where no): su dispositi specifici (esempi)

Circuito per Irrigazione Automatica



Macchina del Caffé

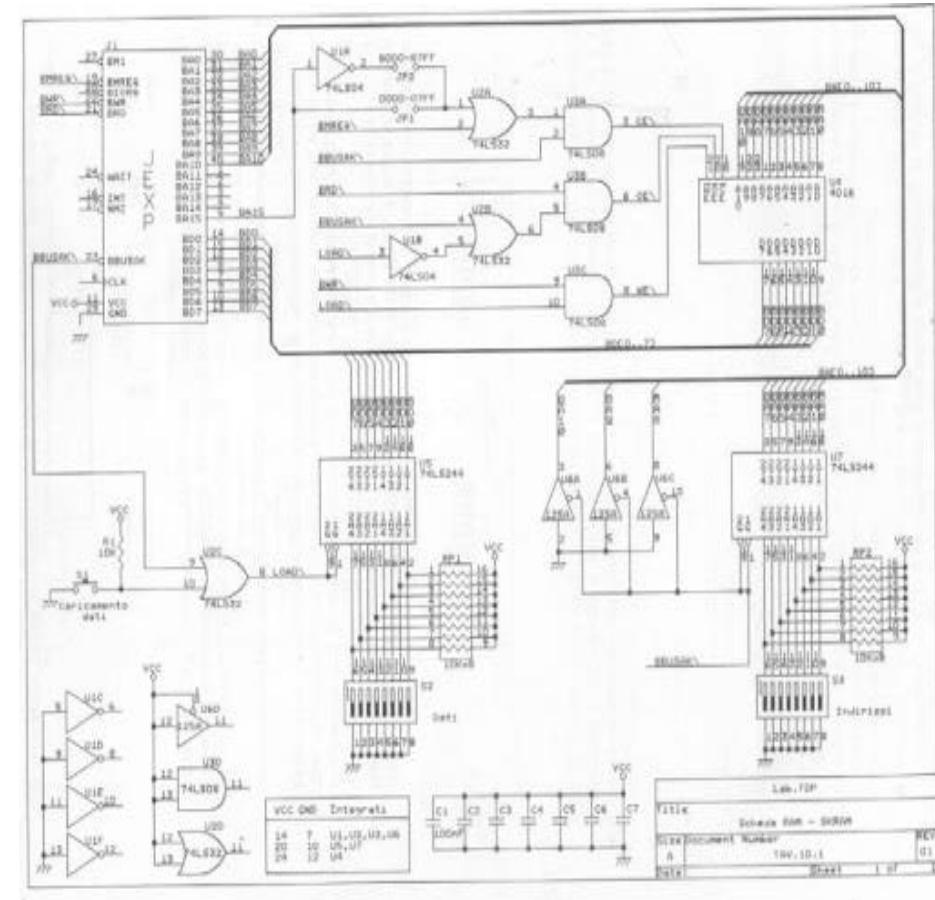


«Impianti di Elaborazione» è naturale prosecuzione di «Progettazione dei Sistemi Digitali».

Operating Systems: B. A Short Look Back

«Progettazione dei Sistemi Digitali»

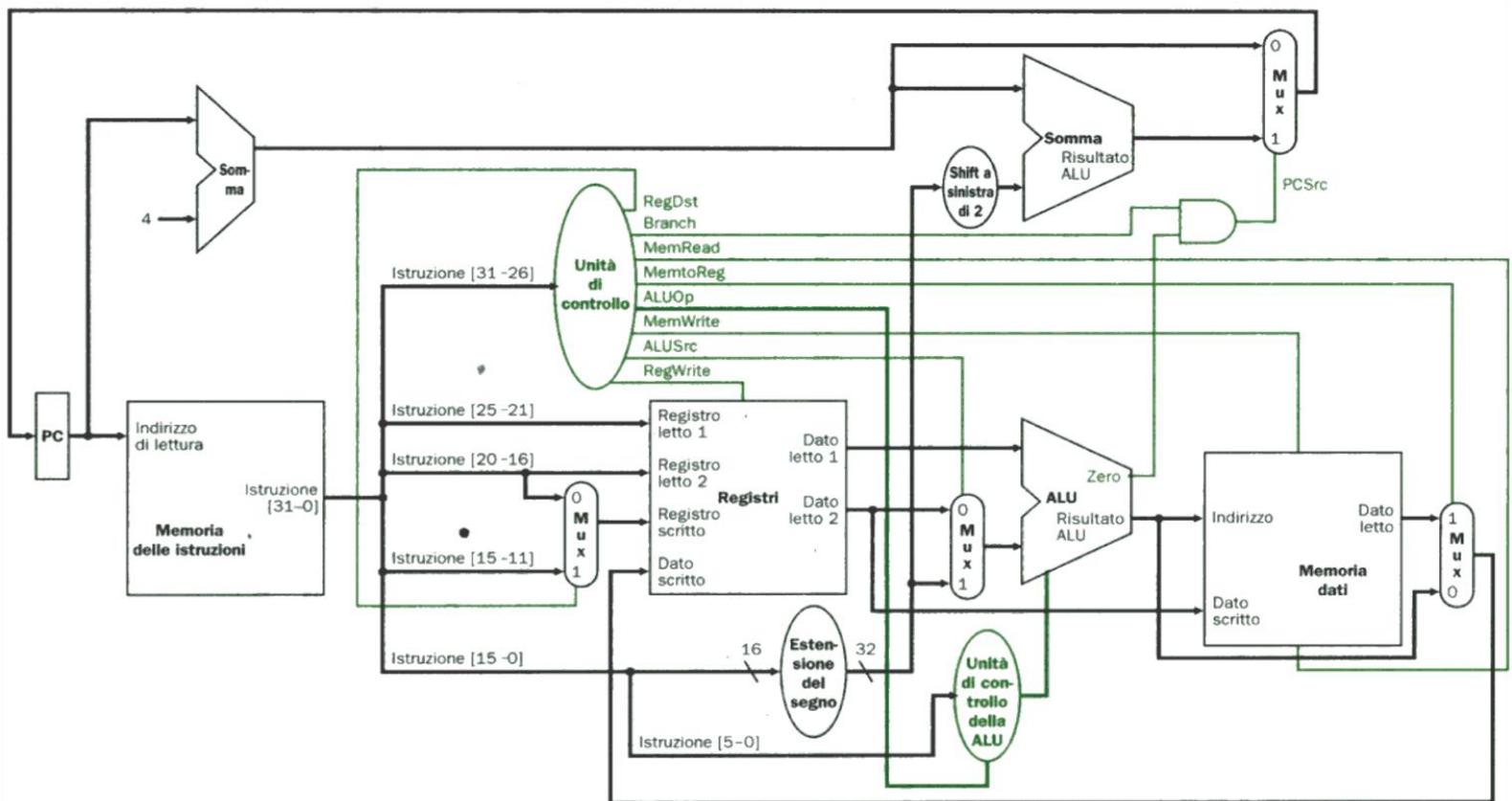
1. Basi della logica binaria: porte logiche, livelli logici, margini di rumore, porte CMOS, sistemi di numerazione, rappresentazione dell'informazione
 2. Progettazione di sistemi combinatori: equazioni booleane, algebra booleana, mappe K, blocchi combinatori, timing
 3. Progettazione di sistemi sequenziali: Latch e Flip-Flop, progettazione di logica sincrona, macchine a stati finiti, tempistiche della logica sequenziale.
 4. Linguaggi descrittivi hardware (hdl): logica combinatoria, logica sequenziale, macchine a stati finiti, system verilog, VHDL
 5. Blocchi digitali costitutivi: **circuiti aritmetici, blocchi sequenziali, matrici di memoria, matrici logiche.**



Operating Systems: B. A Short Look Back

«Architettura degli Elaboratori» 1/3

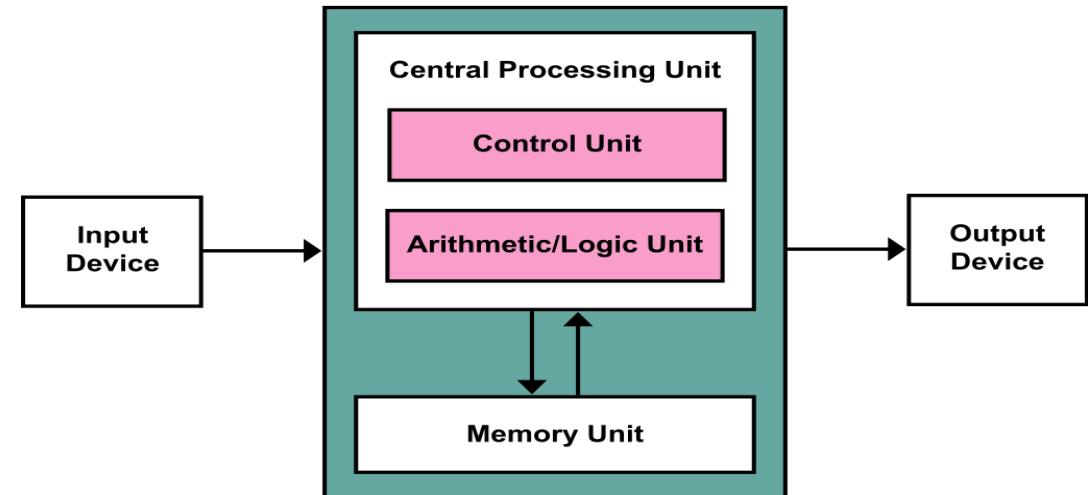
1. Macchina di Von Neumann
2. Istruzioni
3. Modi di indirizzamento
4. Dal codice sorgente all'eseguibile - Linguaggio assemblativo MIPS
5. Microprogrammazione
6. Aumento delle prestazioni:
Interruzioni
7. DMA
8. Pipeline - Canalizzazione
9. Cache
10. Memoria Virtuale
11. Multiprocessori e MultiCore
12. Unità periferiche ed il problema della digital preservation



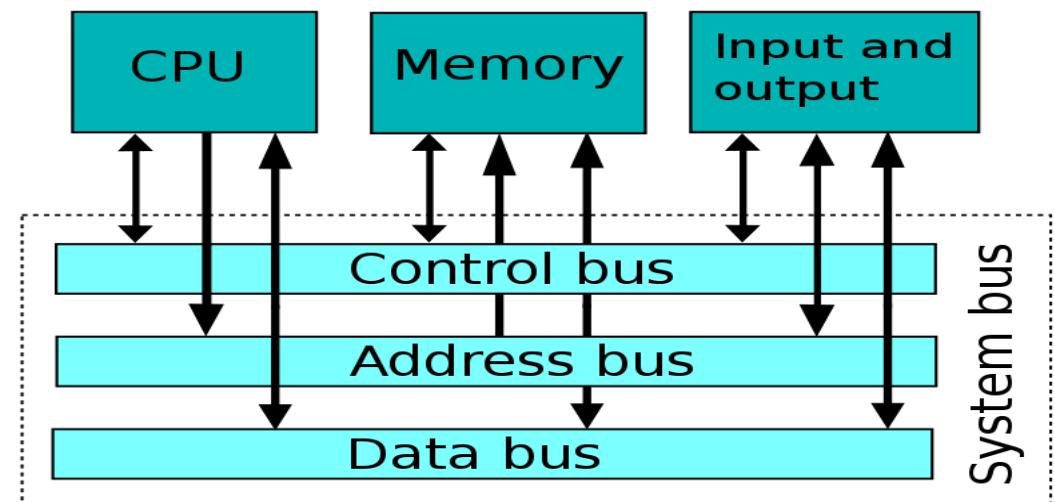
Operating Systems: B. A Short Lock Back

«Architettura degli Elaboratori» 2/3

1. Architettura di von Neumann



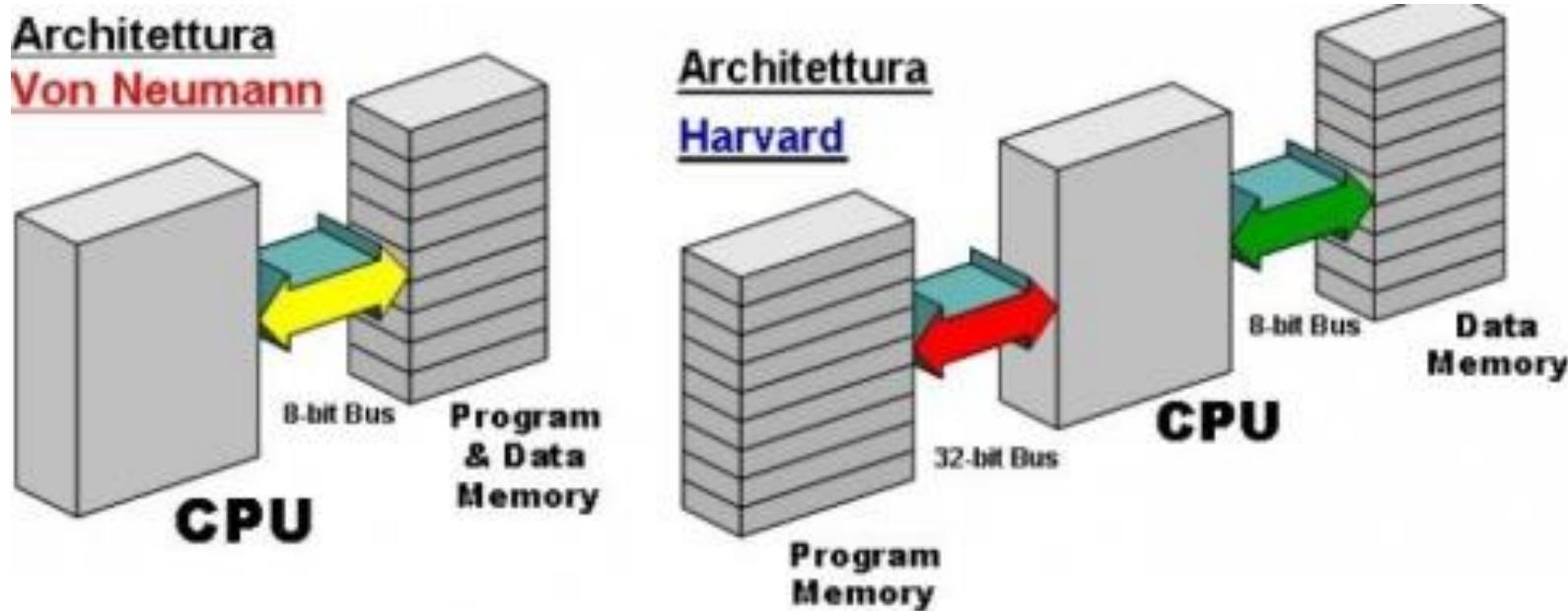
2. Bus



Operating Systems: B. A Short Lock Back

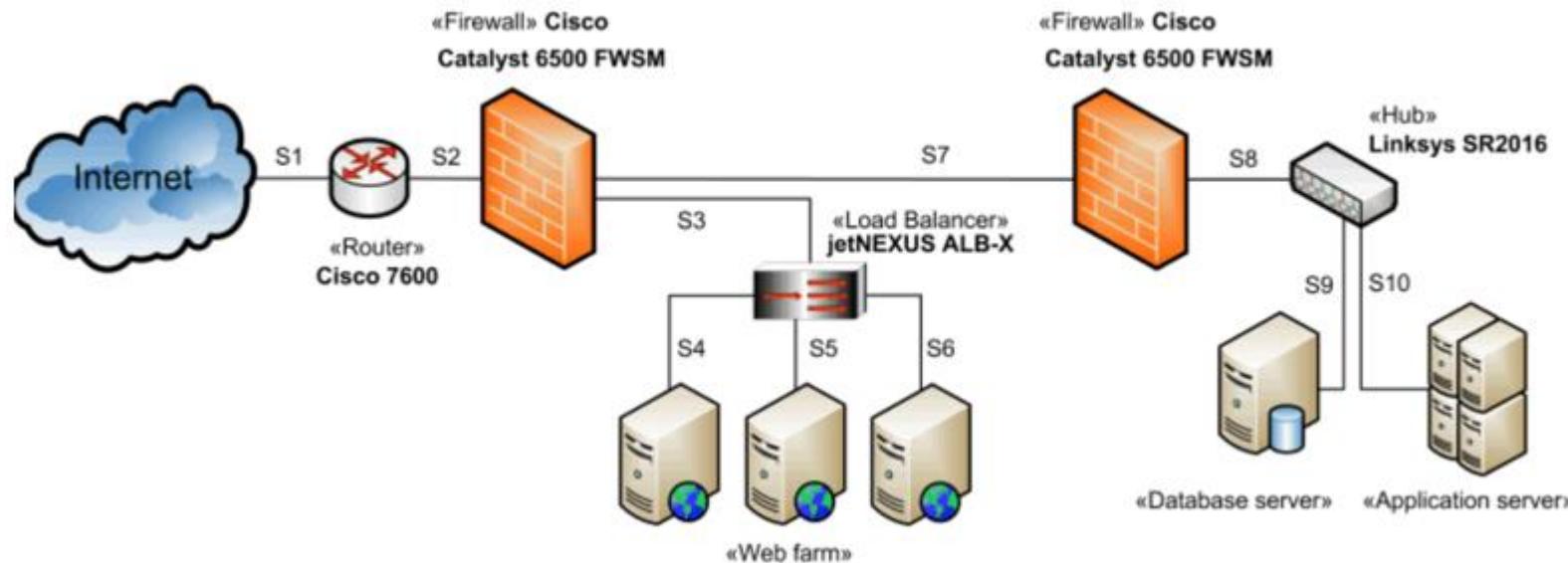
«Architettura degli Elaboratori» 3/3

Architettura di von Neumann vs Architettura di Harward



Operating Systems: C. Endpoint

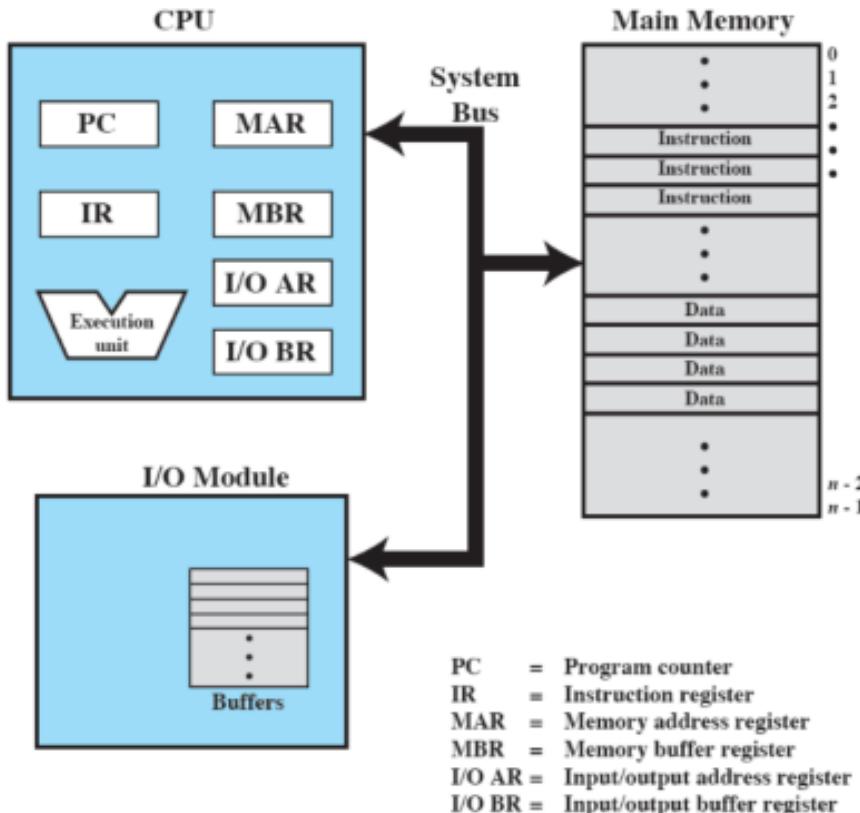
Elaboratori in rete



Ogni elemento dello schema di rete è un endpoint (computer programmabile) che è stato progettato ed implementato per una specifica funzione, realizzata grazie al Sistema Operativo sottostante.

Operating Systems: C. Endpoint

Funzioni Principali del S.O.

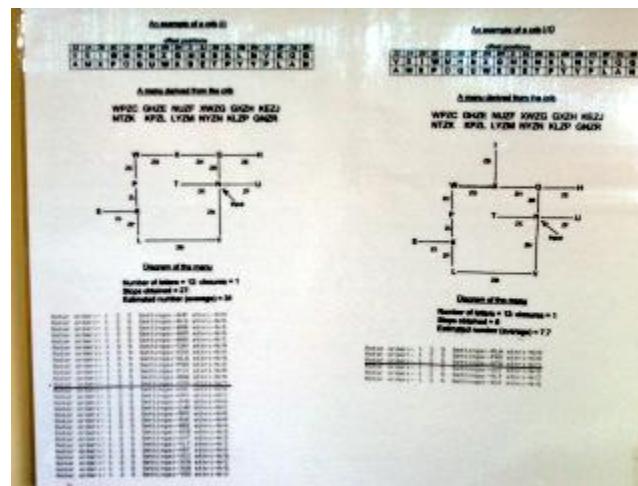
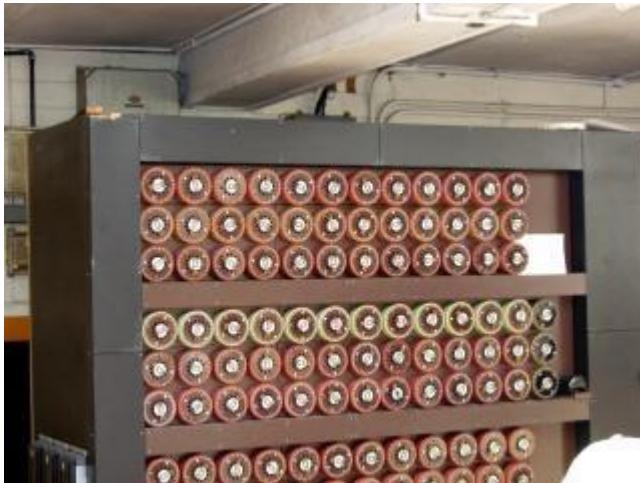


Le funzioni principali del S.O. sono:

- La gestione dell'unità centrale (processore e memoria)
- La gestione dell'input/output
- La gestione dei programmi applicativi
- La gestione dei file (file system)
- La gestione dell'interfaccia con l'utente
- interprete dei comandi o shell
- La gestione della sicurezza
- controllo accesso alle risorse

Operating Systems: C. Endpoint

Bletchley Park (II Guerra Mondiale)

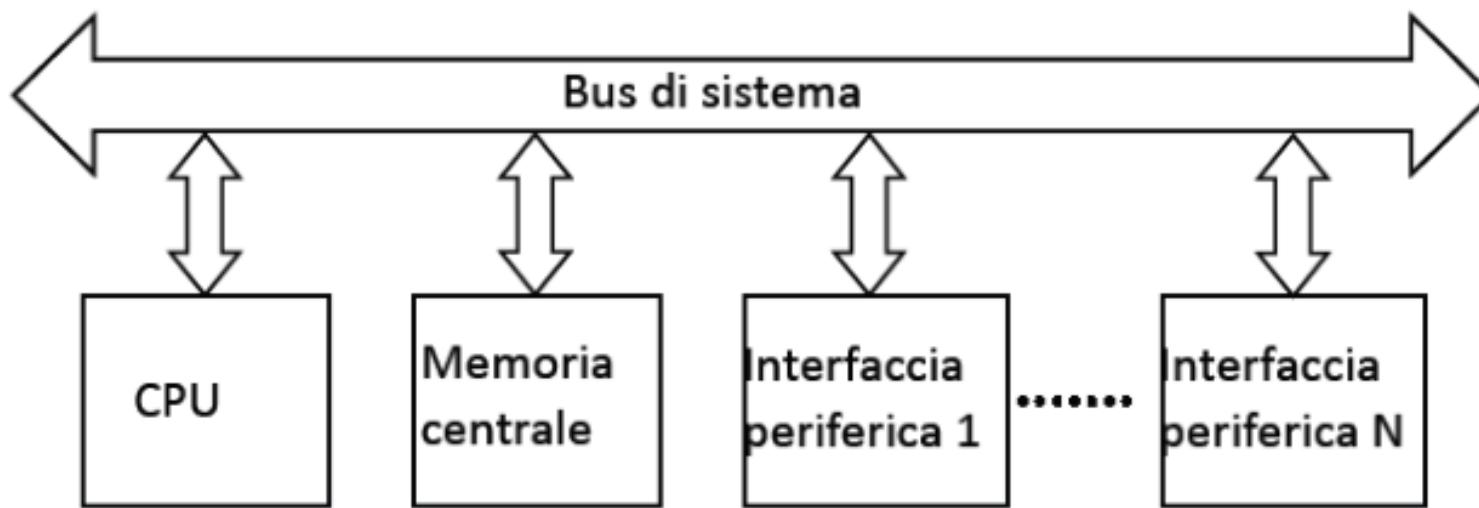


Operating Systems: C. Endpoint

Macchina di von Neumann (~1944-1952)



- **Un modello di architettura di un computer**
sviluppato (epoca delle valvole) per il sistema *IAS machine* dell'Institute for Advanced Study, Princeton, USA
(Budapest, 28 dicembre 1903 – Washington, 8 febbraio 1957)
- **Intuizione: Stored-program computer** nel quale dati e istruzioni risiedono in una **memoria comune** (istruzioni viste come dati)
- Le **istruzioni eseguite in modo sequenziale**
- Tuttora valida (seppure multi-bus)



Operating Systems: D. Cenni Storici

Evoluzione dei Sistemi Operativi

- Prima generazione 1945 – 1955 (computer a valvole)
 - assenza di SO o SO dedicato
- Seconda generazione 1955 – 1965 (transistor)
 - SO batch (a lotti) per sistemi mainframe
- Terza generazione 1965 – 1980 (circuiti integrati)
 - SO in multiprogrammazione
 - SO interattivi (Time-Sharing)
 - SO real time
- Quarta generazione 1980 – ad oggi (VLSI Very Large Scale Integration)
 - SO per personal computer, sistemi palmari, sistemi multi-processore, sistemi distribuiti, multimediali, ecc..



SO inesistente o troppo dedicato

- Le prime macchine da calcolo usavano relè meccanici, ma erano molto lente (tempi di ciclo misurabili in sec.); i relè furono poi sostituiti da valvole termoioniche
- Tutta la **programmazione** (semplici calcoli matematici) veniva effettuata **interamente in linguaggio macchina** (no assembler)
 - predisponendo una serie di cablaggi su schede particolari per controllare le funzioni più elementari della macchina
 - migliorata negli anni 50, con l'introduzione dell'I/O su nastro o schede perforate
- Grossi calcolatori a singolo utente (simultaneamente)
 - il programmatore era anche utente e operatore



Operating Systems: D. Cenni Storici

Seconda Generazione 1955-1965: Transistor 1/3

SO batch (a lotti) per sistemi mainframe

- Programmatore diverso dall'operatore: nascono i ruoli di progettista, costruttore, operatore e programmatore
- Inizialmente: codice FORTRAN su schede perforate, output stampato
- Successivamente:
 - registrazione di più schede su nastro (tramite calcolatore)
 - Sequenzializzazione automatica dei job: il controllo passa automaticamente da un job al successivo
 - Primo rudimentale SO che leggeva da nastro i job, li eseguiva e salvava su nastro gli output
- Riduzione del tempo di setup raggruppando **job simili (batch) + operazioni offline**

Calcolatore **IBM 1401** adatto a leggere/scrivere su schede e nastri



Per eseguire i calcoli, calcolatori più costosi come **IBM 7094**



Operating Systems: D. Cenni Storici

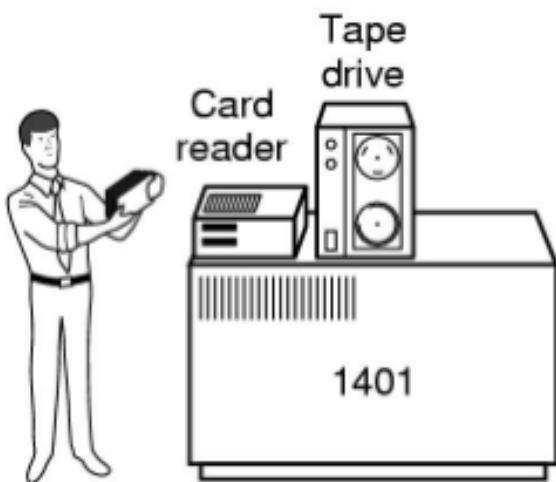
Seconda Generazione 1955-1965: Transistor 2/3

- **Un esempio di Sistema Operativo *Batch (a lotti)***

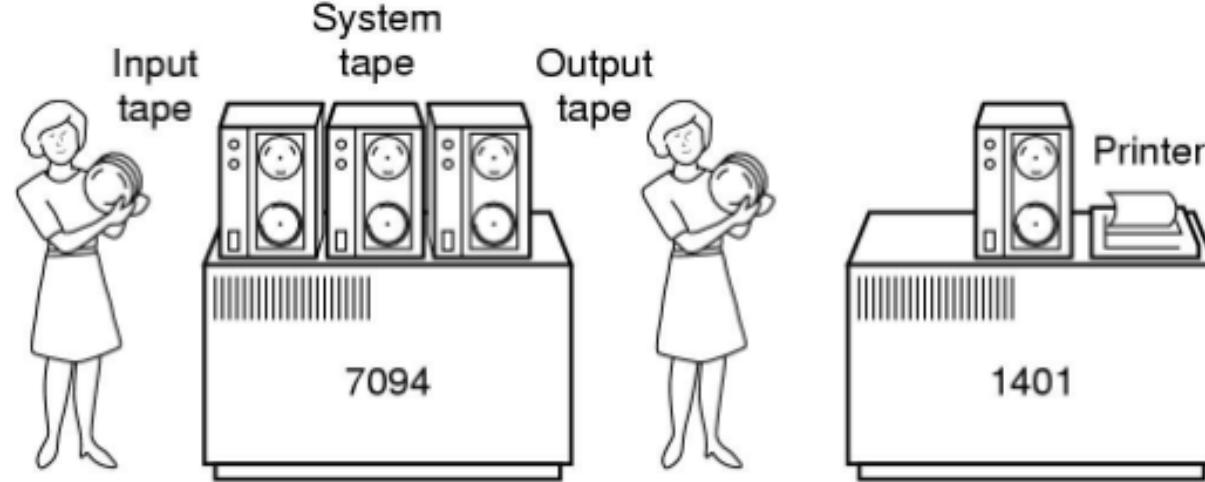
(a,b) le schede relative a un gruppo di programmi vengono lette da un computer specializzato (1401) e trasferite su nastro (*tape*)

(c,d) il nastro di input viene trasportato su un 7094, che effettua il calcolo e produce un nastro di risultati

(e,f) il nastro dei risultati complessivi viene stampato da un 1401

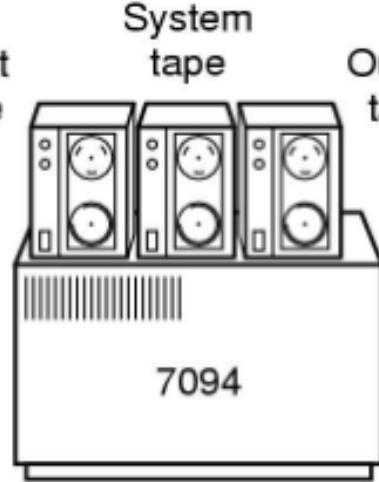


(a)



(b)

(c)



(d)

(e)

(f)

Operating Systems: D. Cenni Storici

Seconda Generazione 1955-1965: Transistor 3/3

- **Struttura di un tipico *job*** in un sistema operativo batch (FMS – Fortran Monitor System)
 - Si programmava in assembler, FORTRAN



Operating Systems: D. Cenni Storici

Terza Generazione 1965-1980: Circuiti Integrati

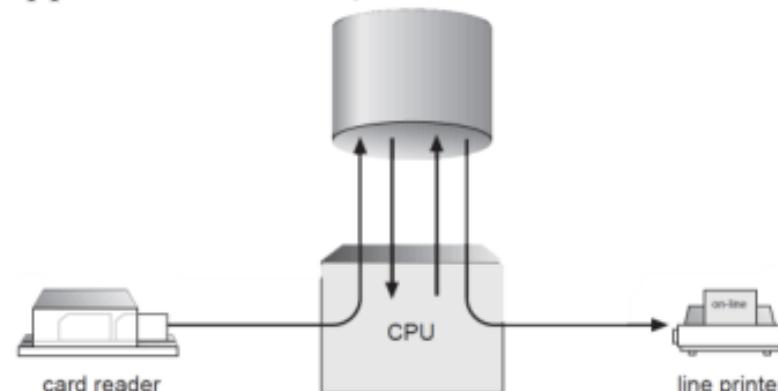
Anni 60: Sistemi batch multiprogrammati

- Avvento dei circuiti integrati (migliore rapporto prezzo/prestazioni)
- **Più job sono tenuti in memoria** nello stesso momento
- L'esecuzione dei job deve poter essere interrotta e ripresa in un secondo momento
- **Miglior sfruttamento della CPU** (ad es. nei tempi di attesa di I/O si può allocare la CPU ad un altro job)
- **Maggiori complicazioni nel design del SO**
 - Gestione della Memoria: il sistema deve allocare memoria per più job
 - Scheduling della CPU: il sistema deve scegliere tra più job pronti
 - Allocazione dei dispositivi e routine di I/O fornite dal sistema
 - ad es. **gestione degli interrupt**
- **IBM OS/360** con **spooling** e **multiprogrammazione**

Operating Systems: D. Cenni Storici

Terza Generazione 1965-1980: Spooling

- **Spooling (Simultaneous Peripheral Operation On Line):**
 - **simultaneità di I/O e attività di CPU** come ulteriore miglioramento dell'efficienza
- Il **disco** viene impiegato come buffer molto ampio, dove:
 - leggere in anticipo i dati (1401 non più necessario)
 - memorizzare temporaneamente i risultati (in attesa che il dispositivo di output sia pronto)
 - caricare codice e dati del job successivo
 - possibilità di sovrapporre I/O di un job con elaborazione di un altro job



Anni 70: Sistemi Time-Sharing – Computazione Interattiva

- I sistemi batch avevano il difetto di allungare i tempi di risposta (tempo tra inserimento lista di job e output ultimo job)
- La CPU è condivisa tra **più job tenuti in memoria e su disco**
- Un job viene caricato dal disco alla memoria, e viceversa (**swapping**)
- Timesharing: multiprogrammazione + comunicazione on-line tra utente e sistema
 - quando il SO termina l'esecuzione di un comando, attende il prossimo "statement di controllo" non dal lettore di schede bensì dalla tastiera dell'utente (è possibile valutare se continuare o fermare la schedulazione di jobs)

Operating Systems: D. Cenni Storici

Terza Generazione 1965-1980: Esempi

- **MULTICS** (MULTIplexed Information and Computing Service) by MIT, Bell Labs e General Electric
 - Idea iniziale: una macchina molto grande con capacità di calcolo per tutti gli abitanti di Boston, basato sull'idea del sistema elettrico (plug-in)
 - Poco successo commerciale, grande influenza sui sistemi successivi
 - Implementa servizio **centralizzato** e **time-sharing**
- **UNIX**: Versione singolo utente di MULTICS per PDP-7
 - PDP-1 . . . -11: minicalcolatori a 18bit
 - Codice open: molte aziende lo personalizzarono sviluppando sistemi Unix-like
 - Due versioni principali: **SystemV** by AT&T Inc., e **BSD** (Berkeley Software Distribution)
 - **MINIX**: clone UNIX per scopi didattici by A. S. Tanenbaum

Operating Systems: D. Cenni Storici

Quarta Generazione 1980-oggi: Personal Computer

- **Anni 80: i Personal Computer** (dedicati ad un singolo utente, es. **PC IBM**)



- Avvento circuiti LSI (Large Scale Integration)
 - Device di I/O – tastiere, mouse, schermi, piccole stampanti
 - Comodità per l'utente e reattività, Interfaccia utente evoluta (GUI)
 - Gli individui hanno un uso esclusivo del calcolatore, e non necessitano di avanzate tecniche di sfruttamento della CPU o sistemi di protezione
 - Nasce MS-DOS (Microsoft disk operating system). Gates compra DOS e assume il programmatore per creare MS-DOS

Operating Systems: D. Cenni Storici

Quarta Generazione 1980-oggi: Network

- **Anni 90: SO di rete**

- distribuzione della computazione tra più processori in rete
- ma l'utente **ha** coscienza della differenza tra i singoli nodi
- modello *client/server*

- **Il presente/futuro:**

- **Sistemi distribuiti** (l'utente ha una visione unitaria del sistema di calcolo)
 - Condivisione delle risorse, tolleranza ai guasti, aumento delle prestazioni
 - Esempi di servizi di rete/protocolli: NFS, *reti P2P* e loro applicazioni (es. per il file sharing come Emule, BitTorrent, ecc..), *Cloud computing* (infrastruttura di calcolo e risorse distribuite e virtualizzate)
- **Sistemi embedded**

Operating Systems: D. Cenni Storici

Quarta Generazione 1980-oggi: Esempi

- **CP/M** (Control Program for Microcomputer) basato su disco della Digital Research fondata da Kildall
 - Su PC-IBM con Zilog Z80, o Intel 8080/85 e 80286
- **MicroSoft:**
 - MS-DOS (Disk Operating System) e poi Windows 3.1 (microprocessore a 16 bit)
 - Windows 95 e Windows 98 (ancora con codice assembly a 16bit ma per microprocessorei a 32 bit (Intel 80386, 80486, ecc..))
 - NT e Windows 2000 (a 32bit)
 - Me (update di Windows 98)
 - XP , Vista, Win7, Win8
- **IBM OS/2** (per microprocessori a 32 bit, richiedeva parecchia RAM/risorse)
- **Linux:** versione professionale di MINIX by Linus Torvalds
 - Disribuzioni Linux: Debian, Fedora, Gentoo, Ubuntu, ecc..
 - Open-source (ma lo era anche Unix)
- **Mac OS** di Apple con GUI (Graphical User Interface) ad icone e mouse
- Svariate versioni di sistemi Unix-like come **Sun Solaris**

- Una prima classificazione basata sui criteri:
 - **Interfaccia testuale**
 - *Interprete di comandi o shell*
 - a **interfaccia grafica** (GUI Graphical User Interface)
 - *Metafora del desktop*
 - **Multitasking**
 - gestire più attività contemporaneamente
 - **Multiutente**
 - far lavorare più utenti contemporaneamente

Operating Systems: D. Cenni Storici

Prima Classificazione 2/2

DOS	Interfaccia testuale	Monotasking monoutente	Microsoft
Windows	Interfaccia grafica	Multitasking monoutente o multiutente a seconda delle versioni	Microsoft
Unix	Interfaccia testuale	Multitasking multiutente	Bell Laboratories
Linux	Interfaccia testuale e/o grafica	Multitasking multiutente	Derivato da Unix Open source
OS 2	Interfaccia grafica	Multitasking multiutente	IBM
Mac OS	Interfaccia grafica	Multitasking Monoutente o multiutente	Apple

Operating Systems: E. Tipologie di Sistemi di Elaborazione

- Sistemi monoprocessoress
- Mainframe
- Personal computer
- Sistema multiprocessoress
- Sistema distribuito
- Cluster
- Cloud Computing
- Mainframe
- Computer palmare/Smartphone
- Sistema multimediale
- Sistema di elaborazione in tempo reale
- Sistema dedicato (embedded system, IoT, OT)

Operating Systems: E. Tipologie di Sistemi di Elaborazione

Sistemi Monoprocessoress

Dispongono di un'unica CPU centrale

- Esegue istruzioni di natura generale

È affiancata da una serie di processori secondari

- Svolgono compiti particolari
- Eseguono un insieme ristretto di istruzioni
- Non eseguono processi utente
- E.g. controllore disco, tastiera, BIOS, etc.

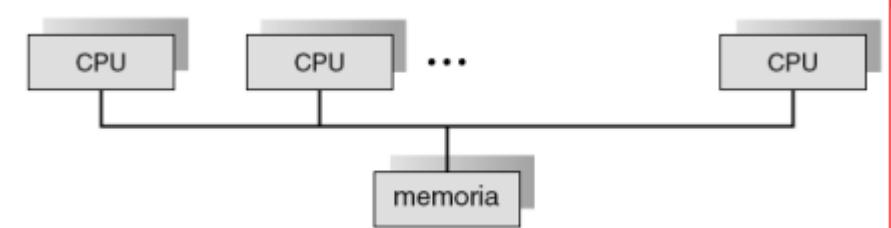
Sistemi Desktop Odierni

- interazione evoluta con sistemi centrali
- piccole attività di elaborazione locale
- Sistemi desktop con grafica e dispositivi per interazione avanzata
- Sistemi interattivi multiprocessor
- ripartizione memoria tra processi (multiprogrammazione)
- condivisione CPU (multitasking)
- gestione CPU in condivisione di tempo (time sharing)

Operating Systems: E. Tipologie di Sistemi di Elaborazione

Sistemi Multiprocessore 1/2

- Sistemi con **più processori** in stretta comunicazione tra loro
 - Conosciuti anche come *sistemi multiprocessore*
- *Sistemi con processori strettamente connessi* – i processori condividono la memoria, i bus e l’orologio; la comunicazione di solito passa attraverso la memoria condivisa
- Vantaggi dei sistemi paralleli:
 - Maggiore quantità di elaborazione effettuata (n unità \neq velocità * n)
 - Economia di scala sulle periferiche
 - Aumento di affidabilità
 - Graceful degradation: degradazione progressiva (proporzionale al numero di guasti), oppure
 - Fault tolerant: sistemi tolleranti ai guasti (necessitano riconoscimento, diagnosi e eventuale riparazione)



Operating Systems: E. Tipologie di Sistemi di Elaborazione

Sistemi Multiprocessore 2/2

- **Sistema multiprocessore asimmetrico**

- Ogni processore è assegnato ad uno specifico lavoro; il processore principale (master) organizza e gestisce il lavoro per i processori slave
- Organizzazione gerarchica dei processori
- Più comune nei sistemi molto grandi

- **Sistema multiprocessore simmetrico (SMP)**

- Ogni processore può eseguire tutte le operazioni
- Organizzazione non gerarchica dei processori
- Possono essere eseguiti contemporaneamente molti processi senza che si produca un deterioramento delle prestazioni
- Necessario il bilanciamento
- Gran parte dei moderni sistemi forniscono supporto SMP

Operating Systems: E. Tipologie di Sistemi di Elaborazione

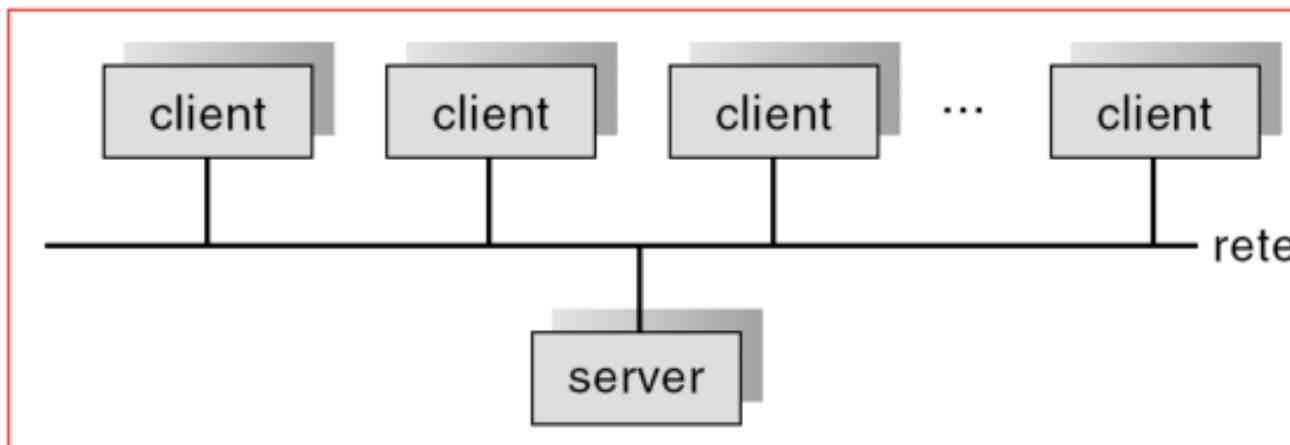
Sistemi Distribuiti 1/2

- Il calcolo viene distribuito tra diversi elaboratori **fisicamente distinti**
- Gli elaboratori possono essere eterogenei
- **Sistemi lascamente connessi** – ogni processore possiede una propria memoria locale; i processori comunicano tra loro mediante linee di comunicazione come bus ad alta velocità o linee telefoniche
- Vantaggi dei sistemi distribuiti
 - Condivisione delle risorse
 - Dati
 - Servizi
 - Rapidità di calcolo – distribuzione del carico
 - Affidabilità

Operating Systems: E. Tipologie di Sistemi di Elaborazione

Sistemi Distribuiti 2/2

- **Necessitano di una infrastruttura di rete**
- Rete locale (Local area networks – *LAN*) o rete geografica (Wide area networks – *WAN*)
- Possono essere sistemi *client-server* o punto-a-punto (*peer-to-peer*) o
- Possono sfruttare *infrastrutture di cloud computing*



Operating Systems: E. Tipologie di Sistemi di Elaborazione Cluster

Architettura con più computer fortemente connessi

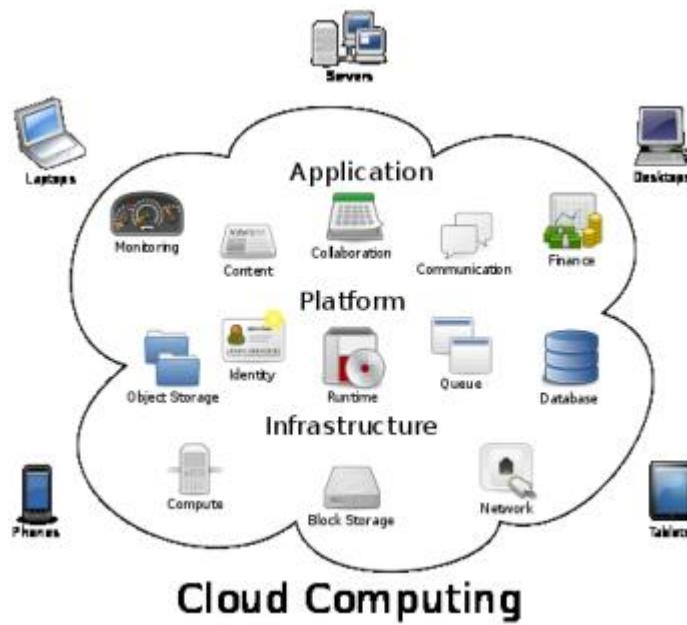
- Capacità di elaborazione superiore ai sistemi SMP
 - Esecuzione contemporanea di un'applicazione su più pc
 - Richiede programmazione parallela (programmi con componenti eseguibili in parallelo)
- Economie di scala sulle periferiche
- Simmetrici o asimmetrici
- Affidabilità del sistema in caso di Guasti
 - Ogni pc è controllato da almeno un altro pc
 - Il quale recupera il lavoro in caso di guasto (Business Continuity)
- Usando computer disponibili sul mercato

Operating Systems: E. Tipologie di Sistemi di Elaborazione

Cloud Computing

Un insieme di tecnologie informatiche che permettono l'utilizzo di risorse hardware (es. storage, CPU) o software distribuite e virtualizzate in Rete

- the cloud, in inglese - nuvola di risorse le cui caratteristiche non sono note all'utilizzatore
- Modello pay-as-you-go



Cloud computing =

- **SaaS** (Software as a Service)
- **PaaS** (Platform as a Service)
 - **CaaS** (Container as a Service)
 - **FaaS** (Function as a Service)
- **IaaS** (Infrastructure as a Service)

Operating Systems: E. Tipologie di Sistemi di Elaborazione

Mainframe Classico

- Architettura orientata all'elaborazione di lavori non interattivi (job)
- Processore, memoria centrale (milioni di gigabyte), numerosi (1000) nastri/dischi, stampanti
- Elaborazione a lotti (batch)
- Riducono i tempi di processo raggruppando i job (processi) in batch (lotti) con necessità simili
- Esecuzione di numerosi lavori di routine alla volta, con prodigiose quantità di I/O e senza la presenza di alcun utente che interagisca con la macchina
- Sistemi monoprogrammati → CPU sottoutilizzata
- Sistemi multiprogrammati
 - memoria centrale ripartita tra job (multiprogrammazione)
 - condivisione CPU (multitasking)

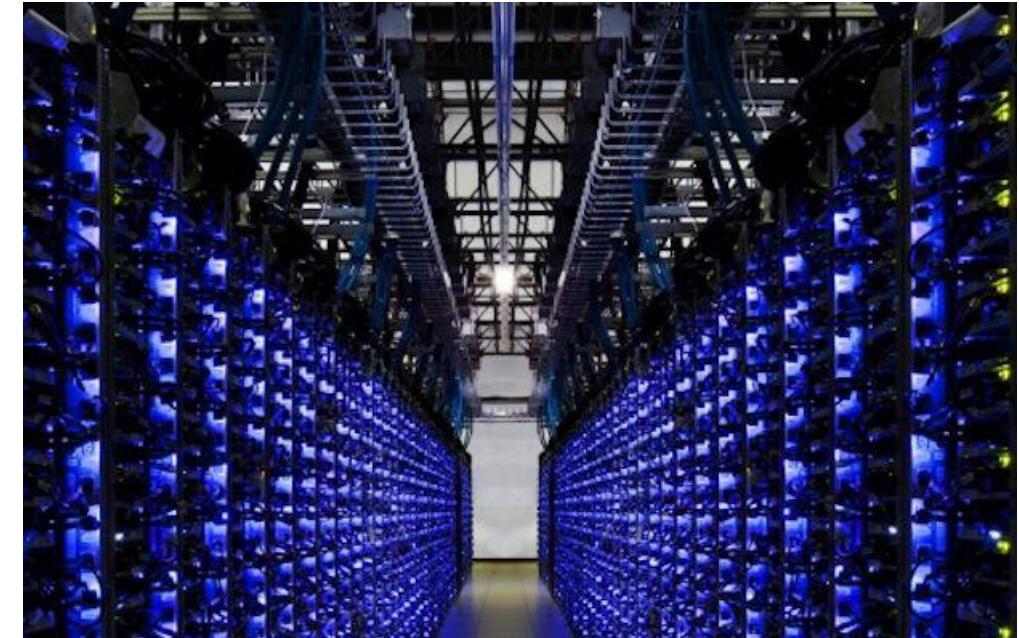


Operating Systems: E. Tipologie di Sistemi di Elaborazione

Mainframe Moderno (HPC)

Grandi server (spesso raffreddati a liquido)

- Supportano molti utenti operanti contemporaneamente
- Alla base dei giganteschi server web centralizzati!
- CPU, memoria centrale, terminali, nastri/dischi, stampanti
- Elaborazione contemporanea flussi di attività (processi)
- Elaborazione di transazioni e condivisione del tempo macchina
- Sistemi multiutente
- ripartizione memoria tra processi (multiprogrammazione)
- condivisione CPU (multitasking)
- gestione CPU in condivisione di tempo (time sharing)



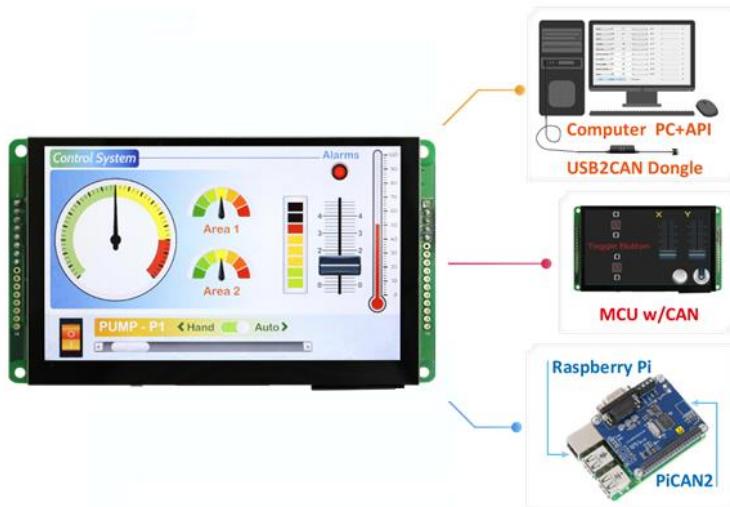
Operating Systems: E. Tipologie di Sistemi di Elaborazione

Sistema Dedicato (Embedded)



Sistemi di elaborazione dedicati a supportare una sola applicazione

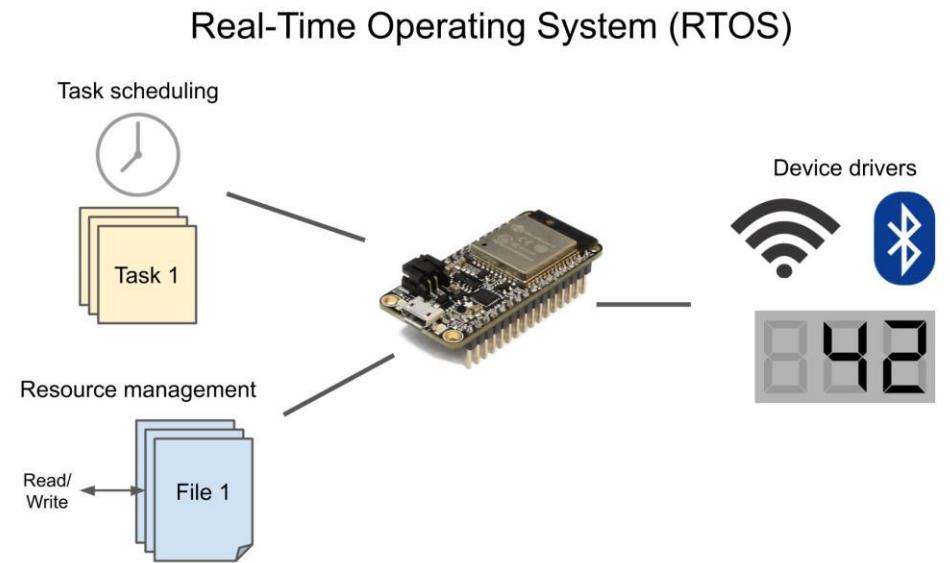
- Ad esempio: elettrodomestici, sistemi hi-fi, motore automobile (CANBus), sistemi biomedicali, protesi, carte di credito, ecc..
- Tutto il software è su ROM
- Ridotte caratteristiche di prestazioni computazionali, memoria e periferiche
- Sistemi per SmartCard
- Sistemi operativi proprietari, JavaCard
- Hanno spesso caratteristiche di real-time e multi-tasking



Operating Systems: E. Tipologie di Sistemi di Elaborazione

Real-Time

- Risposta agli eventi in tempo reale
 - La risposta viene fornita rispettando rigorosi vincoli temporali
 - sistemi in tempo reale stretto (hard real-time)
 - sistemi in tempo reale lasco (soft real-time)
- Architettura con capacità di scambiare segnali con il mondo esterno attraverso sensori e attuatori
 - schede di acquisizione segnali (Input digitali/analogici), schede di attuazione controlli (Output digitali/analogici)



Operating Systems: E. Tipologie di Sistemi di Elaborazione

Sistemi Multimediali



Sistema con supporti avanzati per l'interazione multimediale

- Ad esempio i sistemi di controllo delle console giochi (Nintendo Wii, Microsoft X-box, Sony PlayStation, ecc.) ma anche PuzzleLinux
- La trasmissione dei dati deve attenersi a specifiche frequenze
- Sistemi interattivi multiprocesso
- ripartizione memoria tra processi (multiprogrammazione)
- condivisione CPU (multitasking)
- gestione CPU in condivisione di tempo (time sharing)

Operating Systems: E. Tipologie di Sistemi di Elaborazione PDA/Smartphone

Sistemi di elaborazione portatili e di dimensioni estremamente ridotte, orientati al supporto di attività personali (Personal Digital Assistant - PDA)

- Sistemi palmari
- Telefoni cellulari

Sistemi interattivi multiprocesso con

- Ridotto consumo di potenza
- Basso numero di processi

Gli smartphone sono una loro evoluzione (S.O. iOS e Android)

- Multi-core
- Interfacce multi-touch
- Prestazioni elevate

