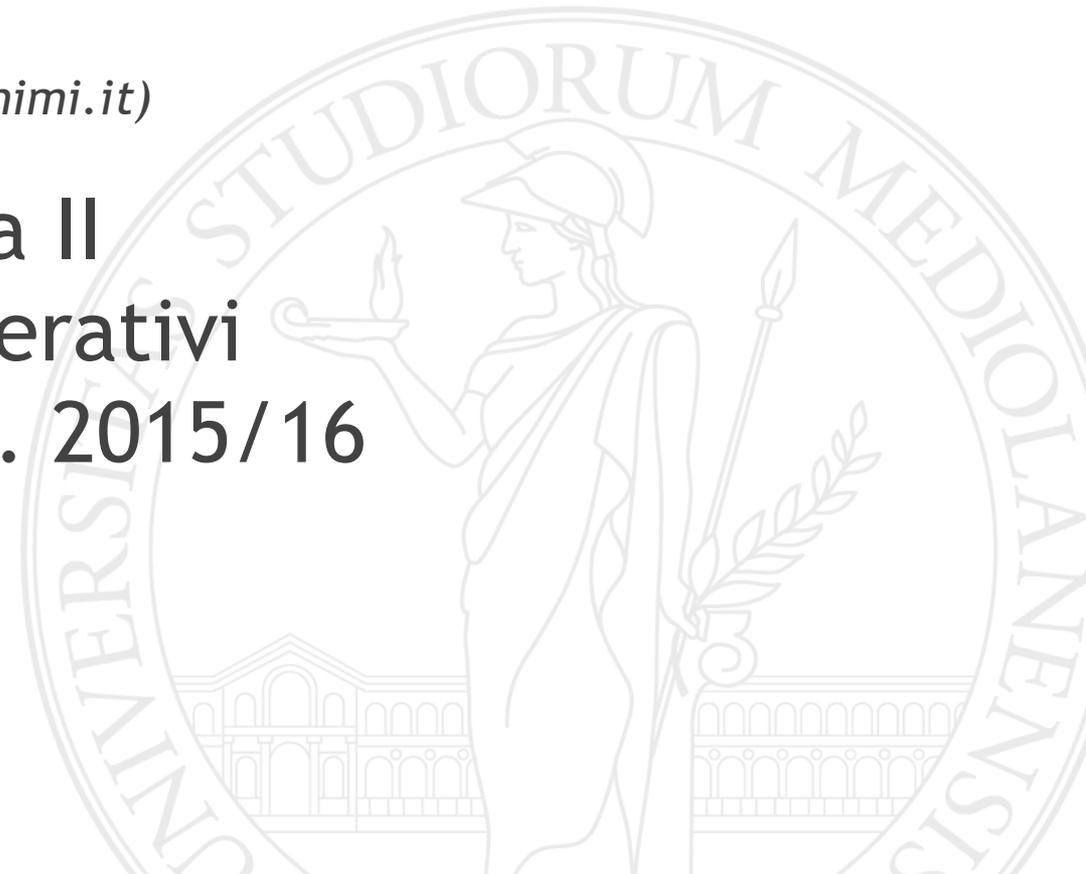




UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI INFORMATICA

Alberto Ceselli
(alberto.ceselli@unimi.it)

Informatica II
Sistemi Operativi
DIGIP - a.a. 2015/16



Sistemi Operativi

(modulo di Informatica II)

Introduzione

Patrizia Scandurra

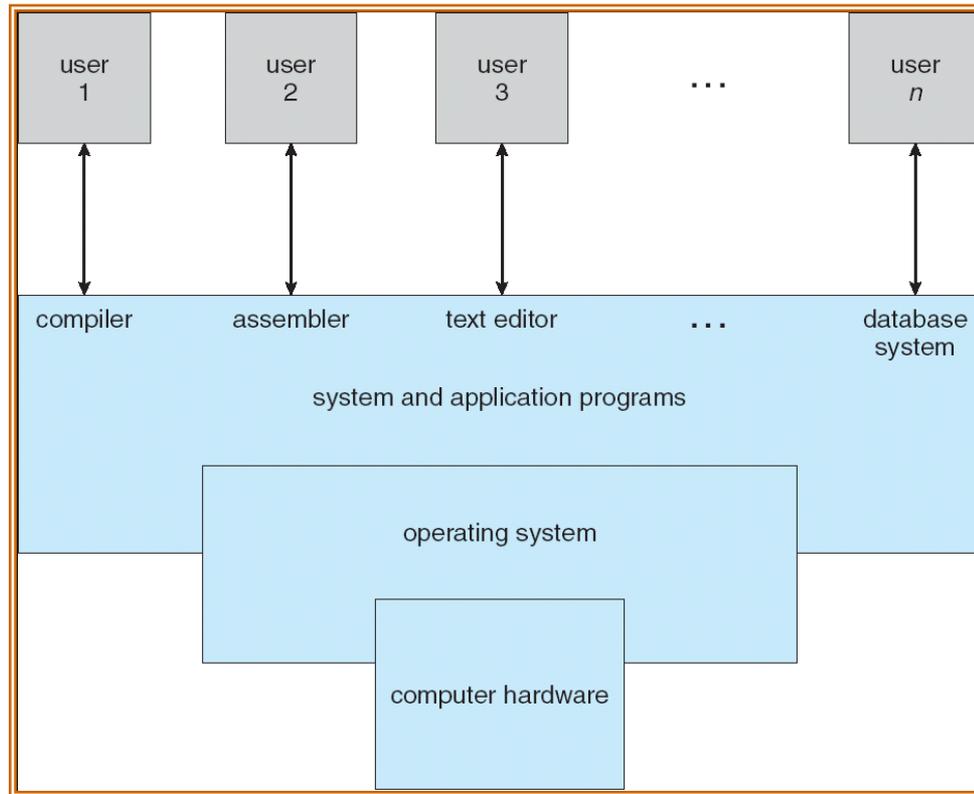
Università degli Studi di Bergamo

Sommario

- Definizione di sistema operativo
- Macchina di Von Neumann
- Evoluzione dei sistemi operativi
 - Cenni storici (dal libro di A.S.Tanenbaum)
 - Esempi di SO: una prima classificazione
- Tipologie di sistemi di elaborazione

Che cos'è un sistema operativo?

- Un **insieme di programmi** che agisce da intermediario tra l'utente e l'hardware del computer
 - *virtualizzazione del processore (macchina astratta)*



Il sistema operativo (1)

- Un **supervisore/gestore delle risorse** (CPU, dispositivi di I/O, spazio memoria, ecc..)
 - ha una visione globale delle risorse del sistema
 - le conosce nei dettagli
 - ne offre agli utenti una *visione virtuale*
 - ne ottimizza l'uso garantendo equità ed efficienza

**PUNTO DI VISTA
DEL SISTEMA
DI ELABORAZIONE**

- Un' **interfaccia tra utente e macchina**
 - nasconde i dettagli interni dell'HW
 - semplifica l'uso della macchina (facilità d'uso) e recupera situazioni di errore
 - focalizzata sulla *user experience*, più che sulle prestazioni (ottimizzazione sfruttamento delle risorse)

**PUNTO DI VISTA
DELL'UTENTE**

Il sistema operativo (2)

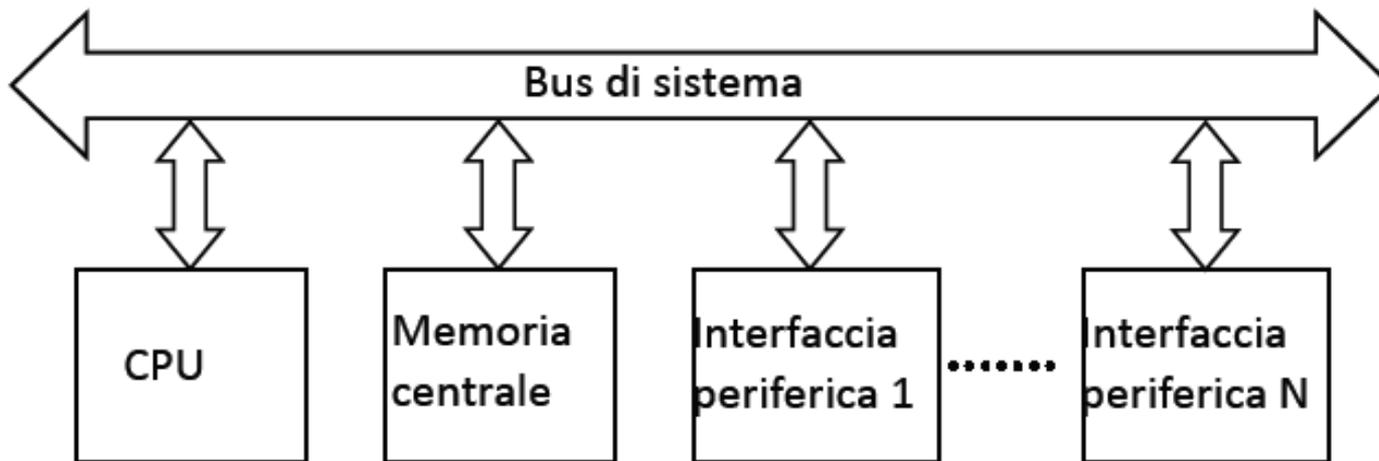
- Le sue **funzioni principali** sono:
 - La gestione dell'unità centrale (processore)
 - La gestione della memoria
 - La gestione dell' input/output
 - La gestione dei file (file system)
 - La gestione dell' interfaccia con l'utente
 - interprete dei comandi o *shell*
 - La gestione della sicurezza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

Macchina di von Neumann

- **Un modello di architettura di un computer** sviluppato (epoca delle valvole) per il sistema *IAS machine* dell'Institute for Advanced Study, Princeton, USA (~1944-1952)



(Budapest, 28 dicembre 1903 – Washington, 8 febbraio 1957)



- ***Stored-program computer*** nel quale dati e istruzioni risiedono in una **memoria comune** (istruzioni viste come dati)
- **Le istruzioni eseguite in modo sequenziale**

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)

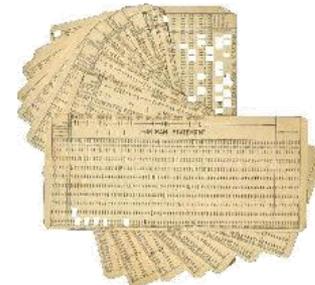
- SO per personal computer, sistemi palmari, smartphone, sistemi multi-processore, sistemi distribuiti, multimediali, ecc..



Prima generazione 1945 - 1955

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** (calcoli matematici) veniva effettuata **interamente in linguaggio macchina** (no assembler)
 - predisponendo una serie di spinotti 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 come supporto per la memorizzazione
- Grossi calcolatori a singolo utente
 - il programmatore era anche utente e operatore

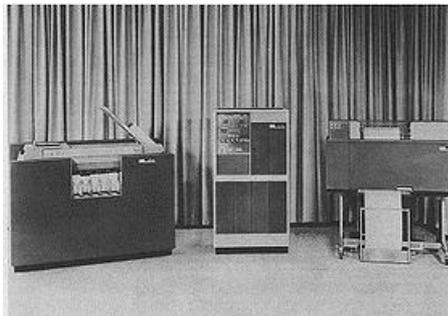


Seconda generazione 1955 - 1965 (1)

SO batch (a lotti) per sistemi mainframe

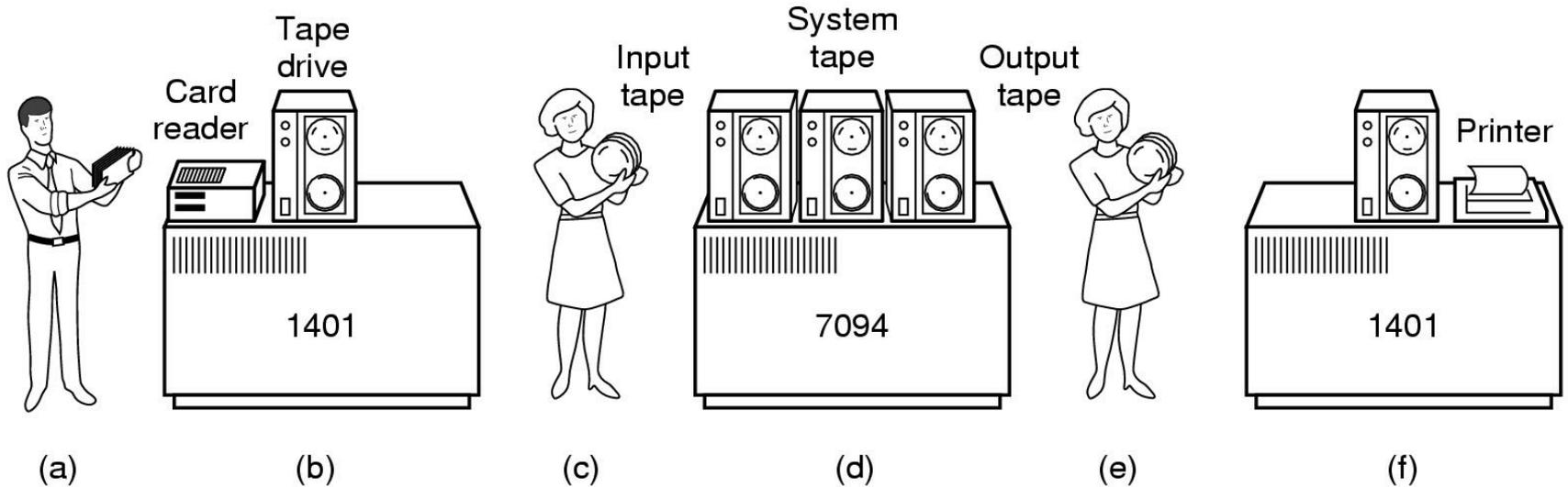
- **Sequenzializzazione automatica dei job** – automaticamente, il controllo passa da un job al successivo
- Primo rudimentale SO che legge da nastro il primo job e lo esegue
- Utente diverso dall'operatore
- Aggiunta di un **lettore di schede** (di controllo e di programma/dati)
- Dal 1956 fu introdotto il **FORTRAN primo linguaggio di programmazione ad alto livello**, a cui seguirono LISP, COBOL, ALGOL e BASIC
- Tempo di setup ridotto raggruppando **job simili (batch)** + **operazioni offline**

Calcolatore **IBM 1401** per leggere e scrivere su schede e nastri



Calcolatori più costosi come **IBM 7094** per eseguire i calcoli

Seconda generazione 1955 - 1965 (2)



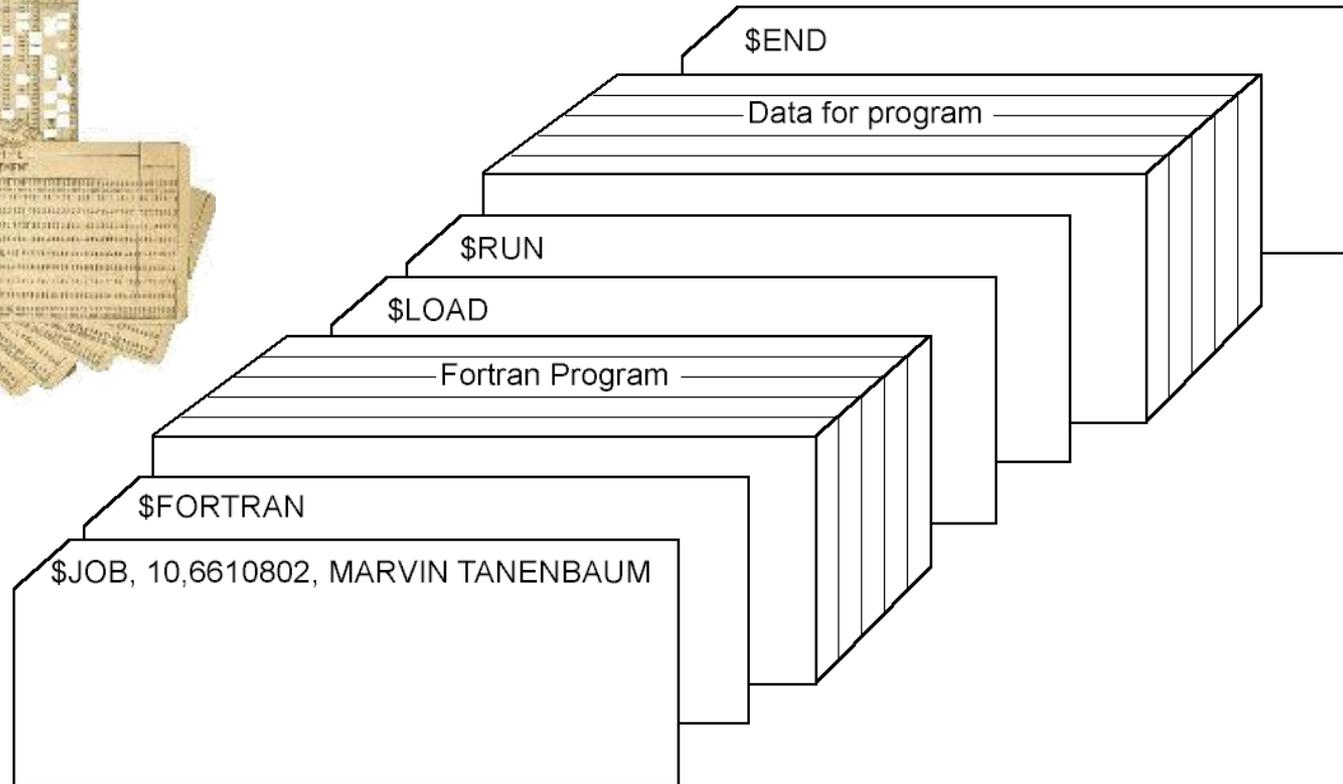
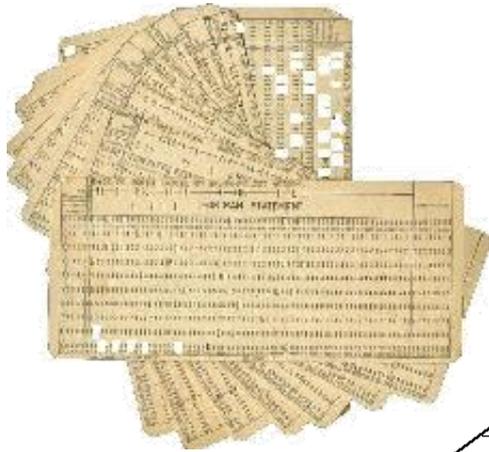
- **Un esempio di Sistema Operativo *Batch* (a lotti)**

(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

Seconda generazione 1955 - 1965 (3)



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

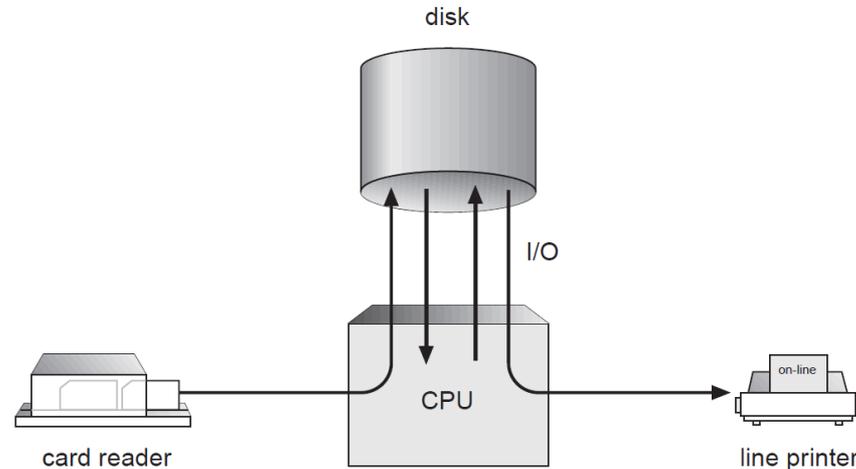
Terza generazione 1965 - 1980

Anni 60: Sistemi batch multiprogrammati

- **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** per la prima linea di calcolatori compatibili su circuiti integrati

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
 - 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



Terza generazione 1965 - 1980

Anni 70: Sistemi Time-Sharing – Computazione Interattiva

- La CPU è condivisa tra **più job tenuti in memoria e su disco**
- Un job viene caricato dal disco alla memoria, e viceversa (**swapping**)
- Comunicazione on-line tra utente e sistema
 - ogni utente ha un terminale a disposizione in linea
 - 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

Esempi di SO di terza generazione

- **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
 - 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 programmabili a 18bit immessi sul mercato dalla DEC
 - Prolifera di sistemi Unix-like per il codice *open*
 - *Due versioni principali: **System V** by AT&T Inc., e **BSD** (Berkeley Software Distribution)*
 - **MINIX**: clone UNIX per scopi didattici by A. S. Tanenbaum

Quarta generazione 1980 – oggi

- **Anni 80: i Personal Computer** (dedicati ad un singolo utente, es. **PC IBM**)
 - 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
- **Anni 90: SO di rete**
 - distribuzione della computazione tra più processori, 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 elaborazione)
 - 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**



Esempi di SO di quarta generazione

- **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, Win 8, Win 10
- **IBM OS/2** (per microprocessori a 32 bit, richiedeva parecchia RAM/risorse)
- **Linux:** versione professionale di MINIX by Linus Torvalds
 - Distribuzioni 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
 - I primo personal computer con il mouse (Apple Lisa) e successivamente Macintosh sono derivati dai sistemi sviluppati dal Xerox Palo Alto Research Center (Xerox PARC)
- Svariate versioni di sistemi Unix-like come **Sun Solaris**

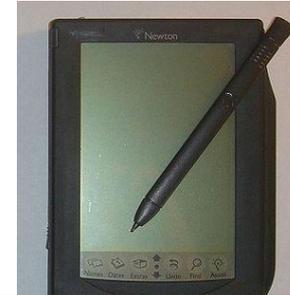
Esempi di sistemi operativi: prima classificazione (1)

- 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

Esempi di sistemi operativi per PC: prima classificazione (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

Ad ogni macchina il suo SO



Un SO è intimamente legato all'hardware del computer su cui gira.



- OS/390, Solaris, FreeBSD, Windows, Mac OS X, Linux, BlackBerry (RIM), iPhone (implementazione mobile per Mac OS X), Palm Pre, Symbian, Windows Mobile, Google Android, Google Chrome OS, Amoeba distributed operating system ecc..

Tipologie di sistemi di elaborazione

- Mainframe
- Personal computer
- Sistema multiprocessore
- Computer palmare
- Sistema multimediale
- Sistema di elaborazione in tempo reale
- Sistema dedicato (embedded system)
- Sistema distribuito
- *Internet of Things*

Mainframe (ieri) (1)



- 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**)

Mainframe (oggi) (2)



- **Grandi server** che supportano **molti utenti** operanti contemporaneamente
 - Alla base dei giganteschi server web centralizzati!
 - Nel 2000 viene presentato il Cray X1, supercalcolatore dotato di 4.096 CPU e capacità di calcolo di 52,4 migliaia di miliardi di operazioni; può gestire fino a 65,5 Terabyte di memoria. Costo minimo: 2,5 milioni di dollari
- **Elaborazione contemporanea di flussi di attività (processi)**
 - Elaborazione di transazioni e condivisione del tempo macchina
- **Sistemi interattivi multiutente**
 - ripartizione memoria tra processi (multiprogrammazione)
 - condivisione CPU (multitasking)
 - gestione CPU in condivisione di tempo (time sharing)

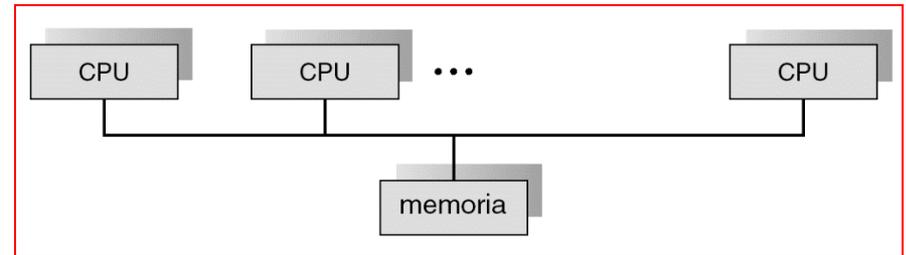
Personal computer (o sistemi Desktop)

- Potenziamento dei terminali interattivi per supportare
 - interazione evoluta con sistemi centrali
 - piccole attività di elaborazione locale
- Sistemi desktop con grafica e dispositivi per interazione avanzata
- Sistemi monoprocesso: unica CPU centrale affiancata da una serie di CPU secondarie (*sistemi multi-core*) che svolgono compiti particolari (CPU controllore disco, CPU tastiera, ecc..) – non eseguono processi utente!
- Sistemi interattivi multiprocesso
 - ripartizione memoria tra processi (multiprogrammazione)
 - condivisione CPU (multitasking)
 - gestione CPU in condivisione di tempo (time sharing)

Sistema multiprocessore (o paralleli)

- Architettura con più processori strettamente connessi (**multiprocessing**)

- Maggiore capacità di elaborazione
- economie di scala sulle periferiche
- affidabilità del sistema in caso di guasti
 - sistemi tolleranti ai guasti (*fault tolerant*)
 - degradazione progressiva (*graceful degradation*)



- Sistemi interattivi multiutente

- Attività dei processori

- identiche (sistema multiprocessore **simmetrico**)
- specializzate (sistema multiprocessore **asimmetrico**)

Processore o Core?

- **Sistema multiprocessore:** *“Sistema (computer, workstation, server o reti di computer) equipaggiato con 2 processori o più, operanti in parallelo.”*
- **Sistema multicore:** *“Sistema le cui Central Processing Unit sono composte da due o più core, ovvero da più nuclei di processori fisici montati sullo stesso chip package.”*



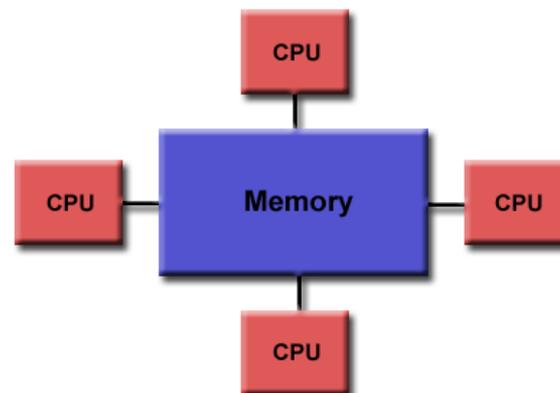
Fig.1 Scheda madre dotata di due processori



Fig.2 Chip package dotato di quattro core

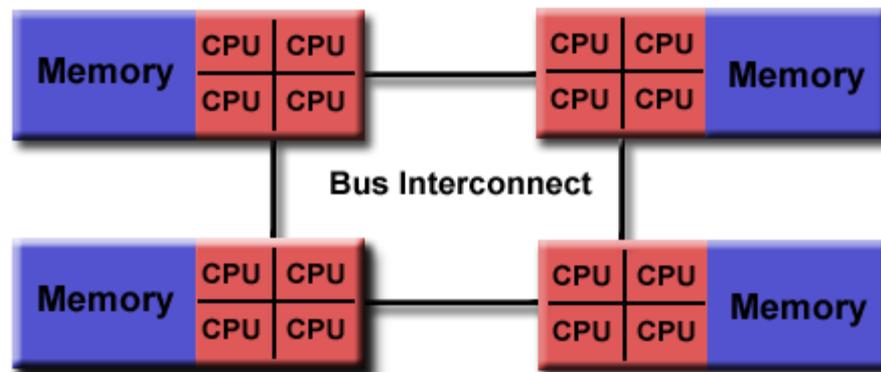
Sistemi paralleli (Cont.)

- *Sistema multiprocessore simmetrico (SMP)*
 - Architetture hardware *Uniform Memory Access (UMA)*
 - Più processori identici, stesso tipo di accesso e di tempi di accesso alla memoria condivisa
 - Ogni processore esegue una copia del sistema operativo, che tratta tutti i processori in modo uguale
 - Possono essere eseguiti contemporaneamente molti processi senza che si produca un deterioramento delle prestazioni
 - Gran parte dei moderni sistemi operativi forniscono supporto SMP

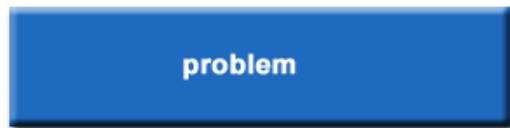


Sistemi paralleli (Cont.)

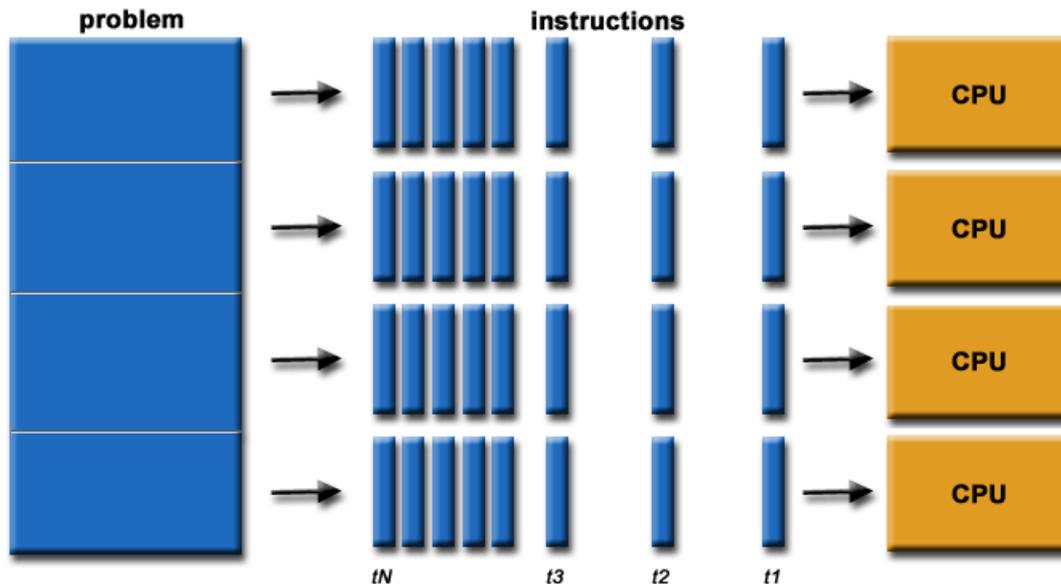
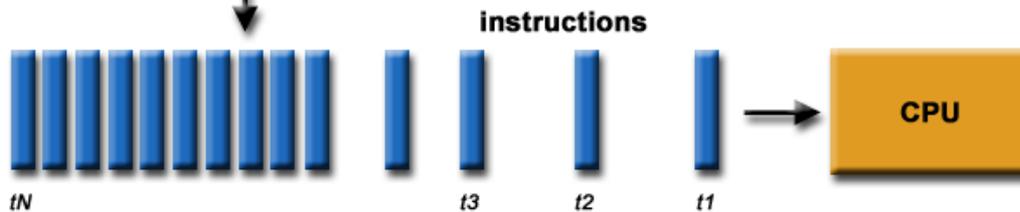
- *Sistema multiprocessore asimetrico*
 - Architetture hardware *Non-Uniform Memory Access (NUMA)*
 - Costituiti da due o più SMP
 - Ogni SMP ha accesso diretto alla memoria di altre SMP
 - Non tutti hanno stesso tempo di accesso
 - L'accesso alla memoria attraverso il bus è più lento
 - Ogni processore è assegnato ad uno specifico lavoro; il processore principale (*master*) organizza e gestisce il lavoro per i processori *slave*
 - Più comune nei sistemi grandi di *calcolo parallelo*



Calcolo Sequenziale vs Calcolo Parallelo



- un modello di computazione sequenziale (Von Neuman)



- un modello di computazione parallelo

Cluster

- Architettura con **più computer fortemente connessi**
 - capacità di elaborazione
 - Superiore ai sistemi SMP, ma richiede programmazione distribuita!
 - economie di scala sulle periferiche
 - affidabilità del sistema in caso di guasti
 - usando computer disponibili sul mercato
- Sistemi interattivi multiutente

Computer palmari

- 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
 - real-time e ridotto consumo di potenza (low power)
 - e basso numero di processi
- Gli smartphone sono una loro evoluzione
 - Multi-core
 - Interfacce multi-touch
 - Prestazioni elevate

Sistema multimediale

- Personal computer o computer palmare con supporti avanzati per l'interazione multimediale
 - Ad esempio i sistemi di controllo delle console giochi (Nintendo Wii, Microsoft X-box, Sony PlayStation, ecc..)
- Sistemi interattivi multiprocesso
 - ripartizione memoria tra processi (multiprogrammazione)
 - condivisione CPU (multitasking)
 - gestione CPU in condivisione di tempo (time sharing)

Sistema di elaborazione in tempo reale

- **Sistemi orientati ad applicazioni in tempo reale**
 - controllo di sistemi complessi
 - controllo di processi industriali
 - sistemi di automazione industriale
 - sistemi di automazione della casa
 - sistemi biomedicali
 - sistemi per le telecomunicazioni
 - ...
- **Risposta agli eventi in tempi “brevi”**
 - 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, schede di acquisizione immagini, schede di attuazione controlli

Sistema dedicato (embedded)

- Sistemi di elaborazione dedicati a supportare **una sola applicazione**
 - Ad esempio: elettrodomestici, sistemi hi-fi, motore automobile, 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**

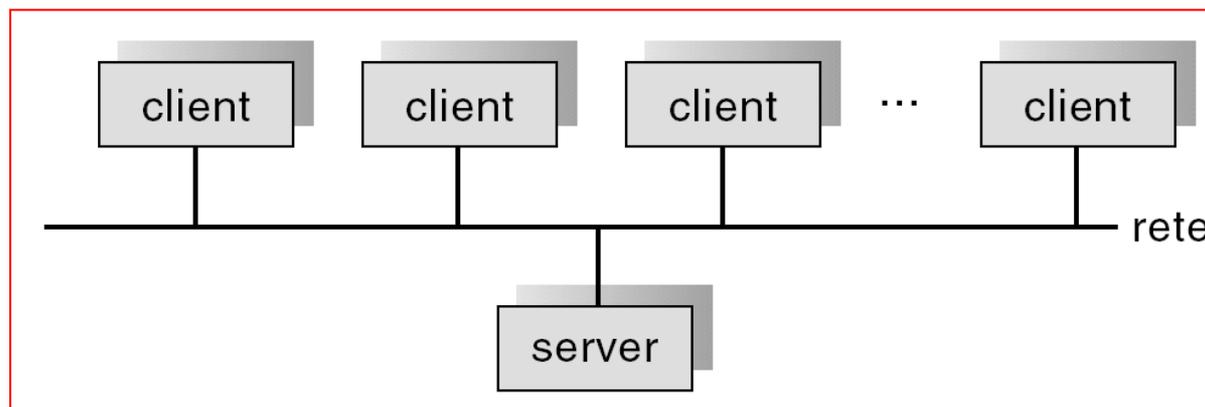


Sistemi distribuiti

- Il calcolo viene distribuito tra diversi processori **fisicamente distinti**
- *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
 - Rapidità di calcolo – distribuzione del carico
 - Affidabilità
 - Comunicazione

Sistemi distribuiti (Cont.)

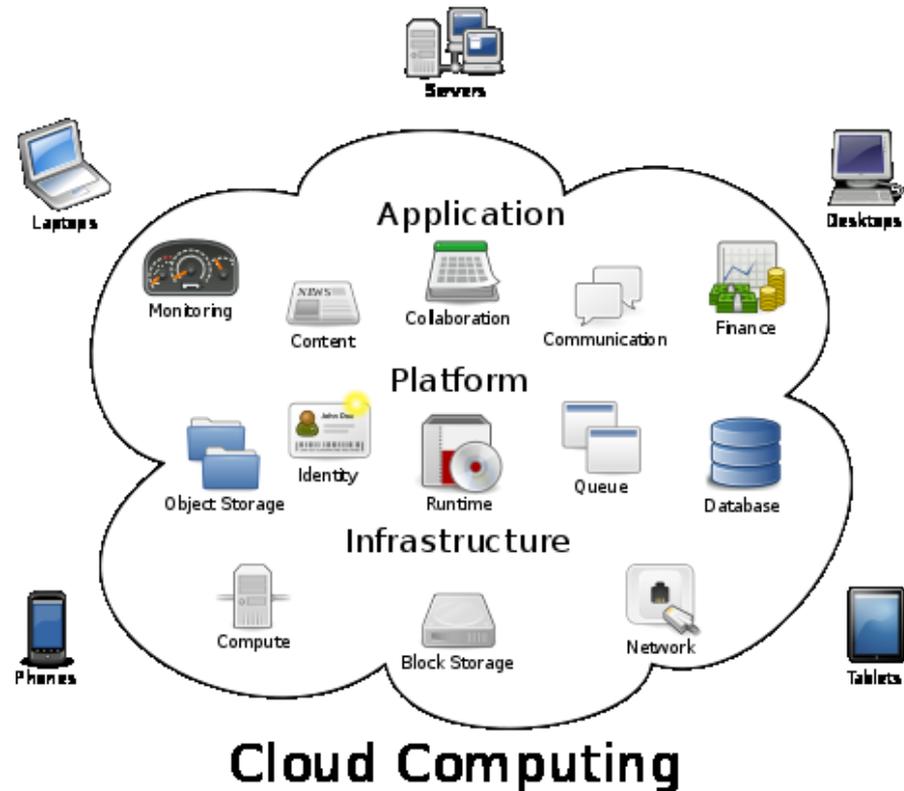
- **Necessitano di una infrastruttura di rete**
- Rete locale (Local area networks – *LAN*) o rete geografica (Wide area networks – *WAN*)
- Possono essere sistemi *client-server* o punto-a-punto (*peer-to-peer*) o
- Possono sfruttare *infrastrutture di cloud computing*



Cloud computing

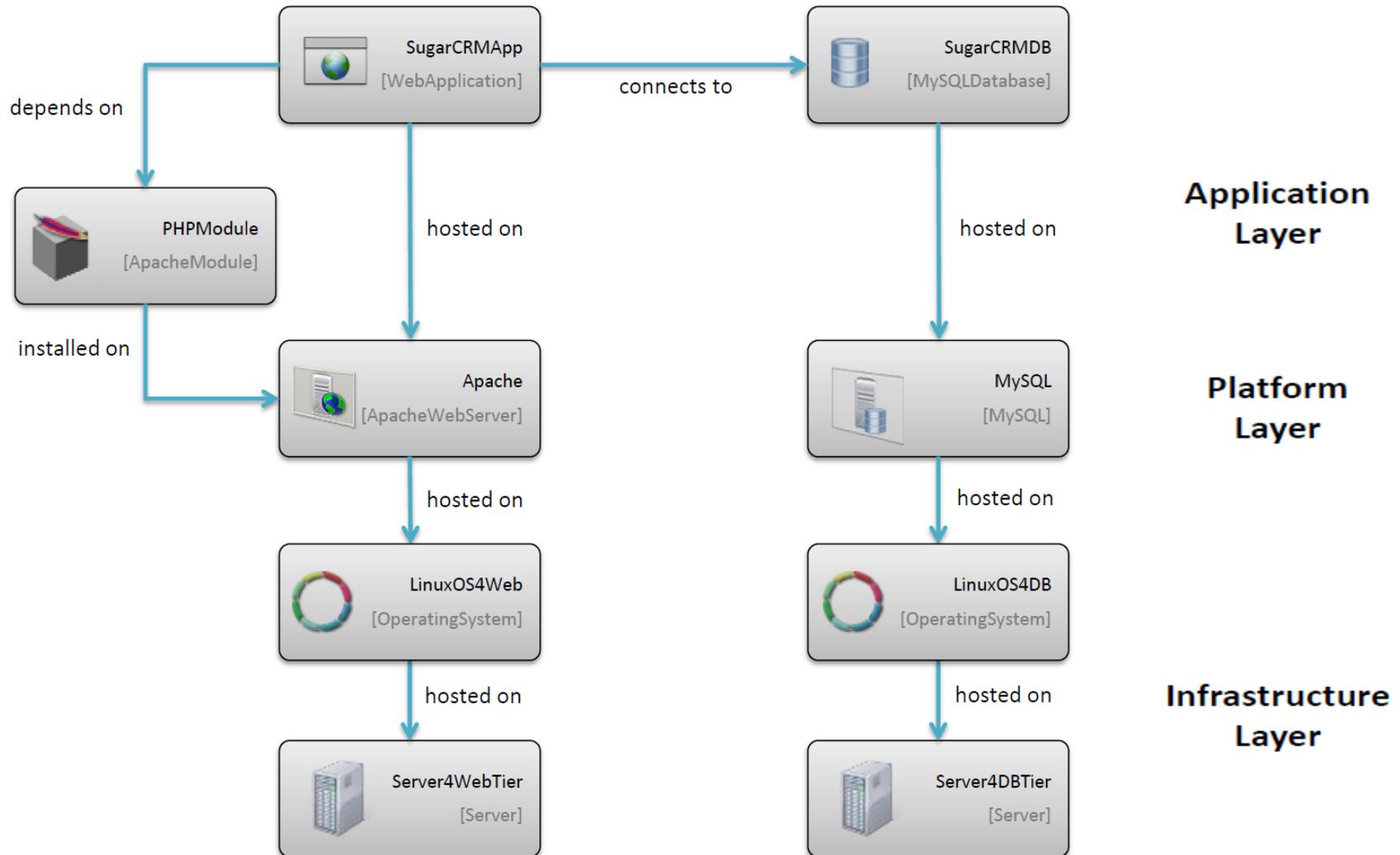
- Un insieme di tecnologie informatiche che permettono l'utilizzo di risorse hardware (es. storage, CPU) o software distribuite e virtualizzate in Rete
 - – the *cloud*, in inglese - **nuvola di risorse** le cui caratteristiche non sono note all'utilizzatore
 - Modello *pay-as-you-go*

Cloud computing
=
SaaS (Software as a Service)
+
PaaS (Platform as a Service)
+
IaaS
(Infrastructure as a Service)



Example of Cloud-based application

SugarCRM (TOSCA service topology diagram)



Cloud computing e SO distribuiti

- **Esempio: Google Chrome OS** si rivolge a tutti gli utenti che lavorano su Internet e sfrutta *infrastrutture cloud*
 - Annunciato il 7 luglio 2009, è basato sul browser Google Chrome e sul kernel Linux.
 - Destinato al mercato dei notebook e tablet: i **Chromebooks**
 - Versione stabile rilasciata il 15 Giugno 2011 sui notebook Acer ZGB e Samsung Series 5, con processori Intel
 - *“What did we leave out? Spinning disks, caps-lock key, function keys, and lap burns”*
 - Le sole applicazioni "native" su Chrome OS sono il browser, il media player e il file manager.
 - Chrome OS è un puro **web thin client OS**



Wearable tech e Internet of Things

- Il 2014 anno della wearable tech, la tecnologia da indossare
 - orologi intelligenti, bracciali connessi a Internet, anelli di fidanzamento bluetooth, occhiali col navigatore ma anche calzini o collari per Fido dotati di sensori che trasformano ogni attività in un flusso di dati.
- La *machine* non è più una macchina ma può essere un qualsiasi oggetto!
- Esempio di sistema operativo per dispositivi wearable: *Google AndroidWear* per smart watch

