Università di Ferrara
Laurea Triennale in Informatica
A.A. 2022-2023

Sistemi Operativi e Laboratorio

1. Introduzione

Prof. Carlo Giannelli

http://www.unife.it/scienze/informatica/insegnamenti/sistemi-operativi-laboratorio

http://docente.unife.it/carlo.giannelli

https://ds.unife.it/people/carlo.giannelli

Che cos'è un Sistema Operativo (SO)?

È un **programma** (o un insieme di programmi) che agisce come **intermediario tra l'utente e l'hardware** del computer:

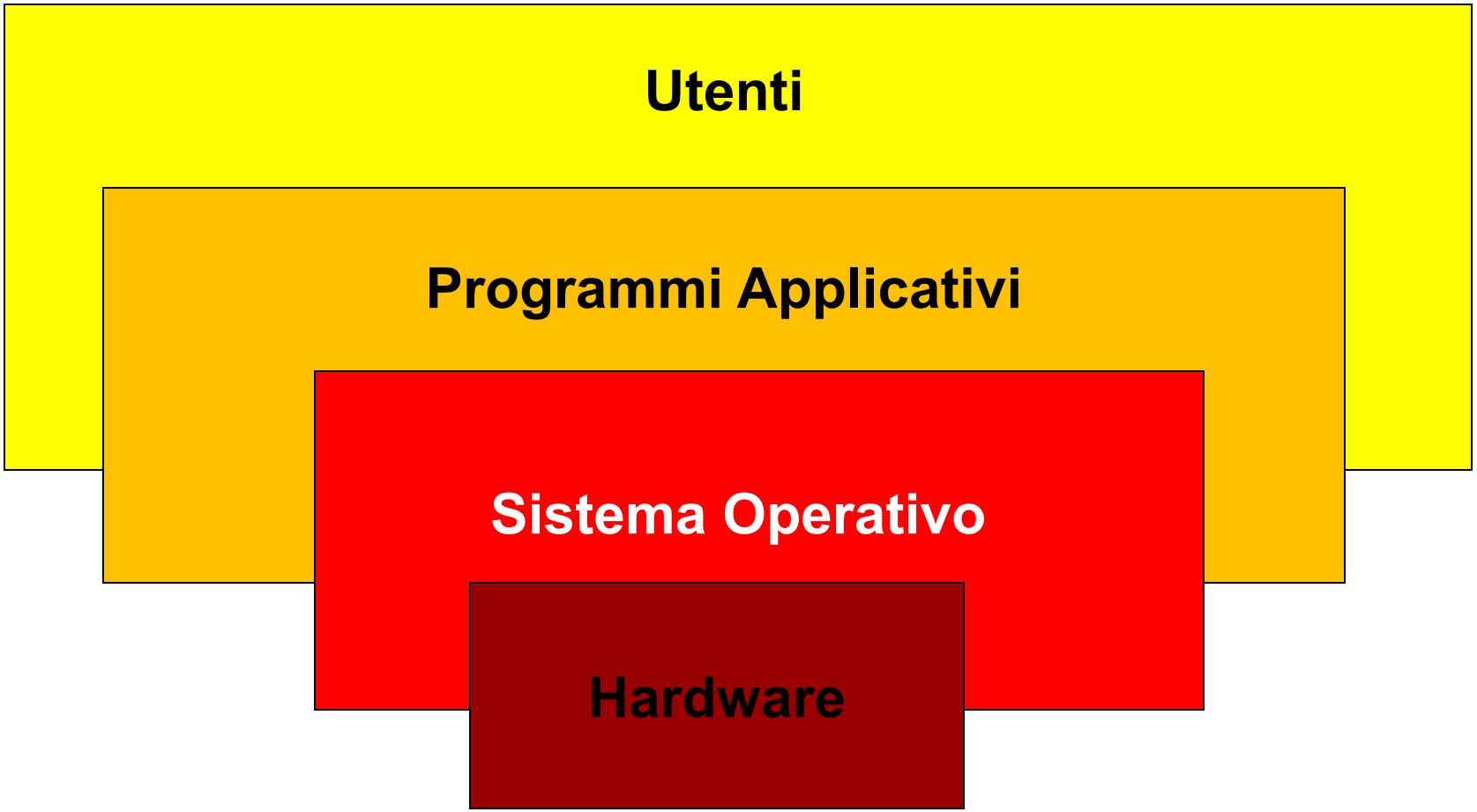
- fornisce un **ambiente di sviluppo e di esecuzione** per i programmi applicativi
- fornisce una **visione astratta** dell'HW
- **gestisce** efficientemente le risorse del sistema di calcolo

SO e Hardware

- SO interfaccia programmi applicativi o di sistema con le risorse HW:
  - **CPU**
  - **dispositivi** di I/O
  - **dispositivi di comunicazione**
  - **memoria** volatile e persistente
  - **connessione di rete**
  - **…**

- SO mappa le risorse HW in **risorse logiche**, accessibili attraverso interfacce ben definite:
  - **processi** (CPU)
  - **file system** (dischi)
  - **memoria virtuale** (memoria), ...

Che cos'è un Sistema Operativo?



Che cos'è un Sistema Operativo?

- Un programma che **gestisce risorse** del sistema di calcolo in modo **corretto ed efficiente** e le **alloca** ai programmi/utenti

- Un programma che innalza il **livello di astrazione** con cui utilizzare le **risorse logiche** a disposizione

Aspetti importanti di un SO

- **Struttura**: come è organizzato un SO?
- **Condivisione**: quali risorse vengono condivise tra utenti e/o programmi? In che modo?
- **Efficienza**: come massimizzare l'utilizzo delle risorse disponibili?
- **Affidabilità**: come reagisce SO a malfunzionamenti (HW/SW)?
- **Estendibilità**: è possibile aggiungere funzionalità al sistema?
- **Protezione** e **Sicurezza**: SO deve impedire interferenze tra programmi/utenti. In che modo?
- **Conformità a standard**: portabilità, estendibilità, apertura

Evoluzione SO

Prima generazione (anni ‘50)

- linguaggio macchina
- dati e programmi su schede perforate

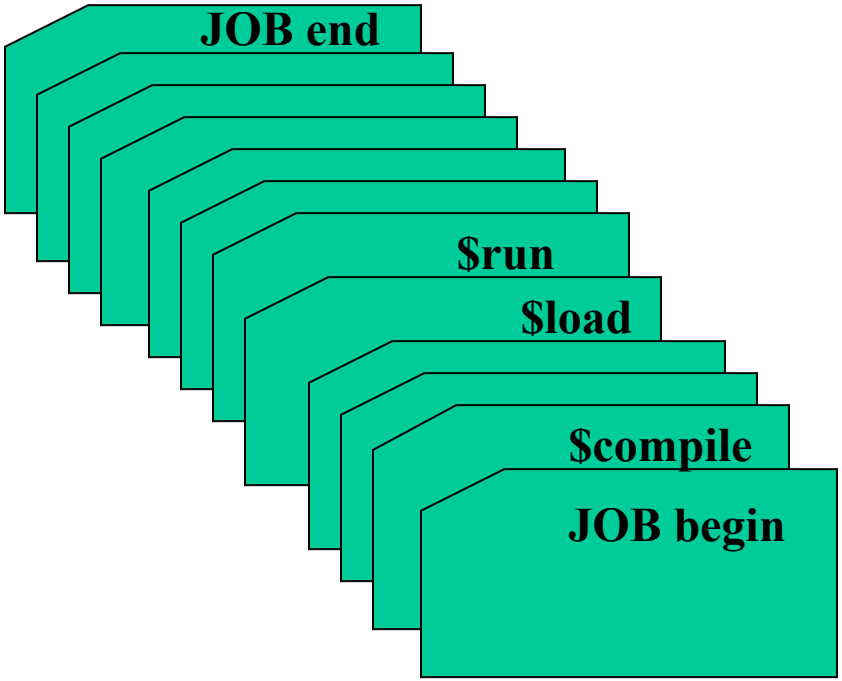
Seconda generazione (‘55-’65):

sistemi batch semplici

- linguaggio di alto livello (fortran)
- input mediante schede perforate
- aggregazione di programmi in **lotti** (batch) con esigenze simili

Sistemi batch semplici

Batch: insieme di programmi (job) da eseguire
in modo sequenziale

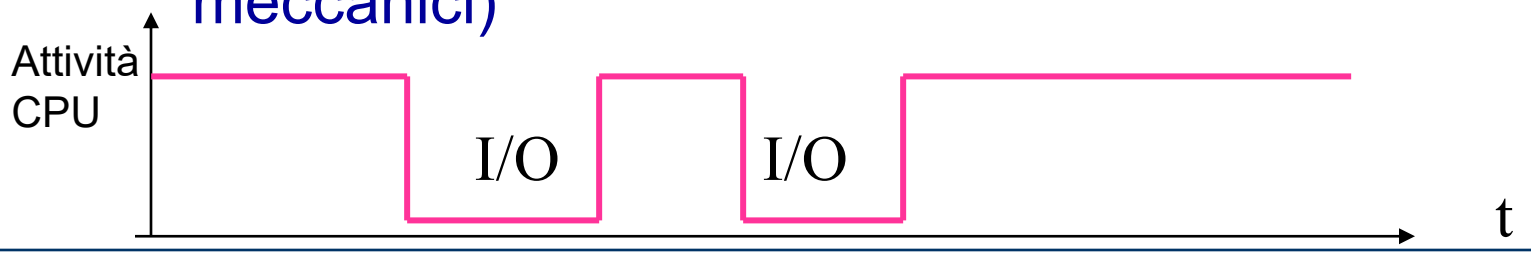


Sistemi batch semplici

Compito di SO (monitor):
trasferimento di controllo da un job (appena terminato) al prossimo da eseguire

Caratteristiche dei sistemi batch semplici:

- SO **residente in memoria** (monitor)
- **assenza di interazione** tra utente e job
- **scarsa efficienza**: durante l'I/O del job corrente, la CPU rimane inattiva (lentezza dei dispositivi di I/O meccanici)



Sistemi batch semplici

In memoria centrale, ad ogni istante,
è **caricato (al più) un solo job:**

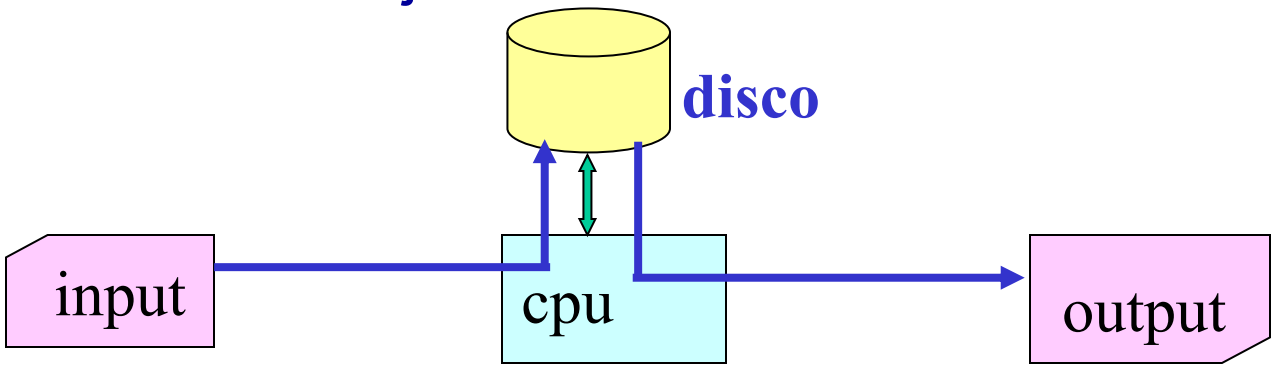
Configurazione della memoria centrale in sistemi batch semplici

Sistemi batch semplici

Spooling (Simultaneous Peripheral Operation On Line): simultaneità di I/O e attività di CPU

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



Sistemi batch semplici

Problemi:

- finché il job corrente non è terminato, il **successivo non può iniziare l'esecuzione**
- se un job si **sospende** in attesa di un evento, la CPU rimane **inattiva**
- **non c'è interazione** con l'utente

Sistemi batch multiprogrammati

Sistemi batch semplici: **l'attesa** di un **evento** causa inattività della CPU. Per evitare il problema

$\Rightarrow$ **Multiprogrammazione**

Pool di job contemporaneamente presenti su disco:

- SO seleziona un **sottoinsieme dei job** appartenenti al pool da **caricare in memoria centrale**
- mentre un job è in **attesa di un evento**, il sistema operativo **assegna CPU a un altro job**

Sistemi batch multiprogrammati

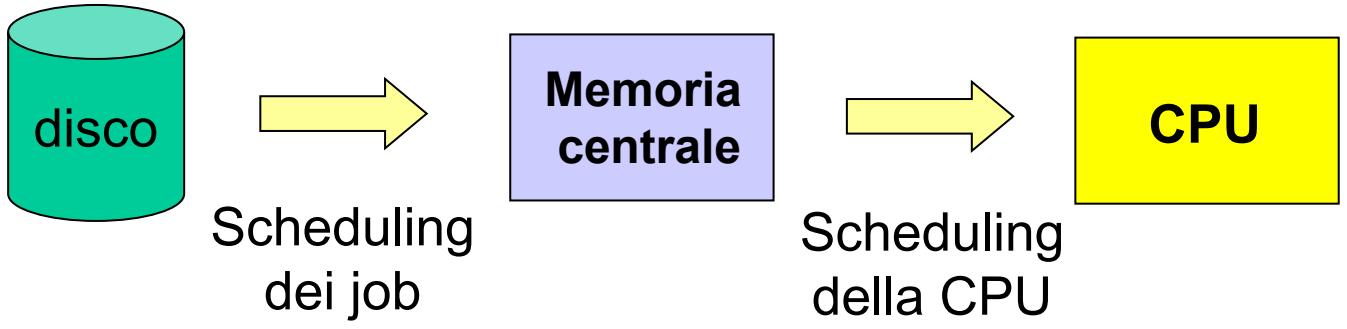
SO è in grado di **portare avanti** l'esecuzione di più job **contemporaneamente**

- Ad ogni istante:
  - **un solo job** utilizza la CPU
  - **più job,** appartenenti al pool selezionato e caricati in memoria centrale, attendono di acquisire la CPU
- Quando il job che sta utilizzando la CPU si **sospende in attesa di un evento**:
  - SO **decide** a quale job assegnare la CPU ed effettua lo scambio (**scheduling**)

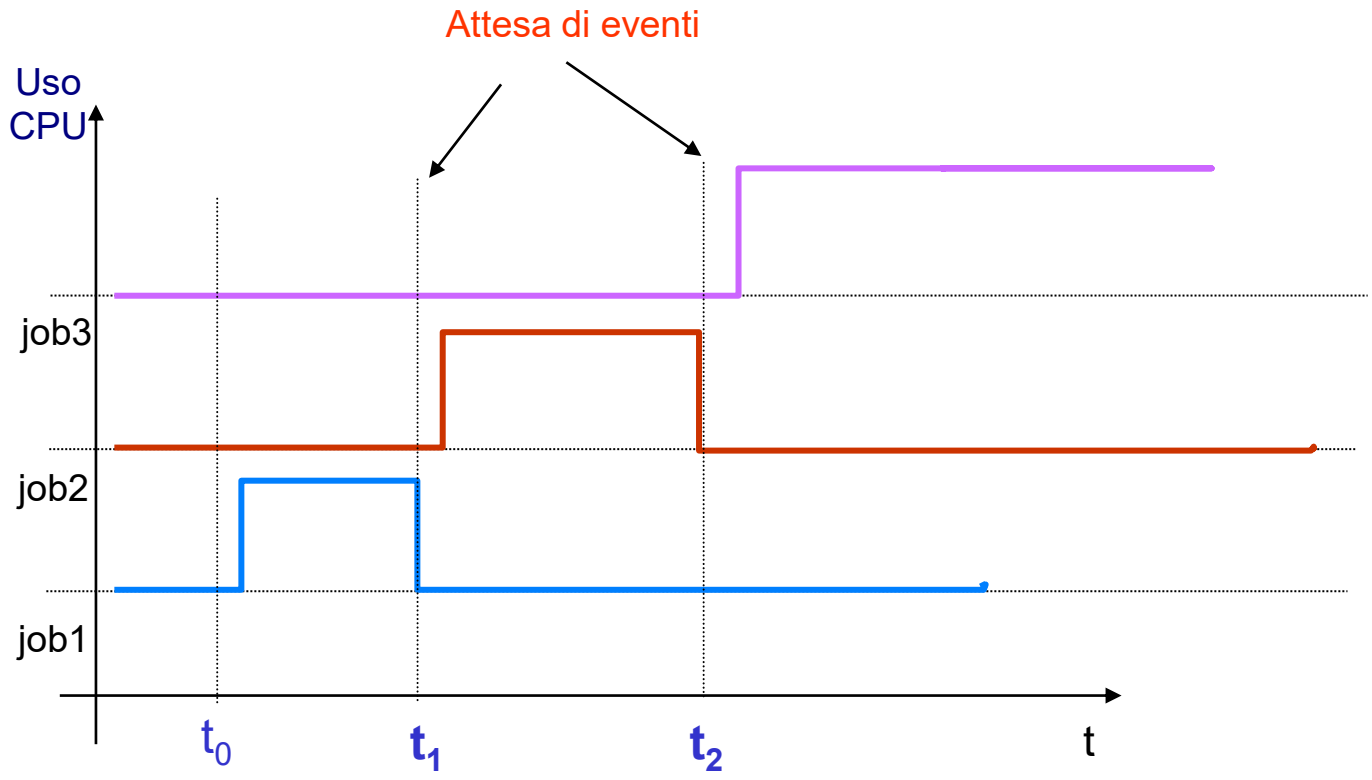
Sistemi batch multiprog.: scheduling

SO effettua delle scelte tra tutti i job

- quali job caricare in memoria centrale:
  scheduling dei job (long-term scheduling)
- a quale job assegnare la CPU:
  scheduling della CPU o (short-term scheduling)

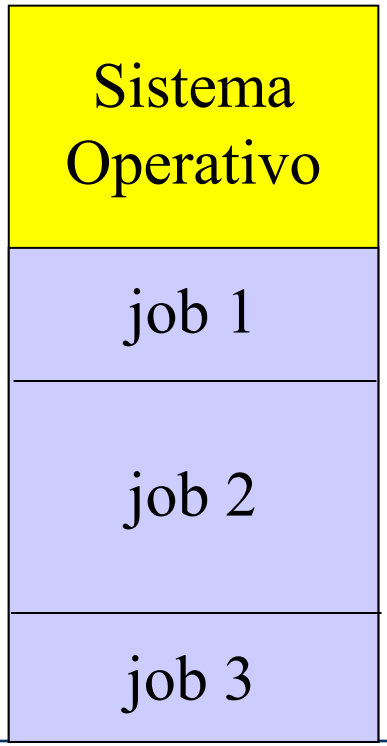


Sistemi batch multiprogrammati



Sistemi batch multiprogrammati

In memoria centrale, ad ogni istante, possono essere caricati più job:



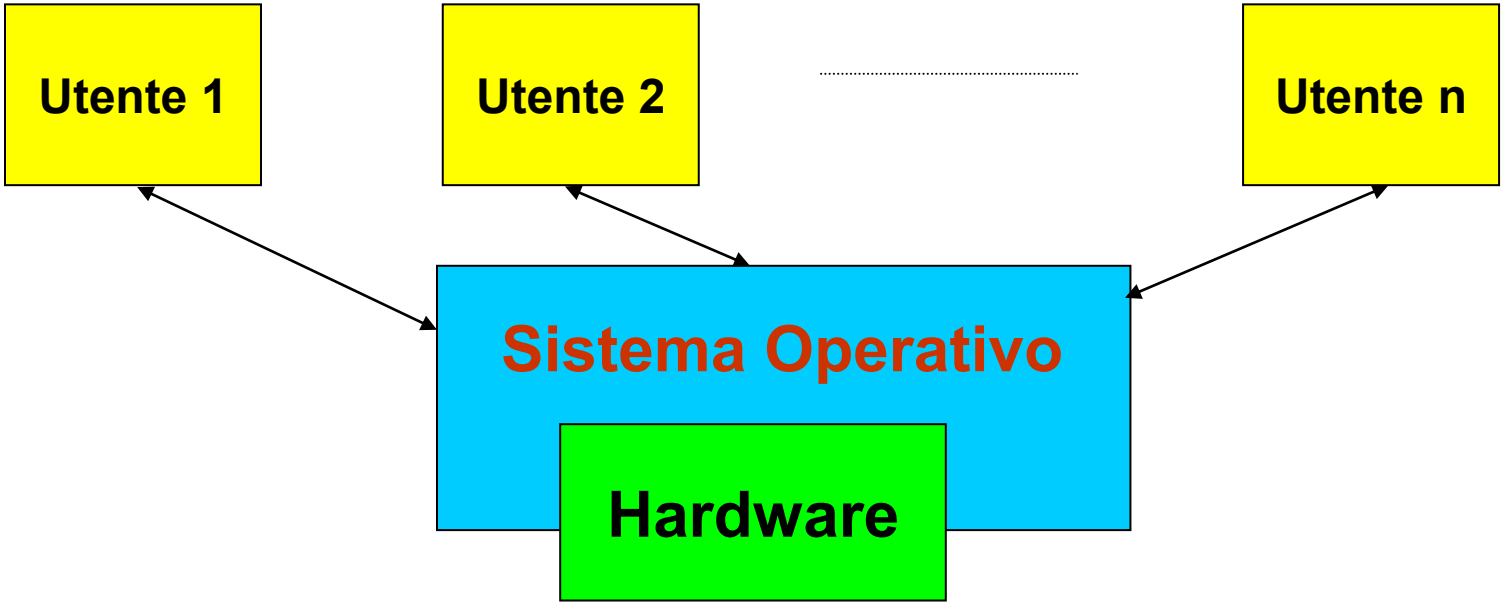
Configurazione della **memoria centrale** in sistemi batch multiprogrammati

Necessità di protezione

Sistemi time-sharing (Multics, 1965)

Nascono dalla necessità di:

- **interattività** con l'utente
- **multi-utenza:** più utenti interagiscono contemporaneamente con SO



Sistemi time-sharing

Multiutenza: il sistema presenta ad ogni utente una **macchina virtuale completamente dedicata** in termini di

- utilizzo della CPU
- utilizzo di altre risorse, ad es. file system

Interattività: per garantire un'accettabile velocità di "reazione" alle richieste dei singoli utenti, SO **interrompe l'esecuzione** di ogni job dopo un intervallo di tempo prefissato (**quanto di tempo**, o **time slice**), assegnando la CPU a un altro job

Sistemi time-sharing

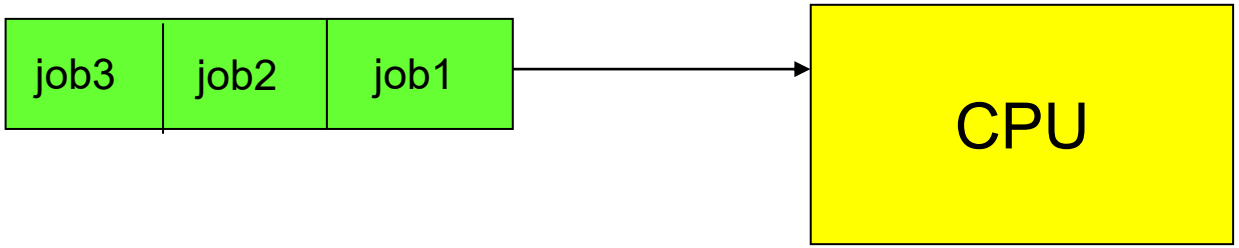
Sono sistemi in cui:

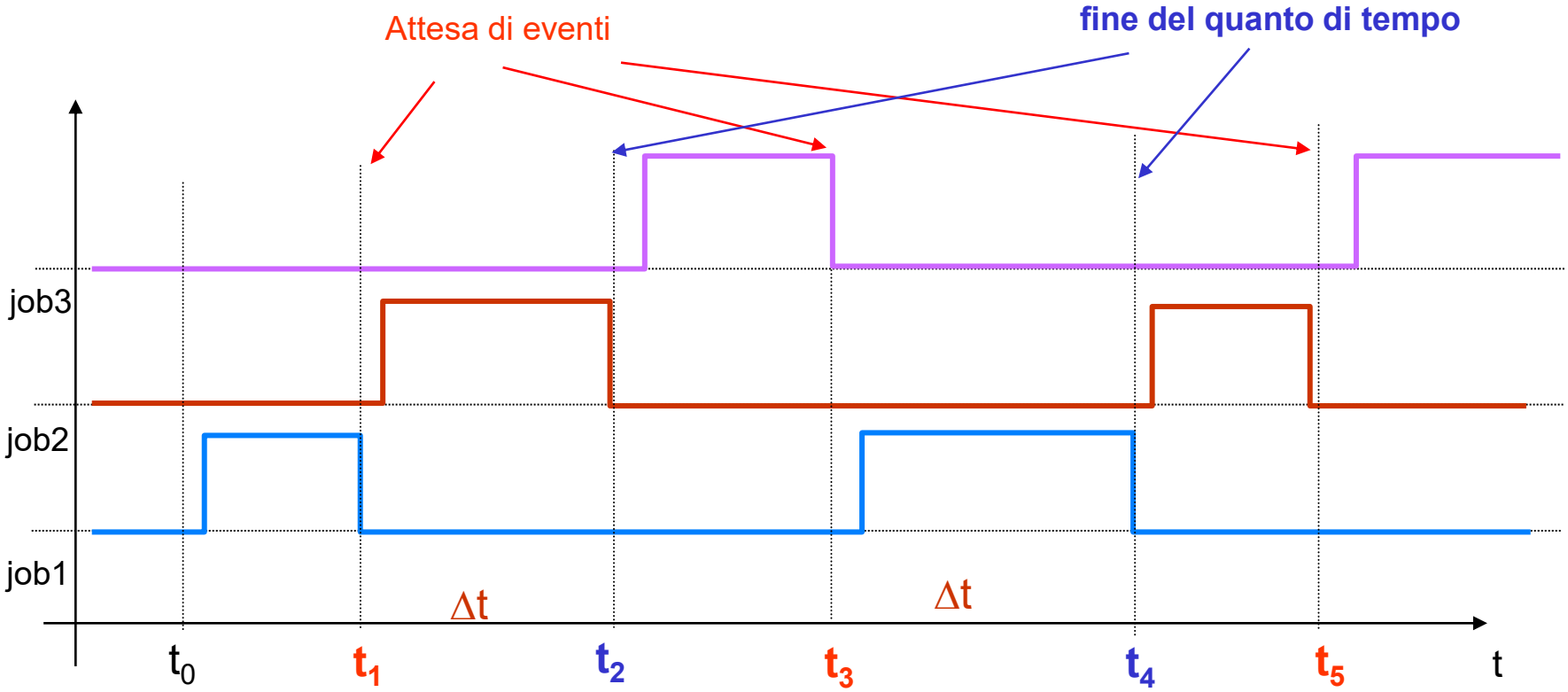
- attività della **CPU è dedicata a job diversi** che si alternano **ciclicamente** nell'uso della risorsa
- frequenza di commutazione della CPU è tale da fornire l'illusione ai vari utenti di una macchina completamente dedicata (**macchina virtuale**)

Cambio di contesto (**context switch**):

operazione di trasferimento del controllo da un job al successivo → costo aggiuntivo (overhead)

Sistemi time-sharing





Time-sharing: requisiti

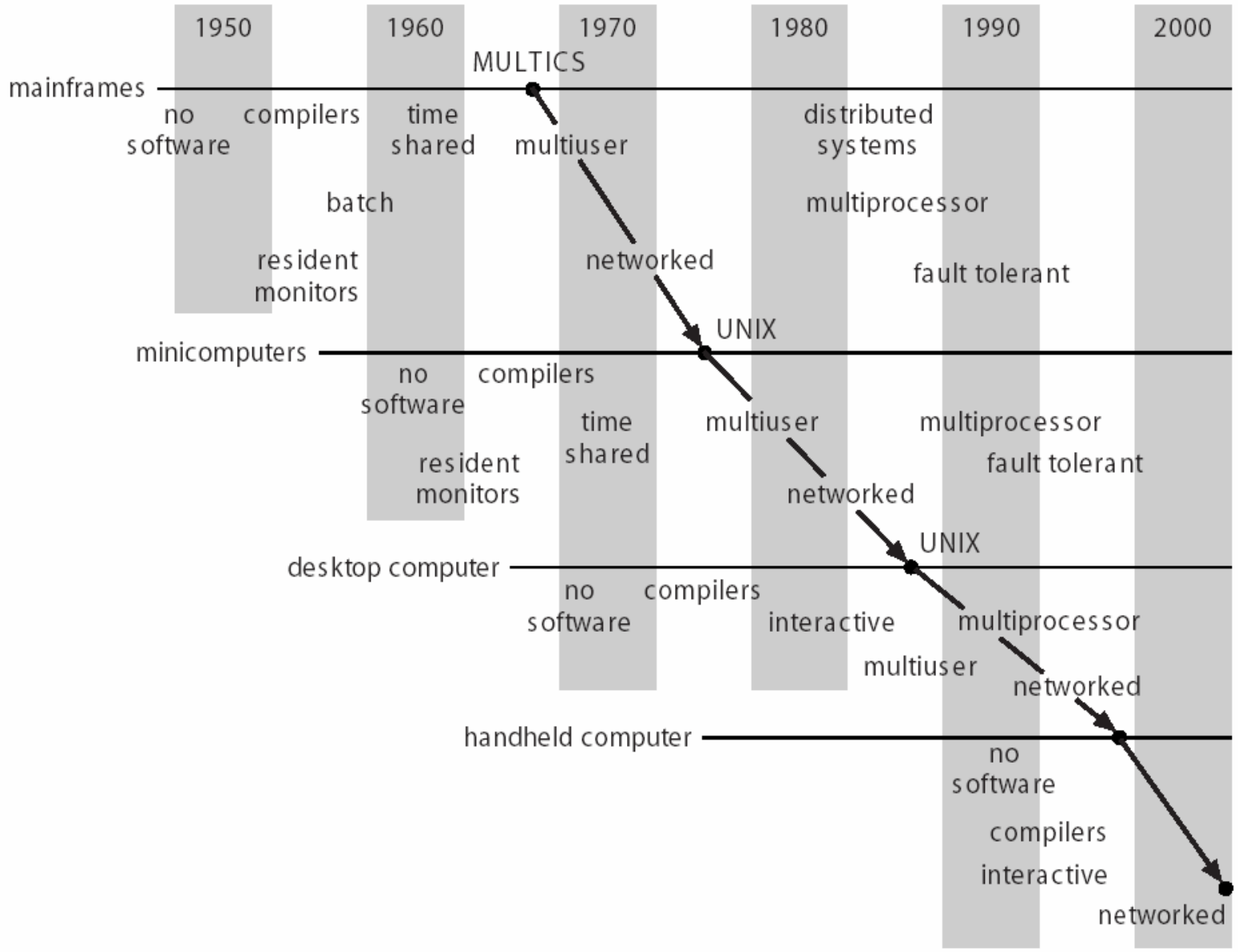
- **Gestione/protezione** della memoria:
  - trasferimenti memoria-disco
  - **separazione degli spazi** assegnati ai diversi job
  - molteplicità job + limitatezza della memoria

    ⇒ **memoria virtuale**
- **Scheduling** CPU
- **Sincronizzazione/comunicazione** tra job:
  - interazione
  - prevenzione/trattamento di blocchi critici (**deadlock**)
- **Interattività**: **accesso on-line** al **file system** per permettere agli utenti di accedere semplicemente a codice e dati

Esempi di SO attuali

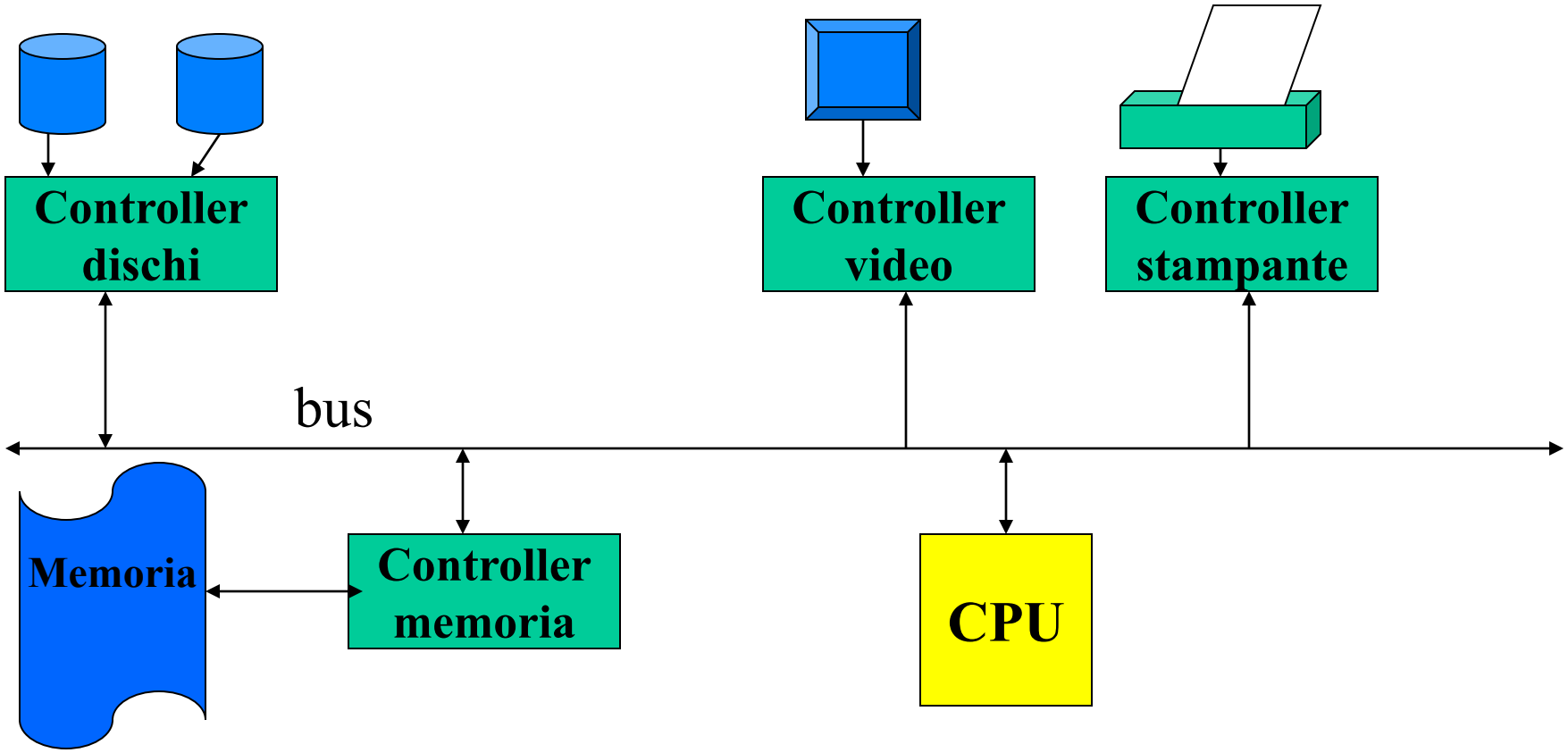
- **MSDOS**: monoprogrammato, monoutente
- **Windows 95/98, primi SO per dispositivi portabili (Symbian, PalmOS)**: multiprogrammato (time sharing), tipicamente monoutente
- **Windows NT/2000/XP/…**: multiprogrammato, "multiutente"
- **MacOSX**: multiprogrammato, multiutente
- **UNIX/Linux**: multiprogrammato, multiutente

Evoluzione dei concetti nei SO



Rapidi richiami su alcuni concetti di base riguardo al funzionamento hardware di un sistema di elaborazione

Architettura di un sistema di elaborazione



Controller: interfaccia HW delle periferiche verso il bus di sistema

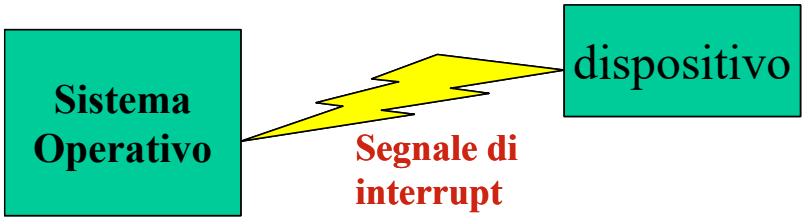
Hardware di un sistema di elaborazione

Funzionamento a interruzioni:

- le varie componenti (HW e SW) del sistema interagiscono con SO mediante **interruzioni asincrone (interrupt)**
- ogni interruzione è causata da un **evento,** ad es.:
  - **richiesta di servizi al SO**
  - **completamento di I/O**
  - **accesso non consentito alla memoria**
- ad ogni interruzione è associata una **routine di servizio (handler)** per la **gestione dell'evento**

Interruzioni hardware e software

- **Interruzioni hardware**: dispositivi inviano segnali per richiedere l'esecuzione di servizi di SO



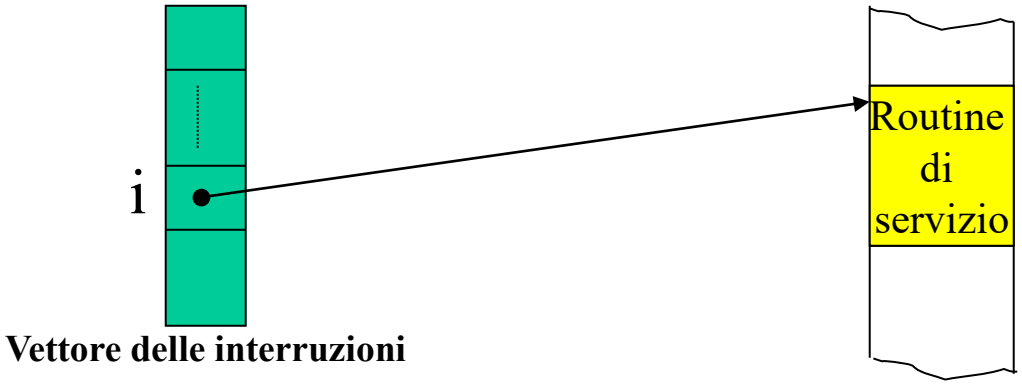
- **Interruzioni software**: **programmi in esecuzione** possono generare interruzioni SW
  - quando tentano l'esecuzione di **operazioni non lecite** (ad es. divisione per 0): **trap**
  - quando richiedono l'esecuzione di servizi al SO - **system call**

Gestione delle interruzioni

Alla ricezione di un'**interruzione**, il SO (lo vedremo in seguito nel dettaglio per il cambio di contesto):

1) interrompe la sua esecuzione → **salvataggio dello stato** in memoria (locazione fissa, stack di sistema, ...)
2) attiva la **routine di servizio all'interruzione** (handler)
3) **ripristina lo stato** salvato

Per individuare la routine di servizio, il SO può utilizzare un **vettore delle interruzioni**



Input/Output

Come avviene l'I/O in un sistema di elaborazione?

Controller:

- interfaccia HW delle periferiche verso il bus di sistema
- ogni controller è dotato di
  - **un buffer** (dove **memorizzare temporaneamente** le informazioni da **leggere** o **scrivere**)
  - alcuni **registri speciali**, ove **memorizzare le specifiche delle operazioni** di I/O da eseguire

Input/Output

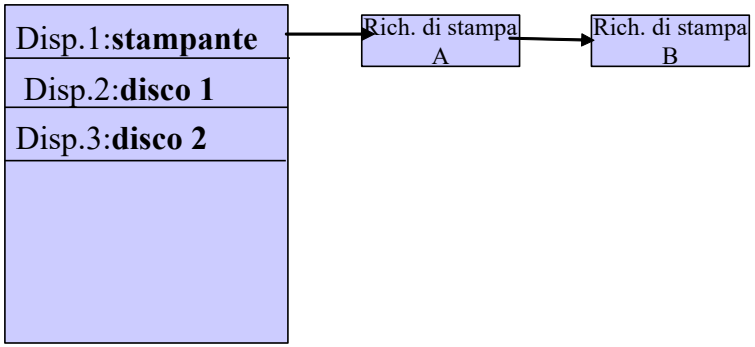
Quando un job richiede un'operazione di I/O (ad esempio, **lettura da un dispositivo**):

- CPU **scrive nei registri speciali** del dispositivo coinvolto le **specifiche dell'operazione** da eseguire
- controller esamina i registri e provvede a **trasferire i dati richiesti dal dispositivo al buffer**
- invio di **interrupt alla CPU** (completamento del trasferimento)
- CPU esegue l'operazione di I/O tramite la routine di servizio (**trasferimento dal buffer del controller alla memoria centrale**)

Input/Output

2 tipi di I/O

- **Sincrono**: il **job viene sospeso** in attesa del completamento dell'operazione di I/O
- **Asincrono**: il sistema restituisce **immediatamente il controllo al job**
  - se necessario, funzionalità di blocco in attesa di completamento dell'I/O
  - possibilità di più I/O **pendenti**



→ tabella di stato dei dispositivi

I/O asincrono = maggiore efficienza (e maggiore complessità)

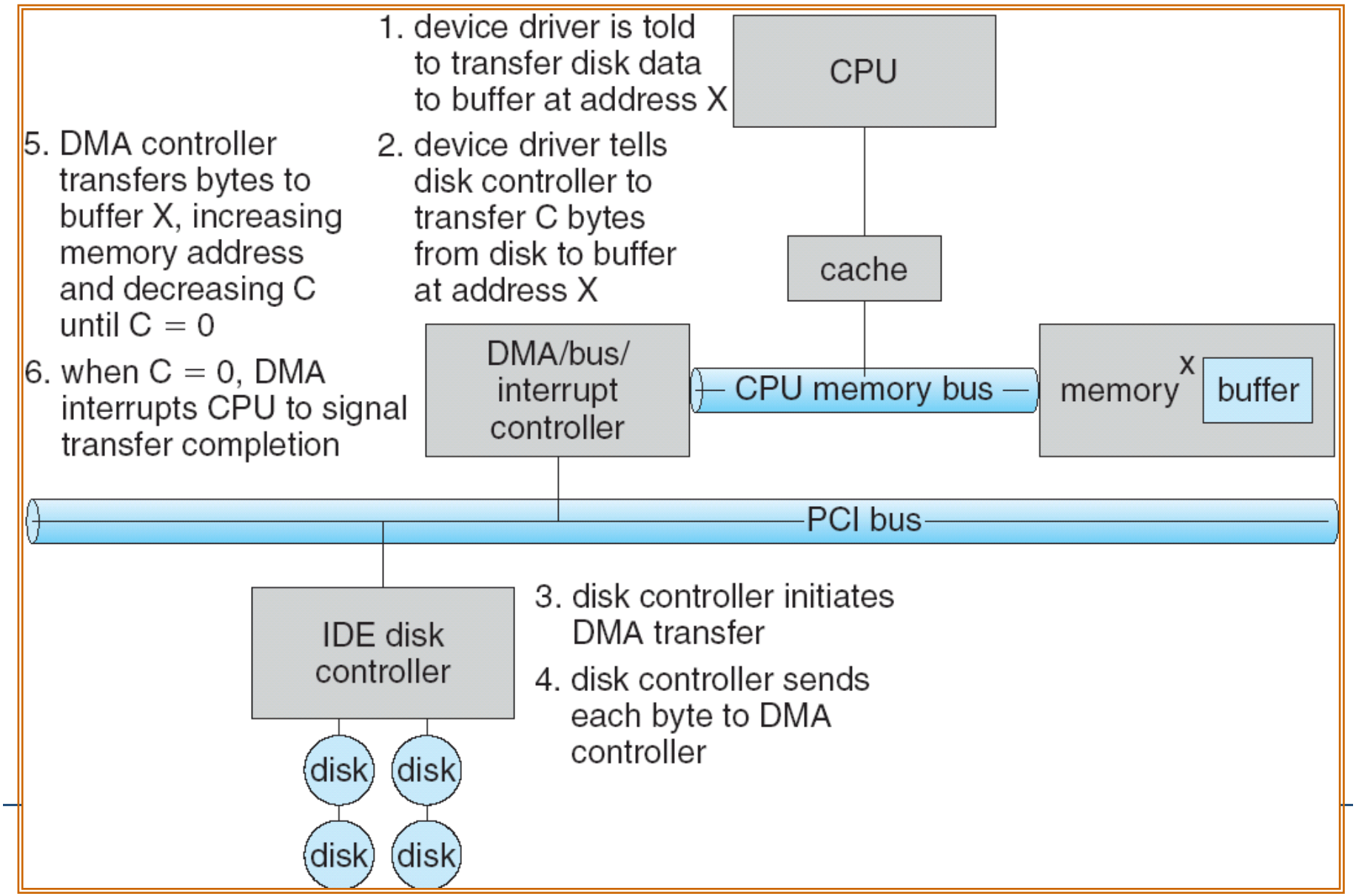
Direct Memory Access

Il trasferimento tra memoria e dispositivo viene effettuato direttamente, **senza intervento della CPU**

Introduzione di un dispositivo HW per controllare I/O: **DMA controller**

- **driver di dispositivo:** componente del SO che
  - **copia nei registri del DMA controller** i dati relativi al trasferimento da effettuare
  - **invia comando** richiesto **al DMA controller**
- **interrupt** alla CPU (inviato dal DMA controller) **solo alla fine** del trasferimento dispositivo → memoria, usualmente di grandi quantità di dati

Passi per effettuare DMA Transfer



Protezione HW degli accessi a risorse

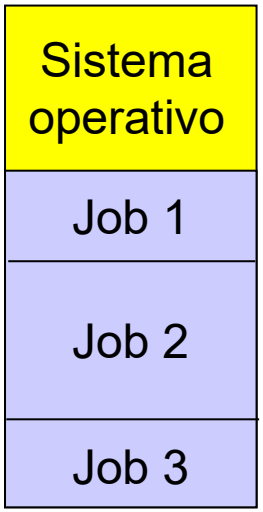
- Nei sistemi che prevedono multiprogrammazione e multiutenza sono necessari alcuni **meccanismi HW** (e non solo…) **per esercitare protezione**
- Le risorse allocate a programmi/utenti devono essere protette nei confronti di **accessi illeciti di altri programmi/utenti**:
  - ❑ dispositivi di I/O
  - ❑ memoria
  - ❑ CPU

  Ad esempio: accesso a **locazioni esterne allo spazio di indirizzamento del programma**

Protezione della memoria

In un sistema **multiprogrammato** o **time sharing,** ogni job ha un suo spazio di indirizzi:

- è necessario **impedire al programma in esecuzione di accedere ad aree di memoria esterne al proprio spazio** (ad esempio del SO oppure di altri job)



Se fosse consentito: un programma potrebbe modificare codice e dati di altri programmi o, ancor peggio, del SO

Protezione

Per garantire protezione, molte architetture di CPU prevedono un **duplice modo di funzionamento (dual mode):**

- **user** mode
- **kernel** mode (**supervisor**, **monitor** mode)

Realizzazione: l'architettura hardware della CPU prevede un **bit di modo**

- **kernel: 0**
- **user: 1**

Dual mode

Istruzioni privilegiate: sono quelle più pericolose e possono essere eseguite soltanto se il sistema si trova in **kernel mode**

- accesso a dispositivi di I/O (dischi, schede di rete, ...)
- gestione della memoria (accesso a strutture dati di sistema per controllo e accesso alla memoria, …)
- istruzione di **shutdown** (arresto del sistema)
- …

- **SO esegue in modo kernel**
- **Ogni programma utente esegue in user mode:**
  - quando un **programma utente tenta l'esecuzione di una istruzione privilegiata**, viene generato un **trap**
  - se necessita di **operazioni privilegiate:**

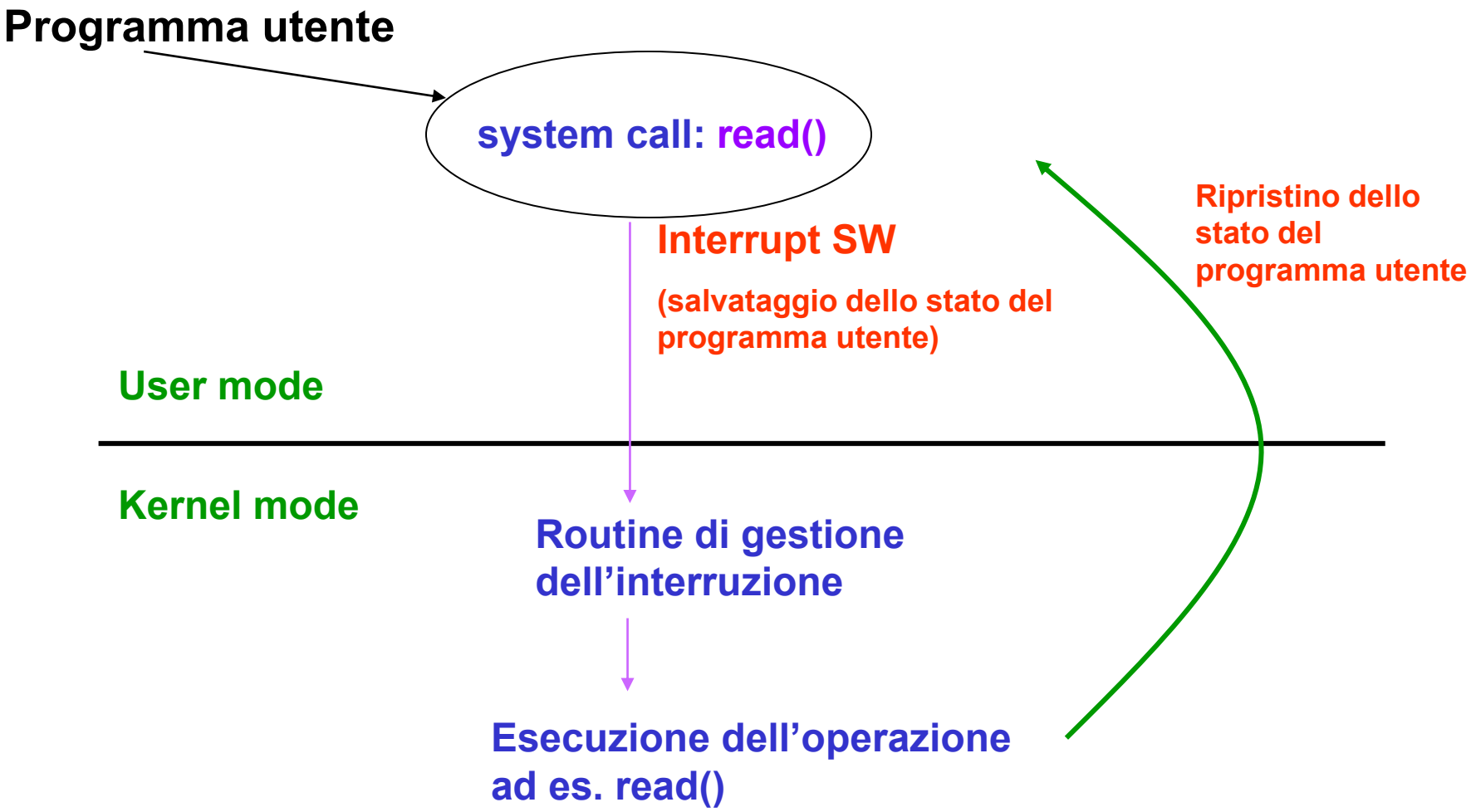
chiamata a **system call**

System call

Per ottenere l'esecuzione di **istruzioni privilegiate, un programma di utente deve chiamare una system call:**

- invio di **un'interruzione software** al SO
- **salvataggio dello stato** (PC, registri, bit di modo, ...) del programma chiamante e trasferimento del controllo al SO
- SO esegue in **modo kernel** l'operazione richiesta
- al termine dell'operazione, il controllo ritorna al programma chiamante (**ritorno al modo user**)

System call


Programma utente
system call: read()
Interrupt SW
(salvataggio dello stato del programma utente)
Ripristino dello stato del programma utente
User mode
Kernel mode
Routine di gestione dell'interruzione
Esecuzione dell'operazione ad es. read()

Introduzione all'Organizzazione dei Sistemi Operativi

Struttura dei SO

Quali sono i **componenti** di un SO?

- gestione dei **processi**
- gestione della **memoria centrale**
- gestione di **memoria secondaria** e **file system**
- gestione dell'**I/O**
- **protezione e sicurezza**
- interfaccia utente/programmatore

Processi

Processo = programma in esecuzione

- il **programma** è **un'entità passiva** (un insieme di byte contenente le istruzioni che dovranno essere eseguite)
- **il processo è un'entità attiva:**
  - è **l'unità di lavoro/esecuzione** all'interno del sistema. **Ogni attività all'interno del SO è rappresentata da un processo**
  - **è l'istanza di un programma in esecuzione**

Processo = programma +
contesto di esecuzione (PC, registri, …)

Gestione dei processi

In un sistema multiprogrammato: più processi possono essere **simultaneamente presenti** nel sistema

Compito cruciale del SO

- **creazione/terminazione** dei processi
- **sospensione/ripristino** dei processi
- **sincronizzazione/comunicazione** dei processi
- **gestione del blocco critico (deadlock)** di processi

Gestione della memoria centrale

HW di sistema di elaborazione è equipaggiato con **un unico spazio di memoria** accessibile direttamente da CPU e dispositivi

Compito cruciale del SO

- **separare gli spazi di indirizzi** associati ai processi
- **allocare/deallocare memoria** ai processi
- **memoria virtuale -** gestire **spazi logici di indirizzi** di dimensioni complessivamente **superiori allo spazio fisico**
- realizzare i collegamenti (**binding**) tra **memoria logica e memoria fisica**

Gestione dei dispositivi di I/O

Gestione dell'I/O rappresenta una parte importante di SO:

- **interfaccia** tra programmi e dispositivi
- per ogni dispositivo: **device driver**
  - **routine per l'interazione con un particolare dispositivo**
  - contiene **conoscenza specifica** sul dispositivo (ad es., routine di gestione delle interruzioni)

Gestione della memoria secondaria

Tra tutti i dispositivi, la **memoria secondaria** riveste un ruolo particolarmente importante**:**

- **allocazione/deallocazione** di spazio
- gestione dello **spazio libero**
- **scheduling** delle operazioni sul disco

Di solito:

- la **gestione dei file** usa i meccanismi di gestione della memoria secondaria
- la **gestione della memoria secondaria** è indipendente dalla gestione dei file

Gestione del file system

Ogni sistema di elaborazione dispone di uno o più dispositivi per la memorizzazione persistente delle informazioni (**memoria secondaria**)

Compito del SO

Fornire una **visione logica uniforme della memoria secondaria** (indipendente dal tipo e dal numero dei dispositivi):

- realizzare il **concetto astratto di file**, come unità di memorizzazione logica
- fornire una struttura astratta per **l'organizzazione** dei file (**direttorio**)

Gestione del file system

Inoltre, il SO si deve occupare di:

- creazione/cancellazione di file e direttori
- manipolazione di file/direttori
- associazione tra file e dispositivi di memorizzazione secondaria

Spesso file, direttori e dispositivi di I/O vengono **presentati** a utenti/programmi **in modo uniforme**

Protezione e sicurezza

In un sistema multiprogrammato, più entità (processi o utenti) possono utilizzare le risorse del sistema contemporaneamente: **necessità di protezione**

Protezione: controllo dell'accesso alle risorse del sistema da parte di processi (e utenti) mediante

- **autorizzazioni**
- **modalità di accesso**

Risorse da proteggere:

- ❑ memoria
- ❑ processi
- ❑ file
- ❑ dispositivi

Protezione e sicurezza

Sicurezza:

se il sistema appartiene a una rete, la **sicurezza misura l'affidabilità del sistema nei confronti di accessi (attacchi) dal mondo esterno**

Non ce ne occuperemo all'interno di questo corso…

Interfaccia utente

SO presenta un'interfaccia che consente l'interazione con l'utente

- **interprete comandi** (**shell**): l'interazione avviene mediante una linea di comando
- **interfaccia grafica** (graphical user interface, **GUI**): l'interazione avviene mediante **interazione** mouse/touch con elementi grafici su desktop, di solito organizzata a finestre

Interfaccia programmatore

L'interfaccia del SO verso i processi è rappresentato dalle **system call**:

- mediante la system call il **processo richiede a SO** l'esecuzione di un servizio
- la system call esegue **istruzioni privilegiate**: passaggio da modo **user** a modo **kernel**

Classi di system call:

- gestione dei processi
- gestione di file e di dispositivi (spesso trattati in modo omogeneo)
- gestione informazioni di sistema
- comunicazione/sincronizzazione tra processi

Programma di sistema = programma che chiama system call

Struttura e organizzazione di SO

Sistema operativo = insieme di componenti

- **gestione dei processi**
- **gestione della memoria centrale**
- **gestione dei file**
- **gestione dell'I/O**
- **gestione della memoria secondaria**
- **protezione e sicurezza**
- **interfaccia utente/programmatore**

I componenti non sono indipendenti tra loro, ma interagiscono

Struttura e organizzazione di SO

Visto che le varie componenti di un SO sono interagenti, come sono organizzate nella struttura di un SO?

Vari approcci

- **struttura monolitica**
- **struttura modulare: stratificazione**
- **microkernel**

Struttura monolitica

SO è costituito da un **unico modulo** contenente un **insieme di procedure**, che realizzano le varie componenti:

l'interazione tra le componenti avviene mediante il meccanismo di chiamata a procedura

Ad esempio:

- MS-DOS
- prime versioni di UNIX

SO monolitici

Principale vantaggio: basso costo di interazione tra le componenti → efficienza

Svantaggio: SO è un sistema complesso e presenta gli stessi requisiti delle applicazioni **in-the-large**

- ❑ estendibilità
- ❑ manutenibilità
- ❑ riutilizzo
- ❑ portabilità
- ❑ affidabilità
- ❑ ...

Soluzione: organizzazione **modulare**

Struttura modulare

Le varie componenti del SO vengono organizzate in **moduli caratterizzati da interfacce ben definite**

Sistemi stratificati (a livelli)

(THE, Dijkstra1968)

SO è costituito da **livelli sovrapposti**, ognuno dei quali realizza un insieme di funzionalità:

- ogni livello realizza un insieme di funzionalità che vengono **offerte al livello superiore** mediante un'interfaccia
- ogni livello **utilizza le funzionalità offerte dal livello sottostante**, per realizzare altre funzionalità

Struttura a livelli

Ad esempio: **THE (5 livelli)**

livello 5: programmi di utente
livello 4: buffering dei dispositivi di I/O
livello 3: driver della console
livello 2: gestione della memoria
livello 1: scheduling CPU
livello 0: hardware

Struttura a livelli

Vantaggi

- **Astrazione**: ogni livello è un oggetto astratto, che fornisce ai livelli superiori una visione astratta del sistema (**macchina virtuale**), limitata alle astrazioni presentate nell'interfaccia
- **Modularità**: relazioni tra livelli sono chiaramente esplicitate dalle interfacce → possibilità di sviluppo, verifica, modifica **in modo indipendente** dagli altri livelli

Svantaggi

- **organizzazione gerarchica** tra i componenti: non sempre è possibile → difficoltà di realizzazione
- **scarsa efficienza** (costo di attraversamento dei livelli)

Soluzione: limitare il numero dei livelli

Nucleo (kernel) di SO

È la parte di SO che esegue **in modo privilegiato** (modo **kernel**)

- È la parte **più interna** di SO che si interfaccia direttamente con l'hardware della macchina
- Le funzioni realizzate all'interno del nucleo variano a seconda del particolare SO

Nucleo (kernel) di SO

Per un sistema multiprogrammato a divisione di tempo, il nucleo deve, almeno:

- gestire il **salvataggio/ripristino dei contesti (context-switching)**
- realizzare lo **scheduling della CPU**
- gestire le **interruzioni**
- realizzare il meccanismo di **chiamata a system call**

SO a microkernel

La struttura del nucleo è ridotta a **poche funzionalità di base**:

- gestione CPU
- gestione memoria
- gestione meccanismi di comunicazione I/O

il resto del SO è mappato su **processi di utente**

Caratteristiche:

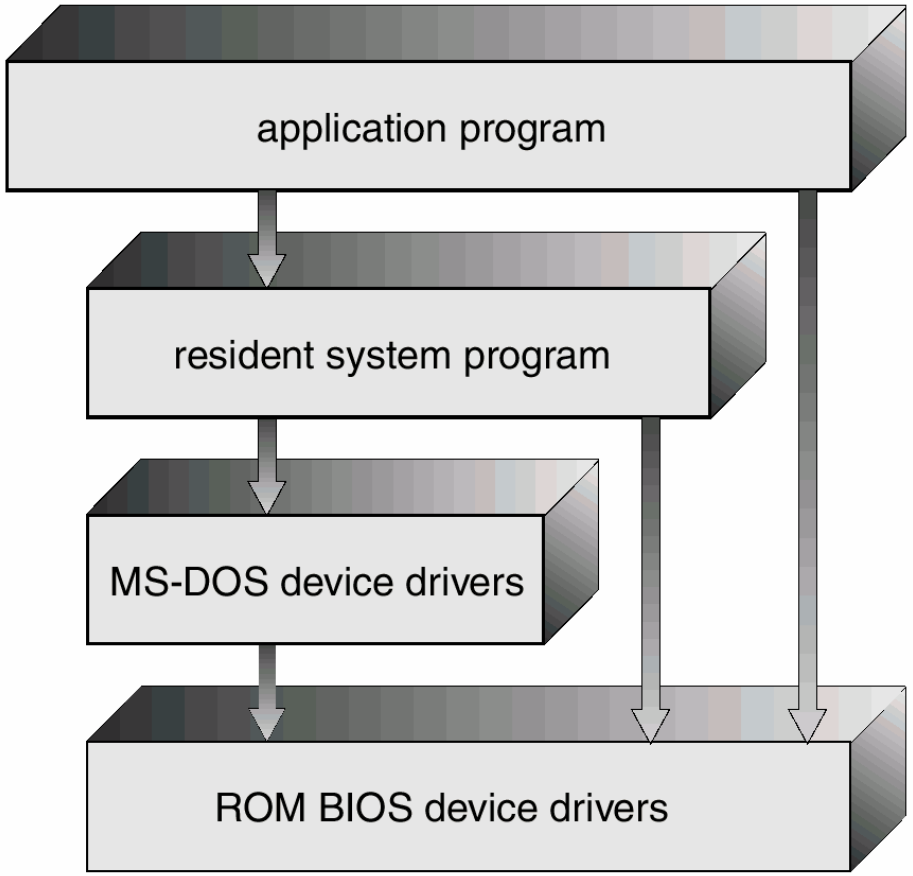
- **affidabilità** (separazione tra componenti)
- possibilità di **estensioni** e personalizzazioni
- **scarsa efficienza** (molte chiamate a system call)

Esempi: Mach, L4, Hurd, primi MS Windows

Una piccola panoramica: organizzazione di MS-DOS

MS-DOS, progettato per avere **minimo footprint**

- **non diviso in moduli**
- sebbene abbia una qualche struttura, **interfacce e livelli di funzionalità non sono ben separati**



Una piccola panoramica: organizzazione di UNIX

UNIX: dati i limiti delle risorse hw del tempo, originariamente UNIX sceglie di avere una **strutturazione limitata**

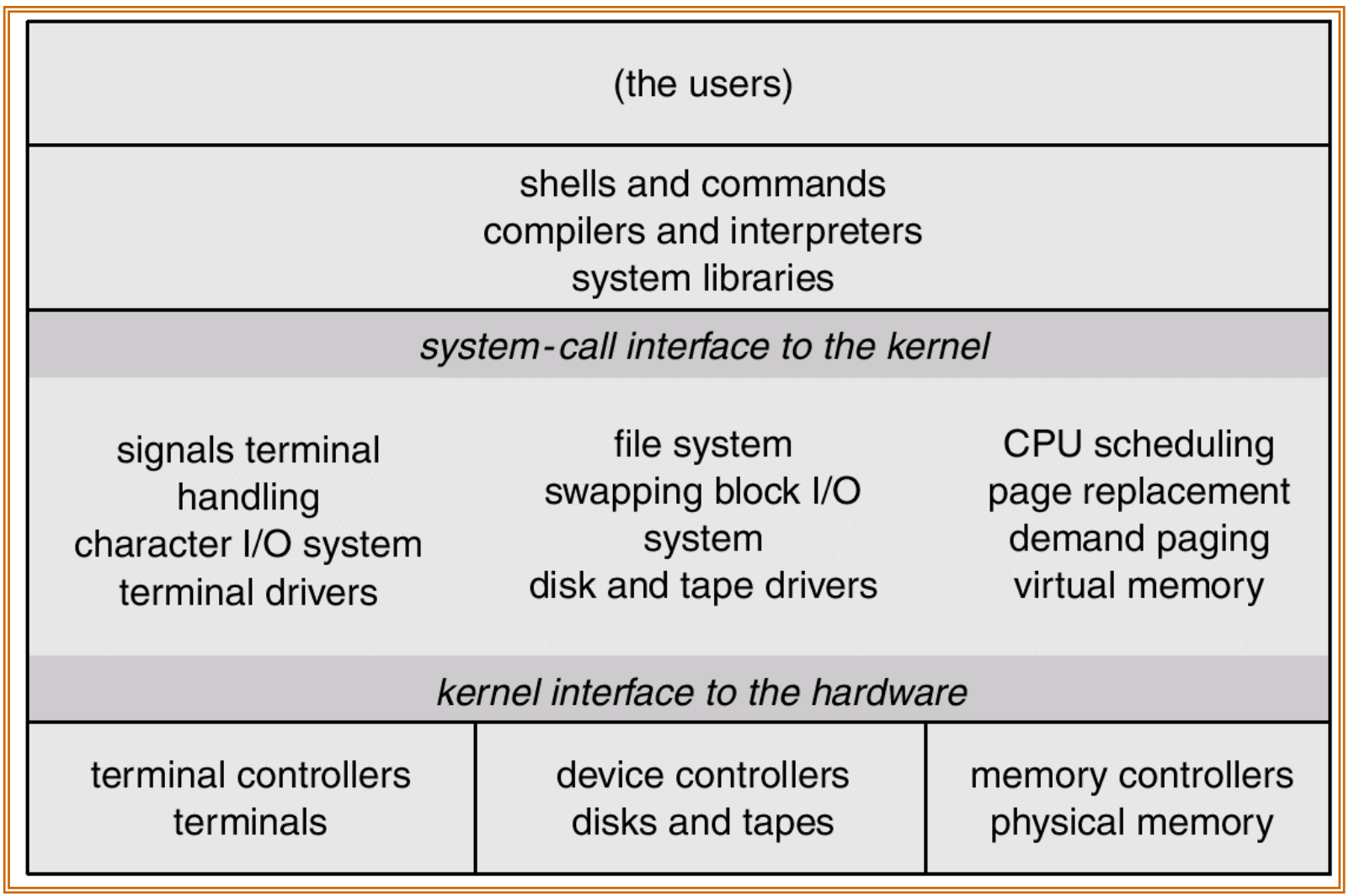
Consiste di due parti separabili:

- **programmi di sistema**
- **kernel**
  - costituito da tutto ciò che è sotto l'interfaccia delle system-call e sopra l'hw fisico
  - fornisce funzionalità di file system, CPU scheduling, gestione memoria, …
  - **molte funzionalità tutte allo stesso livello!**

Organizzazione di UNIX

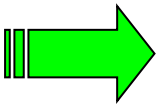
programmi utente e di sistema

kernel



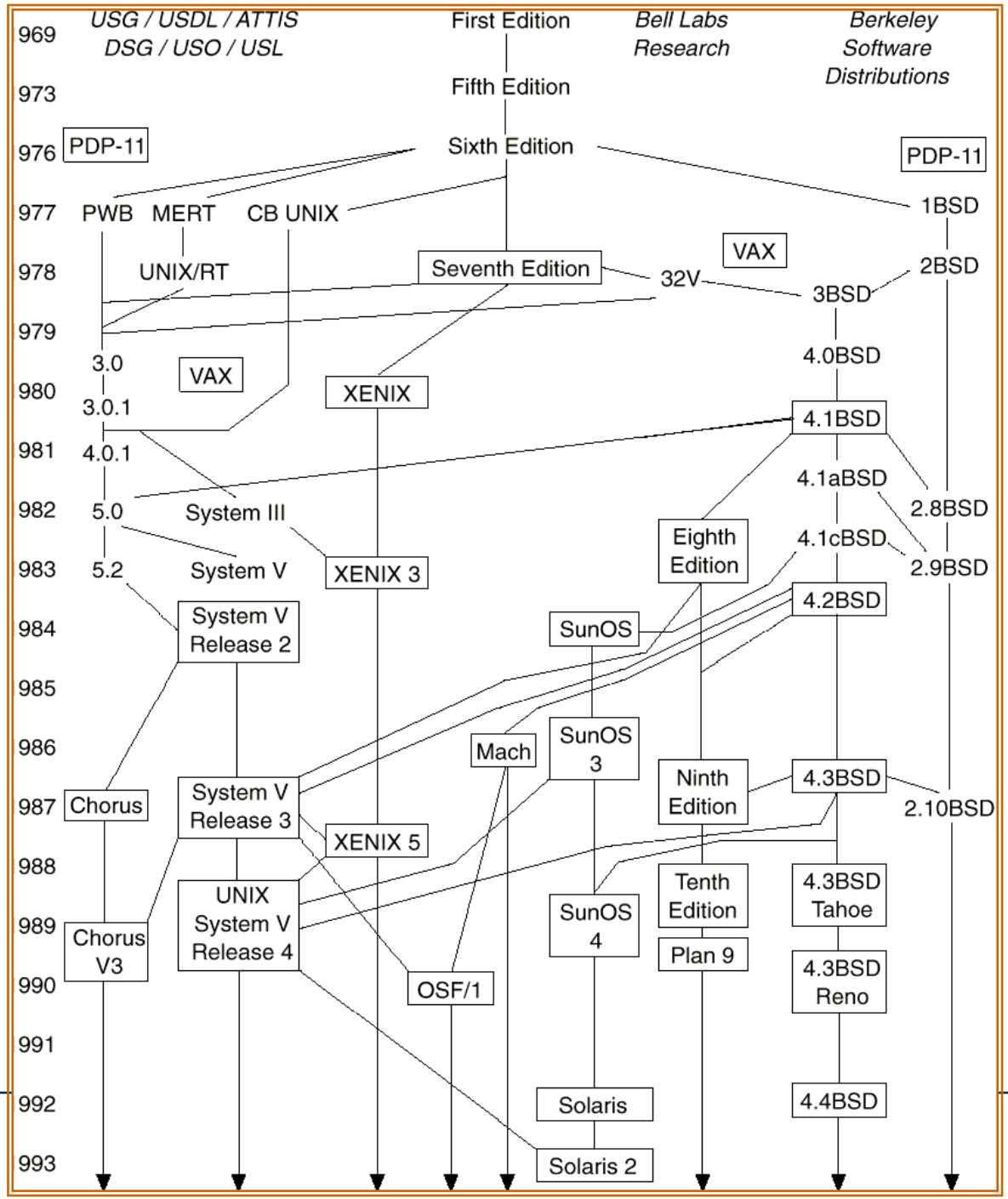
UNIX: qualche cenno storico

- Thompson e Ritchie, Bell Laboratories (1969). Raccolti diversi spunti dalle caratteristiche di altri SO contemporanei, specie **MULTICS**
- Terza versione del sistema **scritta in C**, **specificamente sviluppato** ai Bell Labs per supportare e implementare UNIX
- Gruppo di sviluppo UNIX più influente (escludendo Bell Labs e AT&T) - University of California at Berkeley (**Berkeley Software Distributions**):
  - **4.0BSD UNIX** fu il risultato di finanziamento DARPA per lo sviluppo di una **versione standard** di UNIX
  - **4.3BSD UNIX**, sviluppato per VAX, influenzò molti dei SO successivi
- Numerosi progetti di **standardizzazione** per giungere a interfaccia di programmazione uniforme



POSIX

IEEE standard: Portable Operating System Interface (POSIX)


969
973
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
USG / USDL / ATTIS
DSG / USO / USL
Bell Labs
Research
Berkeley
Software
Distributions
First Edition
Fifth Edition
Sixth Edition
PDP-11
PDP-11
PWB
MERT
CB UNIX
1BSD
UNIX/RT
Seventh Edition
VAX
32V
2BSD
3BSD
3.0
VAX
4.0BSD
XENIX
3.0.1
4.1BSD
4.0.1
4.1aBSD
5.0
System III
2.8BSD
Eighth
Edition
4.1cBSD
5.2
System V
XENIX 3
2.9BSD
4.2BSD
System V
Release 2
SunOS
SunOS
3
Mach
Chorus
System V
Release 3
Ninth
Edition
4.3BSD
2.10BSD
XENIX 5
Tenth
Edition
4.3BSD
Tahoe
UNIX
System V
Release 4
SunOS
4
Chorus
V3
Plan 9
4.3BSD
Reno
OSF/1
Solaris
4.4BSD
Solaris 2

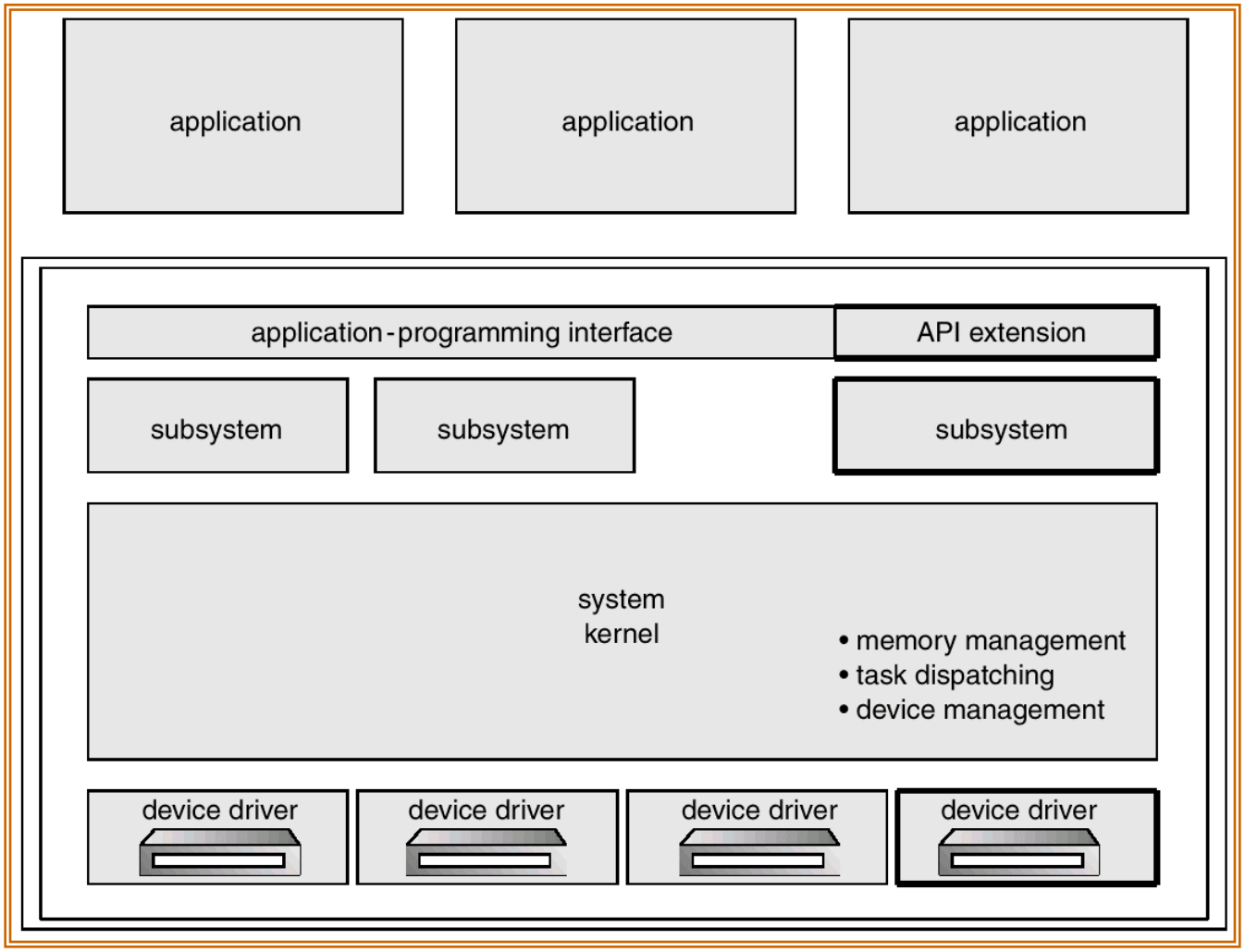
UNIX: principi di progettazione e vantaggi

- Progetto **snello, pulito e modulare**
- Scritto in **linguaggio di alto livello** (linguaggio C)
- Disponibilità codice sorgente
- **Potenti primitive di SO** su una piattaforma a **basso prezzo**

- ❑ Progettato per essere **time-sharing**
- ❑ **User interface semplice (shell),** anche sostituibile
- ❑ File system con **direttori organizzati ad albero**
- ❑ **Concetto unificante di file**, come **sequenza non strutturata** di byte
- ❑ Supporto semplice a **processi multipli e concorrenza**
- ❑ Supporto ampio allo **sviluppo di programmi** applicativi e/o di **sistema**

Materiale Aggiuntivo

Una piccola panoramica: organizzazione di OS/2



Buona strutturazione ***a livelli e modulare***

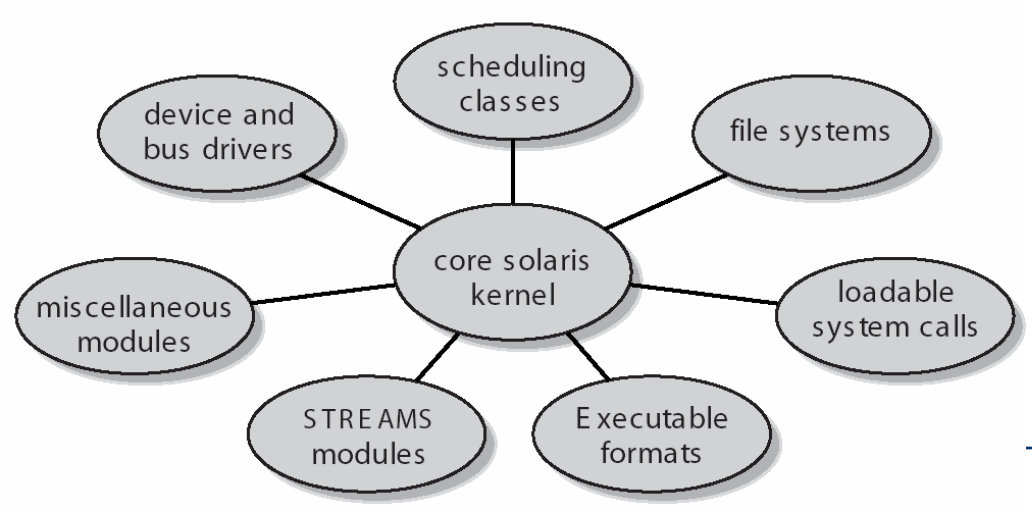
Materiale Aggiuntivo

Modularità

La maggior parte dei moderni SO implementano il **kernel in maniera modulare**

- ogni modulo core è **separato**
- ogni modulo interagisce con gli altri tramite **interfacce note**
- ogni modulo può essere **caricato nel kernel quando** e ove **necessario**
- possono usare tecniche object-oriented

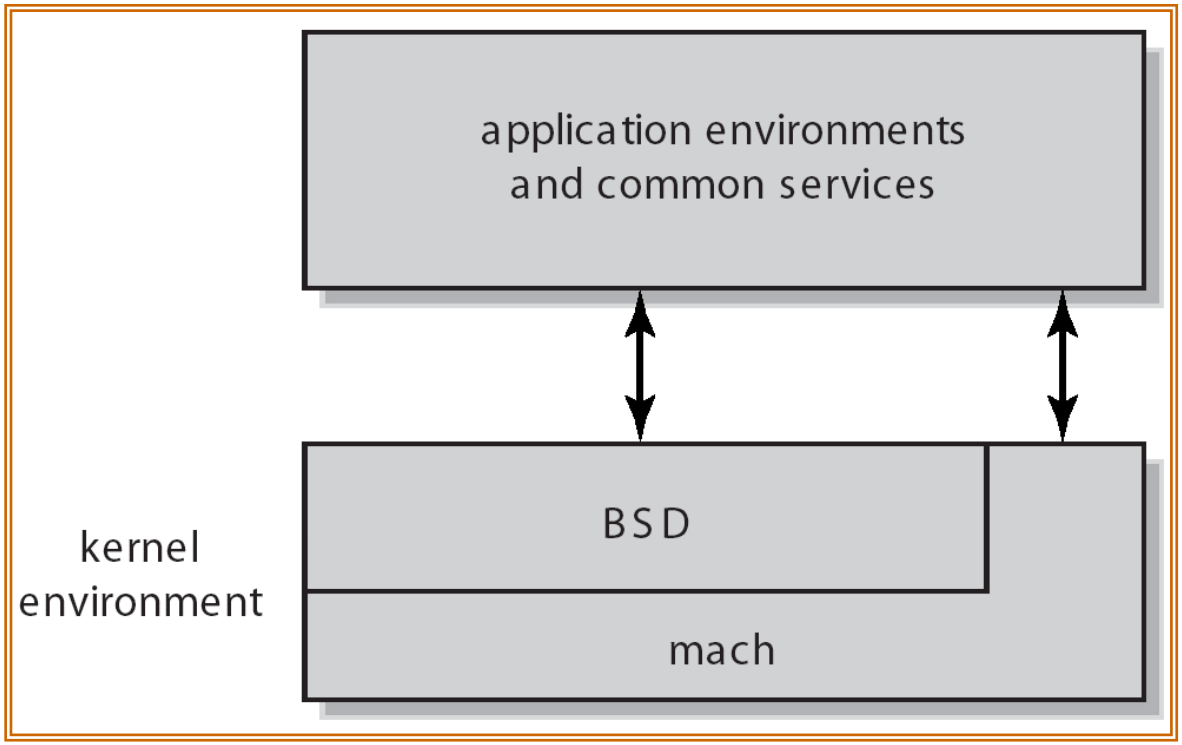
Strutturazione simile ai livelli, ma con **maggiore flessibilità**



Esempio di SO Solaris di SUN

Materiale Aggiuntivo

Una piccola panoramica: organizzazione di MacOS X



Esempio di organizzazione a ***micro-kernel***

Alta modularità

Materiale Aggiuntivo

Una piccola panoramica: MSWinXP

Rapida storia delle versioni: anche se il nome è cambiato, internamente SO viene identificato da un numero di build

Build#	Versione	Data
297	PDC developer release	Luglio 1992
511	NT 3.1	Luglio 1993
807	NT 3.5	Sett 1994
1057	NT 3.51	Maggio 1995
1381	NT 4.0	Luglio 1996
2195	Windows 2000 (NT 5.0)	Dic 1999
2600	Windows XP (NT 5.1)	Ago 2001
3790	Windows Server 2003 (NT 5.2)	Mar 2003
4051	Longhorn PDC Developer Preview	Ott 2003
6000	Windows Vista	Nov 2006

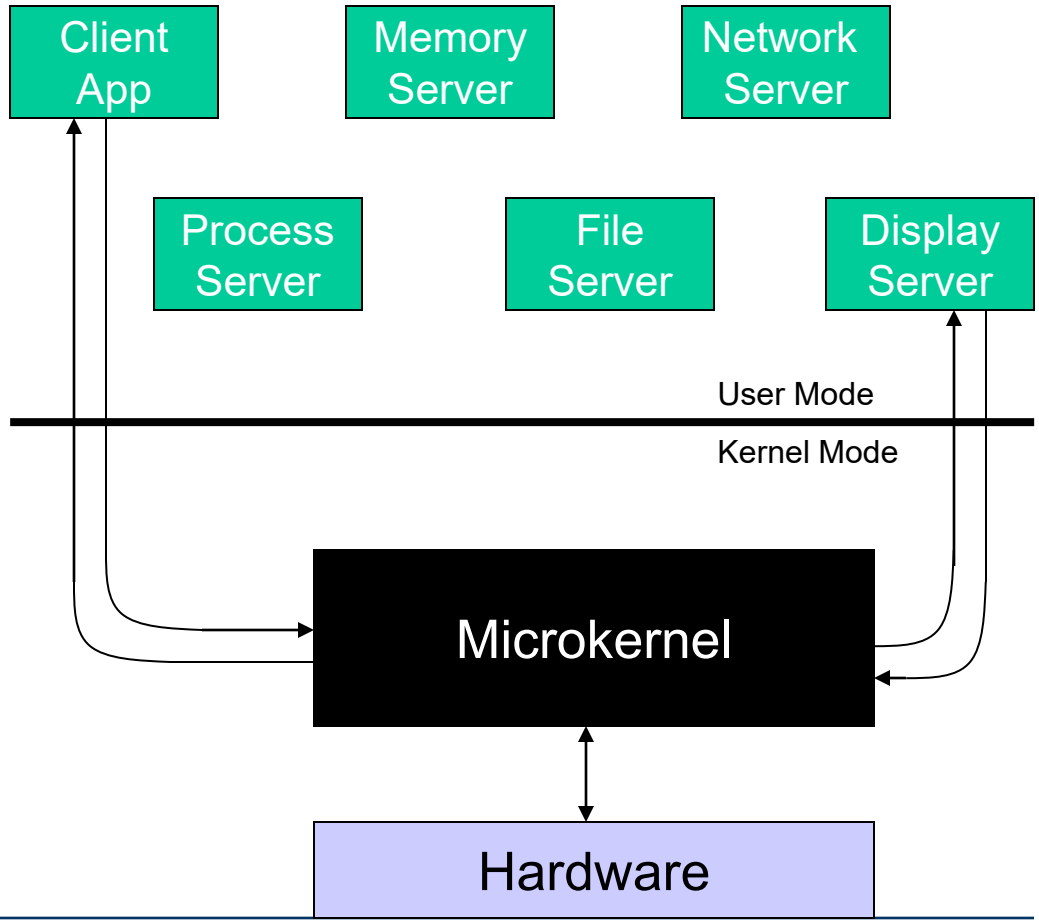
Materiale Aggiuntivo

MSWinXP: SO Microkernel

Kernel implementa:

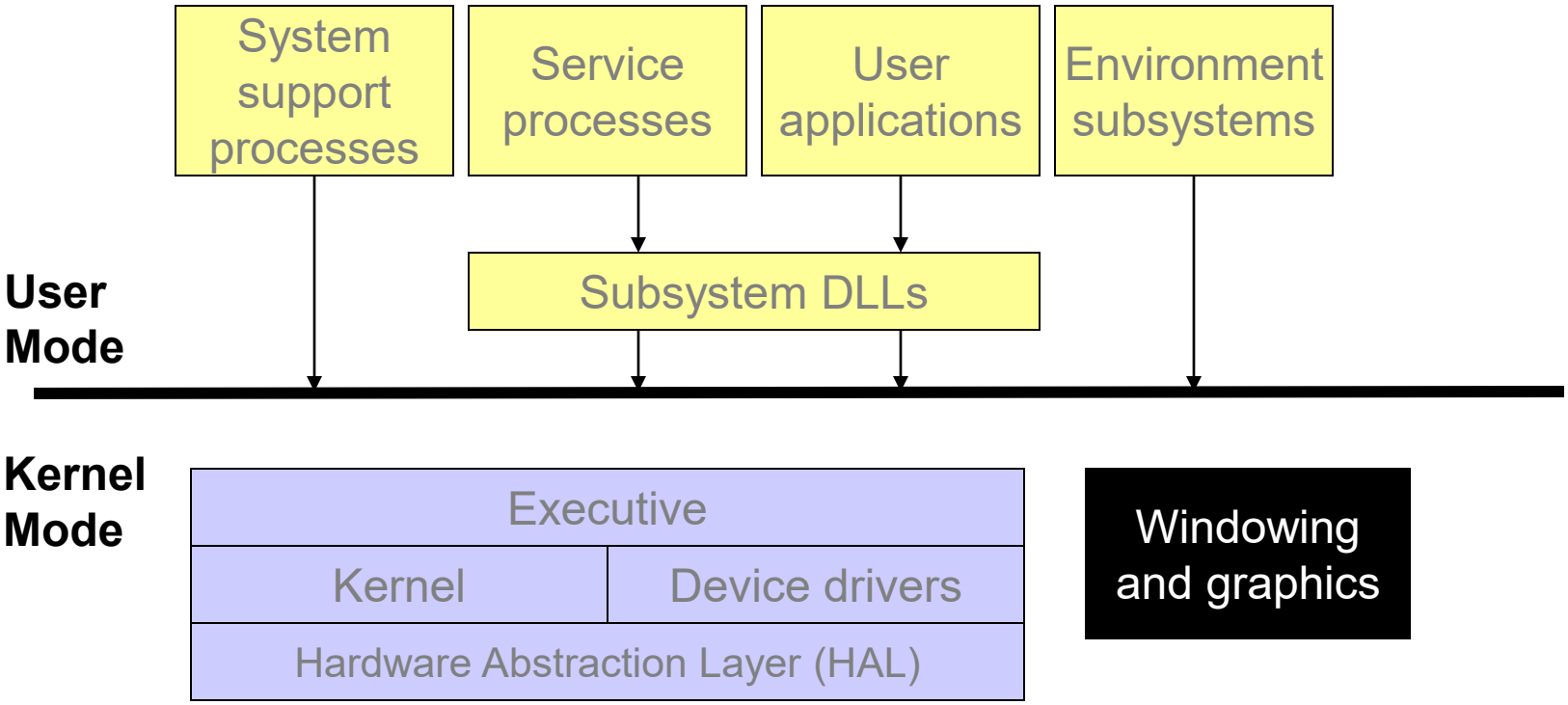
- Scheduler
- Gestore della memoria
- Interprocess communication (IPC)

Server in user-mode



Materiale Aggiuntivo

Architettura di WinXP: vista semplificata



Materiale Aggiuntivo

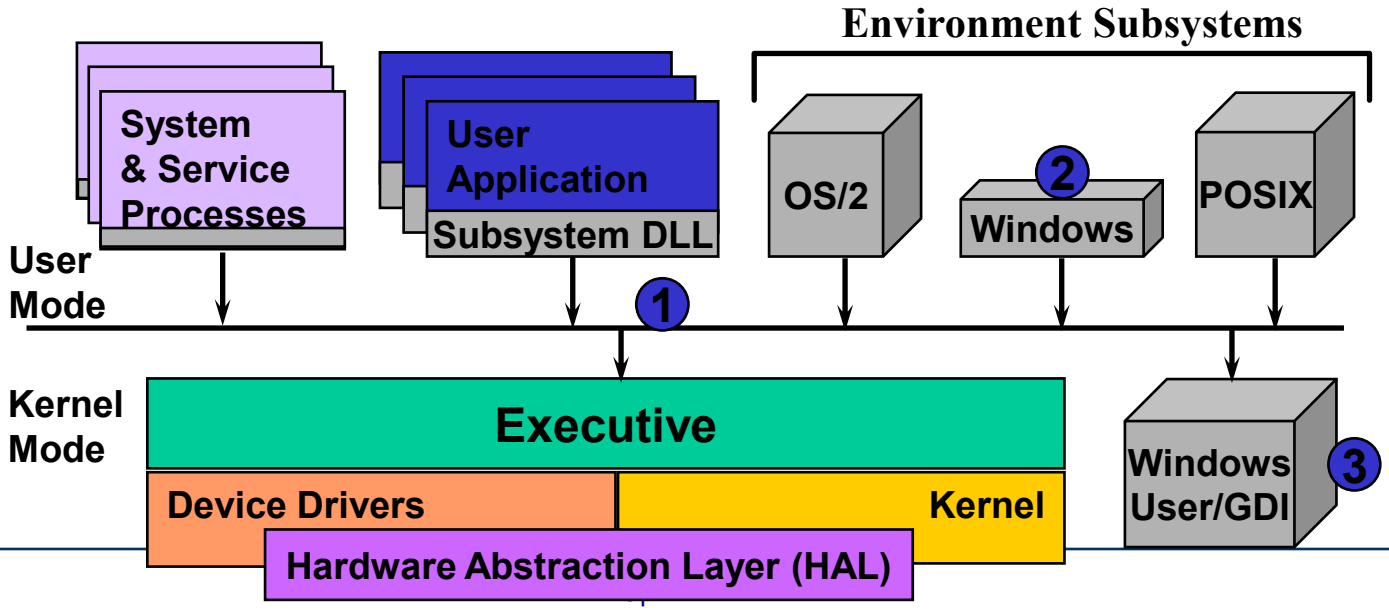
Cenni di architettura WinXP

- Progettato per avere **più "personalità"**
  - Applicazioni utente non chiamano servizi di sistema direttam.
- **DLL di sottosistema** per tradurre una funzione nella corrispondente chiamata di sistema interna
- Processi di **Sottosistema (Environment Subsystem)**
  - Espongono una serie di funzionalità sottostanti alle applic.
  - Possono fare cose diverse nei diversi sottosistemi (e.g., POSIX fork)
- Originariamente tre sottosistemi: Windows, POSIX e OS/2
  - Windows 2000 include solo sottosistemi Windows e POSIX
  - Windows XP/Vista include solo il sottosistema Windows
    - "Services for Unix" offrono un sottosistema POSIX
    - Inclusi in Windows Server 2003 R2

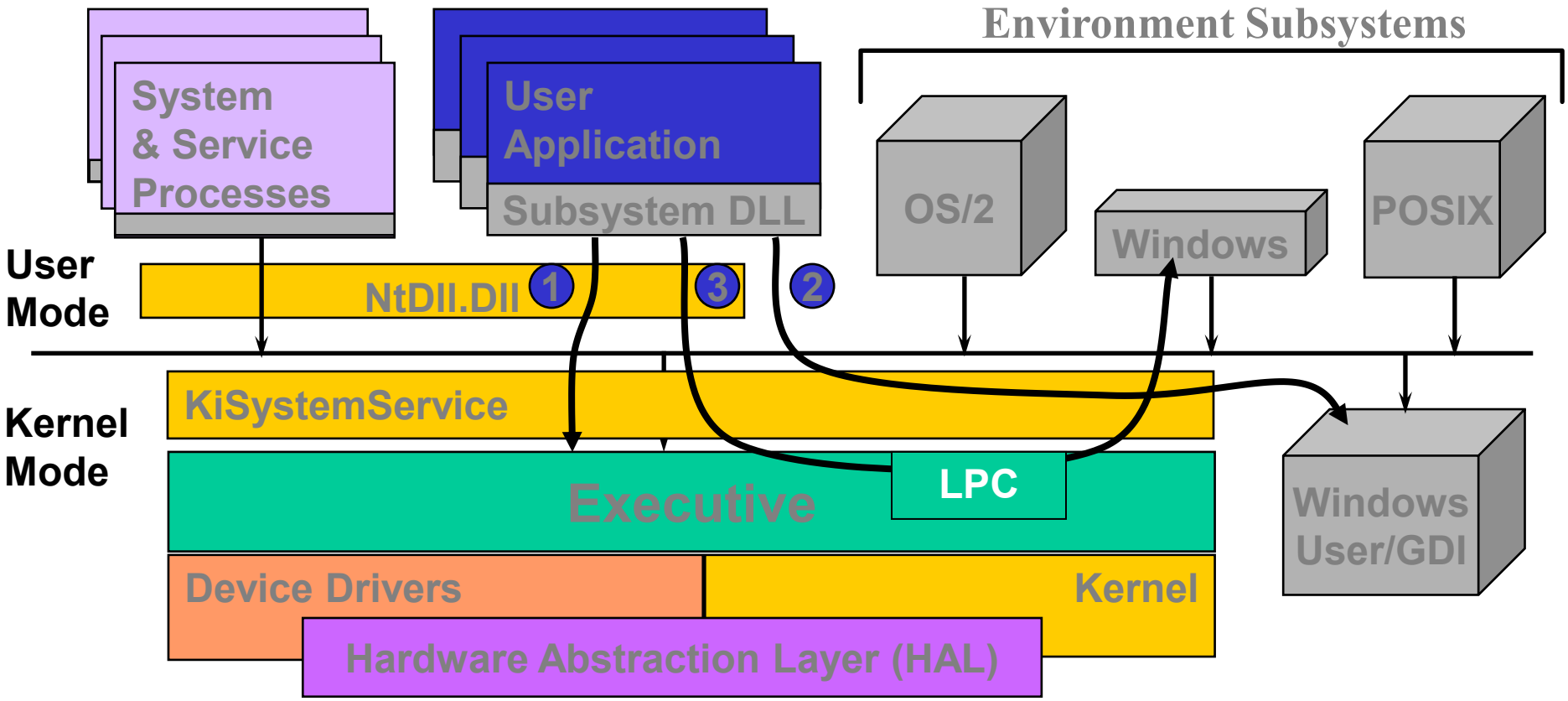
Materiale Aggiuntivo

Componenti di sottosistema

1. DLL per le API
   - per Windows: Kernel32.DLL, Gdi32.DLL, User32.DLL, etc.
2. Processi di sottosistema
   - per Windows: CSRSS.EXE (Client Server Runtime SubSystem)
3. Solo per Windows: kernel-mode GDI code
   - Win32K.SYS - (il codice era originariamente parte di CSRSS)



Comunicazione applicazioni con SO



1. La maggior parte delle Windows Kernel API
2. La maggior parte delle Windows User e GDI API
3. Alcune Windows API

Materiale Aggiuntivo

File importanti

Componenti core:

- NTOSKRNL.EXE — Executive e kernel
- HAL.DLL — Hardware abstraction layer
- NTDLL.DLL — funzioni interne di supporto e stub verso funzioni dell'executive

Processi di sistema Core:

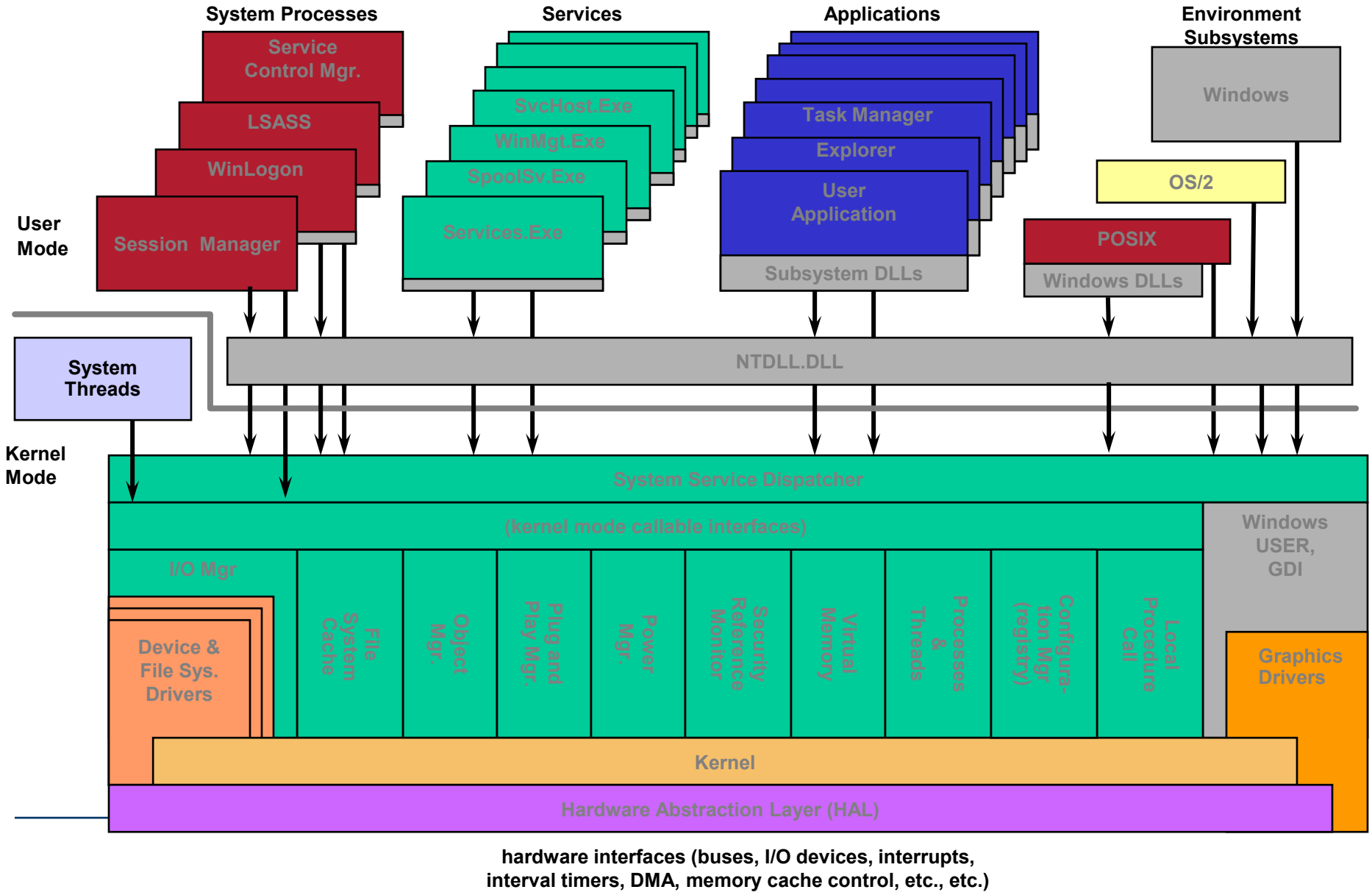
- SMSS.EXE — Session manager
- WINLOGON.EXE — processo di Logon
- SERVICES.EXE — processo per gestione dei Servizi
- LSASS.EXE — Local Security Authority Subsystem
- WININIT.EXE (in Vista) — processo per start-up applicazioni
- LSM.EXE (in Vista) — Local Session Manager

Sottosistema Windows:

- CSRSS.EXE — Windows subsystem
- WIN32K.SYS — Componenti kernel-mode di USER e GDI
- KERNEL32/USER32/GDI32.DLL — DLL del sottosistema Windows

WinXP: architettura complessiva

Materiale Aggiuntivo



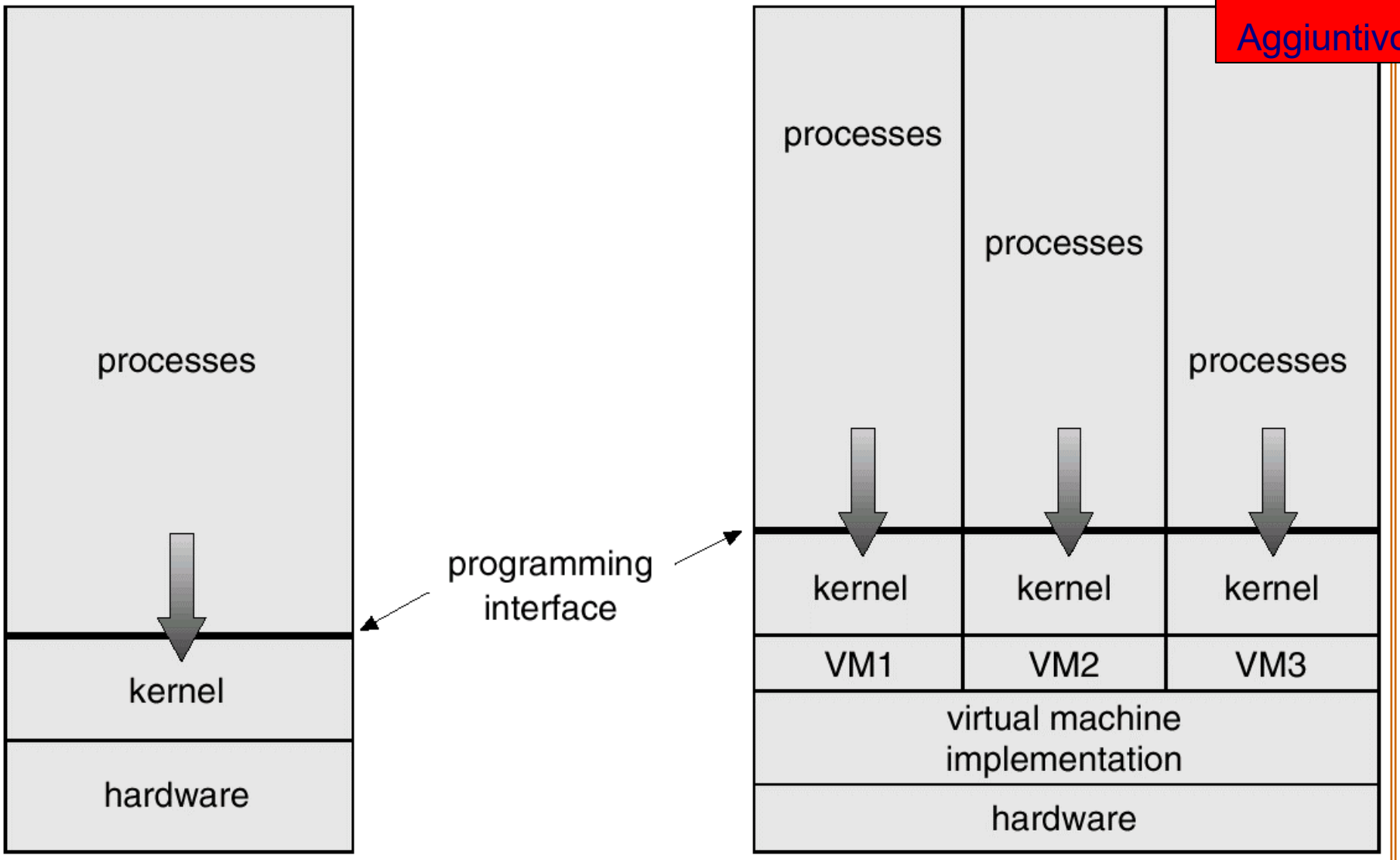
Una panoramica: le macchine virtuali

Macchine virtuali *(VMware, VirtualBox, KVM, Xen…)* sono la logica evoluzione dell'approccio a livelli. Virtualizzano ***sia hardware che kernel del SO***

- Creano l'illusione di ***processi multipli***, ciascuno in esecuzione sul suo ***processore privato*** e con la propria ***memoria virtuale privata***, messa a disposizione ***dal proprio kernel SO, che può essere diverso per processi diversi***

- Ovviamente le ***risorse fisiche sono condivise*** fra le macchine virtuali:
  - ***CPU scheduling*** deve creare l'apparenza di processore privato
  - ***Spooling e file system*** devono fornire l'illusione di dispositivi di I/O virtuali privati

Materiale Aggiuntivo



Non-virtual Machine

Virtual Machine

Vantaggi/svantaggi delle macchine virtuali

Materiale Aggiuntivo

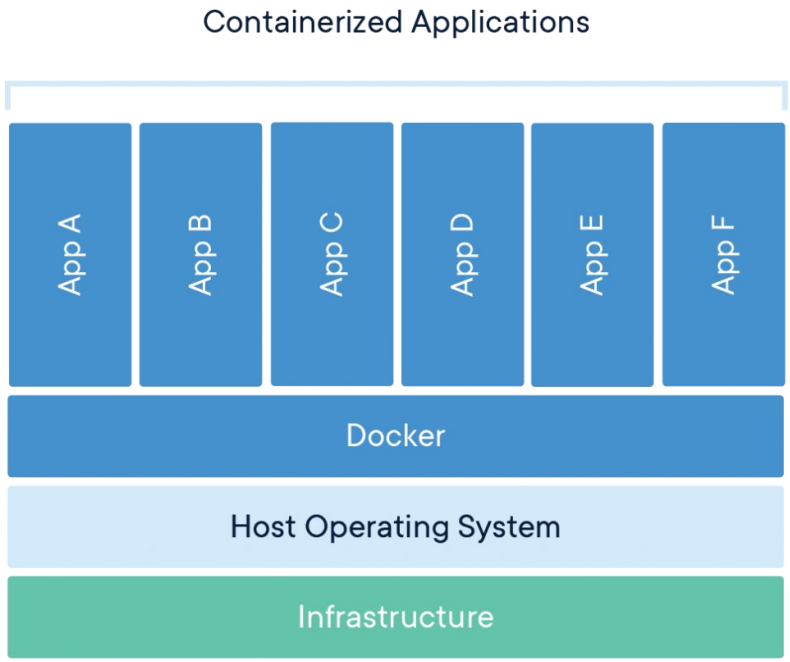
- Il concetto di macchina virtuale permette la ***protezione completa*** delle risorse di sistema dato che ogni VM è ***isolata*** dalle altre. Tuttavia, ***questo isolamento non permette la condivisione diretta di risorse***
- Inizialmente sistema basato su VM utilizzato per fare ***ricerca, sviluppo e rapida prototipazione di SO e di applicazioni multi-piattaforma***. Infatti, lo sviluppo può essere fatto su una VM isolata ***senza interferire con la normale operatività delle altre VM*** nel sistema
- Storicamente, macchina virtuale ***difficile da implementare*** (e ***problemi di efficienza***) dato lo sforzo di fornire un esatto duplicato della macchina sottostante

Oltre le macchine virtuali: Container

Materiale Aggiuntivo

- Attualmente **gestione molto efficiente delle virtual machine**, con accesso (quasi) diretto alle risorse hardware sottostanti

- Ulteriore evoluzione: **Container**, ad esempio Docker
  - virtualizzare solo ciò che serve, non l'intero sistema operativo



https://www.docker.com/resources/what-container