

# Fonaments dels Sistemes Operatius (FSO)

Departament d'Informàtica de Sistemes i Computadors (DISCA)  
*Universitat Politècnica de València*

Bloc Temàtic 1: Introducció

Unitat Temàtica 1

Concepte de Sistema Operatiu

f SO

DISCA



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

## Objectius

- Presentar el **concepte de Sistema Operatiu**
- Descriure les **funcions** que ha de dur a terme qualsevol **sistema operatiu** actual
- Comprendre les característiques pròpies dels sistemes que han anat incorporant-se durant la seua evolució per a entendre els serveis que ha de proporcionar

## Bibliografia

- A. Silberschatz, P. B. Galvin. “Sistemas Operativos”. 7<sup>a</sup> ed. Capítulos. 1 y 2
- Wikipedia i altres fonts d’Internet.
- A Brief History of Computing - Operating Systems  
<https://trillian.randomstuff.org.uk/~stephen/history/timeline-OS.html>
- Timeline: 40 years of OS milestones  
<http://www.computerworld.com/article/2531905/operating-systems/timeline--40-years-of-os-milestones.html>

- **Concepte de sistema operatiu**
- Estructura del sistema operatiu
- Utilització de la CPU
- Evolució dels sistemes operatius

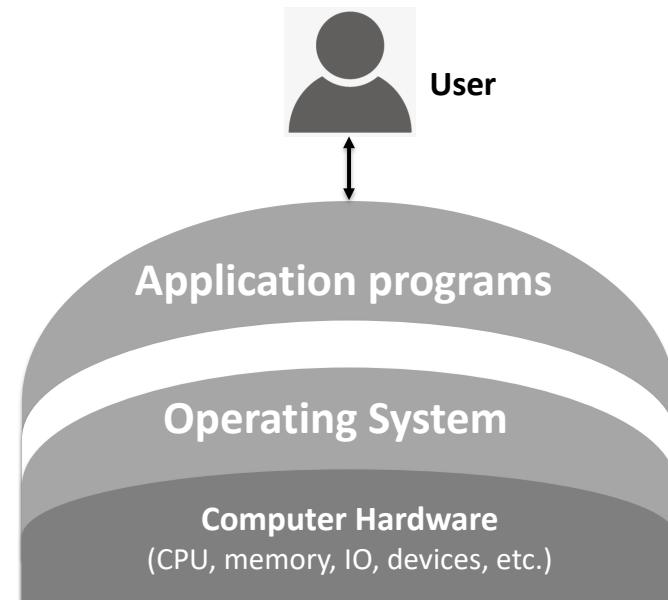
## Nomenclatura:

<b>SO</b>	Sistema operatiu
<b>E/S</b>	Entrada/eixida
<b>CPU</b>	Unidad central de processos
<b>API</b>	Interfície de programació d'aplicacions ( <i>Application Programming Interface</i> )
<b>HAL</b>	Capa d'abstracció del hardware ( <i>Hardware Abstraction Layer</i> )
<b>UNIX</b>	Sistema operatiu portable, multitasca i multiusuari
<b>Linux</b>	Nucli lliure de SO basat en UNIX

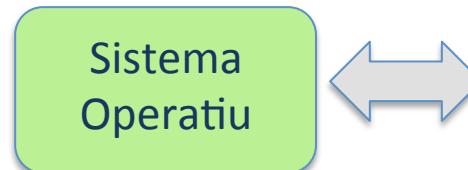
- Sistema informàtic:
  - pot definir-se com el conjunt d'**elements hardware**, organitzats mitjançant una determinada “arquitectura”, que conformen un dispositiu de computació
  - Problemàtica
    - El **maneig** directe d'aquests elements **hardware** és **complex** i demana coneixements específics per a cada dispositiu
    - **Cal establir criteris d'explotació que optimitzen l'ús** de les capacitats del hardware



- L'arquitectura del Sistema es pot dividir en quatre componentes:
  - **Hardware:** ofereix els recursos de computació bàsics: CPU, memòria, E/S dispositius, ...
  - **Sistema Operatiu:** controla i coordina l'ús del hardware entre les distintes aplicacions i usuaris.
  - **Programes d'aplicació:** defineix les maneres de com utilitzar els recursos del sistema per resoldre els problemes computacionals dels usuaris.
  - **Usuaris**
    - Persones, màquines, altres sistemes, etc.



- Definició
  - **Un sistema operatiu (SO) és un conjunt de programes (software)** que facilita l'explotació dels sistemes informàtics oferint a l'usuari la imatge de que està treballant amb una màquina senzilla (príncipi d'embelliment)
- Finalitat
  - Crear un **entorn** còmode i eficient **per a executar programes**
- Objectius: accessibilitat, comoditat, eficiència, seguretat, portabilitat
  - Actuar d'**intermediari** entre usuari i hardware
  - Garantir el **funcionament correcte** del computador
  - **Facilitar** la tasca de creació d'applicacions
  - Administrar **eficientment** els recursos de la màquina



Usuaris

- Un sistema operatiu ha de **proporcionar serveis** als diferents tipus de **usuaris** de la màquina
- Tipus d'usuaris
  - Usuari d'aplicacions / ordres
  - Usuari programador / dissenyadors d'aplicacions
  - Usuari dissenyador / implementador del sistema operatiu
  - Administrador del sistema

```
#!/bin/sh
cat test.sh

shopt -s expand_aliases
alias lldir="ls -la"
lldir
$ ./test.sh
total 45
drwx-- 4 users 312 Oct 15 16:24 .
drwxrwxrwt 20 root 472 Sep 7 11:14 ..
-rwx-- 1 users 346 Oct 3 21:26 .alias
-rwx----- 1 users 5312 Oct 15 13:30 .bash_history
-rwx----- 1 users 836 Oct 3 21:31 .bash_profile
-rwx----- 1 users 1290 Jun 19 15:25 .bashrc
-rwx----- 1 users 375 Jun 19 15:25 .cshrc
drwx-- 2 root 200 Oct 11 10:25 .ssh
-rwx----- 1 users 9308 Oct 15 16:22 .viminfo
drwx----- 2 users 200 Oct 15 12:12 bin
-rw-r-- 1 users 164 Oct 10 11:00 hostsfile
-rwx----- 1 users 64 Oct 15 16:22 test.sh
```

```
1 Class Hucha
2     int numHuchas=0;
3     double ahorros=0;
4
5     public static void main(String args[]){
6         Hucha hucha1=new Hucha();
7         contarHuchas();
8         hucha1.ahorros+=2500;
9         hucha1.modificarAhorros();
10
11        Hucha hucha2=new Hucha();
12        contarHuchas();
13        hucha2.ahorros+=5000;
14        hucha2.modificarAhorros();
15
16        System.out.println("Númer de huchas"+numHuchas);
17    }
18
19    //La funcionalidad del método varía en función de si es invocado
20    //por el cliente hucha1 o por hucha2
21    //hucha1 se ha sido considerado el objeto estático.
22    public void modificarAhorros(){
23        if(ahorros>0)
24            ahorros+=ahorros-0.1*ahorros;
25        else
26            System.out.println("Ahorros"+ahorros);
27    }
28
29    //La funcionalidad del método es la misma.
30    //Independientemente del objeto empleado para invocarlo.
31    //hucha1 se ha sido considerado el objeto estático.
32    public static void contarHuchas(){
33        numHuchas++;
34    }
35}
```

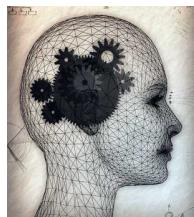


- Perspectives

- El **sistema operatiu abstrau i gestiona** el maneig de tots els components hardware i software que formen el sistema informàtic

- **Perspectiva del sistema:** Administrador de recursos i protecció

- Components del SO i les seues interconnexions

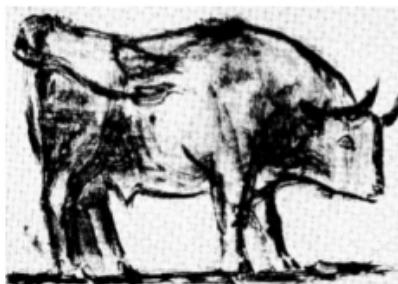


- **Perspectiva de l'usuari:** Abstracció dels recursos orientada a facilitar el seu ús. Màquina estesa.

- Serveis que proporciona

- Interfícies disponibles per a usuaris i programadors

abstracció



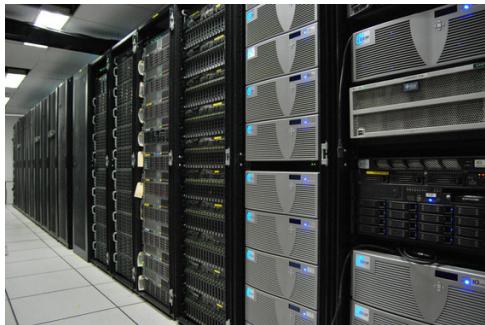
- ## Funcions

- Facilitar **interfícies amigables** als usuaris i als programadors.
- Oferir al programador una **abstracció del hardware** facilitant-ne l'accessibilitat.
- Oferir un conjunt de serveis en la forma de “**crides al sistema**”
- **Gestionar recursos.** S'encarrega de decidir quin programa podrà fer ús d'un dispositiu de hardware i durant quant de temps
  - Gestió de processos, gestió de memòria, gestió d'arxius, gestió de l'entrada-eixida
- **Protecció i seguretat.** Controlar l'accés i evitar els accessos no autoritzats als recursos.



- Dispositius amb sistema operatiu

*Server Pool*



*Computer Server*



*Personal Computer*



*Router*



*Tablet*



*Smart phone*



*Video Console*



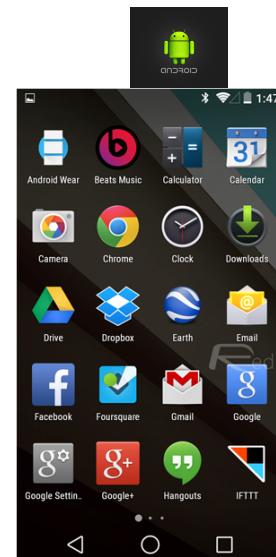
*Smart TV*



*Smart Devices & IoT*



- Sistemes operatius actuals

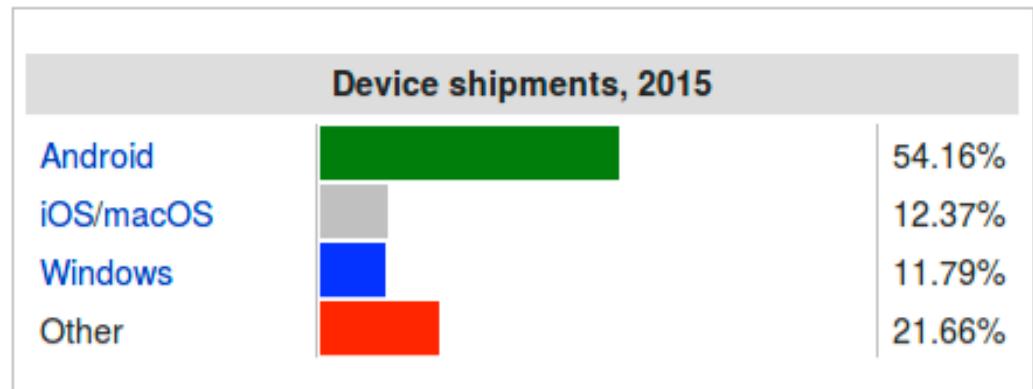


- SO empotrats en sistemes industrials

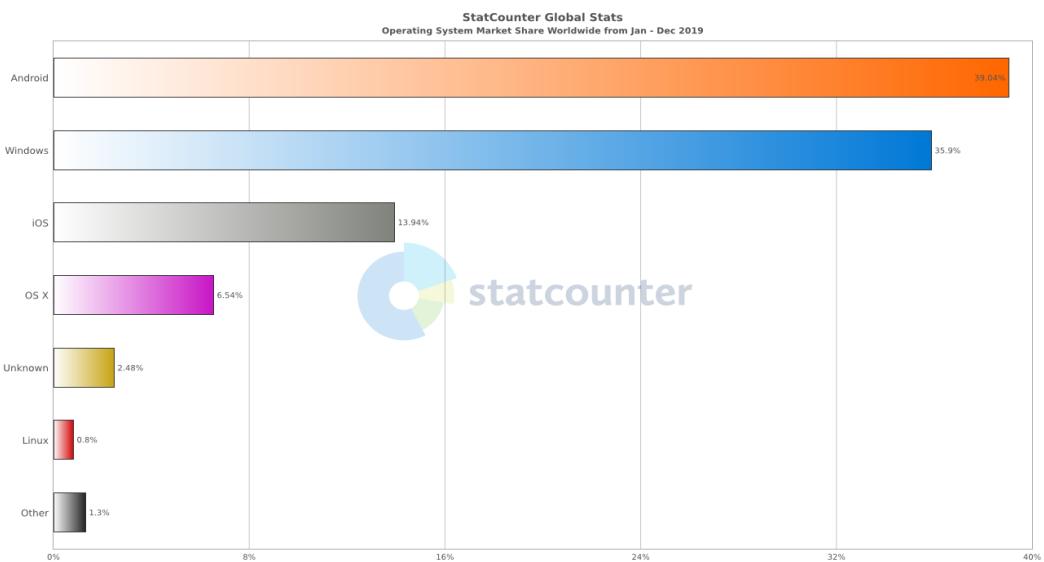


- Depén de la plataforma

- *Gartner [1] (2015)*
    - *Smartphones, tablets, laptops and PCs together*



- *Statcounter [2] (2019)*



Fuente:

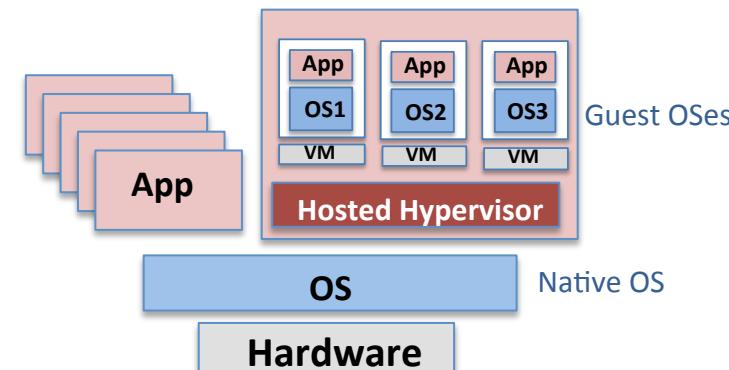
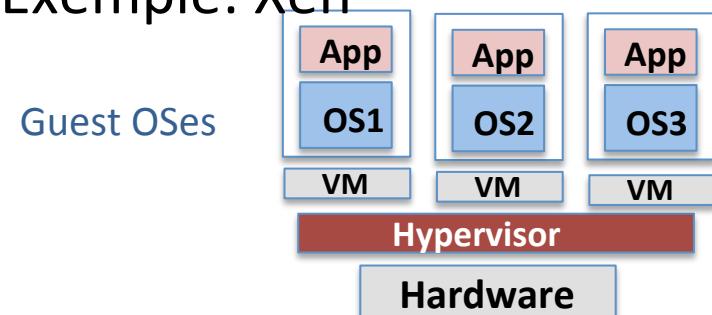
[1] Wikipedia <[https://en.m.wikipedia.org/wiki/Usage\\_share\\_of\\_operating\\_systems](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Usage_share_of_operating_systems)>

[2] Statcounter. Operating System Market Share Worldwide. Junio 2017. <<http://gs.statcounter.com/#desktop-os-ww-monthly-201508-201508-bar>>

- **Virtualització**

- permet oferir **abstraccions del hardware** per executar diversos **Entorns d'Execució** (SO + aplicacions) en la mateixa plataforma hardware
- Es pot implementar mitjançant:
  - **Emulació** que s'usa quan el tipus de CPU a virtualitzar (emular) és diferent de la CPU nativa (per exemple emular una arquitectura PowerPC en un Intel x86)
  - **Virtualització** quan les abstraccions hardware que s'ofereixen són per a la mateixa màquina nativa (mateix compilador).
- **Hipervisors** o **VMM** (Virtual Machine Manager) es el element (capa de software) que implementa la virtualització

- **Virtualització basada en hipervisor**
  - Tipus 1: Bare-metal hipervisor és una capa de software sobre el hardware físic que ofereix màquines virtuals (VM) similars al hardware natiu. Exemple: Xen
  - Tipus 2: Hipervisor hoste (Hosted hypervisor) és una aplicació sobre el SO natiu que ofereix màquines virtuals (VM). Exemple: VirtualBox



- Concepte de sistema operatiu
- **Estructura del sistema operatiu**
- Utilització de la CPU
- Evolució dels sistemes operatius



## Nomenclatura:

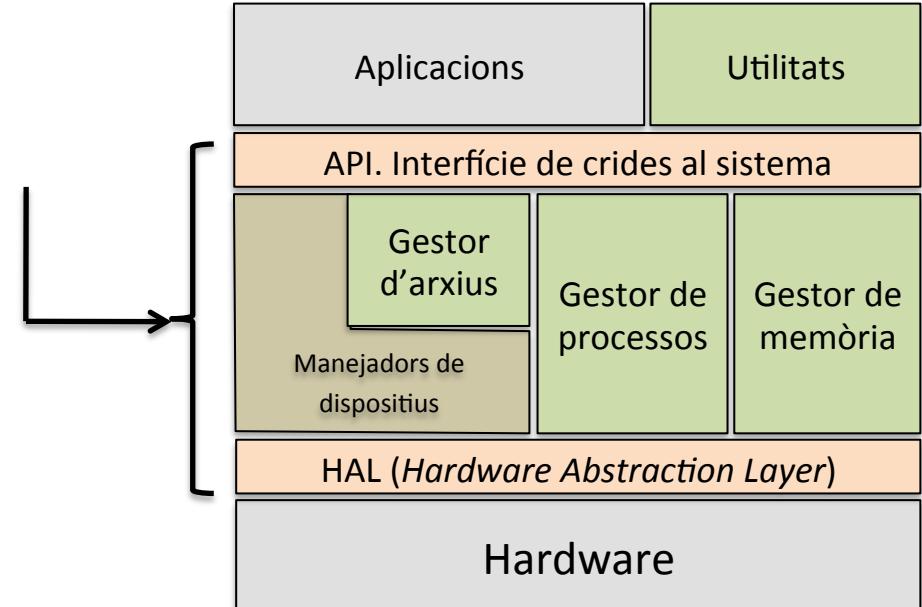
<b>SO</b>	Sistema operatiu
<b>E/S</b>	Entrada/eixida
<b>CPU</b>	Unidad central de processos
<b>API</b>	Interfície de programació d'aplicacions ( <i>Application Programming Interface</i> )
<b>HAL</b>	Capa d'abstracció del hardware ( <i>Hardware Abstraction Layer</i> )
<b>UNIX</b>	Sistema operatiu portable, multitasca i multiusuari
<b>Linux</b>	Nucli lliure de SO basat en UNIX

- Estructura d'un SO
  - Components d'un SO:

- Gestor d'arxius
- Gestor de memòria
- Gestor de processos
- Manejadors de dispositius

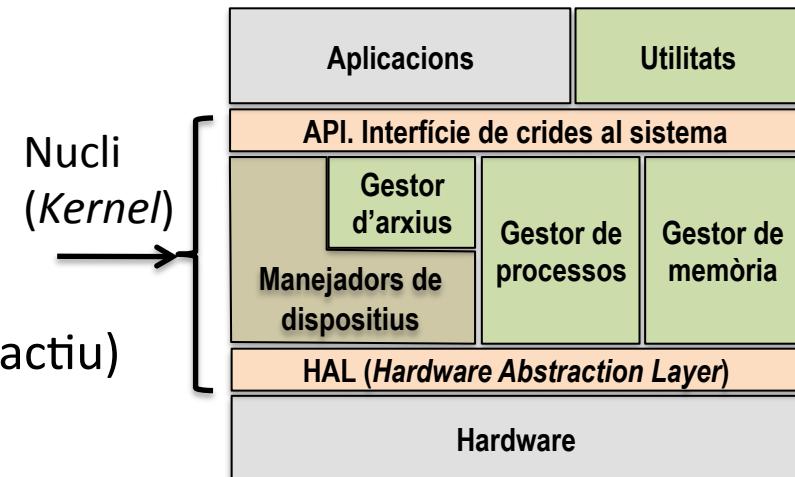
- Utilitats de sistema:

- Estenen el SO
- Proporcionen activitats fonamentals que no estan incloses en el nucli del SO.
  - Intèrpret d'ordres, interfície gràfica, monitorització, manteniment, administració...



- **Nucli (*Kernel*) del sistema operatiu**

- Programa individual que sempre està carregat en la memòria principal i que s'està executant de forma permanent en el computador (sempre que estiga actiu)



- Arquitectura del Nucli

- **Micronucli:** proporciona només les abstraccions bàsicques del hardware i els serveis mínims.
  - Les polítiques d'ús de recursos s'implementen com a "servidors" que corren en espai d'usuari. S'ha discutit molt sobre els seus problemes d'eficiència.
  - Exemples: Mach, QNX
- **Monolític:** Tots els components del nucli estan en el mateix espai d'adreçament.
  - Un únic programa conté totes les funcionalitats (se ha de recompilar cada vegada)
  - Exemple: Linux
- **Híbrid:** És un micronucli modificat que inclou components no essencials per a la velocitat d'execució del qual és crítica
  - Exemples: Windows NT, XNU (MacOSX)
  - ....

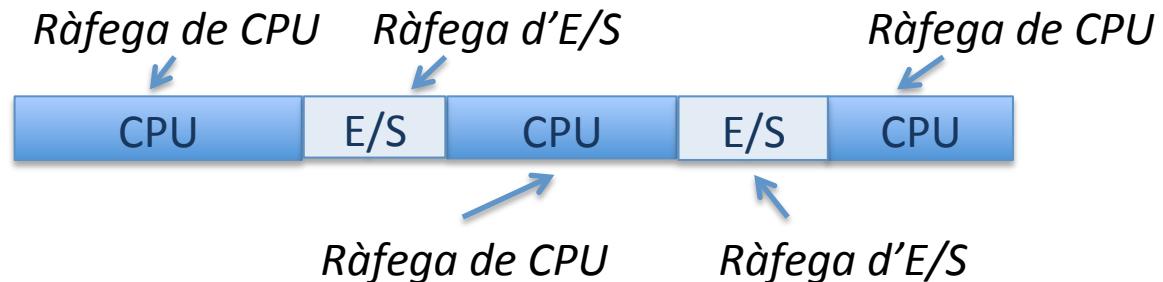
- Concepte de sistema operatiu
- Estructura del sistema operatiu
- **Utilització de la CPU**
- Evolució dels sistemes operatius



## Nomenclatura:

<b>SO</b>	Sistema operatiu
<b>E/S</b>	Entrada/eixida
<b>CPU</b>	Unidad central de processos
<b>API</b>	Interfície de programació d'aplicacions ( <i>Application Programming Interface</i> )
<b>HAL</b>	Capa d'abstracció del hardware ( <i>Hardware Abstraction Layer</i> )
<b>UNIX</b>	Sistema operatiu portable, multitasca i multiusuari
<b>Linux</b>	Nucli lliure de SO basat en UNIX

- La càrrega d'un sistema informàtic consisteix en el **conjunt de programes que ha d'executar**
  - Els programes informàtics es poden modelar com **seqüències d'operacions**.
  - En general, aquestes operacions poden fer-se en la CPU o en un dispositiu d'entrada/eixida
  - Els programes es representen esquemàticament com una alternància de ràfegues de CPU i ràfegues d'E/S
    - Ràfega de CPU → interval de temps que cal per a fer el conjunt d'operacions consecutives de CPU d'un programa
    - Ràfega d'E/S → interval de temps que cal per a fer el conjunt d'operacions consecutives d'E/S d'un programa



- **Programes limitats per CPU o per E/S**

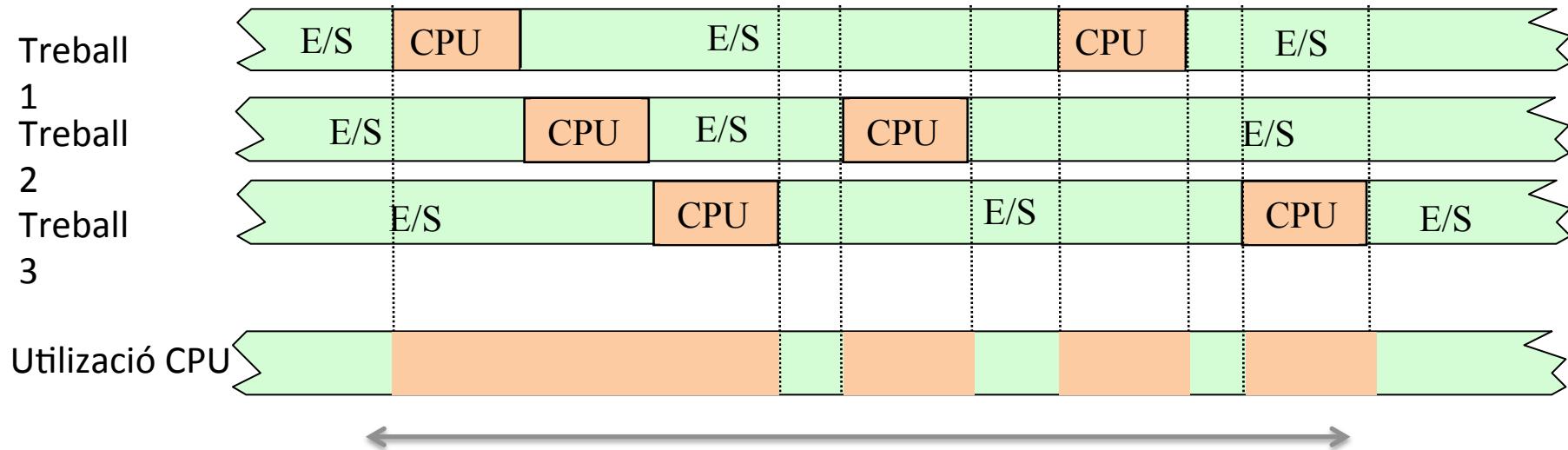
- **Concepte d'Utilització de CPU**

- Històricament les CPU han tingut un preu elevat
- Els sistemes operatius han de treballar per a augmentar l'ús de la CPU i evitar que es trobe desocupada
- **Utilització de la CPU:** Fracció de temps en què realment la CPU es troba ocupada respecte del temps total en que la tasca o tasques es troba/n en el sistema fins a ser finalizada/es

$$\text{Utilització de la CPU} = \frac{\text{Temps amb CPU ocupada}}{\text{Temps total}}$$



- Concepte de Multiprogramació
  - Alternància entre processos en l'ús de la CPU
    - Quan un procés es bloqueja tot esperant una operació d'E/S, la CPU executa instruccions d'un altre procés
    - S'hi fa un “**canvi de context**” quan s'invoca una operació d'E/S
  - Augmenta la utilització de CPU
  - Augmenta el rendiment del sistema: acaben més treballs en menys temps



- Concepte de sistema operatiu
- Estructura del sistema operatiu
- Utilització de la CPU
- **Evolució dels sistemes operatius**



## Nomenclatura:

<b>SO</b>	Sistema operatiu
<b>E/S</b>	Entrada/eixida
<b>CPU</b>	Unidad central de processos
<b>API</b>	Interfície de programació d'aplicacions ( <i>Application Programming Interface</i> )
<b>HAL</b>	Capa d'abstracció del hardware ( <i>Hardware Abstraction Layer</i> )
<b>UNIX</b>	Sistema operatiu portable, multitasca i multiusuari
<b>Linux</b>	Nucli lliure de SO basat en UNIX

- Capacitats dels sistemes operatius

**Monousuari:** El sistema operatiu només pot treballar amb un únic usuari al temps

**Sense interacció directa usuari-màquina:** Operadors professionals treballen directament amb la màquina

**Mode caràcter:** La interfície amb els usuaris es fa mitjançant l'escriptura d'ordres

**Monotasca:** El SO processa tasques de forma seqüencial. Fins que una tasca no acaba no en processa una altra

**Monoprocessador:** El sistema operatiu només pot treballar amb un únic processador al temps

Suport d'usuaris

Suport d'interacció amb l'usuari

Suport d'interfície d'usuari (UI)

Suport de processadors

Suport de tasques

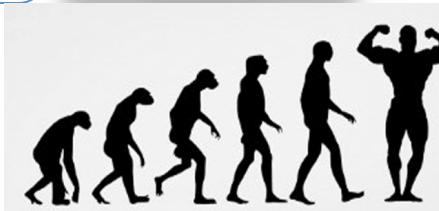
**Multiusuari:** El sistema operatiu pot treballar amb diversos usuaris al temps

**Interacció directa usuari-màquina:** Els usuaris escriuen ordres i esperen respostes

**Mode gràfic:** Capacitat per a suportar una interfície gràfica amb els usuaris (GUI)

**Multitasca:** El SO permet que diverses tasques siguin processades de forma solapada en el temps

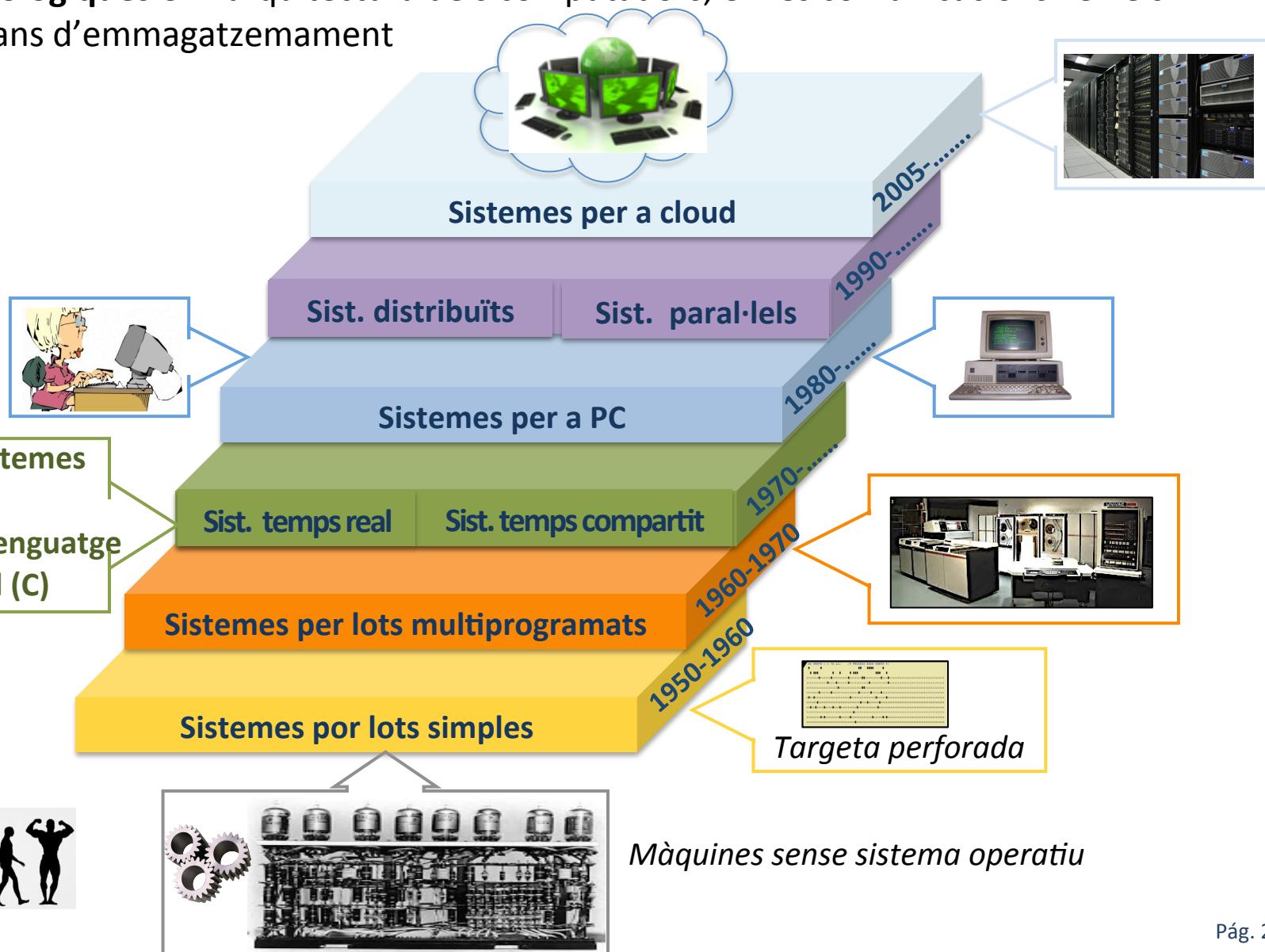
**Multiprocessador:** El sistema operatiu pot treballar amb diversos processadors al temps



# Evolució dels sistemes operatius

fSO

- L'evolució dels sistemes operatius ha estat i està determinada per les **innovacions tecnològiques** en l'arquitectura dels computadors, en les comunicacions i en els mitjans d'emmagatzemament



- Primers sistemes: Sistemes per lots

## Sistemes per lots simples

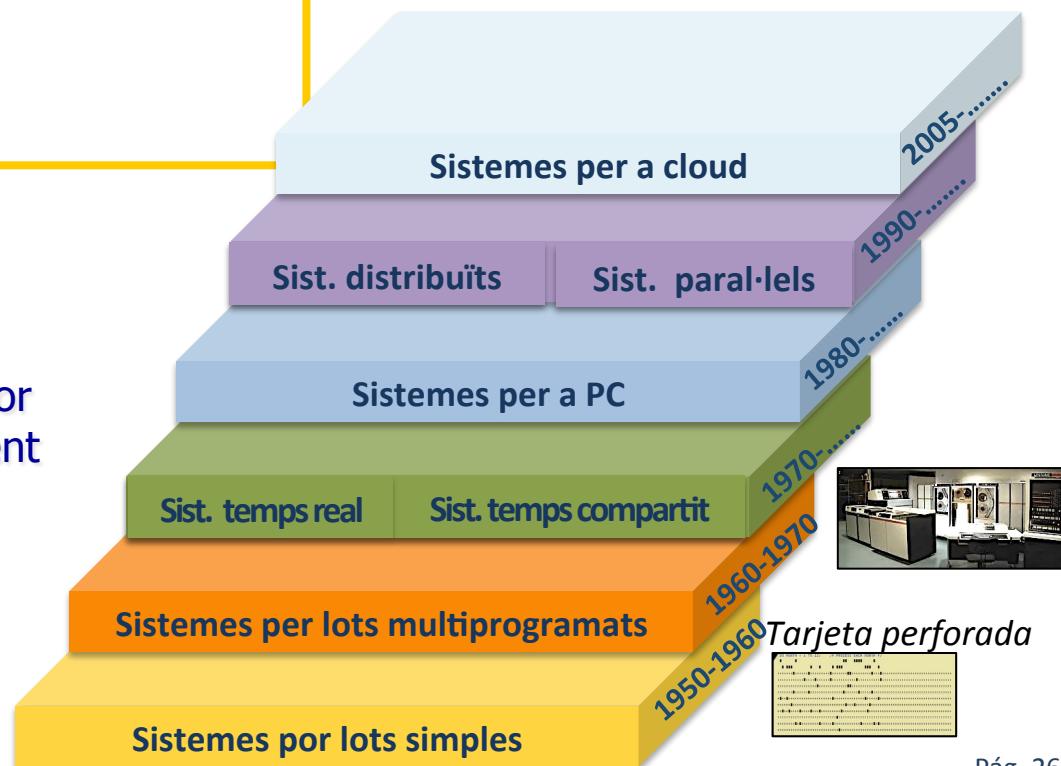
- Processen seqüencialment els treballs: No s'hi fa ús de la CPU mentre s'hi ha una operació d'E/S
- Baixa utilització de la CPU
- Monitor resident. Control automàtic de: finalització de tasques, tractament d'errors, càrrega i execució de la tasca següent
- Processament per lots
- Accés a dispositius d'E/S
- **Sense interacció usuari-màquina**

## Sistemes per lots multiprogramats

- Planificació de treballs/CPU.
- Multiprogramació
- Gestió i protecció de memòria (particions fixes)
- Gestió del disc
- **Sense interacció usuari-màquina**

Tractament d'interrupcions  
Càrrega i seqüènciació de treballs  
Manejadors de dispositiu  
Intèrpret del llenguatge de control  
ZONA DEL PROGRAMA D'USUARI

Monitor resident



- Sistemes moderns:

## Sistema de temps compartit

- Interacció usuari-máquina i multiprogramació
- Sincronització i comunicació de treballs
- Sistema d'arxius. Gestió d'arxius
- Protecció
- Memòria virtual
- Planificador de procés: El SO **limita l'ús de CPU** d'un proceso associant un “canvi de context” quan hi ha una interrupció de rellotge

## Sistemas per a PC

- Adreçats a l'ús individual
- Interfície amigable basada en finestres i ratolí
- Capacitat multimèdia
- Capacitat *Plug-and-Play*
- Accés a la xarxa

## Sistemes per a cloud

## Sist. Distribuïts

## Sist. paral·lels

## Sistemes per a PC

## Sist. temps real

## Sist. temps compartit

## Sistemes per lots multiprogramats

## Sistema de temps real

- Per a execució de tasques que s'han de completar en un termini prefixat

**Ley de Corbató:** El nombre de línies de codi que pot escriure un programador en un període de temps donat és el mateix amb independència del llenguatge de programació utilitzat. Quant més sofisticat siga el llenguatge, amb un mateix nombre de línies de codi s'implementarà algoritmes més complexes.

- Sistemes moderns:

## Sistemes paral·lels

- Multiprocessador (*MultiCore*):
  - Diversos processadors acoblats compartint bus i memòria
- Tolerància a fallades

## Sistemes distribuïts

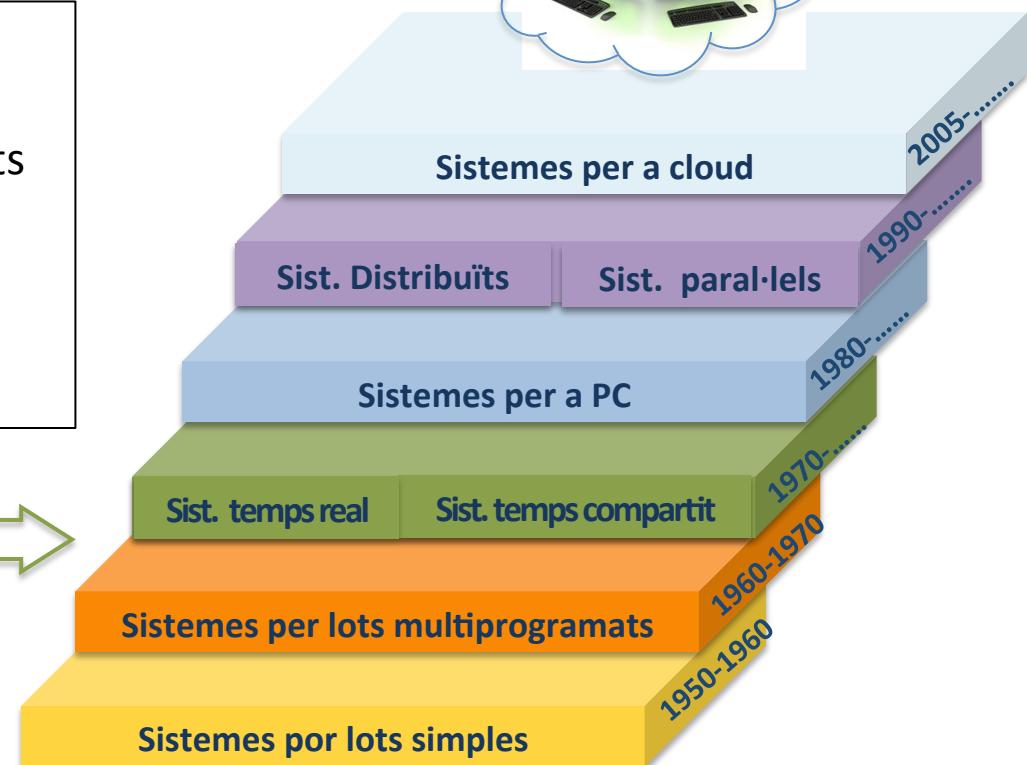
- El càlcul se reparteix entre diversos processadors connectats mitjançant una xarxa
- Comunicació entre nodes
- Compartició de recursos
- Càrrega compartida

## Primers sistemes UNIX

Escrit en llenguatge d'alt nivell (C)

## Sistema Cloud

- Emmagatzematge i computació com a servei



# Evolució dels sistemes operatius

fSO

1968

- Crisi del software
- Primers sistemes UNIX
  - S.O. Escrit en llenguatge d'alt nivell (C)
  - Primera versió de l'estàndard POSIX IEEE 1003. Normalització de la interfície de crides al sistema i altres components de UNIX. Interoperabilitat a nivell de codi font.

1969

1988

1975

- Incorporació de l'adreçament virtual de la memòria en el processador PDP-11.
  - Computadors DIGITAL (DEC) VAX 11/780 amb sistema operatiu VAX11/VMS (VMS: *Virtual Memory System*)



Dennis Ritchie y Ken Thompson amb computadores PDP-11 durant el primer desenvolupament de Unix

# Evolució dels Sistemes Operatius

fSO

- Primers computadores personals

1964

- ¿*Programma 101*



1972

- ¿*Xerox Alto* → *Alto Executive*



1975

- ¿*Altair 8800 Kit*?



CP/M, Altair BASIC, ..

1977

- *Apple II* → intérprete BASIC  
¿DISER Lilith (*Workstation*)



→ Oberon?



1980

- 86-DOS /x86DOS /QDOS

1981

- IBM PC → PC-DOS / MS-DOS

1982

- Amstrad CPC → CP/M  
ZX Spectrum → Sinclair BASIC  
Commodore 64 → GEOS



1984

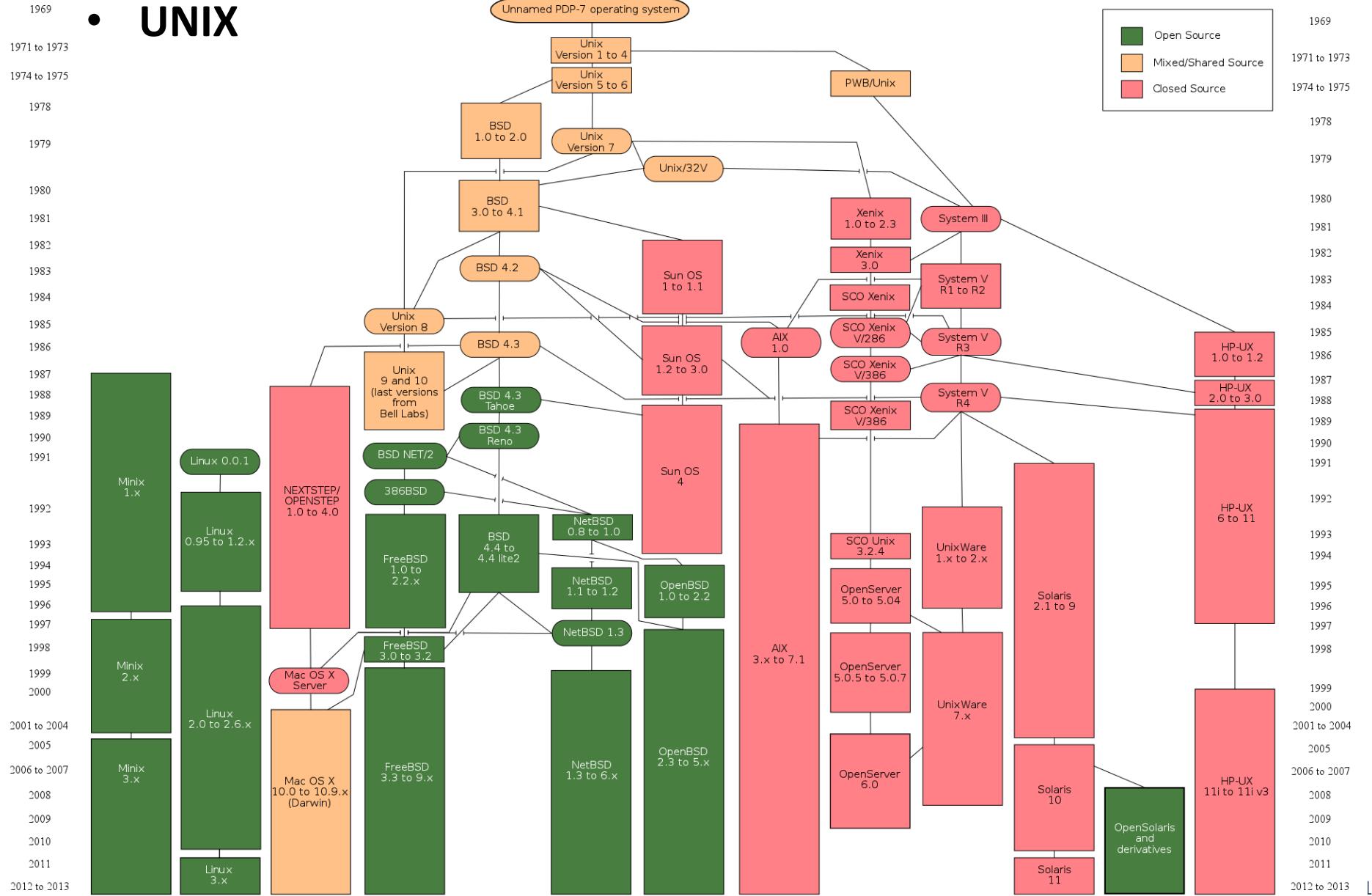
- Apple Macintosh → MacOS  
Commodore Amiga 1000 → AmigaOS  
Amstrad PCW → CP/M Plus
- Atari ST → Atari TOS



# Escenaris de treball actuals

fSO

## • UNIX



- **Exercici UT01.1\_** Intenteu averiguar la versió del nucli o kernel del sistema operatiu que teniu instal·lat en la vostra màquina Linux i la distribució. Per a això, feu servir les ordres del shell uname i lsb\_release.

a) Obteniu la versió del kernel del sistema, executant:

```
$uname -rs
```

b) Obteniu el nom del sistema operatiu, executant:

```
$uname -o
```

c) Obteniu l'arquitectura del processador (i386, i486, i686), executant:

```
$uname -m
```

d) Obteniu la distribució del sistema operatiu, executant:

```
$lsb_release -i
```

**Atenció!**: el símbol \$ al principi de cada ordre representa el prompt de la màquina UNIX

**Atenció!**: podeu utilitzar les ordres \$man uname i \$man lsb\_release per a obtenir informació d'ajuda

- En aquesta unitat s'ha vist:
  - Una visió global del sistema operatiu
  - El paper del sistema operatiu en el pasat, present i en sistemes empotrats
  - Exemples de SOs i el seu impacte en el mercat
  - Estructura interna
  - Evolució i tendències