

# Introducció als sistemes operatius

Anabel Lozano Juan

Sistemes operatius monolloc

# Índex

## Introducció

## Resultats de l'aprenentatge

## 1 Caracterització dels sistemes operatius, tipus i aplicacions

1.1 El sistema informàtic	9
1.1.1 Components físics	10
1.1.2 Components lògics	11
1.1.3 El programari base	12
1.1.4 Classificació dels sistemes informàtics	13
1.2 Representació de la informació	14
1.2.1 Els sistemes de numeració: binari, octal i hexadecimal	15
1.2.2 Els codis d'entrada/sortida	19
1.2.3 Representació interna de la informació	20
1.2.4 Mesura de la informació	23
1.3 El sistema operatiu	24
1.3.1 Elements i estructura del sistema operatiu	25
1.3.2 Classificació dels sistemes operatius	27
1.3.3 Evolució històrica	29
1.4 Funcions del sistema operatiu	34
1.4.1 Gestió d'arxius	35
1.4.2 Gestió de la memòria	39
1.4.3 Gestió de processos	43
1.4.4 Gestió d'entrada/sortida	46

## Introducció

En els inicis de la informàtica, des de la segona meitat del segle 20, l'equipament informàtic, donat el seu preu, volum i cost d'operació, únicament estava disponible per governs, grans corporacions i grans centres d'investigació. La ràpida evolució de la informàtica ha permès que en l'actualitat pràcticament qualsevol persona

pugui portar a la seva butxaca un dispositiu amb la capacitat de procés molt superior a la que tenien els primers ordinadors. Però aquesta ràpida evolució no ha significat trencar amb el passat completament, sinó que tecnologies presents des dels primers dies, com pot ser la virtualització, segueixen presents i potser més utilitzades que mai en l'actualitat.

Entre les competències professionals dels tècnics de sistemes microinformàtics i xarxes tenen gran importància les operacions d'instal·lació, configuració i manteniment de sistemes informàtics, així com la instal·lació i la configuració del sistema operatiu i el programari bàsic. Per treballar aquestes competències en aquesta unitat veureu els elements que componen un sistema informàtic i com aquests sistemes representen la informació que contenen. També estudiareu la creació de sistemes informàtics virtuals que permetin l'execució de diferents sistemes operatius i aplicacions un únic equip informàtic.

En el primer apartat, “**Caracterització dels sistemes operatius, tipus i aplicacions**”, estudiareu els elements que componen un sistema informàtic i la seva classificació. També veureu com representen la informació els sistemes informàtics, com es mesura aquesta informació i els principals sistemes de numeració i codificació que utilitzen. En aquest mateix apartat també estudiareu els elements i estructura d'un sistema operatiu, la classificació actual dels sistemes optatius i com han anat evolucionant en el temps. Per acabar aquest apartat, veure les principals funcions del sistema operatiu i com gestiona els seus recursos.

En el segon apartat, “**Configuració de màquines virtuals**”, estudiareu els conceptes de virtualització, màquines virtuals i contenidors i analitzareu els seus principals avantatges i inconvenients. Veureu les principals característiques de les aplicacions per a la creació de màquines virtuals i contenidors i creareu els vostres propis sistemes informàtics virtuals. També, veureu com configurar els paràmetres bàsics dels sistemes informàtics virtuals i com elaborar la documentació de tot el procés. Per últim, veureu que són les proves de rendiment que podem efectuar als sistemes informàtics i les principals aplicacions per efectuar-les.

Aquesta unitat és molt pràctica. Per assolir els objectius és imprescindible que feu els exercicis d'autoavaluació i les activitats d'aprenentatge proposades al final.

## Resultats de l'aprenentatge

En finalitzar aquesta unitat, l'alumne/a:

1. Reconeix les característiques dels sistemes operatius, descrivint els seus tipus i aplicacions.

- Identifica i descriu els elements funcionals d'un sistema informàtic.
- Codifica i relaciona la informació en els diferents sistemes de representació.
- Defineix el concepte de sistema operatiu, els seus elements i la seva estructura.
- Analitza les funcions del sistema operatiu.
- Descriu l'arquitectura del sistema operatiu.
- Coneix l'evolució dels sistemes operatius fins a l'actualitat.
- Classifica els sistemes operatius.
- Descriu l'estructura i organització de diferents sistemes d'arxius.
- Descriu sistemes de gestió de memòria i la seva funcionalitat.
- Identifica els processos, estats i sistemes bàsics de planificació.
- Analitza aspectes de la gestió d'entrada/sortida.
- Constata la utilitat dels sistemes transaccionals i les seves repercussions al seleccionar un sistema d'arxius.

2. Crea màquines virtuals identificant el seu camp d'aplicació i instal·lant programari específic.

- Diferencia entre màquina real i màquina virtual.
- Descriu els avantatges i inconvenients de la utilització de màquines virtuals.
- Instal·la el programari lliure i propietari per a la creació de màquines virtuals.
- Crea màquines virtuals a partir de sistemes operatius lliures i propietaris.
- Configura màquines virtuals.
- Relaciona la màquina virtual amb el sistema operatiu amfitrió.
- Realitza proves de rendiment del sistema.

- Comprova el correcte funcionament de la instal·lació i configuració de màquina virtual.
- Documenta el procés d'instal·lació i configuració de màquina virtual, així com les incidències aparegudes i les solucions adients.
- Cerca i interpreta documentació tècnica en les llengües oficials i en les de més ús al sector.

## 1. Caracterització dels sistemes operatius, tipus i aplicacions

Un equip informàtic es pot definir com un conjunt de components electrònics i lògics que, conjuntament, poden realitzar una gran varietat de funcions. La part formada pels components electrònics es coneix com a *maquinari* mentre que la part formada pels components lògics s'anomena *programari*.

El programari envia ordres o instruccions al maquinari fent possible que l'equip informàtic pugui realitzar les seves funcions. Actualment, hi ha un tipus de programari bàsic sense el qual l'equip informàtic no pot funcionar que es coneix com a *sistema operatiu*.

### 1.1 El sistema informàtic

Un sistema informàtic és un conjunt d'elements relacionats entre si que permeten dur a terme una sèrie d'operacions i processos sobre la informació que gestionen. Actualment, els sistemes informàtics ocupen al món un lloc clau per l'organització dels processos productius i d'oci, permetent als usuaris l'intercanvi d'informació a pràcticament qualsevol distància.

Un **sistema informàtic** és el conjunt d'elements que fa possible emmagatzemar i processar la informació de forma automàtica.

Tots els sistemes informàtics es componen de tres parts fonamentals:

- **Maquinari.** El maquinari és el conjunt de dispositius electrònics que proporcionen la funció d'emmagatzemar i processar la informació. Per exemple, en aquesta categoria, trobem els equips informàtics, els perifèrics i el cablejat.
- **Programari.** El programari és el conjunt de programes i aplicacions que fan servir els sistemes informàtics per realitzar les tasques requerides pels usuaris, com per exemple el sistema operatiu.
- **Personal.** Són les persones relacionades amb el sistema informàtic, incloent-hi tant als usuaris que l'utilitzen com al personal tècnic que crea i manté el sistema informàtic.

Per tant, un exemple de sistema informàtic pot ser un ordinador personal amb els seus perifèrics, la persona que el fa servir i els programes que conté.

La finalitat d'un sistema informàtic és gestionar de forma òptima la informació. El sistema informàtic permet emmagatzemar i processar la informació, però també pot dur a terme moltes més funcions que van des de facilitar el treball a les empreses fins a oferir entreteniments.

### 1.1.1 Components físics

El maquinari o *hardware*, en anglès, fa referència a les parts físiques d'un sistema informàtic, és a dir, tot allò que podem tocar amb les mans. Per exemple com a maquinari d'un ordinador personal trobem el xassís de l'equip, els cables, els ventiladors, els perifèrics i tots els components interns de l'ordinador com el processador, la placa base, la memòria, etc.

El **maquinari** és el conjunt de components que constitueixen la part física d'un sistema informàtic i que permeten el funcionament del sistema informàtic.

Podem categoritzar tots els elements del maquinari en funció de la seva ubicació al sistema informàtic. Així podem fer una divisió entre el maquinari intern, normalment el que s'inclou dins de l'equip i que acostuma a ser el maquinari principal i el maquinari extern o perifèrics de l'equip.

Alguns dels elements interns i principals de l'equip són:

- La **placa base**. És la placa principal del sistema informàtic on trobem diferents circuits impresos on es connecten la resta d'elements de maquinari.
- El **microprocessador**. És l'encarregat d'executar els programes informàtics. Executa les instruccions fent operacions aritmètiques i lògiques simples.
- La **memòria principal**. És la memòria del sistema informàtic on s'emmagatzemen temporalment les dades i els programes que està executant el microprocessador.
- El **sistema de refrigeració**. Són els elements que s'encarreguen de refredar el microprocessador durant el funcionament del sistema informàtic.
- La **font d'alimentació**. És l'element del maquinari que s'utilitza per transformar l'energia obtinguda a la presa de corrent perquè pugui ser utilitzada per la resta d'elements del sistema informàtic.
- Els **dispositius d'emmagatzematge, com discos durs interns o lectors de CD i DVD**. Aquests elements permeten guardar les dades i els programes al sistema informàtic de forma permanent.
- Les **targetes d'expansió d'àudio, vídeo o xarxa**. Aquests elements permeten ampliar les funcions que pot dur a terme el sistema informàtic.

Quant al maquinari extern o perifèrics alguns dels seus components són:

- El **monitor**. És el principal dispositiu de sortida que mostra les dades que processa el sistema informàtic a l'usuari.

- El **teclat i ratolí**. Són els principals dispositius que permeten l'entrada d'informació al sistema informàtic.
- El **micròfon** i els **altaveus**. Són elements que permeten convertir les dades elèctriques en ones sonores i viceversa.
- La **impressora, escàner o fax**. Són elements que serveixen per imprimir, escanejar o enviar dades de tipus text o gràfica en un sistema informàtic.
- Els **dispositius d'emmagatzematge externs, com discos durs externs o llapis de memòria**. Aquests elements permeten emmagatzemar les dades de forma permanent.
- **Altres dispositius especialitzats com els comandaments de control per videojocs, les tauletes digitalitzadores, les ulleres de realitat virtual, lectors de barres o projectors**. Aquests elements permeten ampliar les funcions que pot dur a terme el sistema informàtic.

Els elements que s'utilitzen per muntar el sistema informàtic determinen el tipus d'equip. Per exemple, l'ús de peces lleugeres amb factors de forma petits i molt compactes donen lloc a portàtils, tauletes i dispositius mòbils; mentre que els components més voluminosos i dissenyats pel seu muntatge en caixes donen lloc als ordinadors de sobretaula o servidors.

### 1.1.2 Components lògics

El programari o *software*, en anglès, és una part imprescindible d'un sistema informàtic, ja que és necessari perquè l'usuari pugui realitzar les tasques desitjades de forma còmoda.

El **programari** d'un sistema informàtic és el conjunt de components lògics necessaris que fan possible la realització de tasques específiques.

Generalment, el programari es pot classificar en dos grans grups:

- El **programari base o de sistema**. Aquest tipus de programari és bàsic pel sistema, ja que permet comunicar als usuaris i a la majoria del programari amb el maquinari. Sense aquest tipus de programari el sistema informàtic no podria funcionar. Com a exemple d'aquest tipus de programari trobem el sistema operatiu o els controladors dels dispositius perifèrics.
- El **programari d'aplicació**. En aquest cas són els programes o aplicacions encarregats de realitzar tasques específiques. Com a exemple d'aquest tipus de programari trobem els paquets ofimàtics, els videojocs o els antivirus.

Al seu torn, el programari d'aplicació pot classificar-se en programari horitzontal o vertical:

El **programari horitzontal** és aquell que trobem a disposició de l'usuari amb unes característiques predeterminades i és de tipus genèric, com per exemple, els paquets ofimàtics.

El **programari vertical** és més específic i es crea per solucionar unes necessitats determinades d'un usuari o empresa.

Existeix un tipus de programari especial, anomenat **microprogramari** o *firmware*, en anglès, que podem trobar integrat en alguns components físics d'un sistema informàtic. Aquest microprogramari fa d'intermediari entre part del programari i els elements electrònics del sistema.

La **BIOS** (*Basic Input Output System*) o **UEFI** (*Unified Extensible Firmware Interface*) són un dels microprogramaris més coneguts que, entre altres funcions, s'encarreguen d'iniciar i comprovar el maquinari del sistema durant el procés d'arrancada del sistema operatiu, també monitoren la temperatura de l'equip i gestionen les funcions d'energia. Altres microprogramaris també els podem trobar integrats als telèfons mòbils, tauletes o dispositius Bluetooth.

#### Memòries ROM, EPROM i EEPROM

Les memòries de tipus lectura, conegudes com a ROM, permeten la lectura de la informació i en algunes de les seves variants, com la EPROM o EEPROM, permeten l'eliminació de les dades amb llum ultraviolada o corrent elèctric.

Aquest microprogramari acostuma a estar emmagatzemats en xips de memòria de tipus ROM, EPROM o EEPROM que tot i que es poden modificar, és poc freqüent fer-ho i, per tant, un cop s'introdueix el microprogramari en un component de maquinari es fan poques o cap actualitzacions del mateix.

### 1.1.3 El programari base

El programari base o de sistema permet comunicar als usuaris i a la majoria del programari del sistema informàtic amb el maquinari.

Existeixen diferents tipus de programari base en funció de la funció que fan dins del sistema

informàtic, com per exemple el sistema operatiu, els controladors dels dispositius i alguns tipus de microprogramari.

El **controlador de dispositiu** o *driver*, en anglès, és el programari que permet la comunicació entre els dispositius d'entrada/sortida del sistema informàtic i la resta de programari.

El **microprogramari**, com la BIOS o UEFI, és un tipus de programari base que s'executa abans que la resta de programari del sistema informàtic. Una de les seves funcions més important és iniciar el maquinari durant el procés d'arrancada del sistema informàtic i gestionar les funcions de control d'energia i temperatura. És possible modificar els paràmetres de la configuració d'aquest microprogramari prement una tecla en concret quan iniciem el sistema informàtic.

El **sistema operatiu** és un tipus de programari base que permet interactuar a l'usuari i les aplicacions amb el maquinari del sistema informàtic. És el



programari més important d'un sistema informàtic, ja que a més de permetre la comunicació entre l'usuari i el maquinari, permet gestionar tots els recursos del sistema, com els processos o arxius i directoris.

#### 1.1.4 Classificació dels sistemes informàtics

A causa de la gran varietat de sistemes informàtics existents podem fer la seva classificació segons diversos criteris, com per la seva arquitectura o per la funció que exerceixen. Una de les classificacions més populars és la que organitza els sistemes informàtics en funció de la seva mida i els recursos que ofereixen.

Segons la mida i els recursos que ofereixen els sistemes informàtics es poden classificar en:

- **Supercomputador.** Aquests sistemes informàtics tenen una gran capacitat de càlcul, poden processar una gran quantitat de dades per segon, i s'utilitzen principalment al món de la investigació i desenvolupament. Els supercomputadors poden gestionar milers de milions d'operacions per segon de forma simultània, ja que estan formats per una gran quantitat de processadors molt potents que treballen com si fossin un sol. Aquests sistemes informàtics es troben ubicats en instal·lacions especials, acostumen a ocupar més d'una habitació i necessiten un sistema de refrigeració especial.
- **Computador central.** Aquests sistemes informàtics també s'anomenen *mainframe* en anglès. Aquests sistemes informàtics s'acostumen a utilitzar per a les empreses que necessiten processar i emmagatzemar una gran quantitat de dades, com per exemple les transaccions d'un banc o la gestió de reserves d'una línia aèria. Són sistemes informàtics amb processadors molt potents i una gran quantitat de dispositius d'emmagatzematge. Aquests sistemes poden arribar a ocupar una habitació sencera, però ja no necessiten instal·lacions especials com passa amb els supercomputadors. Tot i que la seva funció principal és la d'emmagatzemar transaccions i dades corporatives, en alguns casos també s'utilitzen, sobretot per les empreses de comerç electrònic que treballen a gran escala, com servidors web d'alta capacitat.
- **Minicomputador.** Aquests sistemes informàtics són més grans que els sistemes d'ús personal però més petits que els computadors centrals. S'utilitzen principalment a les empreses i la seva funció principal és processar la informació a la vegada que permeten la connexió d'una gran quantitat d'usuaris de forma simultània. Aquests sistemes informàtics donen servei als usuaris mitjançant una xarxa i permeten la compartició de recursos entre ells.
- **Microcomputador.** En aquesta categoria trobem els ordinadors personals i els sistemes informàtics portàtils. La funció d'aquests sistemes és proporcionar servei a l'usuari i s'acostumen a utilitzar per dur a terme tasques ofimàtiques, accedir a Internet, fer petites tasques empresarials i

l'oci personal. Aquests sistemes informàtics són de dimensions reduïdes. Els sistemes informàtics portàtils permeten el seu transport fàcilment, ja que tenen un pes i una mida reduïda i poden funcionar utilitzant bateries sense la necessitat de connectar-los a la xarxa elèctrica.

En aquesta mateixa classificació podem trobar altres sistemes informàtics integrats en alguns equipaments industrials, electrodomèstics, vehicles, rellotges intel·ligents, etc. Aquest tipus de sistemes estan destinats a l'ús personal i permeten accedir a internet, rebre trucades o correus electrònics i altres funcions més específiques del sistema en concret. Aquests sistemes informàtics permeten instal·lar i executar aplicacions de form

El **bit** és la unitat base de mesura de la informació, que indica la quantitat mínima que forma la informació. Es pot representar mitjançant dos símbols, 0 o 1.

La **informació** és la forma de representar fets, objectes, valors a similar a com es pot fer a la resta de sistemes informàtics.

## 1.2 Representació de la informació

Els sistemes informàtics són màquines que processen automàticament la informació, però tota la informació que gestionen aquests equips es representa únicament amb dos símbols, que són el 0 i l'1 i que corresponen a dos estats elèctrics o dos nivells de tensió. En els circuits electrònics, des del punt de vista lògic, s'acostuma a representar la presència de tensió en un punt del circuit per mitjà del nombre 1, mentre que el 0 representa l'absència de tensió. Aquesta terminologia es coneix com a **lògica positiva**. També es pot aplicar **lògica negativa**, on s'intercanvia el significat d'aquests dos dígit.

A cadascun d'aquests símbols se'ls anomena **xifra binària o bit**. Un bit és la unitat més petita de representació d'informació en un sistema informàtic.

o ids que permet

la comunicació entre persones i l'adquisició del coneixement de les coseees. Tota la informació està formada per dades. Les **dades** són tots els fets o objectes que no han estat manipulats i un cop processats formen la informació. Podeu observar un esquema del processament de les dades en informació a la figura 2.1.

**Figura 1. 1.** Processament de les dades



Podem classificar les dades segons els següents tipus:

- **Numèriques.** Aquestes dades estan únicament formades per nombres (0, 1, ..., 9). Amb aquestes dades es poden fer tota mena d'operacions matemàtiques.

- **Alfabètiques.** Són les dades que estan formades per les lletres de l'alfabet (A, B, ..., Z).
- **Alfanumèriques.** Són les dades que estan formades per una combinació de lletres i números. Amb aquest tipus de dades, encara que només estiguin formades per nombres no es poden fer operacions matemàtiques.

Perquè aquesta informació pugui ser entesa pel sistema informàtic, cal establir una correspondència entre les dades i aquests dos estats elèctrics. Aquesta correspondència és coneguda com a **codificació de la informació**. Totes les dades que utilitzen els sistemes informàtics estan codificades. Diferents sistemes informàtics poden utilitzar codis diferents, fins i tot, un mateix sistema informàtic pot utilitzar diferents codificacions als diferents dispositius electrònics que el formen.

Un **codi** és la forma d'interpretar la informació. Per exemple, el símbol X, fent servir el codi alfabètic, és una lletra, però, si apliquem el codi del sistema de numeració romà, és el número 10.

La codificació també depèn de l'ús que es farà de les dades. Per aquest motiu s'acostumen a utilitzar codis normalitzats, com l'Unicode per l'entrada i sortida de dades alfabètiques o alfanumèriques, mentre que per les dades numèriques s'utilitzen codificacions basades en el sistema de numeració binari, octal o hexadecimal per la facilitat que ofereixen per ser transformats en decimal o binari i fer operacions matemàtiques.

### 1.2.1 Els sistemes de numeració: binari, octal i hexadecimal

Un sistema de numeració és el conjunt de símbols i normes que s'utilitzen per representar dades numèriques.

Existeixen sistemes de numeració **posicionals** i sistemes de numeració **no posicionals**; als primers és important el valor de la xifra dins del número i als segons, no. Un exemple de sistema de numeració posicional és el sistema de numeració decimal i un exemple no posicional és el sistema romà.

Un sistema de numeració es caracteritza fonamentalment per la base a la qual fa referència i que, normalment, coincideix amb el nombre de símbols que el componen. La base és el coeficient que determina quin és el pes de cada símbol depenent de la posició que ocupi. Nosaltres utilitzem el sistema decimal que és un sistema de numeració en base 10, compost per 10 símbols diferents, del 0 al 9.

Tots els sistemes de numeració posicionals estan basats en el **Teorema Fonamental de la Numeració**, que serveix per relacionar una quantitat expressada en qualsevol sistema de numeració amb la mateixa quantitat expressada en sistema decimal.

El **Teorema Fonamental de la Numeració** queda determinat per la següent fórmula:  $\dots + xb^4 + xb^3 + xb^2 + xb^1 + xb^0 + \dots$   
On el símbol  $b$  representa la base i  $x$  són els dígit del nombre.

#### Exemple d'aplicació del Teorema Fonamental de la Numeració

Al sistema decimal, els símbols per construir un valor són del 0 al 9 i la seva base és 10.

$$63585 = 6 \cdot 10^4 + 3 \cdot 10^3 + 5 \cdot 10^2 + 8 \cdot 10^1 + 5 \cdot 10^0 = 60000 + 3000 + 500 + 80 + 5$$

Recordeu que qualsevol nombre elevat a zero val 1.

El sistema que utilitzem per comptar és l'anomenat sistema decimal, adoptat per poder comptar amb els deu dits de la mà. Al món informàtic, els sistemes de numeració utilitzats són diferents al sistema decimal que nosaltres utilitzem. Els més utilitzats són el sistema binari, l'octal i l'hexadecimal.

El **sistema binari** només utilitza dos símbols o bits per representar els números. És un sistema de numeració posicional. La quantitat de números que es poden representar en binari, depèn del nombre de xifres binàries o bits que utilitzem, de forma que si utilitzem un bit podrem representar dos números però si utilitzem dos bits, podrem representar quatre.

Per calcular el nombre de representacions diferents utilitzem la següent fórmula:  $\text{Valors representats} = 2^{(\text{nombre de bits})}$  on observem que el nombre de representacions numèriques depèn del nombre de bits que s'utilitzen, com podeu observar a la taula 1.1.

TAULA 1.1. Possibles combinacions

Nombre de bits	Combinacions diferents	Rang de valors
1	$2^1 = 2$	De 0 a 1
2	$2^2 = 4$	De 00 a 11
4	$2^4 = 16$	De 0000 a 1111
8	$2^8 = 256$	De 00000000 a 11111111
16	$2^{16} = 65.536$	De 0000000000000000 a 1111111111111111

Un grup de 8 bits es coneix com a **byte** o **octet**. Un byte ens permet representar 256 valors segons la combinació de bits que fem. Un grup de quatre bits constitueix un **nibble** i són importants perquè cada nibble representa una xifra en el sistema hexadecimal, ja que un nibble ens permet representar 16 valors.

El **sistema binari** és un sistema de numeració posicional, que utilitza dos símbols diferents, el 0 i l'1. Pot expressar-se segons la fórmula del Teorema Fonamental de la Numeració amb la base 2.

El **sistema octal** és un sistema de numeració posicional amb base 8 que utilitza un conjunt de 8 símbols, del 0 al 7. Per la seva banda, el **sistema hexadecimal** també és un sistema de numeració posicional, que utilitza un conjunt de 16 símbols, del 0 al 9, a més de les lletres A, B, C, D, E i F que equivalen a 10, 11, 12, 13, 14

i 15 del sistema decimal respectivament. En aquest sistema un valor determinat pot expressar-se segons la fórmula del Teorema Fonamental de la Numeració, on la base és 16.

El sistema que utilitza normalment el sistema informàtic és el binari, però per comoditat, hi ha ocasions on s'utilitza l'octal o l'hexadecimal. Per exemple, les adreces de memòria o les adreces MAC s'expressen en sistema hexadecimal, mentre que els permisos d'arxius en alguns sistemes operatius s'expressen en notació octal.

A la taula 1.2 podeu observar els números del 0 al 15 representats en sistema decimal, binari, octal i hexadecimal.

Taula 1. 2.

Decimal	Binari	Octal
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	10
9	1001	11
10	1010	12
11	1011	13
12	1100	14
13	1101	15
14	1110	16
15	1111	17

número de la base del sistema de numeració al que volem fer la conversió. El quocient obtingut de la divisió es convertirà en dividend per tornar a dividir-lo pel número de la base del sistema triat. Al nou quocient es torna a aplicar la mateixa operació, i així successivament fins que arribem a un quocient igual a zero. Després el número resultant s'obté unint tots els residus en ordre Tinvers d'aparició.

Per exemple, en un canvi de base d'un nombre decimal a un número binari, haurem de dividir successivament entre 2 el nombre decimal, fins que trobem un quocient igual a zero. Per trobar el número binari resultant, unim tots els residus en ordre invers d'aparició. Si volem convertir el mateix número en base decimal a base 8 i 16, haurem de canviar el divisor per 8 i 16 respectivament.

#### Canvi de base 10 a base 2

Conversió del nombre 75 en base 10 a base 2:

1.  $75/2 = 37$ . Residu 1

#### Adreça MAC

Una adreça MAC (*Media Access Control*) és un identificador de 48 bits, agrupats en 6 blocs de dos caràcters hexadecimals, que correspon de forma única a un dispositiu de xarxa.

#### Canvi de base de decimal a binari, octal o hexadecimal

Per canviar un nombre decimal a una base diferent, cal dividir el nombre decimal entre el

$$2. 37/2 = 18. \text{ Residu } 1$$

$$3. 18/2 = 9. \text{ Residu } 0$$

$$4. 9/2 = 4. \text{ Residu } 1$$

$$5. 4/2 = 2. \text{ Residu } 0$$

$$6. 2/2 = 1. \text{ Residu } 0$$

$$7. 1/2 = 0. \text{ Residu } 1$$

El resultat es forma amb els residus ordenats des de l'últim quocient. El resultat és:  $75_{(10)} = 1001011_{(2)}$

#### Canvi de base 10 a base 8

Conversió del nombre 75 en base 10 a base 8:

$$1. 75/8 = 9. \text{ Residu } 3$$

$$2. 9/8 = 1. \text{ Residu } 1$$

$$3. 1/8 = 0. \text{ Residu } 1$$

El resultat es forma amb els residus ordenats des de l'últim quocient. El resultat és:  $75_{(10)} = 113_{(8)}$

#### Canvi de base 10 a base 16

Conversió del nombre 75 en base 10 a base 16:

$$1. 75/16 = 4. \text{ Residu } 11 \text{ (El número 11 no forma part d'aquest sistema de numeració, aquest valor es correspon a la lletra B)}$$

$$2. 4/16 = 0. \text{ Residu } 4$$

El resultat es forma amb els residus ordenats des de l'últim quocient. El resultat és:  $75_{(10)} = 4B_{(16)}$

### Canvi de base de binari, octal o hexadecimal a decimal

Si volem fer la conversió contrària, és a dir passar de base 2, 8 o 16 a base decimal, ho farem multiplicant per potències successives de 2, 8 o 16 de dreta a esquerra, respectivament. Per obtenir el nombre decimal sumarem tots els valors obtinguts.

#### Canvi de base 2 a base 10

$$\text{Conversió del nombre } 1001011 \text{ en base 2 a base 10: } 1001011_{(2)} = 1 \cdot 2^6 + 0 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 1 \cdot 64 + 0 \cdot 32 + 0 \cdot 16 + 1 \cdot 8 + 0 \cdot 4 + 1 \cdot 2 + 1 \cdot 1 = 64 + 8 + 2 + 1 = 75_{(10)}$$

#### Canvi de base 8 a base 10

$$\text{Conversió del nombre } 113 \text{ en base 8 a base 10: } 113_{(8)} = 1 \cdot 8^2 + 1 \cdot 8^1 + 3 \cdot 8^0 = 1 \cdot 64 + 1 \cdot 8 + 3 \cdot 1 = 64 + 8 + 3 = 75_{(10)}$$

#### Canvi de base 16 a base 10

$$\text{Conversió del nombre } 4B \text{ en base 16 a base 10: } 4B_{(16)} = 4 \cdot 16^1 + 11 \cdot 16^0 = 4 \cdot 16 + 11 \cdot 1 = 64 + 11 = 75_{(10)}$$

Per canviar entre qualsevol altres bases sempre podem convertir el número en base decimal per després convertir-lo a la base desitjada.

### 1.2.2 Els codis d'entrada/sortida

Els codis d'entrada/sortida permeten representar els símbols alfanumèrics de forma que cada símbol es pot representar amb una determinada **combinació de bits**. En aquests símbols alfanumèrics, a més de poder representar números, lletres i símbols, també es poden incloure símbols de control com *Intro*, *Suprimir* o *Escape*.

El nombre d'elements que podem codificar depèn del nombre de bits que utilitzem per fer la combinació. Amb  $n$  bits podem codificar  $m$  símbols diferents. Per saber quants símbols podem codificar en funció dels bits, apliquem la següent fórmula:  $m = 2^n$ . On  $m$  són els símbols possibles i  $n$  la quantitat de bits.

Aplicant aquesta fórmula, observem que amb 2 bits podem fer 4 combinacions diferents ( $m = 2^2 = 4$ ) i amb 3 bits podem fer-ne 8 ( $m = 2^3 = 8$ ). D'aquesta forma, si volem codificar 10 xifres decimals, necessitem 4 bits com a mínim ( $m = 2^4 = 16$ ).

Seria possible establir codis d'entrada/sortida de forma arbitrària, però els fabricants de sistemes informàtics acostumen a utilitzar els següents:

- **ASCII (American Standard Code for Information Interchange)**. És un codi de caràcters basat en l'alfabet llatí, tal com s'utilitza a l'anglès modern. Aquest sistema utilitza 7 bits per representar cada símbol. Amb aquest codi es poden representar els dígitos del 0 al 9, les lletres majúscules i minúscules de l'A a la Z, caràcters especials i caràcters de control. En total podem representar 128 caràcters ( $m = 2^7 = 128$ ).
- **ASCII Estès**. A causa de la necessitat d'expressar caràcters que no estan inclosos al codi ASCII es van crear diferents versions que utilitzaven un bit més i que permetien passar d'un sistema de 128 caràcters a un de 256 caràcters. Es van anomenar codis ASCII estesos a tots els codis de 8 bits on coincidien els codis del 8 al 13 i del 32 al 126 amb els del codi ASCII. Com que 8 bits no són suficients per codificar tots els alfabet coneguts, cada zona va començar a utilitzar una especialització pròpia actualment inclosa a la norma ISO 8859. Cadascuna d'aquestes especialitzacions afegeix un número a la norma. Per exemple, la norma ISO 8859-1 representa els caràcters de l'alfabet espanyol mentre que la norma ISO 8859-6 representa els caràcters de l'alfabet àrab.
- **EBCDIC (Extended BCD Interchange Code)**. En aquest codi cada símbol es representa per una combinació de 8 bits. Amb aquest codi es poden representar caràcters alfanumèrics, de control i signes de puntuació. Cada caràcter està compost per 8 bits (1 byte) i representa un total de 256 caràcters ( $m = 2^8 = 256$ ).

- **UNICODE.** Aquest codi és un estàndard de codificació dissenyat per facilitar el tractament de la informació en diversos idiomes. Aquest codi inclou tots els caràcters d'ús comú en l'actualitat, la versió 13.0 inclou 143.859 caràcters provinents d'alfabets i col·leccions de símbols. Unicode defineix cada caràcter utilitzant un nom i identificador numèric anomenat punt de codi. La creació d'Unicode pretén reemplaçar els codis de codificació de caràcters existents, ja que molts d'ells es troben limitats en mida i no són compatibles en entorns plurilingües.

Actualment, la majoria de sistemes informàtics han adoptat la norma Unicode, ja que és compatible amb molts dels sistemes operatius actuals permetent que un producte pugui estar orientat a diferents idiomes sense necessitat de redissenyar-lo. Són tres les formes de codificació Unicode utilitzades sota el nom UTF (*Unicode Transformation Format*), la UTF-8 orientada al byte, la UTF-16 codificada amb 16 bits i la UTF-32 codificada amb 32 bits.

### 1.2.3 Representació interna de la informació

La representació interna de les dades en un sistema informàtic està directament relacionada amb la seva **arquitectura**. Aquesta arquitectura també defineix la mida de les dades amb les quals es treballa, ja que el sistema informàtic està dissenyat per treballar amb unes cadenes de bits determinades. Actualment, la majoria d'equips tenen una arquitectura de 64 bits, tot i que també podem trobar equips que utilitzen arquitectures de 8, 16 o 32 bits.

La CPU d'un sistema informàtic, el sistema operatiu i el programari han de fer servir la mateixa arquitectura per poder-se comunicar els uns amb els altres. Que una arquitectura sigui de **64 bits** significa que la informació s'emmagatzema i es tracta en blocs d'informació que tenen una mida de 64 bits. D'aquesta forma, tant l'amplada dels registres de la CPU, el bus d'adreces (que permet adreçar i per tant referenciar i accedir a la memòria RAM) o les instruccions, treballen amb blocs de mida 64 bits. Com més gran sigui la mida dels blocs, més informació poden contenir. Aquests blocs s'anomenen **paraula**. La mida d'aquests blocs d'informació es coneix com a **mida de la paraula**.

Quan les dades s'introdueixen a l'ordinador, es fa servir una codificació d'entrada/sortida, tant si són de tipus alfabètic, com ara una "T", o de tipus numèric, com ara un número "2". Però les dades de tipus numèric sovint s'utilitzen per operar aritmèticament amb elles, i la representació obtinguda amb els codis d'entrada/sortida no resulta adequada per fer operacions d'aquest tipus. A més la representació basada en un codi d'entrada/sortida utilitza massa bits si la comparem amb altres formes de representacions. Per exemple, el número "165" representat en ASCII ocupa 24 bits (0011 0001 0011 0110 0011 0101) i el mateix número representat en binari natural ocupa 8 bits (10100101).

Llavors, tenint present que el processador treballa amb paraules, es realitza una conversió de la notació d'entrada/sortida a una altra notació coneguda com a



**representació interna** que dependrà del sistema informàtic, del llenguatge de programació utilitzat i de l'ús que es farà de les dades.

En passar les dades numèriques de format d'entrada/sortida a format intern s'obté un **grau de compactació** més gran i un format més adequat per a les operacions aritmètiques.

Hi ha diversos mètodes de representació interna segons el tipus de número que s'hagi de codificar (enter sense signe, enter amb signe, real, etc.) encaminats a representar el màxim rang de números amb el mínim espai i a facilitar les operacions matemàtiques posteriors.

Per representar una dada numèrica **sense signe** (enters positius i el zero) es representa el valor absolut del nombre sencer en binari natural i s'utilitzen tots els bits de la paraula per codificar el número. Això significa que amb una mida de paraula  $n$  es poden representar  $2^n$  valors diferents, de forma que el **rang representable** està entre 0 i  $2^{n-1}$ .

Per representar una dada **amb signe**, tant positiva com negativa, es reserva un bit de tots els disponibles pel signe mentre que la resta de bits representen el valor. Per això amb aquests mètodes el rang representable és menor. A continuació s'expliquen els mètodes més utilitzats de representació interna de nombres enters amb signe:

- Mòdul i signe
- Complement a 1
- Complement a 2
- Excés a  $2^{(n-1)}$

### Mòdul i signe:

Per representar els nombres seguint el mètode de mòdul i signe cal passar a binari el valor i col·locar-lo en el byte de dreta a esquerra. Cal recordar que el bit en què es guarda el signe se situa a la part esquerra del byte, utilitzarem un 1 per representar el signe negatiu i un 0 per representar el positiu. Les posicions no utilitzades s'omplen amb zeros.

#### Exemple de mòdul i signe

Representeu el nombre  $75_{(10)}$  en mòdul i signe:

1. Representem el nombre  $75_{(10)}$  en binari:  $75_{(10)} = 1001011$

2. Representem en paraula d'un byte: 01001011

3. Resultat: 01001011

Representeu el nombre  $-75_{(10)}$  en mòdul i signe:

1. Representem el nombre  $75_{(10)}$  (positiu) en binari:  $75_{(10)}=1001011_{(2)}$
2. Representem en paraula d'un byte: 01001011
3. Canviem el bit de signe a negatiu per representar el -75: 11001011
4. Resultat: 11001011

### Complement a 1 (C 1):

El mètode de complement a 1 (C 1) representa els nombres positius igual que el mètode de mòdul i signe. Però als nombres negatius cal canviar els bits 0 per 1 i els 1 per 0 després de convertir-lo a binari.

#### Exemple de complement a 1

Representeu el nombre  $75_{(10)}$  en complement a 1:

1. Representem el nombre  $75_{(10)}$  en binari:  $75_{(10)}=1001011_{(2)}$
2. Representem en paraula d'un byte: 01001011
3. Resultat: 01001011

Representeu el nombre  $-75_{(10)}$  en complement a 1:

1. Representem el nombre  $75_{(10)}$  (positiu) en binari:  $75_{(10)}=1001011_{(2)}$
2. Representem en paraula d'un byte: 01001011
3. Canviem els bits 0 per 1 i els 1 per 0: 10110100
4. Resultat: 10110100

### Complement a 2 (C 2):

troba més a la dreta.

#### Suma binaria / Suma decimal

La suma binaria és anàloga a la suma decimal. Les possibles combinacions són:  $0 + 0 = 0$ ,  $0 + 1 = 1$ ,  $1 + 0 = 1$  i  $1 + 1 = 10$ , en aquest últim cas escrivim 0 al resultat de la columna i ens emportem 1 a la següent columna, com es fa al sistema decimal.

#### Exemple de complement a 2

Representeu el nombre  $75_{(10)}$  en complement a 2:

1. Representem el nombre  $75_{(10)}$  en binari:  $75_{(10)}=1001011_{(2)}$
2. Representem en paraula d'un byte: 01001011
3. Resultat: 01001011

Representeu el nombre  $-75_{(10)}$  en complement a 2:

El mètode de **complement a 2 (C 2)** representa els nombres positius igual que en el mètode de mòdul i signe. Per als nombres negatius es representa el nombre igual que el mètode de complement a 1 i se suma el valor 1 al bit que es

1. Representem el nombre  $-75_{(10)}$  (positiu) en binari:  $75_{(10)}=1001011_{(2)}$
2. Representem en paraula d'un byte: 01001011
3. Canviem els bits 0 per 1 i els 1 per 0: 10110100

4. Sumen 1:  $10110100+1=10110101$

5. Resultat: 10110101

### Excés a $2^{(n-1)}$ :

En aquest tipus de representació, la variable  $n$  representa el nombre de bits que forma la paraula. Per fer aquesta transformació farem servir la següent fórmula: Valor =  $2^{(n-1)}$  + nombre, en el cas que el nombre sigui positiu i Valor =  $2^{(n-1)}$  - nombre, si el nombre és negatiu. Després passem el valor a binari i el col·loquem en el byte.

#### Exemple d'excés a 2

Representeu el nombre  $75_{(10)}$  en excés a 2:

1. Realitzem l'operació aplicant la fórmula corresponent: Valor =  $2^{(n-1)} + 75 = 2^{(8-1)} + 75 = 128 + 75 = 203$
2. Representem el nombre  $203_{(10)}$  en binari:  $203_{(10)}=11001011_{(2)}$
3. Representem en paraula d'un byte: 11001011
4. Resultat: 11001011

Representeu el nombre  $-75_{(10)}$  en excés a 2:

1. Realitzem l'operació aplicant la fórmula corresponent: Valor =  $2^{(n-1)} - 75 = 2^{(8-1)} - 75 = 128 - 75 = 53$
2. Representem el nombre  $53_{(10)}$  en binari:  $53_{(10)}=110101_{(2)}$
3. Representem en paraula d'un byte: 00110101
4. Resultat: 00110101

## 1.2.4 Mesura de la informació

A la informàtica, les mesures d'informació s'utilitzen per calcular la quantitat d'informació que es pot processar, emmagatzemar o enviar entre els sistemes informàtics. La unitat mínima d'informació és el **bit (b)**. Un bit és la unitat mínima d'informació que s'utilitza al món informàtic i només pot emmagatzemar un 0 o un 1.

Si unim 8 bits obtenim un **byte (B)**, que també és una unitat molt petita d'emmagatzematge. Amb un byte podem representar 256 combinacions diferents, des de 00000000 fins a 11111111.

Per parlar de grans volums d'informació utilitzem els **múltiples del byte** que podeu observar a la taula 1.3.

**Taula 1. 3.** Prefixos d'ús convencional en informàtica

Nom	Símbol SI	Valor SI	Nom	Símbol ISO/IEC	Valor ISO/IEC
kilobyte	kB	$10^3 = 1.000$	kibibyte	KiB	$2^{10} = 1.024$
megabyte	MB	$10^6 = 1.000.000$	mebibyte	MiB	$2^{20} = 1.048.576$
gigabyte	GB	$10^9 = 1.000.000.000$	gibibyte	GiB	$2^{30} = 1.073.741.824$
terabyte	TB	$10^{12} = 1.000.000.000.000$	tebibyte	TiB	$2^{40} = 1.099.511.627.776$
petabyte	PB	$10^{15} = 1.000.000.000.000.000$	pebibyte	PiB	$2^{50} = 1.125.899.906.842.624$
exabyte	EB	$10^{18} = 1.000.000.000.000.000.000$	exbibyte	EiB	$2^{60} = 1.152.921.504.606.846.976$
zettabyte	ZB	$10^{21} = 1.000.000.000.000.000.000.000$	zebibyte	ZiB	$2^{70} = 1.180.591.620.717.411.303.424$
yottabyte	YB	$10^{24} = 1.000.000.000.000.000.000.000.000$	yobibyte	YiB	$2^{80} = 1.208.925.819.614.629.174.706.176$

**Sistema Internacional d'unitats (SI)**

És el sistema d'unitats que s'utilitza en quasi tots els països del món i que permet definir qualsevol magnitud física.

Tradicionalment, al món informàtic, 1 kB (kilobyte) corresponia a 1024 bytes, però segons el sistema internacional d'unitats 1 kB (kilobyte) la correspondència era de 1000 bytes com passa a la resta d'unitats de mesura. Això generava certa controvèrsia i era fàcil cometre errors. Per solucionar aquesta confusió, la Comissió Electrotècnica Internacional va publicar l'any 1998 un apèndix a l'estàndard **ISO/IEC 80000** on es definien els prefixos binaris, naixent així la unitat kibibyte (KiB) per designar la correspondència entre 1 KiB i 1024 bytes; a partir d'aquest moment es considera la unitat de kilobyte vàlida únicament per la correspondència entre 1 kB i 1000 bytes.

**Exemple de conversió d'unitats de mesura**

Per què el meu disc dur mostra menys capacitat de la que indica l'etiqueta del fabricant?

Els fabricants utilitzen les unitats de mesura d'informació seguint el sistema internacional mentre que alguns sistemes operatius funcionen utilitzant el sistema de numeració binari i segueixen el sistema ISO/IEC 80000.

Un disc dur de 250 GB té aproximadament 250.000.000.000 bytes (2.000.000.000.000 bits).  $250 \text{ GB} \times \frac{1.000 \text{ MB}}{1 \text{ GB}} \times \frac{1.000 \text{ kB}}{1 \text{ MB}} \times \frac{1.000 \text{ bytes}}{1 \text{ kB}} = 250.000.000.000 \text{ bytes}$   
 $250.000.000.000 \text{ bytes} \times \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}} = 2.000.000.000.000 \text{ bits}$

Si aquests mateixos bits els convertim a GiB veiem que el disc dur té 232 GiB.

$2.000.000.000.000 \text{ bits} \times \frac{1 \text{ bytes}}{8 \text{ bits}} = 250.000.000.000 \text{ bytes}$   
 $\frac{250.000.000.000 \text{ bytes}}{1.024 \text{ MB}} \times \frac{1 \text{ MB}}{1024 \text{ kB}} \times \frac{1 \text{ kB}}{1024 \text{ bytes}} = 232 \text{ GiB}$

Per aquest motiu, el nostre sistema operatiu ens mostra una capacitat de 232 GiB per un disc dur de 250 GB.

### 1.3 El sistema operatiu

El sistema operatiu és el programari més important d'un sistema informàtic. Aquest programari dona a l'usuari la possibilitat d'interactuar amb el sistema

informàtic de forma fàcil, donant-li la possibilitat de gestionar la informació i els recursos disponibles al sistema informàtic.

Podem definir els sistemes operatius tenint en compte les seves dues funcions bàsiques. En primer lloc, els sistemes operatius proporcionen als usuaris i a les aplicacions una interfície d'accés als recursos de maquinari i, en segon lloc, gestionen aquests recursos.

El **sistema operatiu** gestiona tots els recursos de maquinari, proporciona la base per l'execució del programari d'aplicació i fa d'interfície entre l'equip i els usuaris.

La **interfície d'accés** als recursos de maquinari que proporciona el sistema operatiu permet als usuaris i a les aplicacions accedir al maquinari del sistema informàtic. La interfície més coneguda és la interfície gràfica d'usuari que permet a l'usuari convencional accedir al sistema d'una forma amigable i ens dona la imatge del sistema operatiu que hem adquirit.

Sobre la gestió dels recursos del maquinari, entenent per recurs qualsevol component de maquinari del sistema informàtic, el sistema operatiu s'encarrega de la planificació dels accessos a aquests components i de l'emmagatzematge de la informació en ells.

#### 1.3.1 Elements i estructura del sistema operatiu

Un sistema operatiu està format per diversos elements que, units entre ells, donen forma a l'estructura bàsica del sistema informàtic. Els elements principals que formen un sistema operatiu són els següents:

- **Processos.** Un procés és, en essència, un programa en execució. Quan un usuari té un programa emmagatzemat en el disc dur del seu sistema informàtic, per exemple, la calculadora de Windows, pot executar-lo. En el moment que el programa de la calculadora de Windows es carrega en memòria, és considerat un procés. Cada procés (o programa en execució) manté una llista de les ubicacions en memòria on s'emmagatzema. Aquest conjunt d'ubicacions en memòria s'anomena espai d'adreces de memòria

del procés.

- **Espai d'adreces.** Els sistemes informàtics tenen una memòria principal limitada en quantitat. Tan sols els programes i les dades que es troben emmagatzemades en memòria poden estar en execució. Aquesta memòria principal és gestionada pel sistema operatiu. El sistema operatiu s'encarrega d'assignar-li a cada programa un espai d'adreces, és a dir, un conjunt d'ubicacions que representa la quantitat de memòria que pot fer servir.
- **Sistema d'arxius.** El sistema d'arxius és un dels elements clau d'un sistema informàtic. El sistema d'arxius permet al sistema informàtic llegir, crear, es-

criure i eliminar arxius. El sistema operatiu organitza aquesta informació en estructures de directoris que permeten agrupar arxius. Aquestes estructures de directoris i arxius acostumen a estar organitzades en forma d'arbre.

- **Sistema d'entrada/sortida.** Els sistemes informàtics disposen d'elements físics per adquirir informació (entrada) i mostrar-la (sortida). El sistema operatiu té un sistema de gestió d'entrada/sortida que està format per una part comuna, utilitzable per tots els dispositius i una part específica, determinada per cadascun dels dispositius concrets, anomenada controlador.
- **Sistema de protecció.** Té molta importància dins del tractament de la informació que aquesta estigui protegida de forma correcta i que només puguin accedir els processos que la necessiten. El manteniment de l'administració segura de les dades és responsabilitat del sistema operatiu.
- **Intèrpret d'ordres (Shell) i interfície gràfica d'usuari (GUI).** L'intèrpret d'ordres és la interfície principal entre un usuari i el sistema operatiu. Permet donar instruccions al sistema i funciona en mode text. Els sistemes operatius moderns fan servir la interfície gràfica d'usuari que és un programa que s'executa sobre el sistema operatiu i permet donar aquestes instruccions al sistema d'una forma més simple i agradable.

Els diferents elements que componen un sistema operatiu estan relacionats entre ells. Aquestes relacions, el disseny i l'organització dels elements és el que s'anomena **estructura del sistema operatiu**. Podem classificar els sistemes operatius segons la seva estructura en els següents tipus:

- **Sistemes monolítics.** En aquest tipus d'estructura, el sistema operatiu és un únic programa molt extens, escrit en un únic bloc anomenat *nucli*, sobre el qual funcionen les diferents aplicacions dels usuaris. En aquest tipus d'estructura, el codi del sistema operatiu es fa difícil d'entendre i resulta difícil gestionar els errors d'aquest. Com a avantatge principal d'aquesta estructura trobem una millora del rendiment, ja que com el sistema està escrit en un únic bloc no cal transferir dades entre diferents blocs i això millora la velocitat de transferència de dades. L'única transferència de dades que es produeix és la que es dona entre les aplicacions d'usuaris i el nucli.

• **Sistemes de capes.** En aquest tipus d'estructura, el sistema operatiu acostuma a organitzar-se en nivells o capes. Cada capa acostuma a tenir un nivell de privilegi, estant les funcions més repetitives i més properes al maquinari integrades a la capa de major privilegi. Les capes més prioritàries i properes al maquinari poden executar una sèrie d'instruccions prohibides a les menys prioritàries. Cada capa s'executa de forma independent i només es pot comunicar amb la següent de forma que permet al sistema operatiu controlar la propagació d'errors fàcilment. La capa més propera al maquinari, s'anomena *nucli* i és la que s'encarrega directament de gestionar el maquinari. La capa més allunyada del nucli és la capa d'usuari que proporciona a l'usuari una interfície d'ús amb el sistema operatiu. Aquest tipus d'estructura permet fer modificacions al sistema operatiu de forma fàcil, ja que permet la modificació de les capes de forma independent. Com

a desavantatge trobem que disminueix el rendiment del sistema a causa de la transferència de dades entre capes.

- **Sistemes micronuclis.** En aquest tipus d'estructura es redueix el codi del nucli del sistema operatiu perquè només executi les funcions mínimes, ja que qualsevol error que es produeix al nucli deixa el sistema aturat. D'aquesta forma, es deixen al nucli només les operacions imprescindibles que han d'executar-se amb el nivell màxim de privilegis i aquest nucli passa a anomenar-se micronucli. Amb aquesta estructura es vol aconseguir dividir el sistema en mòduls petits on només un d'ells, el micronucli, s'executa amb els màxims privilegis mentre que la resta s'executen com processos d'usuari. D'aquesta forma, si un d'aquests processos falla, no falla tot el sistema.
- **Sistemes client-servidor.** Aquesta estructura defineix dos tipus de processos, els processos servidors que proporcionen uns serveis específics i els processos clients que utilitzen aquests serveis. En aquesta estructura la capa inferior, el nucli, s'executa amb el nivell màxim de privilegis. La comunicació entre els processos client i servidor es fa transferint dades entre ells. Aquesta transferència de dades pot donar-se en un mateix sistema informàtic o entre dos equips diferents mitjançant una xarxa, aquest concepte permet extrapolar aquesta estructura als sistemes operatius en xarxa. Alguns sistemes client-servidor permeten estructures de sistemes micronuclis i, en aquest cas, s'anomenen **sistemes híbrids**.
- **Sistemes virtuals.** En aquest cas, a l'estructura client-servidors es crea una capa de virtualització on es pot instal·lar i executar un sistema operatiu. Aquesta capa de virtualització és l'encarregada de gestionar les sol·licituds de maquinari. Les màquines virtuals creen un entorn d'execució amb un duplicat abstracte del maquinari real. En un sistema informàtic es poden allotjar tants sistemes operatius com permeti el maquinari real. Cadascuna d'aquestes màquines virtuals rep els recursos de maquinari de forma independent i utilitza un espai d'ubicació al disc dur independent.
- **Sistemes exonuclis.** En aquesta estructura, molt semblant a la de sistemes

virtuals, les màquines virtuals creades no veuen tot el maquinari de la maquinària, sinó que únicament poden accedir a una part. D'aquesta forma cada usuari pot accedir a una partició dels recursos de maquinari amb la seva màquina virtual. A la capa amb més privilegis, el nucli, hi ha un programa anomenat exonucli que assigna part dels recursos a les màquines virtuals i comprova que cap màquina utilitzi els recursos d'una altra.

### 1.3.2 Classificació dels sistemes operatius

Els sistemes operatius han experimentat un creixement molt gran des de la dècada del 1950 fins als nostres dies. Durant aquest temps s'han desenvolupat una gran varietat de sistemes operatius, cadascun amb les seves pròpies característiques i tècniques clau per millorar el seu rendiment.

A causa de la varietat de sistemes operatius, podem fer la seva classificació segons diversos criteris. Per exemple, podem classificar els sistemes operatius segons el nombre d'usuaris que poden utilitzar el sistema, els processos que el sistema pot realitzar simultàniament, el nombre de processadors amb els quals compta l'equip o el propòsit del sistema entre altres factors.

Segons el **nombre d'usuaris** que poden utilitzar els recursos de forma simultània, els podem classificar en sistemes monousuaris o multiusuaris:

- **Monousuari.** Aquest tipus de sistema només pot atendre a un únic usuari a la vegada. En aquest sistema tots els recursos estan a disposició d'un sol usuari i no poden ser utilitzats per ningú més fins que aquest usuari finalitzi la sessió. Exemples de sistemes operatius monousuari són: MS DOS (MicroSoft), OS/2 (IBM), Windows 9x (MicroSoft).
- **Multiusuari.** Aquest tipus de sistema pot atendre a més d'un usuari a la vegada de forma que diferents usuaris poden utilitzar simultàniament els recursos del sistema. Aquests sistemes poden estar configurats de forma diferent segons l'usuari que l'utilitzi. Exemples de sistemes operatius multiusuari són: UNIX i les seves variants, macOS (Apple Inc.) o Windows 10 (Microsoft).

Segons el **númers de tasques** que pot executar de forma simultània, es poden classificar en monotasca o multitasca:

- **Monotasca.** En aquest cas el sistema només pot executar una tasca i fins que no acabi no pot començar una altra. D'aquesta forma, els recursos del sistema només es poden dedicar a una única tasca fins que finalitzi la seva execució. Un exemple de sistema operatiu monotasca és MS-DOS.
- **Multitasca.** En aquest tipus de sistema, el sistema operatiu simula l'execució de més d'una tasca i dona la sensació a l'usuari que s'estan executant diferents tasques a la vegada. Aquest tipus de sistema operatiu pot executar diferents tasques simultàniament de forma real en aquells equips



que disposin de més d'un microprocessador. Si l'equip només disposa d'un microprocessador, la CPU compartirà el temps d'ús del processador entre els diferents programes que ha d'executar. D'aquesta forma, tots els processos necessitaran individualment més temps per executar-se però si ho comparem amb un sistema monotasca el temps mitjà d'espera serà menor. Exemples de sistemes operatius multitasca són: Windows 10, macOS i els sistemes GNU/Linux i UNIX.

Segons el **nombre de processadors** que pot gestionar el sistema es classifiquen en monoprocessador i multiprocessador:

- **Monoprocessador.** El sistema només pot gestionar un processador. En aquest cas el sistema pot ser monousuari, multiusuari, monotasca o multi tasca. Exemples de sistemes operatius monoprocessador són: MS-DOS i Windows 9x.

- **Multiprocessador.** El sistema pot gestionar més d'un processador perquè treballin de forma conjunta durant l'execució de programes. La potència dels processadors pot utilitzar-se de forma equilibrada o el sistema pot repartir les tasques que està realitzant entre els processadors de l'equip informàtic, de forma que pot passar que un processador estigui treballant mentre que els altres estan aturats. Exemples de sistemes operatius multiprocessadors són: Windows 10, macOS i els sistemes GNU/Linux i UNIX.

Segons el **tipus de propòsit** al que estigui destinat el sistema operatiu es poden classificar en sistemes de propòsit general o especial:

- **Propòsit general.** Aquests sistemes es caracteritzen per la capacitat de poder executar qualsevol mena d'aplicació informàtica. Alguns exemples són els sistemes operatius macOS, GNU/Linux i Windows.
- **Propòsit especial.** Són sistemes dissenyats exclusivament per donar servei a determinats equips. Aquí estarien classificats els sistemes operatius per dispositius intel·ligents com televisors o rellotges. Per exemple, el sistema operatiu webOS de LG.

Per últim podem classificar els sistemes operatius en dos grans grups. Els sistemes operatius propietaris i els sistemes operatius lliures:

- Els **sistemes operatius propietaris** són aquells sistemes que tenen limitats els drets d'ús, còpia, distribució i modificació i que no posen el seu codi font a disposició de l'usuari. Normalment els drets d'autor d'aquests tipus de sistemes operatius pertanyen a una empresa. Actualment, els sistemes operatius propietaris més coneguts són Windows de Microsoft i macOS d'Apple.
- Els **sistemes operatius lliures** són aquells que compleixen la definició de programari lliure. El programari lliure és aquell programari que es

distribueix juntament amb el codi font i permet utilitzar, copiar, distribuir i modificar el programari amb la condició que la nova versió de programari inclogui el codi font original. Per exemple, algunes distribucions del sistema operatiu GNU/Linux són exemples d'aquests tipus de sistemes.

### 1.3.3 Evolució històrica

Els sistemes operatius han patit una gran evolució des dels seus inicis fins a l'actualitat. Els sistemes operatius sempre han estat molt relacionats amb el maquinari dels equips informàtics on s'executaven, per això per poder entendre l'evolució dels sistemes operatius, cal conèixer també el maquinari dels equips informàtics que els han anat allotjant.

La **primera computadora** digital va ser dissenyada pel matemàtic anglès Charles Babbage que va acabar el seu primer disseny funcional l'any **1835**. No es

va poder considerar un sistema informàtic perquè era una màquina purament mecànica i no tenia cap mena de programari. Charles Babbage es va adonar que necessitava programari per la seva màquina i per això va contractar a Ada Lovelace considerada la primera programadora a la història de la informàtica. Tot i que Ada Lovelace va escriure alguns programes no van aconseguir dotar de sistema operatiu a la màquina creada per Babbage. Tot i això, podem considerar a Charles Babbage com el creador dels sistemes informàtics moderns.

#### Tub de buit

És un component electrònic utilitzat per amplificar, commutar o modificar un senyal elèctric mitjançant el control del moviment dels electrons en un espai buit (o amb certs gasos seleccionats) a molt baixa pressió.

semiconductor utilitzat per generar un senyal de sortida en resposta a un senyal d'entrada. Les seves funcions són d'amplificador, oscil·lador, commutador o rectificador.

Després dels esforços de Charles Babbage i Ada Lovelace, no va haver-hi més progressos fins a la **Segona Guerra Mundial** quan Johan Atanasoff i Clifford Berry van construir el primer sistema informàtic digital funcional a la Universitat de l'estat d'Iowa que utilitzava 300 tubs de buit. Al mateix temps, Konrad Zuse a Berlín va construir el sistema informàtic Z3. I el 1944 es van construir les màquines *Colossus* a Bletchley Park (Anglaterra), *Mark I* a Harvard i *ENIAC* a la Universitat de Pennsylvania.

Aquestes màquines eren molt primitives i lentes. Tota la seva programació es realitzava exclusivament en llenguatge màquina. Els llenguatges de programació encara no existien i, per tant, encara no s'havia dissenyat un sistema operatiu. Per fer funcionar aquestes màquines, l'usuari inseria un tauler de connexions a la màquina per controlar les seves funcions bàsiques. La utilitat d'aquestes màquines es reduïa a solucionar càlculs matemàtics bastant

simples, com obtenir sinus, cosinus i logaritmes. En aquesta època, el mateix usuari o grup d'usuaris s'encarregaven de programar, fer funcionar i mantenir cada màquina. A principis de la **dècada de 1950**, es va produir una millora important amb la introducció de les targetes perforades. Les targetes perforades permetien escriure un programa a la targeta i llegir-lo en comptes d'utilitzar els taulers de connexions i reemplaçar a aquests.

### Ordinadors centrals o 'mainframe'

La creació del transistor a mitjans de la dècada de 1950 va revolucionar el món informàtic. Van desaparèixer els tubs de buit i les màquines es van poder fabricar més petites, barates i amb un menor consum. Aquestes màquines, conegudes com a **ordinadors centrals** o *mainframe*, en anglès, estaven emmagatzemades en habitacions especials amb aire condicionat i un grup d'usuaris s'encarregaven d'utilitzar-les. Tot i que s'havia abaratit el cost de producció, només les grans empreses, les universitats o les agències governamentals podien assumir el cost d'aquestes màquines.

En aquestes màquines ja no hi havia un únic usuari responsable de totes les operacions que es feien al sistema informàtic. Els dissenyadors de les màquines ja no eren els encarregats del manteniment i els programadors donaven els seus programes als operaris de les màquines que s'encarregaven del funcionament mentre ells esperaven els resultats.

El **procés** que se seguia amb aquestes màquines consistia en el fet que el programador perforava les targetes corresponents al programa i les dades. Aquest

paquet es passava a l'operari que s'encarregava d'introduir les targetes a una petita computadora que traslladava la informació de les targetes perforades a cintes magnètiques que eren dispositius més ràpids. D'aquesta forma en una cinta podia haver-hi una cua de treballs amb diferents programes, que a més tenien la possibilitat d'utilitzar biblioteques de funcions comunes contingudes a la cinta.

Després de la conversió de targeta a cinta magnètica, l'operador portava les cintes a l'habitació del sistema informàtic principal on muntava les unitats de cinta i carregava un programa especial, el sistema operatiu, que llegia el treball de la cinta, l'executava i guardava la informació en altres cintes de sortida.

Aquestes cintes de sortida es tornaven a inserir a la petita computadora que tornava a convertir els resultats de la cinta magnètica a targetes perforades o a paper utilitzant una impressora. Aquesta forma de treball es va denominar **sistema de processament per lots**.

Juntament amb aquestes màquines, va aparèixer el llenguatge ensamblador i, més tard, el FORTRAN.

Aquestes computadores es van utilitzar principalment per càlculs científics, com la resolució d'equacions diferencials. Els sistemes operatius més coneguts d'aquestes màquines van ser FMS (*Fortran Monitor System*) i IBSYS, dos sistemes operatius pel sistema informàtic *IBM 7094*, el més conegut de l'època.

### Minicomputadors

A principis de la **dècada de 1960**, la majoria de fabricants de sistemes informàtics produïen dos

tipus de sistemes informàtics diferents. Per una part, estaven els sistemes informàtics més potents, com el *IBM 7094* i per altra els petits sistemes informàtics que s'encarregaven

d'escriure cintes i imprimir dades.

IBM va crear el sistema informàtic *IBM 360*, un sistema petit però potent que combinava els avantatges dels dos sistemes anteriors. Aquesta màquina era capaç de realitzar una gran quantitat de càlculs i estava pensada per poder ser utilitzada per altres tipus d'usuaris i no només programadors o científics.

Aquesta va ser un dels primers sistemes informàtics en utilitzar circuits integrats i això va permetre abaratir els costos de producció i oferir un major rendiment en comparació als sistemes operatius anteriors. El seu sistema operatiu es va anomenar *OS/360* i estava format per milions de línies en llenguatge ensamblador.

En aquesta dècada van sorgir algunes tècniques importants pel funcionament dels sistemes operatius. La més important va ser la **multiprogramació**. La multiprogramació és una tècnica que permet que dos o més processos es puguin allotjar a la memòria principal del sistema i puguin ser executats de forma alternativa.

D'aquesta forma, la CPU ja no s'havia d'aturar durant les operacions d'entrada/- sortida, com passava als sistemes operatius anteriors, ja que la memòria podia executar aquest i altres treballs de forma concurrent.

#### **Circuit integrat**

Estructura de petites dimensions, normalment de silici, sobre la que s'insereixen circuits electrònics i que es troba protegit per un encapsulat plàstic o ceràmic.

Una altra de les tècniques que es va popularitzar en aquesta dècada va ser la gestió de cues o **spooling** en anglès, que permetia que el sistema informàtic utilitzés un magatzem ubicat al disc dur per anar introduint els treballs pendents d'execució. D'aquesta forma, es podien llegir els treballs emmagatzemats a les targetes perforades o cintes i anar col·locant-los al disc dur a mesura que el magatzem s'anava buidant.

Un altre desenvolupament important durant aquesta dècada va ser el creixement de sistemes informàtics més petits, com el *PDP-1* el 1960, que van donar lloc a una nova indústria gràcies a la seva practicitat.

L'any 1969, Ken Thompson, un dels científics del laboratori Bell, va utilitzar un d'aquests sistemes informàtics, el *PDP-7*, per escriure un nou sistema operatiu que va acabar convertint-se en el sistema operatiu UNIX que es va fer popular al món acadèmic, les agències governamentals i moltes companyies. Com que aquest codi font estava disponible, diverses organitzacions van desenvolupar les seves pròpies versions, com *System V*, d'AT&T, i *BSD (Berkeley Software Distribution)* de la Universitat de Califòrnia en Berkeley.

### **Microordinadors**

La generació de l'ordinador personal va aparèixer gràcies a la possibilitat d'integrar milers de transistors i circuits en un únic circuit imprès en una placa de silici. Aquesta evolució tecnològica va permetre disminuir la mida i els preus dels sistemes informàtics i va fer possible que arribessin a una gran quantitat d'usuaris.

A principi de la **dècada de 1980**, IBM es va posar en contacte amb **Bill Gates** per obtenir una llicència d'ús pel seu intèrpret BASIC i després que Digital Research, la companyia més important de disseny de sistemes operatius de l'època, rebutgés la possibilitat de crear un nou sistema operatiu per ells, li van oferir aquesta possibilitat a Bill Gates.

Bill Gates va comprar un sistema operatiu anomenat *DOS (Disk Operating System)* a Seattle Computer Products i va oferir a IBM el paquet DOS/BASIC. IBM va demanar algunes modificacions al sistema operatiu de forma que Bill Gates, que havia creat l'empresa Microsoft, i l'escriptor de *DOS*, de nom Tim Paterson, el van redissenyar i van anomenar-lo *MS-DOS (Microsoft Disk Operation System)*.

Un factor clau de l'èxit de MS-DOS va ser la decisió de Microsoft de vendre el sistema operatiu a les empreses de maquinari perquè l'incloguessin amb el maquinari, en contraposició a la decisió de Digital Research que venia el seu sistema operatiu conegut com a *CP/M* als usuaris finals.

Als sistemes operatius CP/M, MS-DOS i altres sistemes operatius de la dècada de 1980, els usuaris havien d'introduir les instruccions utilitzant una interfície en mode text que era poc amigable i intuïtiva. Això va anar canviant quan els investigadors de **Xerox PARC** van adoptar la idea d'una interfície gràfica per l'usuari (GUI), amb finestres, icones, menús i ratolí.

**Steve Jobs** va veure el potencial de la interfície gràfica en una visita a Xerox PARC i després d'alguns intents va crear la màquina Macintosh d'Apple que va ser un èxit

enorme perquè proporcionava una interfície en mode gràfic i estava dissenyada per usuaris que no necessitaven grans coneixements informàtics.

Microsoft, influenciat per l'èxit de Macintosh, va crear un sistema basat en interfície gràfica anomenat *Windows*.

L'altre gran competidor al món de les computadores personals va ser UNIX i totes les seves variants. Tot i que UNIX va començar tenint una forta presència sobretot al món empresarial, les seves variants cada cop van començar a estar més presents als equips personals gràcies a la creació de Linux per **Linus Torvalds** l'any 1991.

Des de finals de la dècada de 1990, existeixen tres sistemes operatius d'ús generalitzat que són els més utilitzats als ordinadors personals; aquests sistemes són macOS d'Apple, GNU/Linux i Windows de Microsoft.

A principis de la **dècada de 1990**, Psion va llençar al mercat una PDA (*Assistent Digital Personal*), un dels primers dispositius de computació mòbil. Aquests dispositius van començar utilitzant un sistema operatiu anomenat EPOC que posteriorment va evolucionar fins a convertir-se en **Symbian**, un sistema operatiu utilitzat per diferents empreses de dispositius mòbils, com Nokia, Motorola i Samsung. A partir de la dècada de 2000 van sortir al mercat altres sistemes operatius per dispositius mòbils com Windows Mobile o iPhone OS que van anar substituïnt al sistema operatiu Symbian que va deixar de ser el sistema operatiu més utilitzat l'any 2010.

L'any 2007 es va presentar el sistema operatiu **Android**, un sistema operatiu mòbil basat en una versió modificada del nucli de Linux i altre programari lliure. Android es va dissenyar per dispositius mòbils amb pantalla tàctil com telèfons intel·ligents i tauletes. Actualment Android desenvolupat per Google és el sistema operatiu més utilitzat als dispositius mòbils.

## Tendències

A les últimes dècades, les millores en el maquinari i l'abaratiment dels costos han fet que en l'actualitat els dispositius mòbils que funcionen amb sistemes operatius com ara Android (Google) o iOS (Apple) tinguin tanta potència o més que un ordinador que funciona amb un sistema operatiu d'estació de treball, com ara, Windows, macOS o Linux. Aquesta realitat fa que els dispositius mòbils s'estiguin convertint en dispositius de propòsit general, així com els sistemes operatius que els governen.

Google, la companyia al darrere del sistema operatiu Android, també ha dissenyat un sistema operatiu de propòsit general anomenat **ChromeOS** que s'executa en equips portàtils o de sobretaula. Avui dia, tant un dispositiu amb Android com un amb ChromeOS executen les mateixes aplicacions de forma indistinta. Igual passa amb Apple Inc. que amb el projecte **Marzipan** pretén que les aplicacions programades per iOS puguin executar-se en macOS i a l'inrevés. La tendència en tots dos casos és la convergència dels diferents sistemes en un únic entorn on es podran executar les aplicacions independentment de si es tracta d'un dispositiu mòbil o un equip de sobretaula.

### 1.4 Funcions del sistema operatiu

El sistema operatiu és l'encarregat de gestionar els recursos de l'equip per optimitzar el seu funcionament i permetre l'execució d'altres aplicacions. Aquesta gestió es pot dividir en els següents blocs:

- **Ajuda a l'usuari.** El sistema operatiu facilita l'ús del sistema informàtic a l'usuari proporcionant-li un entorn de fàcil utilització per incrementar la seva productivitat i facilitar-li el diàleg amb el maquinari.
- **Gestió de processos.** El sistema operatiu permet que els programes puguin executar-se i interactuar amb la part del maquinari del sistema informàtic. És l'encarregat de gestionar l'estat dels processos i planificar els treballs del processador per obtenir el rendiment més gran possible.
- **Gestió de dispositius d'entrada/sortida.** El sistema operatiu ha de poder enviar i rebre ordres dels dispositius perifèrics.
- **Gestió del sistema d'arxius.** El sistema ha de permetre les operacions de gestió d'arxius i directoris, com la creació, eliminació o modificació d'arxius i directoris entre altres.
- **Gestió de la memòria.** El sistema operatiu ha de gestionar la memòria del sistema informàtic assignant-la als diferents programes que executa per obtenir el millor rendiment possible.
- **Protecció del sistema.** El sistema operatiu ha de garantir la seguretat de la informació dels usuaris i evitar intromissions d'altres usuaris de forma

voluntària o no intencionada.

- **Monitoratge interna.** El sistema ha de monitorar totes les operacions que realitza per detectar els errors que es puguin donar en dispositius d'entrada/sortida, memòria, execucions de programes o sistema d'arxius. Davant d'aquests errors, el sistema ha de donar l'avís corresponent a l'usuari i mantenir-se en funcionament.

En resum, podem dir que els sistemes operatius tenen **tres funcions bàsiques** que són ajudar a l'usuari, monitorar i protegir el sistema i gestionar els recursos del sistema informàtic.

Els recursos d'un sistema informàtic són els components físics que formen part d'aquest, com el processador, la memòria i els dispositius d'entrada/sortida. El sistema operatiu s'encarrega d'assignar aquests recursos als diferents programes que els sol·liciten i moltes vegades ho fan inclús de forma simultània.

Els sistemes operatius disposen de diferents mecanismes per controlar l'assignació de recursos i resoldre els conflictes que es produeixen. També porta l'administració de la càrrega que assumeixen els diferents recursos, cosa que li permet gestionar les necessitats de l'usuari.