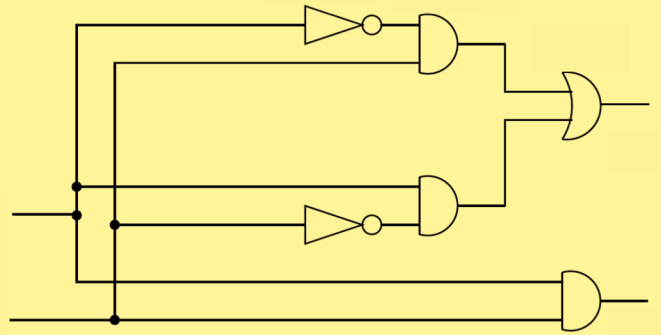


Sistemes Informàtics

Joaquín García

Francesc Aulí

-basat en un curs per Oriol Pujol-
versió 1.1 - desembre 2005



SISTEMES INFORMÀTICS

Joaquín García

Francesc Aulí

-basat en un curs per Oriol Pujol-
versió 1.1 - desembre 2005

Índex

1	Generalitats	2
1.1	El món digital vs el món analògic	2
1.2	El concepte d'informació digital	4
2	Història de la computació	8
2.1	Introducció	8
2.2	1ra. generació 1946 ~ 1954	8
2.3	2na. generació 1955 ~ 1964	9
2.4	3ra. generació 1965 ~ 1980	10
2.5	4ta. generació 1981 ~ 1990	11
2.6	5na. generació 1991 (?) ~ ????.	11
3	Hardware i software	12
3.1	Hardware	12
3.1.1	La CPU	12
3.1.2	Memòria RAM	13
3.1.3	Dispositius d'emmagatzematge	13
3.1.4	Font d'alimentació	15
3.1.5	Placa Base	15
3.1.6	Altres components	16
3.2	Software	18
3.2.1	Tipus d'aplicacions	18
4	Sistemes operatius	20
4.1	Definició i concepte	20
4.2	Aspectes bàsics	21
4.2.1	Els processors	21
4.2.2	El sistema de fitxers	22
4.3	Crides al sistema	24
5	Xarxes d'ordinadors	26
5.1	Definició i conceptes bàsics	26
5.1.1	Terminologia	26
5.2	Evolució de les xarxes	27
5.2.1	Primeres etapes	27
5.2.2	Interconnexió de xarxes	28
5.2.3	Internet	28
5.3	Tipus de xarxes	29
5.3.1	Punt a Punt	29
5.3.2	Client/servidor	29
5.4	Components d'una xarxa	30
5.4.1	Servidors	30
5.4.2	Clients	30
5.4.3	Dispositius de comunicació	30
5.5	Topologies	31
5.6	Avantatges i inconvenients	33

Capítol 1

Generalitats

Podem descriure el món en el qual vivim com un món continu o analògic. Aquesta naturalesa implica que la informació que percebem (imatge, so, etc.) no pot ser directament representada i emmagatzemada en format digital sense un pas previ de *digitalització*. L'objectiu d'aquest capítol és introduir el concepte d'informació analògica i digital i veure com es pot portar a terme aquesta conversió per poder tractar i manipular la informació del nostre món real.

1.1 El món digital vs el món analògic

Els computadors, tal i com els entenem avui en dia, són eines que ens permeten emmagatzemar i tractar informació d'una sola naturalesa: digital. És imprescindible convertir la informació contínua del món real en format digital per poder-la tractar convenientment amb els computadors. Lògicament, la informació emmagatzemada digitalment també la podem transformar en analògica per poder-la tornar a percebre en el nostre entorn (figura 1.1).

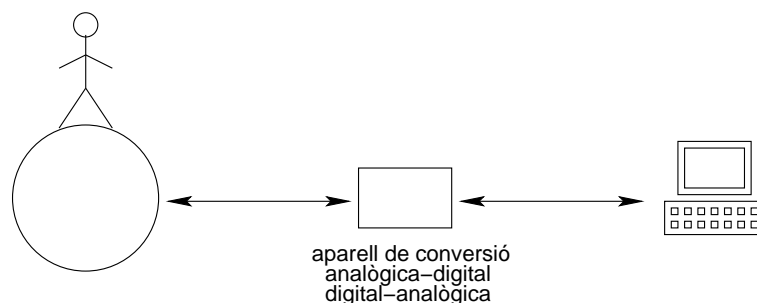


Figura 1.1: *El procés de conversió analògica-digital o a l'inversa necessita d'aparells específics.*

Aquest procés de transformació el trobem cada dia al usar un computador. Els programes de reconeixement de veu, per exemple, transformen les ones sonores en informació digital per poder reconèixer certs patrons (els fonemes) i posteriorment convertir-los en paraules i frases. Igualment, els programes de lectura converteixen informació digital (un text emmagatzemat en el nostre computador) en ones sonores que nosaltres podem percebre i entendre.

La *digitalització* o *discretització* d'una senyal analògica passa per tres passos ben diferenciats:

- *Mostreig*: recuperació de valors instantanis del senyal a intervals regulars.
- *Quantització*: assignació d'un valor discret al valor continu recuperat en el pas de mostreig.
- *Codificació*: transformació a la codificació (generalment binària) del pas anterior.

Anem a veure un exemple per entendre més bé com funciona el mostreig d'una *senyal analògica*. A la figura 1.2 podem veure la representació d'una senyal d'aquest tipus, tal i com podria ser la veu. Fixem-nos com és una senyal contínua, de forma que si la volguéssim emmagatzemar sense cap pas de digitalització, necessitariem infinits valors.

El procés de mostreig s'encarrega de prendre valors d'aquesta senyal contínua en intervals de temps regulars. A la figura 1.3 les línies verticals representen aquest mostreig de la mateixa senyal contínua que vèiem anteriorment.

El que aconseguim amb el mostreig és discretitzar la senyal en el temps (o en l'espai en cas que tractéssim amb imatges), de forma que ara ja no haurem d'emmagatzemar infinits punts, sinó tan sols els que anem

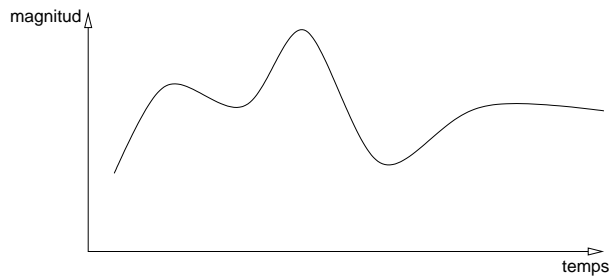


Figura 1.2: Representació d'una senyal analògica.

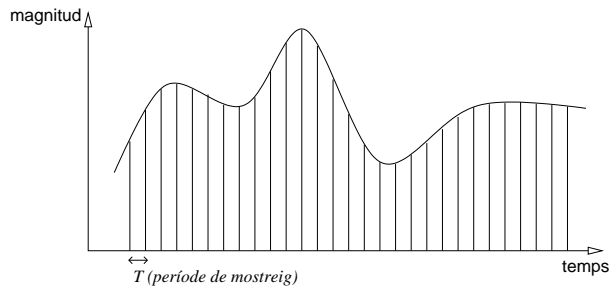


Figura 1.3: Mostreig d'una senyal analògica.

prenent amb el que s'anomena *període o interval de mostreig*. El procés de quantització fa exactament el mateix però en l'eix de la magnitud. Fixem-nos que si no discretitzem aquest eix ens trobaríem exactament amb el mateix problema que anteriorment: tindríem infinits punts de representació. Per quantitzar aquesta senyal, doncs, dividirem l'eix de la magnitud en diferents intervals i aproximarem el valor que aconseguim del mostreig al punt discretitzat més proper a l'original (Figura 1.4). Els punts que veiem encerclats a la figura són els que realment guardarem.

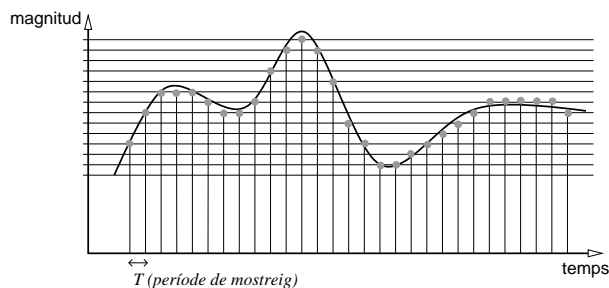


Figura 1.4: Quantització d'una senyal analògica.

El procés de codificació tan sols s'encarrega d'assignar o mapejar un valor a cada punt de la senyal. En el nostre exemple anterior, aquesta codificació la podríem portar a terme assignant un valor consecutiu a cada interval de quantització i guardar seqüencialment aquests valors per poder tractar aquesta senyal de forma digital. A la figura 1.5 podem veure aquest mapeig de forma gràfica.

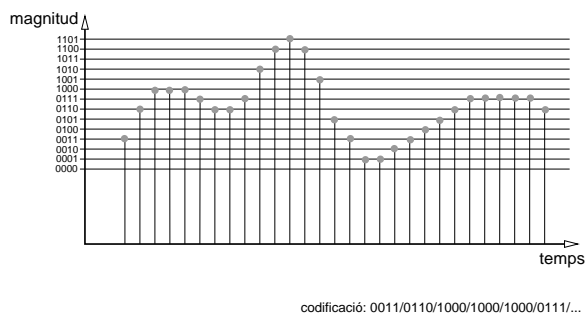


Figura 1.5: Codificació.

D'aquesta manera aconseguim transformar la informació analògica o contínua del nostre món real a informació digital que podem processar en els nostres computadors. Tal i com podem suposar, els intervals de mostreig i quantització ens donaran la qualitat de la nostra senyal: com més petits siguin aquests intervals, millor podrem reproduir la nostra senyal original però més quantitat d'informació haurem de guardar. Es tractarà, doncs, d'aconseguir un punt d'equilibri entre la qualitat i la quantitat. Els aparells que utilitzem per portar a terme la digitalització i els estàndards de la indústria ens marcaran aquest punt d'equilibri.

El *teorema de Nyquist* ens afirma que per poder reproduir exactament una senyal analògica, és necessari que el període de mostreig sigui, almenys, la meitat del tamany de la oscil·lació més petita de la nostra senyal d'entrada. A la figura 1.6 podem veure-ho de forma gràfica.

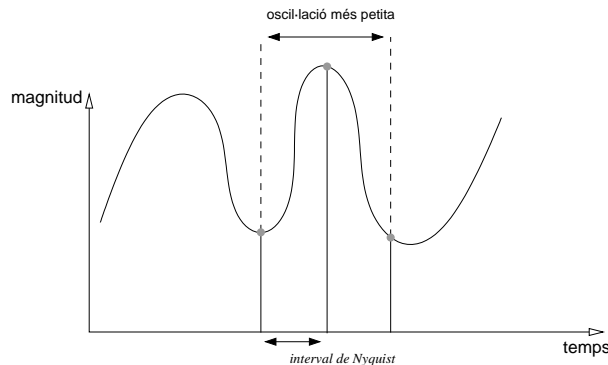


Figura 1.6: El teorema de Nyquist ens permet reproduir el senyal original amb el mínim número de mostres.

Una altra forma de parlar d'aquest interval és amb el que anomenem *freqüència de mostreig*, que és la inversa del període i ho mesurem en Hz. Ens molts estàndards ens trobem que enlloc de parlar del període de mostreig se'ns parla de la seva freqüència, per això és important diferenciar clarament aquests dos conceptes.

$$\frac{1}{T} = f_{\text{mostreig}}$$

Amb el procés de quantització no tenim cap teoria que ens assegurï una reproducció exacta de l'original, però a mesura que s'ha anat investigant, han anat apareixent noves tècniques cada vegada més complexes que permeten representar la informació original amb molta qualitat i usant el mínim espai possible¹.

1.2 El concepte d'informació digital

A l'apartat anterior hem vist com discretitzar una senyal analògica per convertir-la en una sèrie de números que podem manipular. Tot i que en la vida real estem acostumats a tractar els números amb base 10, en el món digital sempre manipularem la informació en base a 2.

Hi ha dos motius principals que ens porten a emmagatzemar la informació en base 2. En primer lloc tenim el fet que guardar la informació en base 2 és molt més econòmic que no pas en base 10. Anem a veure-ho amb un exemple: imaginem que necessitem representar un número qualsevol entre el 0 i el 999 en base 10. Per fer-ho necessitarem $10 * 3 = 30$ dígitos diferents. En base a dos, en canvi, representar-ne 1024 (2^{10}) tan sols ens en costa 20 (figura 1.7). Aquest estalvi, quan es tracta d'emmagatzemar molta informació, pot arribar a ser molt significatiu.

El segon motiu pel qual representem la informació en base a 2 és degut a la naturalesa dels circuits electrònics. Ens és molt fàcil representar el 0 com la falta de voltatge i l'1 com el voltatge d'un circuit. D'aquesta manera, els circuits electrònics ens permeten fer tota mena d'operacions amb tan sols aquests dos estats. De fet, matemàticament és demostrable que la forma més eficient de representació és la base a 3, però per motius pràctics s'ha optat per la 2 ja que la pèrdua d'eficiència és mínima i és molt més fàcil la seva implementació en els circuits electrònics.

A la figura 1.8 podem entendre més clarament com funciona el *sistema binari* i la seva equivalència amb el decimal. Naturalment, totes les operacions que podem fer amb un sistema, també les podem fer amb l'altre, de manera que els dos són totalment equivalents. Quan treballem amb el nostre computador, internament totes les operacions es realitzen en base 2, tot i que després ens representi els resultats en base 10 per poder-los entendre més clarament.

Per expressar unitats de bits grans, necessitem acordar una sèrie de mesures diferents. Tal i com podem veure a la taula 1.1 agafarem com a unitat base el que anomenem un *byte*. El byte és l'agrupació de 8 bits i, com ja hem vist, un bit només pot representar un 0 o un 1, de manera que amb 8 d'aquestes unitats podrem

¹Bon exemple d'això és l'estàndard JPEG o JPEG2000, que usant mètodes molt complexes d'optimització i compressió aconsegueixen disminuir dràsticament el tamany de les nostres imatges digitals.

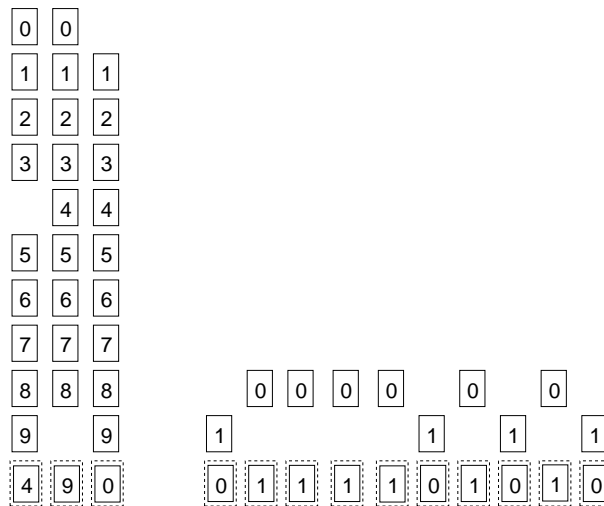


Figura 1.7: La representació binària és més eficient que la decimal.

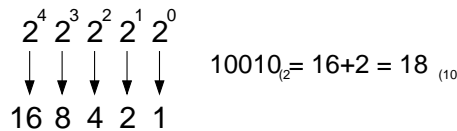


Figura 1.8: El sistema binari.

representar $2^8 = 256$ valors diferents. El byte s'ha agafat com a base de representació per motius històrics i, fent-ne múltiples de $2^{10} = 1024$ aconseguim les altres unitats que tan freqüentment usem quan ens referim a la capacitat d'emmagatzematge de la nostra unitat de disc, memòria, etc.

Taula 1.1: Unitats d'emmagatzematge.

UNITAT	Abr.	Quantitat
bit		0/1
byte		8 bits
KiloByte	KB	$2^{10} = 1024$ bytes
MegaByte	MB	$2^{10} = 1024$ KiloBytes
GigaByte	GB	$2^{10} = 1024$ MegaBytes
TeraByte	TB	$2^{10} = 1024$ GigaBytes
PetaByte	PB	$2^{10} = 1024$ TeraBytes

Per altra banda, per realitzar operacions amb la representació binària, utilitzarem el que s'anomena *àlgebra de Boole*, que no és res més que una sèrie d'operacions bàsiques a partir de les quals podrem fer totes les altres. Les operacions lògiques més bàsiques són les AND, OR i NOT. A les taules 1.2, 1.3 i 1.4 podem veure els seus resultats. A partir d'ara representarem la veritat com un 1 i el fals com un 0, que és tal i com es porta a terme en els circuits electrònics.

Taula 1.2: Operació lògica AND.

ENTRADA 1	ENTRADA 2	RESULTAT
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Electrònicament aquestes portes s'implementen a partir d'interruptors que s'obren i es tanquen quan hi passa o no el corrent. Aquests interruptors els anomenarem *transistors* i són la base física sobre la qual estan dissenyats tots els circuits electrònics². A la figura 1.9 podem veure com és la implementació d'aquestes operacions lògiques bàsiques (també anomenades portes lògiques).

²Els microprocessadors dels ordinadors, per exemple, estan formats per bilions de transistors tant miniaturitzats que ocupen

Taula 1.3: Operació lògica OR.

ENTRADA 1	ENTRADA 2	RESULTAT
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Taula 1.4: Operació lògica NOT.

ENTRADA	RESULTAT
0	1
1	0

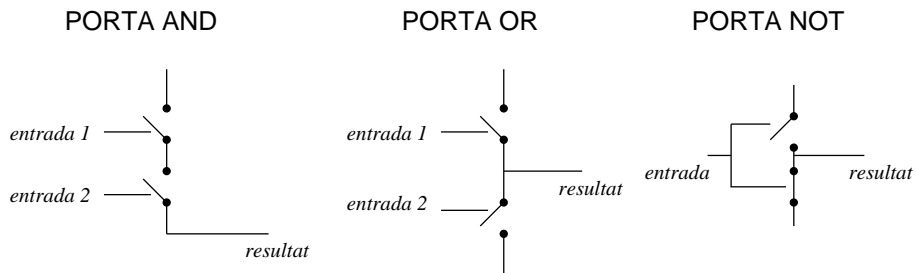


Figura 1.9: Portes lògiques bàsiques representades a partir de transistors.

Amb aquestes portes ja podríem fer qualsevol operació. Anem a veure-ho amb un exemple: sumar 2 números binaris d'una xifra cadascun. El primer que hem de fer és fer-nos una taula on es mostrin tots els possibles resultats (taula 1.5). A continuació hem de realitzar el circuit per cada sortida de la nostra operació (figura 1.10). Fixem-nos com amb una suma de 2 números d'un bit cada un, tenim una sortida de dos bits, de manera que hem de realitzar dos circuits diferents per cada una d'elles. Igualment, si tinguéssim més entrades i més sortides, hauríem de realitzar un circuit per cada una de les nostres sortides. Hi ha tècniques que ens permeten minimitzar al màxim el nombre de portes a usar per implementar una determinada operació³, ja que és vital per poder reduir al màxim els costos.

Taula 1.5: Suma de dos bits.

BIT 1	BIT 2	RESULTAT
0	0	00
0	1	01
1	0	01
1	1	10

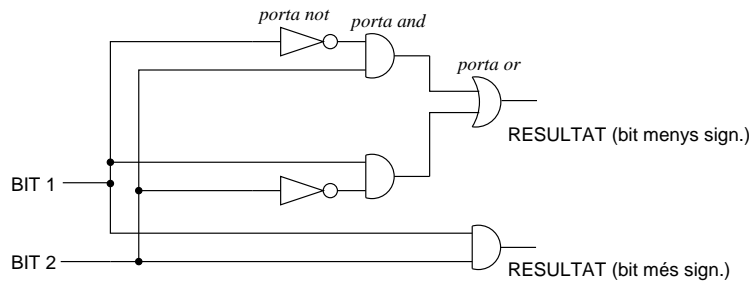


Figura 1.10: Circuit sumador.

Un altre problema amb el que topem al tractar amb *circuits digitals*⁴ és en saber en quin moment tenim les dades correctes per realitzar la operació que vulguem. A la figura 1.11 podem veure com el camí des de les

un espai mínim.

³Aquestes tècniques es basen en el que s'anomenen taules de Karnaugh.

⁴Ens referirem a circuits digitals com a tots aquells circuits que usen un senyal digital per portar a terme les seves operacions.

diferents unitats que proporcionen la informació al circuit digital (que s'encarrega de realitzar les operacions) tenen una llargada diferent. Aquestes diferències fan que, encara que les dades surtin al mateix moment de les unitats 1, 2 i 3, arribin al circuit digital en diferents instants. Podríem pensar que la solució està en fer que els camins que transporten les dades entre les unitats i el circuit tinguin diferents velocitats, però tecnològicament no és viable. Per solucionar aquest inconvenient s'introdueix el concepte de *rellotge*. El rellotge és un petit circuit que ens dóna una senyal (una pujada de tensió) cada cert interval de temps, de manera que el circuit digital, al rebre aquest senyal sap que a les seves entrades té informació correcta i, per tant, que la pot processar. Hi ha diverses maneres de realitzar la circuiteria del rellotge, una de les quals és utilitzar un cristall de quarz, que proporciona unes oscil·lacions molt precises i constants que el fan ideal per aquesta mena de situacions.

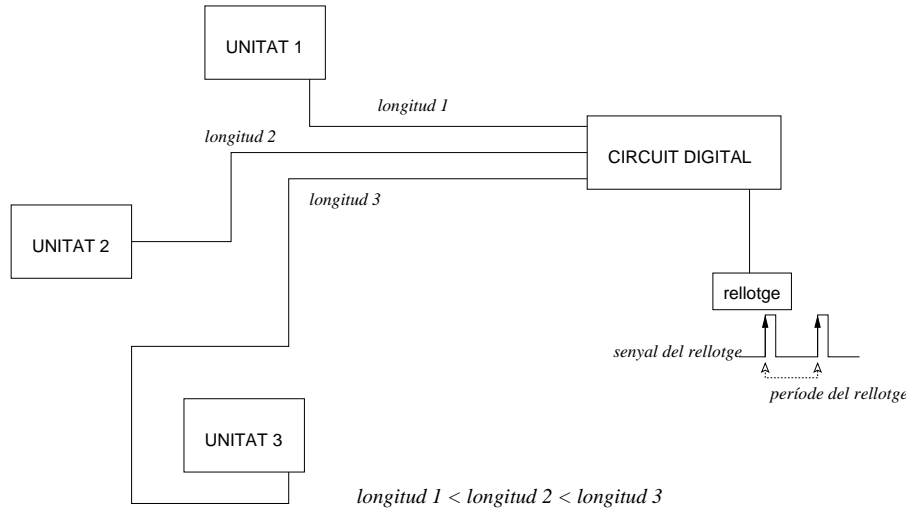


Figura 1.11: El circuit digital necessita saber en quin moment té les dades correctes per operar.

El període o interval d'aquest rellotge haurà de ser igual o major (per deixar un marge de seguretat) que el temps màxim de propagació de la senyal. D'aquesta manera podrem estar segurs que quan el rellotge ens dóna una senyal les dades ja hauran arribat a l'entrada del circuit i les podem processar correctament. Els circuits digitals que usen un rellotge s'anomenen *circuits digitals síncrons*, per la sincronia que el rellotge els hi proporciona, tot i que també existeixen els *circuits digitals asíncrons* els quals, per la seva naturalesa, no necessiten un rellotge que els sincronitzi.

El període del rellotge en el nostre circuit digital és el que ens permetrà establir la velocitat màxima a la qual pot operar el nostre dispositiu. Lògicament, les operacions més simples que podrà realitzar el nostre circuit hauran de durar, almenys, un període de rellotge, de manera que sabent la freqüència del mateix podem extrapolar el número màxim d'operacions per segon que es poden realitzar. Anem-ho a veure amb un exemple: suposem que tenim un microprocessador que funciona a una freqüència de 3.0 GHz. Sabem que 3.0 GHz són exactament $3.0 \times 10^9 Hz$, de manera que podem establir el període del rellotge a $T = 1/(3.0 \times 10^9 Hz) = 3.3e - 10s = 0'3ns$. D'aquesta manera, si a cada cicle de rellotge es pogués fer una operació, amb un segon en podríem fer més de 1200 milions !

La realitat, però, és que la majoria d'operacions que han de realitzar els microprocessadors no solen tenir una durada tan curta, sinó que necessiten més d'un cicle per completar-se. Això és degut a que les operacions, tals com multiplicacions, divisions, etc., tenen una complexitat bastant elevada i no es poden dissenyar amb unes poques portes lògiques, de manera que han de passar per diverses etapes abans de completar-se. Aquí entra en joc el que anomenem *arquitectura de computadors*, ciència que, en termes generals, intenta reduir al màxim el número de cicles de rellotge que necessiten les operacions per executar-se. Per aquest motiu, la potència dels processadors no es mesura pel seu cicle de rellotge, sinó pel número d'operacions reals que pot realitzar de mitjana amb un segon⁵.

⁵Les mesures que s'utilitzen per mesurar la potència de les CPUs, per exemple, són els milions d'operacions en coma flotant per segon que poden produir (GFLOPS).

Capítol 2

Història de la computació

La història dels computadors moderns té menys d'un segle d'existència. Tot i això, ja des del principi la carrera per aconseguir ordinadors cada vegada més potents ha seguit un ritme frenètic on, amb qüestió de pocs mesos, els vells equips queden obsolets per nous ordinadors cada vegada més petits i ràpids. La *lleï de Moore* preveu que la potència i capacitat d'emmagatzemament dels ordinadors es duplica cada 18 mesos, donant a lloc un creixement de forma exponencial. Amb aquest capítol pretenem mostrar la fulgurant història dels ordinadors per entendre com han pogut evolucionar tan ràpidament i analitzarem els principals descobriments que han fet possible la realitat de la computació actual.

2.1 Introducció

En general, tots els científics estan d'acord en què hi ha hagut 5 grans generacions de computadors marcades, bàsicament, per nous descobriments tecnològics que han permès construir ordinadors cada vegada més ràpids. En aquest apartat repassarem breument quines han estat aquestes generacions i descobrirem quins són els moments clau en l'evolució de la computació.

2.2 1ra. generació 1946 ~ 1954

La primera gran generació de computadors neix amb la primera màquina totalment electrònica de càlcul de propòsit general¹ anomenada *ENIAC* (Electronic Numerical Integrator And Computer), desenvolupada pels professors John Mauckly, Presper Eckert i Herman Goldstine de la Universitat de Pennsylvania. Aquesta màquina fou el fruit dels treballs encarregats pel govern dels Estats Units per resoldre qüestions que s'havien plantejat arran de la segona guerra mundial. L'estructura de l'ordinador ocupava tota la primera planta de la Moore School, pesava 30 tones i comptava amb més de 18.000 vàlvules de buit.

Tot i que ja feia més de 10 anys que científics d'arreu del món treballaven en la construcció de màquines que poguessin fer càlculs numèrics i/o resoldre problemes concrets, es considera l'ENIAC com la primera computadora de la història ja que era totalment electrònica (altres màquines, com la MARK-I, treballaven amb relés electro-mecànics) i podia ser programada per fer diferents tasques. A la seva època suposà una gran revolució en els entorns científics: podia realitzar més de 5.000 sumes o restes en tan sols un segon enfront de les 2 operacions que podia calcular la seva predecessora, la Mark-I². La feina que realitzava la Mark-I amb una setmana o els 2 mesos que trigaven al laboratori de Balística de la US Army es podia realitzar amb tan sols una hora de càlcul de l'ENIAC! Amb aquesta màquina es pogué calcular, per primera vegada, el número π amb més de 2.000 dígits i fou la que realitzà els càlculs de viabilitat per construir la primera bomba H de la història.

Al 1948 es realitzà un congrés on s'invitaren científics d'arreu del món per discutir i posar les bases de la computació. *John Von Neuman*, de forma involuntària, fou el principal propagador de les idees que allà es plantejaren i que han perdurat fins a la quarta generació de computadors³.

Els creadors de l'ENIAC fundaren una empresa anomenada UNIVAC que creà la UNIVAC-I i més endavant la UNIVAC-II, màquines que ja es comercialitzaren. L'empresa IBM també començà a fabricar màquines comercials d'aquest tipus anomenades 701 i 704. El gran problema d'aquests primers ordinadors, però, era el seu manteniment: molt elevat tant en el consum d'electricitat com en el de les *vàlvules de buit*. Tot i que les vàlvules de buit van ser la primera innovació tecnològica que permeté construir computadors electrònics per

¹Una màquina de propòsit general indica que no està dissenyada per realitzar una sola tasca concreta, sinó que pot ser programada per poder-ne realitzar de qualsevol tipus.

²Aquesta màquina fou desenvolupada a la Universitat de Harvard per Howard Aiken entre 1937 i 1944.

³Els ordinadors de fins a la quarta generació estan basats en l'arquitectura Von Neuman que, tot i portar el seu nom, és el fruit d'investigadors d'arreu del món.

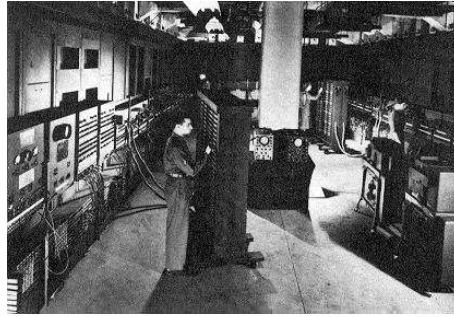


Figura 2.1: L'ENIAC fou el primer computador de la història.

	Vàlvules	Transistors
Mida	4 cm	2-4 mm
Cost	5 W	2 mW
Rapidesa	-	500 vegades més ràpid

realitzar càlculs els seus alts percentatges d'error feien que constantment s'haguessin de canviar i no fossin gens fiables.

En els inicis de la primera generació, la programació d'aquests primers computadores es feia a partir del cablejat intern de la màquina. Cada vegada que es volia canviar de programa, s'havien de recablejar bona part dels circuits de la computadora. El fet que aquest sistema fos tan manual i impliqués un gran esforç va fer veure la necessitat de canviar aquesta forma de procedir per una altra de més versàtil.

A partir del 1948 i després del congrés realitzat, es començà a parlar d'emmagatzemar els programes a una memòria interna del computador per després poder-los executar. Entre 1947 ~ 1949 es creà la *EDSAC* (Electronic Delay Storage Automatic Computer), que com a principal novetat incorporava un petit sistema operatiu⁴, rutines estàndard per realitzar càlculs repetitius i ajudes per la localització d'errors en els programes.

Al 1947 es patentà el primer transistor, que feia la mateixa funció que les vàlvules de buit però amb una mida molt més reduïda i un consum molt més baix. La fabricació de transistors industrialment representà un gran canvi tecnològic, precursor de la següent generació de computadores. Els principals avantatges dels transistors respecte a les vàlvules de buit els podem veure a la taula 2.2.

2.3 2na. generació 1955 ~ 1964

Com ja hem dit, aquesta generació aparegué amb el desenvolupament industrial dels transistors. Els dissenyadors d'ordinadors canviaren les ja obsoletes vàlvules de buit pels nous transistors, molt més potents, fiables i barats. Les primeres màquines fetes amb transistors foren la UNIVAC 1108, IBM 7040 i IBM 7090. En aquesta època també aparegueren innovacions tecnològiques tals com les cintes magnètiques o les memòries de ferrita. Tot i això, aquests ordinadors encara resultaven molt cars perquè a més d'haver-los de construir totalment a mà, en les memòries de ferrita s'utilitzava or.

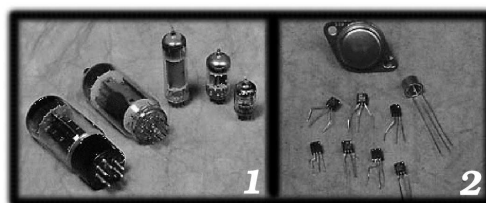


Figura 2.2: (1) Vàlvules de buit. (2) Transistors.

A mesura que els transistors s'anaren usant de forma massiva, aparegueren noves tècniques que suposaren tota una revolució en el món de la computació: començaren a haver-hi memòries de gran capacitat, es començà a mesurar la potència dels ordinadors amb ms i no amb segons (com es feia fins aquell moment), es

⁴ Suport lògic que administra els recursos de la màquina.

desenvoluparen sistemes per realitzar càlcul en punt flotant i, després de tot això, entre la 2na i 3ra generació començaren a aparèixer llenguatges de programació d'alt nivell. A més a més, la popularització d'aquestes noves màquines avançà de forma vertiginosa: al 1964 el nombre de computadors installats arreu del món ja era de més de 25.000.

A partir del 1958 es començà a investigar amb noves tècniques de *circuit integrat*. El procés de fabricació consistia en posar més d'un element a la mateixa peça. Aquesta nova forma de procedir començà a introduir-se i poc a poc s'anaren substituint els antics elements per aquests nous xips que facilitaven molt més el procés de fabricació dels computadors.

2.4 3ra. generació 1965 ~ 1980

Entre la segona i tercera generació d'ordinadors no hi hagué un canvi tan brusc com entre la primera i la segona, causat per l'aparició del transistor, però el podem situar a mesura que es van anar substituint les antigues architectures pels nous circuits integrats.

Aparegueren les primeres màquines totalment realitzades amb circuits integrats (IBM 360, IBM 370 i UNIVAC-3600). Aquests ordinadors ja baixaren molt el seu cost i el "boom" de la informàtica començà a pujar de forma considerable.

Moltes empreses s'associaren per fundar centres de càlcul on es compraven ordinadors per realitzar operacions massives de càlcul de forma més ràpida. La xifra d'ordinadors installats a tot el planeta començà a créixer de forma exponencial.

La memòria anomenada semiconductor creada a partir de transistors, que abaratia molt el seu cost, es començà a instal·lar a tots els ordinadors. El fet que aquest tipus de memòria no pogués guardar la informació sense l'energia elèctrica impulsà l'aparició dels primers discs magnètics per emmagatzemar la informació.

Arreu del món es començaren a fabricar ordinadors; en concret, França va ser un dels estats que més investigà en micro-electrònica. És també en aquesta època quan comencem a sentir a parlar del teleprocés: comunicació via telèfon entre dos ordinadors⁵.

El gran problema, però, era que la informàtica encara no estava a l'abast de les petites empreses degut a l'alt cost dels ordinadors. Conscients d'aquest inconvenient, el MIT (Massachusetts Institute of Technology) va treure al mercat l'any 1972 una màquina anomenada PDP-II, que servia per satisfer unes necessitats de càlcul reduïdes i on es podien executar petites aplicacions. Genèricament aquesta màquina s'anomenà mini-ordinador. Al veure l'èxit de la seva idea, crearen una empresa anomenada DEC (Digital) i començaren a comercialitzar aquest producte, que evolucionà fins al PDP-11. Abans que les grans empreses pioneres en el món de la informàtica s'adonessin que aquest producte tenia un mercat potencial molt gran, Digital ja havia venut més màquines en dos anys que IBM en tota la seva història.

Durant el 1972 la US Army convocà un concurs perquè es desenvolupés un ordinador d'una sola peça (encara que no fos tant potent com les grans màquines -mainframes o super-computadors- de IBM o UNIVAC) ja que necessitava controlar d'alguna forma els seus míssils. L'única empresa que fou capaç de realitzar aquest projecte fou la casa anomenada Intel que presentà un micro-processador (4004) de 4 bits. Tot i que als militars no els hi era útil, el comercialitzaren per mitjans civils.

Més tard, Intel presentà el segon micro que havia desenvolupat, el 8008, igual que l'anterior però de 8 bits. Aquest fou la mare de les evolucions posteriors de la casa Intel que ha seguit amb la seva filosofia i compatibilitat amb versions anteriors fins arribar als microprocessadors que encara avui es fabriquen. Altres cases, com Motorola, també començaren a fabricar xips, tot i que l'arquitectura interna sempre ha estat molt diferent.

L'any 1974 aparegué al mercat el primer ordinador personal de sobretaula, anomenat ALTEIR. Tan sols costava uns 4.500 euros⁶, de manera que estava a l'abast de moltes butxaques. Apple tampoc es quedava endarrera i aparegué l'APPLE II, una de les màquines més pioneres com a ordinador de sobretaula. El seguiren l'APPLE III i el LISA.

Com ja els hi havia passat amb els mini-ordinadors, IBM no dóna importància a aquest fet. Al veure que s'havien tornat a equivocar contractaren la meitat dels enginyers d'Apple, que desenvoluparen un nou projecte que aviat tragueren al mercat: el popular IBM-PC. Enfront la competència d'IBM, Apple hagué de canviar forçosament d'estratègia i optà pels micros de Motorola, desenvolupant la plataforma Macintosh.

IBM, però, no patentà prou ràpidament el seu PC i els japonesos el copiaren, apareixent, així, els ordinadors clònics, caracteritzats pel seu baix preu i "mal funcionament". La gran multinacional IBM, altra vegada, no s'adonà que l'únic que els hi feien aquests clònics era publicitat, ja que els seus ordinadors eren de molt més bona qualitat que aquests nous clònics. Sense ser conscients d'aquest factor, patentaren un ordinador incompatible amb aquests últims anomenat PS-2. Com era de suposar, no es vengué i en desenvoluparen un altre amb un bus compatible amb l'anterior anomenat PS-1.

L'any 1979 HP desenvolupà un microprocessador amb més de 500.000 transistors i amb una arquitectura de 32 bits: l'HP-9000. Podem dir que aquesta poderosa màquina és la que inicià la nova generació de

⁵Espanya fou el primer país que desenvolupà el sistema de transmissió de paquets, que es normalitzà amb la norma X-25.

⁶Fins aquest moment els ordinadors que venia IBM, per exemple, podien costar més d'un milió de dòlars.

Figura 2.3: *HP-9000*.

computadors. La seva capacitat de càlcul era tan elevada que podia simular la reacció en cadena d'una bomba nuclear.

2.5 4ta. generació 1981 ~ 1990

Apareixen nous paradigmes de programació com l'orientació a objectes (amb el llenguatge C++, SmallTalk, ...), tècniques de bases de dades, tele-informàtica, xarxes locals, l'alt grau d'integració de microprocessadors (VLSI), etc. Tot i això durant aquesta generació creix encara més la necessitat del càlcul per poder realitzar prediccions meteorològiques, simulacions de viatges espacials, etc. i per això es creen unes grans màquines: els super-computadors (aquests computadors mesuren la seva capacitat de càlcul en MFLOPS: milions d'operacions en coma flotant per segon). Aquestes màquines estaven formades per matrius de processadors i eren capaces d'executar uns 100 MFLOPS.

La tecnologia *RISC* (Reduced Instruction Set Complex) en contraposició als processadors *CISC* (Complex Instruction Set) de Intel i nous sistemes d'arquitectures no basats en els principis de Von Neuman, canvien tota la filosofia del que són els ordinadors. Producte d'aquesta investigació, al 1991 Digital treu al mercat un producte anomenat ALPHA (micro-processador amb tecnologia RISC). Amb un sol ordinador mono-processador s'aconseguien realitzar més de 80 MFLOPS. Aquest fet ha estat considerat com l'inici d'una nova generació de computadors.

2.6 5na. generació 1991 (?) ~ ????

Tot i que no podem dir que hi ha hagut un canvi de generació molt significatiu, l'entrada dels processadors ALPHA, com ja hem dit, ha estat un canvi substancial en el desenvolupament de super-computadors (mainframes) i fins i tot en ordinadors de sobretaula. Actualment la tecnologia segueix pel camí obert per aquest potent microprocessador, però el principal problema és que s'està arribant al màxim nivell d'integració possible amb la composició molecular del silici. Es preveu que entre el 2015 ~ 2020 s'arribi a aquest punt. A partir de llavors les lleis de la física quàntica entraran en joc i qui sap si serà possible dissenyar nous computadors que utilitzin les bases de la mecànica quàntica per realitzar càlculs (es preveu que podrien ser 180.000 milions de vegades més ràpids que els actuals). Tot això fa suposar que d'aquí poc temps podria haver-hi una revolució tant significativa com l'aparició dels transistors.

Qui sap, però, què ens reserva el futur ...

Capítol 3

Hardware i software

El hardware i el software són dos aspectes totalment diferents dels que està compost un ordinador. La comunicació entre aquests dos elements la porta a terme el sistema operatiu (explicat en el capítol posterior), que a la vegada interactua amb les aplicacions que els usuaris utilitzen. En aquest capítol farem un anàlisi dels principals elements hardware que té qualsevol ordinador i explicarem breument en què consisteix el software des del punt de vista de les aplicacions d'usuari. Tot i que el sistema operatiu també pertany a la categoria de software, la seva importància fa que el separem d'aquest capítol per dedicar-n'hi tot un de complert.

3.1 Hardware

El *hardware* d'un ordinador són totes aquelles peces palpables de les que està compost. Aquestes peces poden ser tant circuits electrònics com elements electro-mecànics o de qualsevol altra naturalesa. La funció d'aquests mecanismes i la seva interconnexió amb tots els demés ens establiran les seves principals característiques i ens permetran classificar-los per estudiar-ne les seves propietats.

En aquesta secció repassarem quins són tots aquests elements i en detallarem les seves principals propietats per poder-los identificar correctament.

3.1.1 La CPU

La *Central Process Unit* o Unitat Central de Processament és un circuit digital capaç de realitzar molts tipus diferents d'operacions. Tots els programes que executem en el nostre ordinador no són res més que una llarga llista d'instruccions que la CPU pot reconèixer i executar. Podem veure aquest element com el cervell del nostre ordinador: és la part que realitza totes les operacions a una velocitat difícil d'imaginar. Tal i com sabem, els ordinadors són usats, generalment, per programes de càlcul que ens permeten executar milers d'instruccions de forma molt ràpida amb l'objectiu de proporcionar-nos una informació que d'altra manera seria impossible d'aconseguir. Les instruccions que es porten a terme en aquesta unitat, doncs, solen ser de caire matemàtic (aritmètiques, trigonomètriques, etc.), però la CPU també té implementades moltes altres tipus d'operacions que serveixen per accedir a la memòria, tractar interrupcions, etc. Tot això fa que aquesta peça sigui una de les més complexes de tot l'ordinador; el seu disseny i procés de fabricació necessitarà de les últimes tecnologies en miniaturització. És per aquest motiu que també és una de les més cares.

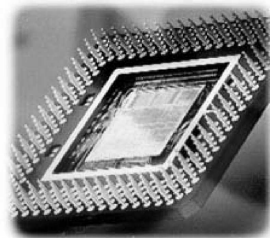


Figura 3.1: Les CPUs solen tenir tamany no superior als 5 cm.

La *potència d'una CPU* es mesura, en general, amb els milions d'instruccions en coma flotant que pot produir de mitjana en un segon (*GFLOPS*). Actualment la majoria de CPUs ja proporcionen uns quants GFLOPS de potència i cada any n'apareixen de noves amb més capacitat de càlcul. Una altra forma de mesurar la potència d'un processador és amb la seva freqüència de rellotge, que actualment està arribant als més de 4 GHz. Aquesta freqüència, però, no és una bona mesura de comparació ja que l'arquitectura interna

del microprocessador té també molt a veure amb el rendiment que podem treure d'ell. Un clar exemple d'això és la contraposició de l'arquitectura *RISC* (Reduced Instruction Set Computers) i *CISC* (Complex Instruction Set Computer). Els microprocessadors fabricats amb arquitectura RISC tenen com a principal característica que compten amb un nombre petit d'instruccions però que és molt ràpid. Fent combinacions d'aquestes instruccions s'aconsegueixen generar totes les altres operacions necessàries perquè els programes funcionin correctament. L'arquitectura CISC, en canvi, es decanta per crear processadors amb un conjunt d'instruccions molt gran i complicat però molt més lentes. Aquest fet fa que una CPU amb tecnologia RISC i funcionant a la mateixa freqüència de rellotge que una altra amb tecnologia CISC aconseguixi executar un mateix programa de forma molt més ràpida. Per aquest motiu, cada vegada més l'arquitectura CISC està caient en desús.

Una altra característica important de les CPUs és el tamany de les seves instruccions. Els primers microprocessadors que van aparèixer els anomenàvem de 8 bits ja que les instruccions que podien executar tenien un tamany màxim de 8 bits. Aquest tamany també condiona la capacitat de memòria que es pot direccionar i actualment la majoria de microprocessadors solen ser de 32, 64 o fins i tot ja n'apareixen alguns de 128 bits. El fet de tenir instruccions amb aquest tamany, a més de permetre incorporar més quantitat de memòria, permet desenvolupar noves tecnologies (tals com VLIW) per accelerar encara més el processament de les instruccions.

Finalment, també és important conèixer la quantitat de *memòria cache* que conté la CPU. La memòria cache és una memòria que està continguda dins la mateixa CPU i que serveix per aconseguir major capacitat de processament¹. Tot i que els primers microprocessadors no comptaven amb aquesta memòria, actualment totes les CPUs la incorporen en quantitats que oscil·len entre els 512KB a 4MB (al estar dins la mateixa CPU, aquesta memòria encareix bastant el producte, però com més en tinguem, més ràpid s'executaran els nostres programes).

Ens els últims temps també estan apareixent CPUs que contenen més d'un cor (anomenades Dual Core), que indica que en el mateix microprocessador hi ha dues CPUs. Aquest tipus de processador va molt bé per computadors on és necessari executar varis programes de forma simultànea, ja que cadascun podrà comptar amb una CPU dedicada.

3.1.2 Memòria RAM

La memòria *RAM* (Random Access Memory) és una memòria per guardar les dades i instruccions dels nostres programes però de forma temporal. Aquesta memòria té la característica que només conserva les dades quan té corrent. Això és així perquè la memòria no és res més que una sèrie de xips amb la capacitat d'emmagatzemar la informació. La principal avantatge que ens aporta és la seva gran rapidesa en comparació als altres dispositius d'emmagatzematge tals com el disc dur, DVD, etc. Si la CPU hagués de tractar amb aquests dispositius, estaria la major part del seu temps esperant la informació que aquests li haguessin de proporcionar. Amb la memòria RAM aconseguim un pont entre la CPU i els dispositius d'emmagatzematge i d'aquesta manera podem executar els programes molt més ràpidament.

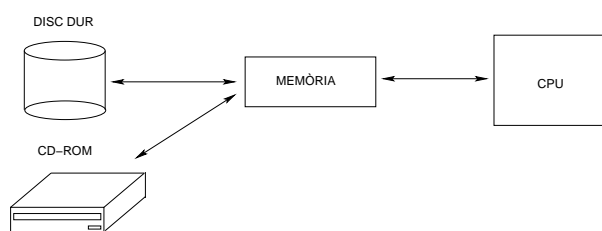


Figura 3.2: La memòria RAM ens serveix per accelerar l'execució dels nostres programes.

A la figura 3.2 podem veure com la RAM interactua entre la CPU i els altres dispositius d'emmagatzematge del nostre ordinador. De fet, la CPU també usa la RAM per guardar els resultats temporals que necessiten els programes, però quan la informació ha de ser guardada permanentment, sempre s'ha d'acabar escrivint en el disc dur, que sí conserva les dades encara que no el tinguem connectat. Els principals tipus de memòria RAM que s'usen actualment són de tipus DDR i DDR2. En determinats entorns és important assegurar la validesa de la memòria, de forma els xips incorporen una tecnologia anomenada ECC, que permet detectar errors en temps d'execució.

3.1.3 Dispositius d'emmagatzematge

Els *dispositius d'emmagatzematge* són tots aquells elements que ens serveixen per emmagatzemar informació de forma massiva i perdurable. Tenim molts tipus diferents de dispositius d'emmagatzematge: des del disc

¹ Enlloc d'anar a buscar les dades a la memòria central, que és molt més lenta que la CPU, algunes operacions ja poden guardar els seus resultats intermitjos en aquesta memòria; d'aquesta manera s'aconsegueix més velocitat en l'execució dels programes.

dur a DVDs, pen-drive, etc. El més important de tots, però, és el disc dur, que per la seva rapidesa i capacitat és ideal per guardar tota la informació necessària del sistema operatiu i tots els documents dels usuaris. Com podem suposar, el disc dur és un element molt més lent que la CPU o la memòria RAM, però la seva gran capacitat d'emmagatzematge i la capacitat de lectura/escriptura fan que la seva incorporació en qualsevol ordinador sigui vital. Tal i com dèiem en la secció anterior, la CPU no llegeix directament del disc dur les dades que necessita, sinó que primer es transfereixen a la memòria RAM des d'on la CPU les pot manipular.

Tots els dispositius d'emmagatzematge tenen la mateixa funció: fer de *suport digital de la informació*. Tot i això, els podem classificar segons la forma en com duen a terme aquest objectiu. Bàsicament tenim dues aproximacions: la magnètica i la òptica. La *tecnologia de suport magnètic* és la que més anys d'experiència té: ja les primeres cintes de casset o vídeo utilitzaven el suport magnètic per emmagatzemar la informació. Aquesta tecnologia es basa en magnetitzar una cinta o qualsevol altre dispositiu de naturalesa magnètica amb més o menys intensitat de forma que la informació quedi guardada com a zones magnetitzades i zones que no. Podríem veure-ho com una cinta molt llarga on hi tenim moltes agulles desordenades per sobre. Al acostar un imant a la cinta, les agulles queden magnetitzades i, per tant, amb els extrems verticals respecte la cinta (figura 3.3). Per llegir la informació de la cinta només haurem d'anar-la passant per sobre un petit imant i comprovar si està magnetitzada o no.

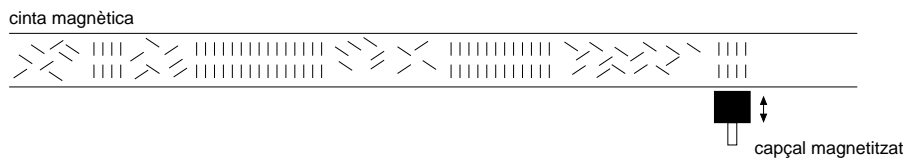


Figura 3.3: Quan el capçal s'acosta a la cinta magnetitza la zona on s'ha acostat.

Aquesta tecnologia porta molts anys d'experimentació i actualment és la que ens permet unes lectures i escriptures més ràpides. El disc dur utilitza aquesta tecnologia i és l'element d'emmagatzematge massiu més ràpid de tots els que existeixen. El principal problema d'aquests suports, però, és que són susceptibles a camps electromagnètics tals com els que generen televisors, altaveus, etc. La seva naturalesa els fa especialment vulnerables a aquests camps arribant inclús a borrar-ne les dades que contenen. A més, els camps magnètics també són vulnerables a la temperatura i la fricció de l'agulla lectora de molts dispositius tals com cintes o disquets fan que es desgastin ràpidament. Per tots aquests motius s'ha intentat trobar algun altre tipus de tecnologia que permeti emmagatzemar les dades durant períodes de temps molt més llargs.

La *tecnologia de suport òptic* és la que en un futur potser substituirà a la magnètica. Actualment, el principal problema d'aquesta tecnologia és que l'escriptura i borrar de les dades no està a l'alçada de la tecnologia magnètica. Tot i això, els suports òptics ens solucionen molts dels problemes que hi havia anteriorment: es poden llegir les dades tantes vegades com es vulgui sense gens de desgast i no són tant susceptibles al medi on es troben. La gran popularització dels ja antics CDs o els DVDs corroboren la gran acceptació que la indústria ha tingut d'aquests suports.

La principal característica que fa que els suports òptics siguin més perdurables és que el gravat de les dades es fa de forma més contundent. Ens ho podríem imaginar com una llarga paret on quan volem marcar un 1 hi fem un forat, i pel 0 la deixem tal i com està. Per molt que passi el temps, els forats continuaran existint, de manera que sempre els podrem llegir. Amb els DVDs passa aproximadament el mateix: el làser que grava un DVD fa uns diminuts forats² a una superfície metàl·lica de forma que quan es vol llegir altre cop, segons la reflexió d'un altre tipus de làser lector es pot saber si hi ha un forat o no (figura 3.4). Naturalment, aquest suport només ens permetrà escriure-hi una sola vegada, d'aquí que la majoria de DVDs que comprem no siguin regravables.

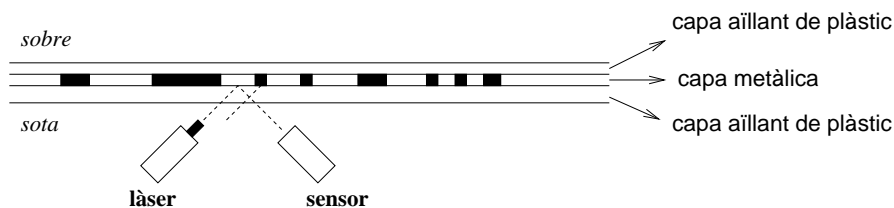


Figura 3.4: Secció transversal d'un suport òptic.

De totes maneres, sí existeix un tipus de *DVD regravable*. Aquesta tecnologia es basa en transformar una propietat de la capa metàl·lica però sense que el dany sigui permanent; d'aquesta manera s'aconsegueix

²Com més prim sigui el làser, més capacitat d'informació podrà contenir una mateixa superfície.

poder-hi gravar tantes vegades com vulguem³. Un altre aspecte important dels DVDs és que la informació que contenen està gravada de forma que petites ratllades no afectin al contingut. De fet, com les dades estan guardades en forma d'espiral (igual que disquets, zips o qualsevol altre suport de forma circular), per inutilitzar la informació que contenen s'ha de realitzar una ratllada seguint aquesta forma, ja que sinó la majoria de vegades es pot corregir⁴.

Un intent per comptar amb les característiques de la tecnologia òptica i magnètica a la vegada és la *tecnologia de suport magneto-òptica*. Aquesta tecnologia grava les dades de forma magnètica i llegeix òpticament. La forma com això s'aconsegueix això és molt semblant als mètodes anteriors però aprofitant que la reflexió d'un raig sobre una superfície magnetitzada adquireix unes propietats diferents de si no ho està⁵.

En un PC de sobretaula tots aquests dispositius d'emmagatzematge es connecten directament a la placa base (explicada més endavant) a partir d'uns punts d'unió anomenats *Serial ATA*. SATA és un estàndard de la indústria de la computació que consisteix en un protocol de comunicació entre la circuiteria de la placa base i el dispositiu.

També existeix un altre tipus d'interfície anomenada *SCSI* (Smart Computer System Interface) per computadors on les necessitats d'emmagatzemament són més elevades. Les últimes generacions d'aquest estàndard ens permeten connectar fins a 16 dispositius diferents, a més de donar-nos una velocitat de transferència de dades lleugerament superior als dispositius SATA.

3.1.4 Font d'alimentació

La font d'alimentació és la que s'encarrega de convertir la corrent que ens arriba per la xarxa elèctrica en una corrent apta pels circuits digitals. Tots els circuits electrònics necessiten una corrent anomenada *contínua* per poder realitzar les seves operacions. La principal característica d'aquesta corrent és que no oscilla i, per tant, pot ser processada pels transistors que formen els nostres circuits. Com que la corrent de la xarxa elèctrica és *alternativa*, el que fa la font d'alimentació és fer una conversió d'alternativa a contínua (AC/DC) i li baixa substancialment la potència perquè els circuits no es cremin.

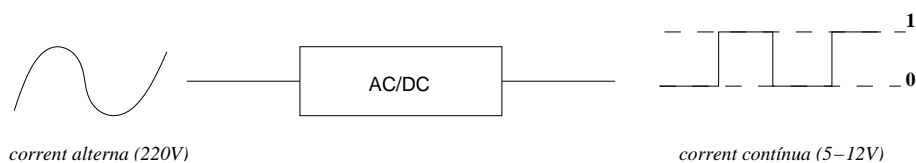


Figura 3.5: Per poder representar els bits necessitem una corrent contínua.

Qualsevol aparell que utilitzi un circuit digital necessitarà d'una font d'alimentació d'aquest tipus per poder treballar correctament. Els components dels ordinadors personals tals com el disc dur, DVD, etc. utilitzen un voltatge de 5 o 12 volts, mentre que la CPU sol treballar amb 2 o 3 volts.

3.1.5 Placa Base

La *placa base* és allà on connectem tots els elements que hem vist anteriorment. Podríem veure-la com una gran ciutat amb carrers i sistemes per organitzar el trànsit que permet comunicar els diferents elements dels quals està compost el nostre ordinador. Els carrers els anomenarem *busos de comunicacions* i el conjunt de xips que controlen aquests busos es diu *chipset*. A més a més, a les plaques base s'hi incorporen una sèrie d'entrades (*slots*) per afegir més funcionalitats a l'ordinador, tals com targetes de so, de vídeo, etc. Els 3 estàndards més usats per incorporar aquestes targetes són els següents:

- PCI: la gran majoria de targetes usen aquest estàndard per la seva gran difusió i acceptació.
- AGP: utilitzat per connectar les targetes de vídeo (si la placa incorpora PCIX ja es connecta a aquest últim).
- PCI-X: el *PCIXpress* és la nova generació del PCI, molt més ràpid que l'anterior.

Al comprar una placa base també haurem de tenir en compte el tipus de processador i memòria que hi volem incorporar i el número d'*slots* amb els que compta, ja que les diferents famílies de processadors que hi ha en el mercat fan que algunes plaques siguin incompatibles amb determinats processadors.

Un altre element de les plaques bases és un xip anomenat *BIOS*. Aquest xip és el que s'encarrega de la seqüència d'arranc del computador i de reconèixer correctament tots els elements que tenim connectats a la placa. La majoria d'aquests xips utilitzen un tipus de memòria anomenat *ROM* (Read Only Memory), que

³De fet, aquest tipus de DVDs tenen un número màxim de gravacions, ja que al final el material s'acaba desgastant i no es pot tornar a usar.

⁴Es pot detectar que la informació no és correcta i com que està "duplicada" es recupera sense problemes.

⁵Aquesta propietat s'anomena polarització.

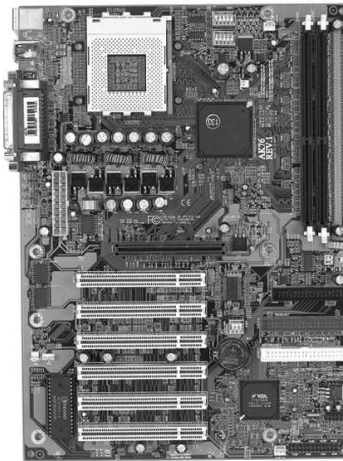


Figura 3.6: Placa base.

a diferència de la RAM sí pot conservar les dades encara que no hi passi voltatge. En la seqüència d'arranc de l'ordinador, sempre hi ha un moment en què podem accedir al programa que conté aquest xip (en general, apretant la tecla SUPR), a partir del qual podem configurar quin processador tenim a la placa, el disc dur instal·lat, etc.

A més d'aquests elements, la plaques bases tenen una sèrie de *ports* que serveixen per comunicar-se amb l'exterior. Si bé anteriorment hem dit que els dispositius d'emmagatzematge s'acostumen a connectar als busos interns (SATA o SCSI) de la placa base, n'hi molts que també ens permeten connectar-los a l'exterior a partir d'aquests ports⁶. Si bé antigament existien el port sèrie i el paral·lel, actualment la majoria de computadors ja no els incorporen ja que els següents 3 ports són els més utilitzats:

- *port PS/2*: el PS/2 és el port que substitueix el sèrie. Tot i que el seu *ample de banda*⁷ no és tan elevat com el port USB, és molt usat pels dispositius com la rateta o el teclat.
- *port USB*: aquest estàndard és el que més s'utilitza per tot tipus de dispositius: des d'impressores, scanners, web-cams o monitors. Les seves principals característiques és que ens dona un ample de banda molt elevat i ens permet connectar més d'un dispositiu a la mateixa entrada.
- *port FireWire*: aquest port ens dona una velocitat de transferència més elevada que l'USB i, en general, l'utilitzen dispositius molts específics que necessiten altes velocitats de transmissió, com algun tipus de disc durs extern.

3.1.6 Altres components

Targeta gràfica

La *targeta gràfica* és l'element necessari per convertir la informació que ens dona l'ordinador a imatges gràfiques que podem veure amb un monitor. Les targetes gràfiques es connecten a algun dels slots (generalment l'AGP o el PCI-X) de la placa base i ens dona una sortida per connectar-li el monitor. Un dels principals elements que hem de mirar al comprar una targeta gràfica és la quantitat de memòria que incorporen, ja que serà aquesta la que ens definirà la *profunditat de color* i *resolució* que podrem tenir al monitor. Per definir què són aquests dos paràmetres abans hem de descriure el que és un *píxel*. Tal i com dèiem en capítols anteriors, la discretització d'una senyal divideix una ona contínua en diferents parts que podran ser emmagatzemades i tractades pel computador. Amb el monitor passa exactament el mateix: hem de dividir tota la superfície de la pantalla en una quadrícula que ens definirà cadascun dels punts on podrem insertar-hi el color que vulguem (figura 3.7). Aquests punts són els que s'anomenen píxels (de l'anglès "picture element").

El número de colors diferents que posem en aquests punts són els que defineixen la profunditat de color. Per exemple, si per cada píxel de la nostra pantalla hi volem poder representar 256 colors diferents, necessitarem una profunditat de color de 8 bits ($2^8 = 256$). Com més profunditat de color tinguem, més colors podrem veure i, per tant, millor serà la qualitat de la imatge. La resolució em diu el número de píxels verticals i horitzontals que tinc a la pantalla. En general, l'alçada dels monitors és 3/4 de la seva amplada, per això les resolucions més freqüents tenen en compte aquesta característica. Així doncs, quan diguem que la resolució de la nostra pantalla és de 800x600 estem indicant que tenim 800 píxels horitzontals per 600 de verticals⁸.

⁶D'aquesta manera tenim zips, discs durs, etc. que podem transportar d'un ordinador a un altre sense haver-los de desmuntar.

⁷La capacitat d'informació que ens permet transmetre.

⁸Les resolucions més freqüents són: 1024x768, 1152x864, 1280x1024, 1400x1200

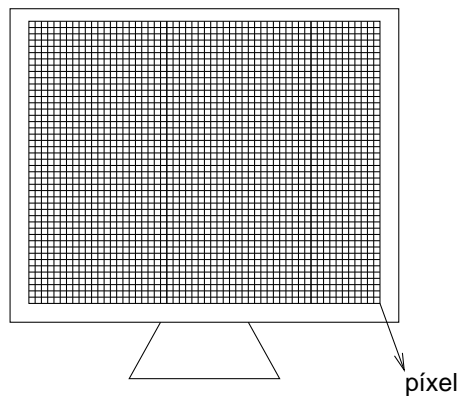


Figura 3.7: Cada requadre és un píxel.

Hem de tenir en compte, però, que les imatges que tenim a la pantalla (tals com icones, barres de menús, ...) tenen sempre una mateixa mida, de manera que com més alta posem la resolució de la pantalla, més petites les veurem.

Un altre aspecte que actualment la majoria de targetes ja incorporen és el que anomenem *accelerador gràfic*, que són un o més xips que ens permeten realitzar operacions especialitzades en còmput tridimensional per accelerar el càlcul d'aquests elements i descarregar a la CPU d'aquesta tasca.

Targeta de so

La *targeta de so* ens permet introduir o reproduir so al o des de l'ordinador. La principal característica de les targetes de so és el número de bits de so que poden processar. Per tenir una referència, podem dir que la qualitat de so d'un CD-ROM normal és de 16 bits, de manera que si la targeta de so que comprem és de 64 bits, significa que podríem tractar 4 canals de so en qualitat CD a la vegada.

Cada vegada és més freqüent que aquestes targetes que antigament es col·locaven a un slot de la placa base, ja vagin incorporades a la mateixa placa.

Monitor

El monitor és el dispositiu que ens permet veure la informació procedent de l'ordinador tal i com si es tractés d'un televisor. De fet, però, el monitor és bastant diferent dels televisors ja que ens permet configurar-lo per obtenir diferents resolucions i és possible configurar-li alguns paràmetres que amb els televisors no podem.

Al parlar de la mida d'un monitor, en general, sempre ho farem amb polzades⁹ i ens referirem a la longitud de la seva diagonal. D'aquesta manera, quan diem que un monitor és de 17", en realitat estem dient que la diagonal entre els dos extrems de la pantalla és de 43,52 cm. Actualment la majoria de monitors són de 15", 17" o 19" polzades, però n'hi ha de tant grans com vulguem.

Una altra característica molt important que hem de tenir en compte quan valorem un monitor és el *tamany del seu punt*. Per entendre exactament què és el tamany del punt hem d'explicar una mica amb detall com funcionen els monitors. De la mateixa manera que diem que podem canviar la resolució de la nostra pantalla aconseguint veure més o menys píxels sobre la superfície de la mateixa, totes les pantalles tenen un número fix de punts luminescents que són els que ens donen el color. No hem de confondre aquests punts amb els píxels, ja que amb els píxels sí podem configurar quants en volem veure, però els punts de la pantalla sempre seran els mateixos i vindran donats per el procés de fabricació del monitor¹⁰. De fet, com podem veure a la figura 3.8, cada punt està compost per tres punts més petits d'un dels tres colors bàsics (vermell, verd, blau) i que combinats podem percebre com un color de qualsevol tonalitat. Com més petit sigui el tamany del punt, més nítida veurem les imatges en pantalla. Actualment la majoria de pantalles tenen punts d'entre 0,28mm i 0,24mm.

La rapidesa en què aquests punts es refresquen s'anomena freqüència de refresc i s'expressa en Hz. Els televisors també tenen aquest paràmetre, de manera que quan diem que el nostre televisor és de 50 o 100Hz el que realment denotem és que amb un segon el nostre televisor pot mostrar 50 o 100 imatges respectivament¹¹. En el monitor aquesta freqüència de refresc és variable segons la resolució que usem; en general, quanta més resolució vulguem menys freqüència de refresc podem tenir ja que més punts s'hauran de mostrar. Tot i que l'ull humà no és capaç de percebre més de 25 imatges per segon, és recomanable tenir una freqüència de mostreig alta ja que d'altra manera, veure el televisor o el monitor de l'ordinador ens pot provocar mal

⁹Recordem que una polzada equival a 2,56 cm.

¹⁰L'equivalència entre píxels i punts de pantalla la fa automàticament el monitor, que determina quants punts haurà de tenir un píxel perquè es vegi correctament.

¹¹Recordem que $1Hz = \frac{1}{1\text{segon}}$

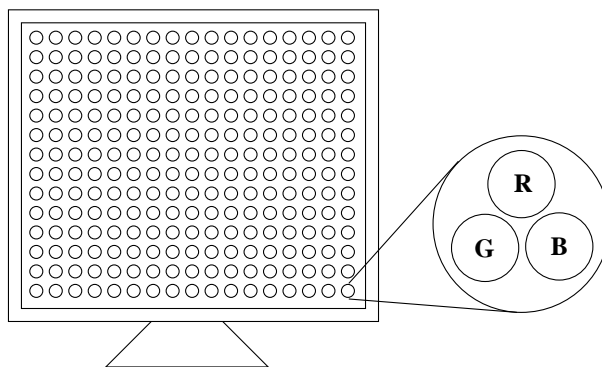


Figura 3.8: Els punts estan compostats per 3 punts més petits de colors diferents.

de cap. Això és degut a que, encara que no ens n'adonem, el pampallugueig de la pantalla al il·luminar-se i apagar-se contínuament provoca una molèstia inconscient que al final ens pot afectar. Alguns dels nous monitors TFT ja incorporen l'entrada DVI (la targeta gràfica també ho ha de permetre), que al ser totalment digital ja no necessita de freqüències de refresc, donant a lloc un senyal més bo.

3.2 Software

Mentre que el hardware és quelcom de real i palpable, el *software* no és un objecte físic en si mateix. És per aquest motiu que en un principi el software es va infravalorar i no se li va donar la importància que realment té¹². Podem definir genèricament el software com un conjunt d'aplicacions que permeten manipular el hardware del nostre ordinador. Aquestes aplicacions estan formades per un conjunt d'instruccions que, generalment, també interactuen amb l'usuari per poder realitzar les accions que aquest els hi indiqui.

Hem de veure el software (programari) com un pont entre el hardware i les persones que manipulen el computador, encara que aquest pont és tan complex que necessita d'un programa especial enmig que anomenarem sistema operatiu. El software, com veiem, és un concepte molt eteri; combinat amb la flexibilitat dels computadores, dóna lloc a centenars de milers d'aplicacions diferents segons les necessitats que van aparegut amb el temps. Classificar, ordenar, o tant sols nombrar tot el software existent és gairebé impossible i no tindria sentit; per això en aquest apartat tant sols donarem una breu classificació del programari més comú perquè ens en puguem fer una idea general.

3.2.1 Tipus d'aplicacions

A la taula 3.1 podem veure els principals tipus d'aplicacions i els programes més populars de cada tipus. Tot i que a la taula només podem veure uns quants d'aquests programes, hem de tenir present que n'existeixen moltíssims; cada dia n'apareixen de nous que reemplacen els vells amb funcions cada vegada més avançades i espectaculars.

Tot i que el concepte de fitxer l'explicarem més endavant, hem de saber que cada programa o aplicació que utilitzem genera o utilitza una determinada informació que s'emmagatzema en els anomenats fitxers o arxius. Cada fitxer només té vigència en l'entorn pel qual ha estat generat i resultarà totalment incompreensible per les aplicacions alienes a ell. Per identificar els diferents tipus de fitxers s'utilitza el que s'anomenen *extensions*, que són un número determinat de lletres (generalment tres) darrera del nom del fitxer (precedides per un punt). Tot i que algunes extensions són utilitzades per més d'un programa, hem intentat reflectir a la taula 3.2 les categories de les més utilitzades en l'actualitat per poder identificar correctament els arxius del nostre ordinador.

¹²Actualment ja no és així i hi ha multitud d'empreses només dedicades a produir software.

Taula 3.1: Algunes de les aplicacions més populars classificades per categories.

TIPUS D'APLICACIÓ	EXEMPLES	DESCRIPCIÓ
Processadors de textos	OpenOffice Writer Microsoft Word	Els processadors de textos són aplicacions per escriure i organitzar textos de tot tipus: des de resums de poques pàgines a llibres de gran extensió.
Fulles de càlcul	OpenOffice Calc Microsoft Excel	Aquest tipus d'aplicacions serveixen per realitzar càlculs matemàtics organitzant les dades en forma de quadrícula.
Bases de dades	PostgreSQL Microsoft Access	Les bases de dades són grans magatzems d'informació que ens permeten la seva recuperació i filtratge de forma molt ràpida.
Dibuix vectorial	OpenOffice draw CorelDraw FreeHand	Els programes de dibuix vectorial es basen en el tractament de vectors (línies) per realitzar els seus gràfics.
Retoc fotogràfic	Gimp Photoshop	El retoc fotogràfic consisteix en aplicar filtres i tot tipus d'operacions sobre les imatges per poder-les modificar i/o crear-ne de noves.
Cad	Autocad SolidWorks	Els programes de cad són tots aquells especialitzats en el dibuix arquitectònic o industrial en 2 o 3 dimensions.
Animació 3D	3DStudioMax Rhinoceros	Aquest tipus d'aplicació ens permet crear escenaris tridimensionals per crear animacions en vídeo.
Compressors	Gzip Winzip WinAce	Els programes compressors/descompressors ens permeten reduir el tamany dels nostres arxius sense perdre la informació que contenen.
Navegadors	Firefox Explorer Opera	Els navegadors són les aplicacions que ens permeten visualitzar el contingut de les pàgines web.
Reproductors d'àudio	xine WinAmp	Aquestes aplicacions ens permeten escoltar un CD, descodificar arxius MP3, aplicar filtres a la música que escoltem, etc.

Taula 3.2: Categories d'algunes extensions.

TIPUS D'ARXIUS	EXTENSIÓ	VIGÈNCIA
Imatge	jpg, tiff, gif, bmp, tga, eps	Hi ha multitud de programes que permeten visualitzar imatges: des dels de retoc fotogràfic als navegadors.
Vídeo	avi, mpeg, mov, qt, raw, rm	Generalment, cada tipus de fitxer de vídeo necessita el seu propi reproductor.
Àudio	wav, mp3, midi	Actualment, tots els sistemes operatius ja solen portar incorporat algun tipus de reproductor que pot llegir correctament qualsevol d'aquests formats.
Text	doc, txt, ps, pdf, rtf, nfo, dvi	En aquest cas, la majoria de processadors de textos suporten varis formats diferents per gravar les seves dades, de manera que generalment podrem escollir el que més ens convingui.
Comprimits	zip, arj, ace, gz	Els arxius comprimits necessitaran el seu propi programa descompressor per tornar a la forma original, tot i que actualment la majoria d'aquests programes suporten tots els formats coneguts.

Capítol 4

Sistemes operatius

El sistema operatiu és un dels aspectes clau per poder aprofitar al màxim tots els recursos del nostre ordinador. El disseny i implementació d'aquests "grans programes" és una de les tasques més complexes i llargues amb la que s'enfronten els enginyers informàtics i d'altres disciplines. En aquest capítol no pretenem que es compregui amb detall tots els aspectes dels sistemes operatius, però sí volem donar una visió general sobre el que són i les tasques que realitzen. Igualment, repassarem algun dels seus principals punts de disseny per comprendre més clarament com poden realitzar les seves funcions.

4.1 Definició i concepte

Tot el hardware o maquinària interna de la que estan compostats els ordinadors no serviria de res sinó tinguéssim un programa que ens la gestionés de forma eficient. El sistema operatiu és precisament això: un programa que s'executa sobre el nostre ordinador amb la finalitat d'administrar de forma eficient tots els recursos dels que disposem. Tal i com apuntàvem a l'introducció d'aquest capítol, la simplicitat en la definició del que és l'operatiu no ens ha d'enganyar sobre la seva complexitat interna. Dissenyar i codificar correctament un programa d'aquestes característiques és un dels aspectes més discutits i complexes del món de la computació. Ens ho podem imaginar com tots els processos que comporta la gestió d'una gran multinacional: des de la forma de comunicació entre els diferents departaments a la jerarquia de direcció o el sistema d'emmagatzemament dels expedients de l'empresa. Gestionar tots aquests aspectes perquè col·laborin entre sí de la forma més ràpida i eficient és una qüestió que ha de tenir en compte molts factors i mètodes diferents de processament. Amb el sistema operatiu passa el mateix però de forma molt més crítica: si un sol procés de la immensa multitud que hem de dissenyar falla, pot provocar grans pèrdues en molts casos irreversibles. Tot i que pot semblar exagerat parlar en aquests termes¹, pensem en el cas d'un banc que maneja grans quantitats de diners o en el procés de control d'una central nuclear; un sol error pot ser fatídic. És per tots aquests motius que el disseny i gestió d'un bon operatiu resulta una tasca titànica que poques empreses han pogut portar a bon terme.

El fet que molts dels usuaris finals no tractin directament amb el sistema operatiu fa que molts cops no se sàpiga situar correctament on està ubicat. El podem imaginar com una capa intermitja entre el hardware i les aplicacions que usem: el sistema operatiu sap interactuar amb tots els dispositius físics de l'ordinador per donar un servei estàndard i de fàcil ús a les aplicacions que s'executen sobre seu. És important, doncs, no confondre les aplicacions finals que usen els usuaris amb el sistema operatiu, que interactua amb el hardware. És un pont entre els dos extrems (usuari~màquina) que ens permet extreure el màxim rendiment al nostre computador. Naturalment, l'usuari també pot comunicar-se directament amb l'operatiu a partir de comandes específiques, tals com copiar fitxers, canviar la resolució del monitor, etc., però la major part del temps que usem l'ordinador ho farem amb aplicacions específiques segons les nostres necessitats (processadors de textos, disseny en 3D, ...).

A la figura 4.1 podem veure un esquema ampliat sobre la situació del sistema operatiu en el nostre ordinador. Fixem-nos com en la part més baixa, tenim tots els dispositius físics, des de la CPU al disc dur o l'scanner. Just sobre aquesta capa tenim el que anomenem *microprogrames*, que solen estar situats a la BIOS o bé al mateix dispositiu físic. Aquests microprogrames són una sèrie d'instruccions molt senzilles que permeten manipular les funcions més bàsiques dels dispositius. El fet que cada dispositiu físic tingui un microprograma diferent segons el fabricant i/o família del dispositiu crea la necessitat del que anomenem *drivers* (controladors). Els drivers són uns programes, generalment escrits en llenguatge màquina², que ens serveixen per interactuar amb els microprogrames. A la vegada aquests microprogrames interactuen amb els dispositius i, d'aquesta manera, podem manipular el dispositiu coherentment. Aquests controladors estan molt lligats al sistema operatiu, ja que molt sovint un driver només és compatible amb un sol sistema.

¹A quants de nosaltres no se'ns ha penjat mai l'ordinador?

²El "llenguatge" que utilitza la CPU.

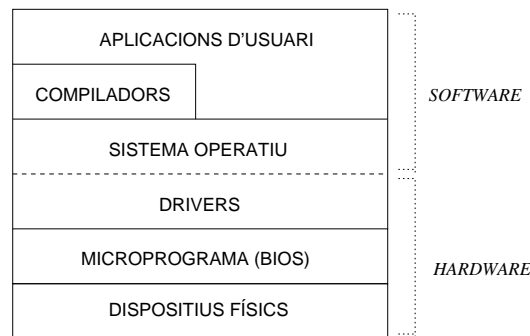


Figura 4.1: *Esquema de les capes hardware i software d'una computadora.*

Generalment, aquests drivers els proporciona el fabricant, tot i que pels dispositius més comuns el mateix sistema operatiu ja els sol incorporar. Aquests controladors permeten independitzar el sistema operatiu que els gestiona del hardware específic de cada ordinador i d'aquesta manera s'aconsegueix que tant l'operatiu com les aplicacions dels usuaris funcionin d'igual forma en ordinadors diferents³.

Després de la capa de drivers trobem, finalment, el sistema operatiu. Com veiem, l'operatiu necessita de diverses capes per poder controlar correctament els dispositius del sistema, fet que corrobora la complexitat del mateix. Sobre el sistema operatiu tenim les aplicacions d'usuari i els *compiladors*. Els compiladors són uns programes especials que ens serveixen per dissenyar les aplicacions dels usuaris. Sense aquesta eina seria pràcticament impossible crear nous programes; el compilador ens proporciona un nivell d'abstracció imprescindible per poder desenvolupar aplicacions grans. Tot i que no l'hem situat com una capa intermitja entre les aplicacions i el sistema (ja que realment no actua com a tal) l'hem de veure com una secció que, tot i que en molts casos no ve amb el mateix operatiu, està molt lligat a ell i al seu tipus de funcionament. El compilador és l'eina que ens permet construir el programa final d'usuari que interactuarà amb el sistema operatiu, indicant-li a l'aplicació com s'ha de comunicar amb el sistema, però sense intervenir entre els dos elements quan l'aplicació s'executa.

Resumint, doncs, les principals funcions que ha de realitzar el sistema operatiu són:

- *Encapsulació de la complexitat*: el sistema operatiu ens independitza o encapsula tota la complexitat dels dispositius físics que manipulem. Ens dona una visió de l'ordinador tal i com si es tractés d'una màquina virtual igual per tots els ordinadors on està instal·lat.
- *Administració dels recursos*: la gestió eficient de recursos és la tasca principal del sistema. La complexitat d'aquesta administració fa que els sistemes operatius siguin un dels programes més difícils de dissenyar⁴. Un exemple d'administració de recursos que fa el sistema operatiu és quan dos usuaris volen imprimir al mateix moment i amb la mateixa impressora; és l'operatiu qui controla que primer s'acabi una impressió per després poder fer l'altra.

Altres aspectes del sistema operatiu són el tipus d'interfície proporcionada a l'usuari, els mecanismes de seguretat, etc., tot i que les seves principals funcions són les dos que hem vist; tot el demés s'ha d'implementar per sobre d'aquestes.

4.2 Aspectes bàsics

Tot sistema operatiu té dos pilars fonamentals que el caracteritzaran: la gestió dels processos i el sistema de fitxers. Tot i que hi ha molts altres aspectes importants, aquests dos seran els que marcaran més clarament el bon o mal funcionament del sistema ja que molts dels altres elements que formen l'operatiu hauran d'interactuar amb aquests per portar a terme les seves tasques.

4.2.1 Els processos

Un *procés* és un programa que s'està executant. És important tenir clar que un procés NO és un programa; un programa (o aplicació) és un conjunt d'instruccions escrites en codi màquina que podem tenir guardades en qualsevol dispositiu d'emmagatzematge. Quan carreguem aquest programa a memòria i el comencem a executar és quan es transforma en un procés que el sistema operatiu ha de gestionar (figura 4.2).

El per què hem de diferenciar un programa d'un procés és un fet molt simple: quan volem carregar dues vegades la mateixa aplicació el sistema operatiu ha de poder diferenciar-les d'alguna manera. La forma

³Aquest fet és cert quan estem parlant d'una mateixa arquitectura d'ordinador usant diferents dispositius físics; quan l'arquitectura interna, els canvis són tan importants que s'ha de redissenyar bona part del sistema i aplicacions.

⁴L'altre gran repte de programació són els compiladors.

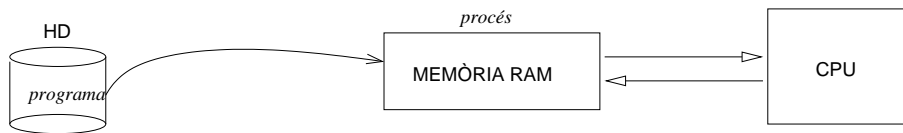


Figura 4.2: Un programa es transforma en procés quan el sistema operatiu el carrega en memòria.

d'identificar-les és assignant a cada procés unes certes característiques úniques per cada un tals com un identificador, un estat, etc. D'aquesta forma, podem tenir diverses instàncies del mateix programa carregades en memòria i treballar amb elles tal i com si es tractés de programes diferents.

Tot i que actualment la majoria de sistemes operatius donen la possibilitat de carregar i executar varis processos simultàniament, en les primeres etapes de la computació aquest fet no es donava. Una de les causes d'això és que la potència dels ordinadors no era prou elevada ni la quantitat de memòria disponible ens permetia tenir gaires programes carregats. Aquests sistemes operatius s'anomenaven *monotasca*, ja que només permetien executar una tasca darrera una altra. Amb l'avanç de la tecnologia, les CPUs s'han fet més ràpides i les memòries més grans, de forma que ara sí és possible executar varis processos a la vegada i de forma totalment simultànea. Aquests sistemes operatius s'anomenen *multitasca*. Ens podem preguntar com és possible això si, en realitat, només tenim una CPU que tan sols permet executar una instrucció darrera l'altra. Tal i com ja hem anat explicant, la CPU és un dispositiu molt ràpid que ens permet fer milions d'operacions per segon; aquest fet permet dividir el temps de CPU per tots els processos que tenim executant-se, donant-nos la sensació que tots ho estan fent a la vegada; en realitat, els processos només executen les seves instruccions cada cert interval de temps (mil·lisegons).

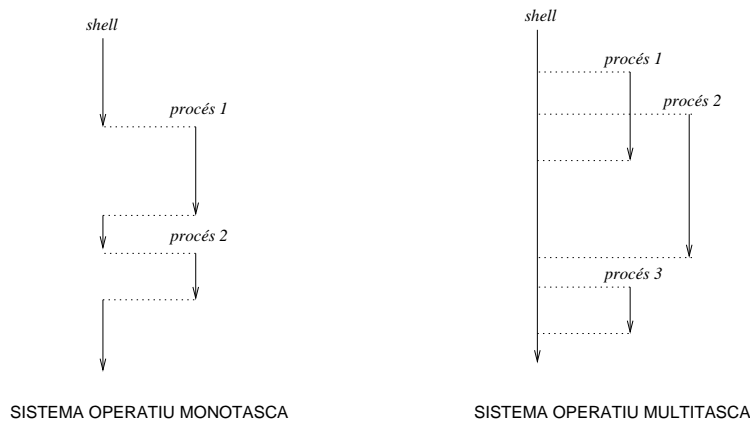


Figura 4.3: Els sistemes operatius es diferencien en monotasca i multitasca.

Poder executar més d'una tasca a la vegada ens proporciona l'avantatge de poder atendre a més d'un usuari al mateix temps. Tot i que generalment un ordinador només té un monitor, un teclat i un rateta, és possible atendre a altres usuaris de forma remota utilitzant una xarxa local o Internet. D'aquesta manera el mateix computador podrà estar atenent a tants usuaris com es vulgui i tots tindran la sensació que el sistema només els atén a ells. Quan el sistema operatiu permet això, es diu que és un sistema *multiusuari*, d'altra manera el considerarem *monousuari*.

4.2.2 El sistema de fitxers

Quan parlàvem de discs durs, en cap moment vam dir que el dispositiu tingués la capacitat d'organitzar i emmagatzemar directament els arxius o fitxers. El disc dur, o qualsevol altre dispositiu d'emmagatzematge, tan sols ens permet guardar una sèrie de dades binàries sense cap mena d'organització ni control. És el sistema operatiu, altra vegada, qui s'ha d'encarregar d'organitzar l'estructura del dispositiu perquè hi puguem emmagatzemar tant els arxius dels usuaris i sistema com la informació necessària per poder-los recuperar posteriorment.

Un fitxer és una forma estructurada de mantenir la informació. Des del punt de vista de l'usuari, veurem el fitxer com una unitat lògica i independent del dispositiu on es guarda. El sistema operatiu és el que ens permet fer aquesta abstracció i veure un fitxer guardat en un CD o en un disquet com lo mateix quan, en realitat, és molt diferent. De fet, físicament un arxiu no existeix; un mateix arxiu pot estar repartit per tot el disc dur de forma que per recuperar-lo s'han de llegir aquests blocs a diverses zones físiques diferents. La forma com el sistema operatiu gestiona els fitxers s'anomenarà *sistema de fitxers*. Generalment, cada casa desenvolupa el seu propi sistema de fitxers: *GNU/Linux* utilitza un sistema de fitxers anomenat *ext3*,

Microsoft utilitza NTFS, ...

La principal dificultat del disseny d'un sistema de fitxers és que el disc dur no el podem veure com una unitat contínua on podem anar guardant els diferents fitxers que anem generant. El disc dur s'ha de dividir en diferents trossos, anomenats blocs, d'un tamany determinat. En aquests blocs hi podem anar insertant els arxius de forma que quan un fitxer no entri completament en un bloc, se n'hauran d'utilitzar més per poder-lo guardar. Igualment, per recuperar un determinat arxiu haurém de llegir els blocs que el contenen i, finalment, passar-lo com una unitat a l'usuari. Podem imaginar-nos aquest sistema com una gran biblioteca on disposem de moltíssims calaixos per guardar una quantitat immensa d'informes. Tots els calaixos tenen una certa capacitat, de forma que haurém d'organitzar-nos coherentment per poder mantenir, localitzar i recuperar els expedients que ens facin falta (figura 4.4). Alhora de recuperar un determinat expedient que ocupa més d'un calaix, ens serà molt més útil si tenim tots els calaixos on el guardem de forma consecutiva, ja que no farà falta que ens desplacem d'una banda a l'altra per poder-lo recuperar. Amb el sistema de fitxers passa el mateix; si tenim el disc dur molt defragmentat significa que els arxius estan molt dividits i que la seva lectura serà molt més lenta del normal⁵.

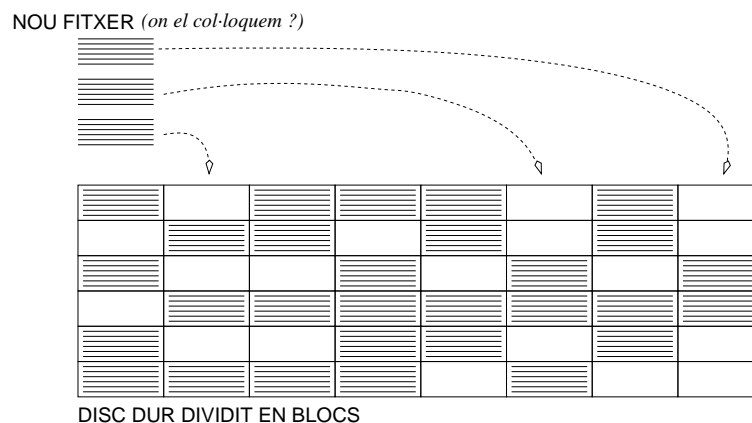


Figura 4.4: *El sistema de fitxers és una part molt important de qualsevol sistema operatiu.*

Podríem pensar que lo lògic seria que el sistema operatiu ja ordenés bé els arxius cada vegada que en borrem o n'escrivim un de nou. Això no és possible perquè, tot i que hi ha tècniques molt avançades que s'hi acosten cada vegada més, si cada vegada que féssim una operació amb un arxiu haguéssim de reordenar tot el disc, passariem més temps esperant que no pas treballant amb el sistema. La forma com aquest objectiu es porta a terme utilitzant el mínim temps possible i el grau amb què s'ha aconseguit aquesta fita és una característica important que ens marcarà bona part del rendiment del nostre sistema operatiu.

Una altra funció molt important de qualsevol sistema de fitxers és la forma d'*estructuració de la informació*. Un cop entès el concepte de fitxer, hem de passar a un altre nivell d'abstracció que ens indica la manera com organitzem aquests fitxers. Un sistema operatiu consta de varis centenars de fitxers; si a més hi afegim tots els arxius de les aplicacions i els generats pels usuaris del sistema, ens trobem que fàcilment hem d'emmagatzemar milers i milers de fitxers. Hem de veure com una gran biblioteca on tenim milers de llibres. Per poder-ne trobar un de determinat els haurém d'organitzar de forma coherent per saber on anar-lo a buscar quan ens interessi. La forma més habitual d'organització és a partir de d'estanteries. Collocant uns quants llibres d'una mateixa temàtica a cada estanteria aconseguim una organització bastant coherent.

La majoria de sistemes de fitxers s'organitzen en el que anomenem directoris o carpetes. Igual que les estanteries en l'exemple anterior, cada directori pot contenir un nombre variable d'arxius (llibres), de manera que podem anar emplenant-los a mesura que ho necessitem. De fet, per donar una estructura més flexible, cada directori pot contenir (a més dels fitxers) altres directoris, que a la vegada poden contenir més arxius o carpetes. D'aquesta forma s'aconsegueix una estructuració en forma de jerarquia (tal i com veiem a la figura 4.5) on ens serà molt més fàcil localitzar un determinat arxiu. En el punt més alt de la jerarquia hi trobarem el que anomenem *l'arrel*, què és d'on pengen totes les altres carpetes i/o arxius. Cada sistema operatiu té unes directives de configuració bàsiques pels directoris principals del sistema, de manera que generalment s'agrupen els arxius de l'operatiu en una carpeta, les aplicacions en una altra, etc. Els usuaris del sistema, però, sempre podran manipular aquesta estructura com més els hi convingui.

Finalment, l'últim aspecte rellevant d'un sistema de fitxers és la forma com aquest tracta els dispositius d'emmagatzemament del sistema. En el capítol 3 ja vàrem veure que teníem molts tipus diferents de dispositius que poden utilitzar tecnologies ben diverses per emmagatzemar la informació. El sistema operatiu ens aïlla d'aquestes característiques especials i ens dóna una forma de tractament igual per tots els elements instal·lats. El sistema de fitxers ens ha de permetre referir-nos a uns o altres dispositius per poder operar

⁵Per reordenar el sistema existeixen uns programes defragmentadors que ens tornen a ajuntar els trossos de tots els arxius del sistema.

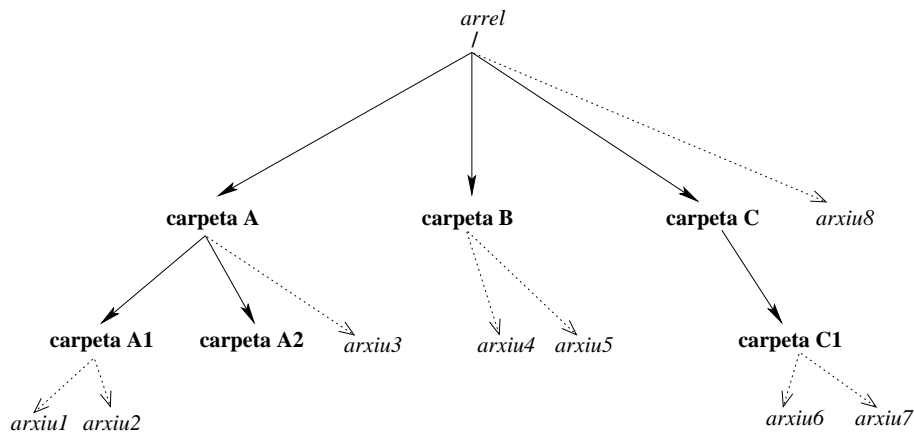


Figura 4.5: El sistema jeràrquic de directoris ens permet organitzar els nostres arxius.

amb tots ells de la mateixa manera. La forma com es porta a terme aquest procés és totalment diferent en les dues grans branques de sistemes operatius existents en l'actualitat. Els sistemes *Windows*⁶ utilitzen lletres per referir-se a cada unitat, mentre que els sistemes *like Unix*⁷ segueixen les *normes d'estandarització POSIX* i tot el sistema de fitxers té una sola arrel i els diferents dispositius es munten a qualsevol dels directoris del sistema.

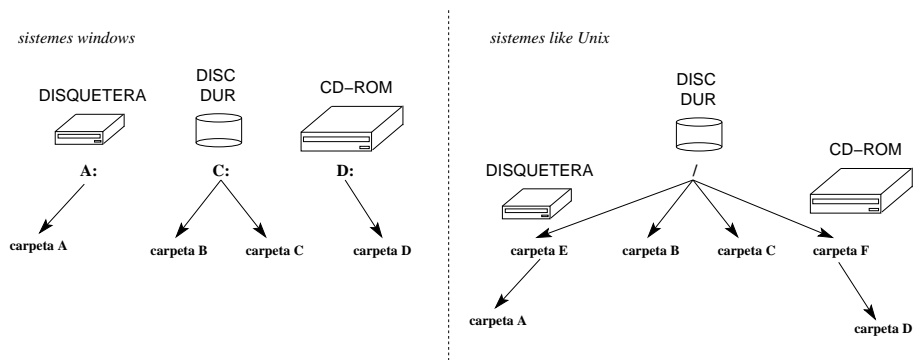


Figura 4.6: Segons el sistema operatiu, els dispositius es tracten de formes diferents.

Com veiem a la figura 4.6 en el sistemes Windows cada dispositiu té assignada una lletra particular, de forma que no existeix una arrel comuna com en els altres tipus de sistemes. Sempre que ens vulguem referir a un o altre dispositiu haurem de fer referència a la lletra que tingui assignada i realitzar les operacions que ens interessin. Els sistemes *like Unix* són més flexibles ja que permeten, a partir d'un procés de muntatge, situar els dispositius a qualsevol dels directoris que tinguem al sistema. Amb això aconseguim una manipulació molt més homogènia de tots els elements. Naturalment, amb aquest sistema només pot existir una sola arrel global, mentre que amb windows cada unitat (A:, C:, ...) té la seva arrel i no n'existeix cap de comuna.

4.3 Crides al sistema

Les crides al sistema són totes aquelles operacions que els usuaris han de poder indicar al sistema operatiu perquè les realitzi. La forma com es porten a terme aquestes crides pot ser molt diversa: des d'un intèrpret de comandes⁸, al programar una aplicació, des d'un entorn gràfic, etc. Segons el sistema operatiu, aquestes crides seran unes o altres, però generalment tots els sistemes haurien de tenir, almenys, crides per gestionar els següents aspectes:

- *Processos*: la gestió de processos implica tenir crides per poder parar un determinat procés, fer que acabi, veure quins processos s'estan executant en un determinat moment, etc. Tal i com ja indicàvem a l'apartat anterior, aquesta gestió és un aspecte clau per fer que el sistema operatiu funcioni correctament.

⁶Sistemes desenvolupats per l'empresa Microsoft.

⁷Dins aquesta categoria entren una gran varietat de sistemes: GNU/Linux, FreeBSD, Solaris, Irix, ...

⁸Un intèrpret de comandes, o *shell*, és una aplicació que ens permet interactuar amb el sistema operatiu a partir de l'introducció de comandes escrites.

- *Senyals*: perquè els diferents processos que tenim al sistema es puguin comunicar entre ells, es necessita algun tipus de missatgeria interna per enviar i rebre senyals. La gestió de senyals ha d'incloure aquest tipus de missatgeria per poder indicar varis tipus d'esdeveniments als diferents processos que s'estiguin executant.
- *Fitxers i directoris*: la gestió de fitxers i directoris ha d'incloure operacions per crear, eliminar, modificar o moure qualsevol dels arxius o carpetes que tinguem als nostres dispositius d'emmagatzematge.
- *Sistema de fitxers*: les accions a realitzar pel sistema de fitxers impliquen la definició de les directius necessàries per organitzar i emmagatzemar la informació als nostres dispositius. Generalment s'inclouen en aquesta secció les operacions de particionament de discs⁹, de muntatge de les unitats, etc.
- *Protecció*: generalment, els sistemes operatius multiusuaris s'organitzen de forma que cada usuari pertanyi a un grup d'individus del sistema. La divisió es realitza per departaments, unitats, classes, etc. segons el tipus d'organització de la institució. Aquests conjunts es creen per poder dotar a tots els usuaris d'un mateix grup uns determinats permisos en el sistema. Un bon exemple d'aquesta organització el podríem trobar en una empresa que es dedica a fabricar productes manufacturats: la secció de vendes ha de poder tenir accés als preus dels productes, els tipus de descompte que es realitzen segons el client, etc., mentre que la secció de producció no hauria de poder accedir a aquestes dades sinó a les del procés de fabricació. Agrupant els diferents treballadors i donant els permisos necessaris, aconseguim que cada secció pugui accedir a les dades necessàries per ells però no a la de tots els altres.

Generalment, per aconseguir aquest tipus d'organització es doten als arxius d'àmbits de treball diferents: permisos pel propietari de l'arxiu, pel grup al qual pertany el propietari i per la resta d'usuaris. Els permisos de cada àmbit consisteixen, a la vegada, amb el dret de lectura, escriptura i execució del fitxer, de forma que per cada arxiu tindrem ben definit què pot fer cada persona que accedeixi al sistema (figura 4.7).

- *Temps*: un control del temps és necessari per poder donar més o menys prioritat a determinats processos perquè ocupin més o menys temps la CPU (i per tant acabin més o menys ràpid) o bé per donar més preferència a determinats usuaris del sistema, etc.
- *Administració de dispositius*: tot sistema operatiu ha de tenir operacions de gestió dels seus perifèrics de forma que puguin ser utilitzats pels usuaris que ens interressi i poder portar un control sobre les operacions que es fan sobre cada un. L'exemple més típic és el de gestió d'una impressora, on hem de tenir una cua d'impressió perquè a mesura que vagin arribant més treballs per imprimir es vagin col·locant per ordre d'arribada o segons les prioritats de cada usuari.

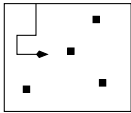
ARXIU: snake.exe	PERMISOS:	
	propietari: rwx	<i>el propietari pot llegir, escriure (a més de modificar) i executar el joc</i>
	grup: r-x	<i>el grup al qual pertany l'usuari només pot llegir i executar el joc</i>
	altres: r--	<i>la resta d'usuaris no poden fer res amb el joc</i>
	(r: lectura w: escriptura x: execució)	

Figura 4.7: Cada fitxer tindrà 9 drets agrupats en 3 àmbits de treball diferents.

⁹Particionar un disc dur és dividir-lo en diferents parts que es tractaran de forma independent tal i com si fossin dos discs diferents encara que físicament només n'existeixi un.

Capítol 5

Xarxes d'ordinadors

L'aparició de les xarxes d'ordinadors com a nou mitjà de comunicació ha esdevingut un gran èxit. La seva implantació en tots els àmbits de la societat fa que cada cop augmenti més el nombre de persones i entitats que les utilitzen. La necessitat de comunicar grans volums d'informació a grans velocitats s'ha vist afavorida pels nous avenços tecnològics en el món de les telecomunicacions i cada cop és més freqüent trobar els nostres equips informàtics interconnectats per poder-se transferir dades o compartir recursos.

En aquest capítol explicarem els fonaments de les xarxes d'ordinadors per poder comprendre de forma abstracta com funcionen i quins mecanismes utilitzen per transmetre la informació. Tot i que el món de les xarxes i la tecnologia que utilitzen avança a gran velocitat, en els següents textos intentarem donar els conceptes clau de totes les xarxes, vigents des de la seva aparició.

5.1 Definició i conceptes bàsics

Una xarxa es defineix com la interconnexió d'un o més ordinadors amb el propòsit de compartir informació i recursos (impressores, dispositius d'emmagatzemament i aplicacions). En termes senzills, una xarxa està formada per dos o més ordinadors units mitjançant un medi de comunicació (cable), en els que la informació i el hardware d'un equip poden ser utilitzats per l'altre. A partir de dos ordinadors, i fins a milions de màquines, el concepte és el mateix.

Abans de l'aparició de les xarxes, el treball en comú amb un conjunt d'ordinadors era una tasca complexa i difícil: la forma de compartir les dades, l'administració de documents, la utilització de diferents plataformes informàtiques, etc. Quelcom tan necessari com la realització de còpies de seguretat pot provocar sovint confusió, reduint considerablement la productivitat del treball.

Les xarxes apareixen com una eina de gran utilitat encara que requereixen uns usuaris adaptats a elles i una mica d'habilitat per aconseguir que rendixin correctament. La simple configuració d'una xarxa en un entorn empresarial no pot solucionar tots els problemes d'administració de la informació. Sovint succeeix que la introducció d'una xarxa en un entorn de treball arriba fins i tot a reduir temporalment la productivitat i la satisfacció dels seus usuaris. L'aprenentatge de les seves característiques i l'adaptació a canvis pot ser difícil per a un gran nombre d'usuaris, acostumats a fer el treball d'una determinada forma. Un cop que la corba d'aprenentatge ha estat encreuada, les xarxes es converteixen en eines de valor incalculable, podent-se utilitzar per millorar el treball, l'administració i la satisfacció de tots els seus usuaris.

5.1.1 Terminologia

Abans d'entrar en més detall, és convenient arribar a un compromís i deixar clars una sèrie de conceptes importants dins el camp de les xarxes. És important familiaritzar-nos amb els següents conceptes per entendre de forma més clara la resta del document:

- *LAN (xarxa d'àrea local o Local Area Network)*: descriu una xarxa amb un àmbit geogràfic menor a dos quilòmetres.
- *WAN (xarxa d'àrea extensa o Wide àrea Network)*: descriu una xarxa l'àmbit geogràfic de la qual és major a dos quilòmetres. Sovint, múltiples LANs s'uneixen per crear una WAN.
- *Node*: és el terme general per a qualsevol dispositiu d'una xarxa. Cada client, servidor, hub (concentrador) i gateway (porta d'enllaç) poden denominar-se com a nodes. Un node també pot referir-se a les interseccions i divisions del cable a la xarxa.
- *Host*: es refereix a un ordinador que realitza tots els càlculs necessaris per als serveis que proporciona.
- *Terminals*: són dispositius que consisteixen en tan sols un monitor i un teclat. No tenen CPU i només serveixen com a dispositius d'entrada i sortida per als hosts.

- *Drets d'accés*: es refereix als privilegis, autoritat o permisos de seguretat assignats a un client individual o a un ordinador client per accedir als recursos controlats per un servidor. Sovint si no es tenen els drets d'accés necessaris, no sols no es podrà accedir al recurs, sinó que tampoc es podrà veure ni saber que existeix.
- *Estació de treball i client*: sovint són intercanviables, especialment quan s'estudia el maquinari en una xarxa client/ servidor. Cal tenir present que el terme client també pot referir-se al programari o a les aplicacions.
- *Administrador de xarxa*: és la persona o persones responsables del servei, manteniment i conservació d'una xarxa. Aquest terme també es denomina “net admin” o “admin”.
- *Interoperativitat*: es refereix a l'enllaç o connexió de diferents xarxes o dispositius de forma que puguin comunicar-se de forma efectiva.
- *Ample de banda, càrrega, overhead i retard*: són termes associats amb la capacitat de la xarxa per transmetre dades mitjançant el seu mitjà de comunicació:
 - L'ample de banda d'una xarxa és la quantitat de dades que pot transmetre en un determinat segment del mitjà de comunicació en un període de temps determinat. Generalment, l'ample de banda es mesura en bits, Kilobits o Megabits per segon (bps, Kbps o Mbps).
 - La càrrega d'una xarxa és el terme general utilitzat per descriure la demanda en una xarxa. Quant major sigui el nombre d'usuaris, major serà la càrrega de la xarxa.
 - L'overhead d'una xarxa és la quantitat d'ample de banda necessària per completar satisfactòriament una operació de xarxa determinada, com la transferència d'un arxiu o mantenir activa una connexió amb una estació de treball. Sovint ens podem trobar que els termes càrrega i overhead poden ser intercanviats.
 - Retard és el terme que s'usa per descriure la lentitud de l'operació en una xarxa amb massa treball. Quan la càrrega de la xarxa s'aproxima al límit de l'ample de banda disponible s'experimenta un retard.
- *Protocols*: són tots aquells grups de regles que defineixen els procediments, convencions i mètodes utilitzats per transmetre dades entre dos o més dispositius connectats per la xarxa. Un protocol agafa un flux de dades del sistema operatiu, el parteix en trossos petits (anomenats *paquets*) i envia el flux de dades. Sovint, un protocol no és un element aïllat, sinó un grup, conjunt o sèrie de protocols¹.

5.2 Evolució de les xarxes

5.2.1 Primeres etapes

La història de les xarxes d'ordinadors comença a finals dels anys 50, quan la comunicació de dades entre ordinadors es limitava a l'activitat d'entrada i sortida dels diferents treballs entre les diferents parts del hardware dels ordinadors. És en aquesta època que es comença a estudiar com transmetre bits a través d'un medi de comunicació de forma eficient i fiable. Els resultats d'aquests estudis donen lloc a diferents àrees de coneixement, com la *teoria de la informació*, *el teorema del mostreig*, etc.

D'aquesta època també són les xarxes orientades a terminal², amb un enfoc clarament centralitzat. El hardware és únic i molt costós, els programes es preparen *off-line* i ha de ser un operador especialitzat qui s'encarregui de carregar i executar els programes *batch*³. Amb els avenços tecnològics i la millora del software comencen a aparèixer dispositius d'emmagatzematge secundaris i sistemes operatius multitasca. Primer, la filosofia predominant és la de terminals, connectats entre ells directament, però poc a poc, noves necessitats fan que s'hagi d'augmentar la distribució i distància d'aquests terminals. Gràcies a l'utilització de la xarxa telefònica commutada i els mòdems s'aconsegueix interconnectar-los a varis quilòmetres de distància. A més a més, mitjançant l'utilització de dispositius multiplexors, es pot compartir la línia de comunicació per a conjunts d'usuaris.

A principis dels anys 60 creix la necessitat de descentralització dels recursos a compartir i es produeix la creació d'una xarxa de dades commutada i independent de la xarxa telefònica. El seu funcionament és semblant al de la xarxa *tèlex*, basada en l'emmagatzematge i retransmissió de missatges. Per optimitzar el temps de transferència a través de la xarxa es va reduir la mida màxima de les unitats d'informació a transmetre (*paquets*) i apareixen les primeres xarxes de commutació de paquets.

¹L'exemple més clar d'això és el protocol TCP/IP (*Transfer Control Protocol/Internet Protocol*), que consisteix en tota una família de protocols que funcionen conjuntament per realitzar comunicacions per xarxa.

²Aquestes xarxes es basen en tenir un sol ordinador molt potent i molts terminals connectats a ell.

³Els programes batch són aquells que es van executant un darrere l'altre, com una llista d'espera.

Degut a que els computadors interconnectats podien estar distribuïts en una àrea geogràfica molt extensa, aquestes xarxes també es coneixen com a xarxes de gran abast o *WAN*.

En un primer moment, cada empresa implementava les seves pròpies xarxes de dades. Amb el ràpid desenvolupament de la informàtica, però, va sorgir la necessitat d'interconnectar computadors de diferents empreses (i possiblement de fabricants diferents). És en aquest moment que les autoritats públiques en matèria de telecomunicacions van estandaritzar la xarxa pública commutada com a *X.25*. La velocitat típica de transmissió en aquest tipus de xarxes és de l'ordre de desenes de Kbps.

Per cobrir les necessitats de comunicació dins d'una mateixa empresa o organització, apareixen al llarg dels anys 70 les anomenades xarxes d'àrea local o *LAN*. Les solucions adoptades en aquest tipus de xarxa són força diferents a les *WAN*, ja que els enginyers no tenen la necessitat de dependre de recursos llogats i poden adoptar el medi que considerin més adequat. Els dissenyadors de les *LAN* poden disposar, també, dels seus propis cables amb una gran amplada de banda i baixa taxa d'errors. Tot plegat, afavoreix l'ús de protocols més simples que els de les *WAN*. Les velocitats de transmissió típiques de les *LAN* són de l'ordre de desenes de Mbps.

5.2.2 Interconnexió de xarxes

A mitjans dels anys 70 ja es comencen a proporcionar serveis de comunicació a través d'un conjunt de xarxes interconnectades. En aquest moment, ja es pot parlar de diferents tecnologies d'interconnexió de xarxes, dels models jeràrquics de protocols i del transport dels datagrames.

Com hem vist en la secció anterior, ja des de bon principi es va establir una diferència important entre dos grans grups de xarxes: *WANs* i *LANs*. Les característiques d'unes i altres poden arribar a ser molt diferents; no obstant, moltes vegades sorgeix la necessitat d'interconnectar-les entre sí. Quan les dues xarxes són relativament similars, aquest problema pot ser resolt sense massa complicacions; d'aquesta manera podem parlar d'interconnexió de xarxes *X.25* i d'interconnexió de xarxes locals.

Existeixen, però, multitud de situacions en que es requereix una interconnexió universal, és a dir, s'ha de poder accedir a una determinada xarxa des de qualsevol altre atravesant tot tipus de xarxes intermitges de diferent naturalesa. Així, haurà de ser possible, per exemple, intercanviar informació entre dues *LANs* connectades a través d'una *WAN* o dur a terme una execució remota de treballs en un supercomputador d'un centre de càlcul des d'un PC qualsevol.

5.2.3 Internet

A finals dels anys 60, dins del marc de la guerra freda, el departament de defensa dels Estats Units es va plantejar la possibilitat que un atac afectés la xarxa de comunicacions, aïllant, d'aquesta manera, els diferents estaments i autoritats del país i deixant-los totalment inoperatius. L'agència de projectes avançats de recerca d'aquest departament (*DARPA*) va finançar equips d'investigació de diferents universitats amb l'objectiu de desenvolupar una xarxa d'ordinadors amb una administració totalment distribuïda. D'aquesta manera, la xarxa hauria de poder continuar funcionant encara que es destruïssin alguns dels seus nodes. Com a resultat de l'aplicació dels seus estudis en xarxes de commutació de paquets, es va crear l'anomenada xarxa *ARPANET*, de caire experimental i altament tolerable a les fallades.

Més tard, a mitjans dels anys 70, la *DARPA* va començar a investigar en la interconnexió de diferents xarxes. L'any 1979 es disposava ja d'una arquitectura i uns protocols ben formats (família de protocols d'interconnexió *TCP/IP*). *ARPANET* va ser l'espina dorsal on es van portar a terme els primers experiments d'aquesta nova tecnologia. La transició completa a *TCP/IP* es va dur a terme el gener de 1983 per una ordre provinent del departament de defensa nord-americà.

Les universitats americanes van començar a adoptar i utilitzar els nous protocols ja que la *DARPA* en va fer una implementació de baix cost, que, a més, va ser inclosa com a mòdul de comunicacions en el software de les distribucions *UNIX* de la Universitat de Berkeley. Els desenvolupadors d'aquella universitat no només van incorporar la tecnologia *TCP/IP* al seu sistema operatiu sinó que també van construir-hi al damunt una sèrie d'aplicacions i serveis de comunicacions que presentaven una interfície amb l'usuari i que mantenien tot l'aspecte de *UNIX*.

La xarxa *ARPANET* va ser finalment dividida en dues parts: una dedicada a la recerca (mantenint el nom *ARPANET*) i l'altra de caire militar (*MILNET*), major que la primera. Gradualment, a la xarxa *ARPANET* s'hi anaren associant més centres de recerca americans i europeus així com grans empreses i altres organitzacions comercials, financeres o institucionals. L'heterogeneïtat de la xarxa subjacent va anar creixent i a l'any 1977 es va començar a parlar d'Internet (interconnexió de xarxes).

Durant la segona meitat dels anys 80 es va crear *NSFNET*, xarxa de la *National Science Foundation*, que actuava de *backbone*⁴ amb 56 Kbps i 5 centres de supercomputació. Aquesta xarxa va fer créixer de manera explosiva el nombre de connexions, especialment des de les universitats. Actualment Internet està formada per milions de computadors repartits per més de cent països de tot el món.

⁴Anell de comunicació situat als EUA per on passava tota la informació d'Internet.

5.3 Tipus de xarxes

A grans trets, hi ha dos tipus principals de xarxes: les *punt a punt* i les *client/servidor*. En aquesta secció analitzarem les principals característiques de cadascuna.

5.3.1 Punt a Punt

Una xarxa *punt a punt* (figura 5.1) és una xarxa on tots els ordinadors són iguals, i on totes les màquines connectades tenen els mateixos drets d'accés (no hi ha una localització centralitzada per a les aplicacions). Ho hem de veure com una col·lecció d'ordinadors que comparteixen la informació de la mateixa manera: no hi ha cap màquina central. Els principals avantatges d'aquest tipus de xarxa són el seu preu (molt barates) i la seva fàcil configuració i manteniment. Per altra banda, tenim una sèrie d'inconvenients que han fet que aquest tipus d'arquitectura no hagi tingut gaire èxit:

- Tenen una capacitat limitada en quant a ampliació.
- El nombre d'usuaris que pot suportar és molt baix.
- No hi ha control central, per la qual cosa l'administració ha de realitzar-se en cada ordinador.
- No hi ha seguretat general.
- És difícil concentrar diferents plataformes i sistemes operatius.
- És complicat realitzar còpies de seguretat efectives.

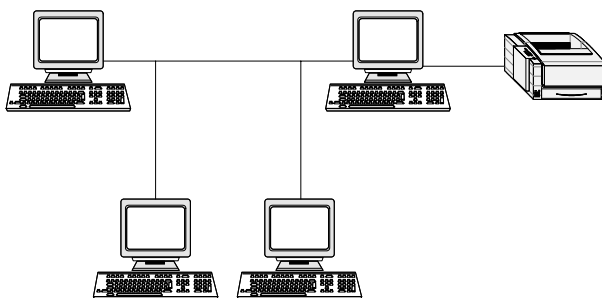


Figura 5.1: Una xarxa punt a punt.

Així, doncs, una xarxa punt a punt només serà beneficiosa només en el cas que el nombre d'ordinadors connectats sigui petit. Per altra banda, la majoria dels sistemes operatius suporten xarxes punt a punt.

5.3.2 Client/servidor

Una xarxa *client/servidor* (figura 5.2) és una col·lecció d'ordinadors servidors que mantenen recursos compartits i ordinadors clients que accedeixen als recursos dels servidors. Aquest tipus de xarxa utilitza una estructura d'autoritat rígida per administrar i mantenir els recursos. Els servidors s'encarreguen d'emmagatzemar, processar i distribuir dades i recursos mentre que els clients, generalment més nombrosos, accedeixen i utilitzen les dades i recursos administrats pels servidors. Aquest tipus de xarxa està dissenyada basant-se en la convenció que les aplicacions i dades s'emmagatzemen en un o més servidors a qui els usuaris poden accedir des de qualsevol client. Cada client té un nivell d'accés específic que li permet utilitzar, veure o manipular les dades del servidor.

L'esquema de xarxa client/servidor té molts avantatges sobre l'esquema punt a punt, per exemple:

- Control i emmagatzemament de dades centralitzat, fent possible un esquema de seguretat i de còpies de seguretat.
- Major connectivitat enfront a diferents plataformes i sistemes operatius.
- Capacitat il·limitada.
- Nombre d'usuaris il·limitat.
- Facilitat per controlar la versió utilitzada tant per a aplicacions com per les dades.

Les xarxes client/servidor conformen una solució informàtica sòlida que s'ha desenvolupat de diferents formes a tot el món, des de les que inclouen un sol servidor i un sol client fins a les quals compten amb milers de servidors i milions de clients en comunitats globals.

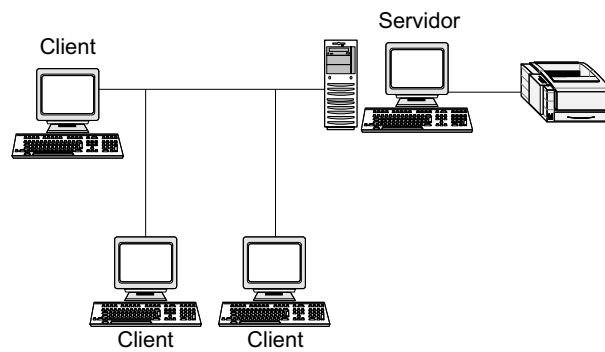


Figura 5.2: Una xarxa client/servidor.

5.4 Components d'una xarxa

Fins i tot les xarxes més complexes contenen tan sols tres components bàsics: *servidors*, *clients* i *dispositius de comunicació*.

5.4.1 Servidors

Aquells ordinadors d'una xarxa client/servidor des dels quals es controlen les aplicacions, dades i recursos, aportant serveis com el control d'impressores, emmagatzemament d'arxius, administració de la pròpia xarxa, control d'accessos segurs, etc. Un servidor pot ser *centralitzat*, on un únic ordinador controlarà totes les tasques específiques de la xarxa, o *dedicat*, on cada servidor només controlarà un o pocs dels serveis que s'ofereixen per la xarxa. Els servidors centralitzats han de ser ordinadors d'alt rendiment, per poder satisfer adequadament la demanda d'una xarxa.

Les xarxes amb servidors dedicats tenen ordinadors separats per a cada servei d'informació principal, incloent-hi servidors d'aplicacions, servidors de dades, servidors de comunicació, servidors de correu i servidors d'impressió. Les xarxes amb servidors dedicats poden acceptar un elevat nombre d'usuaris pel fet que la càrrega de procés està distribuïda en múltiples CPUs.

Tots els ordinadors que facin les funcions de servidor hauran de tenir un *sistema operatiu de xarxa o NOS* (Network Operating System), especialitzat en qüestions de la xarxa. Les capacitats incorporades i les funcions d'aquest tipus de sistema operatiu varien segons el fabricant. Alguns dels NOS més populars en l'actualitat són: GNU/Linux i Windows XP Server.

5.4.2 Clients

Els clients, o estacions de treball, són els ordinadors d'una xarxa que permeten l'accés dels usuaris a la informació i recursos presents en els servidors. Els clients poden ser des d'estacions de treball sense disc fins a complets sistemes de sobretaula amb capacitats multimèdia.

La plataforma, el sistema operatiu i les capacitats d'un client sovint solen ser menys importants que la seva compatibilitat amb el NOS i el programari dels serveis d'informació. Els clients no necessiten tenir més capacitats de les requerides pels serveis d'informació que utilitzen.

Un client ha de tenir un sistema operatiu perquè sigui un ordinador funcional. El sistema utilitzat en el client sol estar determinat per la seva plataforma (Mac, x86, RISC) i la seva compatibilitat amb NOS. Els sistemes clients habituals (com GNU/Linux, Macintosh o Windows) són compatibles amb la majoria dels sistemes operatius de xarxa, encara que és possible que el sistema client necessiti un driver específic per poder funcionar. La majoria dels sistemes operatius que permeten connexions punt a punt poden transformar un ordinador en un client de xarxa. Fins i tot si el sistema operatiu del client està suportat pel NOS, sovint es requereix un programari o una interfície especial per aconseguir una comunicació òptima. Si és necessari programari específic, sol venir al costat del NOS o, almenys, la informació sobre com aconseguir-lo.

No és estrany, doncs, trobar clients de diverses plataformes en una mateixa xarxa. Aquestes xarxes poden aprofitar els avantatges del maquinari i el programari específic de les diferents plataformes minimitzant, a la vegada, les seves fallades respectives.

5.4.3 Dispositius de comunicació

Els restants dispositius del maquinari d'una xarxa que no es poden incloure en les categories de servidor o client són els de comunicació. Aquests dispositius inclouen les targetes de xarxa, medis de comunicació, mòdems, concentradors (*hubs*), ponts, encaminadors i portes d'enllaç (*gateways*). A continuació en tenim les principals característiques:

Targetes de xarxa: És la targeta d'expansió que s'afegeix a l'ordinador per permetre la seva comunicació en una xarxa. La targeta de xarxa tradueix els senyals de la xarxa de forma que l'ordinador pugui comprendre-les. La targeta de xarxa connecta un ordinador amb el medi de comunicació. Pot ser una targeta d'expansió estàndard, una targeta PCMCIA, o un dispositiu extern connectat mitjançant un port de comunicacions (com un port sèrie o paral·lel).

Les targetes de xarxa solen tenir un búffer de memòria en el qual s'emmagatzema temporalment la informació a mesura que es va transmetent cap a la xarxa. Aquest búffer permet manipular els canvis en el flux d'informació sense que l'ordinador en el que es connecta es vegi afectat.

Medi de comunicació: És el terme general que s'usa per descriure tot el cablejat i els materials disponibles per connectar una xarxa. El més habitual és el cable. Hi ha dotzenes de cables diferents, però només uns pocs s'usen habitualment. Cada tipus de cable ofereix diferents avantatges i inconvenients:

- *Coaxial*: és barat, està ben aïllat, és fàcil d'instal·lar, està limitat a 500 metres i no és gaire flexible.
- *Fibra òptica*: és car, està ben aïllat, és difícil d'instal·lar, el seu límit és de diversos quilòmetres i és molt rígid.
- *STP (parell trenat blindat)*: és més car que el coaxial, està ben aïllat, és fàcil d'instal·lar, limitat a 100 metres i no és gaire flexible.
- *UTP (parell trenat sense blindar)*: és més barat que el coaxial però està mal aïllat, és fàcil de instal·lar, el seu límit és de 100 metres i és bastant flexible.

També és possible utilitzar medis sense cable, incloent dispositius infrarojos i làser, connexions per ràdio i cel·lulars, antenes de microones i satèl·lits digitals. Aquests medis poden ampliar l'àmbit d'una xarxa i actualment s'estan popularitzant molt amb l'aparició de nous protocols WiFi d'interconnexió de xarxes.

Generalment, el medi de comunicació és d'un sol tipus de cablejat, però segons creixen les xarxes o se n'han d'unir, podem trobar-nos múltiples tipus de medis o de cables en un sol entorn de xarxa. Mentre s'utilitzin targetes de xarxa, cables o medis sense cable i controladors de dispositius que siguin compatibles, no hi ha restriccions en l'utilització de diferents connexions de comunicació en una xarxa.

Mòdems: Els mòdems són els dispositius que s'utilitzen per a la comunicació mitjançant línies telefòniques. El seu nom prové de la funció que realitzen, Mòdular i DEMòdular. Aquesta funció és la transformació de dades digitals en una senyal que pugui ser transmesa per una línia telefònica i viceversa. De forma semblant a una targeta de xarxa, un mòdem permet que els ordinadors es comuniquin a través del medi de connexió del sistema telefònic. Les xarxes poden crear-se mitjançant mòdems enlloc de targetes de xarxa, encara que generalment s'utilitzen per permetre connexions temporals a usuaris remots.

Concentradors: Els concentradors (hubs) són dispositius de xarxa que s'utilitzen per connectar múltiples connexions de xarxa en configuracions més manejables. Per exemple, podem tenir cinc estacions de treball connectades a un concentrador, que, al seu torn, està connectat a la xarxa. Els concentradors aporten els següents beneficis:

- Simplificació del cablejat.
- Augment de la fiabilitat.
- Resolució més senzilla de problemes i fallades de comunicació.

Els concentradors poden ser senzills dispositius de connexió de cables o bé dispositius intel·ligents, realitzant tasques addicionals, tals com tolerància de fallades, administració remota i la reemissió.

Ponts, encaminadors i portes d'enllaç: Són dispositius que permeten que una xarxa es comuniqui o es connecti amb una altra xarxa. Aquests dispositius especialitzats són necessaris per enllaçar xarxes que utilitzen diferents medis de connexió, NOS o plataformes. També s'utilitzen per enllaçar xarxes ubicades en diferents localitzacions, ja sigui dins el mateix edifici, ciutat o país.

5.5 Topologies

La topologia d'una xarxa és l'esquema de cable utilitzat per connectar els clients amb els servidors i afecta a la forma en què s'administra la xarxa, el flux de la informació, el nivell de tolerància a fallades i els mètodes de resolució de problemes. Cada part és extremadament important i ha de tenir-se en compte abans d'implementar una topologia en particular. No és d'estranyar que es combinin múltiples topologies en una sola xarxa. No obstant això, pot ser necessari maquinari específic per aconseguir una comunicació correcta entre diverses topologies.

Hi ha tres topologies bàsiques, cadascuna d'elles amb els seus avantatges i inconvenients: estrella, anell (token ring) i en bus.

Topologia en estrella : La topologia en estrella (figura 5.3) és la configuració de xarxa més habitual. Connecta tots els dispositius de xarxa a un sol punt central, generalment un servidor o un hub. Això crea un sistema tolerant a fallades que pot sobreviure si, per exemple, entre estacions de treball es trenca l'enllaç. El problema apareixerà quan el concentrador central o el servidor fallin, ja que caurà tota la xarxa. Aquesta configuració és la més cara, ja que augmenten els requisits de cable i la necessitat dels concentradors.

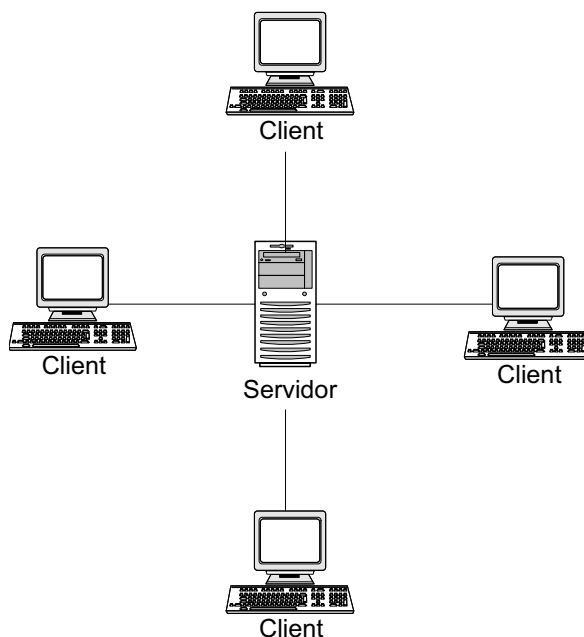


Figura 5.3: *Topologia en estrella.*

Topologia en anell : En una topologia en anell (figura 5.4) tots els dispositius de xarxa estan connectats entre ells formant un cercle. En aquesta topologia, si una estació de treball s'espatlla, la resta de la xarxa pot seguir funcionant, ja que l'estació espatllada pot evitar-se fàcilment.

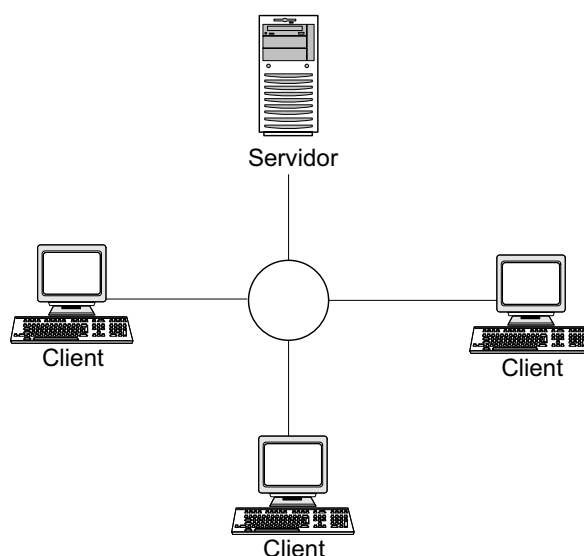
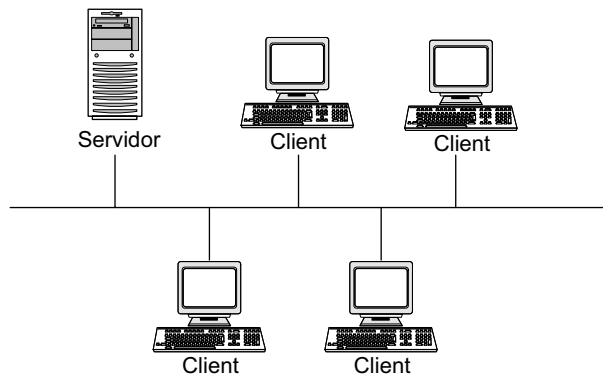


Figura 5.4: *Topologia en anell.*

Topologia en bus : La topologia en bus (figura 5.5) és la més senzilla de les configuracions de xarxa. Requereix menys cable que qualsevol altra topologia. En ella, cada dispositiu de xarxa està connectat a un cable principal i únic. Aquesta configuració fa que cada senyal estigui disponible igualment per tots els dispositius, per tant, la utilització per grans quantitats de tràfic alentarà una mica les comunicacions. Una ruptura en qualsevol part del cable farà que tota la xarxa falli.

Figura 5.5: *Topologia en bus.*

L'*arquitectura de xarxa* és el conjunt de regles que defineixen la forma en què s'envien els senyals a través de la xarxa i com es regula el tràfic resultant. Aquesta arquitectura està molt lligada amb la topologia de la xarxa. Actualment, les dues arquitectures més comunes són la *token ring* i l'*ethernet*. L'*arquitectura token ring* s'implementa només en xarxes amb topologia en anell. En tals xarxes, un *token*, o senyal de comunicació, recorre l'anell físic de la xarxa en un sentit. Si el token no és utilitzat, qualsevol client o servidor pot interceptar-lo, unir-li dades i enviar-lo de forma que pugui continuar el seu viatge. Un cop el token ha aconseguit el seu destí, es buida i es posa de nou en circulació.

Ethernet és l'*arquitectura* més habitual i pot existir tant en xarxes amb topologia en bus com en estrella. En una xarxa ethernet els clients i els servidors escolten el tràfic en el medi de comunicació. Si el medi està en silenci, es pot iniciar la transmissió de dades. Si dos dispositius intenten transmetre simultàniament, es pararan i esperaran un espai de temps predeterminat abans de reintentar la transmissió.

5.6 Avantatges i inconvenients

Les xarxes s'han convertit en una eina imprescindible dins empreses i organitzacions. La majoria, n'arriben a dependre de tal manera que serien incapaçes de produir i aportar els serveis actuals sense aquesta inestimable ajuda. Els principals avantatges de les xarxes són els següents:

Compartició de recursos: El motiu més habitual de l'utilització de xarxes és *compartir*. Les xarxes permeten que la informació i els recursos es puguin compartir entre un grup de persones enlloc de dedicar una estació a cada usuari. Els servidors de xarxa assumeixen el paper de nucli central d'emmagatzemament en què el treball de tots està disponible per qualsevol persona que el necessiti. Aquesta configuració permet que la gent que es troba en localitzacions distants (al pis de sota, a l'edifici de davant o fins i tot en un altre país) treballin conjuntament en un projecte.

Els treballs en xarxa permeten que el maquinari car o únic sigui utilitzat per un gran nombre d'usuaris en comptes d'estar dedicat a una sola persona. Un altre benefici important de les xarxes és l'estalvi de diners. En una xarxa, el maquinari car, com les impressores en color, escàners, bateries de discos, ... poden ser compartits per tots els que estan a la xarxa. Compartir un dispositiu hardware no sols estalvia diners, sinó que permet que l'administrador de xarxa controli i reguli la seva utilització.

Els dos beneficis anteriors són exemples de la forma en què una xarxa canvia el focus i la importància dels recursos locals (aquells que es troben en un sol PC o client) i dels recursos de xarxa (aquells disponibles per a l'ús de tota la xarxa). Els recursos locals solen ser cars, difícils de controlar, desconeguts i controlats per un sol usuari. Els recursos de xarxa són en comparació molt més barats, manejables, estandaritzats i sota el control de l'administrador de xarxa.

Millora del control de la informació: Les xarxes augmenten la fiabilitat del control i la seguretat de la informació interna. Controlar la informació és important, especialment quan l'equilibri, fiabilitat i precisió de l'empresa és primordial. Conèixer on està la versió més actual i correcta d'un determinat programa, deixar-la disponible només pels usuaris autoritzats, restringir-la per la resta i saber que estarà en el mateix lloc quan es necessiti, són elements clau per aconseguir l'èxit. Una xarxa aporta els mitjans necessaris per aconseguir aquest coneixement i mantenir el control sobre les dades internes importants. Els recursos de xarxa centralitzats també poden protegir-se de l'accés no autoritzat mitjançant nivells de seguretat basats tant en programari com en maquinari.

Les xarxes milloren també la capacitat d'administrar el programari i les aplicacions utilitzades pels usuaris. Ser capaç de regular la versió i els tipus d'aplicacions d'una xarxa assegurarà el 100% de compatibilitat per a tots els usuaris del sistema.

Solucions de xarxa: Les aplicacions client/servidor permeten realitzar funcions que són impossibles en sistemes aïllats, com el control de grups, ajuda centralitzada i administració de projectes de tot un departament o unitat. Igual que al compartir el maquinari, les aplicacions client/servidor i, fins i tot, les aplicacions terminal/host són més barates que comprar una versió individual per a cada usuari. Generalment, l'aplicació del servidor sol costar un 20% més que la versió independent, però el client utilitza llicències que costen només un 10 o un 15 per cent de la versió individual. En altres paraules, dos o més clients que utilitzen la mateixa aplicació de xarxa costen menys que l'adquisició de llicències individuals per a cada client. La centralització de tot el programari relacionat amb l'empresa també permet accelerar i simplificar l'actualització, configuració i instal·lació del programari.

Còpies de seguretat centralitzades: Les xarxes permeten la centralització de les còpies de seguretat del sistema. L'emmagatzemament central de totes les dades importants permet còpies de seguretat fiables, la qual cosa sol ser un fet important per la majoria d'empreses i institucions.

Treball en grup: Les xarxes permeten que diverses persones treballin sobre un mateix projecte. La centralització permet moltes entrades en un sol treball des de múltiples ubicacions. Moltes aplicacions, anomenades *groupware*, permeten que nombrosos usuaris utilitzin el mateix programa i editin les mateixes dades de forma simultània. Tots poden veure els canvis fets pels altres en temps real i en els seus propis ordinadors clients. El *groupware*, també anomenat programari de col·laboració, pot augmentar la velocitat i la precisió dels projectes en què treballen més d'una persona. Fins i tot sense les aplicacions *groupware*, però, els arxius de dades es poden compartir fàcilment amb tan sols emmagatzemar-los en un directori i fer-lo accessible a tot el grup.

Naturalment, les xarxes també tenen els seus inconvenients, encara que, com la realitzat demostra, les avantatges anteriors els superen sobradament. Els següents punts ens resumeixen els principals desavantatges d'una xarxa:

Planificació: Les xarxes requereixen una acurada planificació, organització i previsió. Encara que és possible configurar i construir una petita xarxa sense necessitat de planificació, les xarxes de grandària mitjana o gran han de ser dissenyades acuradament. És preferible pensar, dibuixar i examinar abans de comprar el primer cable, sigui quin sigui la grandària de la xarxa a crear.

Preparació: És possible que les xarxes requereixin un entrenament addicional, tant per als responsables del seu manteniment com per als usuaris. Si la xarxa és una nova eina que s'ha afegit a l'entorn laboral, aquells que no estiguin familiaritzats amb els conceptes i el flux del treball en una xarxa hauran de preparar-se adequadament per poder seguir sent productius. La preparació costa temps i diners.

Llicències: Sovint les xarxes requereixen l'adquisició de llicències de lloc o d'usuari per a cada aplicació. Poder instal·lar un programa perquè sigui utilitzat per tots els usuaris de la xarxa és convenient, però sol implicar un cost extraordinari.

Una aplicació sol tenir llicència d'ús per a una sola persona en un sol ordinador o, com a molt, en dos ordinadors. Si el mateix programa és utilitzat en una xarxa, la seva llicència exigeix que es compri una còpia separada per cada usuari o client.

Si el programari està disponible en una versió de xarxa (és a dir, específicament dissenyat per ser utilitzat com a aplicació client/servidor o terminal/host), sovint inclourà un nombre determinat de llicències per lloc o per usuari.

Serà necessari comprar un nombre de llicències d'usuari adequat a cada producte de xarxa. Sol ser normal restringir l'accés a les aplicacions, perquè només accedeixin aquells usuaris que realment necessiten utilitzar-les, la qual cosa redueix el nombre de llicències necessàries per a aquesta aplicació i evita l'accés sense autorització o sense necessitat.

Manteniment: Les xarxes requereixen un manteniment rutinari i un atenció regular. El manteniment regular de la xarxa inclou la comprovació de les connexions, cables i dispositius del sistema. Programar el moment per a les reparacions, actualitzacions i comprovacions ajuda a reduir l'impacte en els usuaris, però s'ha de ser clar respecte al moment en què es parerà la xarxa i durant quant de temps estarà en aquest estat. Generalment, els caps de setmana són bons per al manteniment de la xarxa.

Augment de les fallades crítiques: Un dels majors inconvenients de les xarxes és que poden provocar importants molèsties si es produeix alguna fallada. Un cop que una organització comença a confiar en els seus equips, es torna vital mantenir-los de forma apropiada perquè segueixi funcionant correctament. Els equips ben protegits seguiran augmentant la productivitat i reduiran el temps necessari per realitzar un treball.

Quan els equips fallen, però, especialment la xarxa, la productivitat descendeix dràsticament ja que la xarxa és tan forta com el seu enllaç més dèbil. L'enllaç pot ser maquinari, programari, medi de

comunicació, usuaris o, fins i tot, l'administrador del sistema. Els talls en qualsevol part del sistema poden introduir punts dèbils en els que la xarxa pot caure quan estigui en tensió.

El creixement augmenta el manteniment: Segons creix la xarxa, requereix més atenció per mantenir-la en funcionament. Això pot requerir la inclusió de més personal que pugui treballar com a administrador de xarxa a temps complet. Una xarxa petita de 10 nodes pot no requerir un administrador de xarxa totalment dedicat a ella, però una xarxa de 100 nodes sí que el necessita. Com més important sigui el treball realitzat a la xarxa i més valuosa es torni, més raons hi haurà per contractar un administrador totalment dedicat a ella.

