

## Tema 4 – Els sistemes d'arxius

### Índex

1 - Introducció.....	3
1.1 – Unitats d'emmagatzemament.....	3
1.1.1 – Estructura física d'un disc dur.....	3
1.1.2 – Estructura lògica d'un disc dur.....	4
1.2 Conceptes bàsics.....	5
1.2.1 Nom d'un arxiu.....	6
1.2.2 Els directoris.....	7
1.2.2.1 Directori arrel.....	8
1.2.3 Rutes dels fitxers.....	8
2 - Sistemes d'arxius.....	11
2.1 Característiques i funcionalitats.....	11
2.1.1 Fragmentació del disc.....	12
2.1.2 Sistemes d'arxius transaccionals: Journaling.....	13
2.2 Altres característiques del sistemes d'arxius.....	14
2.2.1 Sistemes distribuïts.....	14
2.2.2 Sistemes xifrats.....	15
2.2.3 Sistemes comprimits.....	15
2.2.4 Sistemes virtuals.....	15
2.3 Principals sistemes de fitxers.....	15
2.3.1 Sistemes FAT.....	15
2.3.2 Sistemes NTFS.....	19
2.3.3 Sistemes ext.....	21
2.3.4 ReiserFS.....	25
2.3.5 HFS.....	26
2.3.6 Altres sistemes d'arxius.....	27
3 Gestió de sistemes d'arxius.....	28
3.1 Muntatge dels sistemes d'arxius.....	28
3.1.1 Windows.....	28
3.1.2 Gnu/Linux.....	29
3.2 Gestió des de l'entorn gràfic.....	29
3.2.1 Windows.....	29
3.2.2 Gnu/Linux.....	31
3.3 Gestió per mitjà d'ordres.....	32
3.3.1 Windows.....	32
3.3.2 Gnu/Linux.....	33
4 Estructura de directoris dels sistemes operatius.....	35
4.1 Directoris en Windows 7 i 8.....	35
4.2 Directoris en GNU/Linux.....	36
4.2.1 FHS: Filesystem Hierarchy Standard.....	36
4.2.2 Tot són arxius.....	36
4.2.3 Organització del sistema d'arxius segons FHS.....	37
5.- Permisos i atributs.....	44
5.1.- Permisos i atributs en Windows.....	44

5.1.1 Atributs.....	44
5.1.2 Configuració de permisos NTFS.....	44
5.1.3 Permisos estàndard i especials.....	46
5.1.4 Afegir permisos.....	49
5.1.5 Permisos heretats i explícits.....	51
5.1.6 Permisos efectius.....	53
5.2.- Permisos en Gnu/Linux.....	54
5.2.1 Introducció.....	54
5.2.2 Canviar els permisos per comandos.....	57
5.2.3.- Permisos especials en Gnu/Linux.....	58
5.2.4.- Màscares de permisos.....	59
5.2.5.- Permisos ACL.....	59
6 Gestió d'enllaços.....	62
6.1 Enllaços simbòlics.....	62
6.2 Enllaços rígids.....	62

## 1 - Introducció

En un sistema informàtic la informació es guarda dins de suports d'emmagatzemament (disc dur, CDs, USBs, etc) en forma d'arxius o fitxers i la manera com es guarden eixos arxius en cada suport d'emmagatzemament la determina el **sistema d'arxius** d'eixe suport que estableix l'estructura, nom, forma d'accés, ús i protecció que tindrà cada arxiu emmagatzemat.

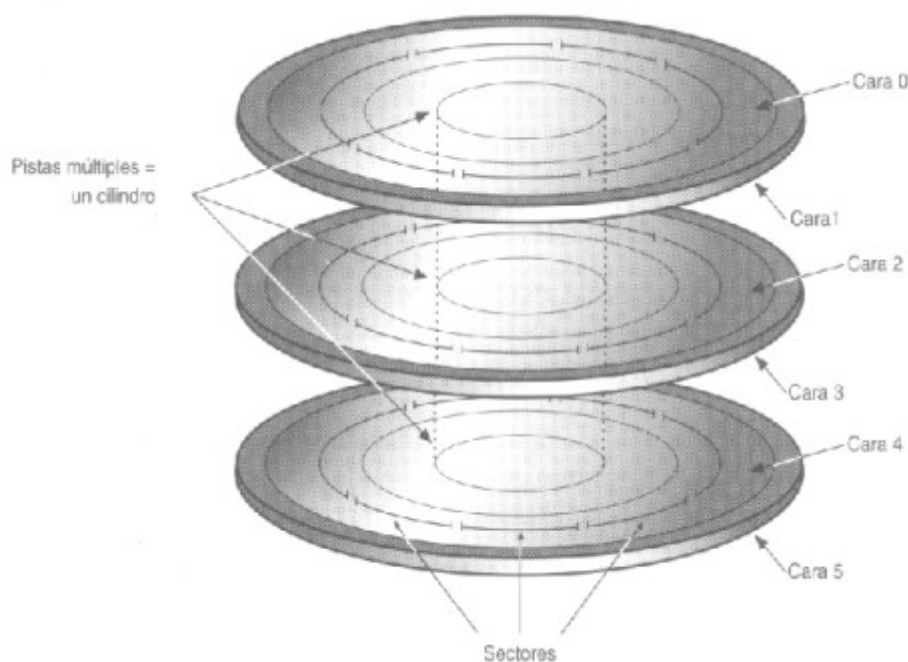
### 1.1 – Unitats d'emmagatzemament

Són fonamentals en qualsevol sistema informàtic perquè és on es guarda de forma permanent la informació amb que treballa l'ordinador (programes i dades) ja que són **dispositius no volàtils** (no es borra el seu contingut quan deixen de rebre electricitat com passa amb la memòria RAM).

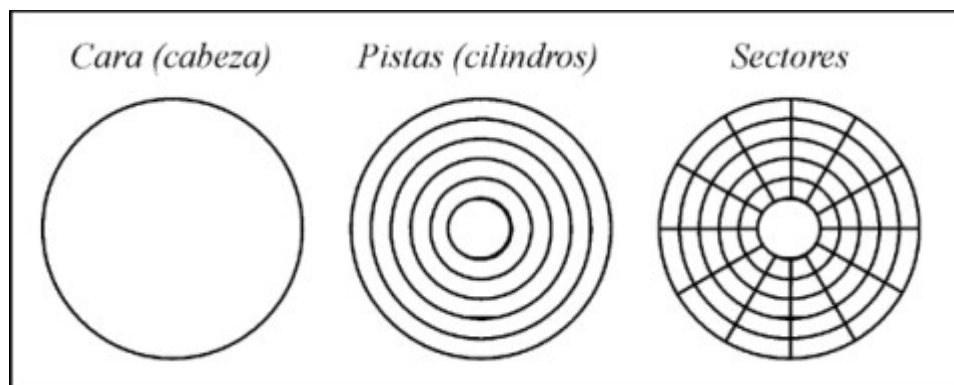
#### 1.1.1 – Estructura física d'un disc dur

Físicament cada suport té una estructura física que li dona el seu fabricant. Esta estructura està formada per:

- Cares: En l'actualitat els disquets tenen 2 cares. Els discos durs tenen més de dos, sempre que contenen amb més d'un plat.
- Pistes: són cercles concèntrics en els quals es divideix cada cara. El nombre de pistes que conté cada cara d'un disc és el que li confereix la grandària. Els disquets de 1,44 Mb tenen 80 pistes per cara. Els discos durs tenen major nombre de pistes per cara. En ell anomenem cilindre a la mateixa pista de totes les cares (format per totes les pistes accessibles en una posició dels capçals).



- Sector o bloc: És la quantitat mínima d'informació que es llig o s'escriu d'una sola vegada. Els blocs físics tenen una grandària determinada, i oscil·len entre els 512 bytes en els disquets i 2K o més en discos durs.
- Caps: són els elements que compleixen amb la funció de lectura/escriptura. Hi ha dues per cada plat del disc (una per cara).



Tots aquests paràmetres determinen la capacitat d'emmagatzematge del disc:

- Capacitat d'un disc sabent que cada sector emmagatzema 512 bytes, que té 6253 cilindres, 16 caps i 63 sectors.

Capacitat = 6253 \* 16 \* 63 \* 512 = 3 227 148 288 bytes.

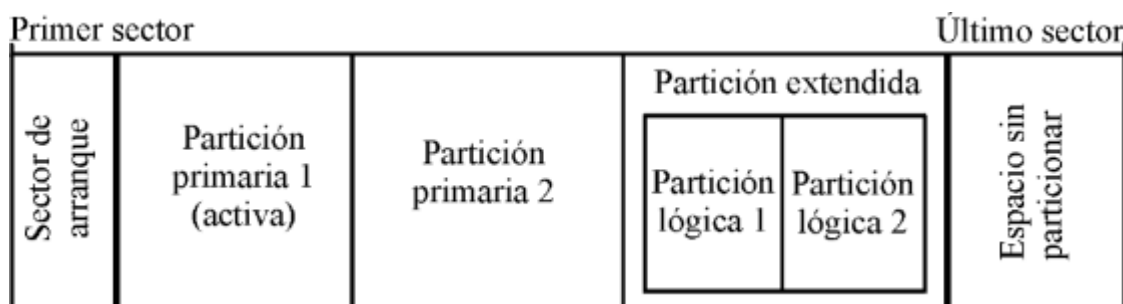
- Capacitat d'emmagatzematge d'un disquet: 80 pistes x 18 sectors per pista x 512 bytes per sector x 2 cares = 1.474.560 bytes, és a dir, 1,44 MB

Encara que el sector és el bloc mínim que pot llegir-se o escriure's el sistema operatiu no treballa mai amb sectors sinó amb clústers que són agrupacions de sectors (2, 4, 8 o 16 sectors). Per exemple si un disc dur té una grandària de sector de 2.048 bytes i el sistema operatiu treballa amb clústers de 16 sectors cada vegada que el sistema operatiu fa una operació de lectura o escriptura es transmeten  $2.048 \times 16 = 32$  KB.

### 1.1.2 – Estructura lògica d'un disc dur

La estructura lògica d'un suport es crea cada vegada que es formatja.

Un disc dur es pot particionar, és a dir, dividir lògicament de forma que treballem amb ell com si foren diversos discos diferents. La estructura lògica d'un disc dur és la següent:

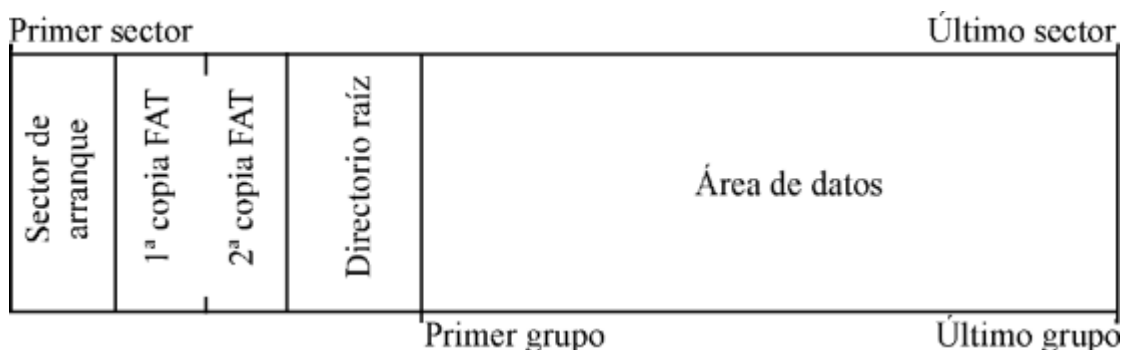


El **sector d'arrencada** (**MBR** o Master Boot Record) es localitza sempre en el primer sector del disc (cap 0, cilindre 0, sector 1). En ell s'emmagatzema la taula de particions i un menut programa (master boot) encarregat de llegir la taula de particions i cedir el control al sector

d'arrencada de la partició activa.

En un disc pot haver com a màxim 4 **particions primàries**. Per superar este límit una d'elles es pot crear com **partició estesa** que pot contenir en el seu interior tantes particions com es necessiten anomenades **particions lògiques**.

Cada partició es comporta com si fos un disc dur independent. L'estructura interna de cada partició dependrà del sistema d'arxius que utilitze. En el cas d'un sistema d'arxius FAT (utilitzat per Windows fins a l'aparició de NTFS i el qual solen tenir els pen-drives) és la següent:



- Sector d'arrencada de la partició: és el primer sector de la mateixa i, si la partició té instal·lat un sistema operatiu, en ell es trobarà el programa que inicia l'arrencada del sistema.
- Taula de localització de fitxers (FAT, File Allocation Table): és com l'índex del disc dur i permet saber on estan situats els fitxers en la zona de dades.
- Directori arrel: El directori arrel és la tercera zona del disc que es crea quan li donem format. Aquesta zona és de grandària fixa i se situa físicament després de la FAT. Té diverses entrades cadascuna d'elles amb una grandària de 32 bytes. Cada entrada conté informació referent a la zona de dades, com el nom dels arxius, extensió, data i hora, a més dels atributs de cada directori i arxiu.
- Zona de dades: És la zona de major grandària d'un disc. Se situa a partir del directori arrel. El disc en aquesta zona està dividit en sectors (però sabem que el sistema operatiu gestiona blocs d'ells anomenats clústers). En aquesta zona s'emmagatzema la informació dels arxius i subdirectoris que continga el nostre disc.

## 1.2 Conceptes bàsics

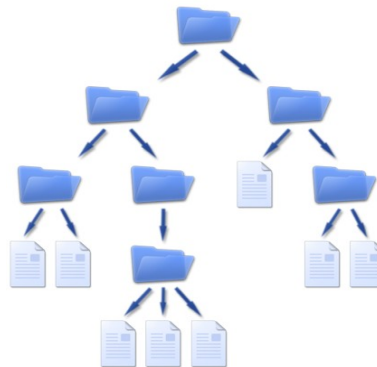
La informació es guarda en els dispositius d'emmagatzemament mitjançant arxius, que són grups d'informacions relacionades. Cada sistema operatiu utilitza el sistema d'arxius per a gestionar com es guarden els arxius i conèixer informació importants d'ells com el seu nom, la grandària, el tipus d'informació que contenen, la data de gravació, el lloc físic on es troba dins del suport, etc.

Cada sistema d'arxius organitza la informació de forma diferent però en tots ells hi ha 3 grans tipus d'arxius:

- arxius regulars o estàndards: són els arxius normals que contenen informació (programes, documents, imatges, etc)

- directoris o carpetes: són arxius especials que contenen informació dels arxius que hi ha al directori i s'utilitzen per a organitzar la informació dins del suport
- arxius especials: s'usen per a gestionar l'entrada/eixida d'arxius regulars cap a o des dels perifèrics.

En tots els sistemes d'arxius la informació es organitza de forma jeràrquica en una estructura d'arbre: cada dispositiu té un directori arrel dins del qual es troben arxius i altres subdirectoris, dins dels quals es troben més arxius i subdirectoris.



### 1.2.1 Nom d'un arxiu

Un arxiu és l'objecte encarregat de contindre la informació i la seua característica més important és el nom ja que el nom d'un arxiu i la ruta (el camí) al directori de l'arxiu l'identifica de manera unívoca entre tots els altres arxius del sistema informàtic.

L'aspecte i format del nom depèn del sistema d'arxius que utilitzem. Les primeres computadores només permetien unes poques lletres o dígitos en el nom d'un arxiu, però les ordinadors moderns permeten noms llargs que continguin gairebé qualsevol combinació de símbols UNICODE, fent més fàcil entendre el propòsit d'un arxiu d'un cop d'ull.

Alguns sistemes informàtics permeten noms de fitxer que continguin espais, altres no. La distinció entre majúscules i minúscules en els noms de fitxer està determinada pel sistema de fitxers. Els sistemes de fitxers Unix i GNU/Linux distingeixen normalment entre majúscules i minúscules, i permeten a les aplicacions a nivell d'usuari crear fitxers amb noms que difereixen només en si els caràcters estan en majúscules o minúscules. Microsoft Windows normalment no fa distinció entre majúscules i minúscules.

Les regles per a anomenar els arxius les determina el sistema d'arxius que tinga el suport en que es guardarà, per exemple si el sistema d'arxius és una de les primeres versions de FAT el nom només podrà tindre 8 caràcters més 3 per a l'extensió.

L'extensió d'un arxiu va al final del mateix, darrere d'un punt i són 3 caràcters (encara que actualment poden ser més o menys) que permeten als sistemes operatius Windows conèixer el tipus d'informació que conté un fitxer.

### NomDelFitxer.extensió

GNU/Linux no utilitza la extensió sinó les metadades per a saber el tipus d'informació d'un fitxer. Les metadades són atributs associats a un fitxer però que no formen part d'ell (p.e. la data o l'autor). Així i tot solem utilitzar les extensions perquè a nosaltres sí que ens aporta eixa informació.

Alguns exemples d'extensions comunes són:

- exe: fitxer que conté un programa executable en Windows
- txt: fitxer que conté text pla (sense format)
- doc: fitxer amb un document de Microsoft Word
- odt: fitxer amb un document de LibreOffice Writer
- bmp, gif, jpg, jpeg, png, tif, ...: fitxer amb una imatge, amb diferent format
- wma, mp3, ...: fitxer amb só.
- mp4, avi, mpeg, ...: fitxer de vídeo

A més del seu nom (i extensió) per a cada fitxer el sistema d'arxius guarda una sèrie d'atributs del mateix. Alguns dels més comuns són:

- Data: data en que l'arxiu va ser creat o modificat
- Hora: hora en que l'arxiu va ser creat o modificat
- Mida: mida en bytes del fitxer
- Propietari i grup propietari (en sistemes GNU/Linux): indica a quin usuari i quin grup pertany eixe fitxer

En sistemes d'arxius de Microsoft (FAT i NTFS) també són importants els següents atributs:

- S: atribut del sistema (System). Indica que es tracta d'un fitxer del sistema operatiu
- H: atribut d'ocult (Hidden). Indica que l'arxiu està ocult i no apareixerà a veure el contingut del seu directori
- R: atribut de només lectura (Read only). Indica que es pot obrir el fitxer i veure el seu contingut però no guardar modificacions en el mateix
- A: atribut d'arxiu accedit. S'activa quan es modifica un fitxer i s'utilitza per a fer còpies de seguretat de només els fitxers modificats

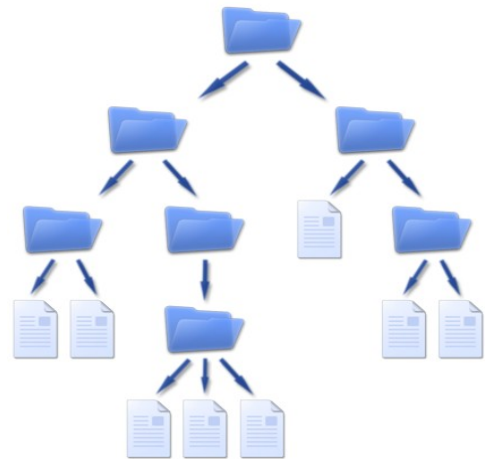
## 1.2.2 Els directoris

Tots els sistemes d'arxiu contenen amb un tipus especial de fitxer anomenat directori que ens permet organitzar tots els fitxers que hi ha dins d'un determinat suport. Un directori pot contindre fitxers i altres subdirectoris.

D'aquesta manera els arxius i directoris constitueixen una estructura jeràrquica en forma d'arbre: cada suport té un directori principal anomenat directori arrel dins del qual es troben arxius i altres subdirectoris que contenen més arxius i subdirectoris.

Com hem dit abans un directori és un cas especial de fitxer i les dades que conté és la informació de cada fitxer i subdirectori que es troba dins d'ell (el seu nom i atributs i on es troba en el disc).

S'anomena directori pare d'un directori o arxiu al directori que conté eixe directori o arxiu. El directori pare es representa amb `..` (dos punts seguits). El directori on es trobem (anomenat directori actual) es representa amb `.` (un punt).



#### 1.2.2.1 Directori arrel

És el primer directori o carpeta en una jerarquia. Conté tots els subdirectoris de la jerarquia.

En sistemes tipus Unix, s'identifica amb el caràcter `/`. Tots els accessos al sistema de fitxers, incloent els altres discs i particions, es troben a la jerarquia dins del directori arrel.

En els sistemes operatius DOS i Windows cada partició té un directori arrel individual (nomenat **lletra:**, per exemple per a una determinada partició C el seu directori arrel es diu `C:\`) i no hi ha un directori arrel comú que els continga tots ells com en els sistemes Unix.

### 1.2.3 Rutes dels fitxers

La ubicació d'un arxiu s'indica amb una cadena de text anomenada "**ruta**" (path en anglès). Aquesta ruta ens diu on podem trobar eixe arxiu, començant des del directori arrel i acabant en el nom de l'arxiu. En realitat el que identifica a un arxiu no és només el seu nom sinó la seua ruta sencera. De fet podem tindre diferents fitxers amb el mateix nom però sempre han d'estar en diferent directori (i per tant tindran diferent ruta).

La nomenclatura per a rutes varia lleugerament de sistema en sistema, però mantenen en general una mateixa estructura. Una ruta ve donada per una successió de noms de directoris i subdirectoris, ordenats jeràrquicament d'esquerra a dreta i separats per algun caràcter especial que sol ser una barra (`/`) o embarra invertida (`\`) i acaba en el nom d'un arxiu o directori present en l'última branca de directoris especificada.

#### Exemple de 'ruta' en un sistema Unix

Així, per exemple, en un sistema tipus Unix com GNU/Linux, la ruta per a la cançó anomenada "canco.ogg" de l'usuari "pere" seria alguna cosa com:

`/home/pere/musica/canco.ogg`

on:

- `/` representa el directori arrel on està muntat tot el sistema d'arxius.
- `'home/pere/musica/'` és la ruta de l'arxiu.
- `'canco.ogg'` és el nom de l'arxiu.



## Exemple de 'ruta' en un sistema Windows

Un exemple anàleg en un sistema d'arxius de Windows es veuria com:

C:\Usuarios\pere\Mis Documentos\Mi música\cançó.ogg

on:

- 'C:' és la unitat d'emmagatzematge en la qual es troba l'arxiu.
- '\' representa el directori arrel de la unitat C:
- 'Usuarios\pere\Mis Documentos\Mi música ' és la ruta de l'arxiu.
- 'cançó' és el nom de l'arxiu.
- '.ogg' és l'extensió de l'arxiu, aquest element, part del nom, és especialment rellevant en els sistemes Windows, ja que serveix per a identificar quina aplicació està associada amb l'arxiu en qüestió, és a dir, amb quin programa es pot editar o reproduir l'arxiu.

## Rutes absolutes i relatives

El directori en el qual ens trobem en un moment donat es diu **directori actiu**.

Sempre hi ha 2 formes d'identificar un fitxer:

- utilitzant la seua ruta absoluta: és la que comença en el directori arrel i arriba fins el fitxer. Els exemples que hem vist anteriorment usen rutes absolutes
- utilitzant rutes relatives: en compte de començar la ruta pel directori arrel es comença des del directori actiu.

Per exemple en el cas anterior si el directori actiu és /home/pere la ruta al fitxer canco.ogg seria:

- ruta absoluta: /home/pere/musica/canco.ogg
- ruta relativa: musica/canco.ogg

Hi ha dos noms de directori especial que es troben en tots els directoris:

- . (punt): fa referència a eixe directori
- .. (punt punt): fa referència al directori pare, o siga al directori dins del qual es troba este directori.

En el exemple anterior si el directori actiu és /home/marc/documents la ruta relativa a canco.ogg seria:

..\..\pere\musica\canco.ogg

on:

- ..\ ens porta al directori pare de l'actiu (documents), o siga, a /home/marc
- ..\ ens porta al directori pare de marc, o siga, a /home
- pere\musica\ ens porta al directori musica dins de pere dins de l'anterior (/home)

- canco.ogg fa referència al fitxer

## 2 - Sistemes d'arxius

En un sistema informàtic la informació es guarda en forma d'arxius o fitxers i la manera com es guarden eixos arxius en cada suport d'emmagatzemament la determina el sistema d'arxius del suport. El sistema d'arxius és qui estableix l'estructura, nom, forma d'accés, ús i protecció que tindrà cada arxiu emmagatzemat. El tipus de sistema d'arxius d'un dispositiu es determina al donar-li format.

A més d'allotjar les dades dels arxius, el sistema d'arxiu també emmagatzema i manipula informació molt important sobre els arxius i el propi sistema d'arxiu (data i hora, propietat, permisos d'accés, grandària dels arxius, localització o localitzacions del magatzematge en el disc, etc). Aquesta informació constitueix el que comunament denominem **metadades** que són atributs associats a un fitxer però que no formen part d'ell.

La majoria dels sistemes operatius fan servir el seu propi sistema de fitxers.

El més habitual és utilitzar dispositius d'emmagatzematge de dades que permeten l'accés a les dades com una cadena de blocs d'una mateixa mida, anomenats sectors, normalment de 512 bytes de longitud. El programari del sistema d'arxius és responsable de l'organització d'aquests sectors en arxius i directoris i manté un registre de quins sectors pertanyen a quins fitxers i quins no han estat utilitzats.

També hi ha sistemes d'arxius que no utilitzen un dispositiu d'emmagatzemament de dades, sinó que s'utilitzen per a accedir a dades generades dinàmicament, com les rebudes a través d'una connexió de xarxa.

En alguns sistemes de fitxers (com els de Microsoft) els noms d'arxius són estructurats, amb sintaxis especials per a extensions d'arxius i números de versió. En altres (com els de GNU/Linux) els noms d'arxius són simplement cadenes de text i les metadades de cada arxiu (amb la informació sobre el tipus d'informació que contenen, etc) són allotjades separatament.

En els sistemes d'arxius jeràrquics el directori que conté tots els fitxers i subdirectoris s'anomena directori arrel i la ubicació precisa d'un arxiu s'indica amb una cadena de text anomenada "ruta".

Els sistemes d'arxius proveeixen mètodes per a crear, copiar i eliminar tant arxius com directoris.

Respecte a la protecció de les dades l'accés segur a sistemes d'arxius bàsics pot estar basat en els esquemes de llista de control d'accés (ACLs) o capacitats. Les llistes de control d'accés fa dècades que van demostrar ser insegures, de manera que els sistemes operatius experimentals utilitzen l'accés per capacitats però els sistemes operatius comercials encara funcionen amb llistes de control d'accés.

### 2.1 Característiques i funcionalitats

Quan triem un sistema d'arxius per a formatjar un suport hem de tindre en compte les seues característiques (com la mida màxima que pot tindre un fitxer) i les funcionalitats que proporciona (com si podem establir permisos per als usuaris). Les més importants a tindre en compte són:

- La mida màxima que pot tindre un fitxer.
- La màxima capacitat del sistema de fitxers (és a dir, la mida màxima de la partició)
- Com gestiona els permisos de fitxers i directoris (és a dir, qui pot accedir a cada fitxer o directori i què pot fer amb ell). Hi ha diverses opcions:
  - Sense permisos (qualsevol usuari pot fer qualsevol cosa amb el fitxer, p.e. FAT)
  - Llistes de control d'accés (ACLs). Cada fitxer o directori té associada una llista de quins usuaris poden fer què sobre eixe fitxer (p.e. NTFS)
  - UGO (Usuari, Grup, Altres, per les seues sigles de l'anglès, User, Group, Others). S'estableixen els permisos per al propietari del fitxer o directori, el grup propietari i la resta d'usuaris (p.e els sistemes d'arxiu ext de GNU/Linux)
  - Capacitats granulades. Són la millor forma d'establir permissos però actualment no està suportada per cap dels sistemes d'arxiu utilitzats normalment
  - Atributs estesos (només afegir al fitxer però no modificar, no modificar mai -per a modificar-lo s'ha de treure l'atribut-, etc).
- Com evitar la fragmentació: certs sistemes d'arxius són més susceptibles a fragmentació que altres. Per exemple, una partició del tipus FAT es fragmenta més ràpid que una partició del tipus NTFS (sistemes Microsoft). Tot el contrari ocorre en molts sistemes d'arxius del tipus Unix que no requereixen de defragmentacions en general, degut a que busquen que la fragmentació es mantinga en un punt on no siga necessari defragmentar mitjançant la utilització de nodes de posició.
- Si permet enllaços, tant simbòlics com durs.
- Si té Journaling (recuperació ràpida després d'un apagat brusc).
- Si proporciona suport per a fitxers dispersos.
- Si proporciona suport per a quotes de disc.
- Si proporciona suport del creixement del sistema de fitxers natiu.

### 2.1.1 Fragmentació del disc

Al anar-se escrivint i esborrant arxius contínuament en el disc dur, aquests tendeixen a no quedar en àrees contigües. Així els diferents clústers que formen l'arxiu queden repartits per tot el disc, i es diu llavors que l'arxiu està "fragmentat". Al tenir els arxius espargits pel disc, es torna ineficient l'accés a ells.

La fragmentació es dona molt comunament en el sistema operatiu Windows encara que també afecta a altres plataformes però en una escala molt menor. També es produeix fragmentació dins de la memòria del computador (memòria RAM) quan s'assignen als processos els diferents blocs de memòria.

### Defragmentació

La defragmentació és el procés mitjançant el qual s'acomoden els arxius d'un disc de tal

manera que cadascun quede en un àrea contigua i sense espais sense usar entre ells.

Aquest procés consta d'ordenar els trossos d'informació distribuïda a través de tot el disc, per a millorar la velocitat d'accés i distribuir de millor forma l'espai lliure del dispositiu. Com aquest procés consta en la reorganització de parts d'arxius, requereix de suficient memòria per a realitzar els moviments dels trossos d'informació. AL moure en forma física la informació, l'estructura lògica no pateix alteracions.

En Windows la presència d'arxius "no movibles" del sistema, o que el desfragmentador no mourà per a simplificar la seua tasca (sobretot amb l'arxiu d'intercanvi, o swap file), pot impedir un bon percentatge de desfragmentació en el disc.

Certs sistemes d'arxius són més susceptibles a canvis per desfragmentació que uns altres. Per exemple, una partició del tipus FAT es fragmenta més ràpid que una de partició del tipus NTFS, ambdós propis del sistema Windows. Tot el contrari ocorre en molts sistemes d'arxius del tipus Unix que no requereixen desfragmentacions en general, degut al fet que cerquen que la fragmentació es mantinga en un punt on no siga necessari desfragmentar mitjançant l'ús de nodes de posició.

### 2.1.2 Sistemes d'arxius transaccionals: *Journaling*

El sistema d'arxiu procura treballar de manera asíncrona tant com li siga possible a fi d'evitar l'embotellament del disc dur. Una interrupció del seu treball podria donar lloc a la pèrdua de les dades.

Què succeeix si la seua màquina es penja quan està treballant en un document que resideix en un sistema d'arxius no transaccional (com ext2 o FAT)? Poden passar varies coses:

- Si ja s'ha salvat l'arxiu no es perd quasi res. Es reinicia la màquina i continua treballant en el document.
- Si es penja abans que haja salvat l'arxiu. Segurament es perdran tots els canvis més recents, però la versió anterior segueix sent vàlida.
- Si es penja just quan l'arxiu estava sent escrit en el disc. La nova versió de l'arxiu estava sobreescrivint-se físicament sobre la vella. Per tant tenim un arxiu parcialment nou i parcialment vell i segurament no es pot reobrir perquè el format intern de les dades és inconsistent amb el que l'aplicació espera.
- Si la caiguda del sistema pren al controlador escrivint en un àrea de les metadades, tal com el directori, per exemple, les coses resulten encara pitjor i en comptes d'un arxiu danyat tindrem un sistema d'arxiu corrupte, i podríem perdre el directori complet o fins i tot totes les dades de la partició.

Els sistemes d'arxiu no transaccionals es recuperen d'una corrupció de les metadades mitjançant l'anàlisi exhaustiva del sistema d'arxiu (fsck o scandisk) durant l'arrencada de la màquina. El sistema avalua on s'hagen les metadades corruptes, i després repara el dany, ja siga copiant d'altra versió redundant o simplement esborrant l'arxiu o els arxius les metadades dels quals hagen sigut desbaratats.

Òbviament, entre més gran és el sistema d'arxiu a verificar, tant més perllongat serà el

procés de revisió.

Els sistemes d'arxiu més moderns utilitzen tècniques transaccionals, per a millorar la recuperació de les dades després d'una eventual caiguda. En aquests sistemes d'arxiu les transaccions en disc s'escriuen primer en un àrea anomenada journal o log, abans de ser escrites en les seues localitzacions finals dins del sistema d'arxiu. Una vegada escrites en la seua posició al disc s'esborren del log. Alguns sistemes només escriuen al log les metadades del sistema d'arxiu; mentre que altres ho registren tot.

Ara, si la caiguda del sistema ocorreguera abans que l'entrada en el log haguera sigut efectuada amb èxit, les dades originals encara apareixerien intactes en el disc, i només perdem els canvis més recents. Si la caiguda es donara just durant l'actualització real del disc (és a dir, després que s'haja anotat en el log), l'entrada en el log mostraria el què suposadament hauria d'haver ocorregut. Així quan el sistema arranque de nou, simplement refés les entrades en el journal i completa l'actualització que va ser interrompuda.

En qualsevol cas, tenim dades vàlides i no una partició completa desbaratada. I com només s'ha de revisar el log i no tot el sistema d'arxius la màquina estarà en línia en uns quants segons.

Alguns exemples de sistemes de fitxers amb journaling són:

- Ext3 de Linux
- Ext4 de Linux
- NTFS de Windows NT
- ReiserFS de Linux
- Reiser4 de Linux
- UFS de SUN Solaris
- XFS de IRIX y Linux
- JFS de Linux, OS/2 y AIX
- HFS+ de Mac OS X
- VMFS-3 de VMware

## ***2.2 Altres característiques del sistemes d'arxius***

### **2.2.1 Sistemes distribuïts**

Un **sistema d'arxius distribuït** o **sistema d'arxius de xarxa** és un sistema d'arxius que serveix per a compartir arxius, impressores i altres recursos en una xarxa de computadores. Alguns exemples són **NFS** de Gnu/Linux o **SMB** de Microsoft.

Els sistemes d'arxius distribuït permet als programes emmagatzemar i accedir a arxius remots de la mateixa manera que si foren locals.

Un servidor d'arxius és un procés que s'executa en alguna maquina i permet implantar el servei d'arxiu. Un sistema pot tenir un o diversos servidors d'arxius, cadascun dels quals

ofereix un servei d'arxius diferents, però els clients no cal que coneguen quants servidors d'arxius hi ha, la seua posició o funció, ni tan sols han de saber que el servei d'arxius és distribuït sinó que, quan tenen muntat en la seua màquina el sistema d'arxius remot, poden veure'l com un sistema d'arxius local.

### 2.2.2 Sistemes xifrats

Un sistema d'arxius xifrat permet emmagatzemar informació en el disc dur en format xifrat per a evitar que puga accedir-se a la informació fins i tot accedint físicament al disc.

Aquest sistema d'arxius permeten que s'encripten de manera transparent per a l'usuari tots o alguns dels fitxers al guardar-se en el disc i es desencripten igual quan l'usuari obri el fitxer per a treballar amb ell.

Hi ha multitud d'aplicacions per a encriptar particions com LUKS o TrueCrypt i treballen sobre sistemes d'arxiu ext4 o ext3.

En Windows l'aplicació es diu EFS (Encrypt File System) i funciona sobre NTFS.

### 2.2.3 Sistemes comprimits

Els sistemes d'arxiu moderns també permeten la compressió dels fitxers indicats de manera transparent per a l'usuari. De totes formes la capacitat cada vegada major dels disc durs i els requeriments de CPU i memòria per al procés de compressió i descompressió fan que aquesta característica no s'utilitze molt. Només té sentit amb fitxers que no s'utilitzen habitualment.

### 2.2.4 Sistemes virtuals

Un sistema d'arxius virtual (VFS) és una capa d'abstracció damunt d'un sistema d'arxius més concret. El propòsit d'un VFS és permetre que les aplicacions client tinguin accés a diversos tipus de sistemes d'arxius d'una manera uniforme (per exemple per a obviar les diferències en els sistemes d'arxius de Windows, de Mac i Unix), de manera que les aplicacions pogueren tenir accés a arxius en els sistemes d'arxius locals sense haver de saber a quin tipus de sistema d'arxius estan tenint accés.

## 2.3 Principals sistemes de fitxers

### 2.3.1 Sistemes FAT

FAT (File Allocation Table) dividix el disc en blocs. Tots els blocs tenen la mateixa grandària. Els seus principals inconvenients són:

- Límits reduïts tant del sistema d'arxius com de la mida màxima d'un fitxer
- No suporta ACLs ni cap altre tipus de permís
- No té Journaling
- No suporta metadades

## FAT 12

La versió inicial de FAT es coneix ara com FAT12. És un sistema d'arxius per a disquet, pel que té diverses limitacions.

- No suporta anidament de carpeta (subdirectoris).
- No treballa amb clústers sinó directament amb sectors.
- La grandària del disc s'emmagatzema com un compte de 16 bits expressada en sectors, el que limita l'espai manejable a 32 MB.

## FAT 16

També anomenada simplement FAT, va aparèixer en 1987. Les principals característiques són:

- Mida del clúster màxima de 32 KB
- Límit del sistema d'arxius de 2GB.

## extFAT

És un sistema d'arxius especialment adaptat per a memòries flash presentat amb Windows Embedded CE 6.0. exFAT s'utilitza quan el sistema d'arxius NTFS no és factible degut a la sobrecarrega de les estructures de dades.

Les avantatges sobre les versions existents de FAT inclouen:

- Limit teòric per a la grandària de fitxer de  $2^{64}$  (16 Exabytes), limit augmentat des de  $2^{32}$  bytes (4 Gigabytes).
- Grandària de clúster de fins  $2^{255}$  bytes, límit implementat de 32 MB.
- Millores en el rendiment de l'assignació d'espai lliure gràcies a la introducció d'un "free space bitmap".
- Suport per a més de 1000 fitxers en un directori.
- Suport per a llistes de control d'accés.
- Suport per a Transaction-Safe FAT File System (TFAT) (funció activada opcionalment en WinCE).

Windows Vista Service Pack 1 afegeix suport per a exFAT. El suport per a Windows XP s'adquireix instal·lant una actualització opcional des de la pàgina de descàrregues de Microsoft.

## VFAT i FASTFAT

Windows 3.11 va introduir un nou esquema d'accés als sistemes d'arxius, usant la manera protegida de 32 bits (present en els Intel 386 i posteriors) esquivant el nucli de MS-DOS. Per a això, usava directament el BIOS o el maquinari de la unitat de disc. Açò també permetia utilitzar un cau, accelerant l'accés. Tot açò es va denominar VFAT o FAT virtual.



Windows NT 3.1 proporcionava la mateixa aproximació, però denominant-lo FASTFAT. No obstant això, era natural que els controladors de Windows NT utilitzaren la manera protegida de 32 bits. Sovint es confon amb el suport LFN (noms llargs d'arxiu) ja que aquest estava habilitat per defecte en Windows 95.

## LFN o Nom llargs d'arxiu

Un dels objectius dels dissenyadors de Windows 95 va ser la utilització de noms llargs d'arxius ja que originàriament els noms en FAT eren de 8 caràcters més 3 per a l'extensió del fitxer.

Aquesta implementació també es coneix com VFAT degut al controlador de Windows 95 que el va incorporar per primera vegada. Els noms llargs també es van suportar en Windows NT a partir de la versió 3.5.

## Fat32

En la actualitat aquest és el sistema d'arxius que tenen la majoria de pen-drives perquè és compatible amb quasi tots els sistemes operatius (Windows, GNU/Linux, Mac, etc). Les principals característiques són:

- Mida del clúster de 4 KB
- Mida màxima d'un arxiu 4 GB
- Límit del sistema d'arxius de 32 GB (per decisió de Microsoft) però poden però crear particions majors (fins a 2 TB) per altres mitjans.

## FAT i les metadades

El sistema de fitxers FAT no està dissenyat per acollir metadades. Alguns sistemes operatius que els necessiten, incorporen diversos mètodes per simular-los. Per exemple, emmagatzemant-los en arxius o carpetes extra (com UMSDOS) o també atorgant una semàntica especial a estructures no usades en el format original. No obstant això, aquest últim mètode no és compatible amb eines no preparades per a aquesta extensió.

Per exemple, una eina de defragmentació podria destruir els metadades. Mac OS, a través de la utilitat PC Exchange, emmagatzema metadades en un arxiu ocult denominat "FINDER.DAT" (u per carpeta). Mac OS X emmagatzema les metadades en un arxiu ocult denominat com el seu propietari, però començant per "-.". Quan es tracta de metadades d'una carpeta, els emmagatzema en un arxiu ocult cridada ".DS\_Store".

Windows NT suporta metadades en els sistemes d'arxius HPFS, NTFS i FAT. Els emmagatzema en un arxiu ocult denominat "EA DATA. SF" en la carpeta arrel del volum. També reserva dos bytes en l'arxiu (o carpeta) per a poder indexar-lo. Els metadades s'accedeixen a través de l'escriptori Workplace Shell, a través de guions REXX, o a través d'utilitats com 4Us2.

## Perspectives de futur

Atès que Microsoft no seguirà suportant sistemes operatius basats en MS-DOS, és poc probable que es desenvolupen noves versions de FAT.

NTFS és un sistema d'arxius superior a aquest en múltiples aspectes: eficiència, rendiment i fiabilitat. El seu principal desavantatge és l'excessiu espai que malbarata en volums menuts i el seu limitat suport en altres sistemes operatius. Les seues especificacions són un secret comercial; no obstant això, açò està canviant, gràcies a l'enginyeria inversa, doncs ja és possible llegir i escriure en particions NTFS en GNU/Linux amb eines com NTFS-3G.

El suport FAT32 en Windows 2000 i XP està limitat a discos de 32 GB, el que obliga a usuaris de discos durs moderns a usar NTFS o utilitzar utilitats de tercers al marge de Windows.

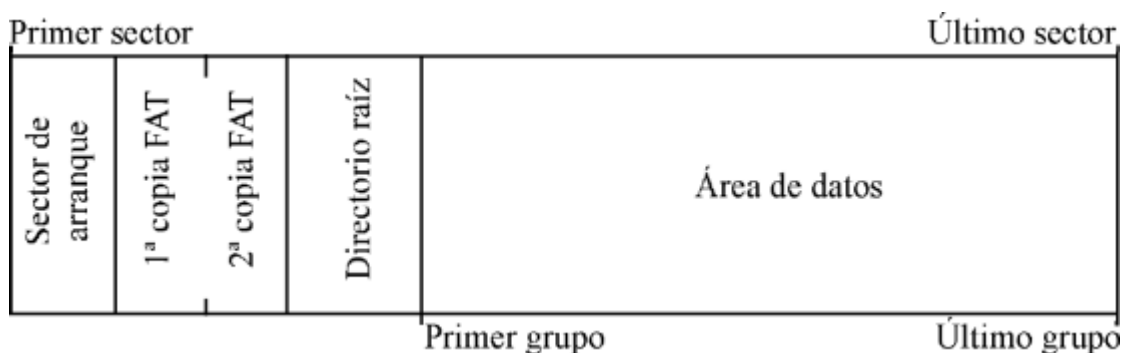
Aquesta limitació afecta a l'hora d'instal·lar, però no a l'ús: Windows XP pot accedir a discos FAT32 de fins a 2 TB, encara que en el moment d'instal·lar, no permetrà formatar un disc FAT32 de més de 32 GB, i obligarà a usar NTFS. La solució alternativa és formatar abans el disc en FAT32 (per exemple amb l'ajuda d'un LiveCd de GNU/Linux), i a continuació instal·lar Windows XP.

En resum FAT és, ara per ara, el sistema d'arxius habitual en mitjans d'emmagatzematge extraïbles (amb l'excepció feta del CD i DVD). S'utilitza per motius de compatibilitat entre sistemes operatius i menor desaprofitament de l'espai disponible. Els seus principals inconvenients són:

- el límit de 4 GB com a mida màxima d'un fitxer
- que no tinga cap tipus de control d'accés als fitxers (permisos)

## Disseny dels sistemes FAT

El sistema d'arxius FAT es compon de 4 seccions:



1. El sector d'arrencada. Sempre és el primer sector de la partició (volum) i inclou informació bàsica, punters a les altres seccions, i l'adreça de la rutina d'arrencada del sistema operatiu.
2. La regió FAT. Conté dues còpies de la taula d'assignació d'arxius (per motius de seguretat). Aquests són mapes de la partició, indicant quina clústers estan ocupats pels arxius.
3. La regió del directori arrel. És l'índex principal de carpetes i arxius.

4. La regió de dades. És el lloc on s'emmagatzema el contingut d'arxius i carpetes. Per tant, ocupa quasi tota la partició. La grandària de qualsevol arxiu o carpeta pot ser ampliat sempre que queden suficients clústers lliures. Cada clúster està enllaçat amb el següent mitjançant un punter. Si un determinat clúster no s'ocupa per complet, el seu espai romanent es desperdicia.

### La taula d'assignació d'arxius

Consta d'una llista d'entrades. Cada entrada conté informació sobre un clúster:

- L'adreça del següent clúster en la cadena.
- Si és pertinent, la indicació de "fi d'arxiu" (que és també la fi de la cadena).
- Un caràcter especial per a indicar que el clúster és defectuós.
- Un caràcter especial per a indicar que el clúster està reservat (és a dir, ocupat per un arxiu).
- El nombre zero per a indicar que el clúster està lliure (pot ser usat per un arxiu).

La grandària d'aquestes entrades també depèn de la variant FAT en ús: FAT16 usa entrades de 16 bits, FAT32 usa entrades de 32 bits, etc.

### El directori arrel

Aquest índex és un tipus especial d'arxiu que emmagatzema les subcarpetes i arxius que componen cada carpeta. Cada entrada del directori conté el nom de l'arxiu o carpeta (màxim 8 caràcters), la seua extensió (màxim 3 caràcters), els seus atributs (arxiu, carpeta, ocult, del sistema, o volum), la data i hora de creació, l'adreça del primer clúster on estan les dades, i finalment, la grandària que ocupa.

El directori arrel ocupa una posició concreta en el sistema d'arxius, però els índexs d'altres carpetes ocupen la zona de dades com qualsevol altre arxiu.

Els noms llargs s'emmagatzemen ocupant diverses entrades en l'índex per al mateix arxiu o carpeta.

## 2.3.2 Sistemes NTFS

### Introducció

És un sistema d'arxius dissenyat específicament per a Windows NT (incloent les versions Windows 2000, Windows 2003, Windows XP, Windows Vista i Windows 7), amb l'objectiu de crear un sistema d'arxius eficient, robust i amb seguretat incorporada des de la seua base.

També admet compressió nativa de fitxers, xifrat (açò últim només a partir de Windows 2000) i transaccions (només a partir de Windows Vista).

NTFS permet definir la grandària del clúster, a partir de 512 bytes (grandària mínima d'un sector) de forma independent a la grandària de la partició.

És un sistema adequat per a les particions de gran grandària. En la pràctica, el màxim volum NTFS suportat és de  $2^{32} - 1$  clústers (aproximadament 16 TB usant clústers de 4 KB).

Els inconvenients que planteja són:

- Necessita per a si mateix una bona quantitat d'espai en disc dur, pel que no és recomanable el seu ús en discos amb menys de 400 MB lliures.
- No és compatible amb MS-DOS, Windows 95, Windows 98 ni Windows Me.
- No pot ser utilitzat en disquets.

## Característiques

És el sistema d'arxius estàndard de Windows NT i dels seus descendents (les gammes 2000, 2003, 2008, XP, Vista i 7).

NTFS incorpora moltes millores sobre el sistema FAT com millores de les metadades i optimització del rendiment, estabilitat, i aprofitament de l'espai en disc. També inclou noves característiques, com la seguretat, les llistes de control d'accés o el registre de transaccions (journaling).

La grandària mínima recomanat per a la partició és de 10 GB. Encara que són possibles grandàries majors, el màxim recomanat en la pràctica per a cada volum és de 2 TB. La grandària màxima de fitxer ve limitat per la grandària del volum.

Les versions més recents d'NTFS han inclòs algunes característiques noves, tals com quotes de disc i punts de muntatge de volums.

## Funcionament

Tot el que té a veure amb els fitxers, s'emmagatzema en forma de metadades. Açò va permetre una fàcil ampliació de característiques durant el desenvolupament de Windows NT. Un exemple ho trobem en la inclusió de camps d'indexat afegits per a possibilitar el funcionament d'Active Directory.

Els noms d'arxiu són emmagatzemats en Unicode (UTF-16), i l'estructura de fitxers en arbres-B, una estructura de dades complexa que accelera l'accés als fitxers i redueix la fragmentació, que era el més criticat del sistema FAT.

S'empra un registre transaccional (journal) per a garantir la integritat del sistema de fitxers (però no la de cada arxiu). Els sistemes que empen NTFS han demostrat tenir una estabilitat millorada, que resultava un requisit ineludible considerant la naturalesa inestable de les versions més antigues de Windows NT.

No obstant això, a pesar del descrit anteriorment, aquest sistema d'arxius posseeix un funcionament pràcticament secret, ja que Microsoft no ha alliberat el seu codi com va fer amb FAT.

Gràcies a l'enginyeria inversa, aplicada sobre el sistema d'arxius, es va desenvolupar controladors com el NTFS-3G que actualment proveeixen a sistemes operatius GNU/Linux, Solaris, MacOS X o BSD, entre uns altres, de suport complet de lectura i escriptura en particions NTFS.

## Interoperabilitat

Microsoft proveeix mitjos per a convertir particions FAT32 a NTFS, però no en sentit contrari, (NTFS a FAT32).

Amb l'eina convert inclosa en els sistemes NT es pot canviar un disc amb sistema de fitxers FAT32 a NTFS sense perdre cap dada amb la instrucció

```
convert [unidad]:/fs:ntfs
```

### 2.3.3 Sistemes ext

#### Introducció

El sistema d'arxius estès (Ext), va ser el primer sistema d'arxius creat específicament per al sistema operatiu Linux. Va ser dissenyat per Rémy Card per a vèncer les limitacions del sistema d'arxius MINIX. Va ser reemplaçat tant per ext2 com xiafs, entre els quals havia una competència, que finalment va guanyar ext2, a causa de la seua viabilitat a llarg termini.

Els sistemes de fitxer ext distingeixen entre majúscules i minúscules, al contrari que FAT o NTFS.

#### Ext2

És un sistema d'arxius per al kernel Linux. El principal desavantatge de ext2 és que no implementa el registre per diari (Journaling) que si implementa el seu successor ext3, el qual és totalment compatible.

El sistema de fitxers té un tipus de taula FAT de grandària fixa, on s'emmagatzemen els i-nodes. Els i-nodes són una versió molt millorada de FAT, on un punter i-node emmagatzema informació de l'arxiu (ruta o path, grandària, ubicació física). Quant a la ubicació, és una referència a un sector del disc on estan tots i cadascuna de les referències als blocs de l'arxiu fragmentat. Aquests blocs són de grandària especificable quan es crea el sistema d'arxius, des dels 512 bytes fins als 4 kB, la qual cosa assegura un bon aprofitament de l'espai lliure amb arxius menuts.

Els límits són un màxim de 2 TB d'arxiu, i de 4 TB de partició.

#### Estructura de dades ext2

L'espai en ext2 està dividit en blocs, i els blocs organitzats en grups, per a reduir la fragmentació externa i reduir al mínim el nombre de recerques de disc quan es llig una gran quantitat de dades consecutives.

Cada bloc conté un superbloc grup, el grup de blocs de mapa de bits, mapa de bits i-node, seguits pels blocs de dades reals.

El superbloc conté informació important que és crucial per a l'arrencada del sistema operatiu, amb el que les còpies es realitzen en cada bloc de grup de cada bloc en el sistema d'arxius. No obstant això, només la primera còpia de la mateixa, que es troba en el primer bloc del sistema d'arxius, s'utilitza en l'arrencada.

El grup descriptor emmagatzema el valor del bloc de mapa de bits, mapa de bits i-node i el començament de la taula de i-nodes per cada bloc de grup i aquests, al seu torn, s'emmagatzema en un grup descriptor taula.

Dins de cada i-node existeix la següent informació:

- Número de i-node
- Tipus de fitxer
- Propietari
- Permisos
- Data de creació

## Ext3

És un sistema d'arxius amb registre per diari (journaling). És el sistema d'arxiu més usat en distribucions Linux, encara que en l'actualitat està sent reemplaçat pel seu successor, ext4.

La principal diferència amb ext2 és el registre per diari. Un sistema d'arxius ext3 pot ser muntat i usat com un sistema d'arxius ext2. Altra diferència important és que ext3 utilitza un arbre binari balancejat (arbre AVL) i incorpora el assignador de blocs de disc Orlov (Orlov es un assignador de blocs de disc originari de BSD i que s'inclou en els sistemes de fitxers nadius de Gnu/Linux ext3 i ext4 perquè millora el rendiments respecte l'anterior gestor. Per activar-lo i desactivar-lo s'utilitzen les ordres lsattr y chattr.).

Els límits d'ext3 són 32 TB per a un volum i 2 TB per fitxer.

### Avantatges

Encara que la seua velocitat i escalabilitat és menor que els seus competidors, com JFS, ReiserFS o XFS, té l'avantatge de permetre actualitzar de ext2 a ext3 sense perdre les dades emmagatzemades ni haver de formatar el disc. Té un menor consum de CPU i aquesta considerat més segur que altres sistemes de fitxers en Gnu/Linux donada la seua relativa senzillesa i el seu major temps de prova.

El sistema d'arxiu ext3 afegeix a ext2 el següent:

- Registre per diari.
- Índexs en arbre per a directoris que ocupen múltiples blocs.
- Creixement en línia.

### Límits de grandària

Ext3 té dos límits de grandària distints. Un per a arxius i altre per a la grandària del sistema d'arxius sencer. El límit de la grandària del sistema d'arxius és  $2^{31} - 1$  blocs

Tamaño del bloque	Tamaño máximo de los archivos	Tamaño máximo del sistema de ficheros
1 KiB	16 GiB	<2 TiB
2 KiB	256 GiB	<4 TiB
4 KiB	2 TiB	<8 TiB
8 KiB <sup>1</sup>	2 TiB	<16 TiB

1. ↑ 8 KiB el tamaño del bloque solo esta disponible en arquitecturas que permitan 8 KiBs, como Alpha.

## Nivells de journaling

Hi ha tres nivells possibles de Journaling (registre per diari):

### Diari (risc baix)

Les metadades i els fitxers de contingut són copiats al diari abans de ser duts al sistema d'arxius principal. Com el diari aquesta en el disc contínuament pot millorar el rendiment en certes ocasions. En altres ocasions el rendiment és pitjor perquè les dades han de ser escrits dues vegades, una al diari i altra a la part principal del sistema d'arxius.

### Comanda (risc mig)

Solament les metadades són registrades en el diari, els continguts no, però està assegurat que el contingut de l'arxiu és escrit en el disc abans que la metadada associada es marque com transcrita en el diari. És el sistema per defecte en la majoria de les distribucions de Gnu/Linux. Si hi ha un baixó de tensió o "kernel Panic" quan el fitxer s'està escrivint o aquesta començant, el diari indicarà que el nou arxiu o l'intent no ha estat passat, pel que serà purgat pel procés de netejat.

### Reescriptura (risc alt)

Solament les metadades són registrades en el diari, el contingut dels arxius no. Els continguts poden estar escrits abans o després que el diari s'actualitzi. Com resultat, els arxius modificats correctament abans d'una ruptura poden tornar-se corruptes. Per exemple, un arxiu pendent de ser marcat en el diari com major del que actualment és, convertint en escombraries al final de la comprovació. Les versions antigues dels arxius poden aparèixer inesperadament després d'una recuperació de diari. La manca de sincronització entre les dades i el diari és ràpidament resolta en molts casos. JFS usa aquest nivell de journaling, però s'assegura que qualssevol escombraries és esborrada al reiniciar.

## Desavantatges

### Funcionalitat

Com ext3 està fet per a ser compatible amb ext2, la majoria de les estructures de l'arxivació són similars a les del ext2. Per això, ext3 manca de moltes característiques dels dissenys mes recents com les extensions, la localització dinàmica dels i-nodes, i la sublocalització dels blocs. Hi ha un límit de 31998 subdirectoris per cada directori, que es deriven del seu límit de 32 links per i-node. Ext3, com la majoria dels sistemes d'arxius actuals de Gnu/Linux, no pot ser comprovat pel fsck mentre el sistema d'arxius aquesta muntat per a l'escriptura. Si



s'intenta comprovar un sistema de fitxers que està muntat pot detectar falsos errors on les dades no han estat bolcats al disc encara, i corrompre el sistema d'arxius al intentar arreglar-los.

### Desfragmentació

No hi ha eina de desfragmentació online per a ext3 que funcione en nivell del sistema d'arxius. Existeix un desfragmentador offline per a ext2, e2defrag, però requereix que el sistema d'arxius ext3 siga reconvertit a ext2 abans d'iniciar-se. Però depenent dels bits encesos en el sistema, e2defrag pot destruir dades. No sap com tractar la majoria de les noves característiques de ext3. Hi ha eines d'usuari per a desfragmentar com Shake i Defrag. Shake treballa localitzant per a tot l'arxiu com una operació, el que generalment causa que el localitzador trobe espai continu en el disc. També intenta escriure arxius usats al mateix temps que uns altres. Defrag treballa copiant cada arxiu sobre si mateix. De totes maneres solament funcionen si el sistema d'arxius aquesta raonablement buit. No existeix una veritable eina de desfragmentació per a ext3. Com es ve dient, la guia d'administració de Linux diu: "Els moderns sistemes d'arxius de Linux mantenen la fragmentació al mínim mantenint els blocs d'un arxiu junts, encara que no puguin ser guardats en sectors consecutius. Alguns sistemes d'arxius, com ext3, localitzen efectivament els blocs lliures mes propers a uns altres en l'arxiu. Per això no és necessari preocupar-se per la fragmentació en un sistema de Linux". Per tant ext3 és més resistent a la fragmentació que FAT.

### Ext4

Ext4 (fourth extended filesystem o quart sistema d'arxius estès) és un sistema d'arxius amb registre per diari (journaling), anunciat com una millora compatible de ext3. El 25 de desembre de 2008 es va publicar el kernel Linux 2.6.28, que elimina ja l'etiqueta de "experimental" de codi de ext4.

Les principals millores són:

- Suport de volums de fins a 1024 PB (sistema d'arxius de gran grandària).
- Suport afegit de extents. Els extents han estat introduïts per a reemplaçar al tradicional esquema de blocs usat pels sistemes d'arxius ext2/3. Un extent és un conjunt de blocs físics contigus, millorant el rendiment al treballar amb fitxers de gran grandària i reduint la fragmentació. Un extent simple en ext4 és capaç de mapejar fins a 128 MB d'espai contigu amb una grandària de bloc igual a 4KB .
- Menor ús del CPU.
- Millores en la velocitat de lectura i escriptura.
- Límit de 32000 subdirectoris superat.
- Desfragmentació online. Inclús fent ús de diverses tècniques per a evitar la fragmentació amb el temps. Ext4 disposa d'una ferramenta que permet defragmentar fitxers individuals o sistemes de fitxers sencers.
- Testejar el sistema de fitxers més ràpidament.



### 2.3.4 ReiserFS

ReiserFS és un sistema d'arxius de propòsit general, dissenyat i implementat per un equip de l'empresa Namesys, liderat per Hans Reiser.

Actualment és suportat per Linux i existeixen plans de futur per a incloure'l en altres sistemes operatius. També és suportat per Windows (de forma no oficial), encara que de moment de manera inestable i rudimentària (ReiserFS baix windows).

A partir de la versió 2.4.1 del nucli Linux, ReiserFS es va convertir en el primer sistema de fitxers amb journal a ser inclòs en el nucli estàndard. També és el sistema d'arxius per defecte en diverses distribucions.

Amb l'excepció d'actualitzacions de seguretat i pegats crítics, Namesys ha cessat el desenvolupament de ReiserFS (també cridat reiser3) per a centrar-se en Reiser4, el successor d'aquest sistema d'arxius.

Característiques:

- Journaling. Aquesta és la millora a la qual s'ha donat més publicitat, ja que prevé el risc de corrupció del sistema d'arxius.
- Reparticionament amb el sistema de fitxers muntat i desmuntat. Podem augmentar la grandària del sistema de fitxers mentre ho tenim muntat i desmuntat (online i offline). Per a disminuir-lo, únicament es permet estant offline (desmuntat). Namesys ens proporciona les eines per a aquestes operacions, i fins i tot, podem usar-les sota un gestor de volums lògics com LVM o EVMS.
- Tail packing, un esquema per a reduir la fragmentació interna.

### Reiser4

Reiser4 és un sistema d'arxius per a computadores. Es tracta de la versió més recent del sistema d'arxius ReiserFS, reescrit des de zero, desenvolupat per Namesys i patrocinat per la DARPA i Linspire.

Actualment no es distribuïx de forma conjunta amb el kernel de Linux i per tant no és suportat per moltes distribucions. De fet, el seu predecessor, Reiser3 es troba molt més expandit. Reiser4 es troba disponible en la branca -mm del kernel de Linux, mantinguda per Andrew Morton.

Els desenvolupadors del kernel de Linux sostenen que Reiser4 no segueix la convenció de codificació estàndard, mentre que Hans Reiser argumenta que la veritable raó és deguda a motius polítics.

Característiques:

- Journaling més eficient gràcies a la tècnica de "wandering log".
- Suport més eficient d'arxius petits, en termes d'espai en disc i velocitat gràcies a "tail packing".
- Administració més ràpida de directoris amb un nombre elevat de fitxers.
- Infraestructura de plugins més flexible (a través de tipus especials de metadades:

xifrat, compressió).

- Suport transaccional.
- Optimització dinàmica de l'estructura del disc a través del mètode "allocate-on-flush", cridat "delayed allocation" en el sistema de fitxers XFS.
- Transaccions atòmiques.
- Integració de metadades en l'espai de noms del sistema d'arxius.

### 2.3.5 HFS

Sistema d'Arxius Jeràrquics o Hierarquical File System (HFS), és un sistema d'arxius desenvolupat per Apple Inc. per al seu ús en computadors que corren Mac Os. Originalment dissenyat per a ser usat en disquets i discos durs, també és possible trobar-lo en dispositius de sol-lectura com els Cdroms. \*HFS és el nom usat per desenvolupadors, però en la documentació d'usuaris el format és referit com estàndard Mac Os para diferenciar-lo del seu successor \*HFS+ el qual és cridat Estès Mac OS.

#### HFS+

HFS Plus o HFS+ és un sistema d'arxius desenvolupat per Apple Inc. per a reemplaçar al HFS (Sistema jeràrquic d'arxius). També és el format usat pel iPod al ser formatat des d'un Mac. HFS Plus també és conegut com HFS Extended i Mac OS Extended. Durant el desenvolupament, Apple es va referir a ell amb el nom clau Sequoia.

HFS Plus és una versió millorada de HFS, suportant arxius molt més grans (Blocs direccionables de 32 bits en comptes de 16) i usant Unicode (En comptes de Mac OS Roman) per al nom dels arxius, el que a més va permetre noms d'arxiu de fins a 255 lletres.

HFS Plus permet nomenis de fitxer de fins a 255 caràcters de longitud UTF-16, i arxius n-bifurcats similars a NTFS, encara que gairebé cap programari s'aprofita de bifurcacions amb excepció de la bifurcació de les dades i de la bifurcació del recurs. HFS Plus també utilitza taula de assignació de 32 bits, en lloc dels 16 bits de HFS. Aquesta era una limitació seriosa de HFS, significat que cap disc podria donar suport més de 65.536 blocs de l'assignació sobre de HFS.

Quan els discos eren petits, això no tenia majors problemes, però quan la grandària dels discos van començar a acostar-se a la marca de 1 GB, la quantitat d'espai mínima que requeria qualsevol arxiu (un sol bloc de l'assignació) va arribar a ser excessivament gran, perdent quantitats significatives d'espai de disc. Per exemple, en un disc de 1 GB, la grandària de bloc de l'assignació sota HFS és 16 KB, és a dir un 1 arxiu d'un byte prendria 16 KB d'espai de disc. Com HFS, HFS Plus emprà uneixi estructura Arbre-B per a emmagatzemar la majoria dels metadades del volum.

## 2.3.6 Altres sistemes d'arxius

### JFS

Journaling File System (JFS) és un sistema d'arxius de 64-bit amb respatller de transaccions creat per IBM. Aquesta disponible sota la llicència GNU GPL. Existeixen versions per a AIX, eComStation, Os/2, sistemes operatius Linux i HP-UX

Va ser dissenyat amb la idea d'aconseguir "servidors d'alt rendiment i servidors d'arxius d'altres prestacions, associats a i-business". Segons es llegix en la documentació i el codi font, va a passar un temps abans que l'adaptació a Linux aquest finalitzada i inclosa en la distribució estàndard del kernel. JFS utilitza un mètode interessant per a organitzar els blocs buits, estructurant-los en un arbre i usa una tècnica especial per a agrupar blocs lògics buits.

JFS va ser desenvolupat per a AIX. La primera versió per a Linux va ser distribuïda en l'estiu de 2000. La versió 1.0.0 va sortir a la llum en l'any 2001. JFS està dissenyat per a complir les exigències de l'entorn d'un servidor d'alt rendiment en el qual només conta el funcionament. AL ser un sistema de fitxers de 64 bits, JFS suporta fitxers grans i particions LFS (de l'anglès Large File Support), la qual cosa és un avantatge més per als entorns de servidor.

Característiques:

- Eficient respatller de transaccions (Journaling).
- Eficient administració de directoris.
- Millor utilització de la memòria mitjançant adjudicació dinàmica de inodes.

### XFS

XFS és un sistema d'arxius de 64 bits amb journaling d'alt rendiment creat per SGI (antigament Silicon Graphics Inc.) per a la seva implementació d'UNIX cridada IRIX. Al maig del 2000, SGI va alliberar XFS sota una llicència de codi obert.

XFS es va incorporar a Linux a partir de la versió 2.4.25, quan Marcelo Tosatti (responsable de la branca 2.4) ho va considerar prou estable per a incorporar-lo en la branca principal de desenvolupament del kernel. Els programes d'instal·lació de les distribucions de SuSE, Gentoo, Mandriva, Slackware, Fedora Core, Ubuntu i Debian ofereixen XFS com un sistema d'arxius més. En FreeBSD el suport per a sol·lectura de XFS es va afegir a partir de Desembre de 2005 i al juny de 2006 un suport experimental d'escriptura va ser incorporat a FreeBSD-7.0-CURRENT.

Característiques:

- Capacitat
- Journaling
- Grups d'assignació
- LVM

### 3 Gestió de sistemes d'arxius

Els sistemes operatius inclouen eines per a gestionar els sistemes d'arxius suportats per ells. Aquesta gestió inclou les operacions més habituals com creació, eliminació, còpia, etc d'arxius i directoris i també operacions sobre tot el sistema d'arxius com comprovació, desfragmentació, etc.

Un sistema de gestió d'arxius és el programari que proporciona als usuaris i aplicacions serveis de per a l'ús, accés i control d'accessos, tant de fitxers com a directoris.

Alguns dels objectius de la gestió del sistema d'arxius és:

- Garantir que la informació de l'arxiu siga vàlida.
- Optimitzar l'accés als arxius.
- Proveir suport E/S a gran varietat de dispositius d'emmagatzematge.
- Lliurar les dades que l'usuari demana.
- Minimitzar o eliminar una potencial pèrdua de dades.
- Proveir un conjunt estàndard de rutines E/S.
- Proveir suport d'E/S a múltiples usuaris.

Entre les principals funcions de la gestió d'arxius, podríem destacar les següents:

- Identificar i localitzar un fitxer.
- Utilitza un directori (com un directori telefònic) per descriure la ubicació i atributs d'un arxiu.
- Controla l'accés de diversos usuaris als arxius.
- Bloqueja l'ús d'arxius.
- Ubica arxius en blocs lliures.
- Administració l'espai lliure.

#### 3.1 Muntatge dels sistemes d'arxius

Per a que el sistema operatiu pugui utilitzar un dispositiu i accedir al seu sistema d'arxius primerament ha de muntar-lo. Aquest procés és normalment automàtic i associa eixe dispositiu a una ruta (una lletra en Windows o un directori en Gnu/Linux).

##### 3.1.1 Windows

Windows munta automàticament tots els dispositius que trobe i que tinguin un sistema d'arxius suportat pel sistema, és a dir, FAT o NTFS.

A cada partició l'assignarà una ruta format per una lletra i 2 punts. La primera partició que detecta és normalment en la que està instal·lat Windows i li assigna la primera lletra, C: (les lletres A: i B: estaven reservades per a unitats de disquete).

A la resta de dispositius va donant-li lletres a continuació (D:, E:, ...). En el cas de dispositius

extraïbles com USB fa el mateix procés i els assigna la següent lletra disponible.

Podem modificar la lletra assignada a cada dispositiu en Windows des de l'Administrador de discos.

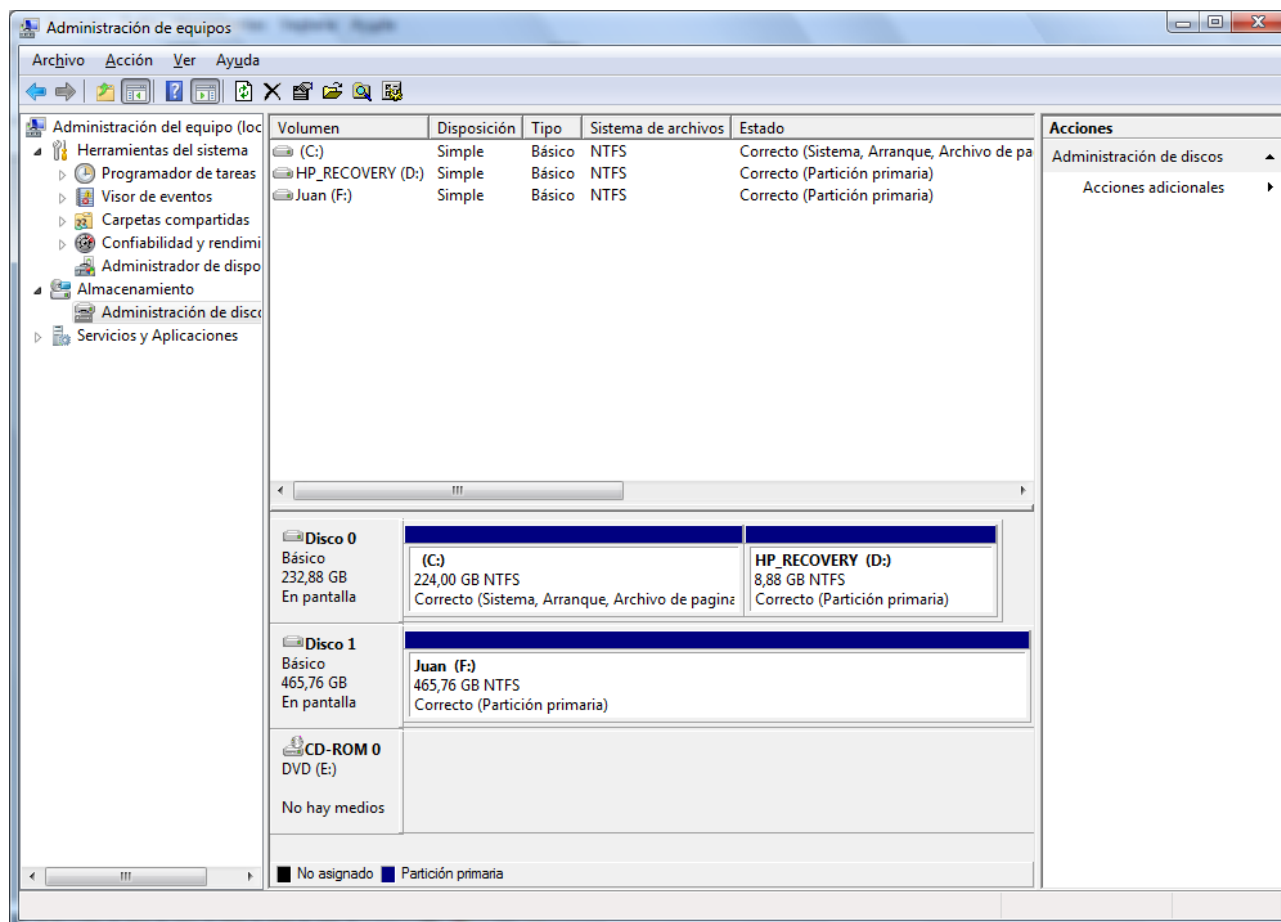
### 3.1.2 Gnu/Linux

Windows munta automàticament tots els dispositius que trobe i que tinguen un sistema d'arxius suportat pel sistema, és a dir, FAT o NTFS.

## 3.2 *Gestió des de l'entorn gràfic*

### 3.2.1 Windows

La principal eina gràfica en Windows per a gestionar els sistemes d'arxius és l'**Administrador de disc** que trobem dins de l'**Administrador d'equip**.

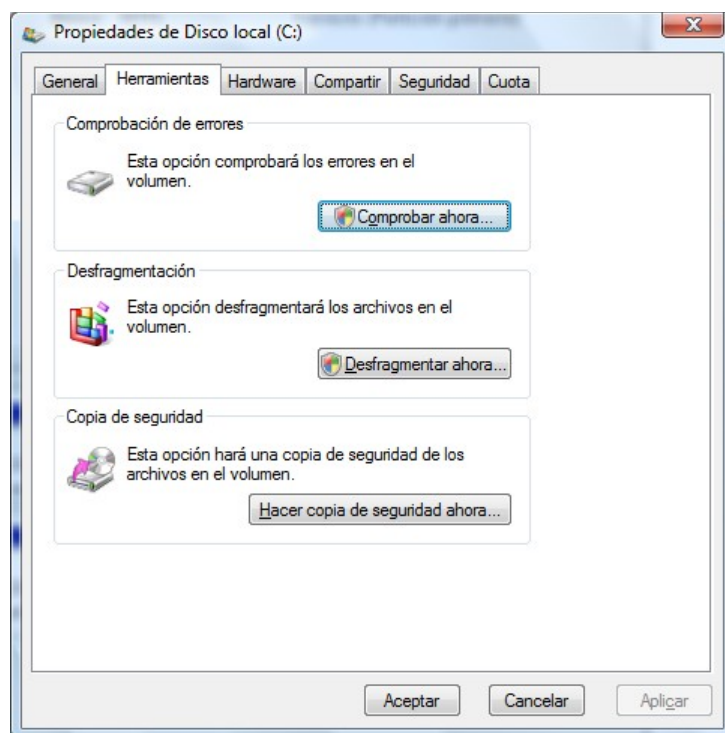


Des d'ací tenim accés a tots els discos detectats i podem gestionar les particions: crear, eliminar, redimensionar, formatar o canviar la forma en que Windows munta la partició (podem canviar la lletra o muntar-la sobre una carpeta a l'estil de Gnu/Linux).

Les particions amb sistemes d'arxius que no siguin FAT o NTFS apareixen com particions desconegudes.

També podem treballar amb volums dinàmics el que ens permetrà estendre particions per diferents discos o configurar RAID 0,1 o 5 per programari.

Des de les Propietats d'una partició (menú contextual->Propietats) tenim la pestanya de Eines per a comprovar el sistema d'arxius o desfragmentar-lo:

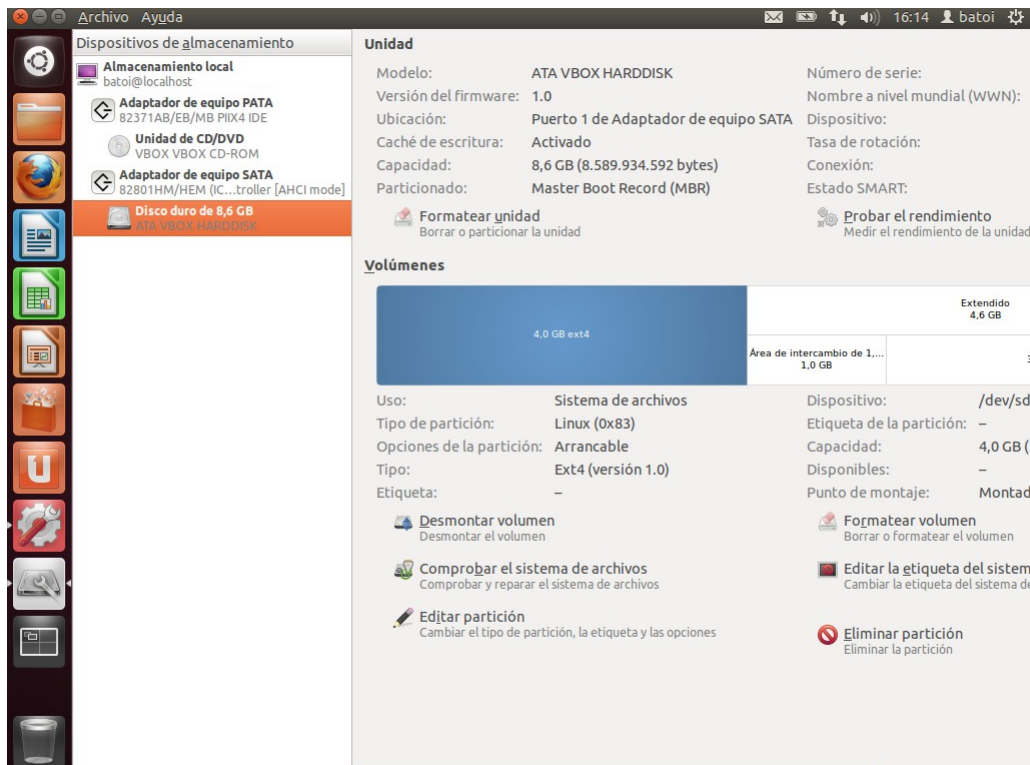


També es pot compartir la unitat en la xarxa i, si el sistema d'arxius és NTFS, establir quotes de disc per a diferents usuaris.

### 3.2.2 Gnu/Linux

Les diferents distribucions i els diferents escriptoris tenen eines gràfiques pròpies per a gestionar els sistemes d'arxiu, encara que són prou semblants.

En Ubuntu tenim la Utilitat de disc que ens permet gestionar les particions de manera semblant al que hem vist en Windows.



### 3.3 Gestió per mitjà d'ordres

#### 3.3.1 Windows

No és habitual gestionar els sistemes d'arxiu en Windows des de la consola però tenim variis comandos per a fer-ho:

- **chkdsk**: permet comprovar un sistema d'arxius FAT o NTFS
- **defrag**: per a desfragmentar el sistema d'arxius que li indiquem
- **format**: formata una partició amb sistema d'arxius FAT o NTFS
- **convert**: converteix una partició FAT a NTFS

Alguns comandos (com chkdsk o defrag) han d'executar-se des de la consola d'Administrador.

També conta amb el programa de text **diskpart** per a gestionar particions (dins del programa teclejar *help* per a obtindre ajuda).



```

C:\Windows\system32\diskpart.exe
DISKPART> help

Microsoft DiskPart versión 6.3.9600

ACTIVE          - Marcar la partición seleccionada como partición activa.
ADD             - Agregar un reflejo de volumen.
ASSIGN          - Asignar una letra de unidad o punto de montaje al volumen
                 seleccionado.
ATTRIBUTES      - Manipular los atributos de volumen o disco.
ATTACH          - Expone un archivo de disco virtual.
AUTOMOUNT       - Habilitar y deshabilitar el montaje automático de los volúmenes bá
sicos.
BREAK           - Separar un conjunto de reflejos.
CLEAN           - Borra la información de configuración, o toda la información del
                 disco.
COMPACT         - Intenta reducir el tamaño físico del archivo.
CONVERT         - Hacer conversiones entre formatos de disco diferentes.
CREATE          - Crear un volumen, una partición o un disco virtual.
DELETE         - Eliminar un objeto.
DETAIL          - Proporcionar detalles sobre un objeto.
DETACH         - Oculta un archivo de disco virtual.
EXIT            - Salir de DiskPart.
EXTEND          - Extender un volumen.
EXPAND          - Expande el tamaño máximo disponible en un disco virtual.
FILESYSTEMS     - Mostrar sistemas de archivos actuales y compatibles del volumen.
FORMAT          - Formatear el volumen o partición.
GPT             - Asignar atributos a la partición GPT seleccionada.
HELP            - Mostrar una lista de comandos.
IMPORT          - Importar un grupo de disco.
INACTIVE        - Marcar la partición seleccionada como inactiva.
LIST            - Mostrar una lista de objetos.
MERGE           - Combina un disco secundario con sus discos principales.
ONLINE          - Poner en línea un objeto marcado actualmente como sin conexión.
OFFLINE         - Desconectar un objeto marcado actualmente como en línea.
RECOVER         - Actualiza el estado de todos los discos del paquete seleccionado.
                 Intenta la recuperación en los discos del paquete no válido y
                 resincroniza los volúmenes reflejados y RAID5 con datos de
                 paridad o complejo obsoletos.
REM             - No hace nada. Usado para comentar scripts.
REMOVE          - Quitar una letra de unidad o asignación de punto de montaje.
REPAIR          - Reparar un volumen RAID-5 con un miembro con errores.
RESCAN          - Reexaminar disco para buscar discos y volúmenes.
RETAIN          - Establecer una partición retenida en un volumen simple.
SAN             - Mostrar o establecer la directiva SAN para el SO arrancado
                 actualmente.
SELECT          - Cambiar el foco a un objeto.
SETID           - Cambiar el tipo de partición.
SHRINK          - Reducir el tamaño del volumen seleccionado.
UNIQUEID        - Muestra o establece el identificador de tabla de particiones
GUID (GPT) o la firma de registro de arranque maestro (MBR)
de un disco.

DISKPART>

```

### 3.3.2 Gnu/Linux

Alguns dels comandos per a gestionar el sistema d'arxius són:

- **fsck**: permet comprovar un sistema d'arxius (hi ha versions per als diferents FS)
- **mkfs**: formata una partició amb sistema d'arxius ext, FAT, NTFS, etc.
- **mount**: munta una partició en una carpeta per a poder-la utilitzar
- **df**: mostra un resum de totes les particions muntades en el sistema
- **dd**: permet copiar directament al o des del disc dur

Alguns comandos han d'executar-se amb permisos d'Administrador.

També conta amb el programa de text **fdisk** per a gestionar particions ms-dos o el més modern **parted** que permet gestionar tant particions ms-dos com GPT.

```

Terminal
Archivo  Editar  Ver  Buscar  Terminal  Ayuda
(parted) help
align-check TIPO N                comprueba particiones N para alineaciones TIPO(min|opc)
comprobar NUMERO                 hace una comprobación simple del sistema de ficheros
cp [DESDE-DISPOSITIVO] DE-NUMERO A-NUMERO  copia el sistema de ficheros a otra partición
help [ORDEN]                     muestra ayuda general, o ayuda sobre ORDEN
mklabel,mktable TIPO-ETIQUETA     crea una nueva etiqueta de disco (tabla de particiones)
mkfs NUMERO TIPO-SA               hace un sistema de archivos TIPO-SA en la partición NUMERO
mkpart TIPO-PART [TIPO-SF] INICIO FIN  crea una partición
mkpartfs TIPO-PART TIPO-SF INICIO FIN  crear una partición con un sistema de ficheros
resizepart NUMBER END             resize partition NUMBER
move NUMERO INICIO FIN            mueve la partición NUMERO
name NUMERO NOMBRE                nombra la partición NUMERO como NOMBRE
print [devices|free|list,all|NUMERO]  muestra la tabla de particiones, los dispositivos disponibles, el espacio libre y las particiones encontradas, o una
partición en particular
quit                              sale del programa
rescue INICIO FIN                 recupera una partición perdida entre INICIO y FIN
resize NUMERO INICIO FIN          redimensiona la partición NUMERO y su sistema de archivos
rm NUMERO                        elimina la partición NUMERO
select DISPOSITIVO                elige el dispositivo que se editará
set NUMERO BANDERA ESTADO         cambia la BANDERA en la partición NUMERO
toggle [NUMERO [BANDERA]]         cambia el estado de BANDERA en la partición NUMERO
unit UNIDAD                      establece la unidad UNIDAD como predeterminada
version                           muestra el número de versión y la información de copyright de GNU Parted
(parted) print
Modelo: ATA HGST HTS725032A7 (scsi)
Disco /dev/sda: 320GB
Tamaño de sector (lógico/físico): 512B/4096B
Tabla de particiones. gpt

Numero  Inicio  Fin      Tamaño  Sistema de archivos  Nombre                      Banderas
1       1049kB  420MB    419MB    ntfs                  Basic data partition        oculta, diag
2       420MB   735MB    315MB    fat32                 EFI system partition        arranque
3       735MB   869MB    134MB    microsoft reserved    Microsoft reserved partition msftres
4       869MB   74,1GB   73,3GB    ntfs                  Basic data partition        msftdata
7       74,1GB  76,1GB   2000MB   linux-swap(v1)        linux-swap(v1)              swap
8       76,1GB  108GB    31,4GB   ext4                  debian                      debian
9       108GB   148GB    40,0GB   ext4                  homedebian                  homedebian
5       148GB   294GB    147GB    ntfs                  Basic data partition        msftdata
6       294GB   320GB    25,9GB   ntfs                  Basic data partition        oculta, diag

```

## 4 Estructura de directoris dels sistemes operatius

Per defecte quan instal·lem un sistema operatiu es creen una sèrie de directoris on s'emmagatzemen els fitxers del sistema, els programes instal·lats, etc.

### 4.1 Directoris en Windows 7 i 8

En els sistemes Microsoft el sistema assigna una lletra per a cada dispositiu d'emmagatzemament (partició, disc o unitat extraïble).

Normalment tindrem una unitat anomenada C: en la qual tenim el nostre sistema operatiu, encara que en Windows 7, quan instal·lem el sistema també es crearà una partició per als arxius d'arrancada i altres particions per a les dades i informació que no té a veure directament amb el sistema.

Si arranquen el nostre sistema Windows 7, podrem comprovar que tenim les diferents unitats o arrels:

- A: unitat de disquet
- C: disc dur
- D: unitat de CD

Respecte als directoris o carpetes principals que tenim en els sistemes Microsoft, passarem a veure els principals. Farem referència al sistema operatiu Windows 7.

#### El directori \Boot

Aquest directori conté arxius i directoris utilitzats en l'arrencada del sistema. Normalment es troba en una partició que es crea al instal·lar el sistema (tot això s'ha vist en el tema Arrencada i parada del sistema).

#### El directori \Archivos de programa

La majoria dels programes (inclosos els programes i eines que vénen amb Windows 7) instal·len els fitxers que necessiten en les subcarpetes de la carpeta "Arxius de programa". Nosaltres podem tenir l'opció de triar una carpeta diferent, però poques vegades tindrem una raó per fer-ho.

Després d'instal·lar un programa no s'ha de moure, copiar, canviar el nom o eliminar les seues carpetes i arxius, i si es fa, és possible que no es puga executar o desinstal·lar el programa.

#### El directori \PerfLogs

En aquesta carpeta es crea la informació sobre rendiment i monitorització del sistema.

#### El directori \Usuaris

La primera vegada que entrem en l'equip amb un compte d'usuari, Windows 7 crea una carpeta per al compte d'usuari a la carpeta "Usuaris". Aquesta carpeta conté 12

subcarpetes, que podem referenciar-les com carpetes personals.

Onze d'eixes carpetes personals són visibles en el seu compte d'usuari i són: Contactes, Escriptori, Documents, Descàrregues, Enllaços, Imatges, Jocs guardats, Marcadors, Música, Recerques i Vídeos. Una carpeta està oculta, AppData que conté informació sobre la configuració del nostre compte d'usuari per a Windows i per a els programes que utilitza.

A més de la carpeta del compte d'usuari, específica per a cada compte d'usuari, la carpeta "Usuaris" també conté una carpeta pública, "Accés públic", amb subcarpetes que són accessibles per a qualsevol usuari connectat a l'ordinador. Dins d'aquestes carpetes compartides, 6 d'elles són visibles: Documents, Descàrregues, Música, Imatges, TV gravada i Vídeos. 3 subcarpetes estan ocultes: Desktop, Preferits, i la Biblioteca.

Si volem compartir arxius per a qualsevol persona que entre a l'equip, podem guardar-los en les carpetes públiques en lloc de les seues carpetes personals.

## El directori \Windows

La majoria dels fitxers crítics del sistema operatiu s'emmagatzemen en aquesta carpeta. Nosaltres podem veure aquest directori i els seus subdirectoris, però a menys que realment sapiguem el que estem fent, és millor no tocar res.

## 4.2 Directoris en GNU/Linux

Un sistema Gnu/Linux resideix sota un arbre jeràrquic de directoris molt semblant a l'estructura del sistema d'arxius dels sistemes Unix.

Originàriament, aquest arbre de directoris no era 100% estàndard, podíem trobar diferències entre unes distribucions i altres. Açò va fer que diferent gent s'agruparen i desenvoluparen el projecte FHS (Filesystem Hierarchy Standard) al voltant de 1993, posteriorment s'aplicaria també en sistemes Unix (any 1995).

### 4.2.1 FHS: Filesystem Hierarchy Standard

Es defineix com un estàndard que detalla els noms, ubicacions, continguts i permisos dels arxius i directoris, per tant, podem considerar-lo com un conjunt de regles que especifiquen una estructura i distribució comú dels directius i arxius dels sistemes GNU/Linux.

FHS és un document per a guiar, però qualsevol persona, empresa i/o organització que cree una nova distribució pot aplicar-lo o no. Si aquest s'aplica a la distribució en qüestió, aquesta serà més compatible i comprensible per a la resta de gent.

Aquest estàndard és bastant flexible, i per tant hi han diferències en l'aplicació de les pautes o normes que marca entre les diferents distribucions GNU/Linux.

### 4.2.2 Tot són arxius

En els sistemes GNU/Linux (i també en Unix), tot són arxius. Tant el programari com el maquinari són arxius. Per tant una impressora, un DVD, el monitor, un directori o un fitxer de text són arxius segons la representació d'aquests sistemes operatius.

Tots hem escoltat o escoltarem conceptes com muntar o desmuntar un CD, un USB, etc. Per exemple el CD es munta com un directori en el sistema d'arxiu. En aquest directori trobarem el contingut del CD si el tenim muntat i res en cas contrari.

Per comprovar que tenim muntat en el nostre sistema podem executar, per exemple, la següent ordre:

```
mount
```

Aquest és un concepte bàsic i molt important per conèixer i entendre el funcionament dels sistemes GNU/Linux.

### 4.2.3 Organització del sistema d'arxius segons FHS

#### El directori arrel ( / )

Tot sorgeix a partir del directori arrel. Aquest és com el punt d'inici de qualsevol altre directori o arxiu del nostre sistema.

És interessant i desitjable que aquest siga xicotet per temes de seguretat i funcionament (no haurem de crear directoris o arxius directament en aquest directori). Aquest ha de ser l'únic directori en el nivell superior de l'arbre jeràrquic d'arxius i, no hem de poder moure's més enllà del mateix.

#### El directori /bin

En aquest directori es situa el codi binari o compilat dels programes i comandos que poden utilitzar tots els usuaris del sistema.

En aquest directori no ha d'haver subdirectoris.

#### El directori /boot

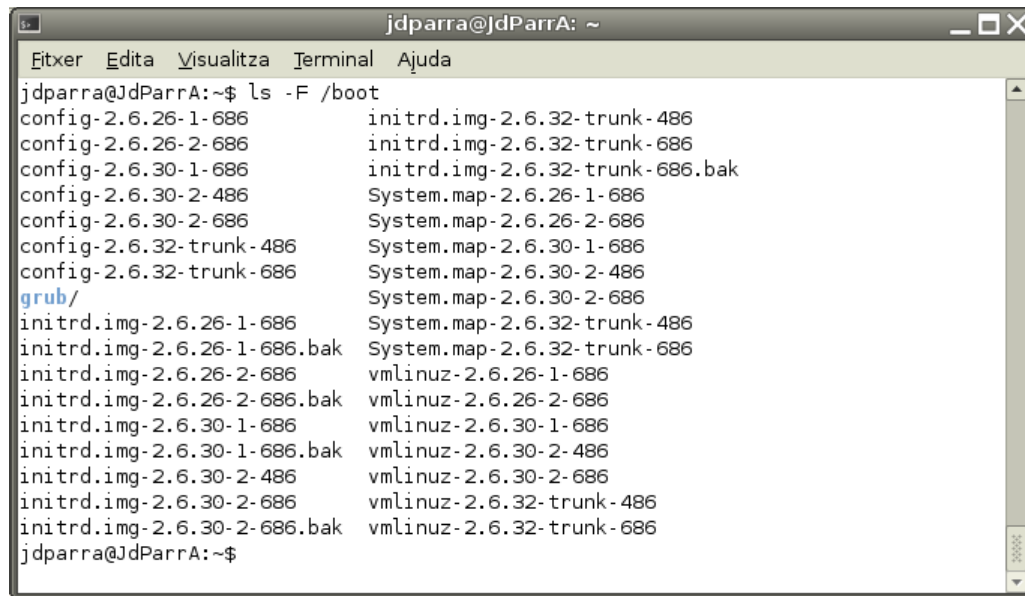
Aquest directori conté tot el necessari per a que funcione el procés d'arrencada del sistema. Emmagatzema les dades que s'utilitzen abans de que el nucli comence a executar programes en mode usuari.

El nucli del sistema operatiu (normalment es guarda en el disc dur com un fitxer imatge anomenat `vmlinuz-versió_nucli`) ha de situar-se en aquest directori o en l'arrel del sistema (/).

Nota: El nucli té la capacitat de crear dos entorns o maneres d'execució totalment separats. Un d'ells està reservat per al propi nucli, denominat "mode nucli"; i l'altre està reservat per a la resta de programes, anomenat "mode usuari". Realment es creen dos entorns totalment separats, és a dir, cadascun té la seua pròpia zona de memòria i processos independents.

Adonem-nos que aquesta tècnica ofereix molta seguretat i estabilitat al sistema. Quan un procés del "mode usuari" necessita recursos de "mode nucli" (per exemple, accedir a la memòria USB) es fan ús de les "cridades al sistema" (interfície que ofereix el nucli per a la comunicació de la manera usuària amb el mode nucli).

A continuació veiem el contingut d'aquest directori (resultat de l'ordre `ls -F /boot`):



```
jdparra@JdParrA:~$ ls -F /boot
config-2.6.26-1-686      initrd.img-2.6.32-trunk-486
config-2.6.26-2-686      initrd.img-2.6.32-trunk-686
config-2.6.30-1-686      initrd.img-2.6.32-trunk-686.bak
config-2.6.30-2-486      System.map-2.6.26-1-686
config-2.6.30-2-686      System.map-2.6.26-2-686
config-2.6.32-trunk-486  System.map-2.6.30-1-686
config-2.6.32-trunk-686  System.map-2.6.30-2-486
grub/                   System.map-2.6.30-2-686
initrd.img-2.6.26-1-686  System.map-2.6.32-trunk-486
initrd.img-2.6.26-1-686.bak System.map-2.6.32-trunk-686
initrd.img-2.6.26-2-686  vmlinuz-2.6.26-1-686
initrd.img-2.6.26-2-686.bak vmlinuz-2.6.26-2-686
initrd.img-2.6.30-1-686  vmlinuz-2.6.30-1-686
initrd.img-2.6.30-1-686.bak vmlinuz-2.6.30-2-486
initrd.img-2.6.30-2-486  vmlinuz-2.6.30-2-686
initrd.img-2.6.30-2-686  vmlinuz-2.6.32-trunk-486
initrd.img-2.6.30-2-686.bak vmlinuz-2.6.32-trunk-686
jdparra@JdParrA:~$
```

En el meu cas hi han bastants fitxers perquè hi han diferents versions.

## El directori /dev

Aquest directori emmagatzema les definicions de tots els dispositius. En els sistemes GNU/Linux (i també en sistemes Unix) cada dispositiu té associat un arxiu especial.

És important conèixer que els dispositius poden ser de bloc o de caràcter. Normalment els de bloc són els que emmagatzemen dades i els de caràcter els que transfereixen dades.

Pot ser, l'estructura i contingut d'aquest directori siga complexa, però de moment el que hem de recordar que aquest directori s'utilitza per associar dispositius amb fitxers.

Nota: El subdirectori /dev/null és com un "forat negre". Qualsevol dada que es guardi ací, desapareix. S'utilitza per exemple per redirigir errors.

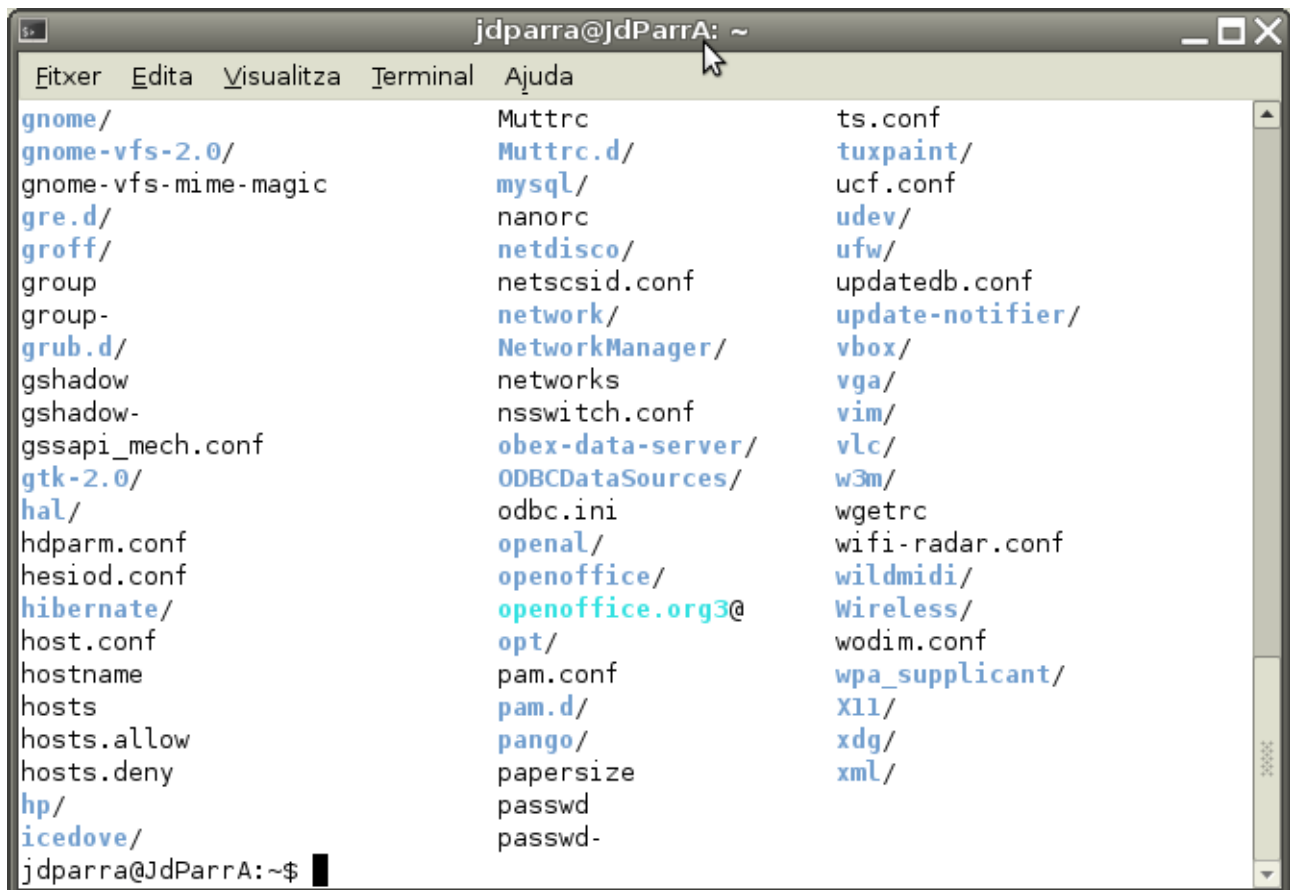
## El directori /etc

Conté arxius necessaris per a la configuració del sistema. Aquest són propis de l'ordinador i s'utilitzaran per a controlar el funcionament de diferents programes. Els tipus de fitxers que troben són estàtics i no són fitxers de text.

En aquest directori podem diferenciar alguns subdirectoris bastant importants com per exemple:

- X11: subdirectori per a la configuració del sistema de finestres.
- sgml: subdirectori per a la configuració de SGML.
- xml: subdirectori per a la configuració de XML.

A continuació veiem part del contingut d'aquest directori (resultat de l'ordre `ls -F /etc`):



## El directori /home

Conté els subdirectoris què són directoris personals dels diferents usuaris del sistema. Cada directori d'usuari és un lloc on es localitzen els fitxers personals de cada usuari i també els arxius de configuració propis de cadascú.

A banda dels usuaris del sistema, també hi han alguns serveis que creen en aquest directori el seu directori personal, per exemple ftp.

Recordar que l'usuari root (superusuari o administrador del sistema) té el seu directori personal en /root i no dins de /home.

## El directori /lib

Conté llibreries compartides (similar a les DLLs per als usuaris Windows) necessàries per a arrancar el sistema i per a els fitxers executables continguts en, per exemple, /bin. Normalment les llibreries són fitxers binaris escrits en C.

També conté mòduls del nucli essencials que permeten el funcionament de molts elements de maquinari. Aquest solen estar en /lib/modules/versió-del-kernel/.

Posteriorment veurem què són i com funcionen les llibreries i els arxius capçalera.

## El directori /media

Conté els subdirectoris que s'utilitzen com a punts del muntatge per als mitjans d'emmagatzematge, com ara disquets, CD-ROM i memòries USB's.

## El directori /mnt

Conté sistemes d'arxius muntats temporalment. És un directori similar a /media, però utilitzat majoritàriament per els usuaris. Serveix per muntar discs durs i/o particions de forma temporal en el nostre sistema.

## El directori /opt

Conté paquets de programes opcionals d'aplicacions estàtiques, és a dir, que poden ser compartides entre els usuaris. Aquestes aplicacions no guarden les seues configuracions en aquest directori; d'aquesta manera, cada usuari pot tenir una configuració diferent d'una mateixa aplicació, de manera que es comparteix l'aplicació però no les configuracions dels usuaris, les quals es guarden en el seu respectiu directori en /home.

## El directori /proc

Conté principalment arxius de text, sistema de fitxers virtuals que documenten al nucli i l'estat dels processos en arxius de text (per exemple, uptime, network).

Per tant el contingut d'aquest directori és virtual i no existeix realment, ja que només ho fan en la memòria. Com hem dit, són arxius que contenen informació sobre el nostre sistema.

## El directori /root

És el directori arrel de l'usuari root (per defecte l'usuari administrador del sistema). Aquest funciona com les carpetes /home, però en aquest cas és només per al superusuari del sistema.

## El directori /sbin

Sistema de binaris essencial, comandaments i programes exclusius de superusuari (root), per exemple, init, route, ifup. Un usuari pot executar algun d'aquestes aplicacions de comandes, si té els permisos suficients, o bé, si té la contrasenya de root.

Els programes i comandaments que s'utilitzen per a l'administració del sistema s'emmagatzemen en /sbin, /usr/sbin i /usr/local/sbin. En particular, /sbin conté només els executables essencials per a l'arrancada, recuperació i reparació del sistema.

Tots aquest directoris (/sbin, /usr/sbin i /usr/local/sbin) s'utilitzen amb una finalitat administrativa per tant només l'administrador podrà executar-los (en principi).

## El directori /srv

Conté els fitxers de dades específiques per a cada servei instal·lat al sistema.



## El directori /tmp

Directorí on es guarden els arxius temporals.

## El directori /usr

És la segona secció més gran o estructura jeràrquica més gran (després del directori arrel) del sistema de fitxers.

Aquest està pensat per emmagatzemar dades que puguin compartir-se amb altres equips. Aquestes dades han de ser de només lectura.

És un directori que moltes vegades, o en instal·lacions sobre equips servidors, solen tenir la seua pròpia partició. Normalment en aquest directori s'emmagatzema el programari instal·lat en el sistema.

Altres subdirectoris interessants dins d'aquest són:

- /usr/bin: ordres binaries “no administratius” per a tots els usuaris. Són de només lectura, però poden tenir la seua pròpia configuració per a cada usuari dins del seu directori “home”.
- /usr/games: directori de jocs
- /usr/include: arxius de capçalera (Header files o Include files), és a dir, arxius d'inclusió estàndard. GNU/Linux està escrit en C (principalment). En C és possible utilitzar funcions que ja estiguen predefinides (com molts altres llenguatges de programació) per incloure-les en el programa que estem fent. Aquesta tècnica es s'anomena programació modular. Aquestes funcions s'anomenen comunament arxius capçalera (.h de header) i contenen les declaracions externes d'una llibreria. La manera d'incloure aquests arxius capçalera en el nostre programa, és fent ús de la directiva include; d'aquí la denominació del subdirectorí.
- /usr/lib: aquest directorí inclou biblioteques compartides i fitxers binaris pensats per no ser executats directament pels usuaris del sistema. Inclou biblioteques compartides dels binaris en /usr/bin.
- /usr/local: és per a ús de l'administrador del sistema quan instal·la programari localment. Pot usar-se per a programes i dades que són compartibles entre un grup de màquines. Aquest subdirectorí té una estructura similar a la del directorí /usr.
- /usr/sbin: conté comandaments i programes no essencials usats exclusivament pel administrador del sistema, per exemple, dimonis per a diversos serveis de xarxa. És a dir, conté programes que no proporcionen una interfície d'usuari i generalment s'executen a l'inici del sistema o en certes circumstàncies. No són directament manejats per l'usuari mentre s'executen, encara que sí poden ser configurats abans que siguin executats.
- /usr/share: arquitectura independent i compartida de dades. En altres paraules, conté les dades compartits que no depenen de l'arquitectura del sistema. Això pot incloure imatges, sons, etc., Per a la disponibilitat en el sistema i els seus aplicacions. Poden ser plantilles, per exemple, encara que generalment són fitxers que el sistema utilitza

directament.

- `/usr/src`: codis font d'algunes aplicacions. Igual que `/mnt`, aquesta carpeta és manejada pels usuaris directament per que aquests puguin guardar en ell el codi font de programes i biblioteques i així puguin accedir fàcilment, sense problemes amb permisos. Permet que el codi font tinga un espai propi, accessible però apartat de tots els usuaris.

## El directori `/var`

Aquest directori va ha contenir fitxers de dades variables i temporals, així com arxius spool (fitxers emmagatzemats en "fila" en espera a executar-se, com ara cues de impressió). Tots els log del sistema i les generades pels serveis instal·lats, s'ubiquen dins d' l'estructura jeràrquica de `/var`. Això vol dir que la mida global d'aquest directori va ha créixer constantment.

La utilitat de `/var` està en poder detectar problemes per prevenir-los i solucionar-los. És aconsellable muntar en una nova partició aquest directori. Si no es pogués, és preferible ubicar `/var` fora de la partició arrel i de la partició `/usr`.

Ací també tenim alguns directoris que és interessant comentar:

- `/var/cache`: subdirectori pensat per albergar dades d'aplicacions en cache (utilitzats en un espai breu de temps). El sistema de paquets de Debian (`apt-get`), manté i emmagatzema tots els paquets que ens hem instal·lat amb el gestor de paquets `apt-get`.
- `/var/crash`: es dipositen dades i informació, referents a les caigudes o errors del sistema operatiu. És més específic que `/var` en general.
- `/var/lib`: ací trobem informació sobre l'estat variable de les aplicacions.
- `/var/lock`: ací es guarden els fitxers que estan bloquejats pel sistema. Arxius Locks que són aquells que fan el seguiment dels recursos que s'utilitzen actualment.
- `/var/log`: ací es guarden els registres generats pel sistema operatiu i per diversos serveis.
- `/var/mail`: GNU/Linux enviarà ací els arxius de correu de cada usuari del sistema.
- `/var/run`: conté fitxers amb informació del sistema que el descriuen des que es va arrencar. Generalment, es esborrarà tots els fitxers que pengen d'aquest subdirectori al començar el procés d'arrencada. Aquests arxius amb informació del sistema són els anomenats "arxius identificadors de processos" o PID, que guarden l'identificador del procés (Process ID).
- `/var/spool`: conté fitxers emmagatzemats en forma de cua de treballs per a un processament posterior.
- `/var/tmp`: serveix per emmagatzemar algunes dades temporals i d'aquesta forma no saturem el directori `/tmp`.

## Altres directoris

Existeixen altres directoris que no especifica l'estàndard FHS, però que són importants:

- Directori /lost+found. "Perduts i trobats" Les eines i utilitats per restaurar i/o reparar el sistema de fitxers emmagatzemen dades en aquest directori. És un espai temporal on es guarden les dades que es recuperen després d'una caiguda del sistema. Fixem-nos que, normalment per cada partició que creiem hi haurà un /lost+found en el nivell superior.
- Directori /proc (vist en un punt anterior): és un sistema de fitxers virtual. Es genera i actualitza dinàmicament, és a dir, no es manté en el disc dur sinó en la memòria RAM. És el sistema qui ho crea i el destrueix. Aquest directori conté informació sobre els processos, el nucli i informació relativa al sistema.

## 5.- Permisos i atributs

Apunts de SOM: BI3-UT7 punt 3 Windows, BI3-UT8 punt 3 Linux.

En atributs de Linux explicar els ocults (punt).

### 5.1.- Permisos i atributs en Windows

Un atribut és una característica d'un arxiu o carpeta que s'aplica a tots els usuaris. Per exemple l'atribut Ocult fa que l'arxiu no aparega quan entrem al seu directori. Els atributs dels arxius i carpetes s'utilitzen des de les primeres versions del sistema de fitxers FAT.

El sistema de fitxers NTFS, a més dels atributs, inclou el concepte de permisos. Els permisos d'un arxiu o carpeta defineixen què pot fer cada usuari amb eixe arxiu o carpeta (si pot o no llegir-lo, si pot canviar-lo si el pot eliminar, etc). Els sistemes Microsoft a partir de Windows XP (incloent Vista i 7) utilitzen els sistemes de fitxers NTFS per la qual cosa podem aplicar permisos a arxius o carpetes ubicats en particions amb format NTFS.

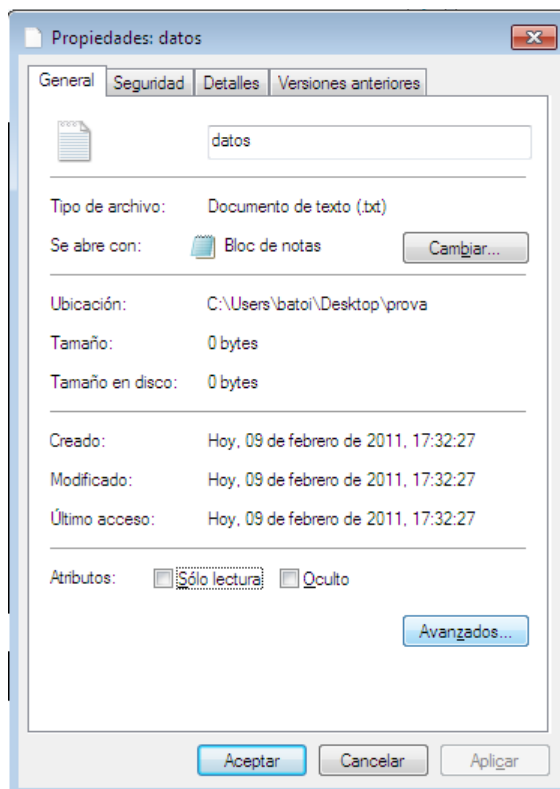
#### 5.1.1 Atributs

Com hem comentat abans els atributs són característiques d'un arxiu o carpeta i els podem utilitzar tant en particions FAT com NTFS. Els atributs que pot tindre un fitxer o carpeta són:

- Ocult (H): indica que el fitxer no es veu al entrar en el seu directori
- Només lectura (R): indica que no podem modificar el contingut del fitxer

Per a veure i establir els atributs d'un arxiu o carpeta el seleccionem i amb el botó dret del ratolí seleccionem Propietats.

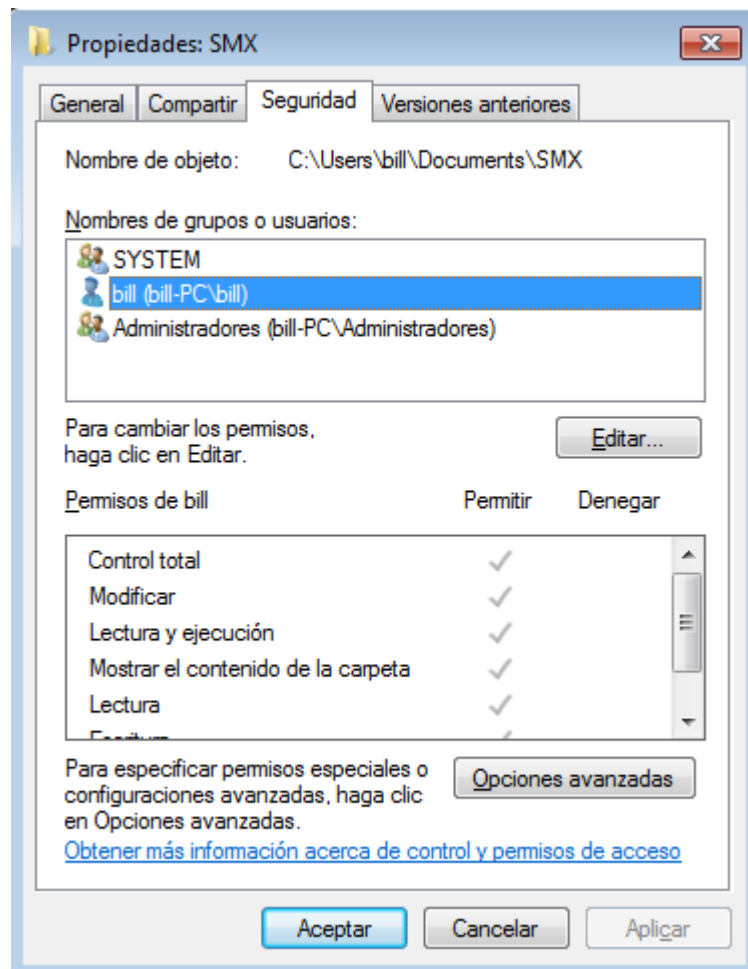
A més dels 2 atributs que utilitzem habitualment hi ha dos més que utilitza Windows que són el de Sistema (S) que vol dir que es tracta d'un arxiu especial del sistema operatiu i el de Accedit (A) que utilitza per a fer còpies de seguretat.



#### 5.1.2 Configuració de permisos NTFS

A diferència dels atributs que s'apliquen a tots els usuaris els permisos s'especifiquen per a cada usuari o grup concret, el que vol dir que sobre un mateix arxiu un usuari tindrà uns permisos diferents del que té altre usuari.

Per a veure i establir els permisos d'un arxiu o carpeta el seleccionem i amb el botó dret del ratolí seleccionem Propietats i anem a la pestanya de Seguretat:



En la finestra apareix en primer lloc la ruta del recurs (fitxer o directori) del qual estem veiem els seus permisos. En aquest cas és el fitxer datos.txt.

A continuació tenim els usuaris i grups amb permisos sobre aquest recurs. En la imatge tenen permisos el grup SYSTEM, l'usuari BATOI i el grup ADMINISTRADORS. Els que la seua icona és una persona es tracta d'un usuari i els que són dos persones és un grup.

Un grup és un conjunt d'usuaris (per exemple en el grup Administradores estan tots els usuaris que siguen administradors de l'equip i en el grup Usuaris autenticats tots els usuaris que han entrat amb un usuari i una contrasenya). Quan assignem permisos a un grup tots els usuaris que pertanyen al grup tindran eixos permisos. El grup SYSTEM és un grup especial que utilitzen algunes utilitats de Windows per a fer el seu treball (per exemple el programa de còpies de seguretat necessita permisos per a accedir als fitxers dels quals ha de fer còpia).

En la part inferior de la finestra trobem quins permisos tenen l'usuari o grup seleccionat dalt. En aquest cas podem veure que l'usuari Batoi té permís de Control Total sobre aquesta carpeta. EL permís Control total inclou els permisos de Modificar, Lectura i execució, Lectura i Escripura per la qual cosa apareixen tots marcats.

### 5.1.3 Permisos estàndard i especials

En Windows trobem 2 tipus de permisos NTFS:

- Permisos NTFS **especials**: controlen cada acció que un usuari pot o no fer sobre una carpeta o arxiu. Són molts i és prou complexa la seua administració
- Permisos NTFS **estàndard**: són combinacions de varis permisos NTFS especials per a fer més senzill el seu ús. Normalment utilitzarem només els permisos estàndard i si en algun moment necessitem un major grau de control utilitzem els permisos especials.

Els permisos estàndard que usuaris i grups poden tindre sobre arxius i carpetes són 6 encara que nosaltres quasi sempre utilitzarem només els 3 primers:

- Control total : permet fer qualsevol cosa, incloent canviar els permisos o la propietat del arxiu o carpeta. Aquest permís inclou tots els altres.
- Modificar : permet fer qualsevol cosa amb el recurs, com llegir, modificar o eliminar però no permet canviar els permisos. Aquest permís inclou els permisos de Llegir i executar i Escriptura.
- Llegir i executar : permet llegir el recurs i executar-lo si es tracta d'un programa. Si és una carpeta podem veure el seu contingut i entrar dins. Aquest permís inclou el permís de Llegir i, en el cas de carpetes, inclou el de Mostrar el contingut.
- Mostrar el contingut de la carpeta: s'aplica a carpetes i permet veure el seu contingut i entrar dins de la carpeta
- Llegir: permet veure el contingut (si és una carpeta veure els fitxers que conté però no entrar dins) i veure els seus atributs i permisos.
- Escriure: si és un fitxer permet modificar-lo i si és una carpeta permet copiar fitxers dins Però no eliminar res ni llegir-lo (si és un fitxer) o veure el seu contingut ni entrar dins (si es una carpeta).

La majoria de vegades utilitzem només els permisos de Control total, Modificar o Llegir i executar.

En la següent taula podem veure cada permís estàndard a quins permisos especials correspon. La primera taula mostra els permisos per als fitxers i la segona per a les carpetes (que és on normalment donarem els permisos):



Permiso especial	Control total	Modificar	Lectura y ejecución	Leer	Escribir
Recorrer carpeta / Ejecutar archivo	Sí	Sí	Sí	No	No
Listar carpeta / Leer datos	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Atributos de lectura	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Atributos extendidos de lectura	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Crear archivos / Escribir datos	Sí	Sí	No	No	Sí
Crear carpetas / Anexar datos	Sí	Sí	No	No	Sí
Atributos de escritura	Sí	Sí	No	No	Sí
Atributos extendidos de escritura	Sí	Sí	No	No	Sí
Eliminar subcarpetas y archivos	Sí	No	No	No	No
Eliminar	Sí	Sí	No	No	No
Permisos de lectura	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Cambiar permisos	Sí	No	No	No	No
Tomar posesión	Sí	No	No	No	No

Permiso especial	Control total	Modificar	Lectura y ejecución	Listar el contenido de la carpeta	Leer	Escribir
Recorrer carpeta / Ejecutar archivo	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No
Listar carpeta / Leer datos	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Atributos de lectura	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Atributos extendidos de lectura	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Crear archivos / Escribir datos	Sí	Sí	No	No	No	Sí
Crear carpetas / Anexar datos	Sí	Sí	No	No	No	Sí
Atributos de escritura	Sí	Sí	No	No	No	Sí
Atributos extendidos de escritura	Sí	Sí	No	No	No	Sí
Eliminar subcarpetas y archivos	Sí	No	No	No	No	No
Eliminar	Sí	Sí	No	No	No	No
Permisos de lectura	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Cambiar permisos	Sí	No	No	No	No	No
Tomar posesión	Sí	No	No	No	No	No
Sincronizar	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

## Definició dels permisos especials

Els següents permisos especials els podem configurar per arxius i carpetes.

- Recórrer carpeta o executar arxiu
  - Per carpetes: permet o impedeix que l'usuari passe d'una carpeta a una altra per

arribar a altres arxius o carpetes, fins i tot encara que l'usuari no tinga permisos per les carpetes recorregudes (només s'aplica a carpetes). Recórrer carpeta només té efecte quan el grup o l'usuari no se li ha concedit el permís “Evita comprovació de recorregut”, que comprova els drets d'usuari en el complement Directiva de grup. Per defecte es concedeix al grup Tots el dret d'usuari Evita comprovació de recorregut.

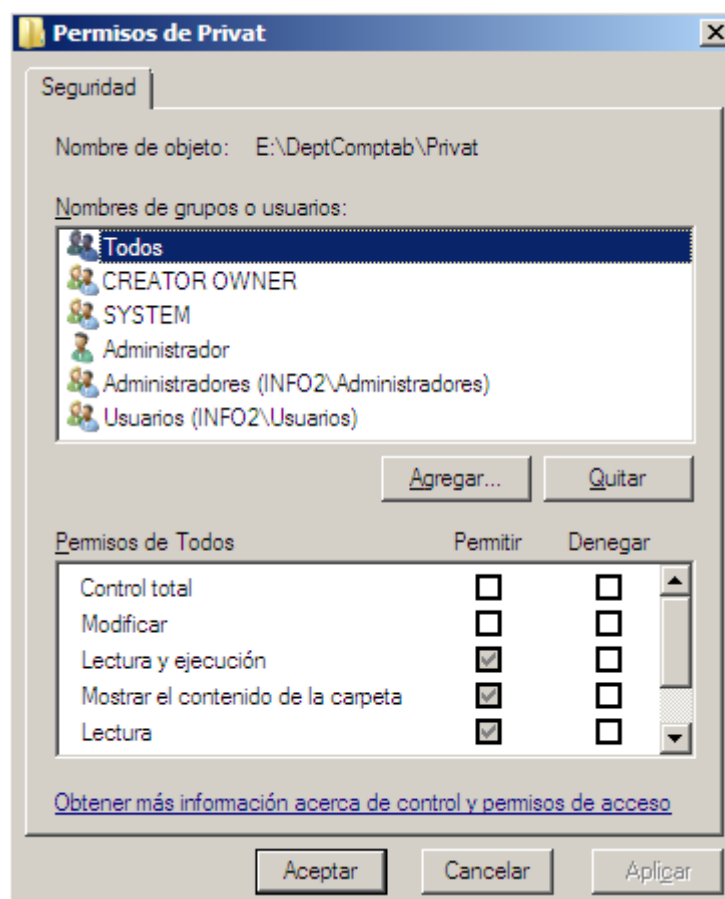
- Per a fitxers: permet o denega els arxius de programa que hi ha en execució (només s'aplica a arxius).
- Llistar carpeta / Llegir dades: permet o impedeix que l'usuari vegi els noms de fitxer i de subcarpeta a la carpeta. El permís `listdir` només afecta al contingut d'aquesta carpeta, no a si es mostra o no el contingut de la carpeta per a la qual està configurant el permís. Això s'aplica només a carpetes. El permís `lstat` permet o impedeix veure dades d'arxius (només s'aplica a arxius).
- Atributs de lectura: permet o impedeix que l'usuari vegi els atributs d'un arxiu o d'una carpeta, com només lectura i ocult. Els atributs estan definits pel sistema de fitxers NTFS.
- Atributs estesos de lectura: permet o impedeix que l'usuari vegi els atributs estesos d'un arxiu o d'una carpeta. Els atributs estesos estan definits pels programes i poden variar d'un a l'altre.
- Crear arxius / Escriure dades: el permís “Crear arxius” permet o impedeix a l'usuari crear arxius a la carpeta (s'aplica només a carpetes). El permís “Escriure dades” permet o impedeix que l'usuari faci canvis en l'arxiu i sobreescriu contingut existent (s'aplica només a arxius).
- Crear carpetes / Annexar dades: El permís “Crear carpetes” permet o impedeix a l'usuari crear carpetes a la carpeta (s'aplica només a carpetes). El permís “Annexar dades” permet o impedeix que l'usuari faci canvis al final del fitxer però que no canvie, esborre ni sobreescriba dades existents (s'aplica només a arxius).
- Atributs d'escriptura: permet o impedeix que l'usuari canvie els atributs d'un arxiu o d'una carpeta, com només lectura i ocult. Els atributs estan definits pel sistema de fitxers NTFS. Aquest permís no implica la creació o eliminació d'arxius o carpetes, només inclou el permís per fer canvis en els atributs d'un arxiu o d'una carpeta.
- Atributs estesos d'escriptura: permet o impedeix que l'usuari canvie els atributs estesos d'un arxiu o d'una carpeta. Els atributs estesos estan definits pels programes i poden variar d'un a l'altre. Aquest no implica que l'usuari pugui crear o eliminar arxius o carpetes, només inclou el permís per fer canvis en els atributs d'un arxiu o d'una carpeta.
- Eliminar subcarpetes i arxius: permet o impedeix que l'usuari elimini subcarpetes i arxius, fins i tot encara que no s'haja concedit el permís `delete` per la subcarpeta o l'arxiu. Aquest permís s'aplica només a les carpetes.
- Eliminar: permet o impedeix que l'usuari elimini l'arxiu o la carpeta. Si no té el permís `delete` per un arxiu o una carpeta, podem eliminar si se li han concedit els permisos Eliminar subcarpetes i arxius a la carpeta principal.



- Llegir permisos: permet o impedeix que l'usuari llegeixi permisos de l'arxiu o de la carpeta, com Control total, Llegir i Escriure.
- Canviar permisos: permet o impedeix que l'usuari canvie permisos de l'arxiu o de la carpeta, com Control total, Llegir i Escriure.
- Prendre possessió: permet o impedeix que l'usuari prengui possessió del fitxer o de la carpeta. El propietari d'un arxiu o d'una carpeta pot canviar els permisos corresponents, qualssevol que siguin els permisos existents que protegeixen el fitxer o la carpeta.
- Sincronitzar: permet o impedeix que diferents subprocessos esperen al controlador de l'arxiu o de la carpeta i es sincronitzen amb un altre subprocés que pugui assenyalar. Aquest permís s'aplica únicament a programes multiprocés de múltiples subprocessos.

#### 5.1.4 Afegir permisos

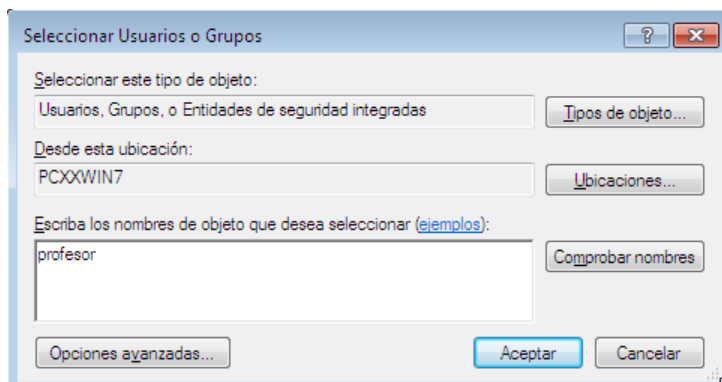
Per a canviar els permisos d'un arxiu o carpeta des de la pestanya de Seguretat utilitzem el botó d'Editar:



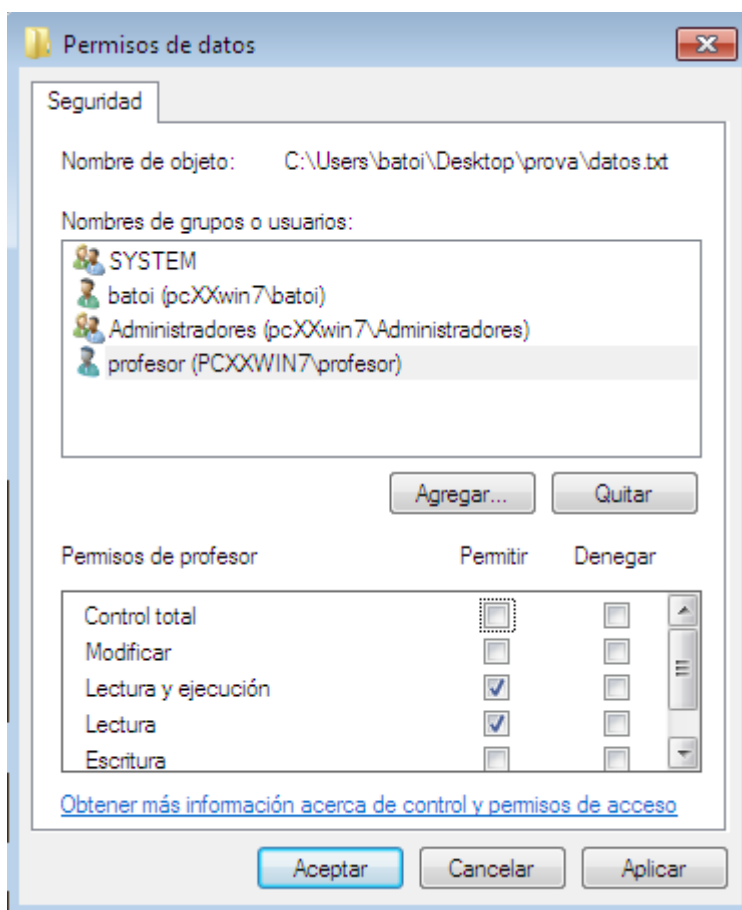
Els permisos que apareixen en gris són permisos heretats de la carpeta pare i no els podem llevar (posteriorment veurem com llevar-los).

Per a afegir un permís a un usuari o grup dels que ja tenen permisos només hem de marcar-lo. El nou permís apareix en negre i si volem el podem llevar desmarcant-lo.

Per a donar permisos a un usuari o grup que no està en la llista prenem el botó d'Afegir:



Escrivim el nom de l'usuari o grup i premem el botó a'Aceptar. Ja apareix en la llista d'usuaris i podem marcar els permisos que desitgem:



Si posteriorment volem llevar-li tots els permisos el seleccionem i premem el botó de Llevar.

### 5.1.5 Permisos heretats i explícits

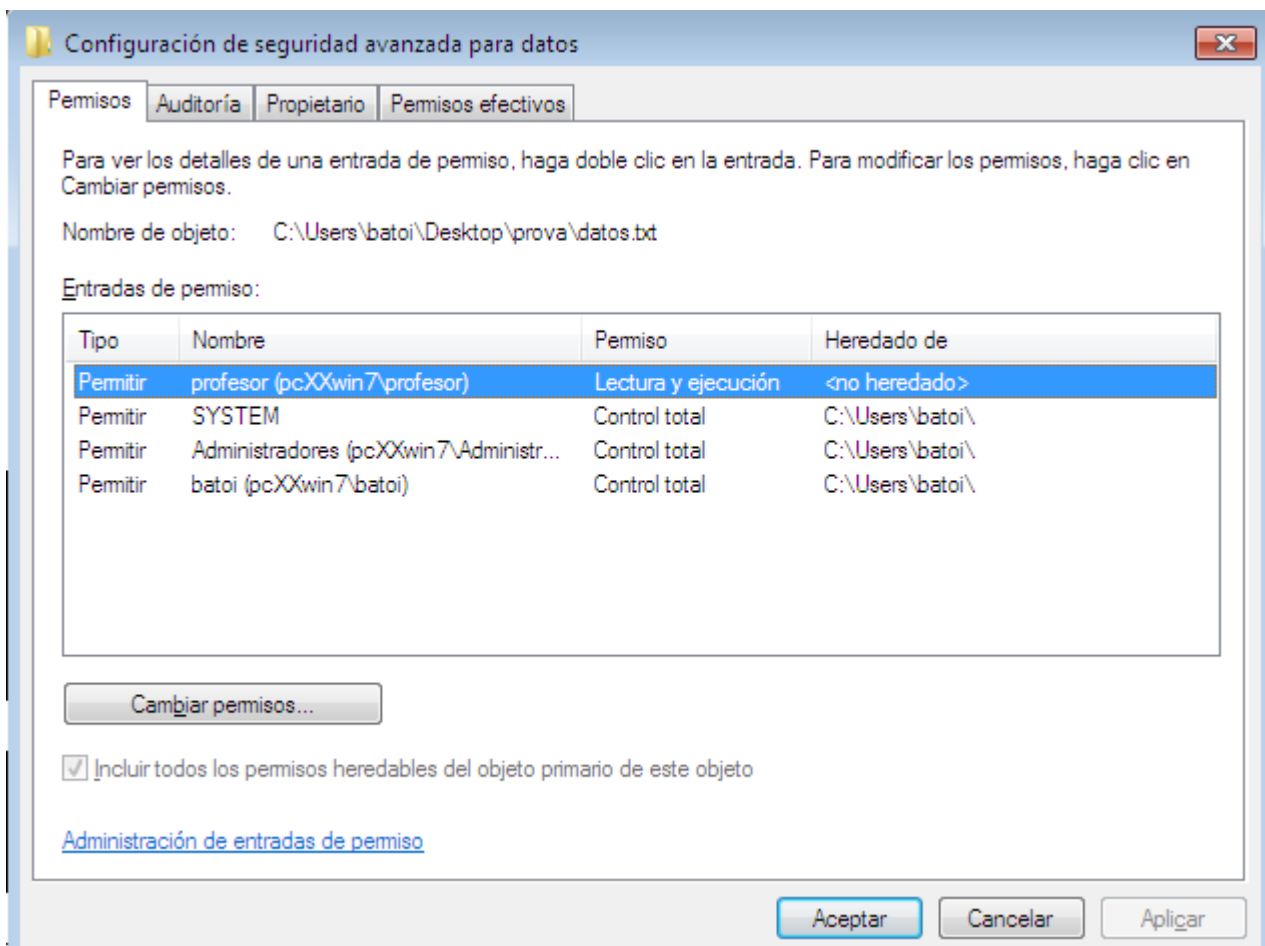
Al crear una carpeta o arxiu este hereta els permisos de la carpeta o unitat on es crea. Estos permisos es diuen permisos heretats. L'herència és una funcionalitat molt pràctica perquè els permisos que definim sobre una carpeta els tindran també tots els arxius i subcarpetes que continga.

A més deixos permisos qualsevol usuari que tinga permís de Control total sobre el recurs (per exemple el seu propietari) pot afegir permisos anomenats explícits.

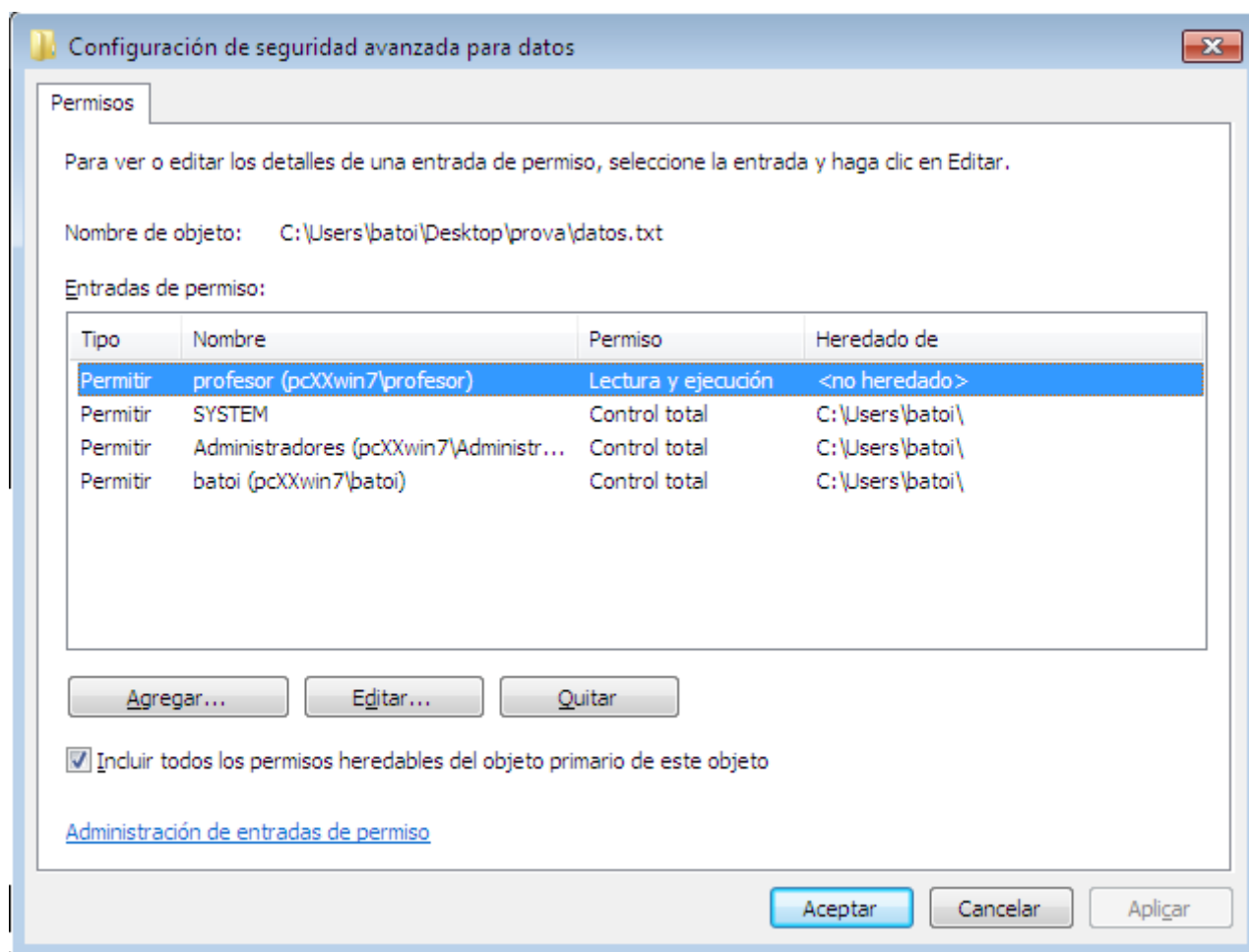
Els permisos que apareixen en gris són permisos heretats i els que apareixen en negre són permisos explícits.

En alguns casos voldrem que un objecte no herete els permisos del seu objecte pare. Per a eliminar l'herència d'un objecte des del la pestanya de Seguretat premem el botó Opcions avançades.

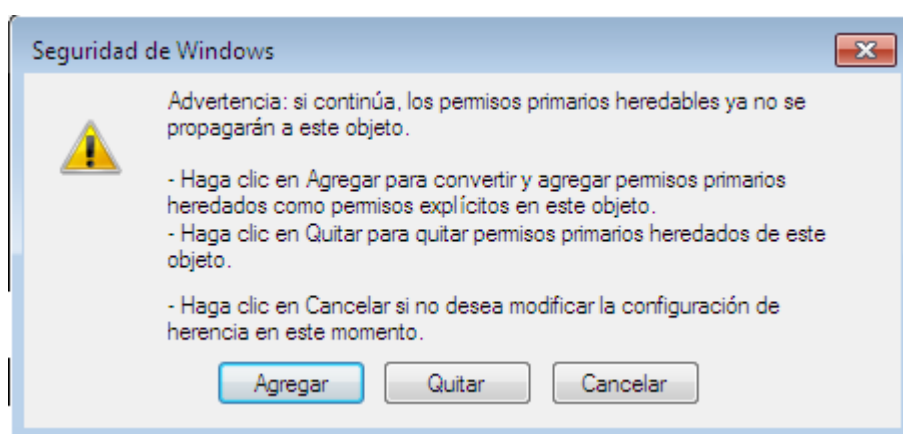
Des d'ací podem veure tots els permisos que té definits l'objecte i si són heretats o no:



Com podem veure els membres del grup Usuaris de vendes tenen permís de Modificar i és un permís explícit, la resta són permisos heretats. Per a modificar els permisos premem el botó Canviar permisos:



Des d'ací podem afegir, eliminar o editar els permisos a nivell de permisos especials. Per a fer que este objecte no herete els permisos del seu objecte pare desmarquem la casella de Incloure tots els permisos heretables. Al fer-lo apareix la següent pantalla:



Les opcions que ens dona són:

- Agregar: tots els permisos heretats es copien a l'objecte com si fórem permisos explícits de manera que podem canviar-los si volem. És l'opció que triarem

habitualment

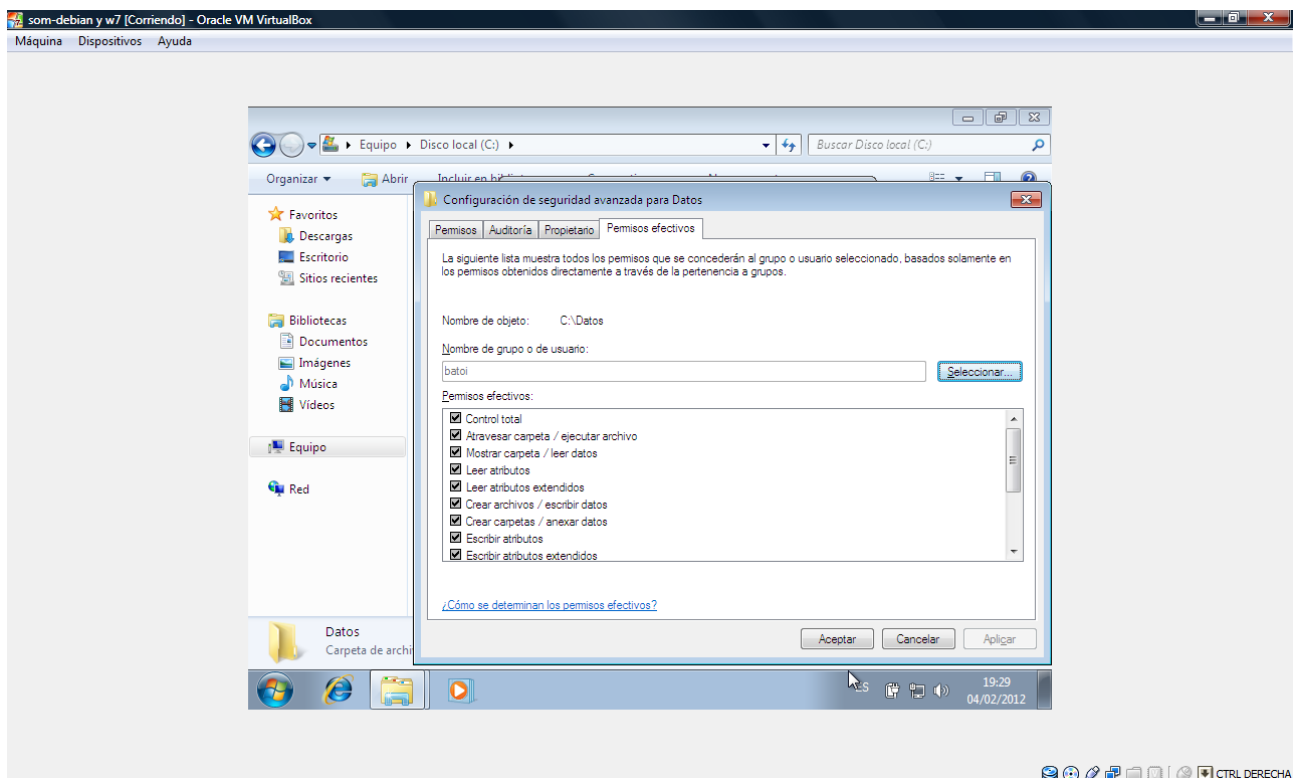
- Llevar: tots els permisos heretats s'eliminen de l'objecte

Ara ja l'objecte no té permisos heretats sinó que tots són explícits i podem canviar-los com vulguem.

### 5.1.6 Permisos efectius

Que un usuari tinga o no permís sobre un arxiu o carpeta depèn dels permisos de l'usuari, dels permisos de tots els grups a que pertany l'usuari, dels permisos explícits de l'objecte i dels permisos heretats del mateix. Per això a vegades es fa difícil determinar quins permisos reals tenim sobre algun recurs.

Windows inclou una funcionalitat que ens permet visualitzar els permisos efectius de qualsevol usuari sobre una carpeta o arxiu determinat. Des del menú contextual -> Propietats -> pestanya Seguretat -> botó Opcions avançades -> pestanya Permisos efectius:



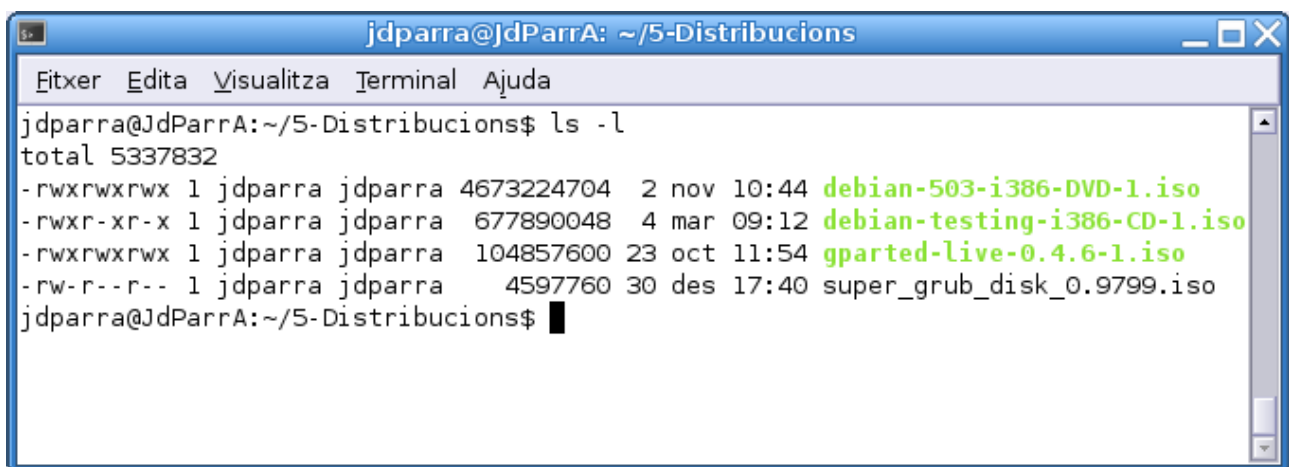
Des del botó Seleccionar indiquen l'usuari o grup del qual volem veure els permisos sobre este arxiu o carpeta i en el àrea de permisos efectius es mostren.

## 5.2.- Permisos en Gnu/Linux

### 5.2.1 Introducció

En qualsevol sistema operatiu multiusuari necessitem que els fitxers que guardem en el nostre disc puguin tenir una sèrie de propietats que ens permeten veure'ls, modificar-los o executar-los per als usuaris que nosaltres hem definit.

Encara que hi ha diverses alternatives per a dur a terme això, GNU/Linux utilitza el sistema clàssic d'usuaris i grups, que ens permet qualsevol configuració possible. El que interessa és definir, per a cada fitxer o directori, a quin usuari i a quin grup pertany i quins permisos té per a cadascun d'ells, així com per a la resta d'usuaris del sistema. En executar **ls -l** veurem com a cada arxiu del directori on som apareix una línia semblant a la següent:



```
jdparra@JdParrA: ~/5-Distribucions
Fitxer  Edita  Visualitza  Terminal  Ajuda
jdparra@JdParrA:~/5-Distribucions$ ls -l
total 5337832
-rwxrwxrwx 1 jdparra jdparra 4673224704  2 nov 10:44 debian-503-i386-DVD-1.iso
-rwxr-xr-x 1 jdparra jdparra  677890048  4 mar 09:12 debian-testing-i386-CD-1.iso
-rwxrwxrwx 1 jdparra jdparra 104857600 23 oct 11:54 gparted-live-0.4.6-1.iso
-rw-r--r-- 1 jdparra jdparra  4597760 30 des 17:40 super_grub_disk_0.9799.iso
jdparra@JdParrA:~/5-Distribucions$
```

Els primers deu caràcters (començant per l'esquerra) ens indiquen els permisos del fitxer de la manera següent:

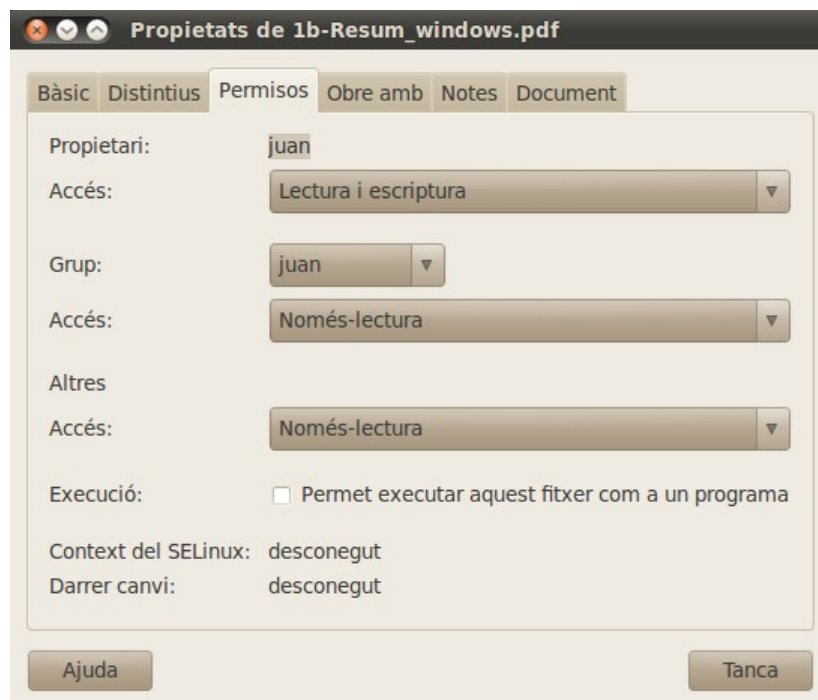
- Caràcter 1: aquesta entrada ens indica si és un fitxer o un directori. En el cas de ser un fitxer, apareix el caràcter "-", mentre que per als directoris hi apareix una "d".
- Caràcters 2, 3, 4: ens indiquen, respectivament, els permisos de lectura, escriptura i execució per al propietari del fitxer. En el cas de no tenir el permís corresponent activat, hi trobem el caràcter "-" i si no "r", "w" o "x", segons si el podem llegir (read), escriure (write) o executar (execute). En el cas d'un directori la "x" significa que podem entrar dins del directori. En el tercer caràcter, a més, ens podem trobar una "s", que ens indica si l'arxiu és de tipus SetUserld, que significa que en executar-lo obtindrà els permisos del propietari del fitxer (si només té el permís "x", quan el programa s'executa ho fa amb els permisos de qui l'haja llançat).
- Caràcters 5, 6, 7: aquests caràcters tenen exactament el mateix significat que els anteriors, però fan referència als permisos concedits als usuaris del grup a què pertany el fitxer. En el caràcter 7 també podríem tenir una fisfi (ó fiSfi) si l'arxiu és de tipus SetGroupld, que significa que els arxius i directoris que es creen dins tindran aquest grup com grup propietari.

- Caràcters 8, 9, 10: igual que en el cas anterior, però per als altres usuaris del sistema.

Després d'aquests 10 caràcters trobem una xifra que ens indica el nombre d'enllaços forts que té el fitxer. Per als directoris, aquest número indica quantes carpetes hi ha dins seu a més dels enllaços forts que té (quan no n'hi ha cap, el número és 2, que fa referència a les carpetes `fi.fi` -la mateixa carpeta- i `fi..fi` -la carpeta pare-). A continuació, veiem el propietari i el grup propietari de l'arxiu, seguit de la mida (en bytes) que ocupa i la data de l'última modificació. A tots els fitxers es desa la seva data de creació, de l'últim accés i de l'última modificació, que podem manipular amb l'ordre `touch`. Al final es troba el nom del fitxer, en el qual es diferencien minúscules de majúscules i podem tenir tot tipus de caràcters sense cap problema.

Per a canviar els permisos d'un arxiu determinat podem utilitzar l'ordre `chmod`. Hem de tenir en compte que només el propietari de l'arxiu (o `root`) pot canviar aquests permisos, ja que altrament, el mecanisme no tindria cap sentit.

Per a veure i/o modificar els permisos podem accedir polsant sobre el botó dret del ratolí sobre l'arxiu o directori i anar a la pestanya permisos:



El significat dels permisos que es veuen en la finestra anterior és, per als fitxers:

- Cap: ---
- Només lectura: r--
- Lectura i escriptura: rw-
- Si marquem l'opció de "Permet executar aquest fitxer com a un programa" s'afegix el permís x, passant "Només lectura" a ser r-x i "Lectura i escriptura" a rwx

Si estem sobre una carpeta en compte d'un arxiu la pantalla canvia:



El significat per a les carpetes és (apartat d'Accés a la carpeta):

- Cap: ---
- Només llistar fitxers: r--
- Accedir als fitxers: r-x
- Crear i suprimir fitxers: rwx

La part d'accés al fitxer ens permet modificar els permisos dels fitxers continguts en la carpeta posant l'opció que vulguem (Cap, Només lectura o Lectura i escriptura, més l'opció d'Executar) i prement el botó de "Aplica els permisos als fitxers inclosos".



## 5.2.2 Canviar els permisos per comandos

### chmod

Canvia els permisos dels fitxers o directoris passats per paràmetre. Funciona de dos formes: Permet afegir (+), eliminar (-) o assignar (=) permisos de lectura (r), escriptura (w) o execució (x) per al propietari (u), el grup (g), la resta d'usuaris (o) o tots alhora (a). Exemples:

- `chmod g-w alumnes.txt` : Elimina el permís d'escriptura sobre el fitxer `alumnes.txt` als usuaris del grup al que pertany el fitxer
- `chmod a+x alumnes.txt` : Afegeix permissos d'execució sobre el fitxer a tots els usuaris
- `chmod u=rw alumnes.txt` : Dona al propietari permissos de lectura i execució sobre el fitxer i lleva el de execució (si el tenia)

També permet establir directament quins permisos tindrà, en notació octal:

- 1 permisos d'execució (`--x = 001 = 1`)
- 2 permisos d'escriptura (`-w- = 010 = 2`)
- 4 permisos de lectura (`r-- = 100 = 4`)

Per tant, lectura i escriptura serà  $4+2=6$  (ja que `rw- = 110 = 6`), lectura i execució 5 ( $4+1$ ) i tots els permisos serà 7 ( $4+2+1$ ). D'aquesta manera per a establir els permisos indiquem un número octal per a l'usuari, altre per al grup i altre per a la resta d'usuaris. Exemples:

- `chmod 664 alumnes.txt` : Els permisos sobre el fitxer `alumnes.txt` seran de lectura i escriptura (6) per al propietari, lectura i escriptura (6) per als membres del grup propietari i de lectura (4) per a la resta d'usuaris
- `chmod 750 vendes` : Dona tots els permisos (lectura, escriptura i execució -en el cas d'un directori, entrar dins-) al propietari, permisos de lectura i execució/entrar al grup i cap permís a la resta sobre el fitxer o directori `vendes`

Aquest comando permet l'opció `-R` per a executar-se recursivament sobre el contingut d'un directori. Exemple:

- `chmod -R 750 vendes` : Dona tots els permisos (lectura, escriptura i entrar dins) al propietari, permisos de lectura i entrar dins al grup i cap permís a la resta sobre el directori `vendes` i tots els fitxers i directoris continguts dins de `vendes`

### chown

Permet canviar el propietari i el grup propietari dels fitxers o directoris passats per paràmetre. Exemples:

- `chown amiro alumnes.txt` : El fitxer `alumnes.txt` passa a pertànyer a l'usuari `amiro`
- `chown amiro:vendes alumnes.txt` : El fitxer `alumnes.txt` passa a pertànyer a l'usuari `amiro` i al grup `vendes`

Igual que l'anterior permet l'ús de l'opció `-R` per a funcionar recursivament.

## chgrp

Permet canviar el grup propietari dels fitxers o directoris passats per paràmetre.

### 5.2.3.- Permisos especials en Gnu/Linux

#### Setuid bit (s o S)

Aplicat sobre un fitxer executable, permet que el programa no s'execute amb els permisos de l'usuari que ho executa sinó amb els permisos de l'usuari propietari (si el bit està activat per a l'usuari, o SetUid) o el grup propietari (si està activat per al grup, o SetGid) del fitxer.

Un exemple de fitxer "setuidat" és el fitxer `/usr/bin/passwd` que ha de modificar el fitxer `/etc/shadow` per a canviar una contrasenya. El fitxer executable `/bin/passwd` pertany a l'usuari `root` i al grup `root`, i té el bit `SetUID` actiu. Les contrasenyes es guarden en `/etc/shadow` que només té permisos d'escriptura per a `root`. Quan un usuari executa el fitxer `/bin/passwd` aquest fitxer escriu la seua nova contrasenya en `/etc/shadow` i ho fa com si fos `root` i no l'usuari el que ho ha executat perquè l'usuari no podria escriure en el fitxer `/etc/shadow`.

El permís **s** es representa en el lloc del **x** del propietari o el grup propietari per la qual cosa es mostra com **s** si el fitxer o directori té els permisos `s` i `x` o amb **S** si només té el permís `s`.

NOTA: Hem de anar molt en compte en els fitxers "setuidats" pels permisos que adquireix qualssevol usuari que els execute.

Un directori "setuidat" (en aquest cas només pot tindre el permís el grup) fa que els fitxers i subdirectoris que es creen dins no tinguin com a grup propietari el grup principal de l'usuari que els crea sinó que hereten el grup propietari (i també el permís `s`) d'aquest directori. S'utilitza per exemple en el directori d'un FTP anònim.

#### Sticky bit (t o T)

El permís **t** es representa en el lloc del **x** de la resta d'usuaris per la qual cosa es mostra com **t** si el fitxer o directori té els permisos `t` i `x` o amb **T** si només té el permís `t`.

Normalment s'utilitza en directoris i indica que els fitxers que es creen dins només es podran esborrar pel seu propietari (o per `root`). S'usa per exemple en `/tmp`.

En el cas d'un fitxer l'indica al sistema que es guardi en la swap en compte de en la RAM per estalviar memòria però hui en dia no té massa sentit ja que els equips moderns tenen GB de RAM.

Per a establir aquest permisos s'utilitzen 3 bits davant dels 9 normals. Per tant el número octal que indica els permisos a `chmod` tindrà 4 dígits en compte de 3 i el primer serà el dels permisos especials. Eixe primer número octal representa el bit `s` del propietari, el bit `s` del grup i el bit `t` de la resta:

```
sst rwx rwx rwx
```

Per exemple:

```
--- rwx rw- r-- es representaria com 764 (o 0764)
rws rwS r--
```

en realitat equival a:

```
ss- rwx rw- r--
```

per la qual cosa en octal seria 6764.

Com hem comentat no administrar correctament aquest permisos pot provocar problemes de seguretat per la qual cosa no hem d'utilitzar-los a menys que siga estrictament necessari.

### 5.2.4.- Màscares de permisos

Per defecte al crear un fitxer es crea amb els permisos 644 i al crear un directori amb 755. Això és perquè el sistema té una màscara, que per defecte és 0022, que es resta als permisos totals (666 per a fitxers i 777 per a directoris) quan creem un nou recurs.

Per a canviar la màscara per defecte que té un usuari tenim el comando **umask**. Sense paràmetres mostra la màscara actual de l'usuari i li podem passar com a paràmetre la nova màscara per defecte (en octal).

Per exemple si volem que la resta d'usuaris no tinguin cap permís sobre els nostres fitxers establim la nostra màscara amb:

```
umask 027
```

(al propietari no se li lleva cap permís -0-, al grup propietari se li lleva el d'escriptura -2- i a la resta els permisos de lectura, escriptura i execució -4,2,1=7-).

Si volem fer permanent la nova màscara afegirem l'ordre al fitxer `.bash_profile` o `.bash_rc` del nostre directori d'inici. Si volem qu s'aplique a TOTS els usuaris l'afegirem a `/etc/profile` o a `/etc/bash.bashrc`.

### 5.2.5.- Permisos ACL

Normalment amb els permisos UGO tenim suficient per a assignar els permisos necessaris a fitxers i directoris però en ocasions necessitem poder assignar permisos diferents a diferents grups. En aqueix cas podem utilitzar ACLs en GNU/Linux igual que es fa en Windows.

L'única cosa necessària és muntar el sistema de fitxers en què les vulguem usar amb l'opció "acl" (en el fitxer `/etc/fstab` o amb el comando `mount`). Podem comprovar si un sistema de fitxers té activat ACL amb el comando `tune2fs`, per exemple:

```
tune2fs -l /dev/sda1 | grep acl
```

La eixida ha de ser alguna cosa com:

```
Default mount options:    user_xattr acl
```

Ara ja podem assignar els permisos ACL. Per a això podem instal·lar alguna eina gràfica, com per exemple **eiciel**, o fer-ho des de la terminal.

Al mirar els permisos des de la terminal si un fitxer o directori te establerts permisos ACL apareix junt als permisos el símbol + que ens diu que hi ha més permisos (els ACL):

```
juan@juan-TravelMate-B113 ~/prova $ ls -l
total 8
drwxrwxr-x+ 2 juan juan 4096 sep 18 00:03 provaacl
```

El comando per a veure els permisos ACL d'un fitxer o directori és getfacl:

```
juan@juan-TravelMate-B113 ~ $ getfacl provaacl/
# file: provaacl/
# owner: juan
# group: juan
user::rwx
group::r-x
group:alumnes:r-x
group:professors:rwx
mask::rwx
other::r-x
default:user::rwx
default:group::r-x
default:group:alumnes:r-x
default:group:professors:rwx
default:mask::rwx
default:other::r-x
```

El que ens diu és:

- # file: provaacl/ - el nom del fitxer o directori (diu file encara que siga un directori)
- # owner: juan - nom de l'usuari propietari
- # group: juan - nom del grup propietari
- user::rwx - permisos de l'usuari propietari (en aquest cas juan)
- group::r-x - permisos del grup propietari (en aquest cas el grup juan)
- group:alumnes:r-x - permisos del grup alumnes
- group:professors:rwx - permisos del grup professors
- mask::rwx - la màscara indica els permisos màxims que es poden donar
- other::r-x - permisos de la resta d'usuaris
- default:user::rwx - permisos de l'usuari propietari (en aquest cas juan) per als nous fitxers i directoris que es creen ací dins
- default:group::r-x - permisos del grup propietari (en aquest cas juan) per als nous fitxers i directoris que es creen ací dins
- default:group:alumnes:r-x - permisos del grup alumnes per als nous fitxers i directoris que es creen ací dins
- default:group:professors:rwx - permisos del grup professors per als nous fitxers i directoris que es creen ací dins
- default:mask::rwx - màscara per als nous fitxers i directoris que es creen dins
- default:other::r-x - permisos per a la resta d'usuaris per als nous fitxers i directoris que

es creen ací dins

El comando per a assignar permisos ACL és setfacl. Els principals paràmetres que te són:

- -b borra permisos
- -m afegeix permisos als que ja tinguera
- -s lleva els permisos que tinguera i posa els que li indiquen
- -d (junt a -m o -s) els permisos que posem seran per als nous fitxers i directoris que es creen dins (default) no per al fitxer o directori indicat
- -R aplica el comando també a tots els fitxers i directoris inclosos en eixe directori

Per a indicar el permís a afegir o borrar hem de dir si és per a usuari o grup (u | g), a quin usuari o grup s'aplicarà (podem posar el nom o el UID | GID) i quin permís donar (rwx o el octal). Exemples:

```
setfacl -b provaacl
```

Borra tots els permisos ACL de provaacl

```
setfacl -R -m g:alumnes:r-x provaacl
```

Li dona permisos r-x al grup alumnes sobre el directori provaacl i tot el que conté

```
setfacl -R -m g:professors:rwx provaacl
```

Li dona permisos rwx al grup professors sobre el directori provaacl i tot el que conté

```
setfacl -d -m g:alumnes:r-x provaacl
```

Li dona permisos r-x per defecte al grup alumnes sobre els nous fitxers o directoris que es creen dins de provaacl.

```
setfacl -d -m g:professors:rwx provaacl
```

Li dona permisos rwx per defecte al grup professors sobre els nous fitxers o directoris que es creen dins de provaacl.

## 6 Gestió d'enllaços

Els enllaços proveïxen una manera alternativa d'accedir a un fitxer. Hi ha dos tipus d'enllaços: els enllaços simbòlics (en Windows anomenats *Accessos directes*) i els enllaços rígids (no suportats pels sistemes d'arxiu FAT ni NTFS).

### 6.1 Enllaços simbòlics

Un enllaç simbòlic és un fitxer que la única cosa que conté és la ruta d'altre fitxer, per tant la seua mida serà d'uns pocs bytes.

Al fer doble clic en un enllaç simbòlic el sistema mira la ruta que té guardada i obri el fitxer que hi ha en eixa ruta.

Podem crear enllaços simbòlics a fitxers de dades, a programes o a directoris. Des de l'entorn gràfic és molt senzill fer-ho tant en Windows (s'anomenen *Accessos directes*) com en Gnu/Linux (s'anomenen *Llançadors*).

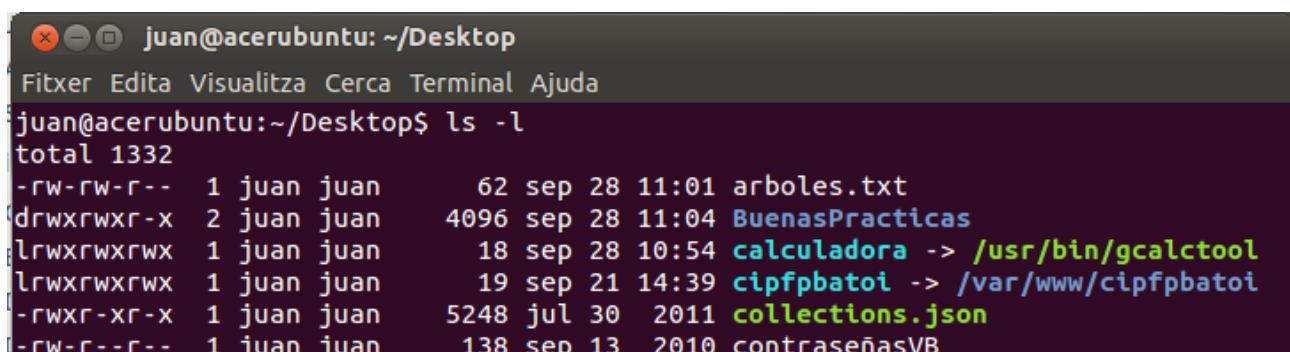
Per a crear un enllaç simbòlic en Linux des de la línia de comandos fem:

```
ln -s fitxer_a_enllaçar nom_del_enllaç
```

Per exemple per a fer en l'escriptori un enllaç simbòlic a la calculadora (què és el fitxer `gcalctool` que es troba en `/usr/bin`) farem:

```
ln -s /usr/bin/gcalctool /home/juan/Desktop/calculadora
```

Des de l'entorn gràfic un enllaç simbòlic és una icona (com qualsevol altre fitxer o carpeta) però al una fletxa en el seu cantó inferior dret. Si mirem les seues propietats podem veure el fitxer al que enllaça. Des de la terminal un accés un enllaç simbòlic té junt al nom el fitxer al que enllaça i els seus permisos comencen per la lletra `l`:



```
juan@acerubuntu: ~/Desktop
Fitxer Edita Visualitza Cerca Terminal Ajuda
juan@acerubuntu:~/Desktop$ ls -l
total 1332
-rw-rw-r-- 1 juan juan 62 sep 28 11:01 arboles.txt
drwxrwxr-x 2 juan juan 4096 sep 28 11:04 BuenasPracticas
lrwxrwxrwx 1 juan juan 18 sep 28 10:54 calculadora -> /usr/bin/gcalctool
lrwxrwxrwx 1 juan juan 19 sep 21 14:39 cipfpbatoi -> /var/www/cipfpbatoi
-rwxr-xr-x 1 juan juan 5248 jul 30 2011 collections.json
-rw-r--r-- 1 juan juan 138 sep 13 2010 contraseñasVB
```

### 6.2 Enllaços rígids

Un fitxer està trocejat en clústers i repartit pel disc dur. Per a accedir a ell en el directori on es troba es guarda, junt al seu nom, una informació de com trobar-lo en el disc. En el cas d'un sistema d'arxius FAT eixa informació és el número del seu primer clúster i accedint a la FAT podem conèixer els altres clústers. En el directori també es guarden els atributs del fitxer.

En el cas d'un sistema d'arxius ext eixa informació és el seu i-node. Un i-node és una taula on es guarda tota la informació d'un arxiu, excepte el seu nom: els seus atributs i la seua localització en el disc.

Aquesta estructura els permet tindre en un directori dos fitxers diferents amb el mateix número d'i-node, la qual cosa vol dir que els dos en realitat són el mateix fitxer!!! També podem tindre un mateix fitxer en diferents directoris.

La diferència amb un enllaç simbòlic és que en el enllaç simbòlic hi ha un fitxer "de veritat" (que si l'esborrem perdrem la informació que conté i l'enllaç no funcionarà) i un enllaç que apunta a ell (i si l'esborrem no passa res perquè el fitxer continua estant en el seu lloc). En el cas d'enllaços rígids tots són el fitxer real.

I què passa quan esborrem un enllaç rígid? Com hem dit en realitat un enllaç rígid és el fitxer real i per tant si l'esborrem estem esborrant el fitxer... si no que den més enllaços rígids al mateix.

Linux porta el compte del enllaços rígids de cada fitxer: és el número que apareix entre els permisos i el propietari. Normalment eixe número sempre es 1 per als fitxers (en el cas dels directoris el que indica és el número de subdirectoris que conté, incloent . i ..). Si creem altre enllaç rígid del fitxer el seu número puja a 2, etc.

Quan esborrem un fitxer el que fa Linux és que borra la entrada d'eixe fitxer del directori i, si el seu número d'enllaços és 1 elimina el fitxer del disc i si és major que 1 decrementa el seu número sense eliminar el fitxer del disc.

Per a crear un enllaç simbòlic en Linux des de la línia de comandos fem:

```
ln fitxer_existent nou_nom_per_al_fitxer
```

Per exemple per a tindre un nou fitxer anomenat plantes.txt del fitxer arbres.txt del meu escriptori faré:

```
ln /home/juan/Desktop/arbres.txt /home/juan/Desktop/plantas.tx
```

Podem veure fent un ls -l que el número d'enllaços dels 2 fitxers és 2. Per a saber si realment eixos 2 fitxers són el mateix hem de veure el seu número d'i-node. Per a això utilitzem el paràmetre -i del comando ls:

```
4227546 -rw-rw-r-- 2 juan juan 62 sep 28 11:01 arboles.txt
4228607 -r----- 1 juan juan 82 ene 4 2010 kk.txt
4227546 -rw-rw-r-- 2 juan juan 62 sep 28 11:01 plantas.txt
```

Podem veure que els número d'i-node dels 2 fitxers és el 4227546.