

Tema 6. Sistemes de fitxers

Què aprendràs

- Explicar què és un sistema de fitxers i com guarda les dades en blocs.
- Calcular quants blocs ocupa un fitxer i quant espai es perd.
- Escriure rutes absolutes i relatives, a Linux i a Windows.
- Triar el sistema de fitxers adequat per a un disc o un llapis USB.
- Explicar per a què serveix el diari (*journaling*).
- Llegir els atributs i els permisos d'un fitxer.
- Passar permisos de lletres a números i de números a lletres.
- Calcular la capacitat útil d'un RAID 0, 1 o 5.

Curriculum del mòdul 0222 (RD 1691/2007): RA1 d), e), f), g).

La teva xuleta per a tot el tema

Els quatre sistemes de fitxers que has de conèixer:

	FAT32	exFAT	NTFS	ext4
On el trobes	Llapis USB antics	Llapis USB i targetes SD	Discos de Windows	Discos de Linux
Fitxer més gran	4 GiB	Enorme	Enorme	Enorme
Diari	No	No	Sí	Sí
Permisos	No	No	Sí	Sí

Els permisos, en números: $r = 4 \cdot w = 2 \cdot x = 1$. Se sumen, i surt una xifra per a cada grup.

1. Què és un sistema de fitxers

Un disc, per dins, és una fila immensa de caselles buides. No sap què és una foto ni què és una carpeta. El **sistema de fitxers** (*file system*) és l'organització que hi posa el sistema operatiu perquè hi puguem guardar fitxers i tornar-los a trobar.

Funciona com una biblioteca:

A la biblioteca	Al disc
Els prestatges, tots iguals	Els blocs (<i>blocks</i>), tots de la mateixa mida
Els llibres	Les dades dels fitxers, repartides en blocs
El catàleg que diu on és cada llibre	L' índex : diu en quins blocs és cada fitxer
La fitxa de cada llibre: títol, autor, data	Les metadades (<i>metadata</i>): nom, mida, dates, propietari, permisos

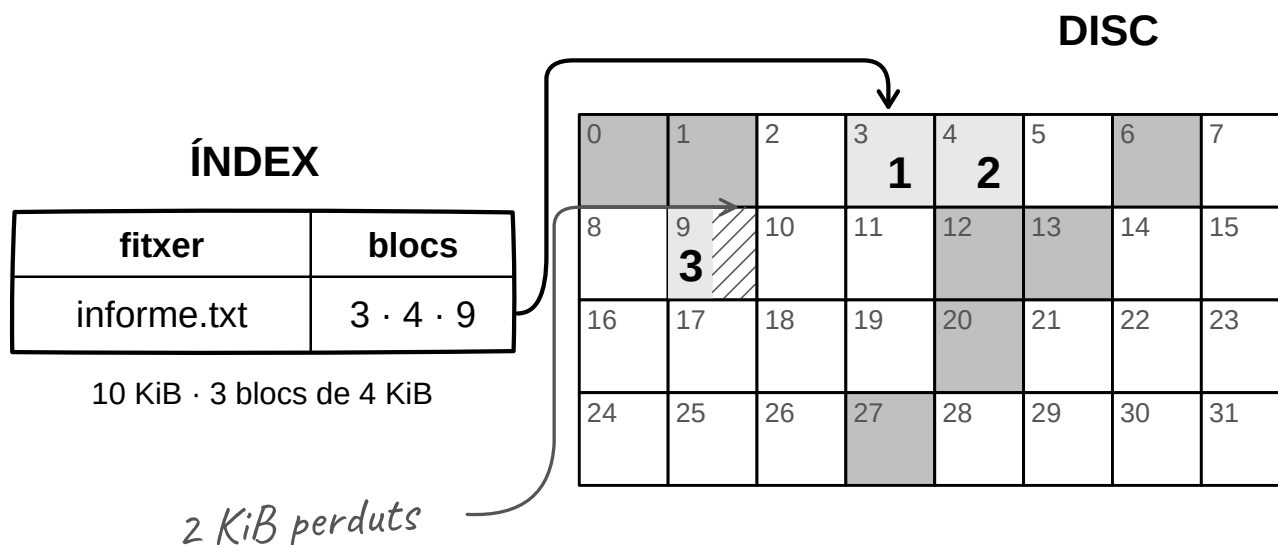


FIG 6.1 Un fitxer repartit en blocs del disc, i l'índex que diu on és cada tros.

Cada sistema de fitxers fa l'índex a la seva manera, i per això no s'entenen tots entre ells. FAT32 fa servir una taula, la FAT; NTFS, la MFT; ext4, els *inodes*. Per a tu, tots fan el mateix: dir on és cada fitxer i guardar-ne les metadades.

1.1. Els blocs i l'espai que es perd

Un bloc és la peça més petita que el sistema pot donar a un fitxer. Normalment fa **4 KiB**. Un fitxer ocupa sempre **blocs sencers**, encara que no els ompli.

Et sona? És el mateix que les pàgines de memòria del tema 5, i es calcula igual:

- **Blocs** = mida del fitxer ÷ mida del bloc, **arrodonint cap amunt**.
- **Espai perdut** = blocs × mida del bloc – mida del fitxer.

Per això, a Windows, les propietats d'un fitxer et donen dues xifres: la **mida** i la **mida en disc**. La segona és la dels blocs sencers.

Exemple resolts 1 – Quants blocs

Blocs de **4 KiB**. Un fitxer fa **10 KiB**.

Pas 1. $10 \div 4 = 2,5$. S'arrodoneix cap amunt: **3 blocs**.

Pas 2. $3 \times 4 = 12 \text{ KiB en disc}$.

Pas 3. $12 - 10 = 2 \text{ KiB perduts}$, a l'últim bloc.

Guiat 6.1

Blocs de **4 KiB**. La primera fila ja està feta.

Mida del fitxer	Blocs	Mida en disc	KiB perduts
8 KiB	2	8 KiB	0
13 KiB			
1 KiB			

Un fitxer de text amb una sola paraula, quant ocupa en disc? Per què?

2. Fitxers, directoris i rutes

Els fitxers s'organitzen en **directoris** (*directories*), que és el nom tècnic de les carpetes. Un directori pot tenir fitxers i altres directoris a dins, i així es forma un **arbre**.

- A **Linux**, l'arbre té una sola arrel, /, i tots els discos hi pengen. Penjar un disc en un directori de l'arbre es diu **muntar-lo** (*mount*). Els directoris se separen amb /: `/home/anna/fotos`.
- A **Windows**, cada disc té la seva arrel amb una lletra, `C:\`, `D:\`... Els directoris se separen amb \: `C:\Users\Anna\Pictures`.

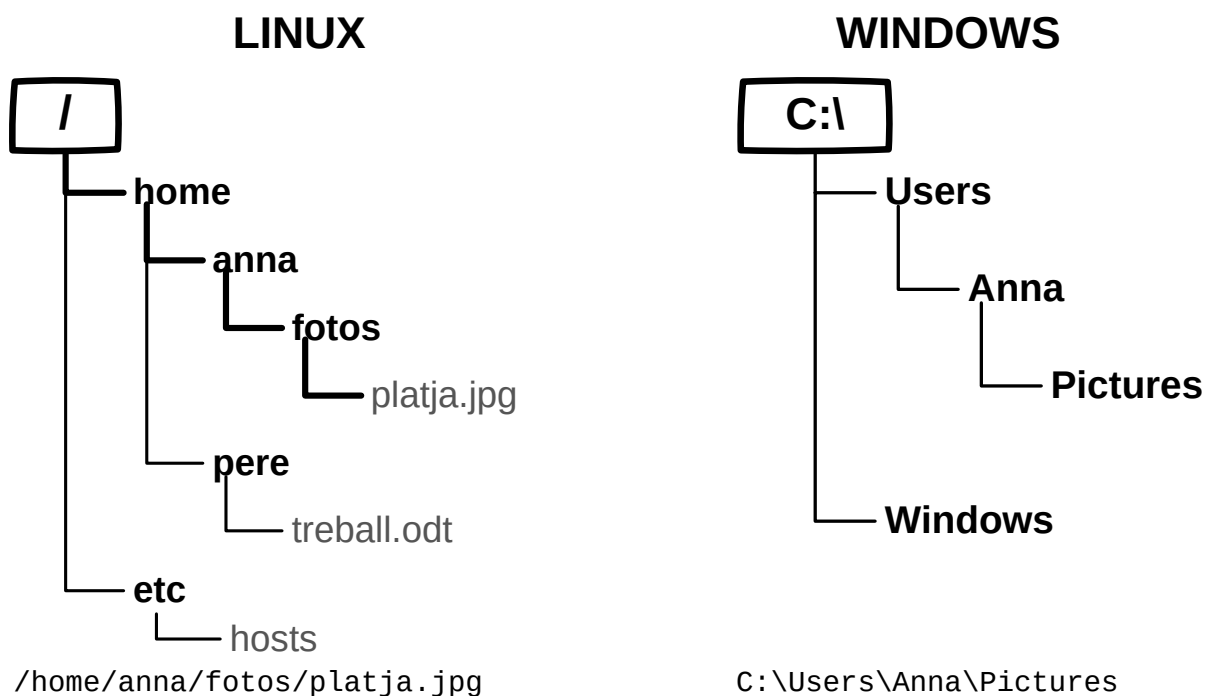


FIG 6.2 El mateix arbre de directoris a Linux i a Windows.

Per dir on és un fitxer fas servir una **ruta** (*path*). N'hi ha de dues maneres:

	Ruta absoluta	Ruta relativa
Des d'on compta	Des de l'arrel	Des del directori on ets ara
Com comença	Per / o per C:\	Per un nom, o per ..
Exemple	<code>/home/anna/fotos/platja.jpg</code>	<code>fotos/platja.jpg</code>

.. vol dir **el directori de sobre**. Si ets a `/home/anna/fotos`, la ruta `../notes.txt` apunta a `/home/anna/notes.txt`.

Practica 6.2

Ets al directori `/home/anna`. Diques si cada ruta és absoluta o relativa, i on porta.

Ruta	Absoluta o relativa	Porta a
<code>/etc/hosts</code>		
<code>fotos/platja.jpg</code>		
<code>../pere/treball.odt</code>		
<code>C:\Users\Anna</code>		

3. Els sistemes de fitxers d'avui

Abans de fer servir un disc o un llapis USB, s'ha de **formatar** (*format*): posar-hi un sistema de fitxers buit. Formatar esborra l'índex, i per això el disc queda buit.

Compte amb la paraula. Un disc es pot dividir en **particions** (*partitions*), i cada partició porta el seu sistema de fitxers. No tenen res a veure amb les particions de memòria del tema 5: allà es repartia la RAM, i aquí es reparteix el disc.

Sistema	Qui el fa servir	A favor	En contra
FAT32	Tothom, des de fa anys	El llegeix gairebé qualsevol aparell	Cap fitxer de més de 4 GiB. Sense diari ni permisos
exFAT	Llapis USB i targetes SD	Fitxers enormes i el llegeixen Windows, macOS i Linux actuals	Sense diari ni permisos
NTFS	Windows	Diari, permisos, fitxers enormes	Linux i macOS el llegeixen, però escriure-hi depèn de la versió
ext4	Linux	Diari, permisos, fitxers enormes	Windows no el llegeix de sèrie
APFS	macOS i iPhone	Pensat per a SSD	Només d'Apple

Exemple resultat 2 — La pel·lícula que no hi cap

Tens un llapis USB de 32 GB, **buit**, formatat en **FAT32**. Hi vols copiar una pel·lícula de **6 GiB**, i el sistema et diu que no hi cap.

Pas 1. Hi ha espai? Sí: 32 GB lliures, i la pel·lícula en fa 6.

Pas 2. Llavors, per què no? FAT32 no admet **cap fitxer de més de 4 GiB**, tingui l'espai que tingui. 6 GiB és més de 4.

Pas 3. La solució. Formatar el llapis en **exFAT**: admet fitxers enormes i el llegeixen tots els ordinadors actuals. Abans, copia a un altre lloc el que hi tinguis, perquè formatar ho esborra.

Practica 6.3

a) El teu llapis és FAT32. Quins d'aquests fitxers hi pots copiar?

Fitxer	Mida	Hi cap?
Una pel·lícula	6 GiB	
Una imatge ISO de Linux	3,5 GiB	
Una foto	5 MiB	
Un vídeo del mòbil	4,5 GiB	

b) Quin sistema de fitxers triaries en cada cas?

Situació	Sistema de fitxers
El disc on instal·les Windows	
El disc on instal·les Ubuntu	
Un llapis per passar vídeos grans entre un Windows i un Mac	

4. El diari: per si se'n va la llum

Guardar un fitxer no és una sola operació. El sistema ha d'escriure les dades als blocs i actualitzar l'índex. Si se'n va la llum just entre una cosa i l'altra, l'índex i les dades no quadren, i el sistema de fitxers queda **corrupte**: fitxers perduts o que no s'obren.

El **diari** (*journal*) ho evita. Abans de tocar res, el sistema apunta a una zona especial del disc què farà. És el **journaling**, i el sistema de fitxers que en té es diu **transaccional**.

Funciona en tres passes:

1. **Apunta al diari** el que farà.
2. **Ho fa**: escriu les dades i actualitza l'índex.
3. **Marca al diari** que ja està fet.

Si se'n va la llum a mig fer, en tornar a arrencar el sistema llegeix el diari. Hi veu què havia quedat a mitges, i ho acaba o ho desfà. En pocs segons el disc torna a estar bé.

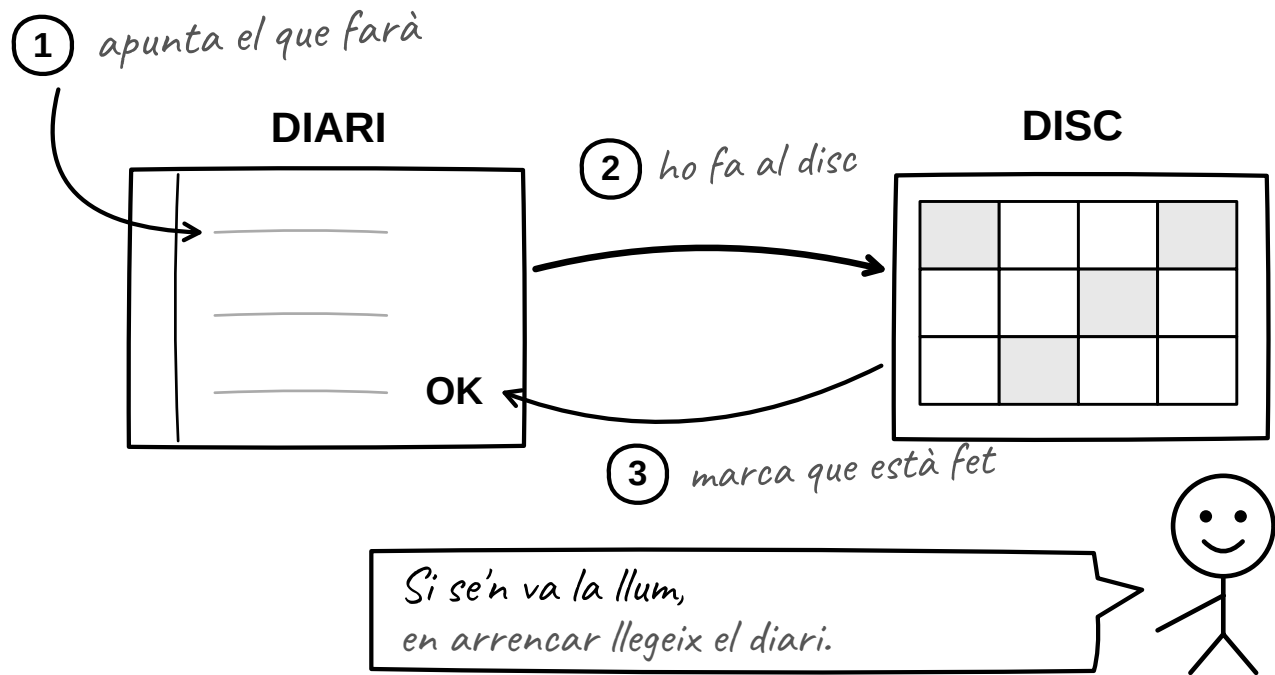


FIG 6.3 Amb diari, el sistema sap què havia quedat a mitges.

	Amb diari (NTFS, ext4)	Sense diari (FAT32, exFAT)
Si se'n va la llum	Es recupera sol en arrencar	Es pot corrompre
Després de la fallada	Uns segons	Una revisió llarga de tot el disc, i pot haver-hi pèrdues

Per això has d'extreure el llapis amb seguretat. FAT32 i exFAT no tenen diari. Si l'estires mentre escriu, el pots deixar corrupte.

Practica 6.4

a) Ordena les passes del diari, de l'1 al 3.

	Pas	Ordre
a	Marca al diari que ja està fet	
b	Apunta al diari el que farà	
c	Escriu les dades i actualitza l'índex	

b) Se'n va la llum mentre copies un fitxer a un disc NTFS i mentre en copies un altre a un llapis FAT32. Què passa amb cada un en tornar a engegar?

5. Els atributs d'un fitxer

Les metadades de cada fitxer inclouen uns **atributs** (*attributes*): marques que diuen com s'ha de tractar.

A **Windows**, n'hi ha quatre de clàssics:

Lletra	Atribut	Què vol dir
R	Només lectura (<i>read-only</i>)	No es pot modificar
H	Ocult (<i>hidden</i>)	No surt a l'explorador si no ho demanes
S	Sistema (<i>system</i>)	És del sistema operatiu: compte a tocar-lo
A	Arxiu (<i>archive</i>)	Ha canviat des de l'última còpia de seguretat

L'ordre **attrib** els mostra, i també els canvia.

A **Linux**, l'ordre **ls -l** ensenya una línia per fitxer amb totes les metadades importants:

```
-rw-r--r-- 1 anna alumnes 2048 set 19 10:30 informe.txt
```

Tros	Què és
-	El tipus: - fitxer normal, d directori
rw-r--r--	Els permisos (els veuràs tot seguit)
anna	El propietari (<i>owner</i>)
alumnes	El grup (<i>group</i>)
2048	La mida, en bytes
set 19 10:30	La data de l'última modificació
informe.txt	El nom

I els fitxers ocults a Linux? No tenen cap atribut: n'hi ha prou que el nom comenci per un punt, com **.bashrc**. L'ordre **ls -a** els ensenya.

Practica 6.5

Llegeix aquesta línia i omple la taula.

```
drwxr-x--- 2 pere profes 4096 set 12 18:05 examens
```

Pregunta	Resposta
És un fitxer o un directori?	
Qui n'és el propietari?	
De quin grup és?	
Quan es va modificar per última vegada?	

6. Els permisos a Linux

A Linux, cada fitxer diu **qui** hi pot fer **què**.

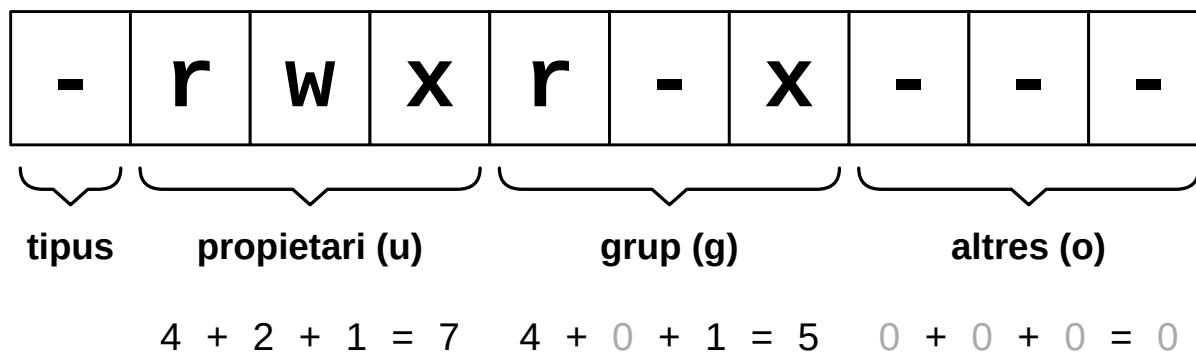
Qui: tres grups de gent, sempre en aquest ordre.

Lletra	Qui és
u	El propietari (<i>user</i>)
g	El grup (<i>group</i>)
o	Tots els altres (<i>others</i>)

Què: tres permisos.

Lletra	Val	En un fitxer	En un directori
r (<i>read</i>)	4	Llegir-lo	Veure què hi ha a dins
w (<i>write</i>)	2	Modificar-lo	Crear-hi i esborrar-hi fitxers
x (<i>execute</i>)	1	Executar-lo, si és un programa	Entrar-hi

Els nou caràcters de **rw-r--r--** són **tres grups de tres**: propietari, grup i altres. Un guió vol dir que aquell permís no hi és.



750

FIG 6.4 Els nou caràcters dels permisos: tres grups de tres, i com es passen a número.

Per passar-ho a número, **sumes els valors de cada grup**. Surt una xifra per grup, i les tres xifres juntes són el número de permisos. Amb aquest número, l'ordre **chmod** canvia els permisos: **chmod 750 informe.txt**.

Exemple resolt 3 — De lletres a números

Permisos: **rwxr-x---**

Pas 1. Parteix-ho en tres: **rw**x · **r-x** · **---**

Pas 2. Suma cada grup:

- Propietari, **rw**x: $4 + 2 + 1 = 7$
- Grup, **r-x**: $4 + 0 + 1 = 5$
- Altres, **---**: $0 + 0 + 0 = 0$

Resultat: 750. El propietari ho pot fer tot, el grup pot llegir i executar, i la resta, res.

Al revés, igual de fàcil. Cada xifra és una suma de 4, 2 i 1. El 6 és $4 + 2$: **rw-**. El 5 és $4 + 1$: **r-x**. Només hi ha una manera de fer cada número, així que no et pots equivocar.

Guiat 6.6

De lletres a números. La primera ja està feta.

Permisos	Número
rw-r--r--	644
rwxr-xr-x	
rw-rw----	
rwX-----	

Practica 6.7

a) De números a lletres.

Número	Permisos
640	
711	
777	
600	

b) Aquest fitxer és de l'**anna**, del grup **alumnes**:

```
-rw-r----- 1 anna alumnes 2048 set 19 10:30 informe.txt
```

Què hi pot fer l'Anna? I un altre alumne del grup? I algú que no és del grup?

c) El directori **examens** de la Practica 6.5 té els permisos **rwxr-x---**. Un alumne que no és del grup **profes** hi pot entrar?

I a Windows? NTFS també té permisos, i es donen per usuaris i per grups: poder-ho fer tot, modificar, llegir, escriure... No van amb números: es canvien a la pestanya **Seguretat** de les propietats del fitxer.

7. RAID: diversos discos com si fossin un

Un **RAID** (*Redundant Array of Independent Disks*) junta diversos discos perquè el sistema els vegi com un de sol. Segons com es junten, s'hi guanya velocitat, seguretat o totes dues.

	RAID 0	RAID 1	RAID 5
Com funciona	Reparteix les dades entre els discos (<i>striping</i>)	Copia el mateix a cada disc (<i>mirroring</i>)	Reparteix les dades i hi afegeix paritat , que permet reconstruir el que falti
Discos mínims	2	2	3
Capacitat útil	La suma de tots	La d' un sol disc	La suma menys un disc
Si se n'espatlla un	Es perd tot	Segueix funcionant	Segueix funcionant
Per a què	Velocitat	Dades importants	Servidors: velocitat i seguretat

Als exercicis, tots els discos d'un RAID fan el mateix.

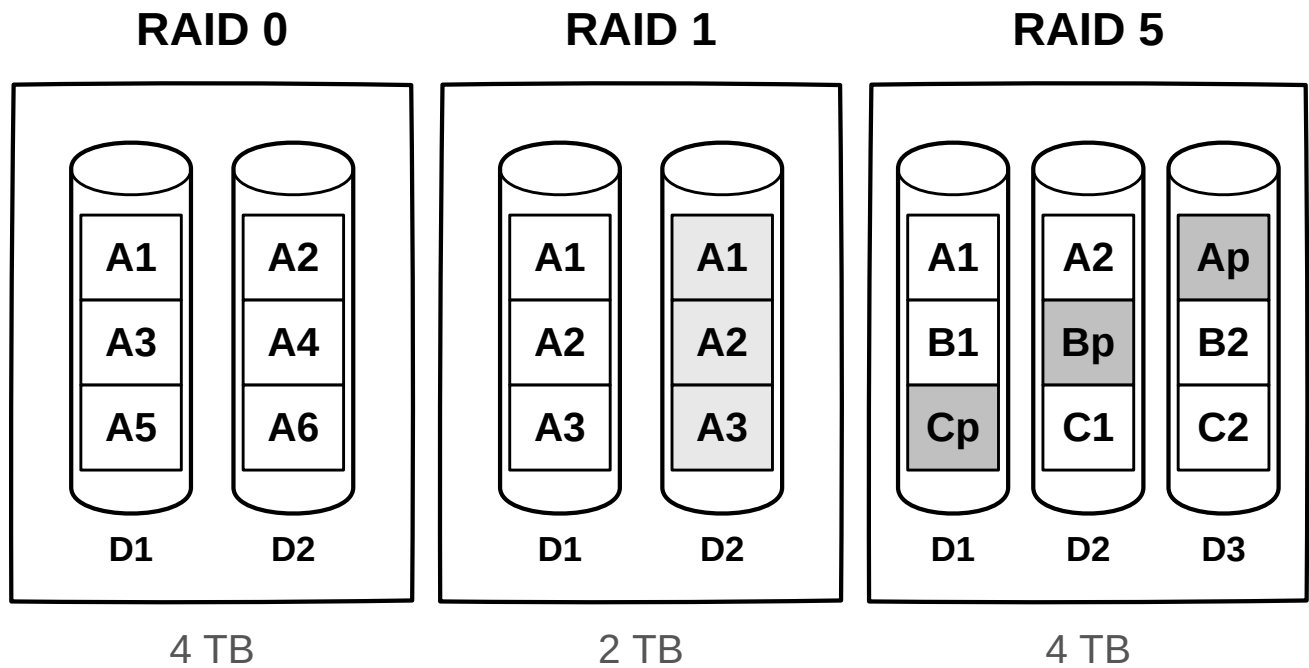


FIG 6.5 RAID 0, 1 i 5 amb les mateixes dades.

Un RAID no és una còpia de seguretat. Et salva si s'espatlla un disc. Si esborres un fitxer per error o et ve un virus, el RAID l'esborra o l'infecta a tots els discos alhora.

Exemple resolt 4 – Capacitat útil

Tens **3 discos de 2 TB**. Quant espai útil tens amb cada RAID?

- **RAID 0:** la suma de tots. $3 \times 2 = 6 \text{ TB}$. Si se n'espatlla un, ho perds tot.
- **RAID 5:** la suma menys un disc. $(3 - 1) \times 2 = 4 \text{ TB}$. Aguanta que se n'espatlli un.
- **RAID 1:** amb només 2 dels discos, la capacitat d'un sol disc: **2 TB**. L'altre en té una còpia exacta.

Practica 6.8

a) Tens discos de **4 TB**. Omple la taula.

RAID	Discos	Capacitat útil	Quants discos es poden espatllar?
RAID 0	3		
RAID 1	2		
RAID 5	3		

b) Una empresa guarda les factures en un RAID 1 i diu que ja no li cal fer còpies de seguretat.

Té raó? Per què?

8. Els discos del teu ordinador

8.1. A Linux, des del terminal

Ordre	Què fa
<code>df -h</code>	L'espai total, fet servir i lliure de cada sistema de fitxers muntat
<code>lsblk -f</code>	Els discos i les particions, amb el sistema de fitxers de cadascuna
<code>ls -l</code>	Els fitxers d'un directori, amb permisos, propietari, grup, mida i data
<code>chmod 640 fitxer</code>	Canvia els permisos d'un fitxer

8.2. A Windows

A l'**Explorador de fitxers**, clic dret sobre un disc i **Propietats**: la pestanya **General** diu el sistema de fitxers i l'espai lliure. Sobre un fitxer, la mateixa finestra et dona la **mida** i la **mida en disc**.

Practica 6.9 — A l'ordinador

a) Executa `lsblk -f`. Quin sistema de fitxers té la partició on hi ha el sistema operatiu?

b) Crea un fitxer de text, mira'n els permisos amb `ls -l`, i canvia'ls perquè només tu el puguis llegir i modificar. Quina ordre has fet servir?

c) A Windows, mira les propietats d'un fitxer de text petit. Quina mida té, i quina mida en disc?
Per què no coincideixen?

El que has de saber sí o sí

- El **sistema de fitxers** organitza el disc en **blocs** i guarda en un **índex** on és cada fitxer.
 - Un fitxer ocupa **blocs sencers**: $\text{blocs} = \text{mida} \div \text{bloc}$, **arrodonint cap amunt**.
 - **Ruta absoluta**: des de l'arrel (/ o C:\). **Relativa**: des d'on ets. .. és el directori de sobre.
 - **FAT32**: cap fitxer de més de **4 GiB**. **exFAT**: per a llapis. **NTFS**: Windows. **ext4**: Linux.
 - El **diari** (*journaling*) permet recuperar el disc si se'n va la llum. NTFS i ext4 en tenen; FAT32 i exFAT, no.
 - A Windows: atributs **R, H, S, A**. A Linux, **ls -l** dona el tipus, els permisos, el propietari i el grup.
 - Permisos de Linux: **propietari, grup, altres**, i **$r = 4 \cdot w = 2 \cdot x = 1$** .
 - **RAID 0**: la suma, però un disc espatllat ho perd tot. **RAID 1**: un sol disc de capacitat, tot copiat. **RAID 5**: la suma menys un disc.
 - **Un RAID no és una còpia de seguretat**.
-

Paraules noves

Paraula	Què és	Les meves notes
Sistema de fitxers	Com s'organitzen els fitxers dins un disc.	
Bloc	La peça més petita de disc que es dona a un fitxer.	
Metadades	Les dades sobre un fitxer: nom, mida, dates, permisos.	
Directori	El nom tècnic d'una carpeta.	
Ruta (<i>path</i>)	El camí per arribar a un fitxer.	
Formatar	Posar un sistema de fitxers buit en un disc.	
Diari (<i>journal</i>)	On el sistema apunta el que farà abans de fer-ho.	
Atribut	Marca que diu com s'ha de tractar un fitxer.	
Propietari	L'usuari a qui pertany un fitxer.	
Permís	El que un usuari pot fer amb un fitxer: r, w, x.	
RAID	Diversos discos que el sistema veu com un.	
Paritat	Dades extra que permeten reconstruir un disc espatllat.	

Repàs del tema

A. Vertader o fals

Frase	V o F	Per què
En un llaipis FAT32 buit de 64 GB hi cap un fitxer de 10 GiB		
Un fitxer de 100 bytes ocupa 100 bytes en disc		
NTFS i ext4 tenen diari		
Els permisos 644 volen dir que tothom pot modificar el fitxer		
Un RAID 1 substitueix les còpies de seguretat		
Formatar un disc n'esborra l'índex		

B. Preguntes curtes

1. Per què un disc amb diari es recupera millor d'una apagada?

2. Quina diferència hi ha entre una ruta absoluta i una de relativa?

3. Què vol dir el permís x en un directori?

4. Per què no es pot copiar un fitxer de 5 GiB a un llaipis FAT32, encara que tingui espai?

C. Problemes

Problema 1. Blocs de 4 KiB. Un directori té tres fitxers de 1 KiB, 9 KiB i 16 KiB. Quants blocs ocupa cada un, quant ocupen en total en disc i quant espai es perd?

Problema 2. Passa a número: `rw-rw-r--`, `r--r--r--` i `rw-r-x--x`. I a lletres: 750 i 604.

Problema 3. Una empresa té 4 discos de 3 TB. Quanta capacitat útil tindria amb un RAID 0 i amb un RAID 5? Quin li recomanaries per guardar les dades dels clients, i per què?

Les meves notes