

## UD 6. Implantación de un S.I. Práctica 1

### Sistemas de almacenamiento RAID en Ubuntu 14.04

En esta práctica se implementan sistemas de almacenamiento RAID para diferentes niveles sobre un equipo con Ubuntu 14.04. La instalación de una máquina virtual con el entorno operativo base será un requisito previo a la realización de la práctica<sup>1</sup>.

La gestión de los RAID en Linux se realiza mediante la herramienta **mdadm** (*Multiple Devices Administrator*), que permite la utilización de los siguientes niveles:

- RAID-0, *data stripping*. Los datos se combinan en los diferentes discos pero sin proporcionar ningún nivel de redundancia. MD puede manejar dispositivos de diferentes tamaños, pero el espacio extra en el dispositivo más grande no se combina.
- RAID-1, *mirroring*. Todos los datos de un dispositivo son replicados tal cual en el otro dispositivo que forma parte del RAID.
- RAID-4, como un RAID-0 pero con un dispositivo extra para almacenar la paridad.
- RAID-5, como un RAID-4 pero con la paridad distribuida a lo largo de todos los dispositivos.
- RAID-6, como un RAID-5 pero con dos segmentos de paridad por cada bloque (*stripe*).
- RAID-10, nivel anidado con un conjunto de RAID-1 en el nivel inferior que se combinan en un RAID-0 en el nivel superior.

### Instalación de mdadm

Solo es preciso instalar el paquete **mdadm** sin que se instalen automáticamente los paquetes recomendados:

```
profesor@ubuntu-VirtualBox:~$ sudo apt-get install mdadm --no-install-recommends
```

Una vez instalado, se puede comprobar que no hay ningún RAID montado. Esto se puede realizar mediante el comando **mdadm --detail /dev/mdX** o bien consultando directamente en el fichero que almacena la información en el sistema:

```
profesor@ubuntu-VirtualBox:~$ sudo mdadm --detail /dev/md0  
mdadm: cannot open /dev/md0: No such file or directory
```

<sup>1</sup> Puedes reutilizar alguna de las máquinas virtuales que ya tengas creadas de otras prácticas o de otros módulos (como las que ya has creado en Implantación de Sistemas Operativos). En ese caso, es recomendable que crees un clon de la máquina virtual desde el administrador de VirtualBox.

## UD 6. Implantación de un S.I. Práctica 1

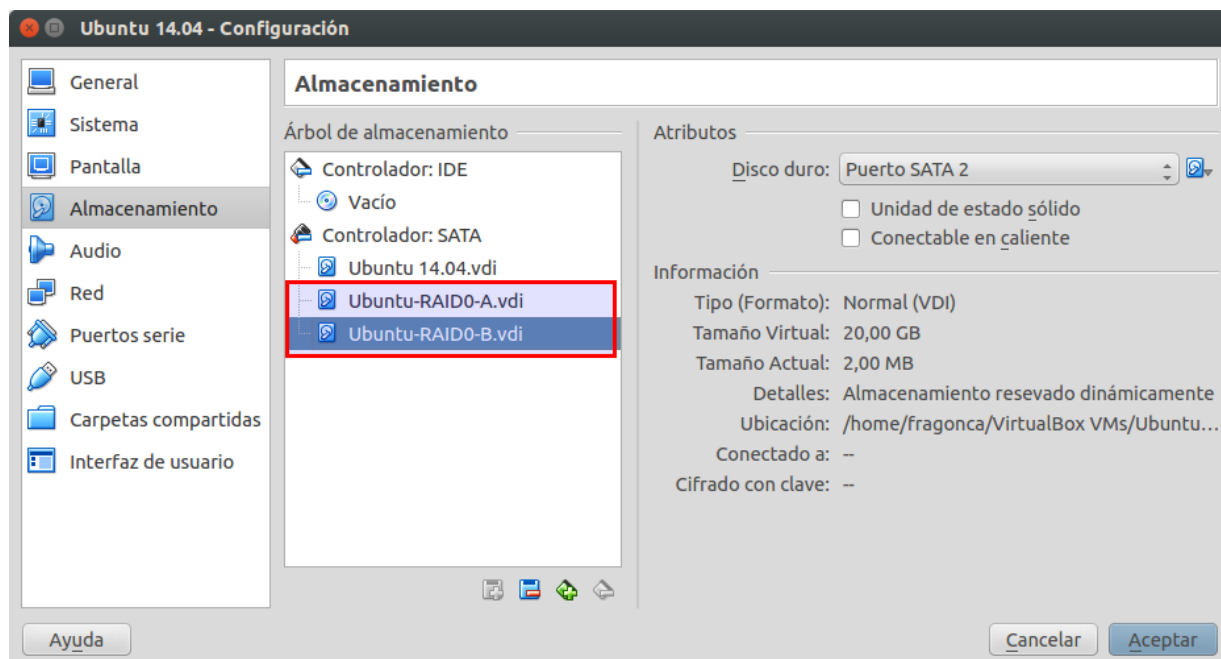
```
profesor@ubuntu-VirtualBox:~$ cat /proc/mdstat  
Personalities :  
unused devices: <none>
```

También podemos comprobar que se han instalado correctamente los módulos del kernel necesarios para RAID con el comando `modinfo raidX`, donde *X* es el número del nivel RAID.

```
profesor@ubuntu-VirtualBox:~$ modinfo raid0  
profesor@ubuntu-VirtualBox:~$ modinfo raid1  
profesor@ubuntu-VirtualBox:~$ modinfo raid5
```

### Configuración de un RAID-0

Con la máquina virtual apagada, añadir dos unidades de disco nuevas del mismo tamaño (por ejemplo, 20G).



Puede ser conveniente preparar las unidades que se acaban de añadir haciendo una limpieza segura de cada dispositivo o partición, en especial si se trata de unidades que ya están siendo utilizadas o se reponen en un RAID ya existente.

```
$ sudo mdadm --zero-superblock /dev/sdb  
$ sudo mdadm --zero-superblock /dev/sdc
```

## UD 6. Implantación de un S.I.

### Práctica 1

Es recomendable particionar los discos que se utilizarán en el *array*<sup>2</sup>. Si las unidades son mayores de 2 TB, es preferible utilizar tablas de particionado GPT. A las particiones creadas se les asignará el código hexadecimal 0xFD (si el particionado es GPT, el código será FD00). Las particiones deberán ser exactamente del mismo tamaño en todos los dispositivos o de lo contrario no se podrán reconstruir en caso de fallo, por lo que un buen consejo es dejar algo de espacio sin asignar al final del disco, por ejemplo, unos 100 MB<sup>3</sup>.

Las particiones se pueden crear con la utilidad *GNOME Disks*, con *GParted* o con las utilidades de línea de comandos<sup>4</sup>.

```
profesor@ubuntu-VirtualBox:~$ sudo su -
root@ubuntu-VirtualBox:~# gdisk /dev/sdc
GPT fdisk (gdisk) version 0.8.8

Partition table scan:
  MBR: not present
  BSD: not present
  APM: not present
  GPT: not present

Creating new GPT entries.

Command (? for help): n
Partition number (1-128, default 1):
First sector (34-41943006, default = 2048) or {+-}size{KMGTP}:
Last sector (2048-41943006, default = 41943006) or {+-}size{KMGTP}: +20000M
Current type is 'Linux filesystem'
Hex code or GUID (L to show codes, Enter = 8300): FD00
Changed type of partition to 'Linux RAID'

Command (? for help): p
Disk /dev/sdc: 41943040 sectors, 20.0 GiB
Logical sector size: 512 bytes
Disk identifier (GUID): 29C08EFB-597A-43DE-8A29-5F855B0A6912
Partition table holds up to 128 entries
First usable sector is 34, last usable sector is 41943006
Partitions will be aligned on 2048-sector boundaries
Total free space is 982973 sectors (480.0 MiB)

Number   Start (sector)    End (sector)  Size      Code  Name
   1         2048         40962047   19.5 GiB   FD00   Linux RAID
```

- 2 También es posible crear un RAID directamente en los discos duros en crudo, sin particionar, pero no se recomienda ya que puede causar problemas cuando se cambia un disco averiado.
- 3 Incluso las unidades de disco duro del mismo fabricante y modelo pueden tener pequeñas diferencias de tamaño. Al dejar un poco de espacio sin asignar en la parte final del disco se pueden compensar las diferencias de tamaño entre las unidades.
- 4 En este ejemplo se han creado particiones GPT. Si se desea crear particiones MBR, se utilizarán los comandos `fdisk` y `sfdisk` (el procedimiento es similar).

## UD 6. Implantación de un S.I.

### Práctica 1

```
Command (? for help): w

Final checks complete. About to write GPT data. THIS WILL OVERWRITE EXISTING
PARTITIONS!!

Do you want to proceed? (Y/N): y
OK; writing new GUID partition table (GPT) to /dev/sdc.
The operation has completed successfully.
root@ubuntu-VirtualBox:~# sgdisk -b - /dev/sdc | sgdisk -l - -Gg /dev/sdb
The operation has completed successfully.
root@ubuntu-VirtualBox:~# gdisk -l /dev/sdb
GPT fdisk (gdisk) version 0.8.8

Partition table scan:
  MBR: protective
  BSD: not present
  APM: not present
  GPT: present

Found valid GPT with protective MBR; using GPT.
Disk /dev/sdb: 41943040 sectors, 20.0 GiB
Logical sector size: 512 bytes
Disk identifier (GUID): 13ABEED2-EC84-44C2-94F1-BAF2B52C4E20
Partition table holds up to 128 entries
First usable sector is 34, last usable sector is 41943006
Partitions will be aligned on 2048-sector boundaries
Total free space is 982973 sectors (480.0 MiB)

Number  Start (sector)    End (sector)  Size      Code  Name
   1            2048         40962047   19.5 GiB   FD00   Linux RAID
```

La creación del dispositivo RAID se realiza indicando el nivel y las particiones que formarán parte de él.

```
profesor@ubuntu-VirtualBox:~$ sudo mdadm --create --verbose --level=raid0
--metadata=1.2 --raid-devices=2 /dev/md0 /dev/sdb1 /dev/sdc1
mdadm: chunk size defaults to 512K
mdadm: array /dev/md0 started.
```

Se puede comprobar ahora que el RAID se ha creado correctamente:

```
profesor@ubuntu-VirtualBox:~$ cat /proc/mdstat
Personalities : [linear] [multipath] [raid0] [raid1] [raid6] [raid5] [raid4]
[raid10]
md0 : active raid0 sdc1[1] sdb1[0]
      40958976 blocks super 1.2 512k chunks

unused devices: <none>
profesor@ubuntu-VirtualBox:~$ sudo mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
   Version : 1.2
  Creation Time : Wed Apr 13 20:21:35 2016
    Raid Level : raid0
   Array Size : 40958976 (39.06 GiB 41.94 GB)
  Raid Devices : 2
```

## UD 6. Implantación de un S.I. Práctica 1

```
Total Devices : 2
Persistence : Superblock is persistent

Update Time : Wed Apr 13 20:21:35 2016
State : clean
Active Devices : 2
Working Devices : 2
Failed Devices : 0
Spare Devices : 0

Chunk Size : 512K

Name : ubuntu-VirtualBox:0 (local to host ubuntu-VirtualBox)
UUID : c11a8032:34fe48e4:4d20fd72:850a1d30
Events : 0

Number    Major    Minor    RaidDevice State
  0         8       17         0     active sync  /dev/sdb1
  1         8       33         1     active sync  /dev/sdc1
```

Si todo es correcto, se puede actualizar el fichero de configuración de mdadm que se encuentra en `/etc/mdadm/mdadm.conf` y armar el RAID.

```
root@ubuntu-VirtualBox:~# mdadm --detail --scan >> /etc/mdadm/mdadm.conf
root@ubuntu-VirtualBox:~# mdadm --assemble --scan
```

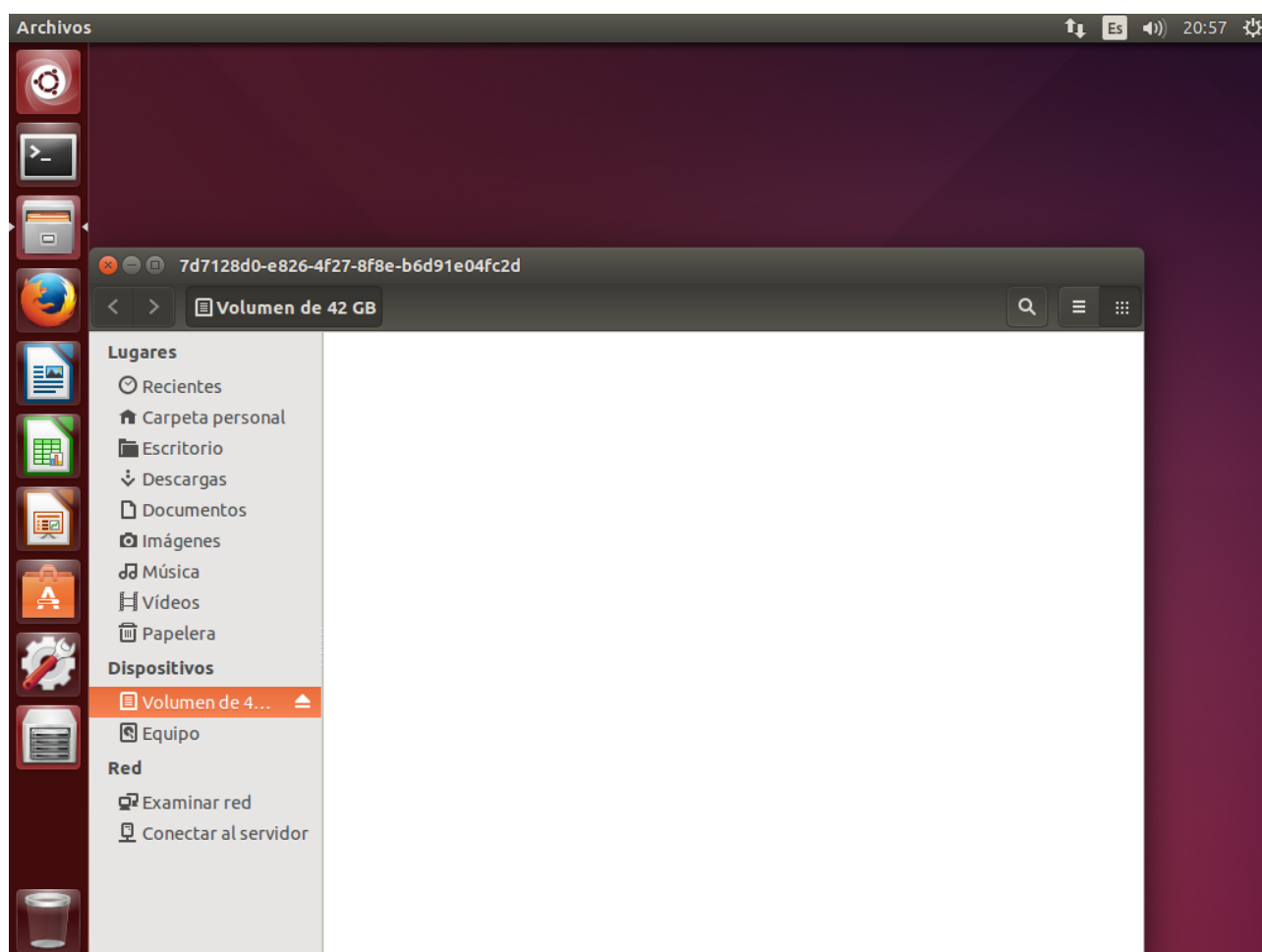
Solo falta dar formato al sistema de archivos y montarlo en el sistema. El método de almacenamiento será DAS (*Direct Attached Storage*) al tratarse de dispositivos conectados directamente a la estación trabajo.

```
profesor@ubuntu-VirtualBox:~$ sudo mkfs.ext4 /dev/md0
mke2fs 1.42.9 (4-Feb-2014)
Etiqueta del sistema de ficheros=
OS type: Linux
Tamaño del bloque=4096 (bitácora=2)
Tamaño del fragmento=4096 (bitácora=2)
Stride=128 blocks, Stripe width=256 blocks
2564096 inodes, 10239744 blocks
511987 blocks (5.00%) reserved for the super user
Primer bloque de datos=0
Número máximo de bloques del sistema de ficheros=4294967296
313 bloque de grupos
32768 bloques por grupo, 32768 fragmentos por grupo
8192 nodos-i por grupo
Respaldo del superbloque guardado en los bloques:
    32768, 98304, 163840, 229376, 294912, 819200, 884736, 1605632, 2654208,
    4096000, 7962624

Allocating group tables: hecho
Escribiendo las tablas de nodos-i: hecho
Creating journal (32768 blocks): hecho
Escribiendo superbloques y la información contable del sistema de ficheros:
0/hecho
```

## UD 6. Implantación de un S.I.

### Práctica 1



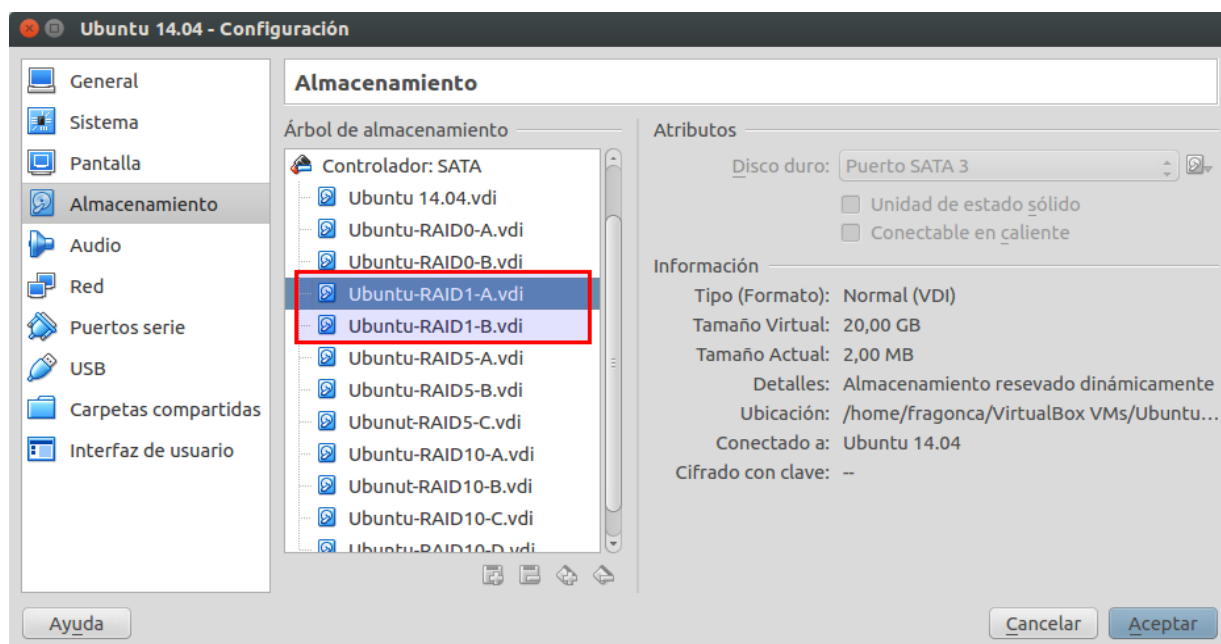
Para que el sistema de archivos se monte de forma automática tras reiniciar la máquina, es preciso modificar el fichero `/etc/fstab`. También será conveniente cambiar los permisos del directorio en función del uso que se le pretenda dar.

Dado que RAID-0 no proporciona ningún nivel de redundancia, un fallo en los discos provocará la pérdida de los datos almacenados en el volumen.

### Configuración de un RAID-1

Con la máquina virtual apagada, añadir dos unidades de disco nuevas del mismo tamaño (por ejemplo, 20G).

## UD 6. Implantación de un S.I. Práctica 1



El procedimiento para configurar el RAID-1 es similar al que ya se ha visto para crear el RAID-0, simplemente hay que indicar el nivel adecuado en el momento de crear el dispositivo.

```
profesor@ubuntu-VirtualBox:~$ sudo su -
root@ubuntu-VirtualBox:~# gdisk /dev/sdd
root@ubuntu-VirtualBox:~# sgdisk -b - /dev/sdd | sgdisk -l - -Gg /dev/sde
root@ubuntu-VirtualBox:~# mdadm --create --verbose --level=raid1 --metadata=1.2
--raid-devices=2 /dev/md1 /dev/sdd1 /dev/sde1
root@ubuntu-VirtualBox:~# mdadm --detail --scan >> /etc/mdadm/mdadm.conf
root@ubuntu-VirtualBox:~# mdadm --assemble --scan
root@ubuntu-VirtualBox:~# mkfs.ext4 /dev/md1
```

En el fichero /etc/fstab se deberá incluir la línea correspondiente al dispositivo para su montaje. El UUID del dispositivo se puede consultar con el comando blkid<sup>5</sup>.

```
root@ubuntu-VirtualBox:~# mkdir /mnt/raid1
root@ubuntu-VirtualBox:~# mount /dev/md1 /mnt/raid1
root@ubuntu-VirtualBox:~# chmod 777 /mnt/raid1
root@ubuntu-VirtualBox:~# blkid | grep /dev/md1
root@ubuntu-VirtualBox:~# echo "UUID=6cc7c9a7-8111-440c-91bb-c90c0030e093
/mnt/raid1 ext4 defaults 0 2" >> /etc/fstab
```

Ahora el dispositivo ya está listo para ser utilizado.

```
profesor@ubuntu-VirtualBox:~$ cat /mnt/raid1/platero.txt
Platero es pequeño, peludo, suave; tan blando por fuera, que se
diría todo de algodón, que no lleva huesos. Sólo los espejos de azabache
de sus ojos son duros cual dos escarabajos de cristal negro.
```

5 Ojo: El UUID utilizado en este ejemplo no corresponderá con el vuestro.



## UD 6. Implantación de un S.I.

### Práctica 1

Lo dejo suelto y se va al prado, y acaricia tibiamente con su hocico, rozándolas apenas, las florecillas rosas, celestes y gualdas. . .  
Lo llamo dulcemente: "Platero?", y viene a mí con un trotecillo alegre que parece que se ríe en no sé qué cascabeleo ideal . . .  
Come cuanto le doy. Le gustan naranjas, mandarinas, las uvas moscateles, todas de ámbar, los higos morados, con su cristalina gotita de miel . . .  
Es tierno y mimoso igual que un niño, que una niña . . .; pero fuerte y seco como de piedra. Cuando paso sobre él, los domingos, por las últimas callejas del pueblo, los hombres del campo, vestidos de limpio y despaciosos, se quedan mirándolo:  
-Tiene acero . . .  
Tiene acero. Acero y plata de luna, al mismo tiempo.

Al tratarse de un nivel RAID que proporciona redundancia de datos, el fallo de un disco no implica la pérdida de los datos. De hecho, al sustituir un disco si éste ha fallado se provocará una reconstrucción del RAID (en este caso, del espejo).

```
root@ubuntu-VirtualBox:~# mdadm /dev/md/ubuntu-VirtualBox\:1 --fail /dev/sdd1
mdadm: set /dev/sdd1 faulty in /dev/md/ubuntu-VirtualBox:1
root@ubuntu-VirtualBox:~# mdadm /dev/md/ubuntu-VirtualBox\:1 --remove /dev/sdd1
mdadm: hot removed /dev/sdd1 from /dev/md/ubuntu-VirtualBox:1

profesor@ubuntu-VirtualBox:~$ cat /mnt/raid1/platero.txt
Platero es pequeño, peludo, suave; tan blando por fuera, que se
diría todo de algodón, que no lleva huesos. Sólo los espejos de aza-
bache de sus ojos son duros cual dos escarabajos de cristal negro.
Lo dejo suelto y se va al prado, y acaricia tibiamente con su
hocico, rozándolas apenas, las florecillas rosas, celestes y gualdas. . .
Lo llamo dulcemente: "Platero?", y viene a mí con un trotecillo
alegre que parece que se ríe en no sé qué cascabeleo ideal . . .
Come cuanto le doy. Le gustan naranjas, mandarinas, las uvas
moscateles, todas de ámbar, los higos morados, con su cristalina go-
tita de miel . . .
Es tierno y mimoso igual que un niño, que una niña . . .; pero
fuerte y seco como de piedra. Cuando paso sobre él, los domingos,
por las últimas callejas del pueblo, los hombres del campo, vestidos
de limpio y despaciosos, se quedan mirándolo:
-Tiene acero . . .
Tiene acero. Acero y plata de luna, al mismo tiempo.
```

Llegados a este punto, si el sistema admite sustitución en caliente de discos, se retiraría el disco fallado y se añadiría uno nuevo. Si no admite la sustitución en caliente, se deberá apagar el sistema para retirar el disco y añadir el nuevo.

```
root@ubuntu-VirtualBox:~# sgdisk -b - /dev/sde | sgdisk -l - -Gg /dev/sdd
root@ubuntu-VirtualBox:~# mdadm --zero-superblock /dev/sdd1
root@ubuntu-VirtualBox:~# mdadm /dev/md/ubuntu-VirtualBox\:1 --add /dev/sdd1

profesor@ubuntu-VirtualBox:~$ cat /mnt/raid1/platero.txt
Platero es pequeño, peludo, suave; tan blando por fuera, que se
diría todo de algodón, que no lleva huesos. Sólo los espejos de aza-
bache de sus ojos son duros cual dos escarabajos de cristal negro.
```



## UD 6. Implantación de un S.I.

### Práctica 1

Lo dejo suelto y se va al prado, y acaricia tibiamente con su hocico, rozándolas apenas, las florecillas rosas, celestes y gualdas. . .  
Lo llamo dulcemente: "Platero?", y viene a mí con un trotecillo alegre que parece que se ríe en no sé qué cascabeleo ideal . . .  
Come cuanto le doy. Le gustan naranjas, mandarinas, las uvas moscateles, todas de ámbar, los higos morados, con su cristalina gotita de miel . . .  
Es tierno y mimoso igual que un niño, que una niña . . .; pero fuerte y seco como de piedra. Cuando paso sobre él, los domingos, por las últimas callejas del pueblo, los hombres del campo, vestidos de limpio y despaciosos, se quedan mirándolo:  
-Tiene acero . . .  
Tiene acero. Acero y plata de luna, al mismo tiempo.

Tras la ejecución de cada uno de los pasos anteriores (el marcado como fallido, la eliminación y la adición del nuevo disco al RAID), sería interesante ejecutar el comando `mdadm --detail /dev/md/ubuntu-VirtualBox\:1` para comprobar el estado del RAID y su correcta reconfiguración.

El procedimiento de reconstrucción del RAID genera un nuevo UUID que deberá ser modificado en el fichero de configuración `/etc/mdadm/mdadm.conf`. El nuevo UUID se puede consultar, por ejemplo, con el siguiente comando o de la forma que se ha visto durante la creación del RAID.

```
root@ubuntu-VirtualBox:~# mdadm -D /dev/md/ubuntu-VirtualBox\:1
```

## Ejercicios

1. Provoca el fallo y elimina uno de los discos que componen el RAID-0. ¿Qué sucede? ¿Es posible el acceso a los datos?
2. Configura dos nuevos RAID, uno de nivel 5 con 3 discos de 20G y otro de nivel 10 con 4 discos de 20G. Provoca el fallo de uno de los discos para ambas configuraciones y recupera el RAID. *Adjunta captura de pantallas que muestren el procedimiento*<sup>6</sup>.
3. ¿En qué casos conviene utilizar cada uno de los niveles RAID que se han visto en esta práctica? ¿Qué ventajas y qué inconvenientes proporciona cada uno de ellos?

<sup>6</sup> En las capturas de pantalla, intenta mostrar que se trata de tu ordenador (por ejemplo, añadiendo el nombre de tu usuario y la fecha actual del sistema en la barra de indicadores de Ubuntu).

UD 6. Implantación de un S.I.  
Práctica 1

