



SISTEMAS OPERATIVOS

Práctica 3

Requisitos

Para poder realizar la siguiente práctica es necesario tener instalado un sistema operativo Linux con un espacio libre de 10GB como mínimo. La MV provista por la cátedra cuenta con este espacio. Además, se deberán instalar los paquetes necesarios para poder generar el RAID y LVM.

Obs. 1: al final de la práctica se encuentran algunos links de referencia para las siguientes preguntas

Obs. 2: si están usando la MV de la cátedra el kernel instalado no tiene todo el soporte necesario para RAID y LVM. Una solución sería agregar el soporte en el kernel y recompilarlo nuevamente. La otra, y es la que recomendamos, es que se instalen un nuevo kernel (como root: apt install linux-image-amd64) que tiene todo lo necesario y reinicien con ese kernel.

File Systems

1. ¿Qué es un file system?
2. Describa las principales diferencias y similitudes entre los file systems: ext(2,3,4) y XFS.
3. En ext4, describa las siguientes características: extents, multiblock allocation, delay allocation y persistent pre-allocation (<https://kernelnewbies.org/Ext4>).
4. ¿Es siempre necesario tener un file system para acceder a un disco o partición?
5. ¿Qué es el área de swap en Linux? ¿Existe un área similar en Windows?
6. ¿Qué función cumple el directorio lost+found en Linux?
7. En Linux, ¿dónde se almacenan el nombre y los metadatos de los archivos?
8. Seleccione una de sus particiones y conteste usando el comando dumpe2fs (si está usando la MV de la cátedra, como root, dumpe2fs /dev/sda1):
 - ¿Qué información muestra el comando dumpe2fs?
 - ¿Cuál es el tamaño de bloque del file system?
 - ¿Cuántos inodos en total contiene el file system? ¿Cuántos archivos más se podrían crear con el estado actual del file system?
 - ¿Cuántos grupos de bloques existen?
 - ¿Cómo haría para incrementar la cantidad de inodos de un file system?
9. ¿Qué es el file system procfs? ¿Y el sysfs?

10. Usando el directorio `/proc`, contestar:
 - ¿Cuál es la versión de SO que tiene instalado?
 - ¿Cuál es procesador de su máquina?
 - ¿Cuánta memoria RAM disponible tiene?
 - ¿Qué archivo debería consultar si se quiere ver el mismo resultado que el comando `lsmod`?
11. Usando el comando `stat`, contestar:
 - ¿Cuándo fue la última vez que se modificó el archivo `/etc/group`?
 - ¿Cuál es la diferencia entre los datos Cambio (Change) y Modificación (Modify)?
 - ¿Cuál es el inodo que ocupa? ¿Cuántos bloques ocupa?
 - ¿Qué número de inodo ocupa el directorio raíz?
 - ¿Es posible conocer la fecha de creación de un file en ext4? ¿Cómo lo haría?
12. ¿Qué es un link simbólico? ¿En qué se diferencia de un hard-link?
13. Al crear un hard-link, ¿se ocupa un nuevo inodo? ¿Y con un link simbólico?
14. Si se tiene un archivo llamado `prueba.txt` y se le genera un link simbólico, ¿qué sucede con el link simbólico si se elimina el archivo `prueba.txt`? ¿Y si el link fuese hard-link? (Ver el comando `ln` para la creación de links)
15. Crear un archivo llamado `prueba2.txt`. Si ahora se genera un hard-link sobre ese archivo llamado `pruebahd.txt`, ¿cómo se refleja la creación de ese hard-link?
16. Elimine el archivo `prueba2.txt`, ¿es posible acceder al archivo `pruebahd.txt`? ¿Cómo se refleja la eliminación de ese archivo?

RAID

En este punto se va a crear un RAID Level 5 por software. Para simular los 3 discos necesarios para un RAID de este nivel se deberán generar 3 particiones del mismo tamaño. Una vez realizado este paso se generará el RAID. Para esto se utilizará la herramienta `mdadm` que deberá instalarla en la VM provista por la cátedra usando el siguiente comando: `apt-get install mdadm`.

Importante: tanto esta sección como las siguientes deberán hacerlas como usuario `root`

1. ¿Qué es un RAID? Explique las diferencias entre los distintos niveles de RAID
2. Usando el comando `fdisk` (`fdisk /dev/sda`) crear una nueva partición de tipo extendida, si es que no existe previamente. Para evitar tener que crearla nuevamente crear esta partición con el tamaño máximo posible.
3. Dentro de esta partición extendida crear 3 nuevas particiones de 300MB cada una. Para esto utilizar nuevamente el comando `fdisk`, pero ahora las particiones deben ser de tipo logical. Reiniciar.

4. Utilizar el comando `mdadm` para crear un RAID 5 utilizando las 3 particiones lógicas que se generaron en el punto anterior (`fdisk -l` para ver el nombre de las particiones que generaron):

```
mdadm --create --verbose /dev/md0 --level=5 --raid-devices=3 /dev/sda5  
/dev/sda6 /dev/sda7
```

(Obs.: `md0` es el nombre que le dará al nuevo RAID)

5. ¿Qué significan los valores `sda5`, `sda6` y `sda7`?
6. Ejecutar la siguiente consulta y contestar:

```
mdadm --detail /dev/md0
```

- a) ¿Cuál es el tamaño del RAID?
- b) ¿Qué significa Used Dev Size?

7. Analizar el contenido del siguiente comando:

```
cat /proc/mdstat
```

Obs.: puede suceder que al reiniciar la VM el RAID se vea como de solo lectura y con el número 127. Para solucionar esto deben ejecutar los comandos `mdadm --stop /dev/md127` para parar el RAID y `mdadm --assemble --scan` para volverlo a generar como `md0` y de lectura/escritura. Esto se debe hacer cada vez que se inicia la VM. Si quiere que quede en forma persistente a través de los reboots debe guardar la configuración en el archivo `mdadm.conf`, `mdadm --assemble --scan >> /etc/mdadm/mdadm.conf` y luego `update-initramfs -u` (esto último puede tardar un poco de tiempo)

8. Ahora se va a probar la funcionalidad del RAID 5. Para esto completar los siguientes pasos:

- a) Crear un file system de tipo `ext4` en el RAID 5 recién generado

```
mkfs.ext4 /dev/md0
```

- b) Montar la partición con el file system generado en el directorio `/mnt/rd5`

- c) Crear un directorio con dos archivos

- d) Quitar una de las particiones del RAID. Para esto ponemos uno de los componentes en falla:

```
mdadm --fail /dev/md0 /dev/sda7
```

- e) Observar el estado del RAID y contestar

- 1) ¿Cuál es el estado del RAID? ¿Cuántos dispositivos activos existen?
- 2) El tamaño del RAID, ¿se modificó?
- 3) ¿Qué sucedería si se ejecuta el comando anterior sobre una de las particiones restantes?

- f) Quitar del RAID el componente puesto en falla en el paso anterior

```
mdadm --remove /dev/md0 /dev/sda7
```

g) Observar nuevamente el estado del RAID y contestar:

- 1) ¿Se puede acceder al directorio `/mnt/rd5`? ¿Están los archivos creados anteriormente?
- 2) ¿Qué hubiese sucedido si teníamos otra partición como “hot-spare”?

h) Por último, remover la partición permanentemente del RAID (Obs.: esto es muy importante para que el próximo boot de mdadm no intente usar a esta partición como parte del RAID, lo que provocaría la pérdida de todos los datos)

```
mdadm --zero-superblock /dev/sda7
```

A partir de este momento la partición `/dev/sda7` se puede utilizar como una partición común

9. Para evitar la pérdida de datos es fundamental volver al RAID a un estado estable (sacarlo del estado degradado). Para esto se agregará nuevamente la partición `/dev/sda7` que se quitó en el paso anterior

- a) Ejecutar el comando `mdadm --add /dev/md0 /dev/sda7`
- b) Ejecutar el comando `mdadm --detail /dev/md0`
- c) ¿Qué hace el RAID con la nueva partición recientemente agregada? ¿Qué significa el estado “Rebuild Status”?
- d) ¿Es posible ingresar al recurso `/mnt/rd5`? ¿Se encuentran disponibles los datos creados en el punto anterior?

10. Como los datos que mantiene el RAID son muy importantes es necesario tener un disco (partición en nuestro ejemplo) de respaldo. Para esto se va a agregar una partición como “hot-spare”.

11. Usando el comando `fdisk` o `parted` generar una nueva partición, `/dev/sda8`, con igual tamaño a las anteriores.

12. Agregar la nueva partición al RAID:

```
mdadm --add /dev/md0 /dev/sda8
```

- a) ¿Cómo se agregó la nueva partición? ¿Por qué?

13. Volver a poner en falla a la partición `/dev/sda7`. Ver el estado del RAID y contestar

```
mdadm --detail /dev/mda0
```

- a) ¿Qué hace el RAID con la partición que estaba como spare?

14. Por último, se eliminará el RAID creado en los pasos anteriores:

- a) Desmontar el RAID (comando `umount`)
- b) Para cada una de las particiones del RAID ejecutar los pasos realizados cuando se quitó una partición del RAID (`mdadm` con las opciones `--fail` y `--remove`). Por cada partición que se quita ir mirando el estado del RAID para ver como se comporta

- c) Remover los superbloques de cada una de las particiones

```
mdadm --zero-superblock /dev/sda5 /dev/sda6 /dev/sda7
```

- d) Remover el RAID

```
mdadm --remove /dev/md0
```

Obs.: si existe, quitar la línea ARRAY... del archivo /etc/mdadm/mdadm.conf

- e) Reiniciar y comprobar que el RAID ya no existe

LVM (Logical Volumen Management)

A continuación se creará un LVM utilizando las particiones /dev/sda5, /dev/sda6 y /dev/sda7 (respetar el tamaño y nombre de los volúmenes y directorios). En principio solo se utilizarán las particiones 5 y 6, luego se agregará la partición 7 para incrementar el tamaño de los volúmenes.

1. ¿Qué es LVM? ¿Qué ventajas presenta sobre el particionado tradicional de Linux?
2. ¿Cómo funcionan los “snapshots” en LVM?
3. Instalar la herramienta lvm2: apt-get install lvm2
4. Ejecutar el siguiente comando, ¿qué es lo que realiza?

```
pvccreate /dev/sda5 /dev/sda6
```

5. Mediante el comando pvdisplay observar el estado del volumen físico recientemente creado
6. Crear un grupo de volúmenes (volume group, VG) llamado “so”.

```
vgcreate so /dev/sda5 /dev/sda6
```

7. Utilizar el comando vgdisplay para ver el estado del VG
 - ¿Cuál es tamaño total del VG?
 - ¿Qué significa PE? ¿Qué define?
8. Crear dos volúmenes lógicos (logical volume, LV) de 8MB y 117MB respectivamente

```
lvcreate -l 2 -n lv_vol1 so
lvcreate -L 117M -n lv_vol2 so
```

9. ¿Cuál es la diferencia entre los dos comandos utilizados en el punto anterior?
10. ¿Con qué tamaño se generó el LV lv_vol2? ¿Por qué?
11. Formatear los dos LV generados en el paso anterior con un file system de tipo ext4:

```
mkfs.ext4 /dev/so/lv_vol1
```

12. Crear dos directorios, vol1 y vol2, dentro de /mnt y montar ambos LVs en estos directorios (montar el LV lv_vol1 en el directorio vol1 y lv_vol2 en vol2)
13. Ejecutar el comando *proof* (Puede tomar un rato su ejecución. Este comando estará disponible en la plataforma y deberán copiarlo a la VM)
14. Crear un nuevo archivo en /mnt/vol1. ¿Es posible? ¿Por qué? ¿Qué debería hacerse para solucionarlo?
15. Para aplicar la solución propuesta en el punto anterior, para esto primero se debe incrementar el tamaño del LV correspondiente:

a) Extender el LV lv_vol1 en 20M

```
lvextend -L +20M /dev/so/lv_vol1
```

b) Ejecute el comando df -h, ¿se refleja en la salida del comando el incremento del espacio? ¿Por qué?

c) Incrementar el tamaño del file system:

```
resize2fs /dev/so/lv_vol1
```

16. Después de la operación previa, ¿siguen estando los datos disponibles?
17. Intentar crear un nuevo archivo en /mnt/vol1. ¿Es posible? ¿Por qué?
18. Se desea crear un nuevo LV de 500M. ¿Hay suficiente espacio? ¿Cómo lo solucionaría?
19. Para aplicar la solución indicada en el punto anterior, realizar lo siguiente:

```
pvccreate /dev/sda7  
vgextend so /dev/sda7
```

20. Comprobar con los comando correspondientes que se haya extendido el tamaño del VG
21. Generar el nuevo LV de 500M (llamarlo lv_vol3)
A continuación se mostrará el funcionamiento de los snapshot en LVM
22. Generar un LV de 100M, nombrarlo lv1, (o usar uno de los generados en pasos anteriores). Montarlo en el directorio /dir1
23. Copiar desde /etc todo los archivos y directorios que comiencen con la letra a, b, c y d.
24. Mediante el siguiente comando generar un snapshot del LV anterior

```
lvcreate -L 30M -s /dev/so/lv1 -n lvcopy (-s indica que este LV será un snapshot)
```

25. Verificar la creación del snapshot con el comando lvs. Montarlo en el directorio /snap. ¿Qué contenido tiene en el snapshot?
26. ¿Cuánto espacio hay consumido en el snapshot creado? ¿Por qué sucede esto?

27. Para probar el snapshot, elimine una carpeta del LV original (por ej, la carpeta apt). ¿Se eliminó en el LV original? ¿Y qué sucedió en el snapshot?
28. Si se desea volver el LV a su estado original se debe hacer un “merge” entre el LV y su snapshot. Para esto primero deben desmontar el LV original y su snapshot correspondiente. Luego, realizar el “merge” de ambos LVs:

```
lvconvert --merge /dev/so/lvcopy
```

29. Comprobar si el LV original contiene nuevamente los datos eliminados anteriormente (Deberá montarlo nuevamente)
30. ¿Qué sucedió con el snapshot? Obs.: en caso que aparezca el error “Can’t merge over...” ejecutar los siguientes comandos para desactivar y activar el LV

```
lvchange -an /dev/so/lv1  
lvchange -ay /dev/so/lv1
```

BTRFS & ZFS

1. Tanto para BTRFS como para ZFS, responder:
 - ¿Cuál es el significado de las siglas?
 - ¿Quién los creó? ¿Cuál es su modo de licenciamiento?
 - ¿Cuáles son las características más importante de cada uno?
 - Investigar qué es la técnica *copy-on-write*
2. Generar en la MV dos particiones de 3GB cada una. Crear 3 nuevos directorios llamados /disco5, /volumen1 y /volumen2.
3. Tomar una partición, /dev/sdaX (X=número de una de las particiones creadas en el punto anterior), y crearle un file system de tipo BTRFS. Montarla en el directorio disco5. (Sino están instalados los comandos para BTRFS: apt-get install btrfs-progs)
4. Por defecto, BTRFS, ¿replica los datos? ¿Y los metadatos? ¿Es posible modificar esto? ¿Cómo lo haría? (Hint: usar btrfs fi df -h /disco5 o btrfs df usage /disco5)
5. ¿Cuál es el espacio alocado? ¿Y el ocupado realmente? Utilice los comandos df -h, btrfs fi show, btrfs fi df -h /disco5 y btrfs df usage /disco5.
6. Generar un archivo de 2000MB en el directorio /disco5 (dd if=/dev/zero of=/disco5/so1 bs=100M count=20). Analizar nuevamente el espacio alocado/ocupado. (Obs.: puede que tenga que esperar un tiempo para ver los cambios en la salida de los comandos btrfs...). ¿Cómo quedó el espacio asignado y el utilizado tanto de los datos como de los metadatos?
7. Asignar la otra partición a /disco5. ¿Se modificaron los valores con respecto al punto anterior?
8. Generar otro archivo de 3000MB en el directorio /disco5. ¿Aumenta el espacio alocado? ¿Cuánto espacio se ha ocupado realmente?

9. Usando las dos particiones anteriores crear un RAID1 y montarlo en /disco5. ¿Qué partición puede elegir para montar el file system? (Desmontar previamente la partición montada en /disco5.)
10. ¿Es posible generar los dos archivos anteriores en ese filesystem? ¿Por qué?
11. Eliminar todo el contenido de /disco5 y generar dos subvolúmenes, llamados vol1 y vol2. ¿Puede ver los subvolúmenes creados? ¿Qué ID tiene cada uno? ¿Qué significa el ID 5?
12. Montar esos volúmenes, vol1 y vol2, en los directorios /volumen1 y /volumen2 respectivamente. ¿Qué espacio disponible tiene cada volumen? ¿Es posible acotar el espacio de un volumen? ¿Es necesario que esté montado el subvolumen top-level para poder montar sus subvolúmenes?
13. Generar un archivo de 300MB en el directorio /disco5/vol1, ¿es posible ver el archivo en /volumen1? Si ejecuta el comando df -h, ¿qué espacio se ha consumido disco5, volumen1 y volumen2? ¿Por qué sucede esto?
14. Limitar el tamaño del subvolumen volumen2 a 300MB. Intentar copiar un archivo de 400MB, ¿es posible hacerlo? (Hint: btrfs quota ...)
15. Elevar el tamaño de la cuota a 450MB, ¿es posible ahora? (Previamente revisar si el volumen está vacío.)
16. Realizar un snapshot del subvolumen /disco5/vol1 en /disco5/snap. Antes de esto crear un archivo con el texto **Esto es una prueba de un snapshot** y otro archivo de 100MB. Chequear, antes y después de generar el snapshot, con df -h y los comandos de btrfs el espacio alocado y consumido. ¿Se incrementó el espacio consumido? ¿Por qué?
17. Modificar el contenido el archivo original agregándole **para sistemas operativos**. ¿Se modifica la copia en el snapshot?
18. Si se desea volver al subvolumen original, ¿cómo lo haría? (sin hacer un copy o move de los archivos)

- <http://www.nongnu.org/ext2-doc/ext2.html>
- <http://e2fsprogs.sourceforge.net/ext2intro.html>
- <http://www.cyberciti.biz/tips/understanding-unixlinux-filesystem-superblock.html>
- <http://www.tldp.org/LDP/tlk/fs/filesystem.html>
- <https://kernelnewbies.org/Ext4>
- <http://www.geekrider.com/hard-link-vs-soft-link/>
- https://www.howtoforge.com/linux_lvm
- <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/an-introduction-to-lvm-concepts-terminology-and-operations>
- https://btrfs.wiki.kernel.org/index.php/Main_Page

- <https://btrfs.readthedocs.io/en/latest/>
- <https://lwn.net/Articles/579009/>