
Unidad 3: Sistemas de archivos y espacio de intercambio

V Curso de Introducción a la Administración de Servidores GNU/Linux
Extensión Universitaria. Universidad de Sevilla
Enero-Febrero 2008

Autor: Jorge Juan <jjchico@gmail.com>

Usted es libre de copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra y de hacer obras derivadas bajo las condiciones de la licencia Attribution-Share alike de Creative Commons.

Puede consultar el texto completo de la licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>

Contenidos

- Estructura del sistema de ficheros
- Ficheros especiales
- Montar/desmontar dispositivos
- Usar múltiples sistemas de ficheros
 - Gestionar particiones
 - Crear y reparar sistemas de ficheros
 - Estructurar sistemas de ficheros
- Particiones de intercambio y memoria virtual
- Sistemas de ficheros extraíbles
- Operaciones a bajo nivel
- Ficheros de registro de actividad

Generalidades

- Dispositivo de bloques: dispositivo físico que aparece ante el sistema operativo como una lista numerada de bloques de datos (habitualmente de 512B). Normalmente, el S.O. puede leer y escribir cualquiera de estos bloques de forma “aleatoria”.
 - Ej: disco magnético, partición de un disco, memoria flash (pendrive), etc.
- Sector de arranque: primer sector de un dispositivo de bloques, empleado para almacenar código de arranque del sistema (cargador).
- Tabla de particiones: listado de particiones de un disco (o similar) almacenado en el segundo bloque del dispositivo.
- Formato físico: proceso que prepara un medio físico para que sea empleado como un dispositivo de bloques. Ej: creación de marcas de inicio de bloque, etc.

Generalidades

- Sistema de archivos: organización de la información en un dispositivo de bloques que permite acceder a la misma a modo de archivos y carpetas.
- Formato lógico (creación de sistema de archivos): proceso que prepara un dispositivo de bloques para ser empleado como un sistema de archivos.
 - Parte de los bloques se emplean para almacenar información del S.A.: nombres de archivos, bloques que pertenecen a un archivo, etc.
- Fragmentación: efecto de que un archivo ocupe bloques no consecutivos en el dispositivo físico.
 - Reduce el rendimiento del sistema de archivos.

Tipos de sistemas de archivos

- FAT16, FAT32 (vfat): Sistema de archivos poco eficiente empleado por Microsoft, comenzando con MS-DOS.
- NTFS: Sistema de archivos avanzado de Microsoft empleado a partir de MS-Windows NT.
- ext3/ext2: Sistema de archivos principal usado en GNU/Linux.
- ISO9660/UDF: Sistemas de archivos usados en CD-ROM y DVD.
- Otros sistemas de archivos usados en GNU/Linux: reiserfs, xfs, jfs, ...
- GNU/Linux es compatible con multitud de sistemas de archivos, incluso con algunos de especificaciones secretas (ej: NTFS)

Estructura del sistema de archivos

- Árbol de directorios único con una raíz única (/)
- Cada unidad física corresponden a un directorio del s.f. configurable (punto de montaje)
 - El acceso a diferentes unidades es transparente al usuario
 - Flexibilidad para el administrador a la hora de definir y repartir el espacio en disco
- La estructura de directorios sigue una distribución estándar descrita por el *Filesystem Hierarchy Standard* (FHS)

Distribución del S.F.

```
/
|-bin
|-boot
|-dev
|-etc
|-home
|-lib
|-media
|-mnt
|-opt
|-proc
|-root
|-sbin
|-srv
|-tmp
```

- /bin: programas esenciales
- /boot: kernel del sistema y gestor de arranque
- /dev: ficheros de dispositivo
- /etc: configuración del sistema
- /home: directorios de los usuarios
- /lib: bibliotecas fundamentales
- /media: montaje dispositivos extraíbles
- /mnt: montaje temporal de S.F.

Distribución del S.F.

```
/
|-bin
|-boot
|-dev
|-etc
|-home
|-lib
|-media
|-mnt
|-opt
|-proc
|-root
|-sbin
|-srv
|-tmp
```

- /opt: instalación de paquetes software monolíticos
- /proc: s.f. virtual
- /root: directorio del administrador
- /sbin: programas esenciales de administración
- /srv: datos de los servicios instalados
- /tmp: datos temporales que no permanecen al reiniciar

Distribución del S.F.

```
/usr
|-X11R6
|-bin
|-games
|-include
|-lib
|-local
|-sbin
|-share
|-src
```

- /usr: jerarquía principal. Sólo lectura. Puede compartirse entre *hosts*.
- /usr/X11R6: Sistema de ventanas X-Window
- /usr/bin: programas de usuario
- /usr/games: juegos y educacional
- /usr/include: ficheros de cabecera
- /usr/lib: bibliotecas de programas
- /usr/local: jerarquía local (como /usr, para instalación local)

Distribución del S.F.

```
/usr
|-X11R6
|-bin
|-games
|-include
|-lib
|-local
|-sbin
|-share
|-src
```

- /usr/sbin: programas del sistema no esenciales
- /usr/share: datos independientes de la arquitectura
 - /usr/share/doc: documentación de paquetes de la distribución
 - /usr/share/man: páginas de manual
- /usr/src: código fuente

Distribución del S.F.

```
/var
|-lib
|-lock
|-log
|-run
|-spool
`-tmp
```

- /var: datos variables
- /var/lib: información de estado
- /var/lock: ficheros “cerrojo”
- /var/log: registro de actividad del sistema
- /var/run: información de procesos
- /var/spool: colas de datos. Colas de impresión, etc.
- /var/tmp: datos temporales que se conservan al reiniciar

Archivos especiales

- Aparte de ficheros y directorios (archivos y carpetas) los sistemas UNIX poseen una serie de tipos de ficheros especiales.
 - Enlaces duros
 - Enlaces simbólicos
 - Tuberías o “FIFO's”
 - Archivos de dispositivo

Archivos especiales

- Enlaces duros (*hard links*)
 - un mismo fichero puede tener varias entradas en el sistema de ficheros: aparece en uno o varios directorios con el mismo o diferente nombre.
 - cada enlace es indistinguible de los demás
 - limitados a un mismo sistema de ficheros
 - en general se prefiere el uso de enlaces simbólicos

```
$ ln data.txt data_link.txt
$ ls -l
total 12
-rw-r--r--  2 jjchico jjchico  9 2006-01-27 17:20 data_link.txt
-rw-r--r--  2 jjchico jjchico  9 2006-01-27 17:20 data.txt
-rw-r--r--  1 jjchico jjchico 20 2006-01-27 17:21 tareas.txt
```

Archivos especiales

- Enlaces simbólicos (*symbolic links*)
 - fichero especial que apunta a otro fichero
 - efecto similar al enlace duro
 - no limitados a un mismo sistema de ficheros
 - el enlace contiene una ruta (absoluta o relativa) al fichero real

```
$ ln -s ../data.txt .
$ ls -l
total 4
lrwxrwxrwx  1 jjchico jjchico 11 2006-01-27 17:32 data.txt -> ../data.txt
-rw-r--r--  1 jjchico jjchico 20 2006-01-27 17:21 tareas.txt
```

Archivos especiales

- Tuberías (FIFO's)
 - guardan información en memoria en espera de ser leída por otro programa
 - permiten conectar programas mediante acceso a ficheros

```
$ mkfifo mififo
$ ls -l
total 0
prw-r--r-- 1 jjchico jjchico 0 2006-01-27 17:57 mififo

$ ls > mififo &
[1] 28969
$ cat mififo
mififo
[1]+  Done                  ls --color=auto >mififo
```

Archivos especiales

- Ficheros de dispositivo (/dev)
 - representan dispositivos del hardware
 - dos tipos: carácter y bloque
 - permiten acceder a “bajo nivel” a los dispositivos que representan
 - varias formas de gestión:
 - mknod: creación manual
 - /dev/MAKEDEV: creación estándar
 - udev: creación bajo demanda

```
$ ls -l ttyS0 fd0 hda hda1 dsp
crw-rw---- 1 root audio 14, 3 2006-01-26 18:12 dsp
brw-rw---- 1 root floppy 2, 0 2006-01-26 18:12 fd0
brw-rw---- 1 root disk 3, 0 2006-01-26 19:11 hda
brw-rw---- 1 root disk 3, 1 2006-01-26 19:11 hda1
crw-rw---- 1 root dialout 4, 64 2006-01-26 19:11 ttyS0
```


Archivos especiales

- Dispositivos de disco
 - Discos IDE (hdX): hda, hdb, hdc, hdd, ...
 - Particiones IDE (hdXN): hda1, hda2, ...
 - Discos SCSI y particiones (sdXN): sda, sdb, sda1, sda2, ...
 - Floppy (fdN): fd0, fd1, ...
 - CD/DVD SCSI: scdN: scd0, scd1, ...
- Otros dispositivos
 - Dispositivos de sonido: dsp, mixer, sndstat, snd/*
 - Dispositivos de video (videoN): video0
 - Zero: /dev/zero
 - Null: /dev/null

Montar/desmontar dispositivos

- La operación de montar un dispositivo (disco o cualquier dispositivo de bloques) permite acceder al sistema de archivos que contiene
 - el sistema de archivos en el dispositivo se asocia un directorio (punto de montaje)
 - el S.O. establece un sistema de *buffers* para optimizar el acceso al dispositivo
 - es un paso previo antes de poder acceder a dispositivos extraíbles: automatizado en muchas distribuciones GNU/Linux.

```
# ls /mnt
# mount /dev/fd0 /mnt
# ls /mnt
data.txt
# umount /mnt
```

Montar/desmontar dispositivos

- GNU/Linux soporta múltiples tipos de sistemas de archivos:
 - ext2, ext3, reiserfs, xfs, jfs, ufs, msdos, vfat, ntfs, iso9660, udf, ...
- El tipo de s.f. suele detectarse automáticamente, pero puede darse como opción al comando mount, así como otras opciones dependientes del tipo de sistema de archivos

```
# mount -t vfat -o umask=000 /dev/hdb1 /media/windows
```

Montar/desmontar dispositivos

- **umount** desmonta un sistema de archivos
 - basta indicar el dispositivo o el punto de montaje
 - el dispositivo debe estar “libre”: no pueden haber ficheros o directorios abiertos (usados)

```
root@ubuntu:~# umount /media/floppy  
root@ubuntu:/media/windows# umount /media/windows  
umount: /media/windows: dispositivo ocupado
```

Montar/desmontar dispositivos

- **/etc/fstab**: contiene información sobre sistemas de archivos del sistema y sus puntos de montaje y opciones
 - define la correspondencia entre el árbol de directorios y los sistemas de ficheros

```
# /etc/fstab: static file system information.
#
# <file system> <mount point> <type> <options> <dump> <pass>
proc /proc proc defaults 0 0
/dev/hda1 / ext3 defaults,errors=remount-ro 0 1
/dev/hda5 /home reiserfs defaults 0 2
/dev/hda6 /opt reiserfs defaults 0 2
/dev/hda2 none swap sw 0 0
/dev/hdc /media/cdrom0 udf,iso9660 ro,user,noauto 0 0
/dev/hdd /media/cdrom1 udf,iso9660 ro,user,noauto 0 0
#/dev/fd0 /media/floppy0 vfat rw,user,noauto 0 0
/dev/hdb1 /media/windows vfat defaults,user,noauto
```

Gestionar particiones

- fdisk, cfdisk: editores de la tabla de particiones. No permiten redimensionar sin pérdida de datos.
- parted, qtparted, parman: editores que permiten redimensionar y mover particiones conservando los datos.
 - emplean utilidades complementarias para algunas tareas.
- Si se quiere actuar sobre el sistema raíz (/) es “necesario” ejecutar estas operaciones iniciando desde un dispositivo diferente (CDROM de instalación, etc.)

Crear y reparar sistemas de archivos

- Existen comandos genéricos del tipo:
 - mkfs.<sa>: crear
 - fsck.<sa>: reparar
- Ejemplo:
 - mkfs.ext3, mkfs.reiserfs, mkfs.vfat
 - fsck.ext3, fsck.reiserfs, fsck.vfat

Crear y reparar sistemas de ficheros

- mkfs.ext3: opciones
 - -m p: reserva p% del espacio para el super-usuario (5% por defecto)
 - -c: comprueba los bloques del dispositivo antes de crear el sistema de archivos
- fsck.ext3: opciones
 - -c: comprueba bloques
 - -p: reparación automática
 - -y: asume respuesta afirmativa a todas las acciones

```
# mkfs.ext3 -p -m 1 /dev/hdb2
...
# fsck -c -p -y /dev/hdb2
...
```

Crear y reparar sistemas de ficheros

- El arranque del sistema se puede configurar para que repare automáticamente los sistemas de archivos defectuosos mediante una de las opciones del fichero `/etc/defaults/rcS`

```
#
# Defaults for the boot scripts in /etc/rcS.d
#
# Time files in /tmp are kept in days.
TMPTIME=0
...
...
# Set FSCKFIX to "yes" if you want to add "-y" to the fsck at startup.
FSCKFIX=no
```

Estructurar el S.A.

- El árbol de directorios puede (y a veces debe) estructurarse uniendo varios sistemas de archivos
- Ventajas:
 - evitar posible corrupción de "todo" el árbol
 - limitar el espacio en determinados componentes del árbol
 - aplicación compleja de cuotas de disco
 - montar partes del árbol como "sólo lectura" para mayor seguridad
 - compartir contenidos comunes entre varios ordenadores usando sistemas de ficheros en red (NFS)
- Inconvenientes
 - difícil previsión de espacios y particiones

Estructurar el S.A. Casos típicos

- /home
- /usr
- /usr/local
- /var
- /var/mail (/var/spool/mail)
- /opt
- /srv
- /boot

Estructurar el S.A. Ejemplos

- La división y espacios asignados depende de cada caso.
- Ejemplo 1: ordenador personal (300GB)
 - / (20GB) Sistema y programas
 - /home (280GB) Todo lo demás
- Ejemplo 2: pequeño servidor web y correo-e (100GB)
 - / (5GB) Sistema y programas
 - /home (40GB) Datos de usuarios, cuentas de correo.
 - /var (40GB) Contenido web, bases de datos
 - /opt (15GB) Programas externos, espacio de reserva

Usar múltiples SS.AA.

- El uso de múltiples SS.AA. implica:
 - redimensionar y/o crear particiones en uno o varios discos
 - formatear las particiones (crear un S.A. en ellas)
 - definir puntos de montaje de los nuevos SS.AA.
 - configurar estructura de particiones en `/etc/fstab`
- La mayoría de las distribuciones GNU/Linux facilitan todas estas tareas durante la instalación

Sistema de archivos. Aplicaciones avanzadas

- RAID (*Redundant Array of Inexpensive/Independent Disks*)
 - permite unir varios dispositivos físicos en un sólo dispositivo lógico, bien por hardware (controlador de disco) o software (sistema operativo)
 - permite obtener sistemas de archivos más grandes y/o más seguros (redundancia)
 - permite mejorar notablemente la velocidad de acceso a disco al transferir datos a/desde varios dispositivos simultáneamente.
- Tipos de RAID
 - RAID0, RAID1, RAID5, RAID6, RAID10, ...

Sistema de archivos. Aplicaciones avanzadas

- LVM (*Logical Volume Management*)
 - permite unir el espacio de dispositivos de bloques físico en grupos de volúmenes
 - permite definir volúmenes lógicos -LV- (similar a particiones) dentro de cada grupo de volúmenes
 - facilidad para redimensionar y ampliar LV's de forma sencilla
 - posibilidad de obtener *snap-shots* de sistemas de archivo
 - puede combinarse con RAID
- Comandos
 - pvcreate: prepara volúmenes físicos (PV)
 - vgcreate: crea grupo de volúmenes (VG) a partir de PV's
 - lvcreate: crea volúmenes lógicos dentro de un VG.

Particiones y ficheros de intercambio. Memoria Virtual

- Los sistemas operativos suelen emplear espacio en disco para simular una memoria disponible mayor que la instalada. Este espacio es el espacio de intercambio o *swap*
- En GNU/Linux, el espacio de intercambio puede ser una partición o dispositivo de bloques dedicado (recomendado) o un fichero normal formateado adecuadamente
- Ver información de la memoria e intercambio
 - \$ cat /proc/meminfo
 - \$ cat /proc/swaps
 - \$ swapon -s
 - \$ top
 - ...

Preparar una nueva partición de intercambio

- Crear partición de tipo “Linux swap” (con fdisk, cfdisk, etc.)
- Formatear partición (mkswap)
- Activar la partición (swapon)

```
# mkswap /dev/hdb2
...
# swapon /dev/hdb2
# swapon -s
...
```

- Una partición o fichero de swap puede desactivarse en cualquier momento

```
# swapoff /dev/hdb2
```

Preparar un fichero de intercambio

- Crear un fichero vacío del tamaño deseado (dd)
- Formatear fichero (mkswap)
- Activar nuevo espacio (swapon)
- Comprobar (swapon -s)

```
# dd if=/dev/zero of=/swapfile bs=1M count=512
512+0 registros leídos
512+0 registros escritos
536870912 bytes transferred in 11,621073 seconds (46198050 bytes/sec)
root@ubuntu:~# mkswap /swapfile
Configurando espacio de intercambio versión 1, tamaño = 536866 kB
no label, UUID=a92088c0-eee0-43e7-b4c1-b50aec8c6fa7
root@ubuntu:~# swapon /swapfile
root@ubuntu:~# swapon -s
```

Filename	Type	Size	Used	Priority
/dev/hda2	partition	976740	19164	-1
/swapfile	file	524280	0	-2

Activar intercambio al inicio

- Las particiones o ficheros de intercambio pueden declararse en el fichero /etc/fstab para ser activadas al inicio.

```
# /etc/fstab: static file system information.
#
# <file system> <mount point> <type> <options> <dump> <pass>
proc /proc proc defaults 0 0
/dev/hda1 / ext3 defaults,errors=remount-ro 0 1
/dev/hda5 /home reiserfs defaults 0 2
/dev/hda2 none swap sw 0 0
/swapfile none swap sw 0 0
```

Sistemas de archivos extraíbles

- Los dispositivos extraíbles (floppy, CD, DVD, dispositivo USB, etc.) se tratan como cualquier otro dispositivo de bloque, considerando que:
 - Muchos sistemas vienen configurados para montarlos automáticamente al insertar el medio
 - Antes de extraer el medio ES NECESARIO desmontar el sistema de archivos
 - Algunos dispositivos como sistemas de almacenamiento masivo USB (pen-drive, etc.) se asocian a dispositivos SCSI y aparecen como tal al sistema: /dev/sda1, etc.
 - Muchos dispositivos extraíbles emplean sistemas de ficheros *vfat* por compatibilidad.

Sistemas de archivos extraíbles. Formato de disquetes

- Formatear disquetes consiste, en realidad en:
 - formatear el medio (formateo a bajo nivel): crear pistas, sectores, etc.
 - crear sistema de ficheros: habitualmente tipo ms-dos/vfat
- El llamado "formateo rápido" consiste en sólo crear el sistema de ficheros
- Alternativas:
 - Utilidad del entorno gráfico
 - Aplicaciones->Herramientas del Sistema->Formateador de disquetes
 - mformat: parte de las Mtools. Sólo crea sistema de ficheros
 - superformat: formatea y crea sistema de ficheros usando mformat.

Operaciones a bajo nivel

- Una característica notable de UNIX/Linux es que emplea archivos especiales (en /dev) para acceder a dispositivos hardware y puede usar archivos regulares como si de dispositivos se tratara (con limitaciones...)
- Esto permite usar archivos como si se tratara de dispositivos y viceversa
- Posibilidades:
 - creación de imágenes de dispositivos y medios
 - uso de sistemas de archivos dentro de ficheros regulares
 - uso de archivos regulares como intercambio (swap)
 - redireccionamiento de entrada y salida estándar a fuentes y sumideros especiales
 - etc.

Operaciones a bajo nivel

- Ejemplo 1: extraer la imagen de un disquete, montar la imagen, escribir nuevos datos en la imagen y grabar la nueva imagen en otro disquete.

```
# cat /dev/fd0 > image.bin
# mount image.bin /mnt -o loop
# ls /mnt
index.html
# cp lista.txt /mnt
# ls /mnt
index.html    lista.txt
# umount /mnt
# cat image.bin > /dev/fd0
# mount /dev/fd0 /media/floppy
# ls /media/floppy
index.html    lista.txt
# umount /media/floppy
```

Operaciones a bajo nivel

- Ejemplo 2: extraer la imagen ISO de un CD/DVD, montar la imagen para comprobarla

```
# cat /dev/hdc > imagen.iso
# mount /dev/hdc /mnt -o loop
# ls /mnt
musica    juegos
# umount /mnt
```

- Ejemplo 3: hacer una copia de seguridad del sector de arranque (primeros 512 Bytes) del disco duro

```
# dd if=/dev/hda of=hda-mbr.bin bs=512 count=1
1+0 registros leídos
1+0 registros escritos
512 bytes transferred in 0,047495 seconds (10780 bytes/sec)
# ls -l hda-mbr.bin
-rw-r--r-- 1 root root 512 2006-01-28 20:03 hda-mbr.bin
```

Operaciones a bajo nivel

- Ejemplo 4: borrar completamente un disco o partición (rellenando con ceros)

```
# cat /dev/zero > /dev/hdb5
```

- Ejemplo 5: ejecutar un programa descartando cualquier mensaje o salida que pueda generar

```
# ls /etc > /dev/null 2>&1  
#
```

Archivos de registro de actividad

- La actividad del sistema se registra en archivos de registro (log) situados en /var/log y sus subdirectorios
- El registro de actividad depende de cada aplicación, pero existen unas pautas comunes:
 - Los archivos de registro se “rotan”: cada cierto tiempo, los archivos son renombrados añadiendo índices. Índice más alto indica más antiguo. Los más antiguos se comprimen:
 - syslog, syslog.0, syslog.1.gz, syslog.2.gz, ...
 - Los archivos de registro más antiguos se borran para que no colapsen el sistema de archivos.
 - Muchas aplicaciones emplean un servicio estándar para el registro de actividad: **syslog**
 - Otras aplicaciones emplean un sistema estándar para rotar ficheros de log: **logrotate**

Archivos de registro de actividad. Configuración

- En la distribución Debian y derivadas, en general, no será necesario modificar los parámetros por defecto. Cada paquete de la distribución incluye su propia configuración para gestión de los logs si es necesario
- Configuración de syslog
 - /etc/syslog.conf: definición de servicios y archivos asociados
 - /etc/cron.daily/sysklogd: control de rotación de logs generados con syslog
- Configuración de logrotate
 - /etc/logrotate.conf: configuración general
 - /etc/logrotate.d/: archivos de configuración para paquetes específicos

Archivos de registro de actividad. Ejemplos

- /var/log/syslog: fichero principal. Registra la mayor parte de la actividad del sistema
- /var/log/auth.log: registra accesos y salidas del sistema por parte de los usuarios
- /var/log/daemon.log: registra actividad de “demonios”.
- /var/log/kern.log: actividad del kernel
- /var/log/mail.*: actividad genérica de correo
- /var/log/messages: mensajes varios
- /var/log/Xorg.0.log: mensajes de X-Window

Archivos de registro de actividad. Visualización

- Los archivos de log son simples archivos de texto que pueden visualizarse con cualquier paginador (less) o editor de textos.
- El escritorio GNOME incluye una aplicación gráfica que permite una visión cómoda de estos ficheros (gnome-system-log)
 - Sistema -> Administración -> Sucesos del sistema
- Para ver nuevos datos en un archivo conforme se van introduciendo, es útil usar el comando tail con la opción -f

```
# tail -f /var/log/syslog  
...
```