

Programación y Administración de Sistemas

9. Copias de seguridad y restauración

Javier Sánchez-Monedero y Pedro Antonio Gutiérrez

Asignatura “Programación y Administración de Sistemas”
2º Curso Grado en Ingeniería Informática
Escuela Politécnica Superior
(Universidad de Córdoba)
jsanchezm@uco.es

Mayo 2023



Objetivos del aprendizaje I

- Justificar la necesidad de establecer **planes de prevención** de catástrofes en la administración de cualquier sistema informático.
- Identificar distintos **escenarios** en los que pueda perderse información y establecer medidas de **prevención**: errores humanos, virus y *software* destructivo, personas malintencionadas y fallos del *hardware*.
- Proporcionar una serie de **consejos generales** a la hora de planear las copias de seguridad de un sistema.
- Establecer los **factores** que determinan la forma en que se realizan las copias de seguridad.
- Diferenciar los tres **tipos de estrategias** a seguir a la hora de realizar copias de seguridad: completa, parcial e incremental.
- Identificar diferentes **soportes hardware** en los que realizar las copias de seguridad.

- Utilizar la herramienta `tar` para realizar copias de seguridad en un sistema GNU/Linux.
- Utilizar la herramienta `cpio` para realizar copias de seguridad en un sistema GNU/Linux.
- Utilizar la herramienta `dump` para realizar copias de seguridad en un sistema GNU/Linux y `restore` para restaurarlas.

9.1. Planes de prevención de catástrofes.

9.1.1. Escenarios de pérdida de información.

9.1.1.1. Errores humanos.

9.1.1.2. Virus y *software* destructivo.

9.1.1.3. Personas malintencionadas.

9.1.1.4. Fallos del *hardware*.

9.1.2. Consejos generales.

9.1.3. Factores.

9.1.4. Estrategias.

9.1.4.1. Copias de seguridad completas.

9.1.4.2. Copias de seguridad parciales.

9.1.4.3. Copias de seguridad incrementales.

9.2. Soportes de seguridad.

9.3. Copias de seguridad y restauración.

9.3.1. Comando *tar*.

9.3.2. Comando *cpio*.

9.3.3. Comando *dump*.

9.3.4. Comando *restore*.

9.4. Pasos para la restauración de un sistema completo.

- Cuestionarios objetivos.
- Pruebas de respuesta libre.
- Tareas de administración.

Planes de prevención de catástrofes

- En cualquier momento, algunos archivos serán totalmente ilegibles por algún motivo:
 - Se exige capacidad de recuperación.
- Las copias de seguridad dependen de la situación y es necesario determinar:
 - De qué archivos hacer la copia, dónde, cómo y cuándo...
- El administrador del sistema debe:
 - Planear e implementar un sistema de copias de seguridad.
 - Periódicamente, hacer copias de seguridad de los ficheros.
 - Guardar las copias de seguridad en un lugar seguro.



Planes de prevención de catástrofes

- La estrategia de copias de seguridad tiene que ser efectiva, para conseguir **seguridad**:
 - El tiempo empleado es un esfuerzo que prevé futuras pérdidas.
 - El dinero gastado se compensa al evitar el desastre que supone una pérdida de datos (que conlleva enormes pérdidas de trabajo y, por tanto, dinero).
- Tener en cuenta:
 - Capacidad restaurar el sistema entero o parte del mismo, en un tiempo aceptable.
 - Tiempo que tarda en hacerse la copia de seguridad.
 - Facilidad de recuperar algún fichero de forma independiente.



Escenarios de pérdida de información

- Causas:
 - Errores de usuario.
 - Virus y software destructivo.
 - Personas malintencionadas.
 - Fallos mecánicos.
 - Fuerzas mayores: desastres naturales, electricidad estática...
- Si valoramos los costes, merece la pena incluir mecanismos/dispositivos específicos para esta labor.



Escenarios de pérdida de información: errores humanos

- Comandos mal escritos:

```
1 $ rm foo *
```

- Errores durante el redireccionamiento y uso de tuberías:

```
1 $ cat fstab | sed 's/ext2/ext3' > fstab
```

- Usuarios con acceso de root:

- Los errores anteriores serían catastróficos si ocurrieran sobre directorios o archivos de sistema.



Escenarios de pérdida de información: prevención de errores humanos

- Medidas de prevención sencillas:

- Utilizar alias:

```
1 alias rm='rm -i' # El -i fuerza confirmacion
```

- Utilizar sistema de control de versiones (Git...):

- Conservan el archivo original y llevan un histórico de los cambios realizados sobre éste.
 - Crear copias de seguridad personales.
 - Utilizar sudo para limitar el acceso de los usuarios con privilegios de root:
 - Se limitará el acceso únicamente a los comandos necesarios para que el usuario pueda llevar a cabo su tarea.



Virus y software destructivo

- **Virus:** programa que se adhiere a un ejecutable y se propaga a otros al mismo tiempo que realiza otra acción (desde escribir un mensaje hasta mezclar las tablas de particiones).
 - **Caballos de Troya:** Programas que se hacen pasar por otros, funcionando como éstos, pero además realizando otras operaciones como obtener y enviar contraseñas. El grado de destrucción depende de quien los ejecuta.
 - **Gusanos:** Programas que se aprovechan de las debilidades de un sistema para propagarse a otros.
 - **Software destructivo:** Aplicaciones no mal intencionadas pero con errores de programación que pueden ser muy dañinos.
- Linux dispone de mecanismos de seguridad que dificultan su propagación (jerarquía usuarios, protección de la memoria, etc.).



Virus y software destructivo: prevención

- Medidas de prevención sencillas:
 - Software específico de búsqueda y destrucción de virus.
 - Configuración del entorno: p.ej. la variable PATH no incluye la carpeta actual:

```
1 $ echo $PATH
2 /usr/local/bin:/usr/bin:/bin:/usr/local/games:/usr/games
```

- *Host* y redes víctimas:
 - Se usan ciertos equipos y redes para probar *software* nuevo o descubrir nuevos tipos de ataques asumiendo que puede resultar dañado (*honeypots* y *honeynets*).
 - Se suelen basar en un sistema de detección de intrusos (IDS) que genera reglas para el *firewall* separando el tráfico normal del anómalo (complementario a reglas explícitas del cortafuegos y antivirus).



Personas malintencionadas



- *Crackers* (\neq *Hackers*):
 - Personas que entran en los sistemas de forma, a veces, ilegal con fines malintencionados.
- Usuarios descontentos:
 - Usuario con acceso al sistema y recelo.
- Medidas preventivas:
 - Cortafuegos y Seguridad Física para los *crackers*.
 - Seguimiento de personas sospechosas de ser “usuarios descontentos” controlando sus accesos y sus privilegios.



Usuarios

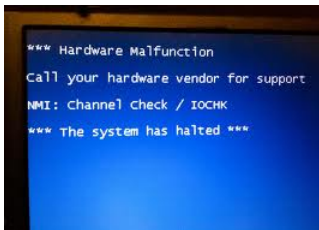


El usuario puede destruir información de forma no intencionada
(Vídeo No te olvides de poner el Where en el Delete From)



Fallos de *hardware* (I)

- Fallo en la unidad de disco duro:
 - El kernel suele avisar antes de un fallo completo.
- Fallo de la memoria:
 - Pérdida de información por la caída del sistema o información corrupta en memoria es copiada a disco.



```
[ 5.103671] Kernel panic - not syncing: UFS: Unable to mount root fs on unknow
un-block(0,0)
[ 5.103706] Pid: 1, comm: swapper/0 Not tainted 3.2.0-29-generic #46-Ubuntu
[ 5.103735] Call Trace:
[ 5.103762] [] panic+0x91/0x1a4
[ 5.103791] [] mount_block_root+0xdc/0x19e
[ 5.103821] [] ? populate_rootfs_wait+0x300/0x940
[ 5.103851] [
```



Fallos de *hardware* (II)

- Prevención y recuperación:
 - Redundancia de la información: utilizar RAID.
 - Supervisión de registros del sistema (orden `dmesg`, datos y pruebas SMART, ver `smartctl/nvme`,).
 - Recuperación desde copias de seguridad.
 - Intentar leer bloques para construir una imagen con '`dd`'.
 - Software de recuperación (TestDisk, PhotoRec...)
 - Recuperación en entorno estéril: empresa dedicada.

Device Information - /dev/sda: Samsung SSD 850 EVO 250GB - GSmartControl (como superusuario)

Device: /dev/sda Model: Samsung SSD 850 EVO 250GB

General Attributes Statistics Self-Tests Error Log Temperature Log Advanced

SMART Attributes Data Structure revision number: 1

ID	Name	Failed	Norm-ed value	Worst	Threshold	Raw value	Type	Flags
5	Reallocated Sector Count	never	100	100	10	0	pre-failure	PO-CK
9	Power-On Time	never	99	99	0	2.121	old age	-O-CK
12	Power Cycle Count	never	99	99	0	531	old age	-O-CK
177	Wear Leveling Count	never	99	99	0	16	pre-failure	PO-C
179	Used Reserved Block Count (Total)	never	100	100	10	0	pre-failure	PO-C
181	Program Fail Count	never	100	100	10	0	old age	-O-CK
182	Erase Fail Count	never	100	100	10	0	old age	-O-CK
183	Runtime Bad Blocks	never	100	100	10	0	pre-failure	PO-C
187	Reported Uncorrectable	never	100	100	0	0	old age	-O-CK
190	Airflow Temperature	never	67	54	0	33	old age	-O-CK
195	Hardware ECC Recovered	never	200	200	0	0	old age	-O-RC



Consejos generales



- **Prevención:** Ante cualquiera de los escenarios de pérdida de información debemos tener la capacidad de recuperarnos inmediatamente o en un corto lapso de tiempo.
- Una opción es utilizar **copias de seguridad**.



Consejos generales

Consejos generales:

- Etiquetar siempre las copias realizadas.
- Elegir correctamente la frecuencia de copias.
- Usar particiones distintas para el sistema de ficheros.
- Hacer que el *backup* diario quepa en la unidad.
- Llevarse la copia a otro lugar y proteger ese lugar.
- Limitar la carga computacional durante el proceso de *backup*.
- No esperar a que ocurra un problema para verificar las copias.
- Tener en cuenta el tiempo de vida de los dispositivos.
- **Prepararse para lo peor.**



Factores I

Factores a considerar en una estrategia de copias de seguridad:

- ¿Qué ficheros se deben copiar y dónde están esos ficheros?
- Conocer qué es lo más importante del sistema.
- ¿Quién hará la copia?
 - ¿el **administrador** o el **propietario** de los ficheros?
- ¿Dónde, cuándo y bajo qué condiciones se deben hacer?
 - Mejor hacer las copias cuando no haya usuarios trabajando (por la noche, a la hora de comer...).
- Frecuencia de cambios en los ficheros \Leftrightarrow Frecuencia de las copias.



Factores II

Factores a considerar en una estrategia de copias de seguridad:

- ¿Cada cuánto tiempo habrá que recuperar ficheros dañados o perdidos? (muy difícil saberlo).
- ¿Dónde se restaurarán los datos?.
- Rutinas de restauración sencillas.
- Proteger las copias de seguridad contra escritura.
- Seguridad de las copias:
 - Lugar donde se almacenan, condiciones ambientales, propiedades de los medios empleados...



Estrategias de copias de seguridad I

Copia de seguridad completa

- Se guardan todos los archivos asociados a un ordenador.
- La restauración necesita un solo fichero pero **mucho tiempo**.
- Puede ser difícil recuperar un archivo suelto.
- Si los ficheros no cambian muy a menudo: no hay justificación.
- Si cambian mucho y son vitales para el trabajo de mucha gente: están justificadas incluso a diario.
- Hacerla ante grandes cambios: nuevo *software*, nuevo SO, . . .



Estrategias de copias de seguridad II

Copia de seguridad parcial

- Se copia sólo algunos archivos específicos (por ejemplo, la carpeta /etc).
- Proceso de restauración sencillo, ya que hay menos archivos implicados.
- Problema: nos dejamos archivos sin copiar.



Estrategias de copias de seguridad III

Copia de seguridad incremental

- Solo aquellos ficheros que hayan cambiado desde la última copia.
- Se deben realizar casi a diario.
- Se mantiene una copia completa del sistema, y se incorporan cambios muy pequeños, de los que se irán haciendo copias incrementales.



Estrategias de copias de seguridad IV

- Copias incrementales organizadas por niveles.
 - Nivel 0 → *Backup* completo.
 - Nivel 1 → Todos los ficheros que han cambiado desde el último *backup* de nivel 0.
 - Nivel 2 → Todos los ficheros que han cambiado desde el último *backup* de nivel 1.
 - ...
- Posibilidades de estrategias:
 - Lunes: nivel 0. Resto de días: nivel 1.
 - Lunes: nivel 0. Martes: nivel 1. Miércoles: nivel 2. Jueves: nivel 1. Viernes: nivel 2.
- También hay que asociar una [estrategia de restauración](#).



Soportes para realizar las copias I

- Guardar la copia de seguridad en el mismo disco (o en otro disco conectado a la máquina) **no es seguro**.
- Multitud de dispositivos:
 - Cintas magnéticas (`/dev/st0`, normal, o `/dev/nst0`, *non-rewinding*, para unidades de cinta SCSI):



Soportes para realizar las copias II

- Discos extraíbles (disco duro que puedes extraer sin apagar la máquina).



- CD-Roms o DVD's regrabables.



- Disquetes (La última persona que sigue vendiendo disquetes en 2022).



Soportes para realizar las copias III

- Librería de cintas o *jukeboxes*, *stackloaders* y similares...



- etc.



Criterios para elegir el soporte

- Coste: no solo del dispositivo sino también del soporte físico de almacenamiento.
- Soporte del *kernel* para el dispositivo.
- Capacidad de almacenamiento de datos de los soportes físicos.
- Tasa de transferencia de datos para realizar copias de seguridad.
- Mecanismo de cargador automático.
 - Cuando se llena una cinta se inserta otra automáticamente.
 - Permite las copias no supervisadas de grandes volúmenes.



Comparativa discos vs cintas I

Ventajas de las cintas de backup:

- Alta capacidad por cinta (580TB).
- Dispositivo con menor coste.
- Seguridad: las cintas se desconectan al terminar las copias e implementan sistemas para evitar que los datos se sobrescriban lo que impide algunos ciberataques populares como los de *ransomware*.
- Fiabilidad: los discos están permanente conectados y en marcha.
- Durabilidad: en promedio pueden durar hasta 30 años.
- Velocidad (secuencial): Cinta 800MB/s, HDD 130MB/s, SSD 280MB/s



Comparativa discos vs cintas II

DECEMBER 17, 2020 [REPORT](#)

Fujifilm, IBM unveil 580-terabyte magnetic tape

by Peter Grad, Tech Xplore

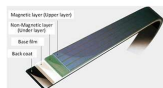


Figure 1: Magnetic tape's layer structure¹²

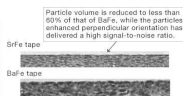


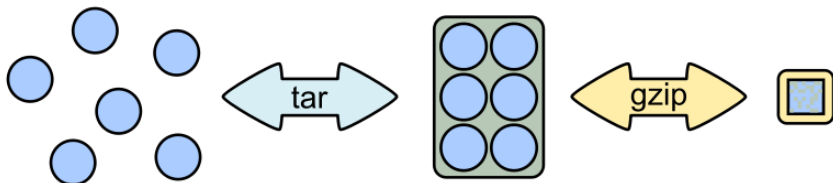
Figure 2: Electron microscopic images of the cross-section of magnetic tapes' magnetic layer (Comparison of magnetic particles)

Deventajas: acceso aleatorio lento, necesitan un mantenimiento especial, el tiempo de recuperación es mayor, se duplica mucha información... cuestiones que no afectan a los discos.



Comando tar (Tape ARchiver)

Realiza copias de seguridad de ficheros o “dispositivos”.



Fuente: Archivo sobre tar en Wikipedia



Comando tar (Tape ARchiver)

- Algunas opciones son:
 - **c** → Crea un fichero contenedor.
 - **x** → Extrae ficheros de un fichero contenedor.
 - **v** → Modo *verbose* (mayor cantidad de mensajes).
 - **f** → Permite especificar el nombre del fichero contenedor.
 - **z** → Comprime o descomprime mediante *gzip*.
 - **j** → Comprime o descomprime mediante *bz2*.
 - **p** → Conserva los permisos de los ficheros.
 - **P** → Guarda los ficheros con su ruta absoluta.
 - **N** → Considera **solo** archivos cuya fecha sea superior al argumento.



Comando tar (Tape ARchiver)

- `tar cPf /dev/nst0 /home` ⇒ copia todos los ficheros del directorio `/home` en la unidad de cinta.
- `tar czvf /dev/sda1 /home` ⇒ ¿qué sucede con la partición `/dev/sda1`?
- `tar czvf /dev/nst0 /dev/sda1`
- `tar czvf practicas.tgz prac_pas`
- `tar tzvf practicas.tgz` ⇒ listar el contenido de la copia de seguridad realizada en el fichero.
- `tar xzvf practicas.tgz` ⇒ descomprimir.
- `tar xzvf practicas.tgz prac_aso/boletin1.pdf` ⇒ recuperar el fichero `boletin1.pdf` (observa que hay que indicar la ruta con la que tar lo almacenó).
- `tar cf practicas.tar -N '3 days ago'` ⇒ copia los ficheros creados/modificados hace menos de 3 días



Comando cpio

- Copias de seguridad de conjuntos de ficheros seleccionados arbitrariamente.
 - Empaqueta los datos en una cinta más eficientemente que tar (al restaurar es capaz de saltar trozos de la cinta defectuosos).
 - Lee de la entrada estándar el nombre de los ficheros a guardar, para usarlo enlazado con otras órdenes con tuberías.
 - Algunas opciones:
 - **o** → Copiar “fuera” (*out*) (crear la copia).
 - **i** → Copiar “dentro” (*in*) (descomprimir).
 - **m** → Conserva fecha y hora de los ficheros.
 - **t** → Muestra la tabla de contenidos, es decir, muestra el contenido de la copia.
 - **A** → Añade ficheros a un contenedor existente.
 - **d** → Crear directorios al descomprimir.
 - **v** → Modo *verbose*.
 - **F** → Crear la copia en un fichero.



Comando cpio

- `find /home | cpio -o > /dev/nst0` → se copia en la unidad de cinta.
- `find /home | cpio -o -F h.cpio` → la copia la realiza en un fichero.
- `cpio -i < h.cpio` → restaura la copia de seguridad de ese fichero.
- `cpio -i -F h.cpio fichero` → restaura sólo el fichero indicado.



Comando dump

- Hace copias de seguridad de un sistema de ficheros Ext2, Ext3 o Ext4, copiando la partición completa.
- Permite realizar **copias de seguridad por niveles**: desde el nivel 0, copia completa, al nivel 9 (que es el valor por defecto).
- Actúa solo a nivel de dispositivo.
- `/etc/dumpdates` → información sobre las copias de seguridad de cada SF y de qué nivel son:
`/dev/sda1 0 Mon Feb 14 09:56:44 2017 +0100`
- Algunas opciones son:
 - `0-9` → Nivel de la copia de seguridad, no requiere argumento.
 - `-u` → Actualiza `/etc/dumpdates`, no requiere argumento.
 - `-f` → Indica fichero destino diferente al usado por defecto, sí requiere argumento. Por defecto, se usa la unidad de cinta.



Comando restore

- Restaura copias de seguridad creadas con `dump`.
- Permite recuperar ficheros, directorios y SF enteros.
- Se ha de recuperar el más reciente de cada nivel empezando por el 0. ¡Mucho cuidado con las fechas!
- Para recuperar SF → crear y montar un SF limpio y vacío, entrar en el punto de montaje y deshacer el *backup*.
- Algunas opciones son:
 - `-r` → Restaura la copia completa, no requiere argumento.
 - `-f` → Indica el dispositivo o archivo donde está el *backup*, sí requiere argumento.
 - `-i` → Modo interactivo, no requiere argumento.
 - `-x` → Extrae los archivos y directorios desde el directorio actual.
 - `-t` → Imprime los nombres de los archivos de la copia, no requiere argumentos.



Ejemplos de dump y restore

- `dump 0 -u -f /dev/nst0 /dev/sda1 →`
Copia de nivel 0 de `/dev/sda1` en la unidad de cinta, actualizando `/etc/dumpdates`.
- `dump 1 -u -f /dev/nst0 /dev/sda1 →`
Copia de nivel 1 de `/dev/sda1` en la unidad de cinta, actualizando `/etc/dumpdates`.
- `dump 0 -f jj.dump /dev/sda1 →`
Copia de nivel 0 de `/dev/sda1` en el fichero `jj.dump`.
- `restore -t -f fichero_backup →` listado de la copia.
- `restore -x -f fichero_backup practicas/smallsh.c →` restaura sólo el fichero `practicas/smallsh.c`.
- `restore -r -f /dev/nst0 →` restaura una copia completa.
- `restore -i -f /dev/nst0 →` permite restaurar ficheros interactivamente (con `ls`, `cd`, `pwd`, `add` y `extract`).



Restauración del sistema

- Si se tiene una copia de todo el sistema:
 1. Arrancar desde un dispositivo distinto (p.e. un DVD).
 2. Si es necesario, crear los ficheros especiales de dispositivos para los discos (/dev/sda1, etc.).
 3. Preparar el disco duro, e.d., crear las particiones.
 4. Crear el sistema de ficheros en la partición donde se restaurarán los datos y montarlo en un directorio.
 5. Restaurar la copia de seguridad sobre ese sistema de ficheros.
 - Restaurar la copia más reciente de nivel 0.
 - Restaurar la copia más reciente del nivel más bajo después del último restaurado.
 - Si quedan más copias por restaurar, volver al paso anterior.
 6. Desmontar el sistema de ficheros restaurado.
 7. Volver al paso 2, para restaurar otros SF adicionales.



Restauración del sistema

- De las siguientes copias realizadas, ¿qué copias de seguridad se restaurarían?:
 - 0 0 0 0 0 0 0.
 - 0 5 5 5 5 5.
 - 0 3 2 5 4 5.
 - 0 9 9 5 9 9 3 9 9 5 9 9.
 - 0 3 5 9 3 5 9.



Restauración del sistema

- Solución (restauraciones en negrita):
 - 0 0 0 0 0 0 **0**.
 - **0** 5 5 5 5 **5**.
 - **0** 3 2 5 4 **5**.
 - **0** 9 9 5 9 9 **3** 9 9 **5** 9 **9**.
 - **0** 3 5 9 **3** 5 **9**.



Referencias



Evi Nemeth, Garth Snyder, Trent R. Hein y Ben Whaley
Unix and Linux system administration handbook.
Capítulo 10. *Backups*, Capítulo 32. *Management, policy and politics* (sección *Disaster recovery*).
Prentice Hall. Cuarta edición. 2010.



Aeleen Frisch.
Essential system administration.
Capítulo 11. *Backup and restore*.
O'Reilly and Associates. Tercera edición. 2002.



Programación y Administración de Sistemas

9. Copias de seguridad y restauración

Javier Sánchez-Monedero y Pedro Antonio Gutiérrez

Asignatura “Programación y Administración de Sistemas”
2º Curso Grado en Ingeniería Informática
Escuela Politécnica Superior
(Universidad de Córdoba)
jsanchezm@uco.es

Mayo 2023

