

Tema 2: Organización de un sistema operativo tipo GNU/Linux

Programación y Administración de Sistemas (2023-2024)

Javier Sánchez Monedero

8 de marzo de 2024

Tabla de contenidos

1	Objetivos y evaluación	1
2	Sistema de ficheros	2
3	Dispositivos	12
4	Estructura genérica del sistema de ficheros	14
5	Proyecto asignatura	18
6	Referencias	18

1 Objetivos y evaluación

Objetivos

- Describir los elementos fundamentales de **organización** del sistema operativo GNU/Linux.
- Identificar la importancia de los **ficheros en GNU/Linux** (“*si algo no es un fichero, entonces es un proceso*”).
- Describir en líneas generales cómo se organiza el **sistema de ficheros** y qué son los nodos-i.

- Definir qué papel tienen el **usuario** y el **grupo** propietario de un fichero y cómo pueden modificarse.
- Interpretar una **cadena de permisos** de GNU/Linux.
- Cambiar los permisos de un fichero, tanto en modo simbólico como en modo absoluto.
- Explicar el objetivo de los **permisos especiales** (*sticky bit*, *suid* y *sgid*).
- Utilizar la máscara **umask** para cambiar los **permisos por defecto** con los que se crean los archivos y directorios.
- Explicar **cómo se aplican los bits de permisos** a la hora de decidir si un usuario puede realizar una determinada acción sobre un fichero.
- Distinguir todos los **tipos de ficheros** que se pueden utilizar en GNU/Linux y diferenciar claramente entre **enlaces** simbólicos y enlace físicos.
- Explicar cómo se repesan los **dispositivos** en GNU/Linux.
- Enumerar las **carpetas fundamentales** de la estructura genérica del sistema de ficheros en GNU/Linux.
- Diferenciar entre contenidos estáticos y dinámicos y contenidos compartibles y no compartibles.

Evaluación

- Cuestionarios objetivos.
- Pruebas de respuesta libre.

2 Sistema de ficheros

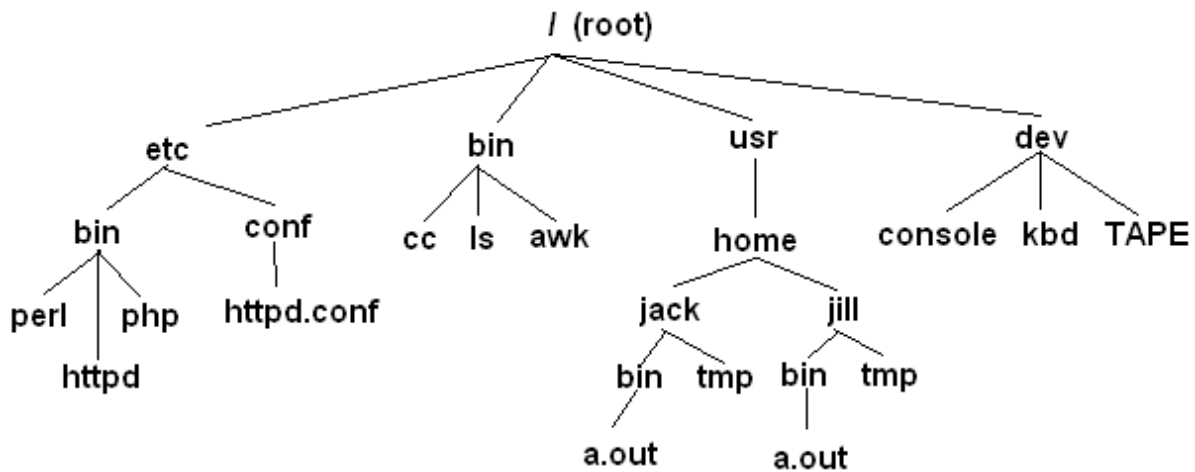
Ficheros

- En GNU/Linux, **todo** son ficheros (“*si algo no es un fichero, entonces es un proceso*”):
 - Los programas u órdenes son ficheros: `/bin/ls`, `/usr/bin/find`...
 - Los dispositivos I/O son ficheros: `/dev/sda`, `/dev/fd0`, `/dev/tty0`...
 - Comunicación entre procesos: **sockets** o tuberías (**pipes**).
 - Directorios, ficheros de datos, ficheros de configuración...
 - El propio núcleo del sistema operativo (*kernel*).

- GNU/Linux tiene una estructura jerárquica de directorios, conocida como **sistema de archivos**:
 - / → directorio raíz.
 - Puede estar compuesto por varias particiones pertenecientes a varios dispositivos (discos duros, CDs, DVDs...).
 - Todos disponibles desde la jerarquía de directorios.

Sistema de ficheros

- Guarda los ficheros del sistema.
- Se organiza de manera jerárquica, en directorios.
- No hay unidades.



Sistema de ficheros: nodos-i

- Aunque a nivel lógico, el sistema de ficheros parece un árbol, en realidad los ficheros se almacenan *desorganizados* por el disco duro.
- Un fichero puede tener sectores a lo largo de toda la superficie.
- Los **nodos-i** son **metadatos** sobre los ficheros que nos proporcionan información sobre aspectos como su tamaño, sus permisos, la posición de sus sectores, número de enlaces...
¿nombre? `ls -i`
- Cada fichero tiene un **nodo-i**.

- Todos están localizados en un área del disco duro, que está limitada (nº máximo de **nodos-i**).

¿Por qué enseñar el concepto de i-nodo en administración de sistemas?

Gestión del acceso: propietarios y permisos

Cada fichero tiene dos propietarios: **usuario** y **grupo**.

```
ls -l images | head -n 3 # esto filtra las 3 primeas líneas
```

chown → cambia el **usuario propietario** (se necesitan privilegios de **root**):

```
sudo chown javi fichero
sudo chown javi:profesores fichero
sudo chown -R javi directorio
```

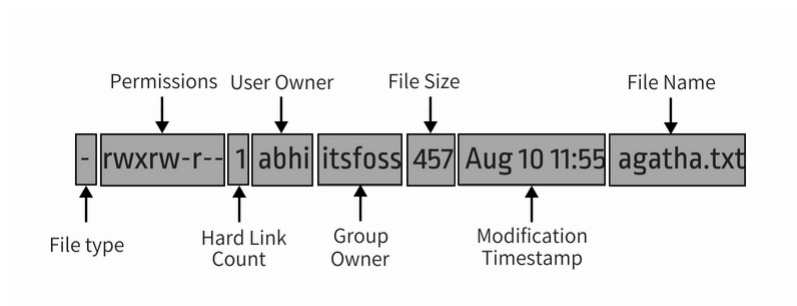
chgrp → cambia el **grupo propietario** (puede hacerlo el propietario del fichero, el que pertenezca al grupo, o **root**).

```
sudo chgrp profesores fichero
sudo chgrp -R profesores directorio
```

Gestión del acceso: propietarios y permisos

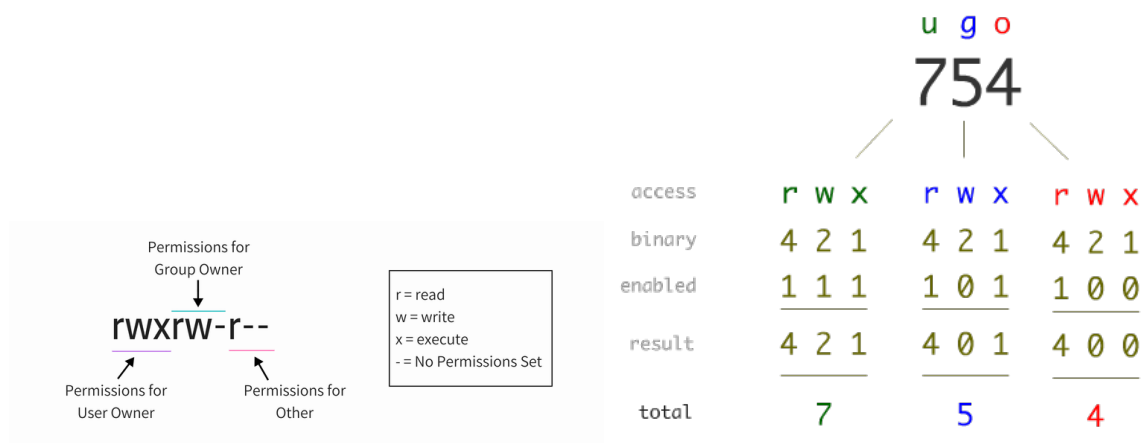
Listado con detalles y ficheros ocultos:

```
ls -la /boot/ | head -n 8
```



Gestión del acceso: propietarios y permisos

Permisos simbólicos y absolutos (Estos ejemplos son diferentes):



Gestión del acceso: propietarios y permisos

- El acceso a los ficheros se gestiona de la siguiente forma:

Acceso	Fichero	Directorio
r	Ver el contenido	Listar el contenido
w	Modificar el contenido	Crear/eliminar ficheros
x	Ejecutar el fichero	Entrar en el directorio

- Se establecen independientemente para: el usuario propietario (u), usuarios del grupo propietario (g) y resto de usuarios (o).

```

chmod u+r fichero           # Modo simbólico
chmod -R u+rwx,go-rwx directorio # Modo simbólico
chmod 740 fichero           # Modo absoluto u+rwx,g+r,g-wx,o-rwx

```

- Otros comandos: adduser, addgroup...

Ejercicio permisos

- Ejercicio (probar en modo simbólico y absoluto):
 - Establezca permisos de escritura para un fichero **ejemplo** sólo para el usuario propietario, de lectura para todos y de ejecución para el usuario y grupo propietarios.
 - Establezca permisos de escritura para un fichero **ejemplo** sólo para el usuario propietario, y de ejecución para el usuario y grupo propietarios y ninguno para el resto.

Gestión del acceso: propietarios y permisos

Actual	chmod	Resultado	Descripción
rw-----	a+x	rw-x--x--x	Agregar a todos (a ll) permiso de e
rw-x--x--x	go-x	rw-----	Se elimina permiso de ejecución para g
rw-r--r--	u-x,go-r	rw---x--x	Al usuario se le quita ejecución, al grupo y a otr
rw-rw-rw-	u-x,go-rwx	rw-----	Al usuario se le elimina ejecución, al grupo y a otros se l
r-----	a+r,u+w	rw-r--r--	A todos se les agrega lectura, al usuario se l
rw-r-----	u-rw,g+w,o+x	---rw---x	Al usuario se le eliminan lectura y escritura, al grupo se le agrega e

Permisos especiales: sticky bit

Tres tipos de permisos especiales: *sticky bit*, *suid* y *sgid*. [Más sobre sticky bit](#).

t: *sticky bit*, chmod o+t fichero.

- El comando `ls` lo representa como una `t` en el noveno bit (según mayúscula/minúscula, `t` → `o+x`, `T` → `o-x`).
- Para **ejecutables** → mantener la imagen del fichero en la memoria de intercambio después de finalizar la ejecución del mismo (en desuso).
- Para **directorios** → solo `root` o el propietario de un fichero (o de la carpeta) pueden borrar o renombrar el fichero, aunque tengan permiso de escritura en la carpeta.

Permisos especiales: sticky bit

```
mkdir -p carpeta && cd carpeta
touch fichero
ls -la fichero
chmod o+w+t fichero
ls -la fichero
```

¿Qué sentido tiene el sticky bit en este ejemplo?

```
ls -ld /tmp/
```

Permisos especiales: suid

s: para usuarios, suid, chmod u+s fichero.

- El comando `ls` lo representa como una `s` en el tercer bit (según mayúscula/minúscula, `s` → `u+x`, `S` → `u-x` (estado inconsistente)).
- Para **ejecutables** → cambio de dominio a nivel de usuario. Durante la ejecución, el usuario efectivo del proceso es el propietario del fichero y no el usuario que lo ejecutó.
- Para **directorios** → Ignorado.

```
# El ejecutable "gestorbd" lee el fichero "basedatos":
-rwxr--r-x root root /opt/bin/gestorbd
-rwx----- root root /opt/datos/basedatos
# El usuario pagutierrez puede ejecutar "gestorbd", pero ese programa
# NO podrá leer "basedatos"
# El programa si podrá leer "basedatos" si "gestorbd" tiene los permisos:
-rwsr--r-x root root /opt/bin/gestorbd
```

Permisos especiales: suid

¿Cómo es posible que cambiemos la contraseña desde un usuario corriente?

Ejecuta en tu máquina:

```
ls -l /etc/passwd /etc/shadow /usr/bin/passwd
```

...

```
$ ls -l /etc/passwd /etc/shadow /usr/bin/passwd
-rw-r--r-- 1 root root    2941 feb 13 10:21 /etc/passwd
-rw-r----- 1 root shadow 1827 feb 13 10:21 /etc/shadow
-rwsr-xr-x 1 root root   59640 nov 29 13:25 /usr/bin/passwd
```

Veamos [el código de passwd](#)

Permisos especiales: sgid,

s: para grupos, sgid, chmod g+s fichero.

- El comando `ls` lo representa como una `s` en el sexto bit (según mayúscula/minúscula, `s` → `g+x`, `S` → `g-x` (estado inconsistente)).
- Para **ejecutables** → cambio de dominio a nivel de grupo. Durante la ejecución, el grupo efectivo del proceso es el grupo propietario del fichero y no el del usuario que lo ejecutó.
- Para **directorios** → al crear un fichero en su interior, el grupo propietario del nuevo fichero es el grupo del directorio y no del usuario que ejecuta la orden.

Ejemplo sgid

El ejecutable “gestorbd” lee el fichero “basedatos”:

```
-rwxr-xr-x root root /opt/bin/gestorbd
-rwxr----- root root /opt/datos/basedatos
```

Grupo “alumnos”: pueden ejecutar “gestorbd” pero NO leer “basedatos” El programa si podrá leer “basedatos” si “gestorbd” tiene los permisos:

```
-rwxr-Sr-x root root /opt/bin/gestorbd
```

El usuario “pagutierrez” sólo pertenece al grupo “profesores”

Se tiene el directorio

```
drwxr-sr-x pagutierrez alumnos /practicass
```

Si “pagutierrez” ejecuta `cp tema2.pdf /practicass` entonces el fichero copiado pertenecerá al grupo “alumnos”:

```
-rw-r--r-- pagutierrez alumnos /practicass/tema2.pdf
```


CODA: Máscara de permisos (umask)

- Cuando un fichero nuevo se crea, se le asignan permisos.
- Los permisos se deciden aplicando una máscara de permisos a los permisos base (que se puede consultar/modificar utilizando el comando `umask`):

```
$ umask
0002
```

- La máscara de bits indica con un 1 aquellos bits que deberán ser 0 en la cadena de permisos, es decir, indica qué permisos están restringidos.
- Los permisos base para directorios son 777; para ficheros, 666.

CODA: Máscara de permisos (umask)

- ¿Podremos especificar una máscara que permita crear ficheros con permisos de ejecución?
- Intenta deducir qué pasará con los siguientes pasos:

```
umask
mkdir -p /tmp/prueba1
ls -ld /tmp/prueba1
touch /tmp/prueba1/a
ls -l /tmp/prueba1/

$ umask
$ mkdir -p /tmp/prueba1
$ ls -ld /tmp/prueba1
drwxr-x--- 2 clase javi 4096 May 16 09:43 /tmp/prueba1
$ touch /tmp/prueba1/a
$ ls -l /tmp/prueba1/
total 0
-rw-r----- 1 clase javi 0 May 16 09:47 a
```

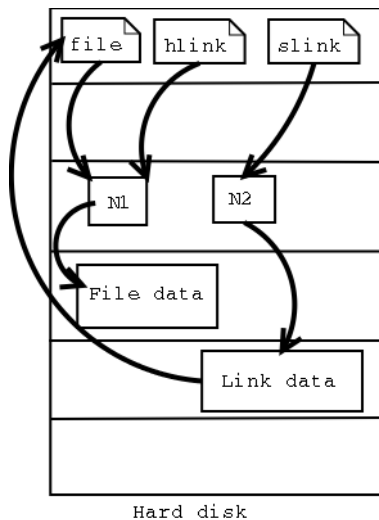
```
umask 027
mkdir -p /tmp/prueba2
ls -ld /tmp/prueba2
touch /tmp/prueba2/a
ls -l /tmp/prueba2/
```

Tipos de ficheros (ls -l)

- **Normal.**
- **Directorio (d):** son ficheros que contienen enlaces a otros ficheros (ya sean directorios o archivos normales).
- **Especial de bloque (b):** fichero especial para interactuar con un dispositivo basado en bloques.
- **Especial de carácter (c):** fichero especial para interactuar con un dispositivo basado en caracteres.
- **Named Pipes (p):** tubería FIFO con nombre (comunicación de procesos de diferentes usuarios con tuberías).
- **Socket (s):** como los *pipes* pero con comunicación *duplex* (ambos sentidos, ej. /tmp/.X11-unix/X0).
- **Enlace físico.**
- **Enlace simbólico (l).**

Tipos de ficheros: enlaces

- **Enlaces:** Archivos especiales que permiten que varios nombres (**enlaces**) se asocien a un único e idéntico archivo.
- Varias instancias de un mismo archivo en diversos lugares de la estructura jerárquica sin necesidad de copiarlos.
- Ayuda a asegurar la coherencia y ahorrar espacio en el disco.
- Grupo de personas trabajando sobre un mismo fichero (modificaciones centralizadas).



Tipos de ficheros: enlaces

- **Enlaces físicos** (`ln archivo-real enlace-físico`):
 - Representan un nombre alternativo para un archivo (dos nombres de fichero apuntando al mismo nodo-i).
 - Si eliminamos un enlace físico, no eliminamos el archivo original. Mientras quede al menos un enlace físico, el archivo no se elimina.
 - Sólo es posible entre ficheros que estén en la misma partición.
 - No se pueden realizar a directorios.

Tipos de ficheros: enlaces

- **Enlaces simbólicos** (`ln -s archivo-real enlace-simb`):
 - Es un puntero virtual al archivo real (acceso directo).
 - Fichero de texto (con su nodo-i independiente) que contiene la ruta del archivo al que apunta.
 - Si se elimina el enlace simbólico, no se elimina el fichero original.

Ejemplo enlaces físicos y simbólicos

```
# Observad conteo de referencias (tercera columna, después de permisos).
cd /tmp/
touch prueba
ln prueba enlace_fisico
ls -li prueba enlace_fisico
ln -s prueba enlace_simbolico
ls -li prueba enlace_simbolico
```

Resultado ejecución:

```
$ touch prueba
$ ln prueba enlace_fisico
$ ls -li prueba enlace_fisico
12481313 -rw-rw-r-- 2 javi javi 0 feb 23 23:00 enlace_fisico
12481313 -rw-rw-r-- 2 javi javi 0 feb 23 23:00 prueba
$ ln -s prueba enlace_simbolico
$ ls -li prueba enlace_simbolico enlace_fisico
12481313 -rw-rw-r-- 2 javi javi 0 feb 23 23:00 enlace_fisico
12481314 lrwxrwxrwx 1 javi javi 6 feb 23 23:00 enlace_simbolico -> prueba
12481313 -rw-rw-r-- 2 javi javi 0 feb 23 23:00 prueba
```

3 Dispositivos

Dispositivos

Los dispositivos se representan/manejan como ficheros:

- **Ficheros especiales de caracteres:** representan a dispositivos de caracteres (cinta magnética, puerto paralelo, puerto serie...)
- **Ficheros especiales de bloques:** representan a dispositivos de bloques (disquete, partición de un disco duro o un pendrive...)
- Escribir/leer en un dispositivo se convierte en escribir/leer en el fichero correspondiente.

[How to List Your Computer's Devices From the Linux Terminal](#)

Dispositivos: ejemplos

- Esos ficheros se almacenan en el directorio `/dev`:
 - `/dev/sda` ⇒ primer disco duro (sin considerar particiones).
 - `/dev/sda1` ⇒ primera partición del primer disco.
 - `/dev/sdb` ⇒ segundo disco duro.
 - `/dev/sdc` ⇒ disco USB (primer nombre de dispositivo libre).
 - `/dev/tty1` ⇒ primera terminal de consola (`tty2` segunda).
 - `/dev/lp0` ⇒ primer puerto paralelo.
 - `/dev/fd0` ⇒ disquete de la primera disquetera.

Dispositivos de bloques: lsblk

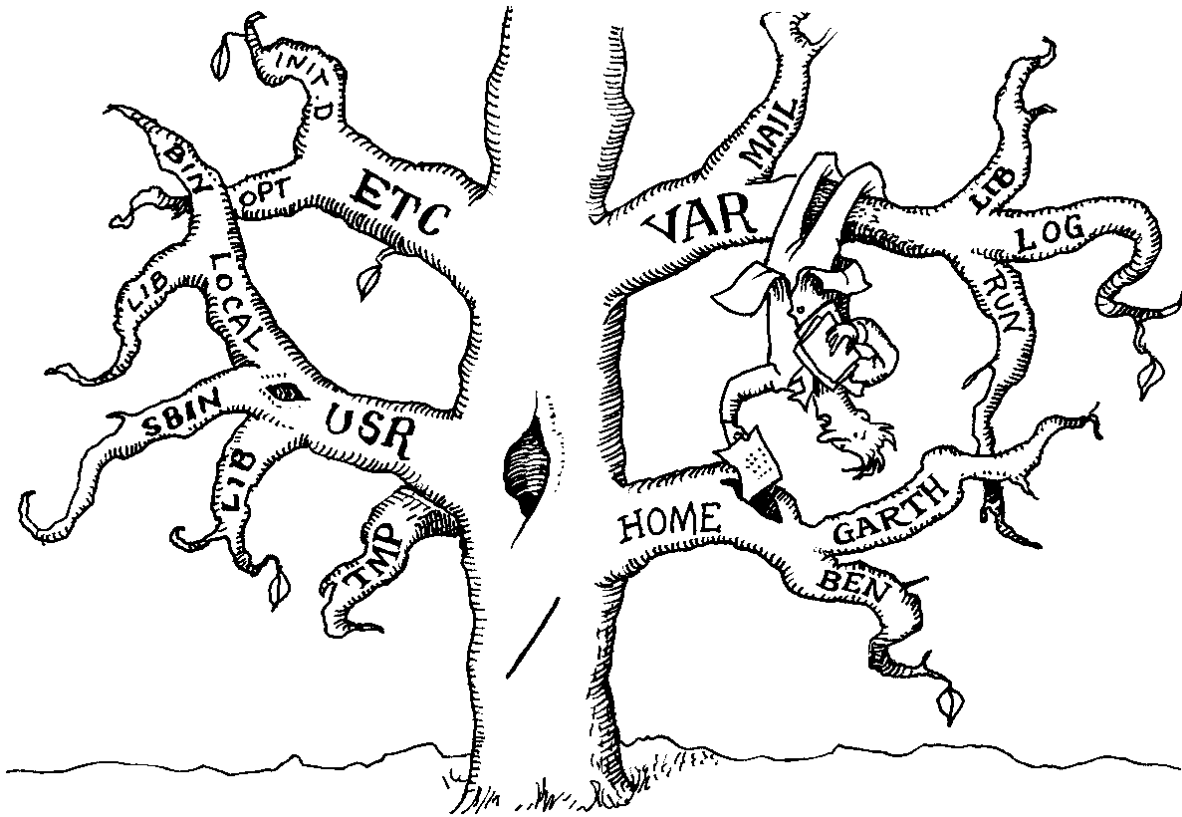
Depende de tu distribución quizás necesites instalar:

```
sudo apt-get install util-linux
lsblk |grep -v loop
```

```
$ lsblk |grep -v loop
NAME        MAJ:MIN RM  SIZE RO TYPE  MOUNTPOINT
nvme0n1      259:0    0   477G  0 disk
  nvme0n1p1  259:1    0    780M  0 part  /boot/efi
  nvme0n1p2  259:2    0     5G   0 part
  nvme0n1p3  259:3    0   78,1G  0 part  /
  nvme0n1p4  259:4    0  393,1G  0 part
    home     253:0    0  393,1G  0 crypt /home
```

4 Estructura genérica del sistema de ficheros

¿Qué esperas que haya en un sistema de ficheros?



Fuente *Unix and Linux system administration handbook*. Chapter 5. The Filesystem. Addison-Wesley. 5th Edition. 2018.

Rápido: ¿cuál de los siguientes elementos esperarías encontrar en un “sistema de archivos”?

- Procesos
- Dispositivos de audio
- Estructuras de datos y parámetros de ajuste del núcleo
- Canales de comunicación entre procesos

Estructura genérica del sistema de ficheros

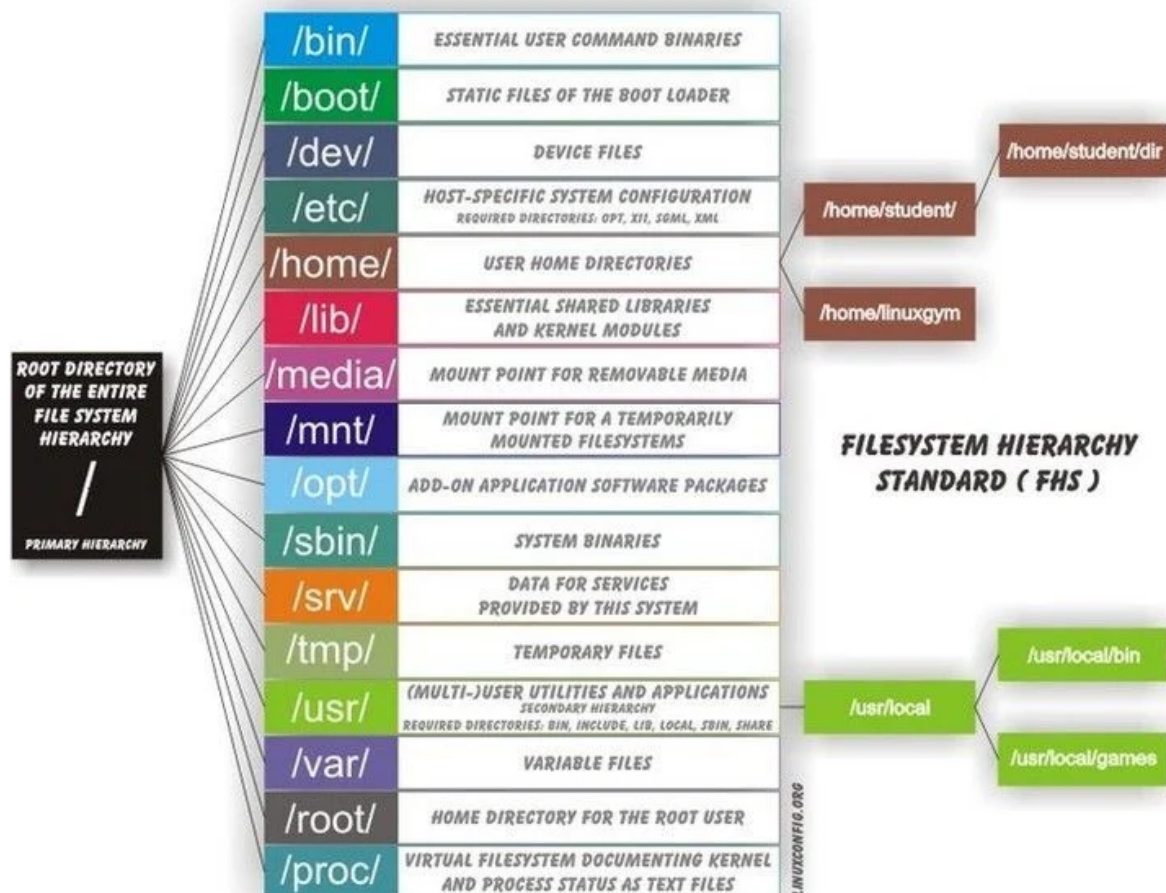
- *Filesystem Hierarchy Standard*: Jerarquía Estándar del Sistema de Ficheros.
- Especificación estándar para sistemas tipo Unix.

- Fruto del consenso entre la comunidad (desarrolladores, administradores...).
- Versión 3.0 (2015), especificación disponible en la URL: <https://refspecs.linuxfoundation.org/fhs.shtml>
- En Linux, disponible como página de manual: `man hier`

Estructura genérica del sistema de ficheros

- Existen dos tipos de distinciones cuando hablamos del tipo de contenido de un directorio: **estáticos/dinámicos** y **compatibles/no compatibles**.
 - **Estáticos:** Contiene binarios, bibliotecas, documentación y otros ficheros que no cambian sin intervención del administrador. Pueden estar en dispositivos de solo lectura (*read-only*) y no necesitan que se hagan copias de seguridad tan a menudo como los ficheros dinámicos.
 - **Dinámicos:** Contiene ficheros que no son estáticos. Deben de encontrarse en dispositivos de lectura-escritura (*read-write*). Necesitan que se hagan copias de seguridad a menudo.
 - **Compatibles:** Contiene ficheros que se pueden encontrar en un ordenador y utilizarse en otro.
 - **No compatibles:** Contiene ficheros que no podemos utilizar en distintas máquinas.

Estructura genérica del sistema de ficheros



Fuente <https://linuxconfig.org/filesystem-basics>

Estructura genérica del sistema de ficheros

- /bin ⇒ ficheros ejecutables básicos compartidos (mv, cp).
- /dev ⇒ ficheros especiales de dispositivos.
- /etc ⇒ la mayoría de los ficheros de configuración locales del sistema (solo archivos de texto).
- /root ⇒ directorio HOME del administrador.
- /sbin ⇒ ficheros ejecutables que, normalmente, sólo el administrador puede ejecutar.

- `/home` ⇒ los directorios de trabajo de los usuarios.
- `/lost+found` ⇒ contiene “referencias” a los ficheros marcados como erróneos al chequear el sistema de ficheros.
- `/lib` ⇒ bibliotecas necesarias para ejecutar los archivos.

Estructura genérica del sistema de ficheros

- `/proc` y `/sys` ⇒ sistemas de ficheros virtuales, contienen información sobre procesos, núcleo, módulos cargados, dispositivos, sucesos...
- `/tmp` ⇒ ficheros temporales. Tiene el permiso `t` activo.
- `/var` ⇒ ficheros variables: colas de datos (`spool`) de impresión, `e-mail`..., ficheros del `cron`, `atd`, ficheros de `log`...
- `/boot` ⇒ núcleo y ficheros necesarios para cargar el núcleo y ficheros de configuración del gestor de arranque.
- `/mnt`, `/mount` ó `/media` ⇒ montaje de otros sistemas de ficheros: disquetes, cdroms...
 - `/mnt/floppy` ó `/media/floppy`
 - `/mnt/cdrom` ó `/media/cdrom`
- `/opt`: paquetes de aplicaciones estáticas (no actualizables).

Estructura genérica del sistema de ficheros

- `/usr` ⇒ contiene subdirectorios de solo lectura, que no deben ser específicos de la máquina que los usa (*Unix system resources*):
 - `/usr/bin` ⇒ ficheros ejecutables por todos los usuarios.
 - `/usr/sbin` ⇒ ficheros ejecutables de administración.
 - `/usr/include` ⇒ ficheros cabecera de cabecera estándar para compilación.
 - `/usr/lib` ⇒ bibliotecas binarias.
 - `/usr/local` ⇒ *software* local específico.
 - `/usr/share` ⇒ datos compartidos (independientes de la arquitectura: imágenes, ficheros de texto...).
 - * `/usr/share/man`.
 - * `/usr/share/doc`.

- /usr/src ⇒ código fuente, como el del kernel...

Estructura genérica del sistema de ficheros

- Estáticos: /bin, /sbin, /opt, /boot, /usr/bin...
- Dinámicos: /var/mail, /var/spool, /var/run, /var/lock, /home
- Compartibles: /usr/bin, /opt...
- No compartibles: /etc, /boot, /var/run, /var/lock...

5 Proyecto asignatura

Proyecto asignatura

Herramientas y conceptos que hemos visto (además de los de los apuntes):

- Reenvío de puertos (*port forwarding*) en VirtualBox
- Conexiones ssh: `ssh usuario@host [-p puerto]`
- Autenticación ssh con clave gpg (ssh-copy-id). **Importante leer sobre cifrado asimétrico custodia y distribución de tus claves.** `ssh-copy-id usuario@host [-p puerto]`
- Herramienta `apt` y conceptos y configuración de repositorios

6 Referencias

Referencias

Unix and Linux system administration handbook. Chapter 4. Process control. Chapter 5. The Filesystem. Addison-Wesley. 5th Edition. 2018.