Administración de Sistemas e Redes

Grao en Enxeñaría Informática Grao
Escola Técnica Superior de Enxeñaría
Universidade de Santiago de Compostela

Tomás Fernández Pena
tf.pena@usc.es

15 de septiembre de 2019

Índice general

Capítulo 1

Introducción a la administración de sistemas

1.1. Introducción a la asignatura

1.1.1. La figura del administrador de sistemas

- El administrador de sistemas es quien tiene la capacidad y la responsabilidad de establecer las acciones, procedimientos y normas para conseguir:
  - asegurar que el sistema funcione correcta y eficientemente, y
  - asegurar que todos los usuarios pueden usar el sistema de manera fácil y sin problemas
- Tarea esencial, dado el incremento en la complejidad de los sistemas y redes

1.1.2. Objetivos de la asignatura

- Adquirir competencias de un Administrador de Sistemas a nivel intermedio
  - Facilidad de uso de la mayor parte de los aspectos de la administración de sistemas GNU Linux/UNIX
  - Conocimiento de administración de redes
  - Capacidad de entender y escribir scripts de administración
  - Capacidad de identificar tareas que requieran automatización y automatizarlas

- Capacidad de resolver problemas rápida y completamente

1.1.3. ¿Por qué UNIX/GNU Linux?

- UNIX tiene una larga historia en la industria y la educación
- UNIX/GNU Linux es popular a nivel de empresa
- Es independiente del hardware
- GNU Linux es abierto y gratuito
- GNU Linux proporciona prácticamente todo el software necesario para un sistema completo

¿Por qué no Windows?

- Dependencia de una sola empresa
- Es caro
- No es completo
- Es cerrado
- Oculta su complejidad
- Conociendo Linux es fácil aprender otros SO

1.1.4. Información oficial

- 6 ECTS $\longrightarrow$ 5 horas expositivas/45 laboratorio
- Asistencia obligatoria a clases de laboratorio
- Evaluación: 40 % evaluación prácticas/60 % examen
- Condición de aprobado: asistencia a las prácticas, superar las prácticas y aprobar el examen
- Profesorado:
  - Teoría: Francisco Argüello Pedreira
  - Prácticas: Francisco Argüello Pedreira

1.1.5. Relación con otras asignaturas

Administración Avanzada de Sistemas e Redes. Optativa, trata aspectos de virtualización, monitorización y optimización de servidores y administración de servicios (web, e-mail, etc.).

Enxeñaría de Computadores Obligatoria, instalación y configuración de centros de procesado de datos e instalaciones informáticas de tamaño medio/grande (servidores, virtualización y consolidación, redes de almacenamiento, backups, etc.).

Tecnología de Redes. Optativa, trata aspectos de diseño y gestión de redes (selección de tecnologías, reparto del ancho de banda, permisos de acceso, etc).

Administración de Bases de Datos. Optativa, trata la administración de sistemas de gestión de bases de datos (instalación y gestión, seguridad, backups, etc.).

1.2. Tareas de un administrador de sistemas

Tareas comunes:

- Administrar el hardware de los sistemas
- Administrar las aplicaciones instaladas
- Administrar usuarios
- Comprobar el buen funcionamiento del sistema
- Contabilizar el uso de recursos por parte de los usuarios
- Administración de la seguridad
- Mantenimiento de la documentación
- Soporte técnico a usuarios

Tareas específicas dependen del entorno donde desarrolle su trabajo el administrador, incluyendo tipos de usuarios, hardware/software disponible, políticas de gestión, etc.

1. **Entorno de trabajo**

- Entorno de trabajo (empresa, administración pública, etc.) compuesto de :
  - usuarios (de 10 a 1000s),
  - recursos materiales (posiblemente operando 24x7),
  - información (software, archivos, etc.)
  - políticas de gestión

2. Usuarios

- Algunas características:
  - número,
  - experiencia (o no) en el uso de sistemas informáticos,
  - tipo de trabajo,
  - responsabilidad o irresponsabilidad

3. Hardware/Software

- Los ordenadores, software, redes, impresoras, etc. influyen en el tipo de trabajo del administrador
  - número y complejidad,
  - una o varias redes,
  - sistemas homogéneos o heterogéneos, corriendo el mismo o diferente SO y software de aplicaciones:
    - PCs tradicionales
    - servidores sin monitor
    - sistemas sin interfaz gráfico
    - sistemas sin disco
    - sistemas con varias CPUs (SMP, clusters, etc.)
    - ...

4. En cualquier caso

- El administrador es un instrumento para facilitar la vida a los usuarios, no para complicársela:
  - Tener siempre presente el espíritu de servicio
  - Informar a los usuarios de los cambios en el sistema que les afecten, personalmente o mediante herramientas de comunicación, sin llegar a saturar
  - Ayudar en los problemas que surjan a los usuarios

- Atender sus quejas con educación, pero ser capaz de imponer su autoridad cuando sea preciso
- No olvidar que los usuarios no son expertos y su conocimiento informático puede ser nulo

1.2.1. Principales tareas

Cuatro categorías:

- operaciones diarias
- hardware y software
- interacción con los usuarios
- organización y planificación

1. **Operaciones diarias**
   - Tareas que deben realizarse regularmente, por ejemplo:
     - Añadir y borrar usuarios
     - Monitorizar el sistema:
       - uso de recursos: CPU, memoria, discos, etc.
       - actividades irregulares de los usuarios
       - problemas inesperados
     - Realizar copias de seguridad
   - Muchas de esas tareas pueden (y deberían) ser automatizadas
     - se evita *reinventar la rueda*
     - simplifica el trabajo
     - permite delegar en otros
2. **Hardware y software**
   - Algunas tareas relacionadas con hardware y software:
     - evaluación y compra,
     - instalación y mantenimiento,
     - prevención de problemas,
     - actualización de hardware y software,
     - eliminación y migración de sistemas antiguos
3. **Organización y planificación**
   - El administrador debe ser capaz de anticiparse a los problemas (proactividad)

    - necesidad de organización y planificación
  - Elementos a tener en cuenta:
    - documentación: para el administrador, los usuarios y la dirección
    - gestión del tiempo de trabajo
    - planificación a medio y largo plazo
    - actualización de conocimientos
    - automatización de actividades repetitivas

4. **Documentación**
   - Posiblemente la tarea más aburrida, pero una de las más importantes,
     - documentación acerca de los detalles de cada sistema particular:
       - localización, detalles de compra, ...
       - software instalado, usuarios, ...
       - ficheros de configuración, ...
     - etiquetado del hardware
       - información sobre el nombre, IP, MAC, etc. de cada sistema particular
     - libro de cambios en los sistemas
       - modificaciones en los ficheros de configuración, actualizaciones, ...
     - informes sobre las tareas realizadas
       - facilitan resolver un problema cuando ocurre por segunda vez
     - documentación para usuarios sobre uso de los sistemas

1.3. Políticas y estándares

Políticas de gestión

- Definen el qué, por qué y cómo hacer las cosas en la organización
  - determinan el tipo de uso que los empleados pueden hacer de los sistemas, p.e.
    - derechos de acceso a los recursos,
    - limites en el uso de recursos (disco, CPU, etc.),

        - ¿puede el AS acceder al e-mail de los usuarios?
    - Normalmente, las políticas de gestión son responsabilidad de la gerencia o dirección técnica de la organización
        - el administrador debe respetar y hacer respetar esas políticas
        - no inventar políticas de uso de recursos que contradigan las políticas generales
    - La obediencia no debe ser ciega: si se considera que una política no se puede implantar o se puede mejorar, hay que dialogar con los superiores
    - Junto con las políticas, se debe establecer un sistema de penalizaciones

1.3.1. Políticas y procedimientos

Importante disponer de un conjunto amplio de políticas y procedimientos

- Políticas: documentos que definen requerimientos o reglas (p.e. cuándo y de qué se hacen backups), no suelen modificarse a menudo
- Procedimientos: documentos que explican como llevar a cabo los requerimientos (p.e. cómo se hacen los backups), deben adaptarse continuamente

Políticas

Necesidad de documentos de políticas escritas y firmadas

- Políticas de los servicios administrativos
- Derechos y responsabilidades de los usuarios
- Políticas aplicables a los administradores de sistemas
- Políticas de usuarios temporales

Todos los usuarios deberían firmar un documento de conformidad Ejemplos de políticas

- Normativa de la USC
- Ejemplo de la Universidad de California y el Centro de Supercomputación de San Diego

Políticas de seguridad

Toda política está relacionada con la estabilidad y seguridad del sistema

- debe quedar claro qué proteger y las prioridades

Necesidad de obtener un equilibrio

- Servicios ofrecidos vs. seguridad proporcionada (más servicios = menos seguridad)
- Facilidad y comodidad de uso vs. seguridad (seguridad=1/comodidad)
- Coste de la seguridad vs. riesgo (coste) de las pérdidas

Necesario crear guías de seguridad

- Ver ejemplo en el Centro de Supercomputación de San Diego

Necesaria una política de recuperación de desastres

- Ver libro base, sección 32.8

Procedimientos

Recetas para realizar determinadas tareas

- Añadir o dar de baja un host
- Añadir o dar de baja a un usuario
- Actualizar un sistema
- Realizar copias de seguridad de los sistemas
- Realizar apagados de seguridad
- etc.

Recetas por escrito y siempre disponibles

- Pueden tomar la forma de scripts comentados
- Un nuevo administrador debe ser capaz de entenderlas rápidamente

1.3.2. Estándares y recomendaciones

Existen estándares para la gestión correcta de las infraestructuras de IT y la seguridad

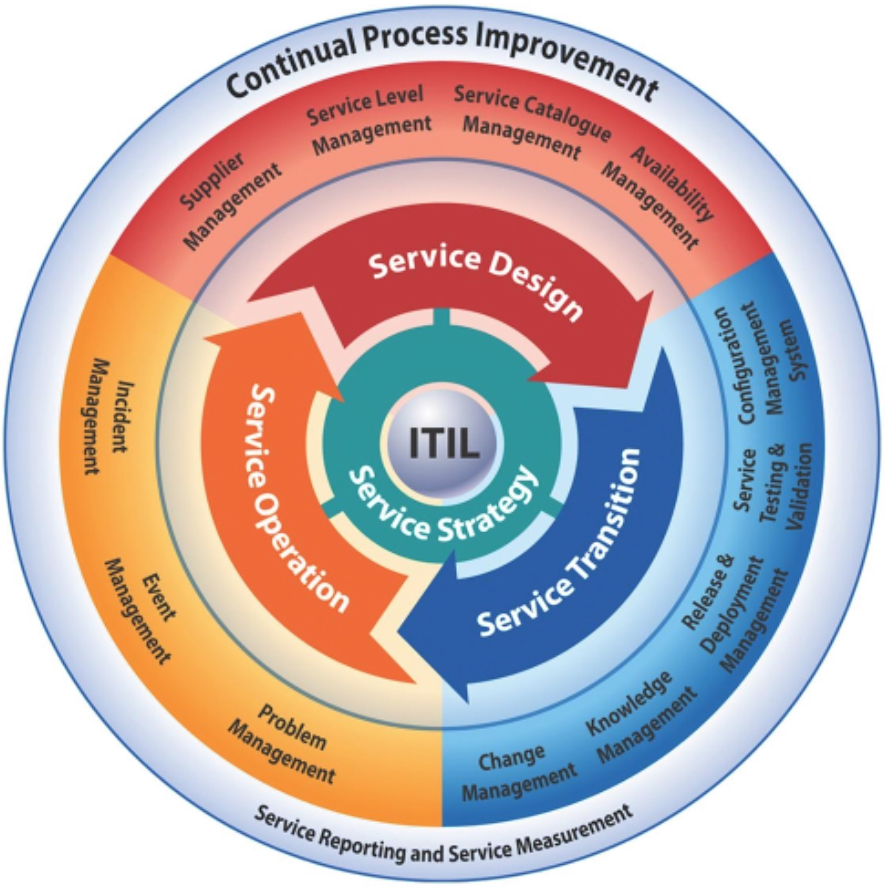
- Esquemas de certificación para valorar las instalaciones

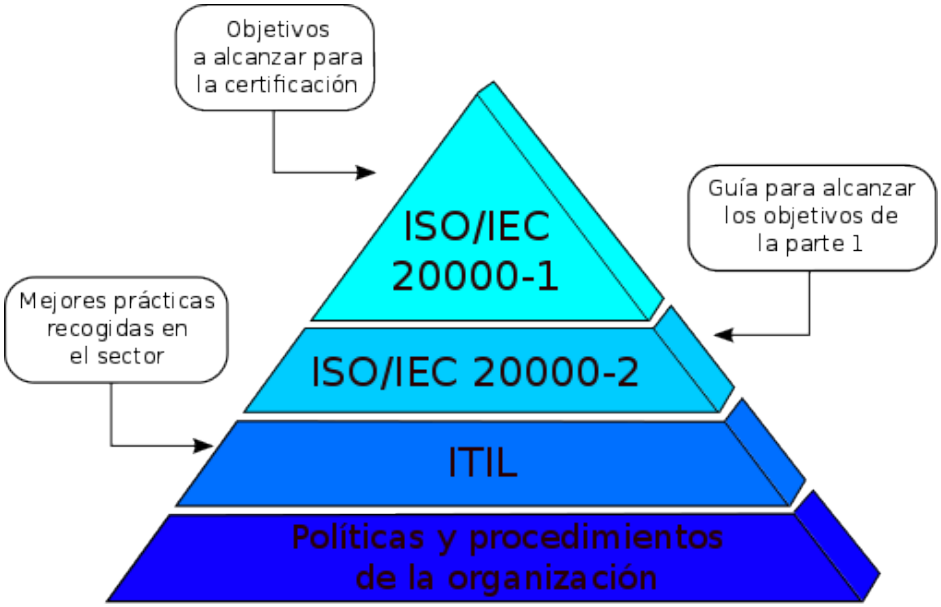
Estándares relacionados con la seguridad

1. ISO 27002 (anteriormente ISO 17799, basado en el británico BS 7799-1)
   - Recomendaciones para realizar la gestión de la seguridad de la información dirigidas a los responsables de iniciar, implantar o mantener la seguridad de una organización
   - No es una norma tecnológica
     - proporciona buenas prácticas neutrales con respecto a la tecnología y a las soluciones disponibles en el mercado
   - Forma parte del grupo de estándares ISO 27000
   - Estándares relacionados:
     - ISO 27001, especifica requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de la seguridad de la información consistente con ISO/IEC 27002, reemplaza al BS 7799-2
2. *Standard of Good Practice*
   - Documentación detallada que identifica buenas prácticas en seguridad de la información
   - Creado por el Information Security Forum
3. RFC 2196, *Site Security Handbook* y RFC 2504, *Users' Security Handbook*
   - Documento práctico con recomendaciones sobre aspectos de seguridad, políticas de usuarios y procedimientos
   - Proporciona una visión general sobre la seguridad de la información, incluyendo seguridad de red, respuesta a incidentes o políticas de seguridad

Otros estándares

1. ISO/IEC 20000
   - Estándar internacional en gestión de servicios de Tecnologías de la Información
   - Basado en el estándar británico BS 15000, desarrollado en 2005 y revisado en 2011/12
   - Tiene 5 partes, las más importantes son la
     - ISO/IEC 20000-1:2011, define los requerimientos necesarios para garantizar una entrega de servicios de TI con calidad aceptable para todos los clientes
     - ISO/IEC 20000-2:2012, guía de implementación de los sistemas de gestión de servicios, para alcanzar los requerimientos de la ISO/IEC 20000-1
2. ITIL (*Information Technology Infrastructure Library*)
   - Conjunto de documentos de buenas prácticas para la gestión de servicios de TI
   - Proporciona un marco de trabajo adaptable de buenas prácticas para ayudar a las organizaciones a lograr calidad y eficiencia en las operaciones de TI
   - ITIL v3 (mayo 2007, actualizado en julio 2011) consta de 5 libros: *Service Strategy*, *Service Design*, *Service Transition*, *Service Operation* y *Continual Service Improvement*
   - Cuatro niveles de certificación ITIL v3 para profesionales: Foundation, Intermediate, Expert y Master (no certificación para organizaciones)
3. COBIT (*Control Objectives for Information and related Technology*)
   - Marco de trabajo de buenas prácticas para TI
   - Desarrollado por la Information Systems Audit and Control Association
   - Última versión: COBIT 5 (junio 2012)
   - Incluye 34 objetivos de alto nivel, que cubren 215 objetivos de control categorizados en 4 dominios: planificación y organización, adquisición e implementación, entrega y soporte, y monitorización y evaluación.


Continual Process Improvement
Service Level Management
Service Catalogue Management
Availability Management
Supplier Management
Service Design
Service Operation
Service Strategy
Service Transition
ITIL
Configuration Management System
Service Testing & Validation
Release & Deployment Management
Knowledge Management
Change Management
Problem Management
Event Management
Incident Management
Service Reporting and Service Measurement


Objetivos a alcanzar para la certificación
Guía para alcanzar los objetivos de la parte 1
Mejores prácticas recogidas en el sector
ISO/IEC 20000-1
ISO/IEC 20000-2
ITIL
Políticas y procedimientos de la organización

1.4. Introducción a Unix y Linux

Características de UNIX:

- Sistema operativo potente, flexible y versátil.
- Características: portabilidad, adaptabilidad y simplicidad, naturaleza **multiusuario** y **multitarea**, adecuación a redes.
- Disponibilidad de código fuente (algunas versiones)
- Implementado casi íntegramente en C (lenguaje de alto nivel).

GNU/Linux:

- Sistema operativo libre, de código abierto, similar a Unix
- Código fuente con licencia GPL
- Disponible para un gran número y variedad de sistemas: supercomputadores, servidores, sobremesas, portátiles, PDAs, móviles, sistemas empotrados,...

1.4.1. Historia de Unix

- En 1969 nace el proyecto Multics de Bell Labs (AT&T), General Electrics y el MIT para el diseño de un S.O. para el sistema GE 645
  - el nombre refleja la ambición de los diseñadores para abarcarlo todo
  - fracasa por ser demasiado ambicioso para la época (pobre rendimiento)
- Este mismo año, Thompson y Ritchie (Bell) empiezan del desarrollo de UNIX
  - el objetivo es desarrollar un sistema que haga menos cosas, pero que las haga bien
  - En 1970, UNIX se instala en una PDP-11
  - En 1973 Ritchie crea el lenguaje C y UNIX se traduce a este lenguaje (los sistemas operativos anteriores se programaban íntegramente en lenguaje ensamblador)
- En 1974/75 UNIX v6 llega a las universidades

  - Al estar programa en lenguaje C el código es legible
  - Además se puede portar fácilmente a otro modelo de computador
  - Los investigadores tienen acceso al código fuente del UNIX de AT&T

- A partir de 1977 surgen dos líneas principales: System V y BSD

  - AT&T limita la distribución del código de UNIX, que al evolucionar da lugar a System V
  - La Universidad de Berkeley licencia UNIX BSD, que es el origen de las versiones de UNIX no comerciales

Berkeley System Distribution

- Su última versión es 4.4BSD-Lite Rel. 2 (1995), sin ningún código propietario AT&T. En ella se basan las variantes de UNIX Open Source:

  - FreeBSD
  - OpenBSD
  - NetBSD
  - Mach: microkernel desarrollado en la Carnegie-Mellon University, basado en 4.3BSD
  - Darwin: derivado de Mach y base de los kernels de los S.O. de Apple (OS X e iOS).

Versiones comerciales

La mayoría de los UNIX históricos y actuales derivan de System V o BSD, o son una mezcla de los dos

- XENIX: desarrollada por Microsoft en 1980 para uso en microprocesadores, derivada del AT&T UNIX v7
- SCO OpenServer (antes SCO UNIX): derivada de XENIX y desarrollada por *Santa Cruz Operation*, hoy propiedad de Xinuos
- UnixWare: desarrollado por Novell a partir de System V, ahora propiedad de Xinuos
- SunOS: desarrollado por Sun Microsystems (ahora Oracle), en 1982, basado en BSD

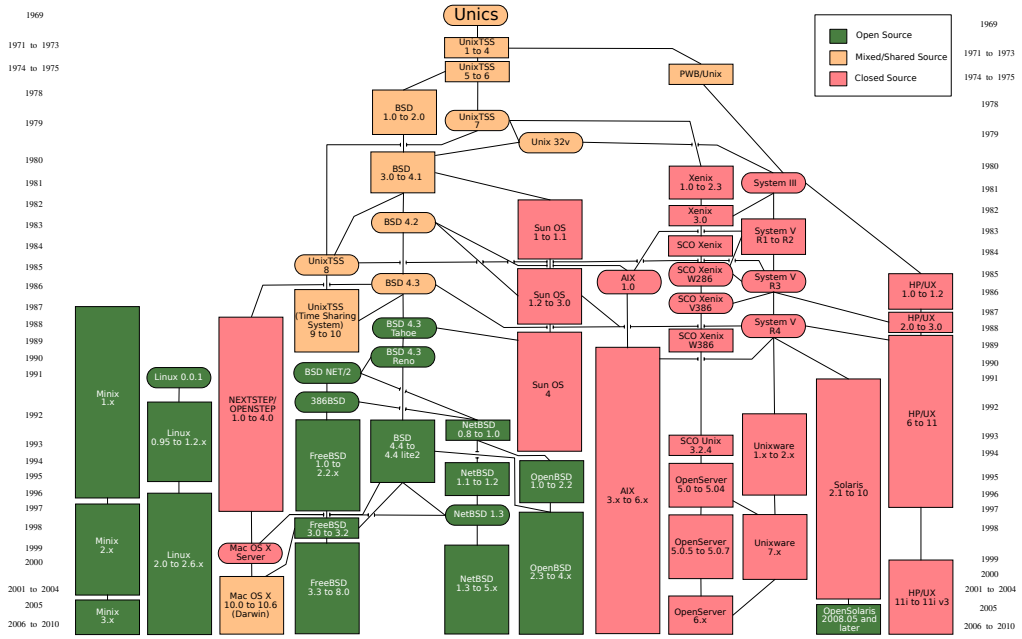
- OSF/1 (Open Software Foundation): DEC, IBM y HP desarrollan un UNIX para competir con System V y SunOS:
  - Basado en el kernel Mach
  - Llamado después Digital UNIX y Tru64
- Oracle: Oracle Solaris (evolución de SunOS versión 5 y SVR4), versiones para Sparc y x86, última versión Solaris 11 (versiones *open source* OpenSolaris (discontinuada), illumos, OpenIndiana)
- IBM: AIX (*Advanced Interactive eXecutive*) para servidores IBM, basado en OSF/1 y SVR4, última versión AIX 7.1
- HP: HP-UX, versiones para PA-RISC e Itanium, variante System V con características de OSF/1, última versión 11i
- SGI: IRIX basado en System V con extensiones BSD, para sistemas MIPS; última versión 6.5 (2006)
- Xinuos: OpenServer X (basado en FreeBSD), SCO OpenServer 6 y UnixWare 7
- Apple: Mac OS X, con dos partes Darwin + Aqua (GUI); Darwin basado en Mach y BSD

Clones

Existen otros S.O. operativos con funcionalidades similares que no contienen código procedente de UNIX:

- GNU Hurd: el kernel del SO de GNU (nunca definitivamente completado) que incluye un conjunto de servicios que corren encima de GNU Mach
- Minix: escrito por Andrew S. Tanenbaum de la Vrije Universiteit para ilustrar su libro de texto sobre sistemas operativos y que corre en los IBM PCs
- Linux: kernel desarrollado por Linus Torvals, primera versión en 1991
- Android: basado en el kernel Linux, desarrollado por Google para móviles y tablets

Evolución de UNIX



Más detalles en http://www.levenez.com/unix/

1.4.2. Sistemas GNU/Linux

Linux:

1. En agosto de 1991, el estudiante finlandés Linus Torvals, presenta en Internet la versión 0.01 del kernel de un nuevo SO, inspirado en MINIX (aunque sin código de MINIX)
    - Esta primera versión tenía poco más de 10.000 líneas de código
2. En 1992, Linux se libera bajo licencia GPL
3. A través de Internet, muchos programadores se unieron al proyecto
4. En 1994 Linux alcanzó la versión 1.0
5. En 2003, llegamos a la versión 2.6, con casi 6 millones de líneas de código
6. En 2011, versión 3.0, en 2015 versión 4.0 (última 4.2)

GNU:

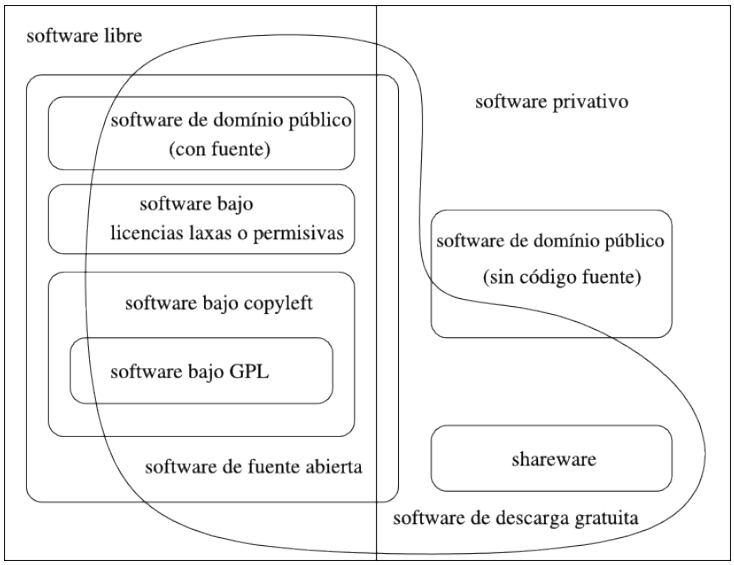
- El proyecto GNU (*GNU's Not Unix*) fue iniciado en 1983 por Richard Stallman bajo los auspicios de la Free Software Foundation (ver noticia)
  - Objetivo: crear un sistema operativo completo basado en *software libre*, incluyendo herramientas de desarrollo de software y aplicaciones
- En el momento de la liberación, GNU no tenía listo su kernel
  - Linux fue adaptado para trabajar con las aplicaciones de GNU: Sistema GNU/Linux
    1. Kernel Linux +
    2. Aplicaciones GNU: compilador (gcc), librería C (glibc) y depurador (gdb), shell bash, GNU Emacs, GNOME, Gimp,...
  - GNU tiene ahora su propio kernel: GNU Hurd

Mascotas

Características de Linux

1. Sistema operativo de código abierto, multitarea y multiusuario
2. Portable (corre en arquitecturas Intel x86 y IA64, Sparc, MIPS, PowerPC, Alpha, PARisc,...)
3. Soporte para multiprocesador
4. Soporte para múltiples sistemas de ficheros
5. Kernel de tipo monolítico con módulos cargables dinámicamente

Software Libre y Open Source



Software libre (*free software*):

- Movimiento que parte de las ideas de Richard Stallman
- El software, una vez obtenido puede ser usado, copiado, estudiado, modificado y redistribuido
- La distribución no tiene que ser necesariamente gratuita

Open Source (o software de código abierto):

- Posibilidad de acceder al código fuente, y modificarlo y distribuirlo dentro de una determinada licencia de código abierto (ver www.opensource.org/licenses)
- La Open Source Initiative fue fundada en febrero de 1998 por Bruce Perens y Eric S. Raymond para la certificación de software Open Source

FLOSS Free/Libre/Open-Source Software

- Software libre y open software

Diferencia entre ellos principalmente filosóficas

- Código abierto: es una metodología de programación
- Software libre: asociado a la libertad del usuario

Ejemplo de la diferencia: dispositivos *tiranos* o *tivoized*
Más información: www.gnu.org/philosophy/

Licencia GPL

La licencia GPL (GNU General Public License) :

1. Bajo GPL el software puede ser copiado y modificado
2. Las modificaciones deben hacerse públicas bajo GPL (copyleft)
3. Se impide que el código se mezcle con código propietario

La licencia LGPL (GNU Lesser General Public License) permite integrar el software con software propietario

- Pensado para librerías que pueden ser usadas en el desarrollo de software propietario

Más información sobre licencias:

- Introducción a las licencias
- Varias licencias y comentarios

1.4.3. Distribuciones de GNU/Linux

Colección de software que forma un S.O. basado en el kernel Linux; normalmente incluye:

1. El kernel Linux
2. Las aplicaciones GNU (o parte de ellas)
3. Software de terceros, libre o propietario: X Windows, servidores, utilidades,...

Las distribuciones difieren en el empaquetado de los programas (RPM, deb, tgz), el programa de instalación y herramientas específicas

- Lista en wikipedia: en.wikipedia.org/wiki/List_of_Linux_distributions
- Timeline de distribuciones
- Información interesante en http://www.distrowatch.com

Algunas de las más populares son Debian, Red Hat (Fedora), Mandriva (Mageia), Slackware, SuSE, Gentoo, Ubuntu...

Debian

- Distribución totalmente libre, sin fines comerciales
- Tres ramas en la distribución:
  1. *Stable*: destinada a entornos de producción (*buster*, versión 10.0 desde julio 2019)
  2. *Testing*: software más nuevo, en fase de prueba (actualmente *bullseye*)
  3. *Unstable*: en fase de desarrollo (siempre *sid*)
- Versiones anteriores:
  - 9.0 stretch, julio de 2019
  - 8.0 jessie, abril 2015
  - 7.0 wheezy, mayo 2013
  - 6.0 squeeze, febrero 2011
  - 5.0 lenny, febrero 2009
  - 4.0 etch, abril 2007
  - 3.1 sarge, junio 2005
  - 3.0 woody, julio 2002
  - 2.2 potato, agosto 2000
  - 2.1 slink, marzo 1999
  - 2.0 hamm, julio 1998
  - 1.3 bo, junio 1997
  - 1.2 rex, diciembre 1996
  - 1.1 buzz, junio 1996
- Algunas características
  1. Gran número de aplicaciones disponibles
  2. Potente formato de empaquetado: paquetes DEB y herramienta APT
  3. Instalación y cambio de versiones a través de red

Ubuntu

- Distribución enfocada a ordenadores de escritorio (*Desktop Computers*), aunque existe la versión para servidores
- Basada en Debian, Ubuntu concentra su objetivo en la usabilidad, lanzamientos regulares y facilidad en la instalación
- Patrocinado por Canonical Ltd., una empresa privada fundada y financiada por el empresario sudafricano Mark Shuttleworth
- Última versión: Ubuntu 18.04 (*Bionic Beaver*), lanzada en abril de 2018
- Próxima versión: Ubuntu 18.10 (*Cosmic*) prevista para octubre de 2018
- Última versión con soporte a largo plazo: Ubuntu 18.04 LTS (*Bionic Beaver*)
- Proyectos relacionados: kubuntu, edubuntu, xubuntu

Red Hat

- Una de las principales firmas comerciales del mundo GNU/Linux
- Fundada por Marc Ewing y Bob Young en 1994
- Inicialmente, proporcionaba distribuciones para el usuario individual (versiones personal y profesional), y orientadas a empresas (versión Enterprise)
- Introduce el formato de empaquetado RPM (*RedHat Package Manager*)
- Desde 2002, orientado en exclusiva al mercado corporativo
  - Cede la última distribución personal (RH 9) a la comunidad $\longrightarrow$ aparece el proyecto Fedora
- Última versión: Red Hat Enterprise Linux 7.5 (*Maipo*) desde abril de 2018
- Distribuciones libres que clonan RHEL: CentOS, Scientific Linux, ClearOS, etc.

Fedora

- Objetivo: construir un SO completo, de propósito general basado exclusivamente en código abierto
- Parte de la versión Red Hat 9
- Mantiene el sistema de paquetes RPM
- Última versión: Fedora 28, desde mayo de 2018

Slackware

- Una de las primeras distribuciones: creada en 1993 Patrick Volkerding
- Orientada hacia usuarios avanzados:
- Ultima versión: Slackware 14.2 (30 de junio de 2016)

SuSE Linux

- Compañía alemana fundada en 1992, subsidiaria de *Micro Focus International*
- Originalmente basada en Slackware
- Herramienta de configuración gráfica: YaST (*Yet Another Setup Tool*)
- Principales versiones: SUSE Linux Enterprise Server y SUSE Linux Enterprise Desktop
- Versión open source: openSUSE, última revisión Leap 15.0 (mayo 2018)

Gentoo Linux

- Distribución orientada a permitir la máxima adaptabilidad y rendimiento
    - puede ser optimizada y configurada automáticamente para el uso en un sistema concreto
- Portage: Sistema de distribución, compilación e instalación de software

Arch Linux

- Distro ligera y flexible centrada en la elegancia, corrección del código, minimalismo, y simplicidad (KISS)
- Gestor de paquetes Pacman

Otras distribuciones

- Existen cientos de distribuciones diferentes de Linux
  - Adaptadas a diferentes necesidades: seguridad, multimedia, sistemas viejos, análisis forense, clusters...
  - Suelen estar basadas en las principales distribuciones
- Ejemplos (ver distrowatch.com):
  1. Sistemas basados en Debian/Ubuntu: LinuxMint, Knoppix y derivados (BAcktrack, Damn Small...), Trisquel, Minino, Guadalinex, ...
  2. Sistemas basados en RedHat/Fedora: Mageia, PCLinuxOS, Oracle Linux, Springdale, Berry Linux, Kororaa, Tinyme, Rocks...
  3. Sistemas basados en Slackware: SLAX, Zenwalk, Vectorlinux, Porteus, Absolute...
  4. Sistemas basados en Gentoo: Funtoo, Sabayon, Pentoo, Toorox...
  5. Sistemas basados en Arch: Parabola, Manjaro, Archbang, Chakra...

1.5. Virtualización

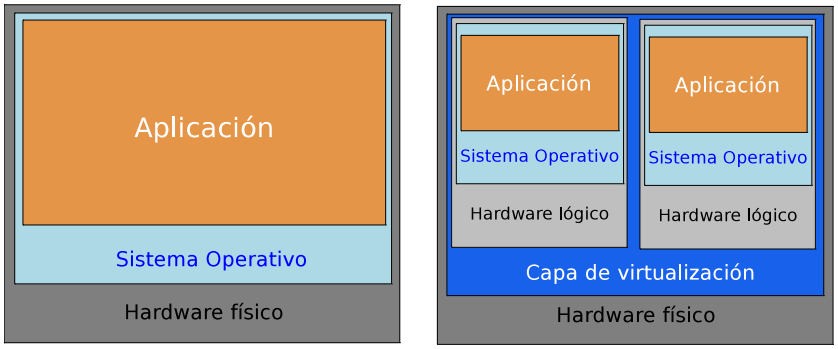
Abstracción de un conjunto de recursos computacionales para que puedan ser utilizados de forma más conveniente

- Memoria virtual
- Sistemas RAID o LVM
- Virtualización de servidores

Virtualización de servidores

- Máquina virtual
  - Entorno virtual entre el sistema real y el usuario final que permite que este ejecute un software determinado
  - Normalmente usado para ejecutar varios sistemas operativos simultaneamente sobre el mismo hardware
- Usos de la virtualización
  - Consolidación de servidores
  - Execución de aplicacións non-fiables
  - Recuperación de desastres
  - Pruebas y desarrollo de software
  - Computación elástica (cloud computing)

Conceptos:



- Sistema anfitrión (*host*): SO ejecutado sobre la máquina real
- Sistema huesped (*guest*): SO ejecutado sobre la máquina virtual

Algunas herramientas de virtualización:

- VirtualBox desarrollado originalmente por la empresa alemana Innotek, ahora propiedad de Oracle; version Open Source (VBox OSE) y propietaria
- QEMU emulador/virtualizador de código abierto desarrollado por Fabrice Bellard

- KVM virtualización asistida por hardware, utiliza una versión modificada de QEMU como front-end.
- Xen desarrollado inicialmente en la universidad de Cambridge, versiones comerciales Citrix XenServer, Oracle VM,...
- VMWare Workstation programa propietario de VMware Inc.; es uno de los más conocidos (versiones para Windows y Linux)
- Hyper-V herramienta de Microsoft Windows

Una comparativa en wikipedia
Tipos de virtualización:

- Emulación (o recompilación dinámica): la máquina virtual simula el hardware completo
  - Permite ejecutar SOs para sistemas diferentes del anfitrión
  - Normalmente es lenta
  - Ejemplos: Bochs, PearPC, QEMU sin aceleración,...
- Paravirtualización: la máquina virtual no simula todo el hardware, sino que ofrece una API especial
  - Requiere modificacións en el SO huesped
  - Velocidad nativa
  - Ejemplos: Xen
- Virtualización completa: la máquina virtual sólo simula el hardware necesario para permitir que un SO huesped se pueda ejecutar
  - El SO huesped debe ser para el tipo de arquitectura del host
  - Velocidad cerca de la nativa
  - Ejemplos: VMWare, QEMU con aceleración, Parallels Desktop for Mac, etc.
- Virtualización asistida por hardware
  - El hardware del anfitrión proporciona soporte para mejorar la virtualización: x86 virtualization, (Intel VT o AMD-V)
  - Velocidad similar a la paravirtualización sin necesidad de modificar el huesped

    - Ejemplos: Xen, VirtualBox, KVM, VMWare, Parallels Workstation, etc.

- Virtualización a nivel de SO: aisla varios servidores sobre el SO anfitrión
    - También llamados Contenedores Software
    - Los SO huespedes son los mismos que el anfitrión, ya que usan el mismo kernel
    - Ejemplos: User-mode Linux, FreeBSD Jail, Linux-VServer, Docker,...

Capítulo 2

Introducción a los sistemas Linux/Unix

2.1. Instalación de Linux Debian

2.1.1. Tipos de instalación

A la hora de instalar un sistema, tenemos que tener en cuenta el tipo de funciones que va a desempeñar.
Podemos distinguir:

1. Sistema de escritorio: usado en tareas rutinarias (ofimática, acceso a Internet, etc.)
2. Estación de trabajo (*workstation*): sistema de alto rendimiento, generalmente orientado a una tarea específica
   - estación dedicada al cálculo (p.e. aplicaciones científicas)
   - estaciones gráficas (p.e. diseño 3D)
3. Servidores: ofrecen servicios a otras máquinas de la red
   - Servicios de disco: acceso a ficheros a través de FTP, servicio de disco transparente a través de NFS o Samba
   - Servicios de aplicaciones, por ejemplo, terminales, conexión remota (telnet, ssh), aplicaciones gráficas a través de X Window
   - Servicios de directorio, por ejemplo, LDAP (Protocolo Ligero de Acceso a Directorios), que almacena credenciales de usuarios, directorios, etc

- Servicios de base de datos
- Servicios de impresión
- Servicios de red, por ejemplo,
  - Servicio de nombres (DNS)
  - Servicios de acceso a Internet: NAT, proxy
  - Servicios de filtrado (firewall)
- Servicios de configuración dinámica de máquinas, por ejemplo DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*): permite configurar dinámicamente la red de los clientes
- Correo electrónico
- Servidor Web (p.e. Apache)

2.1.2. Instalación del sistema

Para detalles de instalación ver Guía de instalación de Debian

- Descargaremos la imagen de CD de instalación por red de la versión eleccionada (fichero `debian-`*versión*`-i386-netinst.iso`)

- `Enter` para iniciar con opciones por defecto, `Advances options` para opciones de instalación avanzadas, `Help` para ayuda

Siguientes pasos en la instalación[1]

- Selección de idioma, localización y teclado
- Configuración de la red
  - Por defecto, intenta configurarla por DHCP
  - Si no lo consigue, pasa a configuración manual (indicar IP, máscara, pasarela y DNSs)
- Poner un nombre a la máquina e indicar el dominio (si alguno)
- Fijar el password del superusuario (root) y crear un usuario no privilegiado

Cuenta del superusuario

- El superusuario es un usuario especial que actúa como administrador del sistema
  - Tiene acceso a todos los ficheros y directorios del sistema
  - Tiene capacidad para crear nuevos usuarios o eliminar usuarios
  - Tiene capacidad de instalar y borrar software del sistema o aplicaciones
  - Puede detener cualquier proceso que se está ejecutando en el sistema
  - Tiene capacidad de detener y reiniciar el sistema
- El login del superusuario es `root` (aunque puede cambiarse)
- No es conveniente acceder al sistema directamente como root:
  - acceder como un usuario sin privilegios, y
  - obtener los permisos de root haciendo `su` (necesitamos la contraseña de root)

[1] En cualquier momento de la instalación tenemos acceso a una consola pulsando `Alt-F2`; usar `Alt-F1` para volver a la instalación

Elección de contraseña

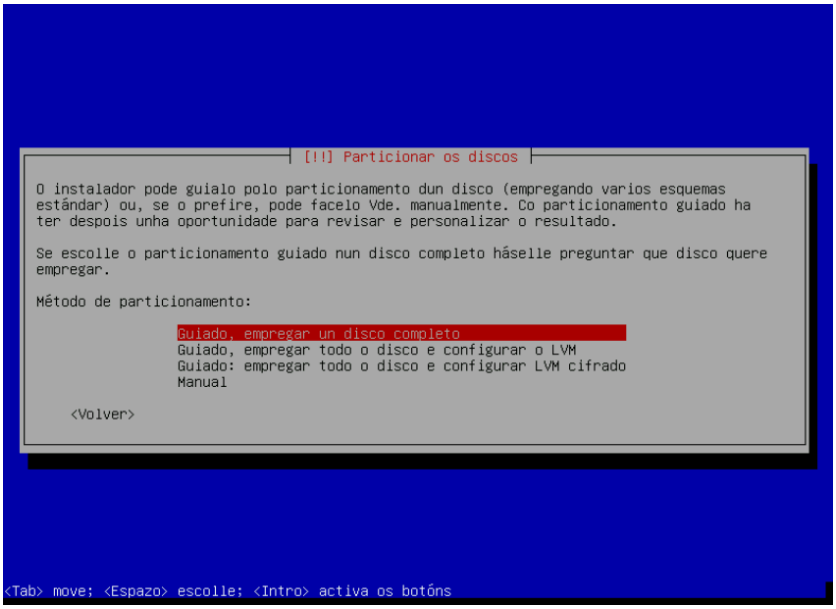
- Tener una contraseña de root adecuada es básico para la seguridad de un sistema
- Las contraseñas de usuario también deberían ser adecuadas
- Recomendaciones para elegir una contraseña:
  - No usar el nombre de usuario (login) ni variantes de este (p.e. login: pepe, passwd: pepe98)
  - No usar el nombre real del usuario ni los apellidos
  - No usar palabras contenidas en diccionarios, o palabras de uso común
  - Usar más de 6 caracteres para la contraseña
  - Mezclar caracteres en mayúsculas y minúsculas, con caracteres no alfabéticos (números, signos de puntuación, etc.)
  - Usar contraseñas fáciles de recordar, para evitar tener que apuntarlas
  - Cambiar la contraseña con frecuencia (p.e. una vez al mes)
- La contraseña se cambia con el comando `passwd`
  - `passwd`: cambia la contraseña (password) del usuario
  - Ejemplo: usuario pepe

```
# passwd
Changing password for pepe
(current) UNIX password:
Enter new UNIX password:
Retype new UNIX password:
passwd: password updated successfully
```

Continuación de la instalación

En una instalación por red los paquetes se traen de un repositorio remoto a través de http o ftp

- Seleccionar el huso horario
- Realizar el particionado del disco (modo guiado o manual)



Particionado del disco

Podemos optar por instalar todo el sistema en una sola partición, aunque no es nada recomendable

- preferible instalar diferentes directorios del sistema en diferentes particiones
- la estructura de directorios UNIX sigue el estándar FHS (*Filesystem Hierarchy Standard*)

Filesystem Hierarchy Standard

Localización estándar de los ficheros

- `/` (root o raíz) - directorio raíz del sistema, todo cuelga de aquí
- `/boot/` - ficheros usados para el arranque, incluyendo el kernel
- `/bin/` (***bin****aries*) - ejecutables esenciales (`ls`, `cat`, `bash`, etc.)
- `/sbin/` - (***su****peruser* ***bin****aries*) - ejecutables esenciales de configuración y administración para el superusuario (`fdisk`, `ifconfig`, etc.)
- `/lib/` - librerías esenciales para los ejecutables de `/bin/` y `/sbin/`

- `/usr/` (***U**nix **s**ystem **r**esources*) - resto de las aplicaciones usadas por los usuarios y el superusuario. Incluye ejecutables, librerías, cabeceras para programación en C, código fuente, manuales, etc, organizados en los siguientes subdirectorios:
  - `/usr/bin/` - la mayoría de las aplicaciones de usuario
  - `/usr/sbin/` - la mayoría de las aplicaciones para el superusuario
  - `/usr/lib/` - librerías que necesitan los ejecutables de `/usr/bin/` y `/usr/sbin/`
  - `/usr/share/` - datos independientes de la arquitectura, fundamentalmente manuales (`/usr/share/man`, `/usr/share/info`)
  - `/usr/include/` - ficheros de cabecera (`.h`) estándar
  - `/usr/src/` (opcional) - código fuente del kernel y de las aplicaciones
  - `/usr/local/` - aplicaciones que no forman parte de la distribución y que el superusuario ha instalado manualmente. Replica la estructura anterior, es decir, `/usr/local/bin/`, `/usr/local/lib/`, `/usr/local/share/`, etc.
- `/opt/` - aplicaciones que requieren un subdirectorio separado del resto (lo usan sobre todo los programas comerciales)
- `/etc/` - ficheros y scripts de configuración, tanto del sistema como de las aplicaciones. Por ejemplo:
  - `/etc/X11/` (opcional) - configuración de X Window
  - `/etc/skel/` (opcional) - plantillas para configurar usuarios
- `/var/` - ficheros **var**iables (logs, bases de datos, etc). Por ejemplo:
  - `/var/log/` - ficheros de log (información que el sistema recopila y guarda)
  - `/var/spool/` - ficheros temporales de impresión, e-mail y otros (los ficheros se borran cuando han sido procesados)
- `/srv/` - datos de servicios proporcionados por el sistema (páginas web, ftp, cvs, etc.)
- `/tmp/` - ficheros temporales (cualquier usuario o proceso puede escribir en este directorio) que se borran durante el reinicio del sistema

- `/home/` (opcional) - directorio de usuarios (directorio inicial o *home*)
- `/root/` (opcional) - directorio *home* del superusuario

Otros directorios del sistema:

- `/dev/` - directorio que contiene *seudo*ficheros de acceso a periféricos (operando sobre estos seudoficheros se dan órdenes a los dispositivos)
- `/media/` - punto de montaje para medios removibles (USB, CDROM). El árbol de directorios de estas unidades cuelga de este punto
- `/mnt/` - punto de montaje para otros sistemas temporales (por ejemplo, el montaje de una unidad de red, de una partición de otro sistema operativo, etc)
- `/proc/` - directorio que contiene información del sistema (CPU, memoria, buses, interrupciones, procesos en ejecución, etc)
- `/sys/` - similar al anterior, contiene información de dispositivos (por ejemplo, el brillo de la pantalla y la carga de la batería de los portátiles)

La mayoría de estos directorios están contenidos en discos, pero algunos están implementados en memoria RAM (de tipo `tmpfs`) o apuntan a otras localizaciones del sistema

Más información: http://refspecs.linuxfoundation.org/FHS_3.0/fhs-3.0.html

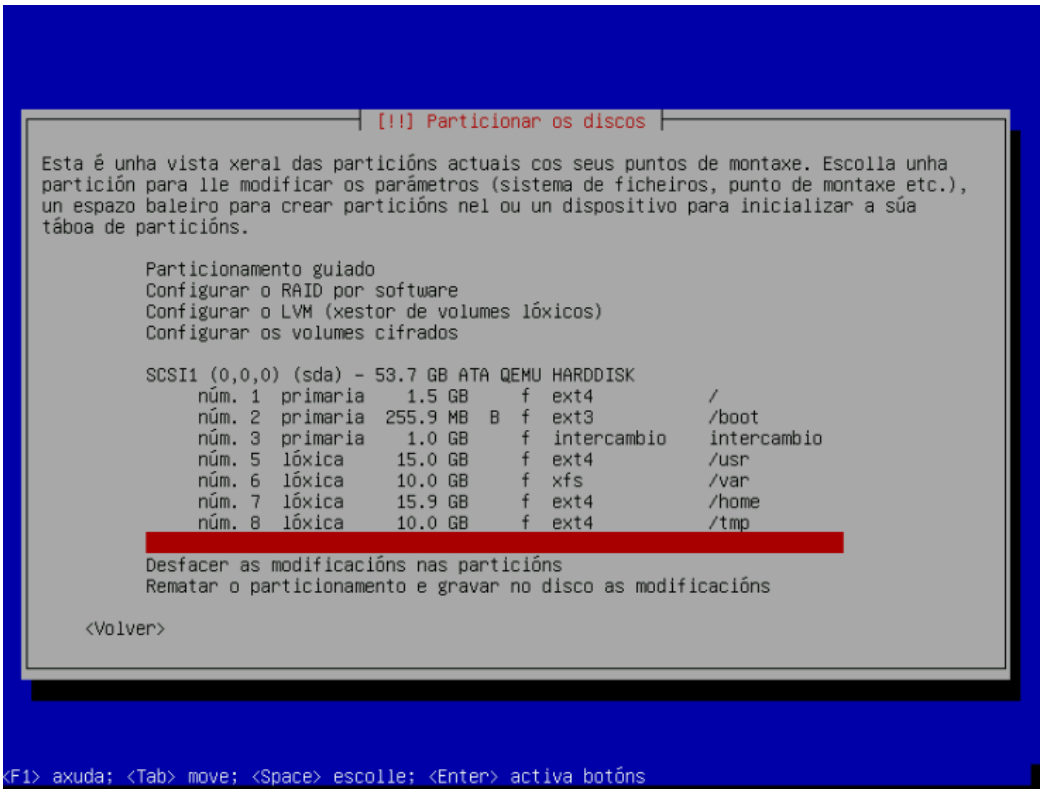
Esquemas de particionamiento

Dependiendo del tipo de sistema podemos escoger diferentes esquemas de particionamiento, algunos ejemplos:

- Máquina de escritorio (un sólo usuario trabajando a la vez), tres particiones que permiten actualizar el sistema sin tocar los datos de usuarios
  - `swap` - área de intercambio, es una zona del disco que en caso de emergencia puede utilizarse en sustitución de la memoria RAM (aunque localizada en disco y extremadamente lenta). Tamaño en función del tamaño de la RAM y del tipo de aplicaciones que se ejecuten (como orientación, tomar al menos el doble de la RAM)
  - `/home/` - cuentas de usuario, tamaño en función del número de usuarios
  - `/` - resto del disco (con el sistema operativo)

- Sistema multiusuario, además de las particiones anteriores crear particiones separadas para `/usr`, `/var` y `/tmp`
  - `/usr` podría montarse en modo sólo-lectura después de que todo el sistema esté instalado (dificulta la introducción de virus)
  - tener `/var` y `/tmp` en su partición evita que estos directorios crezcan hasta ocupar todo el disco (se llenan hasta que ocupen su partición, pero no pueden usar el resto de las particiones)
- Particiones adicionales:
  - `/boot` - para tener la función de arranque separada del resto. Permite incluso evitar las incompatibilidades de las BIOS con los discos duros grandes
  - `/chroot` - para aplicaciones en un entorno *enjaulado* que requieran seguridad y aislamiento (p.e. prueba de distribuciones)
  - `/var/lib` - partición para gestionar ficheros del servidor de bases de datos (DNS, Apache) o del proxy (MySQL, squid) (limita la posibilidad de un ataque por denegación de servicio)

Ejemplo de partición (disco de 50 G):



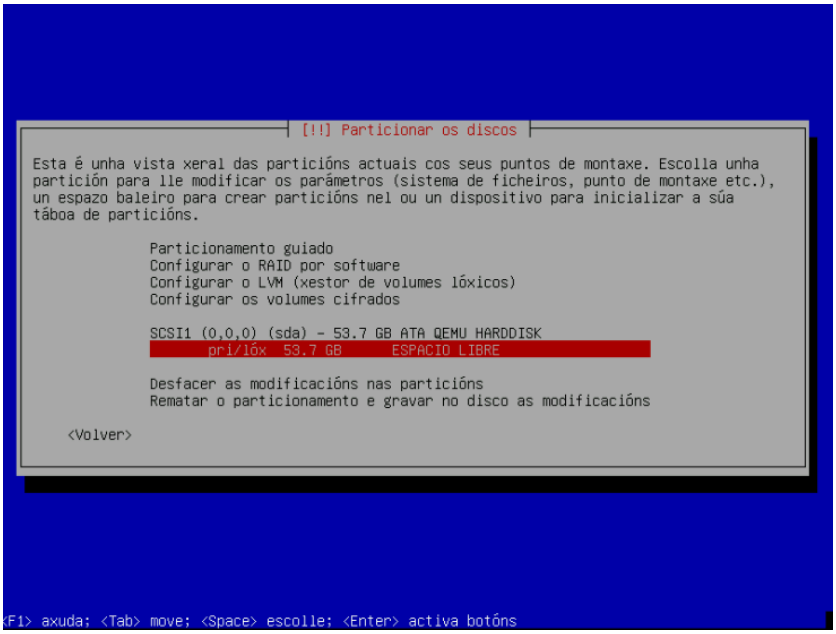
Particionamiento durante la instalación

Dos opciones:

- Particionamiento guiado (con o sin LVM)
  - Selecciona el tamaño de las particiones de manera automática
- Particionamiento manual
  - Particionamiento manual
    - control total del número y tamaño de las particiones

Particionamiento manual

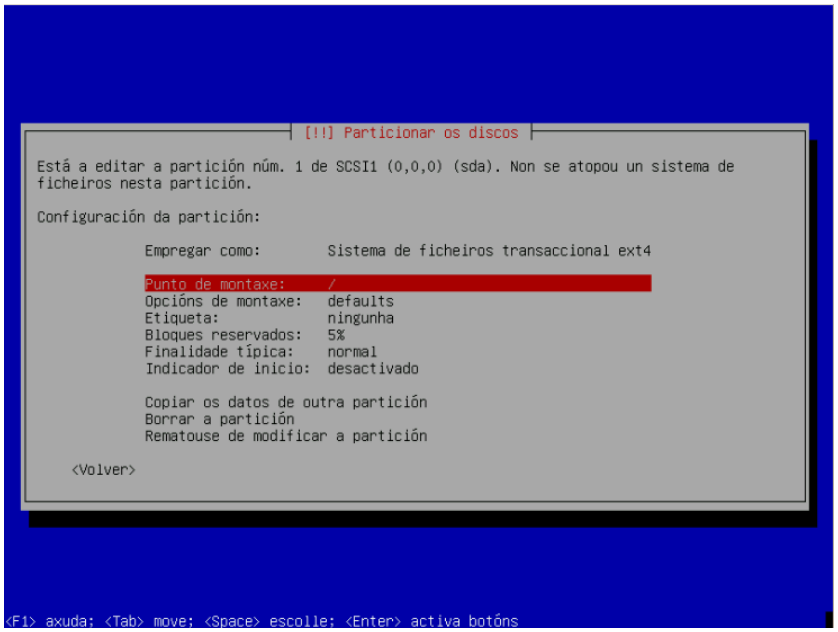
1. Seleccionamos el disco a particionar y crear nueva tabla de particiones:



2. Creamos una nueva partición indicándole el tamaño, el tipo (primaria o lógica) y la localización (comienzo o final)
   - Con la BIOS clásica puede haber 4 primarias o 3 primarias y una extendida, que a su vez se puede dividir en varias lógicas.
   - Con UEFI se pueden crear hasta 128 particiones primarias[2] por disco (de las cuales UEFI requiere para su propio uso la primera, con un tamaño de unos 256-512 MB).

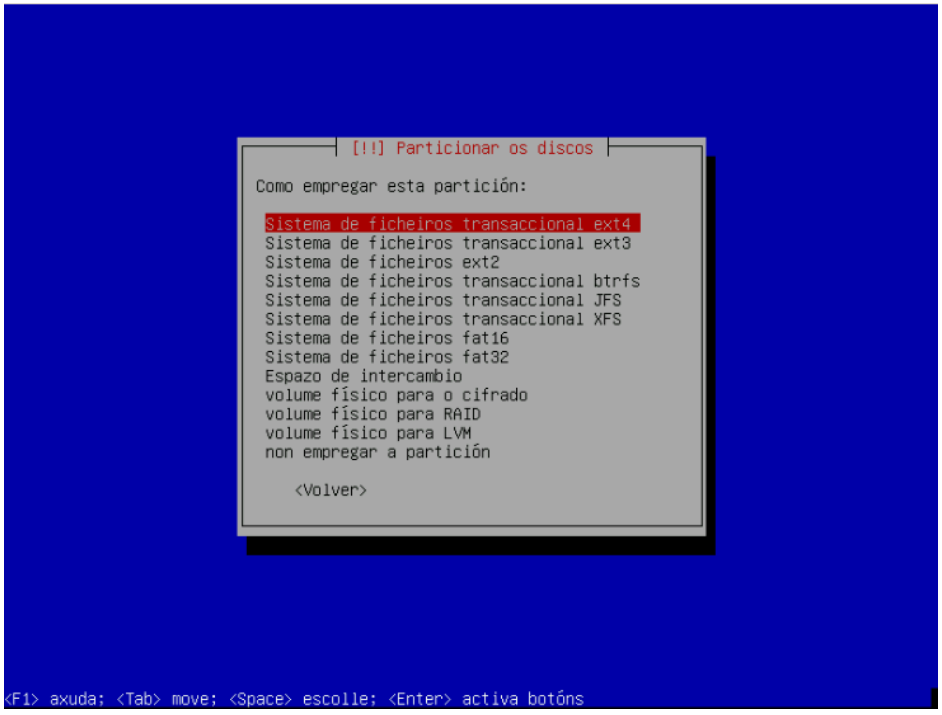
[2]Valor fijado por los SOs de Microsoft.

Ejemplo de partición para /



Sistemas de ficheros

Linux soporta múltiples sistemas de ficheros:

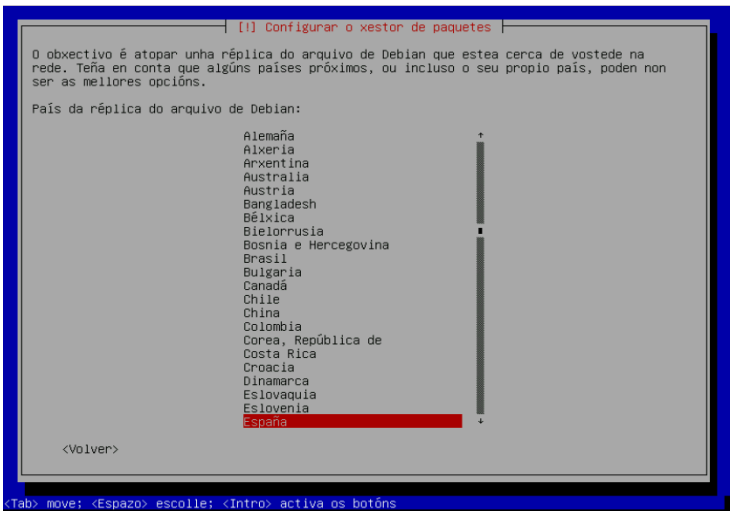


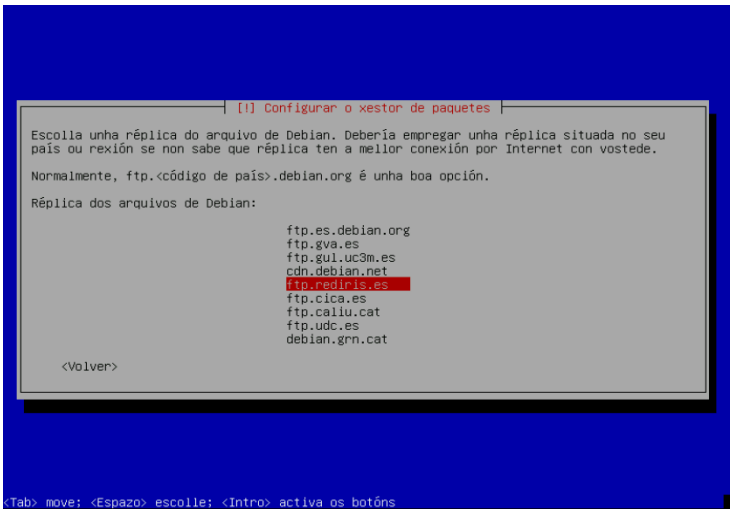
Para cada partición podemos seleccionar los siguientes:

- `ext4` - *Fourth EXTended filesystem* (cuarto sistema de ficheros extendido), es el sistema de ficheros estándar en Linux
  - Es un sistema de ficheros *transaccional* (*journaling*)
  - Tiene características que le permiten reducir la *fragmentación*
  - Puede trabajar con discos y ficheros de gran tamaño (volúmenes de hasta 1 EiB (exbibyte, 2^{60} bytes) y ficheros de tamaño de hasta 16 TiB).
  - Las opciones pueden configurarse con el comando `tune2fs`
  - Las anteriores versiones `ext3` y `ext2` están todavía disponibles
- `btrfs` (sistema de ficheros B-tree), posible sucesor de `ext4`, pues presenta características avanzadas que además de mejorar el rendimiento van dirigidas a la gestión y seguridad del almacenamiento. En concreto:
  - Gestiona de manera integrada el almacenamiento, pues incluye funciones que antes formaban parte del sistema de ficheros, del controlador RAID y del gestor lógico de volúmenes LVM.
  - Hace un uso extensivo de *copy-on-write* (copiar al escribir): si varios recursos son idénticos se devuelve un puntero a un único recurso; en el momento en que se modifica una "copia" del recurso, se crea una copia auténtica para prevenir que los cambios sean visibles a las demás copias
  - Permite *snapshots* de solo lectura o modificables
  - Incluye soporte nativo para sistemas de ficheros multidispositivo y soporta subvolúmenes
  - Protege la información (datos y metadatos) mediante checksums
  - Soporta compresión y empaquetado eficiente de ficheros pequeños
  - Optimizaciones para discos SSD
- `JFS`, `XFS` - otros tipos de sistemas transaccionales (*journaling*) portados de otros sistemas Unix (IBM y GSI Iris, respectivamente).
- `fat16`, `fat32` - usados en MS-DOS y Windows 95/98/Me
- `NTFS`, `ReFS` - usados en Windows NT. No siempre disponibles.

Últimos pasos en la instalación

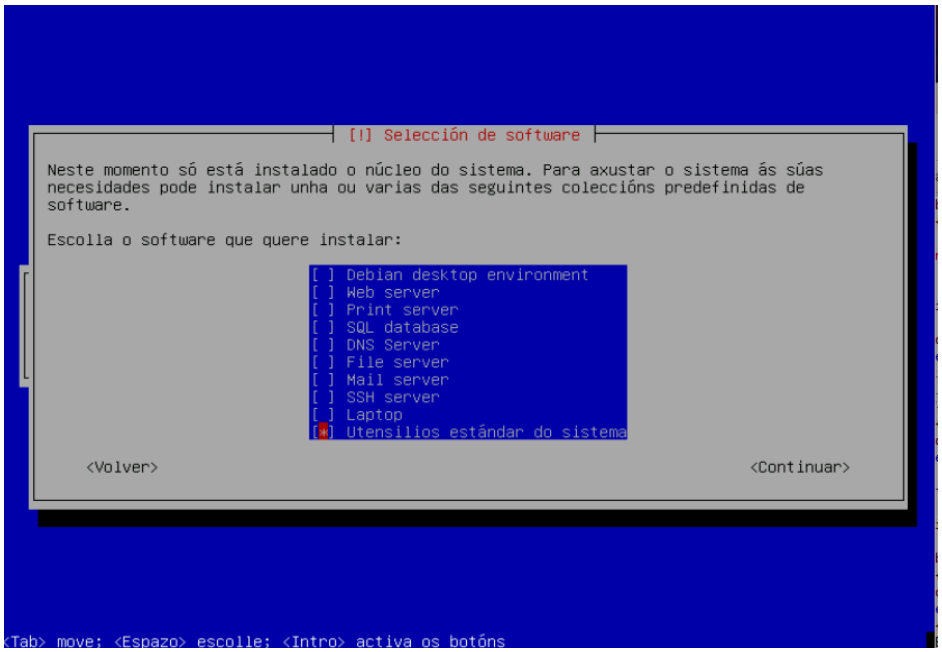
- Debemos seleccionar el *mirror* desde el que descargar el software
  - Existen varios repositorios de paquetes Debian ⟶ elegir el más cercano
  - Introducir la información del proxy, en el caso de trabajar en un PC de la red de cable de la USC (proxy2.usc.es y puerto 8080).





- Seleccionar los paquetes software a instalar
- Instalar del gestor de arranque

Selección de paquetes



- Elegir los paquetes a instalar:
  - elegir sólo "Utilidades estándar" (el resto lo instalaremos después)
  - desmarcar "Aplicaciones de escritorio", puesto que su instalación requiere un tiempo excesivo.
  - aunque optemos por no instalar nada, se instalarán todos los paquetes con prioridad "estándar", "importante" o "requerido" que aún no estén instalados en el sistema
- Podemos repetir este paso con el sistema instalado usando el comando `tasksel`

Instalación del gestor de arranque

Podemos tener diferentes distribuciones de Linux y Windows en el mismo ordenador, cada una con sus correspondientes particiones. El gestor de arranque (cargador o *bootloader*) nos permite seleccionar el SO a arrancar.

- Las distribuciones Linux usan el cargador del proyecto GNU denominado GRUB (*GRand Unified Bootloader*), actualmente la versión 2.

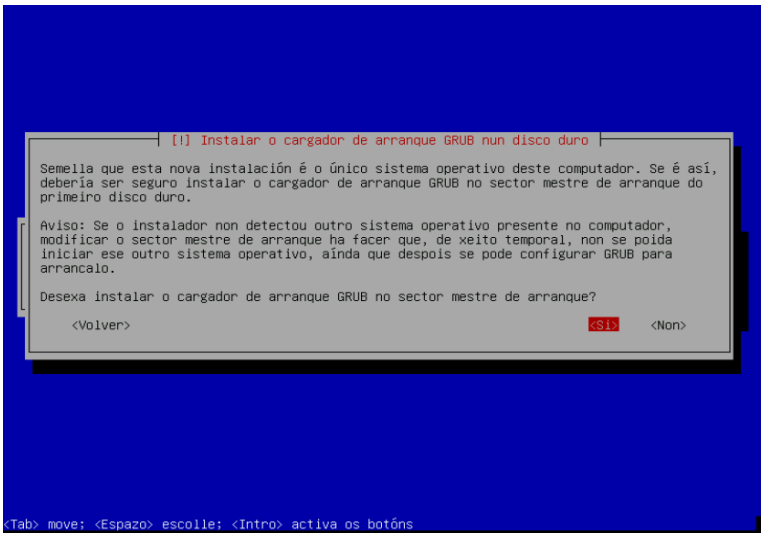
- Cuando el sistema se inicia, la BIOS carga el gestor de arranque que nos permite seleccionar el SO y a continuación transfiere el control al programa de arranque del correspondiente SO (localizado en `/boot`)

Para la instalación del gestor de arranque tenemos dos posibilidades:

1. Lo usual es instalarlo en el MBR o GPT del primer disco
   - El MBR (*Master Boot Record*, registro maestro de arranque) contiene información sobre las particiones del disco (*Master Partition Table*) y un pequeño código (*Master Boot Code*) del gestor de arranque. MBR se almacena solo en el primer sector del disco.
   - El GPT (*GUID Partition Table*) es el nuevo estándar que sustituye al anterior, más fiable y asociado a los sistemas UEFI. GPT crea múltiples copias redundantes a lo largo de todo el disco y su nombre hace referencia a que a cada partición se le asocia un identificador global único (GUID).
2. En caso de que tengamos otro cargador en el MBR o GTP, el gestor de arranque GRUB puede instalarse en el primer sector de la partición Linux que contenga `/boot`

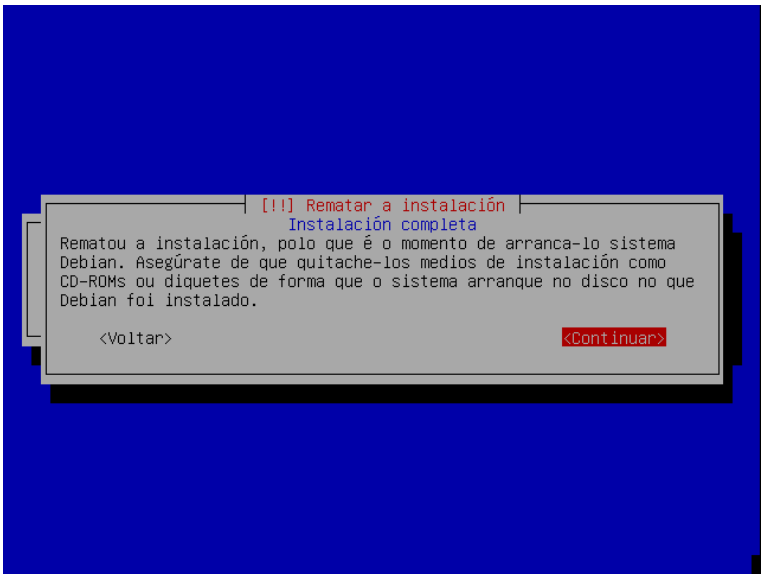
Instalación de GRUB en Debian

Debemos instalar al menos un gestor de arranque, en caso contrario no podríamos arrancar el sistema operativo. Si tenemos varios sistemas operativos en la misma máquina basta con instalar el gestor de arranque para uno de ellos (usualmente el del último sistema que instalemos).



Finalización de la instalación

Debian: la instalación termina aquí. Debemos reiniciar para continuar



Logical Volume Management (LVM)

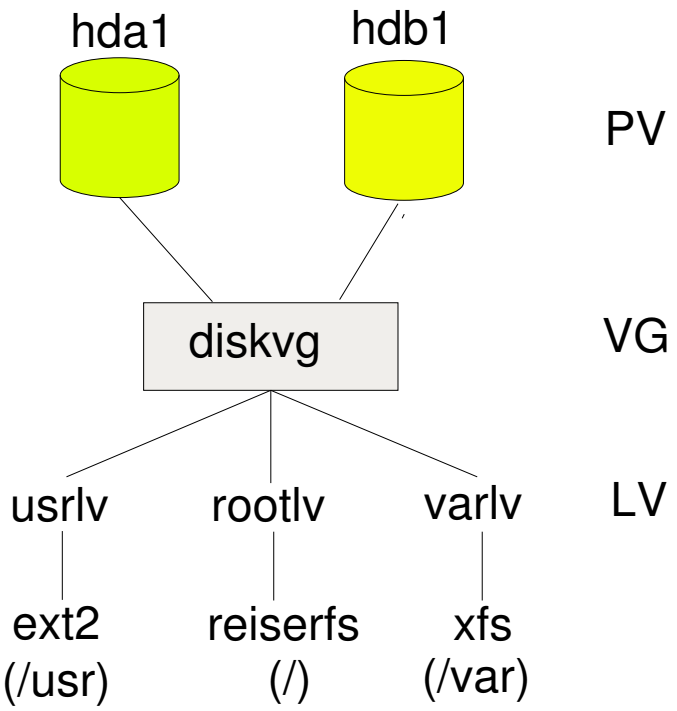
Proporciona una visión de alto nivel de los discos

- permite ver varios discos como un único volumen lógico
- permite hacer cambios en las particiones sin necesidad de reiniciar el sistema
- permite gestionar los volúmenes en grupos definidos por el administrador

Conceptos (para más información LVM HOWTO):

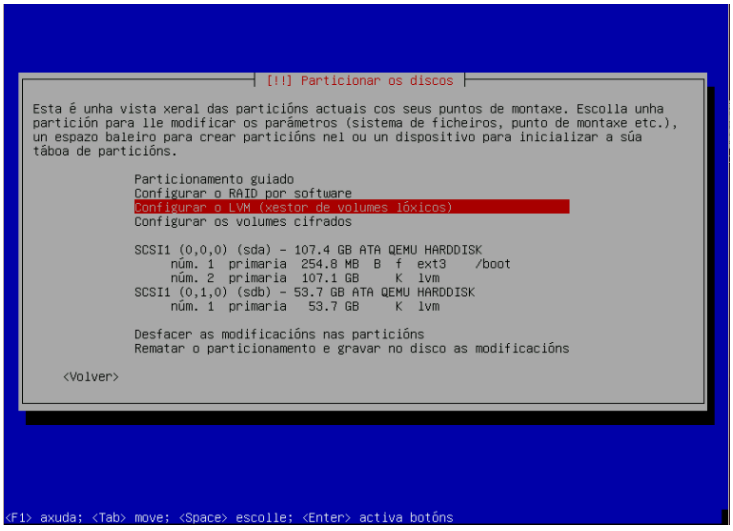
- **Volumen físico (PV)**: discos duros, particiones de los discos u otro dispositivo similar (p.e. RAID)
- **Grupo de volúmenes (VG)**: agrupación de LV, que forman una unidad administrativa
- **Volumen lógico (LV)**: *particiones* lógicas sobre las que se montan los sistemas de ficheros

Estructura de LVM:



Pasos para crear un sistema LVM
Suponemos un sistema con dos discos (`sda` y `sdb`)

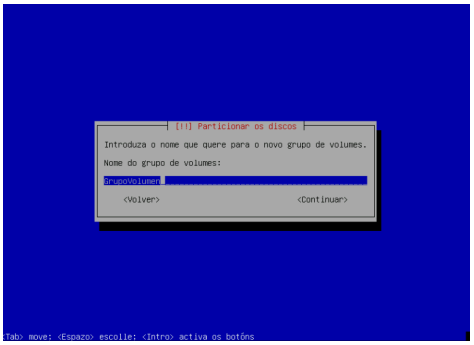
1. Crear los PV

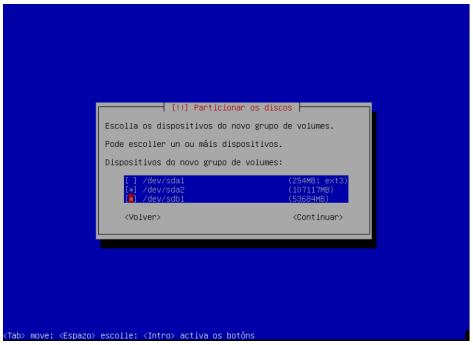


   - particionamos `sda` para reservar un espacio para `/boot` (dejamos `/boot` fuera de LVM para evitar problemas con el arranque, aunque extrictamente no es necesario)

- definimos 2 volúmenes físicos
  - el primero incluye todo `sda` menos `/boot` (`sda2`)
  - el segundo incluye todo `sdb` (`sdb1`)

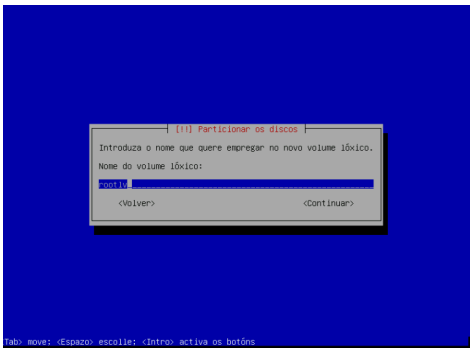
2. Crear un grupo de volumen que incluya los PVs

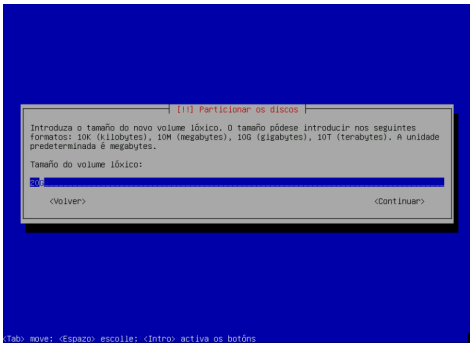




- podemos ponerle un nombre al grupo de volumen
- hacemos que incluya los dos volúmenes físicos que hemos definido en el punto anterior

3. Crear los volúmenes lógicos

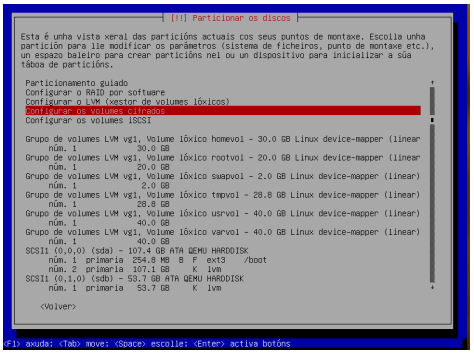


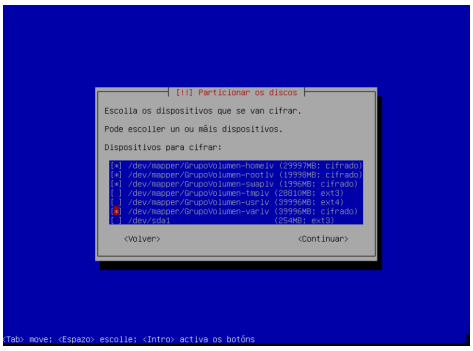


- creamos un volumen lógico por cada partición
- los LV pueden llevar un nombre identificativo

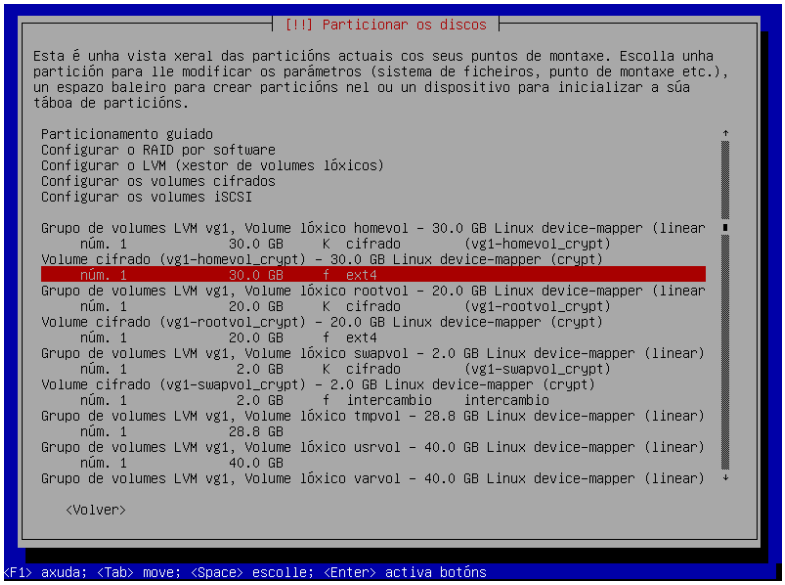
4. Cifrar sistemas de ficheros

- podemos usar algún LV como “volumen físico para cifrado”
- permite cifrar la información: contraseña para acceder a la misma





5. Asignar sistemas de ficheros a los volúmenes (cifrados o no)



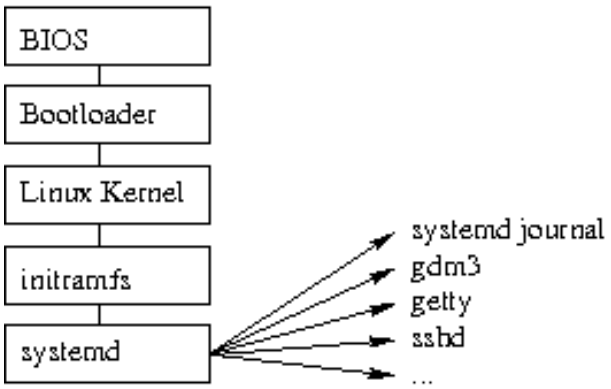
Configuración del gestor de arranque

Podemos configurar GRUB para evitar que sea modificado el menu de arranque. En concreto, podemos usar una contraseña para limitar:

- la modificación de los parámetros iniciales
- el acceso a determinadas imágenes
- el acceso a opciones avanzadas

2.1.3. Arranque del sistema

Al arrancar el ordenador se realizan las siguientes operaciones:



1. **BIOS**. En primer lugar, el procesador se dirige a una posición de memoria específica, donde se encuentra la BIOS. Se ejecuta un pequeño programa que detecta los discos, carga el registro maestro de arranque (MBR) (o su equivalente GPT), y ejecuta el gestor de arranque (usualmente GRUB).

   En el menú de la BIOS podemos fijar algunas opciones de arranque, por ejemplo, si tenemos varios discos, unidades de DVD o discos USB, podemos indicar de qué medio se leerá el MBR.

   NOTA: La BIOS puede ser configurada no para ejecutar el MBR, sino para buscar su equivalente en la red, por lo que es posible la utilización ordenadores sin disco duro de arranque por red.

2. **Gestor de arranque**. Ya en el disco, el gestor de arranque consiste en otro pequeño programa que usualmente muestra un menú con la lista de los S.O. disponibles y carga el `kernel` (núcleo) de Linux desde el disco y lo ejecuta. Si en el ordenador hay instalados varios sistemas operativos, el usuario puede seleccionar el kernel del sistema operativo que se ejecutará.

3. **Kernel**. El kernel comienza a buscar y montar la partición que contiene el sistema de ficheros raíz, ejecutando el primer programa, `init`. Por su complejidad, este proceso se suele realizar en dos pasos:

4. **initramfs**. En una primera fase se carga en memoria RAM el fichero de imagen de un pequeño disco virtual que contiene una "partición raíz" virtual y un programa `init` (de ahí su nombre, `initramfs`, "disco RAM de inicialización").

`initramfs` contiene el mínimo requerido por el kernel para cargar el ‘ “verdadero” sistema de ficheros raíz contenido en el disco.

5. **init**. En una segunda fase, `initramfs` cede el control al “init real”, y la máquina inicia el proceso de arranque estándar.

   Este incluye módulos de controladores del disco duro y de otros dispositivos sin los cuales el sistema no puede arrancar, frecuentemente en la forma de scripts de inicialización y módulos para el montaje de RAIDs, inicio de particiones cifradas, activación de volúmenes LVM, etc.

systemd es el sistema de inicio actualmente utilizado en Debian. Sus características son las siguientes:

- `systemd` ejecuta varios procesos encargados de la creación del sistema: teclado, controladores, sistemas de ficheros, red, servicios, etc.
- Esto hace que ofrezca una visión global del sistema tanto software como hardware.
- Muchos de estos procesos ofrecen servicios, por ejemplo, `networking` (red), `cups` (servicio de impresión), `ssh`, {`xdm, gdm, ligthdm`} (diferentes gestores de display), `lvm` (gestor de volúmenes lógicos), etc.
- El arranque de los servicios se realiza en paralelo con el objetivo de acelerar el arranque.

Varias utilidades (por ejemplo, `systemctl` y `service`) permiten al administrador controlar los servicios que se inician y el estado del sistema.

- `systemctl` es un comando de gestión de servicios específico de `systemd`. Si se ejecuta sin argumentos muestra la lista de servicios activos, mientras que si inicamos un servicio, podemos realizar diferentes operaciones sobre el:

  `systemctl`
  `systemctl` *acción servicio*

  Donde la *acción* puede ser:

  `status` - muestra el estado del servicio
  `start` - inicia el servicio
  `stop` - detiene el servicio
  `restart` - detiene el servicio y a continuación lo reinicia
  `enable` - configura el servicio para ser iniciado en el arranque
  `disable` - el servicio no será iniciado durante el arranque

- Por ejemplo,

```
# configura un arranque sin entorno gráfico
systemctl disable xdm
# comprueba si hay servidor de ssh
systemctl status ssh
# reinicia la red
systemctl restart networking
```

- `service` es el comando clásico que tiene una sistaxis similar:

  `service --status-all`
  `service` *servicio acción*

  donde las acciones son parecidas a las del comando anterior (véase el manual).

- Por ejemplo:

```
# comprueba si hay servidor de ssh
service ssh status
# reinicia la red
service networking restart
```

`systemd` distingue varios *target* (que sustituyen a los clásicos *runlevels*). Entre ellos destacan:

- **Rescate** (`rescue.target`) arranca lo mínimo para intentar reparar un sistema dañado.
- **Emergencia** (`emergency.target`) abre un único shell (monousuario).
- **Multiusuario** (`multi-user.target`) es multiusuario no gráfico
- **Gráfico** (`graphical.target`) es multiusuario gráfico.

Disponemos de los siguientes comandos:

```
# Muestra el target actual
systemctl get-default
# Conmuta al target especificado
systemctl isolate <name of target>.target
# Fija el target que se ejecutará en el arranque
systemctl set-default <name of target>.target
```

2.1.4. Verificación de la instalación

- Las últimas distribuciones de Linux soportan la mayoría del hardware actual.
- Hay soporte Linux para múltiples arquitecturas: i386, AMD64, ARM, IBM Power, Intel Itanium, etc.
- En el proceso de instalación se configura automáticamente casi todo el hardware
- Más información en Linux Hardware Compatibility HOWTO (anticuado) o páginas relacionadas

Información de hardware

- Directorio `/proc`. Los ficheros contenidos en este directorio contienen mucha información sobre los recursos usados por el hardware.
- Por ejemplo:
  - `/proc/cpuinfo`
  - `/proc/interrupts`
  - `/proc/ioports`
  - `/proc/dma`

Ejemplo: procesador con dos núcleos:

```
$ cat /proc/cpuinfo
processor       : 0
vendor_id       : GenuineIntel
cpu family      : 6
model           : 60
model name      : Intel(R) Pentium(R) CPU G3220 @ 3.00GHz
stepping        : 3
microcode       : 0x1e
cpu MHz         : 1252.031
cache size      : 3072 KB
flags           : fpu vme de pse tsc msr pae mce cx8 apic mmx fxsr sse sse2  ...
...
processor       : 1
vendor_id       : GenuineIntel
...
```

Dispositivos PCI y USB

Comandos para verificar los dispositivos y periféricos de nuestro sistema:

- `lspci`: lista dispositivos PCI, incluidos los PCI Express
- `lsusb`: lista dispositivos USB

1) Ejemplo: sistema con discos IDE, tarjeta VGA y dos tarjetas de red:

```
$ lspci
0000:00:00.0 Host bridge: Intel Corp. 440FX - 82441FX PMC [Natoma]
0000:00:01.0 ISA bridge: Intel Corp. 82371SB PIIX3 ISA [Natoma/Triton II]
0000:00:01.1 IDE interface: Intel C. 82371SB PIIX3 IDE [Natoma/Triton II]
0000:00:02.0 VGA compatible controller: Cirrus Logic GD 5446
0000:00:03.0 Ethernet controller: Realtek Semic. Co., Ltd. RTL-8029(AS)
0000:00:04.0 Ethernet controller: Realtek Semic. Co., Ltd. RTL-8029(AS)
...
```

2) Ejemplo: sistema con teclado, ratón, hub USB y dos pendrives:

```
$ lsusb
Bus 001 Device 005: ID 413c:1002 Dell Computer Corp. Keyboard Hub
Bus 001 Device 007: ID 413c:2002 Dell Computer Corp. Keyboard
Bus 002 Device 009: ID 413c:3010 Dell Computer Corp. Optical Wheel Mouse
Bus 005 Device 015: ID 8087:0020 Intel Corp. Integrated Rate Matching Hub
Bus 005 Device 016: ID 0ea0:2168 Transcend JetFlash 2.0 / Astone USB Drive
Bus 005 Device 019: ID 0c76:0005 JMTek, LLC. USBdisk
...
```

Discos duros

En arquitectura Intel nos vamos a encontrar normalmente con alguno de los siguientes tipos de discos:

1. Serial ATA (o SATA)
   - Los más comunes en la actualidad
   - Identificados en Linux como: `/dev/sda`, `/dev/sdb`,...
2. SCSI
   - Usuales en servidores de altas prestaciones (PCs, SPARC, etc.)
   - Los dispositivos se conectan al bus en cadena (*daisy-chained*), actuando uno de ellos como controlador (interfaz con el host)

- El interface SCSI además de discos incluye cintas, CD-ROMs, escáneres, etc.
- Linux los trata de forma similar a los SATA (`/dev/sda`,...)

3. IDE o Parallel ATA
   - Prácticamente no se usan en la actualidad
   - Identificados en Linux como: `/dev/hda`, `/dev/hdb`, `/dev/hdc` y `/dev/hdd`

     `hda`, `hdb`: controlador IDE primario maestro y esclavo, respect.

     `hdc`, `hdd`: controlador IDE secundario maestro y esclavo, respect.

Particiones

En Linux las particiones en un disco se identifican con un número después del nombre del dispositivo:

- `fdisk -l`: lista todas las particiones (sólo el superusuario):
- `df`: lista las particiones montadas

  Algunas opciones (para más opciones `man df`):
  - `-h`: (humano) muestra valores más fáciles de leer
  - `-T`: (tipo) imprime el tipo de sistema de ficheros
  - `-l`: (local) sólo muestra sistemas de ficheros locales

Ejemplo: Disco duro con particiones físicas y lógicas

```
# fdisk -l
Disco /dev/sda: 250.1 GB, 250059350016 bytes
255 cabezas, 63 sectores/pista, 30401 cilindros, 488397168 sectores en total
Unidades = sectores de 1 * 512 = 512 bytes
Tamaño de sector (lógico / físico): 512 bytes / 512 bytes
Tamaño E/S (mínimo/óptimo): 512 bytes / 512 bytes
Identificador del disco: 0x259d4594

Dispositivo  Comienzo         Fin    Bloques    Id  Sistema
/dev/sda1           63       80324       40131   de  Utilidad Dell
/dev/sda2      4179966   488396799   242108417    5  Extendida
/dev/sda5      4179968    64178175    29999104   83  Linux
/dev/sda6     64180224    68177919     1998848   82  Linux swap / Solaris
/dev/sda8     72179712   488396799   208108544   83  Linux
...
```

Ejemplo: Un disco duro (*/dev/sda*) y un pendrive montado (*/dev/sdf*)

```
$ df -hTl
```

```
Filesystem     Type      Size  Used Avail Use% Mounted on
udev           devtmpfs  2,9G     0  2,9G   0% /dev
tmpfs          tmpfs     585M  8,9M  576M   2% /run
/dev/sda6      ext4       28G   16G   11G  58% /
tmpfs          tmpfs     2,9G  468M  2,4G  17% /dev/shm
tmpfs          tmpfs     5,0M  4,0K  5,0M   1% /run/lock
tmpfs          tmpfs     2,9G     0  2,9G   0% /sys/fs/cgroup
/dev/sda1      ext4      761G  214G  509G  30% /home
tmpfs          tmpfs     585M   16K  585M   1% /run/user/1000
/dev/sdf1      ext4       58G  9,4G   49G  17% /mnt/usb
```

Las particiones de tipo `tmpfs` son sistemas de ficheros virtuales en memoria RAM usados por el SO, de la misma forma que `udev`, que forma parte del sistema de gestión de dispositivos.

Módulos del kernel

Los módulos del kernel son fragmentos de código que pueden ser cargados y eliminados del núcleo bajo demanda. Muchos de ellos funcionan como controladores de dispositivos (tarjetas de sonido, tarjetas gráficas, etc). Se encuentran en ficheros con la extensión `*.ko`. Los comandos para trabajar con módulos son:

- `lsmod`: muestra los módulos cargados
- `modprobe`: instala un módulo nuevo
- `rmmod`: elimina un módulo

Por ejemplo:

```
$ lsmod
```

```
snd_hda_intel     40960  0
snd_hda_codec    135168  4 snd_hda_codec_realtek,snd_hda_codec_hdmi,snd_hda
kvm_intel        172032  0
kvm              540672  1 kvm_intel
nvidia_uvm       745472  0
nvidia_drm        45056  1
nvidia_modeset   765952  4 nvidia_drm
nvidia         11489280  59 nvidia_modeset,nvidia_uvm
```

```
# rmmod kvm_intel
# modprobe soundcore
```

2.2. Instalación de software

2.2.1. Formas de instalación

Tenemos, básicamente dos formas de instalar programas en Linux:

- Instalación desde paquetes precompilados
  - Menos optimización
  - Más sencilla
- Compilación e instalación desde las fuentes
  - Optimización para nuestro sistema
  - Más compleja

Gestores de paquetes

En la mayoría de distribuciones Linux, es posible obtener los programas precompilados en formato de paquetes

- Ventajas:
  - Fáciles de instalar y desinstalar
  - Fáciles de actualizar
  - Fácil control de los programas instalados
- Inconvenientes
  - Binarios menos optimizados
  - Problemas de dependencias de paquetes
  - Problemas si la base de datos de paquetes se corrompe

Formatos de paquetes más populares

- Paquetes `DEB` (distribuciones Debian, Ubuntu, etc)
- Paquetes `RPM` (**R**edHat **P**ackage **M**anager, distribuciones Fedora, RedHat, Mandriva, etc.)

Gestión de paquetes en Debian

La distribución Debian incluye un gran número de paquetes (unos 50.000). Existen varias herramientas para el manejo de esos paquetes.

- `dpkg` - herramienta de bajo nivel, para gestionar directamente los paquetes DEB
- `apt-`*xxx* - herramientas APT, permiten gestionar los paquetes, descargándolos de varias fuentes (CDs, ftp, http)
- Muchas otras herramientas con interface gráfico o semigráfico, a veces con formato *store* o tienda.
- `alien` - permite convertir e instalar paquetes de otro tipo, p.e. RPMs

Para más información ver el capítulo Debian package management de la Debian Reference (v2)

2.2.2. dpkg

Permite instalar, actualizar, desinstalar o listar paquetes DEB. Los paquetes tienen que haber sido previamente descargados.

Contenido de los paquetes DEB. Cada paquete DEB contiene:

- Los binarios de la aplicación (ejecutables, librerías, documentación)
- Metadatos, con información sobre el paquete, *scripts* para su configuración, lista de dependencias, etc.

Nombre de los paquetes

- *paquete_versión-build_arquitectura*.deb, donde
  - *paquete* - nombre de la aplicación
  - *versión* - número de versión de la aplicación
  - *build* - número de "compilación" (subversión)
  - *arquitectura* - plataforma para la que está compilado
- Ejemplos:

```
ethereal_0.10.11-1_i386.deb
libgtk-3-0_3.18.9-1_amd64.deb
```

Opciones de dpkg

`-i`	`--install`	instalación del paquete
`-r`	`--remove`	eliminación del paquete
`-P`	`--purge`	eliminación completa del paquete
`-l`	`--list`	lista los paquetes instalados
`-s`	`--status`	imprime el estado del paquete
`-L`	`--listfiles`	lista el contenido del paquete
`-S`	`--search`	busca el paquete al que pertenece un fichero
`dpkg-reconfigure`		reconfigura el paquete
`/var/lib/dpkg/lock`		fichero de bloqueo (cerrojo)

Instalación y eliminación de paquetes con dpkg:

- Instalación de paquetes

  `dpkg -i` *paquete*`.deb`
  `dpkg --install` *paquete*`.deb`

  - la instalación chequea la existencia de dependencias, paquetes en conflicto, sobreescritura de ficheros existentes, etc.
  - se puede forzar la instalación usando la opción `--force-all`.
  - también se puede forzar algún caso en concreto, por ejemplo, `--force-conflicts`, `--force-overwrite`, etc.

- Eliminación de paquetes, manteniendo los ficheros de configuración

  `dpkg -r` *paquete*
  `dpkg --remove` *paquete*

- Eliminación total de paquetes, eliminando los ficheros de configuración

  `dpkg -P` *paquete*
  `dpkg --purge` *paquete*

- Reconfiguración de las opciones de un paquete ya instalado

  `dpkg-reconfigure` *paquete*

Información sobre los paquetes

- Listar paquetes instalados (si no se pone *patrón* muestra todos los paquetes instalados):

  `dpkg -l [`*patrón*`]`
  `dpkg --list [`*patrón*`]`

```
$ dpkg -l "telnet*"
```

```
Desired=Unknown/Install/Remove/Purge/Hold
| Status=Not/Installed/Config-files/Unpacked/Failed-config/Half-installed
|/ Err?=(none)/Hold/Reinst-required/X=both-problems (Status,Err: uppercase=bad)
||/ Nome                  Versión               Descripción
+++-=====================-=====================-====================================
ii  telnet                0.17-29               The telnet client
un  telnet-client         <ningunha>            (non hai ningunha descripción dispoñible)
un  telnet-hurd           <ningunha>            (non hai ningunha descripción dispoñible)
un  telnet-server         <ningunha>            (non hai ningunha descripción dispoñible)
pn  telnet-ssl            <ningunha>            (non hai ningunha descripción dispoñible)
pn  telnetd               <ningunha>            (non hai ningunha descripción dispoñible)
un  telnetd-hurd          <ningunha>            (non hai ningunha descripción dispoñible)
pn  telnetd-ssl           <ningunha>            (non hai ningunha descripción dispoñible)
```

Las dos primeras letras representan:

- **Estado de selección**: indica el estado del paquete para las acciones que se llevarán a cabo posteriormente
  - u, *Unknown* - estado no conocido
  - i, *Install* - paquete seleccionado para instalar (se instala con `dselect install`)
  - r, *Remove* - paquete seleccionado para eliminar (se elimina con `dselect install`)
  - p, *Purge* - paquete seleccionado para purgar (se elimina con `dselect install`)
  - h, *Hold* - paquete retenido (no puede actualizarse)
- **Estado actual**: indica el estado actual del paquete
  - n, *Not Installed* - paquete no instalado
  - i, *Installed* - paquete instalado en el sistema
  - c, *Config-files* - paquete no instalado, pero ficheros de configuración presentes (p.e. después de un remove)
  - u, *Unpacked* - paquete desempaquetado y listo para instalación
  - f, *Failed-config* - durante la instalación falló la configuración del paquete
  - h, *Half-installed* - paquete a medio instalar debido a algún problema

Para que un programa esté correctamente instalado tiene que aparecer la combinación `ii`.

- Estado del paquete

  ```
  dpkg -s paquete
  dpkg --status paquete
  ```

  Ejemplo:

```
$ dpkg -s wget
Package: wget
Status: install ok installed
Priority: important
Section: web
Installed-Size: 1428
Maintainer: Noel Kothe <noel@debian.org>
Architecture: i386
Version: 1.10-2
Depends: libc6 (>= 2.3.2.ds1-21), libssl0.9.7
Conflicts: wget-ssl
Description: retrieves files from the web
 Wget is a network utility to retrieve files from the Web
```

- Ficheros que forman parte de un paquete

  ```
  dpkg -L paquete
  dpkg --listfiles paquete
  ```

  Ejemplo:

```
$ dpkg -L wget
/.
/etc
/etc/wgetrc
/usr
/usr/bin
/usr/bin/wget
/usr/share
/usr/share/doc
/usr/share/doc/wget
```

- Identificar el paquete al que pertenece un fichero:

  ```
  dpkg -S fichero
  dpkg --search fichero
  ```

  Ejemplo:

```
$ dpkg -S /usr/bin/wget
wget: /usr/bin/wget
```

2.2.3. APT - Advanced Packaging Tools

APT es un sistema de gestión de paquetes creado por el proyecto Debian que simplifica en gran medida la instalación y eliminación de programas. Permite descargar e instalar paquetes desde una fuente local y/o remota, resolviendo automáticamente todas las dependencias, actualizaciones, etc.

Fichero de fuentes de apt

Es el fichero de configuración que contiene los distintos servidores desde los cuales se obtienen los paquetes.

- `/etc/apt/sources.list`

Ejemplo:

```
# See sources.list(5) for more information
deb ftp://ftp.rediris.es/debian/ stable main contrib non-free
deb http://security.debian.org/ stable/updates main contrib non-free
# Para descargar fuentes, a través de apt-get source
deb-src ftp://ftp.rediris.es/debian/ stable main
```

- formato de `sources.list`

  # Para binarios
  `deb` *uri distribución componentes*
  # Para ficheros fuente
  `deb-src` *uri distribución componentes*

- *distribución* puede ser:
  - `stable` (o el nombre que tenga la versión estable, por ejemplo, *buster* o *jessie*), es la versión recomendada.
  - `testing` contiene versiones más recientes de paquetes, aunque todavía no probados exhaustivamente.
  - `unstable` (también denominada *sid*), es la versión en desarrollo, probablemente con errores sin corregir.
- *componentes* pueden ser (se admiten varios en la misma línea):
  - `main` - conjunto principal de paquetes
  - `contrib` - paquetes adicionales
  - `non-free` - paquetes que no son libres

La primer línea `deb` suele apuntar al servidor oficial o a un *mirror*, mientras que *security.debian.org* es el servidor de actualizaciones de seguridad. Estas últimas se tratan separadamente puesto que su importancia es máxima (muchas actualizaciones corrigen fallos o añaden nuevas características, por lo que no instalarlas no suele suponer mayores problemas, pero las actualizaciones de seguridad son cruciales).

Otras opciones de configuración de `APT`

Además del fichero `sources.list`, APT admite los ficheros de configuración siguientes:

1. Fichero `/etc/apt/apt.conf`

   Este fichero puede contener todo tipo de opciones de configuración. Este el formato clásico de los ficheros de configuración de Linux, en donde un solo fichero se utiliza para configurar todas las opciones o parámetros de un servicio o aplicación.

2. Ficheros en el directorio `/etc/apt/apt.conf.d`

   El directorio contiene diferentes ficheros, cada uno de los cuales configura una opción diferente. Este estilo de configuración se utiliza en servicios o aplicaciones complejos con muchas opciones o que son utilizados para diferentes tareas. En este caso es recomendable que cada conjunto de opciones se almacene en un fichero diferente. El formato del nombre de los ficheros consta de un número y de una etiqueta identificativa. Los ficheros se procesan en el orden indicado por los números que aparecen en el nombre del fichero.

   Por su parte, el nombre del directorio se suele construir a partir del nombre del fichero de configuración clásico, añadiéndole el sufijo `_d` o la extensión `.d`.

3. Fichero `/etc/apt/preferences` es específico para configurar las prioridades de los paquetes.

Uso de paquetes de diferentes distribuciones

El fichero `sources.list` puede contener referencias a más de una distribución (por ejemplo, `stable`, `unstable` y `testing`). Por ejemplo:

```
# See sources.list(5) for more information
deb http://ftp.rediris.es/debian/ stable main contrib non-free
deb http://ftp.rediris.es/debian/ testing main contrib non-free
```

- Es posible seleccionar una distribución objetivo (*target release*) a la que se le asigna una mayor prioridad:
  - crear un fichero en el directorio `/etc/apt/apt.conf.d`, por ejemplo, `99apt-default-release.conf` que contenga la línea

    `APT::Default-Release "distribution";`

    con *distribution* igual a *stable*, *testing* o *unstable*
- Otro modo de fijar prioridades es mediante `/etc/apt/preferences` (véase `man apt_preferences`).
- Si queremos instalar un paquete de una distribución distinta a la por defecto (si hay varias en `sources.list`) usar la opción `-t`

  `# apt-get -t distribution install package`

OJO: El formato de las opciones es rígido y no se admiten espacios.

NOTA: Por defecto, si no tenemos distribución objetivo, se asigna una prioridad de 100 a los paquetes que están instalados, y de 500 al resto, para todas las distribuciones, con lo que al hacer un upgrade se instalarían las de número de versión mayor. Si ponemos una *target release*, se asigna 100 a los paquetes que están instalados, 500 a los que no están instalados y no pertenecen a la *target release* y 990 a los que no están instalados pero pertenecen a la *target release*. De esa manera, al hacer un upgrade se instalarán preferentemente los paquetes de la *target release*, por tener mayor prioridad.

El comando `add-apt-repository`, típico de Ubuntu, puede utilizarse para añadir repositorios a *sources.list*. El formato es: `add-apt-repository ppa:user/ppa_name`, donde `ppa:user/ppa_name` es el PPA (personal package archive) que se quiere añadir.

Otras aplicaciones complejas pueden tener sus propios gestores de paquetes. Por ejemplo, el programa Python incluye el gestor denominado `pip` (python package index) para descargar e instalar módulos.

Comandos y opciones de APT

apt-get	update	actualiza la lista de paquetes
	upgrade, dist-upgrade	actualiza los paquetes
	install	instala el paquete
	remove, purge	desinstala el paquete
	autoremove, clean	limpia paquetes innecesarios
	source	descarga un fichero fuente
	build-dep	descarga dependecias de compilación
apt-cache	search	busca paquetes para instalar
	show	muestra información del paquete
	depends	lista las dependencias del paquete
	policy	muestra fuentes y prioridades
apt-get -f install		corrige errores de dependencias
/var/lib/dpkg/lock		fichero de bloqueo (cerrojo)

Comando `apt-get`: comando principal de las herramientas APT[3]

1. Actualizar la lista de paquetes

   ```
   apt-get update
   ```

2. Actualizar los paquetes

   ```
   apt-get upgrade
   apt-get dist-upgrade
   ```

   - debe hacerse un `apt-get update` antes de actualizar los paquetes
   - `upgrade` se limita a reemplazar un paquete por otro
   - `dist-upgrade` borra o instala nuevos paquetes si es necesario

3. Instalar un paquete

   `apt-get install` *nombre_paquete*

4. Eliminar paquetes

   `apt-get remove` *nombre_paquete* # borra solo el paquete
   `apt-get purge` *nombre_paquete* # borra el paquete y toda su configuración
   `apt-get autoremove` # elimina los paquetes que ya no se necesitan

[3]También existe el comando `apt`, muy similar, pensado para uso interactivo.

5. Eliminar las copias de ficheros descargados.

   - Cuando se instala un paquete a través de `apt-get` se guarda una copia en `/var/cache/apt/archives/`.

     `apt-get clean` # Elimina todos los ficheros descargados

6. Descargar ficheros fuente

   `apt-get source` *nombre_paquete*

   - con la opción `--compile` compila el paquete después de descargarlo (y genera el `.deb`)

7. Descargar las dependencias para compilar un paquete

   `apt-get build-dep` *nombre_paquete*

8. También puede usarse el comando `apt-build` para descargar, compilar e instalar un paquete a partir de las fuentes

Otras herramientas APT: `apt-cache`

APT al contrario que `dpkg` proporciona información de paquetes no instalados ni descargados, pues trae la lista (cache) completa de paquetes del servidor. El comando `apt-cache` proporciona las siguientes opciones:

1. `search`: busca cadenas en nombre de paquetes (el argumento puede ser una expresión regular). Ejemplo:

```
$ apt-cache search firefox
bookmarkbridge - tool to synchronize bookmarks between browsers
gtkcookie - Editor for cookie files
latex-xft-fonts - Xft-compatible versions of some LaTeX fonts
libflash-mozplugin - GPL Flash (SWF) Library - Mozilla plugin
iceweasel web browser based on Firefox - Trasitional package
...
```

2. `show`: muestra información del paquete
3. `depends`: muestras las dependencias del paquete
4. `policy`: muestra fuentes y prioridades (general o de un paquete)

Dependencias entre paquetes

Durante la instalación de paquetes con APT pueden presentarse las siguientes situaciones:

- El paquete A depende (*Depends*) del paquete B si B es absolutamente necesario para usar A
- El paquete A recomienda (*Recommends*) el paquete B si se considera que la mayoría de los usuarios no querrían A sin las funcionalidades que proporciona B
- El paquete A sugiere (*Suggests*) el paquete B si B está relacionado y mejora las funcionalidades de A
- El paquete A está en conflicto (*Conflicts*) con B en el caso de que A no funciona correctamente si B está instalado

2.2.3.1. Corrección de problemas

Dependencias

La opción `apt-get -f install` (o `--fix-broken`) intenta corregir los errores de dependencias. Por ejemplo:

```
The following packages have unmet dependencies:
arduino-core : Depends: gcc-avr but it is not going to be installed
avr-libc : Depends: gcc-avr (>= 1:4.3.4) but it is not going to
be installed
...
E: Unmet dependencies. Try 'apt-get -f install' with no packages
(or specify a solution).
```

Bloqueo

Por su parte, el fichero `/var/lib/dpkg/lock` funciona a mode cerrojo, de la siguiente forma:

- Solo se permite ejecutar una instancia de `apt-get` de cada vez.
- Al inicio de la ejecución del comando se creará el fichero.
- No se permitirá volver a ejecutar el comando mientras exista el fichero.

- Al acabar la ejecución, `apt-get` borrará el fichero.
- Además, a los usuarios no privilegiados que no puedan crear este fichero, no se les permitirá ejecutar la aplicación.

Puede por tanto, producirse el siguiente problema:

- Si durante la ejcución de `apt-get` el programa termina inesperadamente el fichero de bloqueo no se borrará.
- Cuando volvamos a intentar volver a ejecutar el comando, este no nos permitirá continuar. En estos casos el fichero de bloqueo puede borrarse manualmente.

2.2.4. Instalación desde el código fuente

Los pasos para la instalar manualmente una aplicación desde el código fuente son los siguientes:

1. Descarga, normalmente se distribuyen en forma de *tarballs*:
   - `.tar` (empaquetado pero sin comprimir)
   - `.tar.gz` (empaquetado y comprimido *gzip*, abreviado `.tgz`)
   - `.tar.bz2` (empaquetado y comprimido *bzip2*, abreviado `.tbz`)
2. Desempaquetado: comando `tar` (*Tape ARchive format*)
   - `tar` - crea y extrae ficheros de un archivo
   - Opciones principales:
     - `-c` (Create). Crea un archivo `tar`
     - `-t` (lisT). Lista el contenido de un archivo
     - `-x` (eXtract). Extrae los ficheros de un archivo
   - Otras opciones
     - `-f` *tarball*. Necesaria para operar con el archivo *tarball*, pues si no, usaría la entrada/salida estándar (denotada "-")
     - `-v` (Verbose). Lista los ficheros según se van procesando
     - `-z` (gZip). Comprime/descomprime ficheros `gzip`
     - `-j` (bzip2). Comprime/descomprime ficheros `bzip2`
   - Ejemplos

- Crea un tar.gz con los ficheros del directorio dir
  `$ tar czvf archivo.tar.gz dir`
- Muestra el contenido de un tar.gz
  `$ tar tzvf archivo.tar.gz`
- Extrae un fichero tar.bz2
  `$ tar xjvf archivo.tar.bz2`

3. Leer el fichero INSTALL, INSTALAR o similar
4. Configuración
   - El código fuente desarrollado con ayuda de las herramientas GNU (*autoconf*) contienen un script `configure`, que se encarga de:
     - chequear el entorno de compilación
     - chequear las librerías necesarias
     - generar los `Makefiles` que nos permitirán compilar el código
   - Ejecución
     - `./configure` <*opciones*>
   - Opciones:
     - `./configure --prefix=dir`
       instala el programa en `dir/bin`, `dir/lib`, etc, en vez de en el directorio por defecto (normalmente `/usr/local`)
     - Para ver opciones: `./configure --help`
   - Ejemplo:
     - `./configure --prefix=/opt`
       instala la aplicación en `/opt/`
5. Compilación
   - El proceso de configuración genera ficheros `makefile` o `Makefile` en los directorios del código fuente
     - indican reglas (*rules*) que especifican como ejecutar ciertas tareas (*targets*) sobre el código: compilar, enlazar, crear páginas de manual, instalar
   - Funcionamiento:
     - `make` (ejecuta el *target* por defecto, normalmente todo, menos instalar)
     - `make all` (si no existe el *target* por defecto)

    - `make clean` (borra ficheros objetos, ejecutables, etc)

6. Instalación
    - Si la compilación terminó con éxito, simplemente
        - `make install` (instala el programa ejecutable, librerías, páginas de manual)
    - Todo el proceso de compilación la puede realizar cualquier usuario y la instalación también en el caso de que el usuario tenga permiso de escritura en el directorio destino (que se puede indicar al configurar con la opción *--prefix*)

Tipos de ejecutables:

1. Enlazados estáticamente (*statically linked*): son "completos"
2. Enlazados dinámicamente (*dynamically linked*): para ejecutarse necesitan librerías instaladas en el sistema
    - ocupan menos que los estáticos
    - librerías compartidas por varios programas

Enlazamiento dinámico

- El comando `ldd` nos permite ver las librerías que un ejecutable necesita. El formato de la salida es: `librería requerida =>librería encontrada`. Por ejemplo:

```
# ldd /bin/ls
     libc.so.6 => /lib/x86_64-linux-gnu/libc.so.6
     libpcre.so.3 => /lib/x86_64-linux-gnu/libpcre.so.3
     ...
```

  Si no se encuentra una librería:

```
# ldd /bin/ls
     libc.so.6 => /lib/x86_64-linux-gnu/libc.so.6
     libpcre.so.3 => Not found
     ...
```

  En el caso de no encontrar una librería, puede deberse a dos problemas:

1. La librería se encuentra en una localización no estándar. Esto puede resolverse indicando la ubicación de la librería.
2. La librería que necesita el programa es de una versión diferente a la que tenemos en el ordenador. El problema puede intentar arreglarse haciendo un enlace simbólico (comando `ln`) a la librería existente con el nombre de la librería requerida. Si las versiones de las librerías son muy diferentes, esta solución probablemente no funcionará y será necesario instalar la nueva versión de la librería (pueden convivir sin problemas ambas versiones de librería en el mismo ordenador).

- El cargador dinámico (ld - dynamic linker) se encarga de enlazar y cargar las librerías que necesitan los ejecutables.
  - El fichero de configuración `/etc/ld.so.conf` (y los ficheros a los cuales nos redirige) lista los directorios que contienen librerías. Por ejemplo,

```
# cat /etc/ld.so.conf
    include /etc/ld.so.conf.d/*.conf
# ls /etc/ld.so.conf.d/*.conf
    /etc/ld.so.conf.d/libc.conf
    /etc/ld.so.conf.d/x86_64-linux-gnu.conf
    /etc/ld.so.conf.d/libc.conf
    ...
# cat /etc/ld.so.conf.d/libc.conf
    # libc default configuration
    /usr/local/lib
```

  - En estos ficheros podemos incluir rutas a librerías que añadamos al sistema en localizaciones no estándar. A continuación debemos ejecutar el comando `ldconfig` para activar los cambios.

- En el espacio de usuario también podemos indicar nuevos directorios con librerías usando la variable de entorno `LD_LIBRARY_PATH`
  - `echo $LD_LIBRARY_PATH`
    `⟶ /usr/lib:/usr/local/lib:/usr/X11R6/lib`
  - `export LD_LIBRARY_PATH="dir1:dir2:$LD_LIBRARY_PATH"`
    `echo $LD_LIBRARY_PATH`
    `⟶ dir1:dir2:/usr/lib:/usr/local/lib:/usr/X11R6/lib`

2.3. Uso de la línea de comandos

Veremos conceptos básicos para usar nuestro sistema desde la línea de comandos

2.3.1. El interprete de comandos (shell)

El shell se inicia cuando accedemos a nuestra cuenta y proporciona:

- un intérprete de comandos
- un entorno de programación

Para salir del shell o volver al shell anterior: `exit` o `Ctrl-D`

Comandos externos o internos al shell

- Comandos externos
  - son programas ajenos al shell
  - cuando se lanzan inician un nuevo proceso
  - se buscan en los directorios indicados en la variable PATH
  - por ejemplo: `ls`, `cat`, `mkdir`, etc
- Comandos internos (*builtin commands*)
  - se ejecutan en el mismo proceso del shell, sin lanzar un nuevo proceso
  - por ejemplo: `alias`, `cd`, `pwd`, `eval`, `exec`, `bg`, etc.
  - ver el manual del shell para más información, en el caso del shell bash: `man bash-builtins`
- Para saber si un comando es externo o interno en bash usar el comando interno `type`:

```
$ type cd
cd is a shell builtin
$ type cat
cat is /bin/cat
```

Comandos y parámetros

- Un comando consta del nombre del comando y de cero, uno o más parémtros o argumentos.
- Para que interprete los espacios como parte de un parámetro usar comillas simples o dobles:

```
$ echo 'hola          amigo'
```

  - Comando ⟶ `echo`
  - Argumento 1 ⟶ `hola` `amigo`

Gestión de comandos

- `su`, `sudo` - permiten ejecutar comandos con la identidad de otro usuario o como administrador
- `alias` - Permiten crear alias de comandos complejos (para eliminarlos `unalias`)

```
$ alias l='ls -la'
```

- `history` - muestra una lista con los últimos comandos ejecutados y permite reejecutarlos

Manejo del historial de comandos

Nos permiten recuperar un comando tecleado anteriormente, realizar búsquedas, modificaciones, etc.

Comando	Descripción
`<up-arrow>/<down-arrow>`	Comando anterior/posterior
`!!`	Último comando ejecutado
`!`*n*	*n*-ésimo comando del historial
`!-`*n*	*n* comandos hacia atrás
`!`*cadena*	Último comando ejecutado que empieza por cadena
`!?`*cadena*	Último comando ejecutado que contiene cadena
`^`*cadena1*`^`*cadena2*	Ejecuta el último comando cambiando *cadena1* por *cadena2*
`Ctrl-r`	Busca hacia atrás en el historial
`fc`	Permite ver, editar y reejecutar comandos del historial

2.3.2. Variables de shell

Uso de variables:

- control del entorno (*environment control*)
- programación shell

Dos tipos

- variables locales: visibles sólo desde el shell actual
- variables globales, de entorno o exportadas: visibles en otros shells

Para ver las variables definidas:

- Para ver todas las variables definidas en nuestra shell usar `set`
- Para ver las variables de entorno definidas usar `env` o `printenv`

El nombre de las variables debe:

- empezar por una letra o _
- seguida por cero o mas letras, números o _ (sin espacios en blanco)

Uso de las variables

- Asignar un valor: *nombre_variable=valor*

```
$ un_numero=15
$ nombre="Pepe Pota"
```

- Acceder a las variables: *$nombre_variable* o *${nombre_variable}*

```
$ echo $nombre
Pepe Pota
```

- Número de caracteres de una variable

```
$ echo ${#un_numero}
2
```

- Eliminar una variable: *unset nombre_variable*

```
$ unset nombre
$ echo ${nombre}mo
mo
```

- Variables de solo lectura: *readonly nombre_variable*

```
$ readonly nombre
$ unset nombre
bash: unset: nombre: cannot unset: readonly variable
```

Variables globales, de entorno o exportadas

- Cada shell se ejecuta en un *entorno* (*environment*)
- El entorno de ejecución especifica aspectos del funcionamiento del shell a través de la definición de variables de entorno (=globales=exportadas)
- Algunas variables de entorno predefinidas son:

Nombre	Propósito
HOME	directorio base del usuario
SHELL	shell por defecto
USER	el nombre de usuario
PWD	el directorio actual
PATH	el *path* para los ejecutables
LD_LIBRARY_PATH	el *path* para las librerías dinámicas
MANPATH	el *path* para las páginas de manual
PS1/PS2	*prompts* primario y secundario
LANG	aspectos de localización geográfica e idioma
LC_*	aspectos particulares de loc. geográfica e idioma

- Para definir una nueva variable de entorno: `export`

```
$ a=1 ; b=2 ; c=3 ; d=4    # Define cuatro variables de shell
$ export d                 # Exporta la variable d
$ cat script.sh            # Ejemplo de script
  #!/bin/bash              # Dos variables serán parametros,
  echo "$1, $2, $c, $d"    # c será local y d será global
$ ./script.sh $a $b        # Ejecutamos el script
   --> 1, 2, , 4           # no tiene acceso a la variable local
```

- La variable exportada será visible en los shell hijos (y para los scripts y procesos) que se creen a continuación
  - el shell hijo crea una copia local de la variable y la usa
  - las modificaciones de una copia no afectan a los demás shell

2.3.3. Expansiones del shell

Expansión de parámetros

Es la sustitución de las variables por su valor

```
$ A=Pepe
$ echo $A
Pepe
```

Expansión de nombres de ficheros

Es la sustitución de los *comodines* (*wildcards*), que nos permiten especificar múltiples ficheros al mismo tiempo. También se conoce como *glob*.

Lista de comodines:

Carácter	Corresponde a
*	0 o más caracteres
?	1 carácter
[ ]	uno de los caracteres entre corchetes
[!] o [^]	cualquier carácter que no esté entre corchetes

`$ ls -l *html` # Lista los ficheros del directorio actual con terminación html

`$ ls -l [a,b,d].html` # Implica `a.html`, `b.html` y `d.html`.[4]

- podemos ver como se hace la expansión
  - `set -x` muestra los detalles
  - `set +x` para no ver detalles
- podemos desactivar la expansión con `set -f`

Los ficheros "ocultos" (que empiezan por `.`) no se expanden

- debemos poner el `.` de forma explícita

Para referirnos a mayúsculas o minúsculas podemos usar los patrones:

[4] Nota importante: en **bash** el comportamiento de los rangos depende de la configuración de nuestro sistema, en particular, de la definición de la variable `LC_COLLATE`. Si `LC_COLLATE=C`, `[L-N]` implica `LMN` y `[l-n]` implica `lmn`. En otro caso (p.e. si `LC_COLLATE="es_ES.UTF-8"` o `"gl_ES@euro"`) entonces `[L-N]` implica `LmMnN` y `[l-n]` implica `lLmMn`.

- `[[:lower:]]`: corresponde a un carácter en minúsculas
- `[[:upper:]]`: corresponde a un carácter en minúsculas
- `[[:alpha:]]`: corresponde a un carácter alfabético
- `[[:digit:]]`: corresponde a un número

Para más detalles: `man 7 glob`

Expansión de comandos

Permite que la salida de un comando reemplace el propio comando
Formato:

`$(comando)` o `` `comando` ``

Ejemplos:

```
$ echo date
date
$ echo `date`
Xov Xul 21 13:09:39 CEST 2005
$ echo líneas en fichero=$(wc -l fichero)
```

`wc -l` cuenta el número de líneas en el fichero; el comando se ejecuta y su salida se pasa al `echo`

Expansión de llaves

Permite generar strings arbitrarios

- no tiene para nada en cuenta los ficheros existentes en el directorio actual

```
$ echo a{d,c,b}e
ade ace abe
```

Expansión de la tilde

Expande la tilde como directorio HOME del usuario indicado

- si no se indica usuario, usa el usuario actual

```
cd ~              # Accedemos al nuestro HOME
cd ~root          # Accedemos al HOME de root
ls ~pepe/cosas/   # Vemos el contenido del directorio cosas de pepe
```

Expansión aritmética

Permite evaluar expresiones aritméticas enteras

- se usa `$(( expresión ))` o `$[ expresión ]`
- `expresión` tiene una sintaxis similar a la del lenguaje C
  - permite operadores como `++`, `+=`, `&&`,...
- También se puede usar `let` (usar comillas dobles si hay espacios)

```
$ let numero=(numero+1)/2
```

- Ejemplos:

```
$ echo $(((4+11)/3))                          --> 5
$ numero=15 ; echo $((numero+3))              --> 18
$ echo $numero                                --> 15
$ echo $((numero+=4))                         --> 19
$ echo $numero                                --> 19
$ numero=$(((numero+1)/2)) ; echo $numero     --> 10
```

Eliminación del significado especial

- bash permite eliminar el significado de los caracteres especiales
- para ello se usan las comillas simples, dobles o `\`
- El caracter o caracteres que vengan a continuación simplemente se escriben

Carácter	Acción
'	el shell ignora todos los caracteres especiales contenidos entre un par de comillas simples
"	el shell ignora todos los caracteres especiales entre comillas dobles excepto $, ` y \
\	el shell ignora el carácter especial que sigue a \

Ejemplos:

`ls "/usr/bin/a*"` (el nombre del fichero contiene un asterisco)
`echo '$PATH'` (escribe literalmente $PATH)
`echo "$PATH"` (escribe el contenido de la variable)
`echo I\'m Pepe` (escribe literalmente la comilla)

2.3.4. Redirección de la entrada/salida

Es posible cambiar la fuente de la entrada o el destino de la salida de los comandos

- toda la E/S se hace a través de ficheros
- cada proceso tiene asociados 3 ficheros para la E/S

Nombre	Descriptor de fichero	Destino por defecto
entrada estándar (*stdin*)	0	teclado
salida estándar (*stdout*)	1	pantalla
error estándar (*stderr*)	2	pantalla

  - por defecto, un proceso toma su entrada de la entrada estándar, envía su salida a la salida estándar y los mensajes de error a la salida de error estándar

Ejemplo

```
$ ls /bin/bash /kaka
ls: /kaka: Non hai tal ficheiro ou directorio # Error
/bin/bash           # Salida estándar
$
```

Para cambiar la entrada/salida se usan los siguientes caracteres:

Carácter	**Resultado**
`comando < fichero`	Toma la entrada de `fichero`
`comando > fichero`	Envía la salida de `comando` a `fichero`; sobreescribe cualquier cosa de `fichero`
`comando >> fichero`	Añade la salida de `comando` al final de `fichero`
`comando << etiqueta`	Toma la entrada para `comando` de las siguientes lineas, hasta una línea que tiene sólo `etiqueta`
`comando 2> fichero`	Envía la salida de error de `comando` a `fichero` (el 2 puede ser reemplazado por otro descriptor de fichero)
`comando 2>&1`	Envía la salida de error a la salida estándar (el 1 y el 2 pueden ser reemplazado por otro descriptor de fichero, p.e. `1>&2`)
`comando &> fichero`	Envía la salida estándar y de error a `fichero`
`comando1 | comando2`	pasa la salida de `comando1` a la entrada de `comando2` (*pipe*)

Ejemplos:

- `ls -l > lista.ficheros`
  Crea el fichero `lista.ficheros` conteniendo la salida de `ls -l`
- `ls -l /etc >> lista.ficheros`
  Añade a `lista.ficheros` el contenido del directorio `/etc`
- `cat < lista.ficheros | more`
  Muestra el contenido de `lista.ficheros` página a página (equivale a `more lista.ficheros`)
- `ls /kaka 2> /dev/null`
  Envía los mensajes de error al dispositivo nulo (a la *basura*)
- `> kk`
  Crea el fichero `kk` vacío
- `cat > entrada`
  Lee información del teclado, hasta que se teclea `Ctrl-D`; copia todo al fichero entrada
- `cat << END > entrada`
  Lee información del teclado, hasta que se introduce una línea con `END`; copia todo al fichero `entrada`
- `ls -l /tmp /kaka > salida 2> error`
  Redirige la salida estándar al fichero `salida` y la salida de error al fichero `error`
- `ls -l /tmp /kaka > salida.y.error 2>&1`
  Redirige la salida estándar y de error al fichero `salida.y.error`; el orden es importante:

  ```
  ls -l /tmp /kaka 2>&1 > salida.y.error
  ```

  no funciona, ¿por qué?
- `ls -l /tmp /kaka &> salida.y.error`
  Igual que el anterior
- `cat /etc/passwd > /dev/tty2`
  Muestra el contenido de `/etc/passwd` en el terminal `tty2`
  - usar el comando `tty` para ver el nombre del terminal en el que estamos

Comandos útiles con pipes y redirecciones

1. **`tee`**
   - copia la entrada estándar a la salida estándar y también al fichero indicado como argumento
   - `ls -l | tee lista.ficheros | less`
     Muestra la salida de `ls -l` página a página y la almacena en `lista.ficheros`
   - La opción `-a` permite añadir la salida a un fichero existente.
2. **`xargs`**
   - permite pasar un elevado número de argumentos a otros comandos
   - lee la entrada estándar, y ejecuta el comando uno o más veces, tomando como argumentos la entrada estándar (ignorando líneas en blanco). Ejemplos:
   - `$ locate README | xargs cat`
     El comando `locate` busca los ficheros `README` en el ordenador y mediante `xargs` los ficheros se envían a `cat` que muestra su contenido. Equivale a:
     `cat /var/lib/aspell/README /usr/share/tool/README.txt ...`
   - `$ locate README | xargs -I{} cp {} /tmp/`
     Copia los `README` en el directorio `/tmp`; la opción `-I` permite que {} sea reemplazado por los nombres de los ficheros. Equivale a:
     `cp /var/lib/aspell/README /usr/share/tool/README.txt ... /tmp/`
3. **`exec`**
   - ejecuta un programa reemplazando el shell actual con el programa (es decir, al programa se le asigna el PID del shell, dejando el shell de existir)

     ```
     $ echo $$ # donde $$ indica el PID del shell actual
     4946
     $ exec sleep 20
     ```
     En otro terminal, ejecutamos
     ```
     $ ps a | grep 4946
     4946 pts/13   Ss+   0:00 sleep 20
     ```
   - si no se especifica el programa, exec puede usarse para redireccionar las entradas y salidas de todos los comandos

- Redirecciona la salida estándar a el fichero `/tmp/salida`
  `$ exec > /tmp/salida`
- Redirecciona el fichero `/tmp/entrada` como entrada estándar
  `$ exec < /tmp/entrada`

2.3.5. Orden de evaluación

Desde que introducimos un comando hasta que se ejecuta, el shell ejecuta los siguientes pasos, y en el siguiente orden:

1. Redirección E/S
2. Sustitución (expansión) de variables: reemplaza cada variable por su valor
3. Sustitución (expansión) de nombres de ficheros: sustituye los comodines por los nombres de ficheros

Si no se tiene en cuenta ese orden, pueden aparecer problemas:

```
$ star=\* ; pipe=\|
$ ls -d $star
cuatro  dos  tres  uno
$ cat uno $pipe more
cat: |: Non hai tal ficheiro ou directorio
cat: more: Non hai tal ficheiro ou directorio
```

En el segundo caso, primero se mira si hay redirección E/S y no hay; se sustituye $pipe por su valor y finalmente se miran los comodines (que no hay) así $pipe se toma por el carácter | no por la redirección

Comando `eval`

Evalúa la línea de comandos 2 veces:

- la primera hace todas las substituciones
- la segunda ejecuta el comando

Ejemplo:

```
$ pipe=\|
$ eval cat uno $pipe more
Este es el fichero uno
...
$
```

- En la primera pasada reemplaza `$pipe` por |
- En la segunda ejecuta el comando `cat uno | more`

2.3.6. Ficheros de inicialización de bash

Cuando se inicia bash se leen automáticamente distintos ficheros de inicialización

- En estos ficheros el usuario define variables de entorno, alias, el prompt, el path, etc.
- Los ficheros que se leen dependen de la forma de invocar bash

Formas de invocar bash:

1. Invocado como un *login shell* interactivo
   - cuando entramos en el sistema con login y password, usamos `su -`, o iniciamos bash con la opción `--login`
   - cuando se inicia, se leen los siguientes ficheros:
     a) `/etc/profile`
     b) el primero que exista de : `~/.bash_profile`, `~/.bash_login` o `~/.profile`
   - al dejar el shell se lee `~/.bash_logout`
2. Invocado como un *non-login shell* interactivo
   - cuando lo iniciamos sin opciones (bash), abrimos una nueva ventana de comandos (entramos sin login ni password) o usamos `su`
   - se leen los ficheros:
     a) `/etc/bash.bashrc`
     b) `~/.bashrc`[5]
   - al salir no se ejecuta nada
3. Invocado como un shell no interactivo
   - por ejemplo, cuando se lanza un script
   - en un shell no interactivo, la variable `$PS1` no está disponible
   - se lee el fichero definido en la variable `BASH_ENV`

[5]Usualmente, desde `.bash_profile` se invoca al `bashrc` de la siguiente forma:
`if [ -f ~/.bashrc ]; then . ~/.bashrc; fi`

2.4. Programación de scripts de administración

Un administrador de sistemas debe crear scripts para realizar tareas complejas

- La mayoría de los ficheros de configuración de Unix son ficheros ASCII
- Disponemos de potentes herramientas para manejar estos ficheros

Veremos

- Programación de scripts con bash
- Herramientas de manejo de ficheros de texto usando expresiones regulares
- Programación en Python

2.4.1. Programación Shell-Script

Bash (y otros *shells*) permiten programar *scripts*:

Script o programa *shell*: fichero de texto conteniendo comandos externos e internos, que se ejecutan línea por línea

- El programa puede contener, además de comandos
  1. variables
  2. constructores lógicos (`if...then`, `AND`, `OR`, etc.) y lazos (`while`, `for`, etc.)
  3. funciones
  4. comentarios

Para saber más:

- *Advanced Bash-Scripting Guide*, Mendel Cooper, Última revisión 10 de marzo de 2014, www.tldp.org/guides.html
- *The Deep, Dark Secrets of Bash*, Ben Okopnik, Linux Gazette, okopnik.freeshell.org/articles/Shell_Scripting-4.html
- *Introduction to Shell Scripting*, Ben Okopnik, okopnik.freeshell.org/writings.html

Ejecución de un script

Los scripts deben empezar por el *número mágico* `#!` seguido del programa a usar para interpretar el script:

- `#!/bin/bash` - script de bash
- `#!/bin/sh` - script de shell
- `#!/usr/bin/env python3` - script de python3
- `#!/usr/bin/awk -f` - script de awk

Las forma usuales de ejecutar un script es:

- darle permiso de ejecución al fichero y ejecutarlo como un comando:

```
$ chmod +x helloworld
./helloworld
```

- ejecutar una shell poniendo como argumento el nombre del script (sólo necesita permiso de lectura)

```
$ bash helloworld
```

- ejecutarlo en la shell actual

```
$ . helloworld
```

  o bien:

```
$ source helloworld
```

Paso de parámetros

Es posible pasar parámetros a un scripts: los parámetros se recogen en las variables `$1` a `$9`

Variable	Uso
`$0`	el nombre del script
`$1` a `$9`	parámetros del 1 al 9
`${10}`, `${11}`,...	parámetros por encima del 10
`${a:-b}`	si no existe `$a` se usa el valor `b`
`$#`	número de parámetros
`$*`, `$@`	todos los parámetros

Ejemplo:

```
$ cat parms1.sh
#!/bin/bash
VAL=$((${1:-0} + ${2:-0} + ${3:-0}))
echo $VAL
$ bash parms1.sh 2 3 5
10
$ bash parms1.sh 2 3
5
```

El comando `shift` desplaza los parámetros hacia la izquierda el número de posiciones indicado:

```
$ cat parms2.sh
#!/bin/bash
echo $#
echo $*
echo "$1 $2 $3 $4 $5 $6 $7 $8 $9 ${10} ${11}"
shift 9
echo $1 $2 $3
echo $#
echo $*
$ bash parms2.sh a b c d e f g h i j k l
12
a b c d e f g h i j k l
a b c d e f g h i j k
j k l
3
j k l
```

Uso de arrays

```
#!/bin/bash
name=( "cero" "uno" "dos" "tres" )
num=( 1 2 3 4 )
echo ${name[0]}
echo ${num[0]}
for i in "${name[@]}" ; do
   echo $i
done
for i in "${num[@]}" ; do
   echo $i
done
echo "total= ${#name[@]}"
```

2.4.2. Entrada/salida

Es posible leer desde la entrada estándar o desde fichero usando `read` y redirecciones:

```
#!/bin/bash
echo -n "Introduce algo: "
read x
echo "Has escrito $x"
echo -n "Escribe 2 palabras: "
read x y
echo "Primera palabra $x; Segunda palabra $y"
```

Si queremos leer o escribir a un fichero utilizamos redirecciones:

```
echo $X > fichero
read X < fichero
```

Este último caso lee la primera línea de `fichero` y la guarda en la variable `X`

- Si queremos leer un fichero línea a línea podemos usar `while`:

```
#!/bin/bash
# FILE: linelist
# Usar: linelist filein fileout
# Lee el fichero pasado en filein y
# lo salva en fileout con las lineas numeradas
count=0
while read BUFFER
do
   count=$((++count))
   echo "$count $BUFFER"» $2
done < $1
```

  - el fichero de entrada se va leyendo línea a línea y almacenando en BUFFER
  - `count` cuenta las líneas que se van leyendo

- El uso de lazos para leer ficheros es bastante ineficiente
  - deberían evitarse (por ejemplo, usar `cat fichero`)

Ejemplo de lectura de fichero

```
#!/bin/bash
# Usa $IFS para dividir la línea que se está leyendo
# por defecto, la separación es "espacio"
echo "Lista de todos los usuarios:"
OIFS=$IFS # Salva el valor de IFS
IFS=: # /etc/passwd usa ":" para separar los campos
cat /etc/passwd |
while read name passwd uid gid fullname ignore
do
  echo "$name ($fullname)"
done
IFS=$OIFS # Recupera el $IFS original
```

- El fichero `/etc/passwd` se lee línea a línea
  - para cada línea, sus campos se almacenan en las variables que siguen a `read`
  - la separación entre campos la determina la variable `$IFS` (por defecto, espacio en blanco)

Redirecciones

Las redirecciones y pipes pueden usarse en otras estructuras de control

Ejemplo: lee las 2 primeras líneas de un fichero

```
if true
then
  read x
  read y
fi < fichero1
```

Ejemplo: lee líneas de teclado y guardalas en un fichero temporal convirtiendo minúsculas en mayúsculas

```
#/bin/bash
read buf
while [[ "$buf" ]]
do
  echo $buf
  read buf
done | tr 'a-z' 'A-Z' > tmp.$$
```

2.4.3. Tests

Los comandos que se ejecutan en un shell tienen un *código* de salida, que se almacena en la variable `$?`

- si `$?` es 0 el comando terminó bien
- si `$?` es > 0 el comando terminó mal

Ejemplo:

```
$ ls /bin/ls
/bin/ls
$ echo $?
0
$ ls /bin/ll
ls: /bin/ll: Non hai tal ficheiro ou directorio
$ echo $?
1
```

Podemos chequear la salida de dos comandos mediante los operadores `&&` (AND) y `||` (OR)

- estos operadores actúan en cortocircuito:

  comando1 `&&` *comando2*
  comando2 sólo se ejecuta si *comando1* acaba bien
  comando1 `||` *comando2*
  comando2 sólo se ejecuta si *comando1* falla

- comandos `true` y `false`: devuelven 0 y 1, respectivamente

Ejemplo con `&&`:

```
$ ls /bin/ls && ls /bin/ll
/bin/ls
ls: /bin/ll: Non hai tal ficheiro ou directorio
$ echo $?
1
$ ls /bin/ll && ls /bin/ls
ls: /bin/ll: Non hai tal ficheiro ou directorio
$ echo $?
1
```

Ejemplo con `||`:

```
$ ls /bin/ls || ls /bin/ll
/bin/ls
$ echo $?
0
$ ls /bin/ll || ls /bin/ls
ls: /bin/ll: Non hai tal ficheiro ou directorio
/bin/ls
$ echo $?
0
```

2.4.4. Estructura `if...then...else`

Podemos usar el estado de salida de uno o varios comandos para tomar decisiones:

```
if comando1
then
  ejecuta otros comandos
elif comando2
then
  ejecuta otros comandos
else
  ejecuta otros comandos
fi
```

- debe respetarse la colocación de los `then`, `else` y `fi`
  - también puede escribirse `if` *comando1* `; then`
- el `elif` y el `else` son opcionales, no así el `fi`

Ejemplo:

```
$ cat if.sh
#!/bin/bash
if (ls /bin/ls && ls /bin/ll) >/dev/null 2>&1
then
  echo "Encontrados ls y ll"
else
  echo "Falta uno de los ficheros"
fi
$ bash if.sh
Falta uno de los ficheros
```

Comando `test`

Notar que `if` sólo chequea el código de salida de un comando, no puede usarse para comparar valores: para eso se usa el comando `test`
El comando test permite:

- chequear la longitud de un string
- comparar dos strings o dos números
- chequear el tipo de un fichero
- chequear los permisos de un fichero
- combinar condiciones juntas

`test` puede usarse de tres formas:

`test` *`expresión`*

`[` *`expresión`* `]`[6]

`[[` *`expresión`* `]]` (comando test extendido)

Si la expresión es correcta `test` devuelve un código de salida 0, si es falsa, devuelve 1:

- este código puede usarse para tomar decisiones:

```
if [[ "$1" = "hola" ]]
then
  echo "Hola a ti también"
else
  echo "No te digo hola"
fi
if [[ $2 ]]
then
  echo "El segundo parámetro es $2"
else
  echo "No hay segundo parámetro"
fi
```

- en el segundo `if` la expresión es correcta si `$2` tiene algún valor; falsa si la variable no está definida o contiene null (`""`)

[6]Notar los espacios en blanco entre los [ ] y *expresión*

2.4.5. Expresiones

Existen expresiones para chequear strings, números o ficheros

Chequeo de strings

Expresión	Verdadero si
string	el string es no nulo ("")
-z *string*	la longitud del string es 0
-n *string*	la longitud del string no es 0
string1 = *string2*	los strings son iguales
string1 != *string2*	los strings son distintos

Chequeo de enteros

Expresión	Verdadero si
int1 -eq *int2*	los enteros son iguales
int1 -ne *int2*	los enteros son distintos
int1 -gt *int2*	*int1* mayor que *int2*
int1 -ge *int2*	*int1* mayor o igual que *int2*
int1 -lt *int2*	*int1* menor que *int2*
int1 -le *int2*	*int1* menor o igual que *int2*

Chequeo de ficheros

Expresión	Verdadero si
-e *file*	*file* existe
-r *file*	*file* existe y es legible
-w *file*	*file* existe y se puede escribir
-x *file*	*file* existe y es ejecutable
-f *file*	*file* existe y es de tipo regular
-d *file*	*file* existe y es un directorio
-c *file*	*file* existe y es un dispositivo de caracteres
-b *file*	*file* existe y es un dispositivo de bloques
-p *file*	*file* existe y es un pipe
-S *file*	*file* existe y es un socket
-L *file*	*file* existe y es un enlace simbólico
-u *file*	*file* existe y es *setuid*
-g *file*	*file* existe y es *setgid*
-k *file*	*file* existe y tiene activo el *sticky bit*
-s *file*	*file* existe y tiene tamaño mayor que 0

Operadores lógicos de `test`

- Los operadores lógicos clásicos se utilizan con el comando `test` y con `[ ]`.

Expresión	Propósito
`!`	invierte el resultado de una expresión
`-a`	operador AND
`-o`	operador OR
`\( expr \)`	agrupación de expresiones; los paréntesis tienen un significado especial para el shell, por lo que hay que *escaparlos*

Ejemplos:

```
$ test -f /bin/ls -a -f /bin/ll ; echo $?  -->  1
$ [ ! -w /etc/passwd ] ; echo $?  -->  0
$ [ $$ -gt 0 -a \( $$ -lt 5000 -o -w file \) ]
```

Operadores lógicos de `test` extendido

- A partir de la versión 2.02 de Bash se introduce el *extended test command*: `[[ expr ]]`, que permite realizar comparaciones similares a los lenguajes estándar:
- permite usar los operadores && y || para unir expresiones
- no necesita *escapar* los paréntesis

Expresión	Propósito
`!`	invierte el resultado de una expresión
`&&`	operador AND
`||`	operador OR
`( expr )`	agrupación de expresiones

Ejemplos:

```
$ [[ -f /bin/ls && -f /bin/ll ]] ; echo $?  -->  1
$ [[ ! -w /etc/passwd ]] ; echo $?  -->  0
$ [[ $$ -gt 0 && ($$ -lt 5000 || -w file) ]]
```

2.4.6. Control de flujo

Además del `if` bash permite otras estructuras de control de flujo: `case`, `for`, `while` y `until`

Estructura `case`

```
case valor in
  patrón_1)
    comandos si value = patrón_1
    comandos si value = patrón_1 ;;
  patrón_2)
    comandos si value = patrón_2 ;;
  *)
    comandos por defecto ;;
esac
```

- si *valor* no coincide con ningún patrón se ejecutan los comandos después del *)*
  - esta entrada es opcional
- *patrón* puede incluir comodines y usar el símbolo | como operador OR

Ejemplo:

```
#!/bin/bash
echo -n "Respuesta:" read RESPUESTA
case $RESPUESTA in
  S* | s*)
    RESPUESTA="SI";;
  N* | n*)
    RESPUESTA="NO ";;
  *)
    RESPUESTA="PUEDE";;
esac
echo $RESPUESTA
```

Lazos `for`

```
for var in lista
do
  comandos
done
```

- *var* toma los valores de la lista
  - puede usarse *globbing* para recorrer los ficheros

Ejemplo: recorrer una lista

```
LISTA="10 9 8 7 6 5 4 3 2 1"
for var in $LISTA
do
  echo $var
done
```

Ejemplo: recorrer los ficheros `*.bak` de un directorio

```
dir="/var/tmp"
for file in $dir/*.bak
do
  rm -f $file
done
```

Sintaxis alternativa, similar a la de C

```
LIMIT=10
for ((a=1, b=LIMIT; a <= LIMIT; a++, b--))
do
  echo "$a-$b"
done
```

Bucle `while`

```
while comando
do
  comandos
done
```

- se ejecuta mientras que el código de salida de `comando` sea cierto

Ejemplo:

```
while [[ $1 ]]
do
  echo $1
  shift
done
```

Bucle `until`

```
until comando
do
  comandos
done
```

- se ejecuta hasta que el código de salida de `comando` sea hace cierto

Ejemplo:

```
until [[ "$1" = "" ]]
do
  echo $1
  shift
done
```

`break` y `continue` Permiten salir de un lazo (`break`) o saltar a la siguiente iteración (`continue`)

- `break` permite especificar el número de lazos de los que queremos salir (`break` *n*)

Ejemplo con `break`:

```
# Imprime el contenido de los ficheros hasta que
# encuentra una línea en blanco
for file in $*
do
  while read buf
  do
    if [[ -z "$buf" ]]
    then
      break 2
    fi
    echo $buf
  done <$file
done
```

Ejemplo con `continue`:

```
# Muestra un fichero pero no las líneas de más
# de 80 caracteres
```

```
while read buf
do
  cuenta=`echo $buf | wc -c`
  if [[ $cuenta -gt 80 ]]
  then
    continue
  fi
  echo $buf
done < $1
```

2.4.7. Funciones

Podemos definir funciones en un script de shell:

```
funcion() {
  comandos
}
```

y para llamarla:

```
funcion p1 p2 p3
```

Siempre tenemos que definir la función antes de llamarla:

```
#!/bin/bash
# Definición de funciones
funcion1() {
  comandos
}
funcion2() {
  comandos
}
# Programa principal
funcion1 p1 p2 p3
```

Paso de parámetros La función referencia los parámetros pasados por posición, es decir, $1, $2, ..., y $* para la lista completa:

```
$ cat funcion1.sh
#!/bin/bash
funcion1()
{
  echo "Parámetros pasados a la función: $*"
```

```
  echo "Parámetro 1: $1"
  echo "Parámetro 2: $2"
}
# Programa principal
funcion1 "hola" "que tal estás" adios
$
$ bash funcion1.sh
Parámetros pasados a la función: hola que tal estás adios
Parámetro 1: hola
Parámetro 2: que tal estás
```

return Después de llamar a una función, `$?` tiene el código se salida del último comando ejecutado:

- podemos ponerlo de forma explícita usando `return`

```
#!/bin/bash
funcion2() {
  if [[ -f /bin/ls && -f /bin/ln ]]; then
    return 0
  else
    return 1
  fi
}
# Programa principal
if funcion2; then
  echo "Los dos ficheros existen"
else
  echo "Falta uno de los ficheros - adiós"
  exit 1
fi
```

2.4.8. Otros comandos

wait Permite esperar a que un proceso lanzado en *background* termine

```
sort $largefile > $newfile &
ejecuta comandos
wait
usa $newfile
```

Si lanzamos varios procesos en background podemos usar `$!`

- `$!` devuelve el `PID` del último proceso lanzado

```
sort $largefile1 > $newfile1 &
SortPID1=$!
sort $largefile2 > $newfile2 &
SortPID2=$!
ejecuta comandos
wait $SortPID1
usa $newfile1
wait $SortPID2
usa $newfile2
```

`trap` Permite *atrapar* las señales del sistema operativo

- permite hacer que el programa termine limpiamente (p.e. borrando ficheros temporales, etc.) aún en el evento de un error

```
$ cat trap.sh
#!/bin/bash
capturado() {
  echo "Me has matado!!!"
  kill -SIGTERM $$
}
trap "capturado" SIGINT SIGQUIT
while true; do
  true
done
$ bash trap.sh
(Ctrl-C)
Me has matado!!!
Terminado
```

Las señales más comunes para usar con `trap` son:

Señal	Significado
0	salida del shell (por cualquier razón, incluido fin de fichero)
SIGHUP	cuelgue (hang-up) del terminal o muerte del proceso controlador
SIGINT	interrupción de teclado (Ctrl-C)
SIGTERM	terminate (mata el proceso permitiéndole terminar)
SIGKILL	kill (no puede ser parada ni ignorada)
SIGQUIT	salida de teclado

`exit` Finaliza el script

- se le puede dar un argumento numérico que toma como estado de salida, p.e. `exit 0` si el script acaba bien y `exit 1` en caso contrario
- si no se usa `exit`, el estado de salida del script es el del último comando ejecutado

Referencias indirectas

Permiten definir variables cuyo contenido es el nombre de otra variable:

```
a=letra
letra=z
# Referencia directa
echo "a = $a"  # a = letra
# Referencia indirecta
eval a=\$$a
echo "Ahora a = $a"  # Ahora a = z
```

Las versiones de bash a partir de la 2 permiten una forma más simple para las referencias indirectas:

```
a=letra
letra=z
# Referencia directa
echo "a = $a"  # a = letra
# Referencia indirecta
echo "Ahora a = ${!a}"  # Ahora a = z
```

Otro ejemplo con `eval`

```
$ cat dni.sh
#!/bin/bash
dniPepe=23456789
dniPaco=98765431
echo -n "Nombre: "; read nombre
eval echo "DNI = \$dni${nombre}"
$ bash dni.sh
Nombre: Pepe
DNI = 23456789
```

2.4.9. Optimización de scripts

El shell no es especialmente eficiente a la hora de ejecutar trabajos pesados

- Ejemplo: script que cuenta las líneas de un fichero:

```
$ cat cuentalineas1.sh
#!/bin/bash
count=0
while read line
do
  count=$(expr $count + 1)
done < $1
echo "El fichero $1 tiene $count líneas"
```

  - si medimos el tiempo que tarda

```
$ time bash cuentalineas1.sh Quijote.txt
El fichero Quijote.txt tiene 36855 líneas
real 0m59.757s
user 0m17.868s
sys  0m41.462s
```

- Podemos mejorarlo si usamos aritmética de shell en vez de el comando `expr`

```
$ cat cuentalineas2.sh
#!/bin/bash
count=0
while read line
do
  count=$(($count+1))
done < $1
echo "El fichero $1 tiene $count líneas"
```

  - el tiempo ahora

```
$ time bash cuentalineas2.sh Quijote.txt
El fichero Quijote.txt tiene 36855 líneas
real 0m1.014s
user 0m0.887s
sys  0m0.108s
```

- Y todavía mejor:

```
$ cat cuentalineas3.sh
#!/bin/bash
count=$(wc -l $1 | cut -d " " -f 1)
echo "El fichero $1 tiene $count líneas"
$
$ time bash cuentalineas3.sh Quijote.txt
El fichero Quijote.txt tiene 36855 líneas
real 0m0.096s
user 0m0.005s
sys  0m0.009s
```

- Conclusiones
  - Intenta reducir el número de procesos creados al ejecutar el script, por ejemplo, usando las funciones aritméticas del shell
  - Siempre que sea posible, intenta usar comandos del shell (`wc`, `tr`, `grep`, `sed`, etc.) en vez de lazos

Depuración

Para depurar un script de shell podemos usar la opción `-x` o `-o xtrace` de bash:

- muestra en la salida estándar trazas de cada comando y sus argumentos, después de que el comando se haya expandido pero antes de que se sea ejecutado

```
$ bash -x cuentalineas3.sh Quijote.txt
++ wc -l Quijote.txt
++ cut -d ' ' -f 1
+ count=36855
+ echo 'El fichero Quijote.txt tiene 36855 líneas'
El fichero Quijote.txt tiene 36855 líneas
```

Es posible depurar sólo parte de un script:

- poner `set -x` o `set -xv` al inicio del trozo a depurar
- `set +x` o `set +xv` para cancelar

```
$ cat cuentalineas3.sh
#!/bin/bash
set -x
count=$(wc -l $1 | cut -d " "-f 1)
set +x
echo "El fichero $1 tiene $count líneas"
$
$ bash cuentalineas3.sh Quijote.txt
++ wc -l Quijote.txt
++ cut -d ' '-f 1
+ count=36855
+ set +x
El fichero Quijote.txt tiene 36855 líneas
```

2.5. Expresiones regulares

Los ficheros de configuración y logs de Unix son, normalmente, ficheros de texto

- Muchos comandos de procesamiento y búsqueda de texto como `grep`, `egrep`, `sed`, `awk` o `vi` usan expresiones regulares.
- Las expresiones regulares permiten reconocer una serie de cadenas de caracteres que obedecen a cierto patrón
- No hay que confundir las expresiones regulares con los comodines, que son utilizados por el shell para referenciar ficheros
- Para evitar confusiones conviene escribir las expresiones regulares entre comillas, simples o dobles.

Ejemplos:

- `egrep unix tmp.txt`
  busca en el fichero `tmp.txt` las líneas que contienen la palabra `unix`
- `egrep '[Uu]nix' tmp.txt`
  busca las líneas que contienen `unix` o `Unix`
- `egrep 'hel.' tmp.txt`
  busca las líneas que contienen `hel` seguido de cualquier carácter

- `egrep 'ab*c' tmp.txt`
  localiza las cadenas que empiecen por `a`, que continúen con 0 o más `b`, y que sigan con una `c`, por ejemplo: `abbbc` o `aaacb`, pero no `axc` o `cba`
- `egrep 't[^aeiouAEIOU][a-zA-Z]*' tmp.txt`
  localiza las cadenas que empiecen por `t`, seguido de algún carácter no vocálico y de 0 o más apariciones de letras
- `sed -r "s/inicio/fin/g" tmp.txt`
  sustituye la cadena `inicio` por `fin`
- `sed -r "s/[Ww]indows/Linux/g" tmp.txt`
  sustituye las cadenas `Windows` y `windows` por Linux

Importante: no debemos confundir las expresiones regulares con los comodines para la sustitución de nombres de ficheros (*glob*)

- si ponemos un ejemplo anterior sin comillas (sencillas o dobles)

  ```
  egrep t[^aeiouAEIOU][a-zA-Z]* tmp.txt
  ```

  la shell extiende los comodines y convierte este comando en:

  ```
  egrep tmp.txt tmp.txt
  ```

- para evitar esto, `siempre` usar comillas con las expresiones regulares

Si no especificamos fichero, `grep` y `sed` usan la entrada estándar:

- Podemos usarlos para probar las expresiones regulares (se finaliza con CNTL-D):

  ```
  $ egrep --color '[Uu]nix'
  unix → OK
  Unix → OK
  Linux → NO
  ```

Las comillas dobles permiten utilizar variables y comandos dentro de las expresiones regulares:

```
$ a=5
$ sed -r "s/x/$a/g" fichero.txt → 5
$ sed -r 's/x/$a/g' fichero.txt → $a
$ sed -r "s/x/`date`/g" fichero.txt → mié ago 3 09:15:30
$ sed -r 's/x/`date`/g' fichero.txt → `date`
```

2.5.1. Expresiones regulares básicas

UNIX admite dos tipos de expresiones regulares: básicas y extendidas

- las básicas son las clásicas de UNIX, aunque se consideran obsoletas en POSIX
- aplicaciones como `grep` o `sed` las usan por defecto
- las expresiones extendidas proporcionan más potencia

ER de un sólo carácter

ER	concuerda con
`.`	cualquier carácter
`[ ]`	cualquiera de los caracteres entre corchetes, p.e. `[abc]` concuerda con `a`, `b` o `c`; `[a-z]` concuerda con cualquier letra minúscula
`[^ ]`	cualquier carácter que no esté entre corchetes
`^`	principio de línea
`$`	final de línea
`*`	0 o más ocurrencias de la expresión regular anterior
`\( \)`	permite agrupar ER
`\`	*escapa* un metacarácter

Repetición Podemos repetir una expresión regular usando `\{ \}`

Constructor	Propósito
`\{`n`\}`	concuerda con exactamente n ocurrencias de la ER previa
`\{`n`,\}`	concuerda con al menos n ocurrencias de la ER previa
`\{`n`, `m`\}`	concuerda con entre n y m ocurrencias de la ER previa

Nótese que en las expresiones regulares básicas `\( \)` y `\{ \}` requieren caracteres de escape, cosa que no ocurre con las expresiones regulares extendidas.

2.5.2. Expresiones regulares extendidas

Los sistemas UNIX actuales admiten extensiones a las expresiones regulares básicas. Para usar las extendidas:

- `grep` ⟶ `egrep` o `grep -E`
- `sed` ⟶ `sed -r`

Concordancia

- La mayoría de los caracteres son tratados como literales, esto es, concuerdan (*match*) consigo mismos:
  - `a` concuerda con `a`, `ab` con `ab`, etc.
- la excepción son los metacaracteres:

```
. [ ] ^ $ * ( ) \ + ? |{ }
```

ER	concuerda con
`.`	cualquier carácter
`[ ]`	cualquiera de los caracteres entre corchetes, p.e. `[abc]` concuerda con `a`, `b` o `c`; `[a-z]` concuerda con cualquier letra minúscula
`[^ ]`	cualquier carácter que no esté entre corchetes
`^`	principio de línea
`$`	final de línea
`*`	0 o más ocurrencias de la expresión regular anterior
`+`	una o más ocurrencias de la ER anterior
`?`	cero o una ocurrencia de la ER anterior
`( )`	permite agrupar ER
`|`	OR
`{`n`}`	concuerda con exactamente n ocurrencias de la ER previa
`{`n`,}`	concuerda con al menos n ocurrencias de la ER previa
`{`n`, `m`}`	concuerda con entre n y m ocurrencias de la ER previa
`\`	*escapa* un metacarácter
`\\` o `\\\`	`\`

- Dentro de `[ ]` los metacaracteres pierden su significado especial: p.e. `[a.]c` concuerda con `ac` y `.c`
- Para incluir un carácter `]` en una lista colocarlo al principio; para incluir un `^` en cualquier lugar menos al principio; para incluir un `-` al final: p.e. `[a^]c` concuerda con `ac` y `^c`

Ejemplos:

ER	concuerda con
`a..c`	cadena que contenga el caracter `a`, seguido por dos caracteres cualquiera y luego `c`, por ejemplo, `zaxyct`, ...
`[abc]`	cadenas que contengan un carácter `a`, `b` o `c`
`[^abc]`	cadenas que contengan un carácter distinto de `a`, `b` y `c`
`[a-z]`	cadenas que con tengan una letra minúscula
`^abc`	líneas que empiecen por `abc`
`abc$`	líneas que terminen por `abc`
`ab*c`	cadenas que contengan el caracter `a`, que continúen con 0 o más `b`, y luego una `c`: `abc`, `ac`, `abbc`, `aaccab`,... pero no `cba` o `aaab`
`b[cq]*e`	cadenas que contengan `b`, que continúen con 0 o más `c` o `q`, y luego una `e`: `be`, `bcce`, `bccqqee` o `bqqqce`
`.*`	cualquier cadena
`abc.*`	cualquier cadena que contenga `abc`
`x(abc)*x`	cadenas que tengan una `x` seguida de 0 o más ocurrencias de `abc`, y seguida de otra `x`: `xabcx`, `xx`, `xabcabcx`,..., pero no `xacx` o `xcbax`
`(a|b)c`	cadena que contenga `ac` o `bc`
`ab+c`	cadena que contenga `abc`, `abbc`, pero no `ac`
`ab?c`	cadena que contenga `ac`, `abc`, pero no `abbc`
`a{5}`	5 ocurrencias del carácter `a`
`.{5,}`	al menos 5 ocurrencias de cualquier carácter
`^#.*\.$`	línea que empiece por `#` y termine por `.` (notar que el segundo `.` está *escapado* por la \; la ER `.*` implica 0 o más caracteres cualquiera)

Etiquetado Las ER que se ponen entre `( )` quedan etiquetadas, y podemos hacer referencia a ellas mediante \n, con n el número de la etiqueta

- Ejemplos:
  - `(.)oo\1` concuerda con `moom`, `noon`, pero no con `moon`
  - `(.)oo\1-(.)aa\1\2` concuerda con `moom-paamp`
- Con el comando `sed` permiten realizar la operación de copia-pega:

  ```
  sed -r "s/(.)(.)/\2\1/g"
  ```

  Así, sustituye la cadena `ab` por `ba`, la cadena `xy` por `yx`, etc.
- También podemos usar el caracter & para hacer referencia a la secuencia reconocida. Por ejemplo:

  ```
  sed -r "s/a.*a/[reconocido: &]/g"
  ```

Las expresiones regulares intentan reconocer la concordancia más larga.

- Ejemplo:

  `egrep --color "a(.*)a"`

  Para la secuencia `yyyaxaxayyy` detecta `axaxa`

Otros caracteres Además de los ya vistos, pueden usarse otros metacaracteres:

ER	concuerda con
`\n`, `\r`, `\t`	LF, CR y tab (no siempre funcionan)
`[:space:]`	caracteres en blanco ([\t\n\r\f\v])
`[:blank:]`	espacio y tabulado
`[:alnum:]` o `\w`	caracteres alfánuméricos (letras y números)
`[:digit:]`	dígitos
`[:alpha:]`	alfabéticos
`[:upper:]`	mayúsculas
`[:lower:]`	minúsculas
`[:xdigit:]`	dígitos hexadecimales
`[:punct:]`	signos de puntuación
`[:cntrl:]`	caracteres de control
`[:graph:]`	caracteres imprimibles (sin espacio)
`[:print:]`	caracteres imprimibles (con espacio)
`\<`, `\>`	inicio/fin de palabra
`\b`	posición entre palabras
`\B`	posición en medio de una palabra

- `[[:upper:]]bc` concuerda con `Abc`, pero no `abc`
- `\babc\b` concuerda con `ab abc df`, pero no con `abcdef`
- `\Babc\B` concuerda con `ababcdf`, pero no con `ab abc df`

Más ejemplos

1. `\w+@\w+\.\w+((\.\w+)*)?` concuerda con direcciones de e-mail
2. `(0[1-9]|[12][0-9]|3[01])-(0[1-9]|1[012])-(19|20)[0-9]{2}` concuerda con fechas en el formato *dd-mm-yyyy* (años entre el 1900 y 2099)
3. `[-+]?([0-9]*\.)?[0-9]+([eE][-+]?[0-9]+)?` concuerda con números en punto flotante (con o sin exponente)

Ejemplos de uso con `sed`:

```
$ echo "abc1234def"| sed -r "s/[0-9]+/NUMERO/"
abcNUMERODdef
$ echo "abc1234def"| sed -r 's/[0-9]+/<&>/'
abc<1234>def
# En el siguiente ejemplo, notar que las ER intentan siempre
reconocer la secuencia más larga posible
$ echo "000x111x222x333"| sed 's/x.*x/<&>/'
000<x111x222x>333
# Eliminar blancos a principio y al final de línea y sustituir
más de un blanco seguido por uno solo
$ sed -r "s/^␣+// ; s/␣+$// ; s/␣␣+/␣/g" fich
# Pon los 4 primeros caracteres de cada línea al final
de la misma
$ sed -r 's/^(.{4,4})(.*)/\2\1/' fich
# Cambia de minúsculas a mayúsculas la primera letra de
cada palabra
$ sed -r 's/\<./\u&/g'
# Convierte DOS newlines (CR/LF) a formato Unix (LF)
$ sed 's/^M$//' [7]
# también funcionaría
$ sed 's/\r//'
```

Para más información: Regular-expressions.info

2.5.3. Comandos grep y sed

`grep` y `egrep` buscan en ficheros por un patrón determinado

`grep [`*opciones*`] `*patrón*` [`*fichero...*`]`

`egrep [`*opciones*`] `*patrón*` [`*fichero...*`]`

Opciones:

- `-E` o `egrep`: usa expresiones regulares extendidas
- `-R` o `rgrep`: lee todos los ficheros bajo cada directorio, recursivamente
- `-i` o `--ignore-case`: busca ignorando diferencias entre mayúsculas y minúsculas

[7] Para introducir un carácter de control, como `^M`, tenemos que pulsar primero `Ctrl-V` y luego el carácter, en este caso `Enter`

- `-n` o `--line-number`: muestra el número de línea dentro del fichero

`sed` (*stream editor*, editor de flujo) permite realizar transformaciones básicas de un flujo de entrada (un fichero o una entrada desde una tubería)

Formato:

- Substitución de cadenas (`s`):

  `sed -r [opciones] 's/ER/reemplazo/flag' [fichero]`

- Borrado de la línea completa (`d`):

  `sed -r [opciones] '/ER/d' fichero]`

- Reemplazo de la línea completa (c\):

  `sed -r [opciones] '/ER/c\reemplazo' [fichero]`

- Insertar/añadir una línea antes o después de la afectada (i\, a\):

  `sed -r [opciones] '/ER/i\reemplazo' [fichero]`

  `sed -r [opciones] '/ER/a\reemplazo' [fichero]`

Algunas opciones:

- `-i` edita el fichero *in-place*

Algunos flags:

- `g`: aplica los cambios globalmente (por defecto, sólo se cambia la primera aparición en cada línea)
- *NUMERO*: reemplaza solo la aparición número *NUMERO* dentro de cada línea
- `w` *fichero*: escribe las líneas con sustituciones al fichero indicado

Ejemplos:

- Reemplaza, en cada línea de `fichero`, la quinta ocurrencia de `stop` por `STOP`

  ```
  $ sed 's/stop/STOP/5' fichero
  ```

- Sustituye `stop` por `STOP` y guarda cada línea reemplazada en el fichero `fich2`

```
$ sed -r 's/stop/STOP/w fich2' fichero
```

- Borra las líneas que contengan `jaime`

```
$ sed -r '/jaime/d' amigos
```

- Cambia las líneas que contengan `jaime` por CAMBIADO

```
$ sed -r '/jaime/c\CAMBIADO' amigos
```

- Inserta una línea, con la palabra 'APARICION', antes de las líneas que contengan `jaime`

```
$ sed -r '/jaime/i\APARICION' amigos
```

Comandos desde fichero: la opción -f permite leer comandos de `sed` agrupados en un fichero

Ejemplo: reemplazo desde la línea 3 hasta la 10 de *Linux/linux* por *GNU/Linux* y de *samba* por *Samba*

```
$ cat file.sed
3,10 {
  s/[Ll]inux/GNU\/Linux/g
  s/samba/Samba/g
}
$ sed -f file.sed fichero
```

Más información: `sed` es un comando muy complejo con muchas posibilidades

Para saber más:

- Sed - An Introduction
- Ejemplos con `sed`
- Sed by example, IBM developerworks
- sed & awk, by Dale Dougherty, Arnold Robbins, O'Reilly

o, simplemente, busca *sed tutorial* en *google*

2.6. Comandos para el procesamiento de textos

Además de los ya vistos (`grep`, `sed`) existen una serie de comandos para manejar ficheros de texto (véase la tabla de abajo y `awk`)

- también se conocen como *filtros*: obtienen su entrada de la entrada estándar (o un fichero) y envían la salida a la salida estándar:

```
sort < fichero.txt | head -3 > otro_fichero.txt
```

- casi todos estos comandos tienen, entre otras opciones, las siguientes dos:
  - `--help` muestra una pequeña ayuda y sale
  - `--version` muestra la versión del comando y sale
- también podemos saber más del comando a través de la página de manual o de `info`

Comandos simples Existe una serie de comandos simples para realizar operaciones concretas sobre ficheros de texto

`head`/`tail`	muestra el principio/final de un fichero
`tac`, `rev`	muestran el fichero al revés
`wc`	cuenta el número de líneas, palabras y bytes de un fichero
`nl`	añade números de línea
`sort`	ordena las líneas alfabéticamente
`tr`	borra y/o reemplaza caracteres
`uniq`	elimina líneas repetidas
`cut`	escribe partes seleccionadas de un fichero a la salida estándar
`paste`	une texto de varios ficheros
`join`	combina varios ficheros
`split`	divide un fichero en ficheros más pequeños
`expand`	convierte `TABs` en espacios
`fmt`	formatea párrafos
`od`	muestra un fichero en diferentes formatos

Comentaremos brevemente cada uno de ellos

2.6.1. head

Muestra el principio de un fichero

Formato:

`head` [opciones] *fichero*

Algunas opciones:

- `-n` N ó `-`N muestra las primeras N líneas
- `-c` N muestra los primeros n bytes
- `-v` le añade una línea de cabecera, con el nombre del fichero

Ejemplo:

```
$ head -n 2 -v quijote.txt
==>quijote.txt <==
En un lugar de la Mancha, de cuyo nombre
no quiero acordarme, no ha mucho tiempo
```

2.6.2. tail

Muestra el final de un fichero

Algunas opciones:

- `-n` N ó `-`N muestra las últimas N líneas (por defecto, 10)
- `+`N muestra de la línea N al final
- `-c` N muestra los últimos N bytes
- `-f` hace que `tail` corra en un lazo, añadiendo líneas a medida que el fichero crece (útil para cuando queremos ver como se modifica un fichero)
- `--retry` útil con `-f`; aunque el fichero no exista o sea inaccesible continua intentando hasta que puede abrirlo
- `-v` le añade una línea de cabecera, con el nombre del fichero

Ejemplo:

```
$ tail -n 2 -v quijote.txt
==>quijote.txt <==
astillero, adarga antigua, rocín flaco y
galgo corredor.
```

2.6.3. tac, rev

- `tac` imprime el fichero de la última a la primera línea (opuesto a `cat`)
- `rev` invierte las líneas del fichero

Ejemplos:

```
$ tac quijote.txt
galgo corredor.
astillero, adarga antigua, rocín flaco y
que vivía un hidalgo de los de lanza en
no quiero acordarme, no ha mucho tiempo
En un lugar de la Mancha, de cuyo nombre

$ rev quijote.txt
erbmon oyuc ed ,ahcnaM al ed ragul nu nE
opmeit ohcum ah on ,emradroca oreiuq on
ne aznal ed sol ed ogladih nu aíviv euq
y ocalf nícor ,augitna agrada ,orellitsa
.roderroc oglag
```

2.6.4. wc

Muestra el número de líneas, palabras y bytes de un fichero

Formato:

`wc` [opciones] *fichero*

Algunas opciones:

- `-l` muestra sólo el número de líneas
- `-w` muestra sólo el número de palabras
- `-c` muestra sólo el número de bytes
- `-L` muestra la longitud de la línea más larga

Ejemplo:

```
$ wc quijote.txt
  5 33 178 quijote.txt
```

```
$ wc -l quijote.txt
5 quijote.txt

$ wc -w quijote.txt
33 quijote.txt

$ wc -c quijote.txt
178 quijote.txt
```

2.6.5. nl

Añade números de línea; `nl` considera los ficheros separados en *páginas lógicas*, cada una de ellas con una cabecera, cuerpo y pie, cada una de estas secciones se numera de forma independiente, y la numeración se reinicia para cada página; los comienzos de cabecera, cuerpo y pie de cada página se marcan, respectivamente, con `\:\:\:`, `\:\:` y `\:`

Formato:

`nl` [opciones] *fichero*

Algunas opciones:

- `-b`, `-h` o `-f` *ESTILO* indica el estilo de numeración para cuerpo, cabecera o pie, que puede ser:
  - `a`: numera todas las líneas
  - `t`: numerar sólo las líneas no vacías (por defecto para el cuerpo)
  - `p` *ER*: numera sólo las líneas que concuerdan con *ER*
  - `n`: no numera ninguna línea (por defecto para cabecera y pie)
- `-v` *n* inicia la numeración en *n* (por defecto, 1)
- `-i` *n* incrementa los números por *n* (por defecto, 1)
- `-p` no reinicia la numeración al principio de cada página
- `-s` *STRING* una STRING para separar los números de línea del texto (por defecto ' ')

Ejemplo:

```
$ nl -s 'q ' quijote.txt
  1q En un lugar de la Mancha, de cuyo nombre
  2q no quiero acordarme, no ha mucho tiempo
  3q que vivía un hidalgo de los de lanza en
  4q astillero, adarga antigua, rocín flaco y
  5q galgo corredor.
```

2.6.6. sort

ordena alfabéticamente líneas de texto y las muestra en la salida estándar

Formato:

`sort` [opciones] *fichero*

Algunas opciones:

- `-b` ignora blancos al principio de línea
- `-f` no distingue mayúsculas/minúsculas
- `-r` orden inverso
- `-m` mezcla ficheros previamente ordenados
- `-n` ordena numéricamente
- `-k` *POS1[, POS2]* ordena según los campos desde *POS1* a *POS2*, o el final si no está *POS2* (el primer campo es 1)

Ejemplos:

```
$ cat nombres.txt
María Pérez
luis Andión
Adriana Gómez
jorge pena
```

```
$ sort nombres.txt
Adriana Gómez
María Pérez
jorge pena
luis Andión
```

```
$ sort -f nombres.txt
Adriana Gómez
jorge pena
luis Andión
María Pérez
```

```
$ sort -f -k 2,2 nombres.txt
luis Andión
Adriana Gómez
jorge pena
María Pérez
```

2.6.7. tr

Borra caracteres o reemplaza unos por otros

Formato:

`tr` [opciones] *set1 set2*

Algunas opciones:

- `-d` borra los caracteres especificados en *set1*
- `-s` reemplaza caracteres repetidos por un único carácter

Ejemplos:

```
$ tr 'a-z' 'A-Z' < quijote.txt
EN UN LUGAR DE LA MANCHA, DE CUYO NOMBER...

$ tr -d ' ' < quijote.txt
EnunlugardelaMancha,decuyonombre...

$ tr au pk < quijote.txt
En kn lkgpr de lp Mpnchp, de ckyo nombre...

$ tr lcu o < quijote.txt | tr -s o
En on ogar de oa Manoha, de oyo nombre
```

2.6.8. uniq

Descarta todas (menos una) las líneas idénticas sucesivas en el fichero

Formato:

`uniq` [opciones] *fichero*

Algunas opciones:

- `-d` muestra las líneas duplicadas (sin borrar)
- `-u` muestra sólo las líneas sin duplicación
- `-i` ignora mayúsculas/minúsculas al comparar
- `-c` muestra el número de ocurrencias de cada línea
- `-s` n no compara los n primeros caracteres

- `-f` *n* no compara los *n* primeros campos

Ejemplo:

```
$ cat nombres.txt
Julio Lorenzo
Pedro Andión
Celia Fernández
Celia Fernández
Juan Fernández
Enrique Pena
```

```
$ uniq nombres.txt
Julio Lorenzo
Pedro Andión
Celia Fernández
Juan Fernández
Enrique Pena
```

```
$ uniq -f 1 -c nombres.txt
  1 Julio Lorenzo
  1 Pedro Andión
  3 Celia Fernández
  1 Enrique Pena
```

2.6.9. cut

Escribe partes seleccionadas de un fichero a la salida estándar; puede usarse para seleccionar columnas o campos de un fichero específico

Formato:

`cut` [opciones] *fichero*

Algunas opciones:

- `-b`, `-c`, `-f` corta por bytes, caracteres o campos, respectivamente
- `-d` fija el carácter delimitador entre campos (por defecto, `TAB`)

Ejemplos:

```
$ cat nombres-ord.txt
Luis Andión
Adriana Gómez
Jorge Pena
María Pérez
```

```
$ cut -c 1-7 nombres-ord.txt
Luis An
Adriana
Jorge P
María P
```

```
$ cut -c 1-5,9-10 nombres-ord.txt
Luis ió
AdriaGó
Jorgena
Maríare
```

```
$ cut -d ' ' -f 1 nombres-ord.txt
Luis
Adriana
Jorge
María
```

2.6.10. paste

Permite unir texto de varios ficheros, uniendo las líneas de cada uno de los ficheros

Formato:

`paste` [opciones] *fichero1 [fichero2] ...*

Algunas opciones:

- `-s` pega los ficheros secuencialmente, en vez de intercalarlos
- `-d` especifica los carácteres delimitadores en la salida (por defecto, `TAB`)

Ejemplos:

```
$ cat nombres.txt    $ cat apellidos.txt
Luis                 Andión
Adriana              Gómez
Jorge                Pena
María                Pérez

$ paste nombres.txt apellidos.txt
 Luis     Andión
 Adriana  Gómez
 Jorge    Pena
 María    Pérez

$ paste -d ' ' nombres.txt apellidos.txt
Luis Andión
Adriana Gómez
Jorge Pena
María Pérez

$ paste -s -d '\t\n' nombres.txt
 Luis   Adriana
 Jorge  María
```

2.6.11. join

Permite combinar dos ficheros usando campos: busca en los ficheros por entradas comunes en el campo y une las líneas; los ficheros deben estar ordenados por el campo de unión

Formato:

`join` [opciones] *fichero1* *fichero2*

Algunas opciones:

- `-i` ignora mayúsculas/minúsculas
- `-1` *FIELD* une en el campo *FIELD* (entero positivo) de *fichero1*
- `-2` *FIELD* une en el campo *FIELD* de *fichero2*
- `-j` *FIELD* equivalente a `-1` *FIELD* `-2` *FIELD*
- `-t` *CHAR* usa el carácter *CHAR* como separador de campos
- `-o` *FMT* formatea la salida (*M.N* fichero *M* campo *N*, 0 campo de unión)
- `-v` *N* en vez de la salida normal, muestra las líneas que no se unen del fichero *N*
- `-a` *N* además la salida normal, muestra las líneas que no se unen del fichero *N*

Ejemplo:

```
$ cat nombres1.txt    $ cat nombres2.txt
Luis Andión           Pedro Andión
Adriana Gómez         Celia Fernández
Jorge Pena            Julio Lorenzo
María Pérez           Enrique Pena

$ join -j 2 nombres1.txt nombres2.txt
Andión Luis Pedro
Pena Jorge Enrique

$ join -j 2 -o 1.1 2.1 0 nombres1.txt nombres2.txt
Luis Pedro Andión
Jorge Enrique Pena
```

2.6.12. split

Divide un fichero en ficheros más pequeños; los ficheros más pequeños se nombran a partir del *prefijo* especificado (*prefijo*aa, *prefijo*ab,...)

Formato:

`split` [opciones] *fichero prefijo*

Si no se pone *fichero*, o se pone `-` se lee la entrada estándar

Algunas opciones:

- `-l` n pone n líneas en cada fichero de salida (por defecto 1000)
- `-b` n pone n bytes en cada fichero de salida
- `-C` n pone en cada fichero de salida tantas líneas completas como sea posible sin sobrepasar n bytes
- `-d` usa números en vez de letras para el nombre de los ficheros de salida

Ejemplo:

```
$ split -l 2 quijote.txt quij
$ ls quij*
quijaa quijab quijac quijote.txt
$ cat quijaa
En un lugar de la Mancha, de cuyo nombre
no quiero acordarme, no ha mucho tiempo
$ cat quijac
galgo corredor.
$ split -l 2 -d quijote.txt quij
$ ls quij*
quij00 quij01 quij02 ...
```

2.6.13. expand

Convierte `TABs` en espacios; útil debido a que la representación del `TAB` puede ser diferente en distintos sistemas

Formato:

`expand` [opciones] *fichero* ...

Algunas opciones:

- `-t` *n* reemplaza cada `TAB` por *n* espacios (por defecto, 8)
- `-i` solo reemplaza los `TABs` de principio de línea

Ejemplos:

```
$ cat hola.c
main() {
        for(i=0; i<10;i++)
                printf("Hola mundo!\n");
}

$ expand -t 2 hola.c
main() {
  for(i=0; i<10;i++)
    printf("Hola mundo!\n");
}
```

El comando `unexpand` hace la operación contraria

2.6.14. fmt

Formatea cada párrafo, uniendo o separando líneas para que todas tengan el mismo tamaño

Algunas opciones:

- `-`*n* o `-w` *n* pone la anchura de las líneas a *n* (por defecto, 75)
- `-c` conserva la indentación a principio de línea y alinea a la izquierda la segunda línea
- `-s` las líneas pueden dividirse, no unirse
- `-u` uniformiza el espaciado entre palabras

Ejemplo:

```
$ cat quijote.txt
En un lugar de la Mancha, de    cuyo nombre no
quiero acordarme, no ha mucho tiempo
que vivía un
hidalgo    de los de lanza en astillero, adarga
antigua, rocín flaco y galgo corredor.

$ fmt -w 45 -u quijote.txt
En un lugar de la Mancha, de cuyo nombre
no quiero acordarme, no ha mucho tiempo
que vivía un hidalgo de los de lanza en
astillero, adarga antigua, rocín flaco y
galgo corredor.
```

2.6.15. od

Muestra un fichero en octal, hexadecimal o otros formatos; en cada línea muestra (en la primera columna) el *offset*

Formato:

`od` [opciones] *fichero*

Algunas opciones:

- `-t` *TIPO* especifica el formato de la salida (por defecto octal): `o` para octal, `x` para hexadecimal, `d` para decimal, `c` para caracteres ASCII, `a` para caracteres con *nombre*...
- `-A` *TIPO* especifica el formato del offset (por defecto octal): `o`, `x`, `d` como antes, `n` para que no aparezca
- `-w` *BYTES* número de bytes por linea (por defecto 16)

Ejemplo:

```
$ od -t x -A x quijote.txt
000000 75206e45 756c206e 20726167 6c206564
000010 614d2061 6168636e 6564202c 79756320
000020 6f6e206f 6572626d 206f6e0a 65697571
...
```

2.7. awk

Lenguaje diseñado para procesar datos basados en texto; el nombre AWK deriva de los apellidos de los autores.

- los administradores de sistemas utilizan `awk` para procesar los ficheros de configuración y logs de los sistemas
- estos ficheros, normalmente, se organizan en forma de *tabla* (líneas compuestas por campos). `awk` es ideal para tratar esos ficheros
- sólo veremos algunos de los aspectos más importantes del uso de `awk` para el manejo de ficheros de texto

2.7.1. Funcionamiento básico

`awk` lee el fichero que se le pase como entrada (o la entrada estándar) línea a línea, y sobre cada línea ejecuta una serie de operaciones

El programa más sencillo de `awk` consiste en imprimir un mensaje de texto por cada línea que recibe de entrada:

```
'{ print "Hola mundo!" }'
```

Nótese las comillas simples y las llaves al principio y al final, que son obligatorias.

Formas de ejecutar `awk`

- Usando la entrada estándar: si no especificamos fichero, `awk` usa la entrada estándar como es usual:

  `awk` *PROGRAMA*

  Ejemplo:

  ```
  $ awk '{ print "Hola mundo!" }'
  $          # introducimos enter
  Hola mundo!
  $          # introducimos enter
  Hola mundo!
  ```

- Tomando la entrada de un fichero:

```
awk PROGRAMA fichero_entrada
```

Ejemplo:

```
# creamos un fichero con dos líneas vacías (dos enter):
$ echo -e "\n" > fichero

# ejecutamos awk sobre este fichero:
$ awk '{ print "Hola mundo!" }' fichero
Hola mundo!
Hola mundo!
```

- Escribiendo el programa en un fichero:

```
awk -f FICHERO_PROGRAMA entrada/fichero_entrada
```

Ejemplo:

```
# Partimos del programa awk en un fichero:
$ cat hola.awk
    '{ print "Hola mundo!" }'
$ chmod +x hola.awk

# ejecutamos el programa sobre una entrada de dos líneas:
$ echo -e "\n" | awk -f hola.awk
Hola mundo!
Hola mundo!
```

- Ejecutando el *FICHERO_PROGRAMA* como un script:

poner `#!/usr/bin/awk -f`
al principio de *FICHERO_PROGRAMA*

Ejemplo:

```
$ cat hola.awk
     #!/usr/bin/awk -f
     '{ print "Hola mundo!" }
$ chmod +x hola.awk

# Ejecutamos el script sobre una entrada de dos líneas:
$ echo -e "\n" | ./hola.awk
Hola mundo!
Hola mundo!
```

Estructura de un programa `awk` Un programa `awk` tiene tres secciones:

1. Parte inicial, que se ejecuta sólo una vez, antes de empezar a procesar la entrada:

   `BEGIN { operaciones }`

2. Parte central, con instrucciones que se ejecutan para cada una de las líneas de la entrada; tienen en siguiente formato:

   `/PATRÓN/ { operaciones }`

   las *operaciones* se realizan sólo sobre las líneas que verifiquen la ER indicada en *PATRÓN*

   - si no ponemos ningún *PATRÓN* las *operaciones* se realizan sobre todas las líneas
   - si ponemos `!/PATRÓN/` las operaciones se ejecutan en las líneas que no concuerden con el patrón

   La parte central es la que toma por defecto el intérprete `awk`

3. Parte final, se efectúa sólo una vez, después de procesar la entrada:

   `END { operaciones }`

Ejemplo de script:

```
#!/usr/bin/awk -f
BEGIN{ print "Inicio" }
{ print "Hola mundo!" }
END{ print "Final" }
```

La ejecución de este script dará como resultado:

```
Inicio
Hola mundo!
Hola mundo!
Final
```

2.7.2. Manejo de ficheros de texto

`awk` divide las líneas de la entrada en campos:

- la separación entre campos la determina la variable `FS` (por defecto, uno o más blancos y `TABs`)
- las variables $1, $2, . . . , $N contienen los valores de los distintos campos
  - $0 contiene la línea completa

Ejemplos:

1. Ejemplo simple:

```
$ awk '{ print $1, $3 }'
$ uno dos tres cuatro → uno tres
$ cinco seis siete ocho → cinco siete
```

2. Lista los ficheros (comando `ls`) y selecciona las campos 9 y 5:

```
$ ls -ldh * | awk '{print "Fichero ", $9, "ocupa ", $5, "bytes"}'
Fichero fich1 ocupa 36 bytes
Fichero fich2 ocupa 9,1K bytes
Fichero fich3 ocupa 3,7M bytes
```

3. Lista las particiones (comando `df`) e imprime su ocupación:

```
$ df -h | sort -rnk 5,5 |  \
> awk 'BEGIN { print "Nivel de ocupación" }  \
> /^\/dev\/sd/ { print "Partición ",$6,": ",$5 }  \
> END { print "Terminado" }'
Nivel de ocupación
Partición /home : 87% ocupación
Partición /var : 51% ocupación
Partición / : 38% ocupación
Terminado

$ # Lo mismo usando un fichero
$ cat ocupacion.awk
BEGIN { print "Nivel de ocupación" }
/^\/dev\/sd/ { print "Partición ",$6,": ", $5 }
END { print "Terminado" }
$ df -h | sort -rnk 5,5 | awk -f ocupacion.awk
```

Variables predefinidas: `awk` tiene un conjunto de variables predefinidas, como `FS` que nos permite especificar el separador de campos

Esas variables son:

Nombre	Significado
`FS`	Carácter separador entre campos de entrada (por defecto, blanco o tabulado)
`NR`	Número de registros de entrada (líneas)
`NF`	Número de campos en el registro de entrada
`RS`	Carácter separador entre registros de entrada (por defecto, nueva línea)
`OFS`	Carácter separador entre campos en la salida (por defecto, un espacio en blanco)
`ORS`	Carácter separador entre registros de salida (por defecto, nueva línea)
`FILENAME`	Nombre del fichero abierto

Ejemplo:

```
$ cat usuarios.awk
BEGIN { FS = ":"; OFS = "-->"; ORS = "\n=========\n"; }
{ print NR, $1, $5 }
$ awk -f usuarios.awk /etc/passwd
...
37 -->tomas -->Tomás Fernández Pena„,
==========
38 -->caba -->José Carlos Cabaleiro Domínguez„,
==========
...
```

2.7.3. Otras características

`awk` es un lenguaje completo:

- permite definir variables de usuario
- permite realizar operaciones aritméticas sobre las variables
- permite utilizar condiciones, lazos, etc.
- permite definir funciones

La sintaxis de `awk` es prácticamente idéntica a la del lenguaje C

- podemos usar `printf` en lugar de `print` (con la sintaxis de C)
- también podemos usar arrays

Ejemplos:

1. Realiza acumulaciones (se finaliza con CNTL-D)

```
$ cat acumula.awk
BEGIN{ sum=0; print "Introduce números" }
{ sum=sum+$1; }
END{ print "La suma acumulada es: ", sum}
```

2. Lista el tamaño de los ficheros y el tamaño total

```
$ cat lista-ficheros.awk
BEGIN{ total = 0; }
{   total += $5;
   printf("Fichero %s ocupa %d bytes\n", $8,$5); }
END{ printf("Ocupación total = %d bytes\n",total); }

$ ls -ld * | awk -f lista-ficheros.awk
Fichero ancestros.awk ocupa 370 bytes
Fichero hola.c ocupa 66 bytes
Fichero lista-ficheros.awk ocupa 143 bytes
Ocupación total = 579 bytes
```

3. Muestra una advertencia si el nivel de ocupación de una partición supera un límite

```
$ cat ocupacion2.awk
BEGIN { limite = 85; }
/^\/dev\/sd/ { if($5 >limite)
printf("PELIGRO: el nivel de ocupación de %s es %s\n%", $6, $5);}

$ df -ah | tr -d '%' | awk -f ocupacion2.awk
PELIGRO: el nivel de ocupación de /home es 87%
```

Paso de parámetros: es posible pasar parámetros en la llamada a `awk`
Ejemplo: Indicando el `PID` de un proceso obtiene el `PID` de todos sus ancestros (padres, abuelos, . . .)

```
$ cat ancestros.awk
BEGIN { ind=0; }
function padre(p) {
   for(i=0; i <ind; i++)
     if(pid[i] == p) return(ppid[i]);
}
!/PID/ { pid[ind]=$3; ppid[ind]=$4; ind++; }
END {
   do {
     printf("%d --> ", proc); proc = padre(proc);
   } while(proc >= 1);
   printf("\n\n");
}

$ ps axl | awk -f ancestros.awk proc=4258
4258 --> 3326 --> 1 -->
```

Arrays asociativos: awk permite el uso de arrays asociativos, es decir, que pueden tener como índice una cadena de caracteres
Ejemplo

```
$ cat usuarios2.awk
BEGIN { FS = ":"}
{ nombre[$1] = $5; }
END {
  for(;;){
    printf("Nombre de usuario: ");
    getline user < ";
    if( user ==  ) break;
    printf("<%s>: %s\n", user, nombre[user]);
  }
}

$ awk -f usuarios2.awk /etc/passwd
Nombre de usuario: tomas
<tomas>: Tomás Fernández Pena„,
Nombre de usuario:
```

2.8. Programación en Python

Además de la programación con bash, sed y awk, existen otros lenguajes adecuados para la creación de scripts de administración

Perl: lenguaje de propósito general originalmente desarrollado para la manipulación de textos

Python: alternativa a Perl, más limpio y elegante

Ruby: combina una sintaxis inspirada en Python y Perl con características de programación orientada a objetos

Los tres son lenguajes de propósito general

- Permiten programar aplicaciones de muy diversos tipos
- Veremos solo una introducción a sus principales características, centrándonos principalmente en Python

Un buen administrador de sistemas debería dominar al menos uno de ellos

2.8.1. Introducción a Python

Bash es complejo y el código Perl puede resultar demasiado "ofuscado"

- Python es una buena alternativa a los lenguajes de script tradicionales

Principales características

- Soporte de diversos paradigmas: imperativo, orientado a objetos y funcional
- Sistema de tipos dinámico y gestión automática de memoria
- Énfasis en la legibilidad
- Uso de identación para delimitar bloques de código
- Gran librería con módulos para múltiples tareas
- Hay dos versiones actuales de Python, la 2.7 y la 3.x, que son incompatibles entre sí. Por ejemplo, la sentencia `print` de Python 2.7 ha sido remplazada por la función `print()` (que requiere paréntesis) en Python 3.x. En este curso utilizaremos Python 3.x.

Ejemplo sencillo que abre un fichero e imprime cada línea:

```
#!/usr/bin/env python3
# Abre el fichero sólo lectura
try:
  f = open('/etc/passwd','r')
except IOError:
  print('No puedo abrir /etc/passwd')
else:
  # Lee las líneas en una lista
  lista = f.readlines()
  # Recorre e imprime la lista
  for l in lista:
    print(l, end='')    # end='' elimina el retorno de línea
  f.close()
```

Nótense los : y los sangrados del texto (mediante espacios o tabulados) que definen los bloques de código. La codificación por defecto de los programas en Python3.x es utf-8.

2.8.2. Tipos de datos en Python

Python usa un tipado dinámico en donde son los valores, no las variables, las que definen el tipo de dato (*int, float, complex, bool, str, ...*). Los enteros tienen una precisión ilimitada, mientras que los float suelen tener la precisión de *double* en C. Las cadenas pueden delimitarse por comillas simples o dobles. En general, no es necesario indicar el tipo de dato. Por ejemplo,

```
a=5      a=7.8     a=5+3j     a=True     a='a'     a='cadena'
```

Otro ejemplo, la función `input` por defecto obtiene una cadena, mientras que `print` puede imprimir cualquier tipo de datos.

```
cadena=input('introduce una cadena: ')
a=int( input('introduce un entero: ') )
b=float( input('introduce un float: ') )
print( 'datos: ', cadena, a, b )
```

- Entre las operaciones aritméticas se incluyen $+$, $-$, *, /, // (división entera), % (resto), $x**y$ (potencia), `int(x)`, `float(x)` (conversiones a entero y a float).

- Las operaciones lógicas bit a bit entre enteros incluyen $x|y$ (or), $x\hat{}y$ (exor), $x\&y$ (and), $x << n$ (desplazamiento a la izquierda), $x >> n$ (desplamiento a la derecha) y $\sim x$ (negación).
- Por último, las operaciones lógicas incluyen `and`, `or` y `not`.

Python proporciona diferentes tipos de colecciones (arrays):

1. Listas: mutables (se pueden modificar), que pueden contener tipos mezclados (string, enteros, etc.) Se definen mediante corchetes o usando el procedimiento `list()`.

```
frutas=['naranjas', 'uvas', 123, 'limones', 'uvas']
frutas.append('peras')
frutas.remove(123)
frutas.remove('uvas') # [naranjas,limones,uvas,peras]
frutas[2:2] = ['fresas', 'pomelos'] # inserta en pos 2
print(frutas        # naranjas,limones,fresas,pomelos,uvas,peras
print(len(frutas))  # 6
print(frutas[0:3])  # naranjas, limones, fresas
print(frutas[-3])   # pomelos
print(frutas[1:-3]) # limones, fresas
frutas.pop()        # Elimina el último elemento
del frutas[2:4]     # Elimina los elementos 2 y 3
frutas.sort()       # Ordena
print(frutas)       # [limones,naranjas,uvas]
a=list('hola')      # a=['h','o','l','a']
'o' in a            # True
```

   Nótese que el último elemento puede referenciarse como -1, que el rango [0:3] incluye los elementos 0,1,2 y que la inserción en [2:2] sustituye los elementos comprendidos entre 2 y 2-1=1 (por tanto no se borra ninguno de los existentes). Además, podemos desglosar fácilmente los caracteres de una cadena.

   Las listas pueden enlazarse

```
a = [ [0,1,3,4], [5,6,7,8,8], [9,10] ]
a.append([13,14,15,16])
print( a[2][0] )  # 9
del a[1]
print( a )        # [[0,1,3,4], [9,10], [13,14,15,16]]
```

2. Tuplas: listas inmutables (no se pueden modificar). Se definen usando paréntesis (o sin ellos) o mediante el procedimiento `tuple()`.

```
meses=('enero','febrero','marzo','abril', 'mayo', 'junio',\
'julio','agosto','septiembre','octubre','noviembre',\
'diciembre')        # Los paréntesis son opcionales
print(meses[3])     # abril
'sabado' in meses   # False
'enero' in meses    # True
```

3. Conjuntos (Sets): sin elementos duplicados. Se generan con `set()`.

```
cesta=['naranjas', 'uvas', 'limones', 'uvas']  # una lista
frutas=set(cesta)                  # generamos un conjunto
print(frutas)                      # naranjas,uvas,limones
a = set('abracadabra')
b = set('alacazam')
print( a )     # 'a', 'r', 'b', 'c', 'd'
print( a-b )   # 'r', 'b', 'd'
print( a | b ) # 'a', 'c', 'b', 'd', 'm', 'l', 'r', 'z'
print( a & b ) # 'a', 'c'
print( a ^ b ) # 'b', 'd', 'm', 'l', 'r', 'z'
```

4. Diccionarios: constan de clave (`key`) y valor (`value`). Se definen usando llaves o con el procedimiento `dict`.

```
d=dict(a=1, b=2, c=3)
d=dict([('a',1),('b',2),('c',3)])
edad_de = {'Eva':23, 'Ana':19, 'Oscar':41}
print edad_de['Ana']  # Imprime 19
edad_de['Eva'] = 18   # Cambia un valor
edad_de['Juan'] = 26  # Añade un elemento
del edad_de['Oscar']  # Borra un elemento
edad_de.keys()        # ['Eva', 'Juan', 'Ana']
edad_de.values()      # [18, 26, 19]
for key,value in edad_de.items():
   print(key,'->',value)
```

Referencias

La copia de una variable referencia a un objeto diferente, mientras que la copia de una colección referencia al mismo objeto.

```
a = 1      # nuevo objeto entero (1) al que a referencia
b = a      # a y b referencias al mismo objeto entero (1)
a += 5     # se crea un nuevo objeto 6 (1+5)
print( b ) # 1, b sigue referenciando al objeto 1
a = [1, 2] # nuevo objeto lista
b = a      # a y b referencias al mismo objeto lista
a[0] += 5  # se modifica el objeto (mutable)
print( b ) # [6, 2] b es modificado
```

Para que las listas referencien a diferentes objetos:

```
a = [1, 2] # nuevo objeto lista
b = a[:]   # a y b referencias objetos diferentes
a[0] += 5  # se modifica el objeto (mutable)
print( b ) # [1, 2] b no se modificado
c=list(a)  # otra forma
```

Generación de listas

```
l = range(5)          # l = [0, 1, 2, 3, 4]
l = range(2, 5)       # l = [2, 3, 4]
l = range(2, 10, 3)   # l = [2, 5, 8]
l = range(5, -5, -2) # l = [5, 3, 1, -1, -3]
s = sum(range(1,4))   # s = 6
a = [0]*3             # a = [0, 0, 0]
for i in range(3):
   a[i]=[0]*2         # a = [ [0, 0], [0, 0], [0, 0] ]
```

2.8.3. Control de flujo

Lazos

```
frutas=['naranjas', 'uvas']
for f in frutas:
  print( f, len(f) ) # naranjas, 8; uvas, 4

for i in range(len(frutas)):
  print( i, frutas[i] ) # 0, naranjas; 1, uvas

nf = input('Añade otra fruta: ')
while nf:              # Si la entrada no está vacía
  frutas.append(nf)    # añádela a la lista
  nf = input('Añade otra fruta: ')
```

Condicionales

Hay 8 tipos de comparaciones en Python, que tienen todas la misma prioridad: < (menor), <= (menor o igual), > (mayor), >= (mayor o igual), == (igual), ! = (distinto), `is` (identidad de objeto) y `is not` (identidad de objeto negativa). Por ejemplo:

```
x = int(input('Introduce un entero: '))
if x < 0:
  x = 0
  print( 'Negativo cambiado a 0' )
elif x == 0:
  print( 'Cero' )
else:
  print( 'Positivo' )
```

Funciones

- Ejemplo 1:

```
def opera(a,b):
  c=a+b
  d=a-b
  return(c,d)

suma,resta=opera(8,7.5)
```

- Ejemplo 2 (nótese el valor por defecto de `nf`):

```
def compra(fr, nf='manzanas'):
  fr.append(nf)

frutas=[]     # También frutas=list()
compra(frutas, 'peras')
compra(frutas)
compra(nf='limones', fr=frutas)
print( frutas )  # peras, manzanas, limones
```

Funciones con un numero arbitrario de argumentos

Si ningún argumento es un diccionario:

```
def fun(*args):
  for arg in args:
     print( arg )

fun('peras', [1,2,3], 6)  ->  peras
                          ->  [1,2,3]
                          ->  6
```

En general, se distinguen dos tipos de argumentos: diccionarios (con dos asteriscos) y el resto (con un asterisco).

```
def fun(*args, **kwargs):
  for arg in args:
     print( arg )
  for kw in kwargs.keys():
      print( kw, kwargs[kw] )

fun('peras', 1, manzanas=2, limones=3)  ->  peras
                                        ->  1
                                        ->  limones 3
                                        ->  manzanas 2
```

Funciones en ficheros separados

Se utiliza la sentencia `import`

```
$ cat myutils.py
#!/usr/bin/env python3
def sqrt(x): return x ** 0.5
def double(x): return x + x
def main(): print( sqrt(5), double(5) )
if __name__ == "__main__":
   main()

$ cat main.py
#!/usr/bin/env python3
import myutils
print( myutils.sqrt(42) )
```

Cuando el intérprete de Python lee un fichero ejecuta todo el código que encuentra en el. Si el fichero es importado desde otro programa Python, puede interesarnos que el programa principal del archivo importado no se

ejecute, sino que solo se incluyan las funciones. Es por ello, que se ha escrito el condicional `if __name__ == "__main__"`. De esta forma:

1. Si el fichero se invoca directamente se ejecuta la función `main()`.
2. Si se invoca desde otro fichero no se ejecuta la función `main()`.

2.8.4. Orientación a objetos

A continuación se muestra la definición de una clase:

```
class fruteria:
   '''Ejemplo simple de clase'''
   def __init__(self, f):
       self.stock = list()
       self.stock.append(f)
   def compra(self, f):
       self.stock.append(f)
   def vende(self, f):
       if f in self.stock:
           self.stock.remove(f)
       else:
           print( f, 'no disponible' )
```

El método `__init__` representa el constructor en Python. Cuando se llama a la clase, Python crea un objeto y le pasa como primer parámetro la variable `self`, que representa la instancia del objeto en sí. A continuación se le pasa el resto de los parámetros.

En cuanto al programa principal:

```
mi_fruteria = fruteria('pera')
mi_fruteria.compra('manzana')
print( mi_fruteria.stock )    # ['pera', 'manzana']
mi_fruteria.vende('pera')
mi_fruteria.vende('platano')  # platano no disponible
print( mi_fruteria.stock )    # ['manzana']
mi_fruteria.vende('pera')     # pera no disponible
print( mi_fruteria.__doc__  ) # Ejemplo simple de clase
```

Métodos y atributos privados

Los métodos o atributos privados se definen con dos guiones bajos antes del nombre (y no pueden terminar en dos guiones bajos)

```
class Ejemplo:
    def publico(self):
        print( 'Uno' )
        self.__privado()

    def __privado(self):
        print( 'Dos' )

ej = Ejemplo()
ej.publico()   # Imprime Uno Dos
ej.__privado() # Da un error
```

Herencia múltiple

Se permite la herencia múltiple:

```
class fruteria:
    def que_vendo(self):
        print( 'Vendo frutas' )

class carniceria:
    def que_vendo(self):
        print(  'Vendo carne' )

# Herencia múltiple
class tienda(carniceria, fruteria):
    pass  # operación nula

# La clase carniceria está más a la
# izquierda en la deficición de tienda
tienda().que_vendo() # Vendo carne
```

Nota: La sentencia `pass` es una operación nula, es decir, no hace nada cuando se ejecuta, pero ayuda a mantener el formato del lenguaje.

2.8.5. Módulos y librerías

Existe una colección innumerable de módulos y librerías para Python. Se utilizan mediante la sentencia `import`. Dos ejemplos:

```
import math
print( math.cos(5) )

from math import cos, sin
print( cos(5), sin(5) )
```

1) Procesamiento de textos

Python incorpora numerosos métodos para procesar cadenas de texto:

```
# Elimina caracteres y separa por espacios
l = 'Hola que tal!'.strip('!').split()
# l=['Hola', 'que', 'tal']

# Une utilizando un caracter
s = ','.join(l)  # s='Hola,que,tal'

# Cuenta el número de ocurrencias de un caracter
c = s.count(',') # c=2

# Reemplaza un caracter por otro
ss = s.replace(',', '\t')  # ss='Hola    que    tal'

# Separa por otro tipo de caracter, e invierte la lista
l=ss.split('\t')
l.reverse()     # l=['tal', 'que', 'Hola']

# Localiza una subcadena en el string
c=ss.find('tal')  # c=9
c=ss.find('tall') # c=-1 (no encuentra la subcadena)

# Separa por líneas
ml = '''Esto es
un texto con
varias lineas'''
l = ml.splitlines()
# l=['Esto es', 'un texto con', 'varias lineas']
```

2) Expresiones regulares

El módulo `re` permite trabajar con expresiones regulares.

- Comprueba palabras

```
import sys, re
s=input('Introduce una palabra: ')
if re.match('^[A-Z]+$', s):
   print( 'Todas las letras mayusculas' )
```

- Busca URLs en un fichero de texto

```
import sys, re
try:
  f = open('fich.txt','r')
except IOError:
  print( 'No puedo abrir' )
  sys.exit(1)
for l in f:
  # Busca todas las URLs en la línea actual
  # y guárdalas (sin http) en la lista h
  h = re.findall('http://([^\s]+)', l)
  if h:          # Si la lista no está vacía
    for w in h: # recorrela e imprime las URLs
        print( w )

# Separa un string en una lista
s = 'Uno:Dos.Tres-Cuatro'
l = re.split('[:.-]', s)
```

3) Parámetros y funciones dependientes del sistema

El módulo sys incluye parametros y funciones dependientes del sistema

- `sys.argv` Lista de argumentos en línea de comandos (`sys.argv[0]` es el nombre del script)
- `sys.exit(`*`[code]`*`)` Termina el script con código de salida *`code`*

4. Subprocesos

El módulo `subprocess` permite lanzar subprocesos, por ejemplo, comandos del SO

```
#!/usr/bin/env python3
import subprocess

# 1. Ejecuta un comando recogiendo el código de salida e imprimiendo
# la salida del comando por pantalla
ret = subprocess.call('df -h', shell=True)

# 2. Ejecuta comando redireccionando la salida estándar y de error
# a /dev/null (también podría enviarse a un fichero)
ret = subprocess.call(['ls', '/tmp'],
  stdout=open('/dev/null','w'), stderr=subprocess.STDOUT)

# 3. Ejecuta un comado y la salida estándar va al objeto p
p = subprocess.Popen(['df', '-h'], stdout=subprocess.PIPE)
# Lee e imprime las líneas de la salida de df -h
out = p.stdout.readlines()
for line in out:
   print( str( line,'utf-8' ), end='' )
```

Ejemplo: Mostrar información sobre un proceso en ejecución

```
#!/usr/bin/env python3
from subprocess import Popen, PIPE
proc = input('Proceso a chequear: ')
try:
    # Ejecuta el comando ps y obten la salida
    output = Popen('ps -edf | grep '+proc,shell=True,stdout=PIPE)
    procs = output.stdout.readlines()
    for procinfo in procs:
        # Separa la salida en campos
        info = procinfo.split()

        # Muestra los resultados
        print( '\nEjecutable:\t', str( info[-1],'utf-8' ),
        '\nPropietario:\t', str( info[0],'utf-8' ),
        '\nPID:\t\t', str( info[1],'utf-8' ),
        '\nPPID:\t\t', str( info[2],'utf-8' ),
        '\nHora inicio:\t', str( info[4],'utf-8' ), '\n' )
except:
    print( 'Hubo un problema ejecutando el programa.' )
```

5) Parseo de argumentos

El módulo `argparse` parsea las opciones en línea de comandos

6) Operaciones dependientes del sistema operativo

os Uso de funcionalidades dependientes del SO

- `os.getlogin()` nombre de login del usuario
- `os.getloadavg()` carga media del sistema
- `os.getcwd()` obtiene el directorio actual
- `os.chdir(`*`path`*`)` cambia el directorio actual a *`path`*
- `os.listdir(`*`path`*`)` lista de todas las entradas del directorio *`path`*

os.path Manipulación de ficheros y/o directorios

- `os.path.isfile(`*`path`*`)` True si *`path`* es un fichero regular
- `os.path.split(`*`path`*`)` Divide *`path`* en directorio+fichero
- `os.path.splitext(`*`path`*`)` Divide *`path`* en nombre_fichero+ extensión
- `os.path.getsize(`*`path`*`)` Devuelve el tamaño de *`path`*

glob Expansión de nombres de ficheros estilo UNIX (*globbing*)

- `glob.glob(`*`expr`*`)` Lista de ficheros indicados por *`expr`* (puede contener comodines)

shutil Operaciones de alto nivel con ficheros

- `shutil.copy(`*`src`*`, `*`dst`*`)` Copia el fichero *`src`* al fichero o directorio *`dst`*
- `shutil.move(`*`src`*`, `*`dst`*`)` Mueve recursivamente un fichero o directorio

tempfile Genera ficheros y directorios temporales

- `tempfile.NamedTemporaryFile()` Crea un fichero temporal con nombre

Ejemplo: Renombrar en un directorio los ficheros *.xml a *.html

Utilizamos `argparse` para recoger los argumentos:

```
#!/usr/bin/env python3
import os.path, glob, shutil, sys, argparse
def main():
    # definimos un parseador
    parsear = argparse.ArgumentParser(description='Renombra XML a HTML')
    # le añadimos los argumentos que queramos
    parsear.add_argument('directory', help='nombre de directorio')
    # recogemos todos los valores introducidos
    args = parsear.parse_args()
    # seleccionamos uno de los argumentos
    dir = args.directory

    # Chequea que sea un directorio
    if not os.path.isdir(dir):
        print( dir + ' no es un directorio' )
        sys.exit(1)
    try:
        os.chdir(dir) # Cambia al directorio
        # Recorre los ficheros .xml
        for f in glob.glob('*.xml'):
            # Construye el nuevo nombre y renombra los ficheros
            new = os.path.splitext(f)[0] + '.html'
            shutil.move(f, new)
    except:
        print( 'Hubo un problema ejecutando el programa.' )

if __name__ == "__main__":
    main()
```

7) Operaciones con ficheros comprimidos

Los módulos `gzip`, `bz2`, `zipfile` y `tarfile` permiten el manejo de ficheros comprimidos

Ejemplo: acciones sobre un tar, seleccionándolas de un menú

```
#!/usr/bin/env python3
import tarfile, sys
```

```
try:
  f = True
  while f:
    # Abre el fichero tar (especificado como argumento)
    tar = tarfile.open(sys.argv[1], 'r')

    # Presenta el menú y obtiene la selección
    selection = input('''
    Selecciona
       1 para extraer un fichero
       2 para mostrar información sobre un fichero en '''
         + sys.argv[1] + '''
       3 para listar los ficheros de ''' + sys.argv[1] + '''
       4 para terminar''' + '\n')

    # Realiza la acción en función de la selección
    if selection == '1':
      filename = input('Indica el fichero a extraer:  ')
      tar.extract(filename)
    elif selection == '2':
      filename = input('Indica el fichero a inspeccionar:  ')
      for tarinfo in tar:
        if tarinfo.name == filename:
          print( '\nNombre:\t', tarinfo.name,
          '\nTamaño:\t', tarinfo.size, 'bytes\n' )
    elif selection == '3':
      print( tar.list(verbose=True) )
    elif selection == '4':
      f = False
    else:
       print( 'Selección incorrecta' )
except:
    print( 'Hubo un problema ejecutando el programa.' )
```

Referencias

- Python Official Website: página principal de Python
- The Python tutorial: un buen sitio para empezar
- The Python Standard Library: la librería estándar
- Python para todos: tutorial en castellano

Capítulo 3

Actividades administrativas básicas

3.1. Comandos básicos para la gestión de procesos

En el tema anterior vimos como ejecutar comandos del shell:

- otros comandos ajenos al shell se ejecutan igual

En cada momento se están ejecutando un gran número de procesos:

- procesos de sistema (kernel, *daemons*)
- procesos de usuarios

En esta sección trataremos la gestión de los procesos que se están ejecutando:

- listar procesos en ejecución
- detener y matar procesos
- controlar la prioridad de ejecución

3.1.1. Ver los procesos en ejecución

Existen varias herramientas para ver los procesos en ejecución, la más importante es el comando `ps`

`ps` (*process status*)

lista los procesos con su PID (identificador del proceso), TTY (número de terminal), TIME (tiempo de CPU usado) y CMD (línea de comando usada)

```
$ ps
  PID TTY          TIME CMD
 1836 pts/0    00:00:00 bash
 7661 pts/0    00:00:00 pdflatex
```

Sin opciones, `ps` sólo muestra los procesos lanzados desde el terminal actual y con el mismo `EUID` que el usuario que lo lanzó

Opciones de ps. Existe de un gran número de opciones, que se pueden especificar de 3 maneras:

1. opciones UNIX: pueden agruparse y se preceden por un guión: `ps -e`
2. opciones BSD: pueden agruparse y van sin guión: `ps ax`
3. opciones largas GNU: precedidas de dos guiones: `ps --user tomas`

Algunas opciones:

- `-e`: muestra todos los procesos
- `-u` *usuario*: muestra los procesos de un usuario
- `-o` *formato*: permite definir el formato de salida, por ejemplo,

Ejemplos:

- Para ver con formato los procesos lanzados desde el terminal por el usuario:

  ```
  $ ps -o user,pid,state,comm

  USER       PID S COMMAND
  amo       1357 S bash
  amo       1992 S gedit
  amo       2279 R ps
  ```

- Para ver con formato todos los procesos ordenados por usuario:

  ```
  $ ps -eo user,pid,state,comm --sort user
  ```

Para más opciones ver la página de manual de `ps`

En cuanto al estado (código `state`), son posibles entre otros:

Código	**significado**
R	*Running* (ejecutándose o en cola de ejecución)
S	*interruptible Sleep* (dormido y esperando un evento, p.e, la entrada de un dato por teclado)
D	*uninterruptible sleep* (usualmente esperando IO, p.e., la copia de un fichero requiere que los datos lleguen desde el disco)
T	*sTopped* (detenido por una señal de control: kill, Ctrl-Z)
Z	*Zombie* (proceso terminado, pero en la tabla de procesos)

La opción de formato (`o`) nos permite seleccionar un gran número de elementos a visualizar (se pueden ver muchas más en el manual):

Código	Etiqueta	Significado
pid	PID	identificador del proceso
ppid	PPID	identificador del proceso padre
state	S	estado del proceso
ruser	RUSER	usuario
euser	EUSER	usuario efectivo
rgroup	RGROUP	grupo
egroup	EGROUP	grupo efectivo
ruid	RUID	identificador del usuario
euid	EUID	identificador del usuario efectivo
rgid	RGID	identificador del grupo
egid	EGID	identificador del grupo efectivo
psr	PSR	procesador (núcleo) en el que se ejecuta
pcpu	%CPU	porcentaje de CPU usado
pmem	%MEM	porcentaje de memoria usada
rss	RSS	memoria residente (RAM) en kB
vsz	VSZ	memoria virtual en kB
comm	COMMAND	nombre del comando
cmd	CMD	comando con todos sus parámetros
start	START	hora de inicio del proceso
etime	ELAPSED	tiempo transcurrido desde el inicio
time	TIME	tiempo de CPU consumido
pri	PRI	prioridad del proceso (actualmente)
nice	NI	nice (prioridad asignada inicialmente)
tty	TT	terminal de control

pstree muestra el árbol de procesos (similar a `ps f`)

```
systemd-+-ModemManager-+-{gdbus}
        |              `-{gmain}
        +-NetworkManager-+-dhclient
        |                +-dnsmasq
        |                +-{gdbus}
        |                `-{gmain}
        +-accounts-daemon-+-{gdbus}
        |                 `-{gmain}
        +-lightdm-+-Xorg
        |         +-lightdm-+-fvwm2-+-FvwmAnimate
        |         |         |       +-FvwmButtons
        |         |         |       +-xfce4-terminal-+-bash-+-acroread-
        |         |         |       |                |      +-gedit-+-
        ...
```

top

- `top` nos da una lista de procesos actualizada periódicamente

```
top - 17:34:08 up  7:50,  6 users,  load average: 0.12, 0.31, 0.27
Tasks: 111 total,   1 running, 110 sleeping,   0 stopped,   0 zombie
Cpu(s):  6.2% us,  2.0% sy,  0.0% ni, 91.0% id,  0.0% wa,  0.8% hi,  0.0% si
Mem:   1026564k total,   656504k used,   370060k free,    65748k buffers
Swap:  2048248k total,        0k used,  2048248k free,   336608k cached

  PID USER      PR  NI  VIRT  RES  SHR S %CPU %MEM    TIME+  COMMAND
 6130 root      15   0 63692  48m 9704 S  8.7  4.9   8:03.34 XFree86
 6341 tomas     15   0 14692 8852 6968 S  4.3  0.9   1:55.13 metacity
 6349 tomas     16   0 32792  14m 9232 S  1.3  1.5   0:41.60 gnome-terminal
 6019 tomas     15   0  7084 3184 1896 D  0.3  0.3   0:23.22 famd
 6401 tomas     15   0 16756 8280 6856 S  0.3  0.8   0:02.49 geyes_applet2
 6427 tomas     15   0 18288  10m 8112 S  0.3  1.0   0:09.04 wnck-applet
 7115 tomas     15   0 26312  13m  11m S  0.3  1.4   0:00.61 kio_uiserver
 7390 tomas     15   0 45016  30m  18m S  0.3  3.0   0:38.69 kile
    1 root      16   0  1516  536  472 S  0.0  0.1   0:00.61 init
    2 root      RT   0     0    0    0 S  0.0  0.0   0:00.00 migration/0
    ......................
```

- en la cabecera nos muestra un resumen del estado del sistema
  - hora actual, tiempo que el sistema lleva encendido, el número de usuarios conectados y la carga media del sistema para los últimos 1, 5, y 15 minutos

  - número total de tareas y resumen por estado
  - estado de ocupación de la CPU y la memoria. En un sistema de n núcleos el máximo de uso de CPU es $n \times 100\,\%$

- por defecto, los procesos se muestran ordenados por porcentaje de uso de CPU (los más costosos arriba)
- pulsando `h` mientras se ejecuta `top`, obtenemos una lista de comandos interactivos
- los campos de las columnas tienen un significados similar a los del comando `ps` y se pueden seleccionar interactivamente pulsando `f`.
- para salir, `q`

strace

Muestra las llamadas al sistema realizadas por un proceso en ejecución

- Ejemplo de un `strace` sobre un `top` en ejecución

```
$ strace top
gettimeofday({1195811866, 763977}, {4294967236, 0}) = 0
open("/proc/meminfo", O_RDONLY)         = 3
fstat64(3, {st_mode=S_IFREG|0444, st_size=0, ...}) = 0
mmap2(NULL, 4096, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE| ...
read(3, "MemTotal:      2066348 kB\nMemFre"..., 1024) = 728
close(3)                                = 0
munmap(0xb7f55000, 4096)                = 0
open("/proc", O_RDONLY|O_NONBLOCK|O_LARGEFILE|O_DIRECTORY) = 3
fstat64(3, {st_mode=S_IFDIR|0555, st_size=0, ...}) = 0
fcntl64(3, F_SETFD, FD_CLOEXEC)         = 0
getdents(3, /* 52 entries */, 1024)     = 1020
getdents(3, /* 64 entries */, 1024)     = 1024
stat64("/proc/1", {st_mode=S_IFDIR|0555, st_size=0, ...}) = 0
open("/proc/1/stat", O_RDONLY)          = 4
read(4, "1 (init) S 0 1 1 0 -1 4194560 44"..., 1023) = 185
close(4)
......
```

Ejecución en segundo plano

Por defecto, los comandos corren en primer plano (*foreground*): el shell espera a que termine el comando antes de aceptar uno nuevo

- para ejecutar un comando en segundo plano (*background*) se añade &

```
$ sleep 10 &
```

- para terminar un proceso en foreground `Ctrl-C`
- para pausar un comando en foreground usar `Ctrl-Z`
  - `bg` pasa el proceso a background
  - `fg` lo devuelve a foreground
- para pasar un proceso de foreground a background: `Ctrl-Z` y luego `bg`
- Ejemplo:

```
$ sleep 20
Ctrl-Z
[3]+ Stopped     sleep 20
$ bg
[3]+ sleep 20 &
$ fg
sleep 20
```

- El comando `jobs` permite ver la lista de comandos (*jobs*) en background lanzados desde el shell, así como su estado (`fg` y `bg` pueden actuar sobre uno de los jobs identificándo por su número)

```
$ gedit nada.txt &; sleep 100 &
$ jobs
[2]- Running     gedit nada.txt &
[3]+ Running     sleep 100 &
$ fg 3
sleep 100
Ctrl-Z
[3]+ Stopped     sleep 100
$ jobs
[2]- Running     gedit nada.txt &
[3]+ Stopped     sleep 100
$ bg 3
[3]+ sleep 100 &
$ jobs
[2]- Running     gedit nada.txt &
[3]+ Running     sleep 100 &
```

3.1.2. Señalización de procesos

El comando básico para enviar señales a un proceso es `kill`

- Si el proceso se lanzó en foreground se pueden enviar algunas señales desde teclado
- `kill -l` lista el conjunto de señales:

```
 1) SIGHUP       2) SIGINT       3) SIGQUIT      4) SIGILL
 5) SIGTRAP      6) SIGABRT      7) SIGBUS       8) SIGFPE
 9) SIGKILL     10) SIGUSR1     11) SIGSEGV     12) SIGUSR2
13) SIGPIPE     14) SIGALRM     15) SIGTERM     17) SIGCHLD
18) SIGCONT     19) SIGSTOP     20) SIGTSTP     21) SIGTTIN
22) SIGTTOU     23) SIGURG      24) SIGXCPU     25) SIGXFSZ
26) SIGVTALRM   27) SIGPROF     28) SIGWINCH    29) SIGIO
30) SIGPWR      31) SIGSYS      ....
```

- para ver la función de cada señal, ver `man 7 signal`

Sintaxis de `kill`

`kill` *`[señal]`* `PID`

- *señal* puede indicarse mediante el número o el código:
  - `kill -9` / `kill -SIGKILL` / `kill -KILL` son equivalentes

Las señales más comunes son:

- `SIGTERM` (15): mata el proceso permitiéndole terminar correctamente
- `SIGKILL` (9): mata el proceso inmediatamente (no puede ser ignorada)
- `SIGSTOP` (19): detiene temporalmente el proceso
- `SIGCONT` (18): continúa si el proceso fue parado
- `SIGINT` (2): interrupción de teclado (Ctrl-C), mata el proceso
- `SIGTSTP` (20): stop de teclado (Ctrl-Z), para temporalmente el proceso
- `SIGQUIT` (3): salida de teclado (Ctrl-\), similar a Ctrl-C, pero realiza un volcado de memoria (*core dumped*)
- `SIGHUP` (1): enviada en caso de cuelgue del terminal o muerte del proceso controlador, también se utiliza para reiniciar un *daemon*.

Algunas características de las señales:

- Excepto `SIGKILL` (matar) y `SIGSTOP` (parar), las demás señales pueden ser ignoradas o gestionadas por el proceso.
- La señal que se envía por defecto es `SIGTERM` (terminación)
  - los procesos pueden ignorar esta señal y no terminar
  - la señal equivalente de teclado es `SIGINT` (interrupción, Cntl-C)
- `SIGSTOP` y `SIGTSTP` se utilizan para detener temporalmente un proceso, la primera desde un programa y la segunda desde teclado (Cntl-Z)
- Cuando cerramos un shell o un terminal en un entorno gráfico, se envía un `SIGHUP` (*hang up*, cuelgue) a todos sus hijos, que suelen responder finalizando también.
- Por otro lado, la mayoría de los procesos de servicio del sistema (*daemons*) responden a la señal `SIGHUP` volviendo a leer sus ficheros de configuración.

Ejemplos:

```
$ yes >/dev/null &
[1] 9848
$ yes >/dev/null &
[2] 9849
$ ps
 PID TTY      TIME  CMD
9834 pts/7 00:00:00 bash
9848 pts/7 00:00:02 yes
9849 pts/7 00:00:01 yes
9850 pts/7 00:00:00 ps
$ kill -STOP 9849
[2]+ Stopped         yes >/dev/null
$ jobs
[1]- Running         yes >/dev/null &
[2]+ Stopped         yes >/dev/null
$ kill -CONT 9849
$ jobs
[1]- Running         yes >/dev/null &
[2]+ Running         yes >/dev/null &
$ kill -KILL 9848
```

```
$ kill -HUP 9849
[1]- Matado          yes >/dev/null
[2]+ Colgar          yes >/dev/null
```

Otros comandos

nohup normalmente, cuando salimos de un login shell (`logout`) o cerramos un terminal, se envía una señal `SIGHUP` a todos los procesos hijos[1]:

- si lanzamos un proceso en background y salimos de la sesión el proceso se muere al morir el shell desde el que lo iniciamos.

El comando `nohup` permite lanzar un comando ignorando las señales `SIGHUP`

`nohup` *`firefox`*

- la salida del comando se redirige al fichero `nohup.out`

pgrep busca en la lista de procesos para localizar el PID a partir del nombre (similar a `ps | grep`)

- Ejemplo:

```
$ pgrep sshd # devuelve el PID del proceso sshd de root
```

pkill permite enviar señales a los procesos indicándolos por nombre en vez de por PID

- Ejemplo:

  `$ pkill -KILL` *`firefox`*

- si hay varios procesos con el mismo nombre los mata a todos
- en vez de un nombre admite un patrón (p.e. pkill ´l.*´)
  - tener cuidado con su uso (es fácil matar procesos de forma errónea)

killall similar a pkill, pero no admite patrones en el nombre, y tiene otras opciones

[1] En bash en principio podemos fijar el comportamiento por defecto del shell modificando la opción `huponexit` con `shopt`.

exec ejecuta un comando reemplazando al shell desde el que se lanza
Ejemplos:

```
$ yes > /dev/null &
[1] 14724
$ yes > /dev/null &
[2] 14725
$ ps
  PID TTY      TIME  CMD
 7083 pts/3 00:00:00 bash
14724 pts/3 00:00:02 yes
14725 pts/3 00:00:02 yes
14726 pts/3 00:00:00 ps
$ pgrep yes
14724
14725
$ pkill -KILL yes
$ ps
  PID TTY      TIME  CMD
 7083 pts/3 00:00:00 bash
14730 pts/3 00:00:00 ps
[1]- Matado         yes > /dev/null
[2]+ Matado         yes > /dev/null
```

Más ejemplos:

```
$ nohup yes > /dev/null &
[1] 9620
$ kill -HUP 9620
$ ps
 PID TTY      TIME  CMD
8293 pts/5 00:00:00 bash
9620 pts/5 00:00:13 yes
9621 pts/5 00:00:00 ps
$ kill 9620
[1]+ Terminado         nohup yes > /dev/null
```

3.1.3. Manejo de la prioridad y recursos de un proceso

Cuando un proceso se ejecuta, lo hace con una cierta *prioridad*

- las prioridades van desde -20 (prioridad más alta) a 19 (la más baja)

- por defecto, los procesos se ejecutan con prioridad 0
  - un usuario normal solo puede asignar prioridades más bajas (números positivos)
  - `root` puede asignar prioridades más altas (números negativos)
- los comandos para manejo de prioridades son `nice` y `renice`
- Nota: NI (o NICE) denota el valor de la prioridad asignada al iniciar el proceso, mientras que PRI es la prioridad actual, ajustada por el planificador del kernel de Linux.

`nice`

Permite lanzar un comando con una cierta prioridad

- Sintaxis

  `nice -n` *`ajuste comando`*

  la prioridad inicial se fija a *`ajuste`*

- Ejemplo:

```
$ nice -n 10 openoffice &     # disminuye la prioridad a 10
$ ps -o pid,pri,ni,stat,cmd
  PID PRI  NI STAT CMD
 7133  24   0 Ss   bash
 7431  14  10 SN   openoffice
 7552  23   0 R+   ps -o pid,pri,ni,stat,cmd
$ nice -n -1 libreoffice &    # aumenta la prioridad a -1
nice: no se puede establecer la prioridad: Permiso denegado
```

`renice`

Permite cambiar la prioridad de un proceso que está en ejecución

- Sintaxis:

  `renice` *`pri`* `[-p` *`pid`*`] [-u` *`user`*`] [-g` *`pgrp`*`]`

- las opciones son:
  - `-p` *`pid`* cambia la prioridad para el proceso especificado

  - `-u` ***user*** cambia la prioridad para los procesos del usuario especificado
  - `-g` ***pgrp*** cambia la prioridad para los procesos ejecutados por los usuarios que pertenecen al grupo de gid ***pgrp***
- Ejemplo:

```
$ abiword &
[1] 7681
$ renice 10 -p 7681
7681: old priority 0, new priority 10
$ renice 3 -u tomas
503: old priority 0, new priority 3
```

Control de los recursos de un proceso

El comando interno de bash `ulimit` permite controlar los recursos de los que dispone un proceso arrancado por el shell

- Sintaxis

```
ulimit [opciones] [limite]
```

- Algunas opciones:
  - `-a` muestra los límites actuales
  - `-f` máximo tamaño de los ficheros creados por el shell (opción por defecto)
  - `-n` máximo número de ficheros abiertos
  - `-s` máximo tamaño de la pila
  - `-t` máximo tiempo de cpu
  - `-S`/`-H` usa los límites *soft* y *hard*
    - el usuario puede incrementar su límite *blando*, pero sin superar el límite duro
    - estos se pueden poner en `/etc/profile`, `/etc/bash` o `.bashrc`
- Para más información `help ulimit`
- Ejemplo: limitar el tamaño de los ficheros creados a 1 kbyte

```
$ ulimit -f 1
```

3.1.4. Análisis básico del rendimiento del sistema

Además de `ps` y `top` existen comandos básicos que nos pueden mostrar el estado del sistema en cuanto a uso de CPU y consumo de memoria[2]

`uptime`

Muestra la hora actual, el tiempo que el sistema lleva encendido, el número de usuarios conectados y la carga media del sistema para los últimos 1, 5, y 15 minutos (lo mismo que en la primera línea de `top`)

- Ejemplo:

```
$ uptime
 20:25:03 up 25 days, 11:12, 13 users, load average: 3.00, 3.07, 3.08
```

`w`

Además de la información dada por `uptime`, el comando `w` muestra información sobre los usuarios y sus procesos

- Ejemplo:

```
$ w
 20:24:52  up 25 days, 11:11, 13 users,  load average: 3.10, 3.09, 3.08
USER     TTY      FROM     LOGIN@  IDLE    JCPU   PCPU  WHAT
paula    pts/1    godello  12:08pm  8:15m  8.39s  8.36s  ssh -p 1301 -X
paula    pts/2    godello  12:09pm  7:30   0.11s  0.11s  bash
pichel   pts/4    -        11:08am  7.00s  0.33s  0.33s  -bin/tcsh
pichel   pts/5    -         7:12pm 56:56   0.26s  0.16s  ssh www.usc.es
pichel   pts/6    -         4:35pm 21:15  16.61s  0.02s  /bin/sh ls
tomas    pts/8    jumilla   8:24pm  0.00s  0.05s  0.02s  w
```

- Definiciones:
  - `LOGIN@` la hora a la que se conectó el usuario
  - `IDLE` tiempo que lleva ocioso el terminal
  - `JCPU` tiempo de CPU consumido por los procesos que se ejecutan en el TTY
  - `PCPU` tiempo de CPU consumido por el proceso actual (el que aparece en la columna `WHAT`)

[2]Hay otros comandos de monitorización más complejos como `vmstat` o `sar`.

free

Muestra la cantidad de memoria libre y usada en el sistema, tanto para la memoria física como para el swap, así como los buffers usados por el kernel (similar a lo mostrado en la cabecera de `top`)

- Ejemplo:

```
$ free
             total       used       free     shared    buffers     cached
Mem:       3098556    2969388     129168          0     419300    1674492
-/+ buffers/cache:     875596    2222960
Swap:      6144736    3129376    3015360
```

- la columna `shared` no significa nada (obsoleta)
- Opciones:
  - `-b,-k,-m,-g` memoria en bytes/KBytes/MBytes/GBytes
  - `-t` muestra una línea con el total de memoria (física + swap)
  - `-s` *`delay`* muestra la memoria de forma continua, cada *`delay`* segundos

3.1.5. Herramientas gráficas

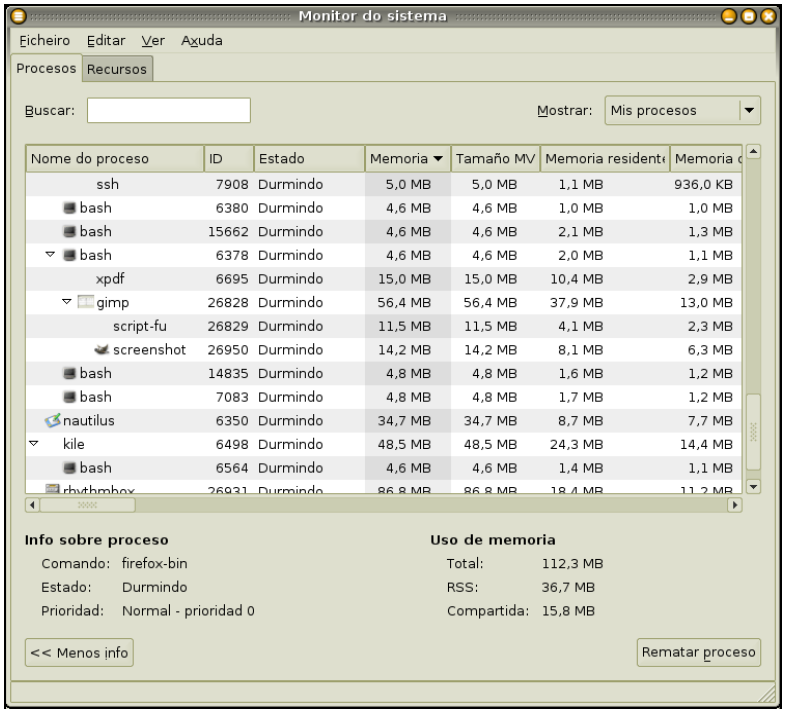
Además de los comandos comentados, si disponemos de un entorno X Windows podemos usar alguna herramienta gráfica en vez de `top` y `ps`:

- proporcionan una visión más clara y son fáciles de usar

Algunas herramientas son

- `gnome-system-monitor`: visor de procesos y monitorizador de recursos del sistema de GNOME
- KDE System Guard (`ksysguard`): gestor de tareas y monitor de rendimiento de KDE

Ejemplo: `gnome-system-monitor`



3.1.6. Los directorios `/proc` y `/sys`

`/proc` es un *seudosistema de ficheros* que guarda información sobre el sistema y los procesos, mientras que `/sys` ofrece información detallada sobre los dispositivos.

- se inicializan durante el arranque
- están implementado en memoria y no se guardan en disco
- la estructura de estos directorios dependen de la versión del kernel
- los comandos vistos (`ps`, `top`, etc.) obtienen la información sobre los procesos del directorio `/proc`

Algunos ficheros y directorios de `/proc` son:

- `cpuinfo`: información de la CPU
- `meminfo`: información de uso de la memoria
- `net/`: directorio con información de red
- `bus/`: directorio con información de los buses PCI y USB

- `devices`: dispositivos del sistema, de tipo caracter (que operan caracter a carecter, por ejemplo, teclados) o bloque (por ejemplo, discos)
- `filesystems`: sistemas de ficheros soportados por el kernel
- `partitions`: información sobre las particiones
- `modules`: módulos del kernel
- `interrupts`: muestra las interrupciones usadas por IRQ
- `ioports`: lista los puertos de entrada salida usados en el sistema
- `version`: versión y fecha del kernel
- `cmdline`: línea de arranque del kernel

Además, en el directorio `/proc` existe un directorio por cada proceso, que se identifica con el PID del proceso, en el que se puede encontrar información sobre cada proceso, incluidos:

- el directorio desde que se invocó el proceso (enlace `cwd`)
- nombre del ejecutable (enlace `exe`) y la línea de comandos con la que fue invocado (fichero `cmdline`)
- entorno en que se ejecuta el proceso (fichero `environ`)
- estado del proceso (fichero `status`)
- descriptores de ficheros abiertos y archivos o procesos relacionados (directorio `fd` conteniendo enlaces simbólicos a los ficheros)
- mapa de memoria (fichero `maps`)

La información detallada de cada dispositivo se ofrece en el directorio `/sys`. Por ejemplo, la información sobre la carga de un portátil puede encontrarse en `/sys/class/power_supply/BAT1/uevent`:

```
POWER_SUPPLY_NAME=BAT0
POWER_SUPPLY_STATUS=Discharging
POWER_SUPPLY_PRESENT=1
POWER_SUPPLY_TECHNOLOGY=Li-ion
POWER_SUPPLY_CAPACITY=93
POWER_SUPPLY_CAPACITY_LEVEL=Normal
...
```

3.2. Gestión del sistema de ficheros

UNIX tiene múltiples comandos para trabajar con ficheros y directorios: `ls, rm, cp, mv, mkdir, rmdir, touch, etc.`

- estos comandos tienen opciones que es importante conocer, ver las páginas de manual para las distintas opciones

En esta sección trataremos:

- los diferentes tipos de ficheros y sus atributos
- los permisos de acceso para ficheros y directorios
- la creación de enlaces
- la localización de ficheros
- la creación de particiones y sistemas de ficheros

3.2.1. Tipos de ficheros y operaciones

La mayoría de los sistemas de ficheros definen 7 tipos de ficheros:

Ficheros regulares son los usuales; se crean con distintos programas (`vi, cp, touch, etc.`) y se borran con `rm`

Directorios contiene referencias a otros ficheros y directorios; se crean con `mkdir` y se borran con `rmdir` o `rm -r`

Ficheros de dispositivos de caracteres o bloques permiten la comunicación con el hardware y los periféricos; se crean con `mknod` y se borran con `rm`

- caracteres: entrada/salida byte a byte
- bloques: entrada salida en bloques de datos

Tuberías con nombre (*named pipes*) también llamados ficheros FIFO, permiten la comunicación entre procesos; se crean con `mknod` y se borran con `rm`

Sockets comunican procesos en la red; se crean con `socket()` y se borran con `rm` o `unlink()`

Enlaces simbólicos también llamados enlaces *blandos*: apuntador a otro fichero; se crean con `ln -s` y se borran con `rm`

El comando `file` nos permite determinar el tipo de un fichero:

- para ficheros normales, distingue según contenido (fichero de imagen, pdf, ASCII, etc)

```
$ file /dev/xconsole
/dev/xconsole: fifo (named pipe)
$ file fichero1
fichero1: PDF document, version 1.2
$ file fichero2
fichero2: Microsoft Office Document
$ file fichero3
fichero3: PNG image data, 750 x 686, 8-bit/color RGB, ...
```

Creación de enlaces

Los enlaces permiten referirse a un fichero con otro nombre

Dos tipos:

- Enlaces duros: asignan otro nombre al fichero
  - crean una entrada en el directorio apuntando al mismo nodo-i que el fichero original
  - el fichero no se borra hasta que se borran todos sus enlaces duros
  - no se puede enlazar con ficheros de otra partición
- Enlaces blandos: un fichero que apunta al original
  - si el fichero se borra, el enlace permanece sin apuntar a nada
  - no tienen problema con las particiones

Comando `ln`

Permite crear enlaces

- Formato

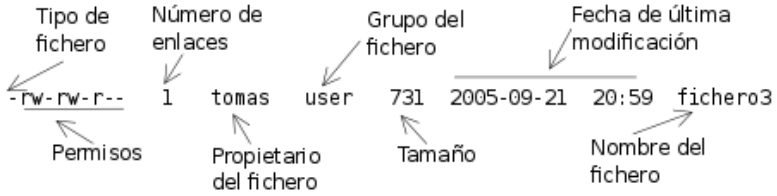
  `ln [-s] [`*`opciones`*`] `*`destino`*` [`*`enlace`*`]`

- por defecto crea enlaces duros; con `-s` se crean enlaces blandos
- si no se pone nombre del enlace se usa el del *`destino`*

```
$ ln /home/luis/fich1 fichhard
$ ln /home/luis/fich2 /home/luis/fich3 .
$ ls -l /home/luis/fich* ./fich*
-rw-r--r-- 2 luis luis 12 Sep 22 20:19 ./fich2
-rw-r--r-- 2 luis luis 12 Sep 22 21:18 ./fich3
-rw-r--r-- 2 luis luis 13 Sep 22 20:17 ./fichhard
-rw-r--r-- 2 luis luis 13 Sep 22 20:17 /home/luis/fich1
-rw-r--r-- 2 luis luis 12 Sep 22 20:19 /home/luis/fich2
-rw-r--r-- 2 luis luis 12 Sep 22 21:18 /home/luis/fich3
$ ln -s /home/luis/fich4 blando
$ ls -l /home/luis/fich4 blando
-rw-r--r-- 1 luis luis 12 Sep 22 21:22 /home/luis/fich4
lrwxrwxrwx 1 pepe pepe 17 Sep 22 21:22 blando -> /home/luis/fich4
```

Atributos de un fichero

Podemos ver los atributos de un fichero con `ls -l`



Indicador de tipo el primer carácter nos indica el tipo del fichero

Carácter	Tipo
-	fichero regular
d	directorio
l	enlace simbólico
c	fichero de dispositivo de caracteres
b	fichero de dispositivo de bloques
p	tubería
s	socket

Número de enlaces :

- indica el número de nombres (enlaces duros) del fichero
- en el caso de un directorio, esto corresponde con el número de subdirectorios (incluidos `.` y `..`)

Tamaño es el tamaño en bytes

- con `ls -lh` se ve el tamaño de forma más legible
- el tamaño máximo de un fichero depende del filesystem usado

Fecha especifica la fecha de última modificación del fichero

- podemos actualizarla con el comando `touch`

Nombre la longitud máxima del nombre es de 255 caracteres

- evitar el uso de espacios y caracteres especiales como `*,$, ?, ´, ", /, \`

Fecha

Linux guarda para cada fichero 3 tipos de fecha:

- `mtime`. Fecha de la última **m**odificación del fichero, esta es la fecha por defecto que se muestra. Por ejemplo, con `ls -l`
- `atime`. Fecha del último **a**cceso. Se muestra con `ls -l --time=atime`
- `ctime`. Fecha de la último **c**ambio de estado. Se muestra con `ls -l --time=ctime`

Permisos de ficheros y directorios

UNIX proporciona tres operaciones básicas para realizar sobre un fichero o directorio: lectura (`r`), escritura (`w`) y ejecución (`x`)

- Efecto sobre un fichero:
  1. lectura (`r`): permite abrir y leer el fichero
  2. escritura (`w`): permite modificar o truncar el fichero (para borrarlo, basta con que el directorio tenga permiso de escritura)
  3. ejecución (`x`): permite ejecutar el fichero (binario o script)
- Efecto sobre directorios:
  - ejecución (`x`): permite entrar en el directorio (pero no listar su contenido, ni crear ficheros o directorios)
  - lectura y ejecución (`rx`): permite listar el contenido del directorio (pero no crear ficheros o directorios)
  - escritura y ejecución (`wx`): permite crear, borrar o renombrar ficheros (pero no listar su contenido)

- acceso total (`rwx`)

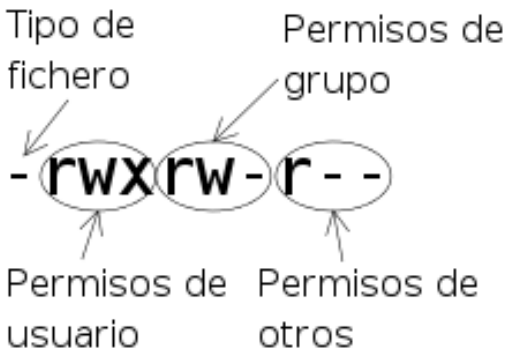
Los permisos se aplican en tres categorías:

- Permisos de usuario (`u`): propietario del fichero (por defecto, el usuario que lo creó)
- Permisos de grupo (`g`): grupo del fichero (por defecto, grupo principal del usuario que lo creó)
- Permisos de otros (`o`): resto de usuarios

Cada usuario cae en uno solo de estas categorías:

- p.e. al propietario se le aplican los permisos de usuario, aunque sean más restrictivos que los de grupo

Los permisos se identifican con 9 caracteres:



Cambio de permisos

El comando para modificar los permisos es `chmod`

- Formato

  `chmod [-R]` *`operación ficheros`*

- `-R` indica acceso recursivo
- solo el propietario del fichero (o `root`) puede cambiar los permisos

`operación` indica como cambiar los permisos, y puede especificarse mediante símbolos o números:

- Permisos simbólicos: formato *`quien op permisos`*

quien especificado por `u`, `g`, `o` o `a` para todos

op puede ser `+` para añadir permisos, `-` para quitar o `=` para establecer

permisos especificados por `r`, `w`, `x`

Ejemplos:

- `chmod u+x temp.dat`
  añade permisos de ejecución para el usuario (manteniendo los permisos existentes)
- `chmod ug=rw,o=r temp.dat`
  lectura y escritura para usuario y grupo y sólo lectura para el resto
- `chmod -R =r *`
  pon, de forma recursiva, permisos sólo lectura para todos (ugo)
- `chmod a-x *.bak`
  quita el permiso de ejecución para todos
- `chmod g=u temp.dat`
  pon los permisos de grupo igual a los del usuario
- `chmod a= *`
  quita los permisos a todos

- Permisos numéricos:
  - *`operación`* se representa por un número **octal** de tres dígitos, para `u`, `g`, y `o` respectivamente
  - cada dígito vale:
    - 4 para `r`, 2 para `w` y 1 para `x`
    - para combinaciones, se suman:
      p.e. `rw` es 6, `rx` es 5 y `rwx` es 7

  Ejemplos:
  - `chmod 750 temp.dat`
    permisos `rwx` para usuario, `rx` para grupo y ninguno para otros
  - `chmod 043 temp.dat`
    ninguno para usuario, `r` para grupo y `wx` para otros

Permisos especiales

Además de `rwx` existen los permisos `setuid`/`setgid` (`s`) y `sticky bit` (`t`)

`setuid` y `setgid` están relacionados con los atributos de los procesos:

- cuando un proceso se crea se le asigna un UID/GID real y un UID/GID efectivo

  UID/GID real identificadores de usuario y grupo del usuario que lanzó el proceso (y que puede matarlo)

  UID/GID efectivos determinan las operaciones que el proceso puede hacer sobre los objetos del sistema

  - por ejemplo, un proceso con UID efectivo 0 (`root`) puede manipular todos los ficheros del sistema

- lo normal es que los UID/GID normal y efectivo de un proceso coincidan

Podemos usar `ps` para ver los RUID/RGID y EUID/EGID

- `ps axo ruid,rgid,euid,egid,cmd` para ver números
- `ps axo ruser,euser,rgroup,egroup,cmd` para nombres

Los permisos `setuid`/`setgid` permiten que un proceso lanzado por un usuario se ejecute con EUID/EGID de otro usuario

- Ejemplo: el programa `passwd`

  ```
  -rwsr-xr-x 1 root root 25872 2005-07-25 23:15 /usr/bin/passwd
  ```

  cuando un usuario ejecuta `passwd` este proceso puede modificar el fichero `/etc/shadow` propiedad de root

Fijar `setuid`/`setgid`

- Formas simbólica y numérica

  fijar `setuid`: `chmod u+s` , `chmod 4`***`xyz`***
  fijar `setgid`: `chmod g+s` , `chmod 2`***`xyz`***
  siendo *x, y, z* los otros tres permisos (de 0-7)

Ejemplo:

```
$ ls -l temp
-rw-r-----  1 tomas gac 0 2005-09-22 18:07 temp
$ chmod u+s temp; ls -l temp
-rwSr-----  1 tomas gac 0 2005-09-22 18:07 temp
$ chmod u+x temp; ls -l temp
-rwsr-----  1 tomas gac 0 2005-09-22 18:07 temp
$ chmod 6740 temp; ls -l temp
-rwsr-S---  1 tomas gac 0 2005-09-22 18:07 temp
```

IMPORTANTE: es peligroso poder ejecutar procesos con permisos de otro usuario

- debería evitarse el uso de ficheros `setuid`/`setgid`

sticky bit solo se usa en directorios

- permite crear ficheros en el directorio (si tiene permiso de escritura), pero solo los puede borrar:
  - el propietario del fichero
  - el propietario del directorio
  - el superusuario

Ejemplo:

```
$ ls -ld /tmp
drwxrwxrwt 15 root root 3072 2005-09-22 19:09 /tmp/
```

Para activar el `sticky bit`

- Forma simbólica: `chmod +t` *`dir`*
- Forma numérica: `chmod 1`*`xyz dir`*

Permisos por defecto

Cuando se crea un fichero se cambian los permisos por defecto

- estos permisos pueden modificarse con `umask`

  `umask [`*`opciones`*`]` *`valor`*

  donde *`valor`* son tres dígitos que especifican los permisos para `u`, `g`, `o` según la tabla

Octal	Permisos	Octal	Permisos
0	`rwx`	4	`-wx`
1	`rw-`	5	`-w-`
2	`r-x`	6	`--x`
3	`r--`	7	`---`

- Opciones (dependen de la versión de shell):

  - `-S` muestra los permisos por defecto

- Ejemplo[3]

```
$ umask 027
$ umask -S
u=rwx,g=rx,o=
```

Cambio de usuario/grupo

Los comandos `chown` y `chgrp` permiten cambiar el propietario y grupo de un fichero

- sólo `root` puede cambiar el propietario
- el grupo puede cambiarse a otro al que pertenezcamos

Formato:

```
chown [opciones] propietario ficheros
chgrp [opciones] grupo ficheros
chown [opciones] propietario:grupo ficheros
```

Algunas opciones

- `-R` recorre recursivamente los subdirectorios
- `-v` (*verbose*) indica las operaciones que realiza

3.2.2. Localización de ficheros

Una tarea común de administración es la búsqueda de ficheros que verifiquen ciertas propiedades

- buscar ficheros muy grandes
- buscar ficheros de un determinado usuario
- mostrar los ficheros que se hayan modificado en los últimos 2 días
- buscar ficheros `setuid`/`setgid`

El comando básico para hacer esto es `find`

[3] Comandos que crean ficheros como `touch` o `vi` no ponen permiso de ejecución aunque lo diga `umask`

Comando `find`

Busca a través de la jerarquía de directorios ficheros que cumplan determinado criterio

- Formato

  `find [`*`directorio_de_búsqueda`*`] [`*`expresión`*`]`

- Ejemplos:

  - Muestra desde el directorio actual todos los ficheros de forma recursiva

    ```
    find
    ```

  - Busca desde el directorio actual de forma recursiva los ficheros que terminen en `.txt`

    ```
    find -name "*.txt"
    ```

  - Busca desde `/etc` los ficheros de tipo directorio

    ```
    find /etc -type d
    ```

  - Busca desde `/etc` y `/usr/share` los ficheros que se llamen `magic` o `passwd`

    ```
    find /etc /usr/share -name magic -o -name passwd
    ```

La *`expresión`* tiene los siguientes componentes:

- opciones: modifican la forma de operación de `find`
- criterio de búsqueda
- acciones: especifica que hacer con los ficheros que encuentra
- operadores: permiten agrupar expresiones

Opciones de `find` normalmente se colocan al principio de la expresión

Opción	Efecto
`-maxdepth` *`n`*	desciende como máximo *`n`* directorios
`-daystart`	para medidas con tiempo, empieza desde el principio del día actual
`-mount`	no pasa a otras particiones

Criterios de busqueda

- Búsqueda por nombre/path/tipo/usuario/grupo:

Criterio	Efecto
`-name` *patrón*	busca ficheros que coincidan con el patrón (pueden usarse comodines, pero deben ponerse entre comillas o escapados)
`-iname` *patrón*	igual que el anterior, pero no distingue mayúsculas/minúsculas
`-regex` *patrón*	igual pero usa expresiones regulares
`-path/-ipath` *patrón*	búsca el camino `path`
`-type` *tipo*	busca por tipo de fichero (`f, d, l, b, c, p, s`)
`-user, -group` *nombre*	busca por propietario/grupo
`-uid/-gid` *n*	busca por UID/GID
`-nouser/-nogroup`	busca ficheros con prop./grupo no válidos

NOTA: Cuando se usa el criterio *path* para la búsqueda, debemos usar el patrón tal como lo encuentra el comando `find`. Por ejemplo, si el path en el computador es *./dir1/dir2/dir3/dir4* y queremos buscar *dir2/dir3* hay que escribir "**/dir2/dir3*" (para que concida con el path encontrado por el comando, que es *./dir1/dir2/dir3*).

- Búsqueda por tamaño/permiso:

Criterio	Efecto
`-size n[ckMG]`	tamaño igual a n (`c`=caracteres(bytes), `k`=kbytes, `M`=Mbytes, `G`=Gbytes)
`-size -n[ckMG]`	tamaño menor a n
`-size +n[ckMG]`	tamaño mayor que n
`-perm` *permisos*	permisos exactos
`-perm -`*permisos*	permisos indicados (si se indica solo el permiso de lectura, no se miran los permisos de escritura y ejecución)
`-perm /`*permisos*	para los permisos exactos el prefijo / indica que es suficiente que se verifique uno de los permisos entre usuario, grupo y otros
`-perm /-`*permisos*	lo mismo para los permisos indicados

Más en detalle para los permisos:

permiso	encuentra	permiso	encuentra
0	0	-0	0,1,2,3,4,5,6,7
1 (x)	1	-1	1,3,5,7
2 (w)	2	-2	2,3,6,7
3 (wx)	3	-3	3,7
4 (r)	4	-4	4,5,6,7
5 (rx)	5	-5	5,7
6 (rw)	6	-6	6,7
7 (rwx)	7	-7	7

Por ejemplo, `-perm 643` encuentra 643 y `-perm -643` encuentra 643, 743, 653, 753, 663, 763, 673, 773, 645, 745, 655, 755, 665, 765, 675 y 773. Por su parte, `-perm /213` encuentra `2aa`, `a1a` y `aa3` siendo `a` cualquier permiso.

- Busqueda por atributos temporales:

Criterio	Efecto
`-atime [ /+/-]`*n*	busca ficheros cuya última fecha de acceso para lectura coincide (), es anterior (+) o es posterior (-) a *n* días
`-mtime [ /+/-]`*n*	lo mismo, pero con la fecha de última modificación del fichero
`-ctime [ /+/-]`*n*	lo mismo, pero con la fecha en que se cambió el estado del fichero
`-amin/-mmin/` `-cmin [ /+/-]`*n*	lo mismo, pero ahora *n* representa minutos
`-newer` *file*	busca ficheros modificados más recientemente que *file*
`-anewer` *file*	ficheros con último acceso más reciente que la modificación de *file*
`-cnewer` *file*	ficheros con cambio de estado más reciente que la modificación de *file*

Acciones de `find` `find` permite realizar distintas acciones con los ficheros que encuentra

- mostrar su nombre (acción por defecto)
- mostrar otra información del fichero
- ejecutar un comando sobre el fichero

Acción	Descripción
`-print`	imprime el nombre de los ficheros que encuentra (acción por defecto)
`-ls`	imprime el nombre de los ficheros con formato de listado largo
`-exec` *`comando`* `{} \;`	ejecuta *`comando`* sobre los ficheros encontrados
`-ok` *`comando`* `{} \;`	igual que `-exec` pero pregunta antes de ejecutar *`comando`*
`-prune`	no desciende por el directorio indicado con la opción `path`

Los caracteres `{}` se refieren al fichero que `find` acaba de encontrar, mientras que `;` indica el fin del comando. La acción `-prune` se usa por ejemplo en la forma: `find . -path "*/dir" -prune -o -name file -print`.

Operadores de `find` permiten agrupar expresiones

Operador	Descripción
`expr1 expr2`	AND (*`expr2`* no se evalúa si *`expr1`* es falsa). También puede ponerse: *`expr1`* `-a` *`expr2`*
`expr1` `-o` *`expr2`*	OR (*`expr2`* no se evalúa si *`expr1`* es cierta)
`!` *`expr1`*	NOT (cierto si *`expr`* falsa). También puede ponerse: `not` *`expr1`*
`\(` *`expr1`* `\)`	agrupan expresiones (hay que escapar los paréntesis)

Ejemplos con `find`

- `find . -maxdepth 1 -user david`
  busca ficheros, sólo en el directorio actual, propiedad de `david`
- `find / -name "*.html" -ls`
  busca, en todo el sistema de ficheros, ficheros terminados en `.html` y muestra un listado largo
- `find /home/httpd/html ! -name "*.html"`
  busca, desde `/home/httpd/html`, los ficheros que no acaben en `.html`
- `find /home -size +2500k -mtime -7`
  busca, desde `/home`, ficheros más grandes de 2500KB que hayan sido modificados en los últimos 7 días

- `find /home -iname "*.bak" -ok rm {} \;`
  busca ficheros terminados en `.bak` (sin distinguir mayúsculas/minúsculas) y pregunta si se quiere borrar
- `find /home -iname "*.bak" -exec mv {} /BAK \;`
  busca ficheros terminados en `.bak` y muevelos a `/BAK`
- `find / -path "/home" -prune -o -name "*.bak" -ls`
  busca excluyendo el directorio `/home`
- `find . -perm 022`
  encuentra ficheros con permisos `-----w--w-`
- `find . -perm -022`
  encuentra ficheros escribibles por `grupo` **y** `otros`
- `find . -perm -g=w,o=w`
  idéntico al anterior
- `find /home/httpd -name "*.html" -exec grep -l expiral {} \;`
  lista los nombres de los `.html` que contengan la palabra `expiral`

Este último ejemplo funciona, pero es muy ineficiente pues por que genera un proceso grep para cada fichero encontrado

- otra forma de hacer lo mismo

  ```
  grep -l expired $(find /home/httpd/html -name "*.html")
  ```

si el número de ficheros `.html` es muy grande `grep` puede tener problemas

- podemos usar `xargs`

  ```
  find /home/httpd/html -name "*.html" | xargs grep -l expired
  ```

Otros comandos para localizar ficheros

Existen otros comandos para la localización de ficheros: `which`, `whereis`, `locate`

Comando `which` muestra la localización de comandos

- Formato:

  `which [`*`opciones`*`] `*`comando`*

- Opciones:
  - `-a` muestra todas las localizaciones del comando
- Ejemplo:

```
$ which ls
/bin/ls
```

Comando `whereis` muestra la localización del binario, fuente y página de manual de un comando

- Formato:

  `whereis [`*`opciones`*`] `*`comando`*

- Opciones:
  - `-b/-m/-s` muestra sólo el binario/manual/fuente
- Ejemplo:

```
$ whereis ls
ls: /bin/ls /usr/share/man/man1/ls.1.gz
```

- Para más opciones ver la página de manual

Comando `locate` localiza ficheros rápidamente

- utiliza una base de datos donde guarda la localización de los ficheros (`/var/cache/locate/locatedb`)
- esa base de datos la crea y actualiza el administrador con el comando `updatedb`
- Ejemplo:

```
$ locate "*.bak"
/root/.mozilla/firefox/bookmarks.bak
/var/backups/group.bak
/var/backups/inetd.conf.bak
```

- Ver página de manual para opciones

3.2.3. Particiones y sistemas de ficheros

Vimos en el tema 2 como crear particiones y sistemas de ficheros en el momento de la instalación

- si añadimos un nuevo disco al sistema ya instalado deberemos crear las particiones y los sistemas de ficheros
- esta operación implica los siguientes pasos:
  1. creación de particiones (comando `fdisk`)
  2. creación de los sistemas de ficheros (comando `mkfs`)
  3. montado de los sistemas de ficheros (comando `mount` o `/etc/fstab`)

Comando	Operación
`fdisk`	crea o lista particiones
`blkid`	muestra el identificador único universal (UUID)
`mkfs.`*tipo*	crea sistemas de ficheros de tipo *tipo*
`fsck.`*tipo*	testea y repara sistemas de ficheros
`tune2fs`	ajusta parámetros de ext2/ext3/ext4
`dump2fs`	muestra información de ext2/ext3/ext4
`e2label`	fija la etiqueta de ext2/ext3/ext4
`mkswap`	crea un sistema de ficheros de tipo swap
`swapon`	activa la partición de swap
`mount` / `umount`	monta/desmonta particiones
`fstab` / `mtab`	ficheros relacionados con el montado
`df` / `du`	muestra espacio en particiones montadas / directorios

Creación de particiones

- `fdisk [`*`opciones`*`]` *`dispositivo`*
- *`dispositivo`* es el dispositivo del disco (`/dev/hd`*x* en IDE, `/dev/sd`*x* para SCSI o SATA)
- Debemos tener permiso de administrador para usarlo

- Opciones:
  - `-l` muestra la tabla de particiones del dispositivo

`fdisk` se usa mediante un menú:

```
# fdisk /dev/sdb
Command (m for help): m
Command action
   d   delete a partition
   l   list known partition types
   m   print this menu
   n   add a new partition
   p   print the partition table
   q   quit without saving changes
   t   change a partition's system id
   v   verify the partition table
   w   write table to disk and exit
   x   extra functionality (experts only)
```

1. Para crear una partición primaria de 5 GB usamos `n` (*new*):

```
Command (m for help): n
Command action
   e   extended
   p   primary partition (1-4)
p
Partition number (1-4): 1
First cylinder (1-20805, default 1):
Using default value 1
Last cylinder or +size or +sizeM or +sizeK (1-20805, default 20805): +5G
```

2. Para cambiar el tipo de partición se usa `t` (*type*)
   - Por defecto, las particiones que se crean son de tipo Linux (Id 83).
   - Con `l` (*list*) vemos el tipo de particiones soportadas

```
Command (m for help): t
Partition number (1-4): 1
Selected partition 1
Hex code (type L to list codes): 82
Changed system type of partition 1 to 82 (Linux swap / Solaris)
```

3. Mostramos la tabla de particiones:

```
Command (m for help): p
Disk /dev/sdb: 10.7 GB, 10737418240 bytes
16 heads, 63 sectors/track, 20805 cylinders
Units = cylinders of 1008 * 512 = 516096 bytes

Device Boot  Start   End   Blocks    Id  System
/dev/sdb1    1      9689  4883224+  82  Linux swap / Solaris
```

4. Por último, para que se guarden los cambios debemos usar `w` (*write*)

   ⟶ Al escribir la tabla de particiones el contenido de las particiones modificadas se pierde

Otras herramientas para modificar las particiones:

cfdisk interfaz para el `fdisk` (también escribe la tabla de particiones)

parted programa de GNU que permite crear, destruir, cambiar el tamaño, chequear y copiar particiones

qtparted programa Linux para manejar particiones, con interfaz gráfico

Creación de los sistemas de ficheros

Sobre cada partición debemos crear sistemas de ficheros con el comando `mkfs`

- Formato básico:

  `mkfs.`*`tipo`* `[`*`opciones`*`]` *`dispositivo`*

- Opciones:
  - *`tipo`* es el tipo de sistema de ficheros a crear (ext2/3/4, xfs, etc.) Si no se especifica se crea el por defecto del sistema
  - `-V` verbose

`mkfs` es un *front-end* a distintos comandos, que permiten crear particiones de los tipos específicos:

- `mkfs.ext2`, `mkfs.ext3` y `mkfs.ext4` crean sistemas ext2 / ext3 /ext4.
- `mkfs.btrfs`, `mkfs.jfs` y `mkfs.xfs` crean sistemas btrfs, JFS y XFS, respectivamente
- `mkfs.msdos`, `mkfs.vfat` y `mkfs.ntfs` crean sistemas MS-DOS y MS Windows.

- `mkswap` crea un sistema de ficheros de tipo Linux swap

Cada uno de estos comandos pueden tener distintas opciones

- ver las páginas de manual para más detalles

Comandos relacionados

- `tune2fs` permite ajustar parámetros en sistemas ext2/3/4
  - p.e. define el intervalo entre chequeos automáticos, fija el porcentaje de disco reservado para el sistema (por defecto el 5 %), etc.
- `dumpe2fs` muestra información de sistemas de ficheros ext2/3/4
  - información sobre inodos, bloques y grupos
- `e2label` cambia la etiqueta de un sistema ext2/3/4
- existen comandos similares para otros tipos de sistemas de ficheros, p.e. `btrfstune`, `jfs_tune`, etc.

Partición de intercambio

- Para crear una partición de intercambio primero la debemos formatear con `mkswap`

```
# mkswap /dev/sdb2
Setting up swapspace version 1, size = 5736919 kB
no label, UUID=a6c2849b-c33e-478e-8a8d-fecfe3f18f6d

# fdisk -l /dev/sdb
Disk /dev/sdb: 10.7 GB, 10737418240 bytes
16 heads, 63 sectors/track, 20805 cylinders
Units = cylinders of 1008 * 512 = 516096 bytes
Device Boot  Start     End    Blocks   Id  System
/dev/sdb1        1    9689   4883224+  83  Linux
/dev/sdb2     9690   20805   5602464   82  Linux swap / Solaris
```

- A continuación debemos activarla con `swapon`

```
# swapon /dev/sdb2
# swapon -s
Filename        Type          Size       Used    Priority
/dev/sdb7       partition     377488     0       -1
/dev/sdb2       partition     5602456    0       -2
```

- Finalmente, para que se active en el arranque, debe incluirse la entrada correspondiente en el fichero `/etc/fstab`

```
/dev/sdb2   none   swap   rw       0       0
```

Montado de los sistemas de ficheros

Para poder acceder a los sistemas de ficheros debemos *montarlos*

- los comandos para montar y desmontar son: `mount` y `umount`

Comando `mount` Permite asociar (*montar*) directorios a sistemas de ficheros

- Formato

  `mount [`*opciones*`] [`*disp.*`] [`*dir.*`]`

- Ejemplo

```
$ mount /dev/sdb1 /home2
```

- Si no se especifica el dispositivo, este se busca en `/etc/fstab`
- Algunas opciones:
  - `-a` monta todos los filesystems listados en `/etc/fstab`
  - `-o` *opciones* donde las opciones tienen el mismo formato que las usadas en el fichero `fstab` (véase el siguiente apartado)
  - Una opción muy importante es `-o remount`, que permite pasar un sistema de ficheros de modo solo lectura a lectura y escritura,

```
$ mount -o rw,remount /dev/sdb1
```

Comando `umount` Desmonta los sistemas de ficheros

- Formato

  `umount [`*opciones*`] `*directorio*

- Ejemplo:

```
$ umount /home2
```

- Algunas opciones

  - `-a` desmonta los filesystems listados en `/etc/mtab`

- Si hay algún proceso bloqueando el filesystem, este no se puede desmontar:
  - el comando `fuser -c` *`directorio`* nos da el PID del proceso

Fichero `/etc/fstab` Al iniciar el sistema se montan los filesystems listados en `/etc/fstab`

- cada línea del fichero tiene las siguientes columnas

```
(file system) (mount point) (tipo) (opciones)   (dump) (pass)
```

- Ejemplo:

```
/dev/sda1      /            auto    defaults      0      1
/dev/sda9      /home        ext4    auto,user,rw  0      2
```

- Alguna de las opciones son (se separan por comas y sin espacios):
  - `ro` monta en modo sólo lectura
  - `rw` monta en modo lectura+escritura
  - `auto`/`noauto` monta/no monta en el arranque
  - `user`/`nouser` puede/no puede montarlo un usuario (y el primer caso sólo el que lo monta puede desmontarlo)
  - `users` similar al anterior, pero puede montarlo/desmontarlo un usuario y el que desmonta no tiene que ser el que lo montó
  - `defaults` selecciona opciones por defecto (`rw`, `auto` y `nouser`)
- Filesystems específicos pueden tener opciones específicas:
  - ver el manual de `mount` para más detalles
- Si un directorio aparece listado en el `fstab` puede montarse sin especificar el dispositivo:

```
$ mount /home
```

- Campos `dump` y `pass`

  dump lo usa el comando `dump` para determinar de que filesystems hacer copias de seguridad

- valor 1 o 0 según si la partición va a tener un backup controlado por `dump` o no (normalmente no se usa)

pass lo usa el comando `fsck` para determinar el orden en que se chequean los filesystems al iniciar el sistema

- si 0, el filesystem no se chequea
- si > 0, los filesystems se chequean en el orden indicado por los números
  - si varios tienen el mismo número, se chequean en paralelo (si es posible)
  - normalmente `/` tendrá 1 y el resto 2
- El número de montados que transcurre entre testeos se especifica para cada filesystem con el comando `tune2fs`.

Fichero `/etc/mtab` Contiene una lista de los filesystem que están montados en el sistema

- Ejemplo de fichero `/etc/mtab`

```
$ cat /etc/mtab
/dev/sda1 / ext4 rw,errors=remount-ro 0 0
proc /proc proc rw 0 0
devpts /dev/pts devpts rw,gid=5,mode=620 0 0
tmpfs /dev/shm tmpfs rw 0 0
/dev/sda9 /home ext3 rw 0 0
/dev/sda8 /tmp ext3 rw 0 0
/dev/sda5 /usr ext3 rw 0 0
/dev/sda6 /var ext3 rw 0 0
usbfs /proc/bus/usb usbfs rw 0 0
/dev/sdb1 /home2 ext2 rw,nodev 0 0
```

Autofs Sistema que permite montar los filesystems "bajo demanda"

- cuando se accede al directorio, este se monta
- se desmonta automáticamente después de un tiempo de inactividad (por defecto, 5 minutos)
- suele usarse para montar sistemas remotos con NFS
- `/etc/auto.master` define los puntos de montado

  - por cada uno de los puntos definidos, se inicia un proceso `automount` usando los parámetros indicados
  - Ejemplo de `auto.master`:

```
/home     /etc/auto.home
/misc     /etc/auto.misc   --timeout 60
```

- Los ficheros le indican al `automount` los filesystems a montar
  - Ejemplo de `auto.misc`

```
cdrom   -fstype=iso9660,ro  :/dev/cdrom
windoz  -fstype=vfat        :/dev/sda1
home    -rw,hard,intr       server:/export/home
```

  - esto monta el cdrom y la partición `/dev/sda1` en los directorios `/misc/cdrom` y `/misc/windoz`, y el directorio remoto `/export/home` del sistema `server` en `/misc/home`
- Para más información ver el manual de `autofs` y `automount`, el Autofs Automounter HOWTO o el Automount mini-Howto

Chequeo del sistema de ficheros

Periódicamente es necesario chequear o reparar los sistemas de ficheros

- Formato básico:

  `fsck.`*`tipo`* `[`*`opciones`*`]` *`dispositivo`*

- Al igual que `mkfs`, `fsck` es un front-end a comandos específicos para cada filesystem:
- `fsck.ext2`, `fsck.ext3` y `fsck.ext4`, chequean sistemas ext2/ext3/ext4
- `fsck.jfs`, `fsck.btrfs`, `fsck.xfs` para JFS, btrfs y XFS
- `fsck.msdos`, `fsck.vfat` para sistemas MS-DOS y MS Windows

Alguno de los errores que pueden aparecer se deben a:

- Varios ficheros que usan el mismo bloque
- Bloques marcados libres y ocupados simultáneamente
- Número de enlaces erróneo

- Nodos-i conteniendo información pero que no están en la entrada del directorio (la información se recupera en el directorio `lost+found` con el número de nodo-i)
- Entradas del directorio que apuntan a nodos-i ilegales o vacíos
- etc.

Algunas de las opciones de `fsck` son:

- `-y` repara el filesystem sin preguntar sobre los errores

Otras opciones dependen del filesystem particular

- ver las páginas de manual para cada caso

Otras utilidades

- `du`: muestra el espacio de disco usado por los ficheros y subdirectorios de un directorio
  - Formato:

    `du [`*opciones*`] [`*directorio*`]`
  - Algunas opciones:
    - `-a` (all) muestra valores para ficheros y directorios (por defecto, solo muestra directorios)
    - `-h` (humano) salida más legible
    - `-s` (space) muestra sólo la ocupación total
  - Ejemplo:

```
$ du -hs /home /usr
1,2G    /home
2,3G    /usr
```

- `df`: muestra el espacio de disco usado y disponible de los sistemas de ficheros montados
  - Formato:

    `df [`*opciones*`]`
  - Algunas opciones:
    - `-h` (humano) salida más legible
    - `-T` (tipo) muestra el tipo de sistema de ficheros

    - `-l` (local) sólo muestra filesystems locales

- Ejemplo:

```
$ df -hTl
Filesystem   Tipo   Tamaño Usado  Disp Uso% Montado en
/dev/sda1    ext4      67M   50M   13M  80% /
tmpfs        tmpfs     63M     0   63M   0% /dev/shm
/dev/sda9    ext4     272M  8,1M  250M   4% /home
/dev/sda8    ext4      23M  1,1M   20M   5% /tmp
/dev/sda5    ext4     464M   90M  350M  21% /usr
/dev/sda6    ext4      74M   44M   27M  63% /var
```

Identificador único universal

El identificador único universal (UUID) permite referenciar a discos y a particiones de forma única.

- Tiene la ventaja con respecto a `/dev/sd*` en que permite distinguir diferentes discos y no depende del orden en que son iniciados (al primer disco se le asigna `/dev/sda`, al segundo `/dev/sdb`, etc).
- La correspondencia se puede obtener con el comando `blkid` (como superusuario):

```
$ blkid /dev/sda
/dev/sda: PTUUID="00097350" PTTYPE="dos"
$ blkid
/dev/sda1: UUID="b0f7f038-c762-40f4-aa9b-c718193e1db0" TYPE="ext4" ...
/dev/sda2: UUID="7556114f-e8ad-4777-96e3-35433b14124b" TYPE="swap" ...
/dev/sda3: UUID="b52618f6-657b-4560-a093-20bc7812428b" TYPE="ext4" ...
```

Este identificador se puede utilizar en muchos comandos que trabajan sobre discos y particiones,

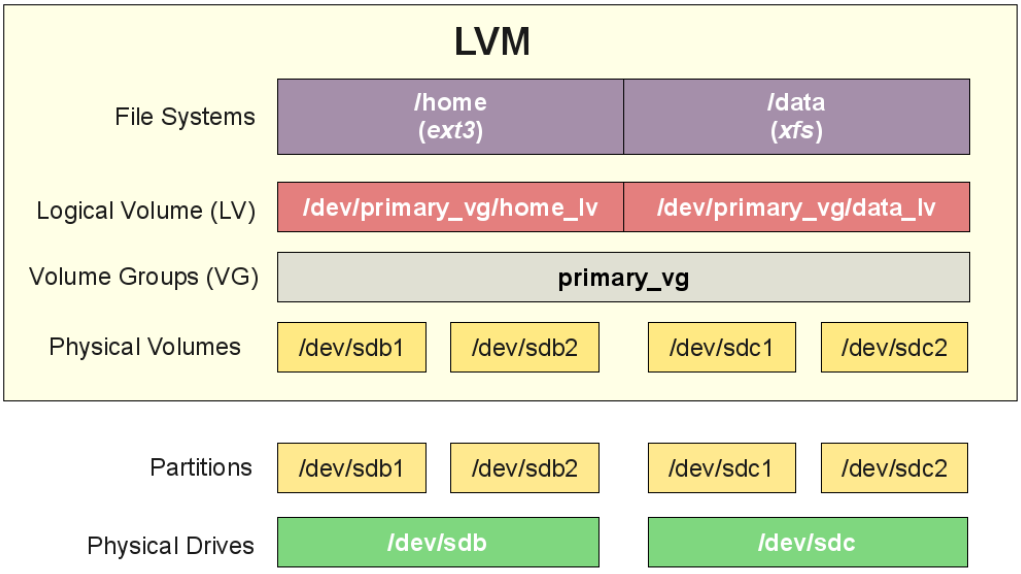
```
$ cat /etc/fstab
# /etc/fstab: static file system information.
# Use 'blkid' to print the universally unique identifier for a
# device; this may be used with UUID= as a more robust way to name
# devices that works even if disks are added and removed. See fstab(5)

# <file system>           <mount point> <type> <options> <dump> <pass>
# / was on /dev/sda6 during installation
UUID=f727751c-a85d-485e-b681-901110f983a6  /      ext4  ro       0  1
# /home was on /dev/sda1 during installation
UUID=b0f7f038-c762-40f4-aa9b-c718193e1db0  /home  ext4  defaults 0  2
```

3.2.4. Sistemas de ficheros con LVM

En el tema 2 vimos como crear un sistema LVM; algunas de sus ventajas son:

- LVM proporciona mucha más flexibilidad a la hora de distribuir el espacio disponible
- LVM permite mover y cambiar de tamaño los volúmenes creados bajo su control
- Existen varios beneficios inmediatos por usar LVM:
  - Es posible aumentar y decrecer los volúmenes en caliente: esto permite redistribuir el espacio en las particiones según nos sea necesario; también se puede dejar espacio sin asignar e ir asignándolo según vaya siendo necesario
  - Es posible añadir espacio de almacenamiento al sistema de volúmenes: si se añade un nuevo disco a la máquina se puede añadir este espacio a LVM y hacer crecer los volúmenes que contiene para aprovechar el nuevo espacio de almacenamiento



La extructura de LVM es la siguiente:

1. Por el lado físico tenemos los discos que hemos dividido en particiones (*sda1*, *sdb2*, ...), a partir de las cuales se generan los **Volúmenes Físicos (PV)**.

2. A partir de los volúmenes físicos se construyen agrupaciones lógicas denominadas **Grupos de Volúmenes (VG)**. Hay que poner un nombre (etiqueta) a cada VG.

3. Los grupos de volúmenes se dividen de forma lógica en **Volúmenes Lógicos (LV)**. A cada LV ha de dársele una etiqueta.

4. Los volúmenes lógicos pueden cifrarse (véase un apartado posterior). A cada LV cifrado ha de dársele una etiqueta.

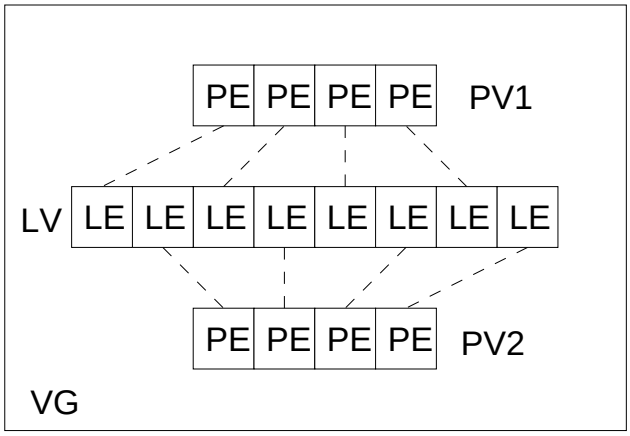
5. Para utilizar un volumen volumen lógico antes debe formatearse.

6. Por último, hay que asignar el volumen lógico formateado al sistema de ficheros (con el comando `mount` o añadiéndolo al fichero `fstab`)

El tamaño de los volúmenes físicos y lógicos puede medirse en bytes o en unidades lógicas o bloques:

- **Extensión física (PE)**: unidades básicas en las que se divide cada volumen físico
- **Extensión lógica (LE)**: unidades básicas en las que se divide cada volumen lógico; su tamaño coincide con el de las PEs de las que está formado

La siguiente figura muestra como se asignan las extensiones físicas a las lógicas mediante un mapeado de tipo *stripping* (otros mapeados posibles son *lineal* y *mirroring*).



En este apartado veremos comandos para manejar sistemas LVM (nota: todos estos comandos tienen distintas opciones, véanse las páginas de manual)

`pvdisplay` o `pvs`	información del volumen físico
`vgdisplay` o `vgs`	información del grupo de volúmenes
`lvdisplay` o `lvs`	información del volumen lógico
`pvcreate`	crear de un volumen físico
`vgcreate`	crear un grupo de volúmenes
`vgchange`	activar o desactivar un grupo de volúmenes
`vgremove`	borrar un grupo de volúmenes
`vgextend`	añadir un volumen físico a un grupo de volúmenes
`vgreduce`	quitar un volumen físico de un grupo de volúmenes
`lvcreate`	crear un volumen lógico
`lvremove`	borrar un volumen lógico
`lvextend` / `lvreduce`	cambiar de tamaño un volumen lógico
`fsadm`	Comando genérico cambiar tamaño un filesystem
`resize2fs` / `xfs_growfs`	Comandos específicos para ext2/3/4 y XFS

- Información acerca de un volumen físico: `pvdisplay` o `pvs`

```
# pvdisplay /dev/sda2
  --- Physical volume ---
  PV Name               /dev/sda2
  VG Name               GrupoVolumen
  PV Size               9,88 GB / not usable 0
  Allocatable           yes (but full)
  PE Size (KByte)       32768
  Total PE              316
  Free PE               0
  Allocated PE          316
  PV UUID               U6rMMw-5Z9U-fhBH-4R6G-reeJ-ZVha-K4xyHs
```

- Información acerca de un grupo de volúmenes: `vgdisplay` o `vgs`

```
# vgdisplay GrupoVolumen
  --- Volume group ---
  VG Name               GrupoVolumen
  System ID
  Format                lvm2
  Metadata Areas        2
  Metadata Sequence No  7
  VG Access             read/write
  VG Status             resizable
  MAX LV                0
  Cur LV                6
  Open LV               6
```

```
  Max PV                0
  Cur PV                2
  Act PV                2
  VG Size               14,84 GB
  PE Size               32,00 MB
  Total PE              475
  Alloc PE / Size       473 / 14,78 GB
  Free  PE / Size       2 / 64,00 MB
  VG UUID               N2NjFx-7ISe-J7hH-EX03-231w-XfbS-eCYfv0
```

- Información acerca de un volumen lógico: `lvdisplay` o `lvs`

```
# lvdisplay /dev/GrupoVolumen/homelv
  --- Logical volume ---
  LV Name                /dev/GrupoVolumen/homelv
  VG Name                GrupoVolumen
  LV UUID                dI6BqF-LAeG-3fO9-jXcr-vNde-f7iF-y9Oa2l
  LV Write Access        read/write
  LV Status              available
  # open                 1
  LV Size                1,00 GB
  Current LE             32
  Segments               1
  Allocation             inherit
  Read ahead sectors     0
  Block device           253:1
```

Manejar volúmenes físicos y grupos de volúmenes

- Creación de un volumen físico (PV), sobre una partición de tipo LVM

```
# pvcreate /dev/sdc1
```

- Crear un grupo de volúmenes (VG), de nombre NuevoGrupo a partir de dos PVs

```
# vgcreate NuevoGrupo /dev/sda2 /dev/sdc1
```

- Activar un grupo de volúmenes (normalmente no es necesario hacerlo, pues el sistema lo hace automáticamente)

```
# vgchange -a y NuevoGrupo
```

- Borrar un VG (es necesario desactivarlo antes)

```
# vgchange -a n NuevoGrupo
# vgremove NuevoGrupo
```

- Añadir el PV `/dev/sdc1` a un VG ya creado

```
# vgextend GrupoVolumen /dev/sdc1
```

- Quitar PVs de un VG

```
# vgreduce NuevoGrupo /dev/sda2
```

Trabajar con volúmenes lógicos

- Crear un volumen lógico (LV) de nombre testlv en el VG NuevoGrupo con un tamaño de 4.20 GB

```
# lvcreate -L4.20G -n testlv NuevoGrupo
```

- Destruir un volumen lógico (hay que desmontarlo antes)

```
# umount /dev/NuevoGrupo/otrotestlv
# lvremove /dev/NuevoGrupo/otrotestlv
```

- Agrandar un LV; se puede especificar el nuevo tamaño en bytes (`-L`) o LEs (`-l`), o la diferencia (`+/-`)

```
# lvextend -L12G /dev/GrupoVolumen/homelv
# lvextend -L+1G /dev/GrupoVolumen/tmplv
# lvextend -l+200 /dev/GrupoVolumen/tmplv
```

- Reducir un LV: `lvreduce` funciona igual que el `lvextend`

Dispositivo asignado a LVM

Como vimos en el apartado anterior, una vez creado el volumen lógico, los comandos que operan sobre el lo referencian a través del nombre del dispositivo. El sistema proporciona dos formas para acceder al dispositivo:

- Directamente

  `/dev/GrupoVolumen/VolumenLogico`

- A través del *mapeador de dispositivos (device mapper)*

  `/dev/mapper/GrupoVolumen-VolumenLogico`

El mapeador de dispositivos es un entorno proporcionado por el núcleo de Linux para el mapeo de dispositivos de bloque (discos y similares) físicos a dispositivos virtuales de nivel superior.

- Constituye la base de LVM2, RAID y del software de cifrado de disco dm-crypt, y ofrece características adicionales, tales como instantáneas (snapshots) del sistema de ficheros.
- Esta forma de acceso es un poco más cómoda cuando se trabaja con volumenes cifrados.

Asignar sistemas de ficheros

1. Una vez creados los volúmenes lógicos hay que crear los sistemas de ficheros y montarlos comandos (`mkfs` y `mount`)

   ```
   # mkfs.ext4 /dev/GrupoVolumen/homelv
   # mount /dev/GrupoVolumen/homelv /home
   ```

2. Si hemos agrandado un LV debemos agrandar el filesystem. El siguiente comando es un front-end para los comandos específicos de diferentes filesystems (ext2/3/4, btrfs, XFS):

   - `fsadm` chequea y redimensiona un sistema de ficheros

   Ejemplo: aumenta a 2G el tamaño del filesystem

   ```
   # fsadm resize /dev/mapper/GrupoVolumen-usrlv 2048M
   ```

   Si no se especifica tamaño, aumenta al máximo posible

3. Comandos específicos de redimensionado de ficheros. Permiten ampliación en caliente (sin desmontar), aunque para redución requieren el desmontado. Las características de cada comando dependen de cada filesystem particular:

   ext2/3/4 comando `resize2fs` (en Debian, paquete `e2fsprogs`):

   ```
   # resize2fs /dev/GrupoVolumen/homelv
   ```

   btrfs comando `btrfs` (en Debian, paquete `btrfs-tools`)

   XFS se usa el comando `xfs_growfs` (en Debian, paquete `xfsprogs`)

   JFS el filesystem se amplía de tamaño haciendo un remontado:

   ```
   # mount -o remount,resize=1048576 /home
   ```

3.2.5. Manejo de discos cifrados

El cifrado que se usa en el proceso de instalación es un cifrado de disco completo (*Full disk encryption*, FDE)

- Se cifran todos los bits del disco o de la partición
- Es diferente del cifrado a nivel de sistema de ficheros (*Filesystem-level encryption*, FLE) en el que se cifra el contenido de los ficheros, no los metadatos (nombre del fichero, fechas de modificación, etc.).

Precauciones:

- Si nos olvidamos de la clave de acceso o la borramos del sistema, no será posible acceder al filesystem.
- Una vez establecido el cifrado no hay una forma directa de eliminarlo. Quizás la forma más fácil sea, una vez descifrado el filesystem, copiar su contenido a una partición auxiliar con el comando `dd`, eliminar la configuración de cifrado y finalmente copiar de vuelta el contenido a la partición original.

El subsistema de cifrado FDE en Linux 4 es *dm-crypt*

- Parte de la infraestructura *device mapper*, utilizada también en LVM2 o RAID software, y puede colocarse por encima de estos
  - Permite cifrar discos completos, particiones, volúmenes lógicos o volúmenes RAI software
- Comando básico: `cryptsetup`
- Permite utilizar el estándar LUKS (*Linux Unified Key Setup*)
- Fichero `/etc/crypttab`: indica en el arranque como descifrar los discos

LUKS

Estándar para cifrado de disco en Linux

- Facilita la compatibilidad entre distribuciones
- Incluye soporte para múltiples claves
- Revocación de contraseña efectiva
- Uso mediante el comando *cryptsetup*, con *dm-crypt* como backend

cryptsetup

- Comando básico para el cifrado de disco. Puede cifrar con o sin LUKS
- LUKS permite cifrado con clave aleatoria, que podemos generar leyendo en los seudoficheros `/dev/random` o `/dev/urandom`[4]

`create`	cifrado sin LUKS
`luksFormat`	iniciar el formato LUKS y añadir la primera clave
`luksOpen`	abrir, descifrar para acceder
`luksDump`	mostrar los slots de claves
`luksAddKey`	añadir una nueva clave
`luksRemoveKey`	borrar una clave
`luksKillSlot`	borrar un slot (sin conocer su clave)
`luksUUID`	obtener el identificador universal (UUID)
`resize`	redimensionar si se ha modificado el volumen lógico
`crypttab`, `fstab`	ficheros que se leen en el arranque

Cifrado sin LUKS

- NOTA: En los siguientes ejemplos se considera que no se usa LVM. En caso contrario ha de usarse */dev/mapper/GrupoVolumen-VolumenLogico*.

Se requieren los siguientes pasos:

1. Cifrado de la partición. Se realiza con el comando `cryptsetup`, que requiere indicar una etiqueta para la partición cifrada (usualmente se añade el sufijo `_crypt` a la partición original), la partición original y la clave

   ```
   cryptsetup create sda7_crypt /dev/sda7 --key-file /dev/urandom
   ```

2. Añadir la configuración de cifrado al fichero `/etc/crypttab`. Este fichero especifica en el arranque cómo se han de descifrar las particiones. Suponemos que se va a tratar de una partición de *intercambio*

   ```
   #<cifrado>   <original>   <fichero clave>   <opciones>
   sda7_crypt   /dev/sda7    /dev/urandom      ...
       ... cipher=aes-cbc-essiv:sha256,size=256,swap
   ```

[4] `/dev/random`: genera números aleatorios basándose en la entropía (ruido) del sistema; `/dev/urandom`: genera números seudoaleatorios usando la entropía como semilla. `/dev/random` genera números de mayor calidad, pero es lento y puede bloquearse si la entropía del sistema es baja; `/dev/urandom` es un poco menos seguro, pero puede ser adecuado

3. Añadir a `fstab` el volumen lógico cifrado

```
(file system)   (mount point) (tipo) (opciones) (dump) (pass)
/dev/sda7_crypt  none          swap  rw          0     0
```

Cifrado con LUKS

- En LUKS, por cada partición encriptada, puede haber hasta ocho claves (slots) diferentes. Se puede optar por tener cualquier número de claves.
- Cualquiera de las ocho claves puede abrir la partición cifrada.

Disponemos de los siguientes comandos:

- Para ver los slots asignados:

```
# cryptsetup luksDump /dev/sdb1
Key Slot 0: ENABLED
Key Slot 1: ENABLED
Key Slot 2: DISABLED
...
```

- Para añadir una nueva clave (nos pregunta una clave antigua):

```
# cryptsetup luksAddKey /dev/sdb1
Enter any passphrase:
Enter new passphrase for key slot:
Verify passphrase:
```

- Para añadir una clave desde un fichero (hay que responder con cualquiera de las claves existentes):

```
cryptsetup luksAddKey /dev/sdb1 masterkeyfile
Enter any passphrase:
```

- Para cambiar la clave del slot 1 que ya tenemos:

```
cryptsetup luksAddKey /dev/sdb1 -S 1
```

- Para borrar una clave (no hay que especificar el slot, basta con la clave):

```
cryptsetup luksRemoveKey /dev/sdb1
```

- Para borrar el slot 2 sin conocer su clave:

```
# cryptsetup luksKillSlot /dev/sdb1 2
Enter any remaining LUKS passphrase:
```

Extensión de un volumen cifrado

Si extendemos un volumen lógico y este está cifrado, a continuación debemos extender también el dispositivo cifrado. Para ello se utiliza también el comando `cryptsetup`:

```
# cryptsetup resize /dev/mapper/GrupoVolumenes-VolumenLogico_crypt
```

Ejemplos con LUKS

1. Cifrar y activar una partición usando formato LUKS y una contraseña como clave (todos los datos se pierden y debemos reiniciar el filesystem)

```
# Desmontar la partición
umount /dev/sda8
# Se podría sobreescribir, pero puede ser muy lento
dd if=/dev/urandom of=/dev/sda8
# Formatea la partición, cifrando con LUKS
# nos va a pedir establecer la primera clave
cryptsetup luksFormat /dev/sda8
# Abre (descifra) la partición en el
# dispositivo /dev/mapper/sda8_crypt
cryptsetup luksOpen /dev/sda8 sda8_crypt
# Reinicia el sistema de ficheros
mkfs.tipo /dev/mapper/sda8_crypt
# Obtiene el UUID luks
crypsetup luksUUID /dev/sda8
```

2. Usar un fichero de clave para una partición cifrada inicialmente con contraseña, eliminando la contraseña inicial

```
mkdir /etc/keys
# Crea un fichero aleatorio para usar como clave
dd if=/dev/urandom of=/etc/keys/sda6.luks bs=1 count=4096
# Cambia los permisos del fichero (debe ser de root)
chown root.root /etc/keys/sda6.luks
chmod 700 /etc/keys
chmod 400 /etc/keys/sda6.luks
# Añade el fichero sda6.luks como clave
cryptsetup luksAddKey /dev/sda6 /etc/keys/sda6.luks
# Comprueba que existen dos claves (slots)
cryptsetup luksDump /dev/sda6
```

```
# Borra el slot 0 con la clave original
# (impide usar esa clave, hacerlo solo después de comprobar que
el fichero luks funciona como clave)
cryptsetup luksKillSlot /dev/sda6 0 --key-file /etc/keys/sda6.luks
# Comprueba que el slot se ha borrado
cryptsetup luksDump /dev/mapper/sda6_crypt
# Por último, modifica el fichero crypttab para indicar que se use
el fichero luks
```

3. Extiende el dispositivo cifrado `grupovol-homelv_crypt`, después de haber extendido el volumen lógico sobre el que está definido

```
# cryptsetup resize /dev/mapper/grupovol-homelv_crypt
```

Fichero /etc/crypttab

Especifica en el arranque como se deben descifrar los discos
Ejemplo:

```
#<cifrado>  <original> <fichero clave>      <opciones>
sda8_crypt  /dev/sda8  none                 luks
sda6_crypt  /dev/sda6  /etc/keys/sda6.luks  luks
```

Línea 1 partición con cifrado LUKS; `none` indica que se pide una contraseña en el arranque

Línea 2 partición con cifrado LUKS y clave obtenida desde fichero

NOTA: a pesar de que la etiqueta sugiere lo contrario, el dispositivo original está cifrado, mientras que el que tiene el prefijo `_crypt` es el descifrado.

Para evitar problemas (posibles cambios en el nombre de las particiones), es preferible substituir el nombre del dispositivo original por su UUID obtenido usando `crypsetup luksUUID`

```
# cryptsetup luksUUID /dev/sda8
0e44dcc3-2b1f-4349-9fb3-db82b547acd1
# cat /etc/crypttab
.....
sda8_crypt UUID=0e44dcc3-2b1f-4349-9fb3-db82b547acd1 none luks
.....
.....
```

3.3. Gestión de usuarios

Todo usuario de un sistema UNIX debe tener una cuenta para poder acceder.

Cuenta UNIX: colección de características lógicas que especifican quien es el usuario y lo que puede hacer en el sistema. Estas características incluyen:

- nombre de usuario (*login* o *user name*) e identificador numérico (UID)
- la contraseña (*passwd*)
- grupo o grupos a los que pertenece, con un identificador numérico del grupo por defecto (GID)
- un directorio *home*
- un *login shell*
- una colección de ficheros de inicio

Entre las cuentas asociadas a usuarios podemos encontrar diferentes tipos:

- cuentas normales de usuario
- cuenta del administrador (*root*)
- cuentas especiales de los servicios (*nobody*, *lp*, *bin*, etc.), usadas por servicios internos del sistema, aumentan la seguridad, al permitir que servicios del sistema no se ejecuten como *root*

Comandos y ficheros disponibles en Linux:

`/etc/passwd`, `/etc/shadow`	información de usuarios
`/etc/group`, `/etc/gshadow`	información de grupos
`/etc/skel`, `/etc/adduser.conf`	plantillas para crear las cuentas
`chown`, `chgrp`	cambio del propietario de ficheros/dir
`chmod`	cambio de permisos para ficheros/dir
`passwd`, `vipw`	cambio contraseña/información de usuarios
`chage`	cambio de expiración
`gpasswd`	añade/borra usuarios a grupos por root
`newgrp`	cambio de grupo por el propio usuario
`useradd`, `userdel`, `usermod`	creación de usuarios (bajo nivel)
`groupadd`, `groupdel`, `groupmod`	creación de grupos (bajo nivel)
`adduser`, `deluser`	creación de usuarios (alto nivel)
`addgroup`, `delgroup`	creación de grupos (alto nivel)
`newusers`, `chpasswd`	operación múltiple
`mkpasswd`	obtiene la versión cifrada de una clave
`su`, `sudo`, `/etc/sudoers`	pasar/ejecutar como root/otro usuario

3.3.1. Ficheros de información de los usuarios

La información de usuarios y grupos está incluida en los archivos:

- `/etc/passwd` mantiene la información principal de cada cuenta: nombre de usuario, UID, GID, *login shell*, directorio *home*, contraseña (en sistemas antiguos), ...
- `/etc/shadow` en sistemas actuales, fichero sin permiso de lectura que guarda las contraseñas encriptadas
- `/etc/group` información sobre los grupos definidos en el sistema. nombre del grupo, GID y miembros del mismo
- `/etc/gshadow` contraseñas para grupos

Fichero `/etc/passwd`

Ejemplo de líneas de `/etc/passwd`:

```
root:x:0:0:root:/root:/bin/bash
pepe:x:1002:1002:Pepe Perez,dept.EC,desp.1:/home/pepe:/bin/bash
```

donde se indican (si aparecen `::` seguidos, el campo está vacío):

- `pepe`: identificación de usuario en el sistema, que deberían tener las siguientes características
  - únicos en toda la organización (no sólo en la máquina local)
  - preferiblemente corto, en minúsculas y sin caracteres acentuados (para evitar problemas)
  - fácil de recordar
  - de formato fijo para todos los usuarios (p.e. nombre+apellido)
- `x`: contraseña encriptada
  - si aparece una `x` la contraseña está en el fichero `/etc/shadow`
- `1002`: UID número identificador del usuario
  - para usuarios normales, número entre 1000 y 32767 (o 65535 en sistemas actuales)
  - números por debajo de 1000 para usuarios especiales del sistema (`root` usualmente número 0)

  - el UID para un usuario debería ser único, y el mismo para todas las máquinas
  - se debe evitar reutilizar un UID, para evitar problemas de pertenencia de archivos
- `1002`: GID código del grupo principal al que pertenece el usuario
- `Pepe Perez,dept.EC,desp.1`: información GECOS
  - cualquier cosa, usualmente el nombre completo del usuario y información adicional (n. de despacho, teléfono, etc.)
- `/home/pepe`: directorio personal del usuario
- `/bin/bash`: shell interactivo que utilizará el usuario

Fichero `/etc/shadow`

Fichero de acceso restringido que almacena las contraseñas encriptadas:

```
pepe:$1$.QKDPc5E$SWlkjRWexrXYgc98F.:12825:0:90:5:30:13096:
```

Contiene las contraseñas encriptadas y otros campos separados por `:`

- día en que la contraseña se cambió por última vez
  - si vale 0 se fuerza a que el usuario cambie su contraseña la primera vez que se conecta
  - se cuenta como número de días a partir del 1/1/1970 (también conocido como *epoch*)
- número de días que deben pasar hasta que pueda ser cambiada
- número de días de validez de la contraseña. Si el plazo expira, el usuario podrá entrar en la cuenta, pero será forzado a cambiar la contraseña.
- número de días de antelación del aviso de caducidad de la contraseña
- número de días en que se deshabilitará la cuenta, una vez expirada
- día en que la cuenta se inhabilitará (contado desde el 1/1/1970)
  - si no aparece nada, la cuenta no se inhabilita nunca
- un campo reservado

Fichero `/etc/group`

Información sobre los grupos de usuarios

```
users:x:100:pepe,elena
```

donde tenemos

- nombre del grupo
- contraseña del grupo (no suele usarse)
  - si `x`, se guarda en el fichero `/etc/gshadow`
- GID identificador numérico del grupo
- lista de usuarios que pertenecen al grupo

Algunos grupos

`users`	son los usuarios normales
`sudo`	puede ejecutar cualquier comando (son superusuarios)
`http`	puede gestionar los servicios web
`games`	puede gestionar los juegos
...	

Cuando se crea un nuevo usuario por defecto se le da su propio grupo.

Fichero `/etc/gshadow`

- Si existe, contiene las contraseñas de los grupos y una copia de la lista de miembros
- El administrador puede fijar/cambiar la contraseña de cada grupo con el comando `gpasswd`

Cambio de grupo

- un usuario puede cambiar de grupo con `newgrp`
  - si el usuario es miembro no se le preguntará la contraseña
  - si el usuario no es miembro y el grupo tiene contraseña se le preguntará al usuario
  - si el usuario no es miembro y el grupo no tiene contraseña se le denegará el cambio.
  - si el grupo existe en `/etc/gshadow` se usará la lista de miembros y la clave de este fichero en vez de `/etc/group`

Otros ficheros

El administrador debe crear los ficheros de inicio para los usuarios, especificando los paths de ejecución, variables del sistema, etc.

- durante la creación de una cuenta, los ficheros de inicio del nuevo usuario se copian del directorio `/etc/skel`
- también pueden usarse los ficheros `/etc/profile` o `/etc/bash.bashrc` (ver Tema 2, *Ficheros de inicialización de Bash*)

3.3.2. Creación manual de una cuenta

Implica los siguientes pasos.

1. Editar el fichero `/etc/passwd` y añadir una nueva línea para la cuenta
   - para evitar corrupción del fichero usar el comando `vipw`
     - este comando solo grabará el fichero si el formato es correcto
     - nos permite seleccionar el editor a usar (`vi`, `nano`, etc.)
   - Si el sistema usa `shadow` (lo normal), poner `x` en el campo de contraseña
2. Editar el fichero `/etc/shadow`
   - para evitar corrupción del fichero usar el comando `vipw -s`
   - la contraseña debe escribirse cifrada (lo hace el comando `passwd`)
3. Editar `/etc/group` para añadir un nuevo grupo (si es necesario) o para añadir el usuario a los grupos que deseemos
4. Si es necesario, editar `/etc/gshadow`
   - poner la contraseña cifrada (! o * si no queremos ninguna)
   - añadir también aquí la lista de miembros del grupo
5. Crear el directorio del usuario
6. Copiar los ficheros de `/etc/skel` al directorio del usuario
7. Usar `chown`, `chgrp` y `chmod` para fijar el propietario, grupo y permisos del directorio
8. Fijar la contraseña con `passwd`
   - el usuario debe cambiar la contraseña tan pronto como sea posible
   - puede forzarse con la opción `-e`

Comando `passwd`

Permite fijar, cambiar la contraseña de un usuario o sus propiedades.

- Formato:

  `passwd [`*`opciones`*`] [`*`username`*`]`

- Opciones:
  - `-e` fuerza a que el usuario cambie la contraseña al siguiente login
  - `-d` borra la contraseña (e impide el acceso a la cuenta)
  - `-l`/`-u` bloquea/desbloquea la cuenta
  - `-m MIN_DAYS` número mínimo de días entre cambios de contraseña
  - `-x DÍAS_MAX` número de días de validez de la contraseña
  - `-w DÍAS_AVISO` número de días de aviso de caducidad
  - `-i INACTIVO` número de días en que se deshabilitará la cuenta una vez expirada la contraseña
  - `-S` indica el estado de la contraseña (`L`: bloqueada, `NP`: sin contraseña o `P`: con contraseña válida) junto que información de la expiración

Comando `chage`

Para cambiar la información de expiración de la contraseña también puede utilizarse el comando `chage`

- Formato:

  `chage [`*`opciones`*`] [`*`username`*`]`

- Algunas opciones:
  - `-l` muestra información de expiración

- Ejemplo:

```
$ chage -l debian
Último cambio de contraseña                                : ago 09, 2016
La contraseña caduca                                       : nunca
Contraseña inactiva                                        : nunca
La cuenta caduca                                           : nunca
Número de días mínimo entre cambio de contraseña           : 0
Número de días máximo entre cambio de contraseña           : 99999
Número de días de aviso antes de que caduque contraseña : 7
```

3.3.3. Comandos para gestión de cuentas

Comandos simples de manejo de cuentas

- `useradd` añade un nuevo usuario al sistema. Uso:

  `useradd [`*`opciones`*`] `*`username`*

  - por defecto, sólo modifica los ficheros `passwd` y `shadow`, no crea el directorio home ni le pone contraseña (cuenta inhabilitada)
  - varias opciones:
    - `-c` *`geckos`* especifica los comentarios
    - `-m` crea el directorio *home* y copia los ficheros de `/etc/skel`
    - `-d` *`home`* especifica el directorio *home* del usuario si no queremos ponerle el por defecto
    - `-g` *`grupo`* especifica el grupo principal
    - `-G` *`grupo`* especifica los grupos adicionales (los grupos se separan por comas, sin espacios entre ellos)
    - `-s` *`shell`* especifica la shell a utilizar
    - `-p` *`clave`* pone la contraseña (debe estar cifrada con `mkpaswd`)
    - `-e` *`fecha`* fecha de expiración de la cuenta (YYYY-MM-DD)
  - Ejemplo:

    ```
    useradd -c "Aitor Tilla" -m -g staff -s /bin/bash
    -e 2006-11-02 aitor
    ```

- `userdel` borra un usuario del sistema
- `usermod` modifica las cuentas de usuario
  - Puede utilizarse para cambiar cualquier parámetro de la cuenta, por ejemplo, puede cambiar el grupo principal del usuario (opción `-g`), los grupos adicionales (opción `-G`) o añadir grupos adicionales (con las opciones combinadas `-G -a`).
  - También puede usarse `gpasswd` para añadir o eliminar un usuario a un grupo.
- `groupadd` (crea un nuevo grupo en el sistema), `groupdel` (borra un grupo), `groupmod` (modifica un grupo existente)

- `mkpasswd` obtiene la versión cifrada (usando la función `crypt`) de una cadena para usar como contraseña (admite un `salt`, que funciona como una semilla y fortalece el cifrado):

```
mkpasswd -m sha-512 -s salt mypassword
```

Comandos de alto nivel para el manejo de cuentas

- Comandos `adduser`, `addgroup`:
  - hacen de front-end a los comandos de bajo nivel anteriores `useradd`, `groupadd` y `usermod`
  - crean los usuarios/grupos en función de la configuración especificada en el fichero `/etc/adduser.conf`

Comandos de gestión de múltiples cuentas

- `newusers` permite crear varias cuentas a partir de un fichero con nombres de usuario y contraseñas
  - las líneas del fichero deben tener el mismo formato que las del fichero `/etc/passwd`, con la contraseña sin encriptar
  - Si el usuario existe, se modifican los parámetros
  - Se crea el directorio *home* especificado, si este no existe
- `chpasswd` lee líneas en el formato `user_name:password` (sin encriptar) y actualiza las contraseñas de usuarios existentes:

```
echo "pepe:pepepassword" | chpasswd
```

Otros comandos relacionados

- `su`: comando que permite cambiar de usuario o pasar a administrador

```
su [opciones] [-] username
```

  - Si no se especifica el *username* pasa a administrador (root)
  - Nos pedirá la clave del usuario destino (salvo que seamos root)
  - Algunas opciones:
    - `-` inicia un login shell (igual al usuario entrando en su cuenta)
    - `-p` preserva el entorno (no ejecuta el `.bashrc` del usuario)

- `sudo` ejecuta un comando como administrador o con la identidad de otro usuario.

  `sudo [-u` *`username`*`] commando`

  - Si no se encuentra instalado en el sistema, puede instalarse con `apt-get install sudo`
  - Si no se especifica el *`username`*, el comando se ejecuta como root
  - La clave que pide es la del usuario que lo ejecuta (no la de root)
  - Un usuario del grupo *sudo* puede ejecutar cualquier comando
  - En caso contrario se comprueba el fichero `/etc/sudoers` para ver si el usuario está la lista de los permitidos a usar el comando

- `/etc/sudoers` permite dar permisos a ciertos usuarios para ejecutar ciertos comandos privilegiados.

  - Muchas veces es necesario otorgar a un usuario distintos permisos para que pueda hacer uso de comandos propios del administrador.
  - Es impensable que un administrador "preste" a un usuario la contraseña de root y tampoco sirve el comando `su` pues de nuevo necesita la contraseña de root.
  - La mejor alternativa es hacer uso de `sudo` controlado por el fichero de configuración `/etc/sudoers`
  - Este fichero de configuración se puede editar con el comando `visudo`, que solo permite guardar los cambios si el formato del fichero es el adecuado.

  Ejemplo básico de configuración:

```
#usuario  host=(user:group)  opciones: comando
debian    ALL=(ALL:ALL)      NOPASSWD: /usr/sbin/vipw
```

  - Indicamos el usuario que puede ejecutar el comando. Podemos poner una lista de usuarios separados por comas.
  - `ALL=` indica que el permiso es válido en todos los hosts. Esto nos permite copiar el mismo fichero en todas las máquinas de una red e indicar en qué máquina o lista de máquinas el permiso es válido. Para esto último, aquí se pondría una lista de máquinas separadas por comas.

- `(ALL:ALL)` indica que el usuario puede escalar privilegios a cualquier otro usuario y grupo existente.
- `PASSWD` y `NOPASSWD` indican si se preguntará o no la clave al ejecutar el comando (la clave del propio usuario, no la del administrador).

  La autentificación es válida durante algunos minutos, por lo que en este intervalo la clave no se volverá a preguntar. Es posible especificar la duración de este intervalo en una de las opciones globales de configuración.
- Por último se escribe el comando. Es recomendable indicar el path completo y si es necesario las opciones que puede ejecutar.

- Para hacer uso de los provilegios, el usuario debe ejecutar el comando con `sudo` *comando*.

Otro ejemplo de `/etc/sudoers`. Para facilitar la escritura se permiten establecer alias para grupos de usuarios, grupos de máquinas y grupos de comandos.

```
# lista de usuarios administradores de red
User_Alias NETOPS = marcela, andrea

# lista de usuarios webmasters
User_Alias WEBMAS = cristina, juan

# lista de maquinas servidores web
Host_Alias WEBSERVERS = 10.0.1.100, 10.0.1.101

# lista de comandos de red permitidos
Cmnd_Alias REDCMDS = /sbin/ifconfig, /sbin/iptables

# listas de comandos de apache
Cmnd_Alias APACHECMDS = /usr/sbin/apache, /sbin/service httpd *

# definicion de reglas
# admin. de red, en todos los equipos, ejecutar comandos de red
NETOPS ALL = REDCMDS

# webmasters, en los servidores web con los comandos indicados
# y sin necesidad de contraseña reiniciar los servidores.
WEBMAS WEBSERVERS = APACHECMDS, NOPASSWD: /sbin/reboot
```

3.3.4. Módulos de autentificación

PAM (*Pluggable Authentication Module*) es una biblioteca de autentificación genérica que cualquier aplicación puede utilizar para validar usuarios, utilizando por debajo múltiples esquemas de autentificación alternativos (ficheros locales, claves de un solo uso, DNI electrónico, Kerberos, LDAP, etc.) PAM utiliza módulos de varios tipos:

- Módulos de autentificación (`auth`): para la identificación del usuario (por ejemplo, contraseña, tarjeta de identificación, características biométricas, etc).
- Módulos de cuentas (`account`): controlan las condiciones para que la autenticación sea permitida (por ejemplo, que la cuenta no haya caducado, que el usuario tenga permiso para iniciar sesiones a esa hora del día, etc.)
- Módulos de contraseña (`password`): condiciones y procedimientos para el cambio de contraseñas
- Módulos de sesión (`session`): configuran y administran sesiones de usuarios (tareas adicionales que son necesitadas para permitir acceso, como el montaje de directorios, actualización del fichero `lastlog`, etc.)

La configuración se realiza de la siguiente forma:

- Existe un fichero de configuración para cada servicio que usa PAM.
- También existen ficheros comunes que son incluidos por los ficheros de configuración: `common-auth`, `common-account`, `common-password` y `common-session`
- Una vez modificados hay que ejecutar el comando `pam-auth-update`

Claves de un solo uso

A modo de ejemplo de uso de PAM instalaremos el módulo de autentificación que permite las claves de un solo uso (OTPW - One Time PassWord).

1. Instalamos los paquetes con

   ```
   # apt-get install otpw-bin libpam-otpw
   ```

2. Configuramos PAM. Para ello incluimos en fichero de configuración `/etc/pam.d/common-auth` las dos primeras lineas que indicamos:

```
# Anadimos estas dos lineas para usar OTPW
auth       sufficient pam_otpw.so
session    optional   pam_otpw.so
# deben colocarse antes de las dos lineas ya existentes
auth  [success=1 default=ignore] pam_unix.so nullok_secure
auth  requisite                  pam_deny.so
```

El orden de las líneas es importante para que primero nos pida la clave de un solo uso y solo en caso de fallo se pida la contraseña normal.

3. Para que funcione `ssh` con OTPW:

   - Editamos la configuración del servidor ssh: `/etc/ssh/sshd_config` y podemos a *yes* las opciones, que ya se encuentran en el fichero:

     ```
     UsePrivilegeSeparation yes
     UsePAM yes
     ChallengeResponseAuthentication yes
     ```

   - Reiniciamos el servicio con: `systemctl reload ssh`

Cada usuario deberá generar las claves OTPW con el comando `otpw-gen`

1. El usuario genera las claves (conviene que las imprima)

   ```
   $ otpw-gen
   Generating random seed ...
   Enter new prefix password:
   Reenter prefix password:
   Creating '~/.otpw'.
   Generating new one-time passwords ...
   ```

2. Nos pide un prefijo que deberemos incluir antes de la clave generada cuanto intentemos el acceso.

3. La salida es del tipo:

   ```
   000 ENBC GjEr  056 a5Lo ePue  112 8Ysy FNGH  168 GJiL Xy7M  224 DPTd HUqR
   001 5SBa dA%f  057 xxCF pm7a  113 M8k: Cw=k  169 ZCfi oUof  225 vLgE krI4
   002 e5KX W=4a  058 idW4 R4A+  114 Tbp6 bopC  170 EP+J whvv  226 Xng3 hM5b
   ```

4. Cuando accedamos:

   ```
   $ ssh -p 2222 debian@localhost
   Password 057:   # respondemos con: {prefix}xxCF pm7a
   ```

3.3.5. Cuotas de disco

Algunos filesystems permiten limitar el uso del disco a los usuarios y grupos

- Evitan que los usuarios monopolicen el disco
- Pueden causar problemas a los usuarios:
  - preferible instalar más disco o avisar a los usuarios que consuman demasiado

Límites de cuotas:

- **Límite débil**: si la cuenta del usuario o del grupo supera el límite débil, se impondrá un *período de gracia* en el que el usuario podrá reducir la ocupación
- **Límite duro**: se deniega cualquier intento de escribir datos después de este límite
- **Período de gracia**: tras superar el límite débil, si el usuario no resuelve el problema borrando archivos, la cuenta se bloquea

Cuotas de usuario y de grupos

- **Usuario**: fija un máximo al espacio de todos los ficheros del usuario
- **Grupo**: fija un máximo al espacio de todos los ficheros del grupo (cuenta el espacio consumido por los ficheros de varios usuarios)

Instalación de cuotas de disco en Debian

Los comandos y ficheros involucrados son los siguientes:

`/etc/fstab`	para indicar los filesystems que tendrán cuotas
`quotacheck`	construye el índice y testea la integridad
`quotaon/quotaoff`	activa/desactiva las cuotas
`edquota`	ajusta las cuotas de usuarios o grupos
`repquota`	genera informes de uso
`quota`	informa a un usuario del estado de sus cuotas

Los pasos a seguir son:

1. Instalar el paquete `quota`
2. Cambiar las opciones de `/etc/fstab` para marcar los filesystems que tendrán cuotas:

```
(file system) (mount point) (tipo) (opciones) (dump) (pass)
/dev/hda9     /home    ext4  defaults,usrquota,grpquota 0 1
```

3. Remontar el filesystem que hemos modificado

   ```
   mount -vo remount /home
   ```

4. Crear los índices de las cuotas.

   ```
   quotacheck -vguma
   ```

   Este comando construye el índice y verifica la integridad de las bases de datos de las cuotas

   - se ejecuta en el script de inicio del sistema de cuotas
   - la primera vez que se ejecuta puede dar un mensaje indicando que el índice todavía no existe. No lo dará si repetimos el comando
   - debe ejecutarse con las cuotas desactivadas

5. Activar las quotas:

   ```
   quotaon -va
   ```

   En cualquier momento, podemos usar `quotaon`/`quotaoff` para activar/desactivar el sistema de cuotas

6. Reiniciar la máquina y usar el comando `edquota` para editar las cuotas de usuarios y grupos

- Sintaxis:

  ```
  edquota [opciones] [usuario|grupo]
  ```

- Opciones:

  - `-u` *`usuario`* configura las cuotas del usuario
  - `-g` *`grupo`* configura las cuotas para un grupo
  - `-f` *`filesystem`* realiza las operaciones sobre un filesystem concreto (por defecto, lo hace sobre todos los filesystems que admitan cuotas)
  - `-t` configura el período de gracia

  - `-p` ***user1 usuarios*** copia la configuración de cuotas de ***user1*** a los usuarios indicados

- Al ejecutar `edquota` se abre el editor indicado en la variable `EDITOR` (`nano`, `vi` u otros) para modificar las cuotas:
  - se muestran los bloques de 1k en uso, así como los límites *soft* y *hard* (también para i-nodos o ficheros)
    - si un límite está a 0 no se aplica
  - esta información se guarda en los dos ficheros `aquota.user` y `aquota.group` en el directorio base del filesystem

Otros comandos

Existen otros comandos para la gestión de las cuotas:

- `repquota` genera un informe del uso de las cuotas

```
# repquota /home
*** Report for user quotas on device /dev/hda9
Block grace time: 7days; Inode grace time: 7days
                        Block limits                File limits
User            used    soft    hard  grace    used  soft  hard  grace
----------------------------------------------------------------------
root      --   34920       0       0              6     0     0
tarabelo  --     728       0       0             31     0     0
tomas     *-     108     100     200  7days       8     0     0
```

- `quota` permite al usuario ver el estado de sus cuotas
  - Algunas opciones:
    - `-g` muestra información sobre las cuotas del grupo del usuario
    - `-v` imprime información incluso para los filesystem sin límite en la cuota
    - `-q` imprime un mensaje si se ha superado la cuota
  - Ejemplo

```
$ quota
Disk quotas for user tomas (uid 1001):
Filesystem blocks  quota limit grace files quota limit  grace
 /dev/hda9    108*   100   200 6days     9     0     0
 /dev/hda8      1     10    20           1     0     0
```

- Para más información sobre cuotas ver Quota mini-HOWTO

3.4. Instalación y configuración básica de redes de área local

Linux soporta múltiples protocolos y hardware de red:

- Protocolos como TCP/IP, TCP/IP versión 6, IPX/SPX, PPP, etc.
- Soporta hardware para redes Ethernet, Wifi, ATM, etc
- Diferentes NICs (*Network Interface Cards*) implican diferentes dispositivos de comunicación:
  - En el esquema clásico los interfaces se denominan `eth`***x*** para Ethernet, `wlan`***x*** para Wifi, `ppp`***x*** para PPP, etc
  - En las nuevas versiones se utiliza un esquema de nomenclatura de interfaces más concreta que depende del firmware, localización física, dirección MAC, etc. Por ejemplo, `enp3s0 =` *`ethernet network pci 3 slot 0`*.
  - Además, existe el dispositivo de *loopback* `lo`
    - Funciona como un circuito cerrado en el que cualquier datagrama que se le pase como parámetro es inmediatamente devuelto a la capa de red del sistema
    - Se utiliza para realizar pruebas, y para un par de aplicaciones de red
- En Linux se crean dinámicamente por software y no requieren los ficheros de dispositivos
  - En cambio, en muchos UNIX estos dispositivos aparecen en `/dev`
- En Linux puede ser necesario incluir los módulos adecuados para cada dispositivo

En esta sección trataremos la configuración de TCP/IP en redes Ethernet; para más información ver:

- Administración de red en Linux: Linux Network Administrators Guide 2 ed., Olaf Kirch y Terry Dawson
- Linux Networking-HOWTO
- Dispositivos de red soportados en Linux: Linux Hardware Compatibility HOWTO - Network adapters

Ficheros y comandos de configuración de red

`networking`	systemctl (servicio) de arranque de red
`/etc/network/interfaces`	configuración de interfaces
`/etc/resolv.conf`	configuración del DNS
`ip_forward` (variable)	controla el rutado entre interfaces
`/etc/hostname`	fichero con el nombre del host
`hostname, dnsdomainname`	comandos del nombre/dominio del host
`/etc/hosts`, `/etc/networks`	bases locales de hosts/redes
`/etc/nsswitch.conf`	control central de las bases de datos
`/etc/dhcp/dhcpd.conf`	configuración del servidor de DHCP
`dhclient`, `pump`	comando de obtención de IP por DHCP
`ifconfig`, `ifup/ipdown`	configuración de interfaces
`route`	configuración de rutas
`netstat`	información de red
`ip`	unifica `ifconfig/ifup/route/netstat`
`iwconfig`	configuración de interfaces wireless
`ping`, `traceroute`	testeo de comunicaciones
`host`, `dig`	consultas al DNS
`arp`	gestiona la tabla ARP
`mii-tool`, `ethtool`	configuración de la tarjeta Ethernet

3.4.1. Ficheros de configuración de red

Durante el proceso de arranque, la red se establece del siguiente modo:

- La red es iniciada por `systemctl` mediante la invocación del servicio de `networking` (localizado en `/etc/init.d/networking`).

  Este script también puede ser invocado por el administrador:

  ```
  systemctl restart networking
  ```

  Con las opciones habituales: *start, stop, restart, status, ...*

- A continuación se lee el fichero de configuración de la red,

  `/etc/network/interfaces`

- Y la configuración del servicio de nombres se lee del fichero

  `/etc/resolv.conf`

Configuración de los interfaces

Son posibles dos tipos de configuración: estática (manual) o dinámica (DHCP).

- En Debian se usa el fichero `/etc/network/interfaces`
- Con configuración estática (manual) debemos indicar todos los parámetros:

```
auto eth0
iface eth0 inet static
   address 193.144.84.77
   netmask 255.255.255.0
   network 193.144.84.0
   broadcast 193.144.84.255
   gateway 193.144.84.1
```

- Con configuración DHCP los parámetros se obtendrán de un servidor:

```
auto eth0
iface eth0 inet dhcp
```

- En el caso de RedHat tanto el script de inicio de la red como el de configuración de los interfaces difieren ligeramente, véase su manual

Configuración del servicio de nombres

- El fichero `/etc/resolv.conf` especifica el dominio y los servidores DNS

```
domain usc.es
search usc.es etse.usc.es
nameserver 193.144.75.9
nameserver 193.144.75.12
```

- si buscamos por un hostname (sin dominio) le añade `usc.es` y si no aparece busca por `etse.usc.es`
- pueden añadirse hasta tres servidores de DNS

Otras formas de establecer los servidores de nombres

- En los hosts que usan DHCP para establecer la red, este fichero se genera automáticamente con los datos obtenidos por el protocolo DHCP
- Otra posibilidad es incluir los servidores de nombres en el fichero `/etc/network/interfaces` (véase en el manual el correspondiente formato de las líneas que hay añadir).

- Si tenemos instaladas aplicaciones de red dinámicas o en el espacio de usuario, estas pueden sobreescribir el fichero `/etc/resolv.conf`.

  Por ejemplo, en las distribuciones que usan una configuración dinámica mediante la aplicación `resolvconf` este fichero se genera automáticamente, pero podemos escribir su contenido en el fichero alternativo `/etc/resolvconf/resolv.conf.d/base`

  También podemos evitar la sobreescritura del fichero con `chattr +i /etc/resolv.conf`

Otros ficheros de configuración

Fichero `/etc/hosts` fichero que asocia nombres de hosts a direcciones IP

- permite consultar una IP sin acceder al DNS
- Ejemplo de `/etc/hosts`:

```
127.0.0.1     localhost.localdomain localhost
193.144.84.77 servidor.usc.es servidor
```

- la consulta es más rápida que acceder al DNS
- Puede utilizarse para definir los nombres de las máquinas de una red
  - pero si las IPs cambian la dirección es incorrecta

Nombre de la máquina y del dominio

- El anterior fichero permite fijar el nombre y el dominio del sistema
- en algunas distribuciones (Debian) el nombre también debe ponerse en el fichero `/etc/hostname`
- el nombre y el dominio pueden obtenerse mediante los comandos `hostname` y `dnsdomainname`

Fichero `/etc/networks` fichero de texto que asocia nombres a redes

- No es imprescindible
- Ejemplo de `/etc/networks`

```
red1 172.16.1.0
red2 172.16.2.0
```

Fichero `/etc/nsswitch.conf` configuración del *Name Service Switch*

- centraliza la información de diferentes servicios para la resolución de nombres, indicando las acciones a realizar para acceder a las diferentes bases de datos del sistema: hosts, contraseñas, servicios, etc.
- Ejemplo de `nsswitch.conf`

```
hosts:          dns files
networks:       files
```

  indica que un host se busque primero en el DNS y en caso de fallo en el fichero `/etc/hosts`, mientras que una red se busca sólo en `/etc/networks`

3.4.2. Configuración de red en Ubuntu

La configuración de red mediante ficheros en Ubuntu 18.04 ha cambiado mucho. Ahora usa un entorno conocido como `netplan`. Las opciones de configuración más comunes son:

Opción	Ejemplo	Descripción
addresses	[192.168.1.2/24, 192.168.8.10/28]	lista de IPs
gateway4	192.168.1.1	pasarela IPv4
gateway6	FDEC::1	pasarela IPv6
dhcp4	true	usar DHCP para IPv4
dhcp6	false	no usar DHCP para IPv6

El fichero a configurar es `/etc/netplan/01-network-init.yaml`. Por ejemplo, para una configuración estática:

```
network:
  version: 2
  ethernet:
    ens3:
      addresses: [192.168.1.10/24]
      gateway4: 192.168.1.1
      nameservers:
        search: [usc.es,  etse.usc.es]
        addresses: [8.8.8.8, 8.8.7.7]
      optional: true
```

Validamos la configuración (para detectar errores) y la aplicamos:

```
$ netplan try
$ netplan apply
```

En el caso de que queramos configuración por DHCP (podemos obtener los datos DHCP con el comando `netplan ip leases ens3`):

```
network:
  version: 2
  ethernet:
    ens3:
      addresses: []
      dhcp4: true
      optional: true
```

Por último, podemos delegar la responsabilidad de configuración de la red en *NetworkManager*. En este caso el contenido del fichero será:

```
network:
  version: 2
  renderer: NetworkManager
```

3.4.3. Configuración de DHCP

DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*) permite configurar automáticamente la red de los sistemas a partir de un servidor DHCP

- La información de IPs, DNS, etc. se mantiene centralizada en el servidor
- Al iniciarse, los clientes se conectan al servidor (por broadcast) y cargan su configuración

Configuración del servidor

- en el fichero `/etc/default/isc-dhcp-server` debemos especificar el interfaz por el que servimos DHCP
- El fichero `/etc/dhcp/dhcpd.conf` indica la configuración. Ejemplo:

```
# Nombre de Dominio que vamos a dar a todos los clientes
option domain-name "midominio.com";

# Servidores de Nombres que vamos a indicar a los clientes
option domain-name-servers 10.0.2.3, 193.144.75.9;

# Tiempo por defecto que dura una asignación
default-lease-time 600;
```

```
# Duración máxima de una asignación
max-lease-time 7200;

# Máscara de red que vamos a dar a todos los clientes
option subnet-mask 255.255.255.0;

# Rango de IPs a repartir, dirección de broadcast y gateway
subnet 192.168.0.0 netmask 255.255.255.0 {
  range 192.168.0.10 192.168.0.200;
  option broadcast-address 192.168.0.255;
  option routers 192.168.0.1;
}

# Configuramos un host concreto
host marte {
  hardware ethernet 52:54:00:12:34:70;
  fixed-address 192.168.0.201;
}
```

- si utilizamos nombres para alguna máquina (como `pasarela.midominio.com`) la IP debe ser accesible (por DNS o `/etc/hosts`)
- en `/var/lib/dhcp/dhcpd.leases` están las IPs asignadas

Configuración del cliente

Para que el cliente obtenga los datos de DHCP usar:

```
# dhclient eth0
```

- Un comando similar es `pump`
- Para que el cliente se configure en el inicio debemos modificar el fichero de configuración de red (en Debian, el fichero `/etc/network/interfaces`):

```
auto eth0
iface eth0 inet dhcp
```

3.4.4. Comandos de configuración de red

Los comandos clásicos más importantes para configurar la red son:

- `ifconfig`: configuración del interfaz de red

- `route`: configuración de rutado
- `netstat`: información de la red

Debe tenerse en cuenta que la configuración mediante `ifconfig` y `route` no se mantiene al reiniciar el sistema.

Comando `ifconfig`

Muestra y configura una interfaz de red:

```
$ /sbin/ifconfig eth0
eth0   Link encap:Ethernet  HWaddr 00:12:43:A6:05:5C
       inet addr:193.144.84.77  Bcast:193.144.84.255  Mask:255.255.255.0
       inet6 addr: fe80::211:43ff:fea6:55c/64 Scope:Link
       UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
       RX packets:1035446 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
       TX packets:1053062 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
       collisions:0 txqueuelen:1000
       RX bytes:196973192 (187.8 MiB)  TX bytes:270128587 (257.6 MiB)
```

- En las tres primeras líneas se muestran las direcciones hardware (Ethernet), IP e IPv6, así como las máscaras y la dirección de broadcast.
- La cuarta línea indica que el interface está activado (UP) y funcionando (RUNNING) y que soporta *broadcast* y *multicast*.
- MTU es el máximo tamaño de las tramas medido en bytes (1500 bytes para las tramas Ethernet) y la métrica indica que hay que atravesar un interface.
- Las dos siguientes líneas indican el número de paquetes recibidos y transmitidos, así como el número de errores que se han producido.
- *txqueuelen* es la longitud de la cola de transmisión medida en bytes
- En la última línea se muestra el número de bytes recibidos y transmitidos
- Sintaxis:

  `ifconfig [`*`opciones`*`] [`*`interfaz`*`] [`*`configuración`*`] [up|down]`

- Opciones de visualización:
  - `-a` muestra todas las interfaces, incluso las inactivas, que por defecto no se muestran

- En las opciones de configuración se indica entre otras cosas la IP, máscara de red y dirección de broadcast:

```
# ifconfig eth0 193.144.84.77 netmask 255.255.255.0 \
      broadcast 193.144.84.255 up
```

- `ifconfig` permite también configurar el estado del interfaz, por ejemplo, cambiar el MTU, poner modo promiscuo, activar/desactivar ARP, cambiar su dirección hardware (si el dispositivo lo permite), etc.

```
# ifconfig eth0 mtu 2000
# ifconfig eth0 promisc
# ifconfig eth0 -arp
# ifconfig eth0 hw ether 52:54:00:12:34:56
```

- ver el manual de `ifconfig` para más información

Otros comandos relacionados

Otros comandos de configuración de interfaz son:

- `ifup/ifdown` activan/desactivan un interfaz de red

```
# ifdown eth0
```

- `iwconfig` configura un interfaz wireless

```
# iwconfig eth1 essid "Mi Red"
```

- `ip` muestra y modifica dispositivos y rutas
  - Alternativa a `ifconfig`, `route` y `netstat`
  - Más potente y complejo

Comando `route`

Permite modificar la tabla de routing, mostrando, añadiendo o borrando rutas

- muestra las rutas definidas
- permite añadir/borrar rutas estáticas
- permite definir un gateway de salida por defecto para conectarnos al exterior
- permite configurar el sistema para que actúe como un `router`

Mostrar una tabla de routing

Se usa `route [-n]` (equivale a `netstat -r`)

```
$ /sbin/route
Destination  Gateway      Genmask        Flags Metric Ref Use Iface
default      10.0.2.2     0.0.0.0        UG    0      0     0 eth0
172.16.0.0   172.16.0.1   255.255.255.0  UG    1      0     0 eth1
192.168.0.0  *            255.255.255.0  U     0      0     0 eth1
```

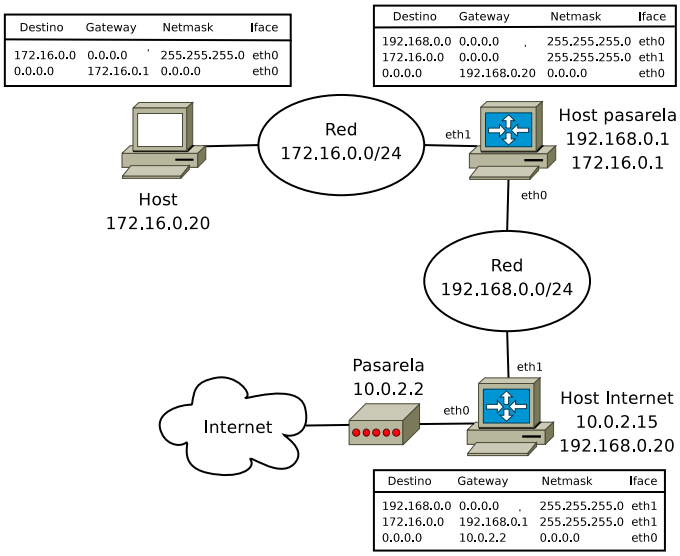
- Opciones:
  - `-n` usa direcciones IP en vez de nombres
- Los flags indican el estado de la ruta
  - `U` la ruta es accesible (Up)
  - `H` el destino es una estación (Host). Si este flag no está presente podemos asumir que el destino es una red.
  - `G` la ruta usa una pasarela (Gateway). Si este flag no está presente podemos asumir que se trata de un destino directamente conectado.
  - `D` la ruta fue creada dinámicamente por un demonio de encaminamiento (RIP, ODPF, ...) o un mensaje ICMP de redirección
  - `M` la ruta fue modificada dinámicamente
  - `!` ruta rechazada
- De las siguientes columnas, algunas no se usan
  - `Metric` distancia (normalmente en saltos) al destino
  - `Ref` número de referencias a la ruta (no usado en Linux)
  - `Use` número de consultas para la ruta

Añadir/borrar rutas estáticas

Se usa

```
route [add|del] [default] [-net|-host] target [netmask
Nm] [gw Gw] [opciones] [[dev] If]
```

Ejemplo: suponer que tenemos la configuración del dibujo, y queremos crear la tabla de rutas para el host Internet



- Añadir una ruta para la red 172.16.0.0/24, usando como pasarela en host con IP 192.168.0.1

```
route add -net 172.16.0.0 netmask 255.255.255.0 gw 192.168.0.1
```

- Añadir la ruta por defecto

```
route add default gw 10.0.2.2
```

Nota: El interface al que se asigna la ruta no es necesario indicarlo si no existe ambigüedad, aunque también se puede hacer.

- El host pasarela tiene que permitir routing entre sus interfaces; pasa eso debemos activar el *ip_forward*:

```
echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward
```

Otras opciones de configuración

Linux permite otras opciones para configurar la red, como definir alias de IP o configurar opciones sobre el tráfico

Opciones de IP

Linux permite configurar diversas opciones sobre el tráfico IP

- Algunas de las opciones son:

  - `ip_forward` permite (1) o prohibe (0) el routing entre interfaces (por defecto 0)
  - `ip_default_ttl` el tiempo de vida por defecto de los paquetes (por defecto 64 ms)
- algunos de estos estas opciones tienen un 0 (opción desactivada) o un 1 (opción activada). Otros pueden tener un valor
- los cambios pueden hacerse de varias formas:
  - Temporalmente, con la variable del directorio `/proc/sys/net/ipv4`

    ```
    # echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward
    ```
  - Temporalmente, con el comando `sysctl`
  - De forma permanente escribiendo en el fichero `/etc/sysctl.conf`

    ```
    net.ipv4.ip_forward=1
    ```

Información de la red: comando `netstat`

`netstat` muestra todo tipo de conexiones de red y estadísticas

- Formato:

  `netstat [`*tipo de información*`] [`*opciones*`]`
- Algunos tipos de información:
  - Sin parámetros muestra la lista de sockets abiertos

```
$ netstat
Active Internet connections (w/o servers)
Proto Recv-Q Send-Q Local Address Foreign Address State
tcp     0      0    jumilla:58946 aiff:telnet     ESTABLISHED
tcp     0      0    jumilla:43658 ulla:1301       ESTABLISHED
tcp     0      0    jumilla:35346 cesga:ssh       ESTABLISHED
tcp     0      0    jumilla:ssh   ulla:1688       LAST_ACK
tcp     0      0    jumilla:ssh   teneguia:35161  CLOSE_WAIT
Active UNIX domain sockets (w/o servers)
Proto RefCnt Flags Type   State     I-Node Path
unix  8      [ ]   DGRAM            15368  /dev/log
unix  2      [ ]   DGRAM            194110 @/org/kernel/udev/udevd
unix  2      [ ]   STREAM CONNECTED 15671  @/tmp/.X11-unix/X0
```

Los valores de estado indican lo siguiente:

- `ESTABLISHED` hay una conexión establecida
- `LISTEN` socket a la espera de solicitudes de conexión
- `CLOSE` socket cerrado
- `SYN_SENT`, `SYN_RECV` inicio de una conexión
- `FIN_WAIT1`, `FIN_WAIT2`, etc, en proceso de desconexión
- `UNKNOWN`, estado del socket desconocido

Por defecto se muestra todo tipo de sockets. Otras opciones:

- `-t|--tcp`, `-u|--udp`, `-r|--raw` muestra solo sockets de ese tipo.
- `-i` información de interfaces (igual que `iconfig`)
- `-r` información de rutas (igual que `route`)
- `-n` información numérica para hosts y puertos en vez de nombres

- Estadísticas
  - `-s` muestra estadísticas para todo tipo de protocolo

```
Ip:
    37529 total packets received
    2 with invalid addresses
    0 forwarded
    0 incoming packets discarded
    37527 incoming packets delivered
    40521 requests sent out
    44 outgoing packets dropped
Icmp:
    93 ICMP messages received
    0 input ICMP message failed.
    ...
Tcp:
    1089 active connections openings
    0 passive connection openings
    2 failed connection attempts
    150 connection resets received
    7 connections established
    28102 segments received
    29440 segments send out
```

```
    ...
Udp:
    8886 packets received
    427 packets to unknown port received.
    0 packet receive errors
    6725 packets sent
...
```

Otros comandos de red

Comando `ping`

- Muestra la disponibilidad de conexión y la velocidad de transmisión con un host remoto:

```
$ ping 193.144.84.1
PING 193.144.84.1 (193.144.84.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 193.144.84.1: icmp_seq=1 ttl=255 time=0.420 ms
64 bytes from 193.144.84.1: icmp_seq=2 ttl=255 time=0.396 ms
64 bytes from 193.144.84.1: icmp_seq=3 ttl=255 time=0.368 ms
```

- `ping` envía paquetes ICMP (*ECHO_REQUEST*) al destino y espera respuesta, midiendo el RTT
- muchos firewalls bloquean el tráfico ICMP por lo que el `ping` no funciona

Algunas opciones:

- `-b` permite `ping` a una dirección de broadcast
- `-c` *`COUNT`* envía solo *`COUNT`* paquetes
- `-s` *`packetsize`* especifica el tamaño del paquete (por defecto 56 bytes)

Comando `traceroute`

- Muestra la ruta que sigue un paquete hasta llegar a destino

```
$ traceroute www.elpais.es
traceroute to a17.akamai.net (130.206.192.32), 30 hops max, 40 byte p
 1  rutfis (193.144.64.1) 1.070 ms 0.688 ms 0.927 ms
 2  * * *
```

```
3  10.56.5.1 (10.56.5.1) 57.463 ms 2.021 ms 1.923 ms
4  193.144.79.72 (193.144.79.72) 2.507 ms 16.280 ms 2.080 ms
5  GE2-0-0.EB-Santiago0 (130.206.204.21) 25.681 ms 2.068 ms 1.965 ms
6  GAL.SO2-0-0.EB-IRIS4 (130.206.240.33) 10.959 ms 10.665 ms 10.710 ms
7  130.206.220.59 (130.206.220.59) 20.277 ms 10.781 ms 10.470 ms
8  a130-206.akamai.com (130.206.192.32) 11.011 ms 23.482 ms 12.185 ms
```

- `traceroute` envía paquetes UDP y utiliza el campo TTL de la cabecera IP para limitar el número de routers por los que puede pasar el paquete
- cada vez que el paquete pasa por un router el tiempo de vida disminuye
- cuando un router obtiene un tiempo de vida igual a cero devuelve un mensaje ICMP TIME_EXCEEDED al host que envió el paquete
- a continuación al programa incrementa en una unidad el tiempo excedido para obtener el siguiente router
- los sistemas que no envian mensajes de tiempo excedido aparecen `*`
- si los firewalls bloquean el tráfico ICMP no veremos nada
- otros programas similares:
  - `traceproto`: permite especificar el protocolo a usar (TCP, UDP, ICMP) y el puerto a tracear (por defecto 80)
  - `tcptraceroute`: envía paquetes TCP SYN para evitar problemas con firewalls

Comandos `host` y `dig`

- Permiten obtener la dirección IP de un sistema a partir del nombre o viceversa:

```
$ host www.elpais.es
www.elpais.es is an alias for elpais.es.edgesuite.net.
elpais.es.edgesuite.net is an alias for a1749.g.akamai.net.
a1749.g.akamai.net has address 130.206.192.38
a1749.g.akamai.net has address 130.206.192.32
```

- `nslookup` está desaprobado (*deprecated*) y no se recomienda su uso

Comando `arp`

- `arp` manipula la cache de ARP:
  - muestra la tabla ARP
  - borra entradas
  - añade entradas manualmente

Ejemplo:

```
# arp
Address                  HWtype  HWaddress           Flags Mask  Iface
almansa.dec.usc.es       ether   00:0D:56:6F:E6:90   C           eth0
193.144.84.1             ether   00:E0:63:93:26:E5   C           eth0
teneguia.dec.usc.es      ether   00:C0:4F:A1:5D:89   C           eth0
```

- Flag: `C` dirección completa, `M` dirección añadida manualmente

Algunas opciones:

- `-d` ***`hostname`*** borra las entradas para el host especificado
- `-s` ***`hostname hw_addr`*** añade manualmente una entrada para el host especificado con la dirección hardware indicada

Comando `mii-tool`

- Permite ver y/o configurar el estado de la unidad MMI (*Media Independent Interface*) de la tarjeta de red
  - Ethernet usa MII para autonegociar la velocidad de enlace y el modo duplex

```
# mii-tool -v eth0
eth0: negotiated 100baseTx-FD flow-control, link ok
  product info: vendor 00:08:18, model 16 rev 0
  basic mode:   autonegotiation enabled
  basic status: autonegotiation complete, link ok
  capabilities: 100baseTx-FD 100baseTx-HD 10baseT-FD 10baseT-HD
  advertising:  100baseTx-FD 100baseTx-HD 10baseT-FD 10baseT-HD
  link partner: 100baseTx-FD 100baseTx-HD 10baseT-FD 10baseT-HD
# mii-tool --force=100baseTx-HD eth0
# mii-tool  eth0
eth0: 100 Mbit, half duplex, link ok
```

- Comando parecido (más complejo): `ethtool`

3.5. Automatización de tareas

En esta sección veremos la utilización de comandos que permiten automatizar tareas repetitivas

1. Tareas que se deben ejecutar en momentos concretos o de forma periódica:
   - `at`, `batch` permiten ejecutar trabajos a una hora específica o bajo determinadas condiciones
   - `cron` permite correr trabajos a intervalos regulares
2. Herramientas para automatizar la configuración de servidores

3.5.1. Tareas periódicas

Comando `at`

Permite indicar el momento en que se quiere ejecutar un trabajo

- Sintaxis:

  `at [`*`opciones`*`]` *TIME*

- Al ejecutar `at` pasamos a un nuevo prompt, que nos permite introducir comandos que se ejecutarán a la hora indicada
  - para salvar el trabajo y salir `CTRL-D`
  - al terminar, la salida estándar se envía como un mail al usuario (si está instalado un agente de correo)
  - el trabajo se ejecuta mientras el sistema esté encendido a la hora indicada
- Ejemplo:

```
$ at 11:45
warning: commands will be executed using /bin/sh
at> ls /tmp > lista
at> env DISPLAY=:0 zenity -info -text="Hola"
at> <EOT>
job 4 at Wed Nov 16 11:45:00 2005
```

- *TIME* puede especificarse de varias formas:

- `HH:MM` por ejemplo `12:54`
- `HH:MMAM/PM`, por ejemplo `1:35PM`
- `HH:MM MMDDYY`, por ejemplo `1:35PM 122505`
- `now + numero unidades`, donde `unidades` puede ser `minutes`, `hours`, `days`, o `weeks`

```
$ at now+2hours
```

- `today`, `tomorrow`, por ejemplo `12:44tomorrow`
- `midnight` (00:00), `noon` (12:00), `teatime` (16:00)

Comandos relacionados

- `atq` lista los trabajos pendientes del usuario
  - si es el superusuario, lista los trabajos de todos los usuarios
- `atrm` borra trabajos identificados por su número de trabajo
- `batch` ejecuta trabajos cuando la carga del sistema es baja
  - el trabajo empieza en cuanto la carga caiga por debajo de 1.5
  - la carga se obtiene del fichero `/proc/loadavg`

Procesos periódicos, `cron`

Para crear trabajos que se ejecuten periódicamente se utilizan el demonio `cron` y el comando `crontab`

- Sintaxis que permite editar, modificar o borrar un trabajo:

```
crontab [-u usuario] {-e|-l|-r}
```

- Opciones:
  - `-e` edita o crea nuevos trabajos
  - `-l` muestra los trabajos
  - `-r` borra los trabajos
  - `-u usuario` para operar como otro usuario (solo root)
- Sintaxis utilizando un fichero previamente escrito:

```
crontab [-u usuario] fichero
```

Los trabajos se especifican en un fichero que puede tener tres tipos de líneas:

- Comentarios, que empiezan por `#`
- Definición de variables (si es necesario), de tipo *`nombre = valor`*

```
# shell usada para ejecutar los comandos
SHELL=/bin/bash
# Usuario al que se envía (por mail) la salida del comando
# (por defecto, se envían al propietario del fichero)
MAILTO=pepe
```

- Especificación del trabajo y hora de ejecución, de la siguiente forma:

`minuto hora día mes día_semana comando`

  - el día de la semana de 0 a 7 (0 ó 7 domingo)
  - `*` indica cualquier valor
  - se pueden indicar rangos, listas o repeticiones:
    - `1-5` para indicar de lunes a viernes
    - `0,15,30,45` para indicar cada 15 minutos
    - `0-23/2` en el campo hora indica realizar cada dos horas en todo el rango de horas (0, 2, 4, etc.)

- Ejemplos:

  - Borra el `/tmp` todos los días laborables a las 4:30 am

```
30 4 * * 1-5 rm -rf /tmp/*
```

  - Escribe la hora, cada 15 minutos, durante la noche:

```
0,15,30,45 0-8,20-23 * * * echo Hora: $(date) >> /tmp/horas
```

Además, el administrador puede crear scripts que se ejecuten con periodicidad horaria, diaria, semanal y mensual

- sólo tiene que colocar esos scripts en los directorios

```
/etc/cron.hourly
/etc/cron.daily
/etc/cron.weekly
/etc/cron.monthly
```

- estos ficheros suelen ser de mantenimiento del sistema
- la ejecución de estos scripts se controla en el fichero `/etc/crontab` (entre otras cosas se indica la fecha y hora concreta, que es común)
- estos scripts también pueden ejecutarse con `anacron` si está instalado (véase a continuación)

Cron está pensado para sistemas funcionando 24/7

- Si el sistema está apagado a la hora de una acción cron, esa iteración no se realiza
- Problema en sistemas de sobremesa y/o domésticos

Solución complementaria: **Anacron**

Anacron

Ejecuta asíncronamente tareas periódicas programadas

- Al iniciarse el sistema comprueba si hay tareas periodicas pendientes (que no se realizaron por estar el sistema apagado)
- De ser así, espera un cierto retardo y las ejecuta

Fichero de configuración: `/etc/anacrontab`

período retardo id_del_trabajo comando

- El período se especifica en días (o como `@monthly`) y el retardo en minutos:

```
1        5   cron.daily   run-parts /etc/cron.daily
7        10  cron.weekly  run-parts /etc/cron.weekly
@monthly 15  cron.monthly run-parts /etc/cron.monthly
```

- En este ejemplo, cada día, los scripts en `cron.daily` se ejecutan 5 minutos después de iniciar el anacron, cada 7 días (10 minutos de espera), se ejecutan los scripts en `cron.weekly` y cada mes (15 minutos) los de `cron.monthly`

Limitaciones de anacron

- Solo para uso del administrador
- Solo permite períodos de días (no vale para tareas que se deban ejecutar varias veces al día)

3.5.2. Automatización de la configuración

Programas que permiten automatizar la gestión de la configuración de servidores en redes complejas

- La configuración se indica de forma centralizada
- Los diferentes servidores se configuran según lo indicado
- Liberan al administrador de tener que configurar manualmente los diferentes sistemas

Una comparativa en Wikipedia

Ejemplos más populares (open-source):

- Puppet: utiliza un lenguaje declarativo para describir la configuración de los sistemas
- Chef: Utiliza un Ruby para escribir "recetas" con la configuración de los sistemas

Sincronización de ficheros y clonado: `rsync`, `pdsh`, `unison`, Partimage, Clonezilla, SystemImager, rsnapshot, etc. (más ejemplos de sincronización y clonado)

Comando `rsync`

Comando de sincronización clásico, rápido y versátil

- sólo copia los ficheros modificados, preservando el propietario, grupo, modo y fechas de modificación
- eficiente, sólo transmite las diferencias entre ficheros
- funciona sobre `ssh` y puede utilizarlo cualquier usuario
- no usa fichero de configuración: funciona de forma similar a `rcp`
- permite excluir ficheros de forma similar al comando `tar`
- ejemplo:

```
# rsync -av /home/tomas maquina1:/tmp
```

- ver la página de manual de `rsync` para más detalles

Comando `pdsh`

Permite mandar comandos a un grupo de hosts en paralelo

- usa un algoritmo paralelo de "ventana deslizante" para reducir el número de sockets abiertos en origen
- permite copias en paralelo con los comandos `pdcp` (copia de uno a muchos) y `rpdcp` (copia de muchos a uno)
- ejemplo, copia /etc/hosts a los hosts foo0, foo4 y foo5:

```
# pdcp -w foo[0-5] -x foo[1-3] /etc/hosts /etc
```

- ver la página de manual de `pdsh` y `pdcp` para más detalles

Unison

Aplicación para sincronizar ficheros y directorios entre sistemas

- puede sincronizar entre sistemas Windows y UNIX
- no requiere permisos de root
- permite sincronización en los dos sentidos
- las transferencias se optimizan usando una versión de `rsync`
- tiene un interfaz gráfico sencillo
- para ver un tutorial de uso, hacer:

```
$ unison -doc tutorial
```

Imágenes del sistema

Herramientas que nos permiten obtener imágenes completas del sistema para sincronización de ficheros o réplicas (clones)

Partimage salva particiones completas a un fichero de imagen

- permite recuperar la partición completa en caso de errores
- permite realizar clones de un PC

Clonezilla aplicación opensource para hacer clones masivos

- permite hacer clones de múltiples PCs (40 o más) simultáneamente

- puede usar multicast para distribuir las imágenes
- basado en DRBL (*Diskless Remote Boot in Linux*) y Partclone

SystemImager herramienta para automatizar la instalación de Linux y la distribución de software en una red de PCs (usado en clusters, granjas de servidores o redes en general)

3.6. Copias de seguridad

Realizar copias de seguridad es una de las tareas más importantes del administrador del sistema

- Es casi inevitable que se produzcan pérdidas de información, debido a, entre otras causas:
  - deterioro o borrado accidental por parte de un usuario autorizado
  - ataque intencionado por parte de personas no autorizadas
  - fallo del software o el hardware
  - incendio, robos, y desastres naturales, etc.
- es imprescindible poder recuperar la información perdida

En esta sección veremos los comandos básicos para realizar copias de seguridad en UNIX/Linux; para más información:

- Backup & Recovery, W. Curtis Preston, O'Reilly, 2007
- Linux System Administrators Guide: Capítulo 12, Backups

3.6.1. Estrategias para las copias de seguridad

Una buena estrategia para copias de seguridad debe tener las siguientes características:

- Ser fácil de usar, preferiblemente si totalmente automática
- Eficiencia y rapidez:
  - compromiso entre el tiempo de backup y el tiempo de recuperación
- Facilidad de restauración

- Capacidad de verificar las copias
  - difícil si el sistema está siendo usado continuamente
- Tolerancia a fallos en los medios de almacenamiento (cintas, etc.)
  - necesidad de mantener al menos dos copias de los backups completos del sistema
  - al menos una de las copias debe almacenarse en otro sitio
- Portabilidad
  - posibilidad de recuperar la información en diferentes sistemas

Componentes de las copias de seguridad

Hay básicamente tres componentes que intervienen en una copia de seguridad:

- Los medios de almacenamiento: cintas, discos, etc.
- El programa de copia: los comandos que mueven los datos de los discos a los medios
- El planificador: decide que información se copia y cuando

Medios de almacenamiento: Dispositivos donde se guarda la información; los más populares son:

- Cintas, por ejemplo cartuchos LTO de varios TBs (p.e. 6 TB en LTO-7 o 8.5 TB en StorageTek T10000D)
- Silos robotizados para grandes infraestructuras
- Discos duros externos, pocos TB por unidad
- Discos ópticos (DVDs, Blue-Ray), hasta 128 GB por disco con BDXL (write once)
- Backup en la nube: capacidad “ilimitada”, problemas de tiempo de acceso y problemas legales

Programa de copia: Se encarga de copiar los ficheros seleccionados en el medio de almacenamiento; dos mecanismos básicos

- Basado en imagen: accede al disco a bajo nivel
  - normalmente copias más rápidas, pero mas lento restaurar ficheros individuales
  - programas específicos para diferentes filesystems
  - comandos de este tipo son `dump` y `dd`
- Fichero a fichero
  - acceden a los ficheros a través de llamadas al SO
  - copias más lentas, pero restauración de ficheros individuales más simple
  - un comando de es tipo es `tar`

El planificador: Decide cuándo realizar el backup (mediante cron o similar) y cuánta información copiar

Tipos de backup:

Completo se salva toda la información del sistema

Parcial sólo se salva la información más importante y difícil de recuperar (ficheros de usuario, de configuración, directorios de correo, web, etc.)

Diferencial se salvan los ficheros modificados desde el último backup completo

- los backups son más grandes que en el caso incremental
- para restaurar sólo necesitamos el backup completo y el último diferencial

Incremental sólo se salvan los ficheros modificados desde el último backup completo o incremental

- la copia de seguridad necesita menos tiempo y espacio
- para restaurar los datos necesitaremos el último backup completo y todos los incrementales

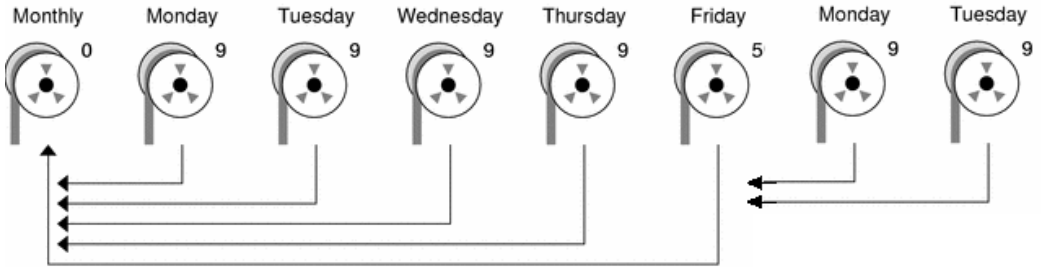
Al backup completo se le asigna el nivel 0, mientras que un backup de nivel i contiene solo las diferencias respecto al previo más cercano j de nivel inferior ($j < i$).

Planificación de los backups

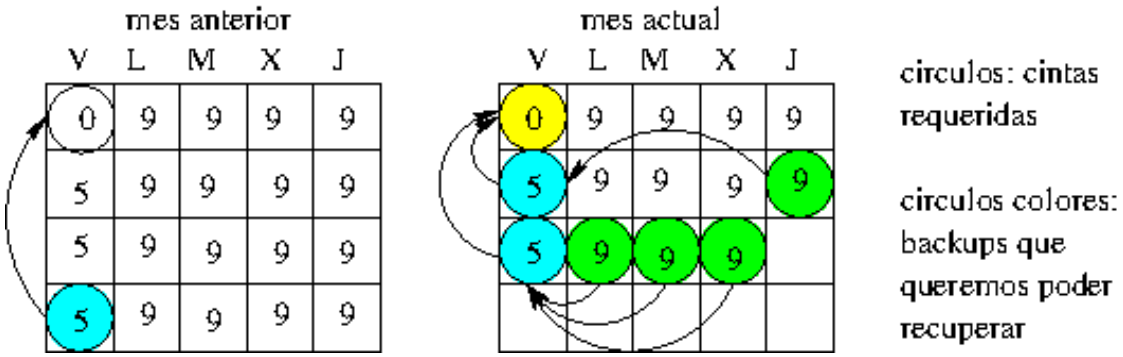
Podemos seguir diferentes estrategias a la hora de planificar los backups. A modo de ejemplo, supongamos que:

- Los backups se hacen de lunes a viernes y supondremos meses de 4 semanas (28 días por mes).
- Queremos ser capaces de recuperar cualquier versión diaria de la última semana (de los últimos 5 días laborables) y cualquier versión semanal del último mes.

Ejemplo 1: backup mensual de nivel 0, semanal de nivel 5 y diario de nivel 9, siendo los dos últimos diferenciales (los diarios diferenciales con respecto al último semanal y los semanales diferenciales con respecto al mensual).



- En este ejemplo se podrían haber usado otros números en el rango 1-9 para producir los mismos resultados. La clave es usar el mismo número cuatro días a la semana, con cualquier número menor el día restante (para el backup semanal). Por ejemplo, se podría haber especificado los niveles {4, 4, 4, 4, 2} o {7, 7, 7, 7, 5}. Además, el día de la semana en el cual se hace el backup semanal es irrelevante.
- Este esquema necesita de diez cintas: dos para el nivel 0, tres para el nivel 5 y cuatro para el nivel 9. Un caso que requiere todas las cintas se muestra a continuación:

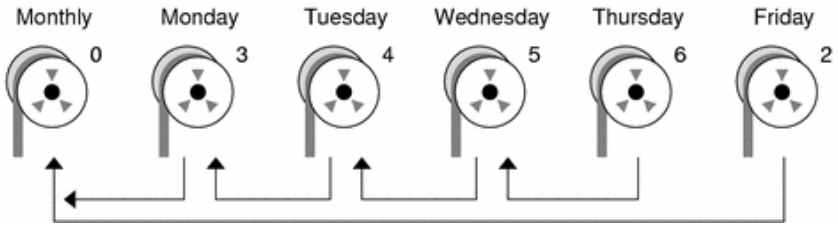


Se necesitan dos cintas de nivel 0, puesto que si solo tuviéramos una, cada vez que hagamos un backup completo perderíamos toda la información de los backups anteriores.

Como las cintas de niveles 5 y 9 contienen información diferencial con respecto al backup de nivel previo (0 y 5, respectivamente), no dependen de ninguna otra cinta de su mismo nivel y por tanto no es necesario duplicarlas.

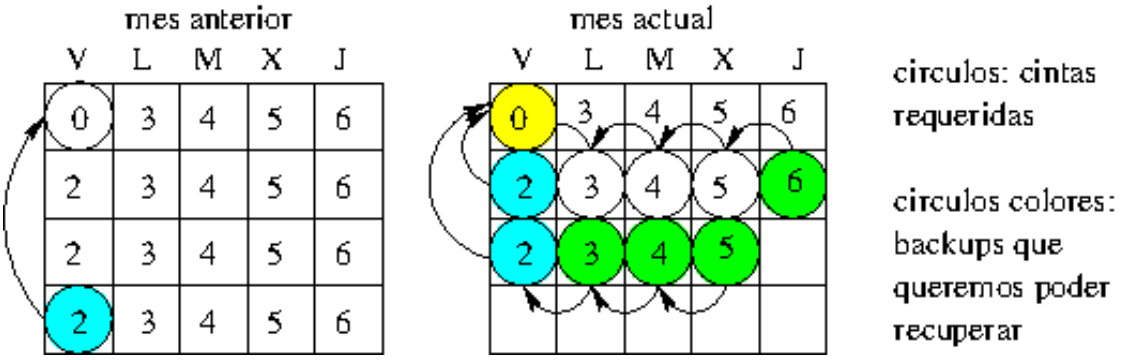
- Para restaurar necesitamos las últimas cintas de nivel 0, 5 y 9.

Ejemplo 2: backup mensual de nivel 0, semanal diferencial de nivel 2 e incrementales diarios de niveles 3, 4, 5 y 6.



- En este ejemplo se podría haber usado la secuencia {6, 7, 8, 9 seguida de 2}, o {5, 6, 7, 8 seguido de 3}. Los números no tienen un significado propio, si no que lo obtienen al ordenarlos en una secuencia especificada, como se describe en los ejemplos.

- Necesita al menos 12 cintas, dos de nivel 0, tres de nivel 2 y siete para los niveles diarios. Un caso que requiere de todas las cintas se muestra a continuación:



- para restaurar necesitamos en orden: las últimas cintas de niveles 0 y 2 y las diarias desde el último viernes de forma consecutiva

3.6.2. Comandos básicos

Veremos los comandos básicos para hacer backups en UNIX

Comandos `dump` y `restore`

Comandos más comunes para copias de seguridad

- comandos originales de BSD UNIX
- dependen del tipo de *filesystem*

Comando `dump`: Hace copias de un sistema de ficheros entero, con las siguientes características:

- Pueden ser copias multivolumen
- Puede salvar todo tipo de ficheros (incluidos ficheros de dispositivo)
- Los permisos, propietarios y fechas de modificación son preservados
- Puede realizar copias incrementales
- También puede usarse para salvar ficheros individuales (no es lo usual)

El formato en general es:

`dump [-nivel] [`*`opciones`*`] [`*`ficheros_a_salvar`*`]`

- Nivel de backup, un entero entre 0-9:
  - 0 implica backup completo
  - mayor que 0 implica copiar sólo los ficheros nuevos o modificados desde el último backup de nivel inferior
  - la información sobre los backups realizados se guarda en el fichero `/var/lib/dumpdates` si se especifica con la opción `-u`, lo cual es casi siempre necesario para restaurarlos
- Algunas opciones:
  - `-f` especifica el dispositivo o fichero donde salvar la copia
  - `-u` actualiza el fichero `/var/lib/dumpdates` después de una copia correcta
  - `-z`, `-j` usa compresión con `gzip` o `bzip2`, respectivamente

- Ejemplo: backup de nivel 0 en la cinta */dev/st0* de la partición `/home`

```
# dump -0 -u -f /dev/st0 /home
```

- Ejemplo: backup en una máquina remota usando `ssh` como transporte

```
# export RSH=ssh
# dump -0u -f sistema_remoto:/dev/st0 /home
```

Comando `restore`: Restaura ficheros salvados por `dump`

- Formato:

```
restore acción [opciones] [ficheros_a_recuperar]
```

- Acciones principales:
  - `r` restaura la copia completa
  - `t` muestra los contenidos de la copia
  - `x` extrae sólo los ficheros indicados
  - `i` modo interactivo
    - permite ver los ficheros de la copia
    - con `add` indicamos los ficheros a extraer y con `extract` los extraemos
    - usar `?` para ayuda
- Algunas opciones:
  - `-f` especifica el dispositivo o fichero de la copia
  - `-a` no pregunta de que volumen extraer los ficheros (lee todos los volúmenes empezando en 1)
- Ejemplo: restaurar el backup de `/dev/st0`

```
# restore -rf /dev/st0
```

- Ejemplo: restaurar el backup desde un sistema remoto

```
# export RSH=ssh
# restore -rf sistema_remoto:/dev/st0
```

- Ejemplo: restaurar sólo un fichero

```
# restore -xaf /dev/st0 fichero
```

Fichero `restoresymtable`: Se crea cuando se restaura un filesystem completo, en el directorio donde se restaura

- Contiene información sobre el sistema restaurado
- Puede eliminarse una vez finalizada la restauración

Comando `tar` (Tape ARchiver)

Permite almacenar varios ficheros en uno sólo, manteniendo la estructura de directorios (ya lo hemos tratado el Tema 2)

- Ejemplos

```
# Crea un archivo comprimido con gzip del contenido de /etc
$ tar zcvf copia.tar /etc
# Extrae el fichero passwd de copia.tar
$ tar zxvf copia.tar etc/passwd
```

Comando `dd`

Comando de copia y conversión de ficheros

- Sintaxis.

  `dd [if=`*`fichero_entrada`*`] [of=`*`fichero_salida`*`] [opciones]`

- Ejemplo de copia de una partición de disco a fichero

```
dd if=/dev/sda3 of=/tmp/fichero.imagen
```

- Ejemplo de copia de un cierto número de bytes

```
# bs indica el tamaño del bloque y count el número de bloques
$ dd if=/dev/urandom of=fichero.random bs=1024 count=4
```

- Ejemplo ignorando un error de lectura (opción `noerror`)

```
# Crea una copia de imagen de una partición
$ dd if=/dev/sda5 of=disco.img
# Monta la imagen en un directorio para acceder a los datos
$ mount -o loop disco.img /mnt/disco
# Extrae los datos de una cinta con error
$ dd conv=noerror if=/dev/st0 of=/tmp/bad.tape.img
```

Comando `mt`

Permite la manipulación directa de la unidad de cinta

- Sintaxis.

  `mt [-f` *`unidad_de_cinta`*`] operación [`*`número`*`]`

- Algunas operaciones:
  - `stat(us)` muestra el estado de la unidad de cinta
  - `rew(ind)` rebobina la cinta hasta el principio
  - `ret(ension)` alisa y da tensión a la cinta (rebobina hasta el principio, luego hasta el final y nuevamente al principio)
  - `erase` borra la cinta entera
  - `fsf`/`bsf` se avanza/retrocede el *`número`* de archivos especificado
  - `eom` salta hasta el final de parte grabada

3.6.3. Otras aplicaciones de backups, sincronización y clonado

Existen otras aplicaciones y/o comandos que permiten hacer backups: Amanda, Bacula, Flexbackup, rdiff-backup, DAR, BackupPC, UrBackup, Backupninja, Burp, duplicity, safekeep, etc. (más ejemplos de software de backup)

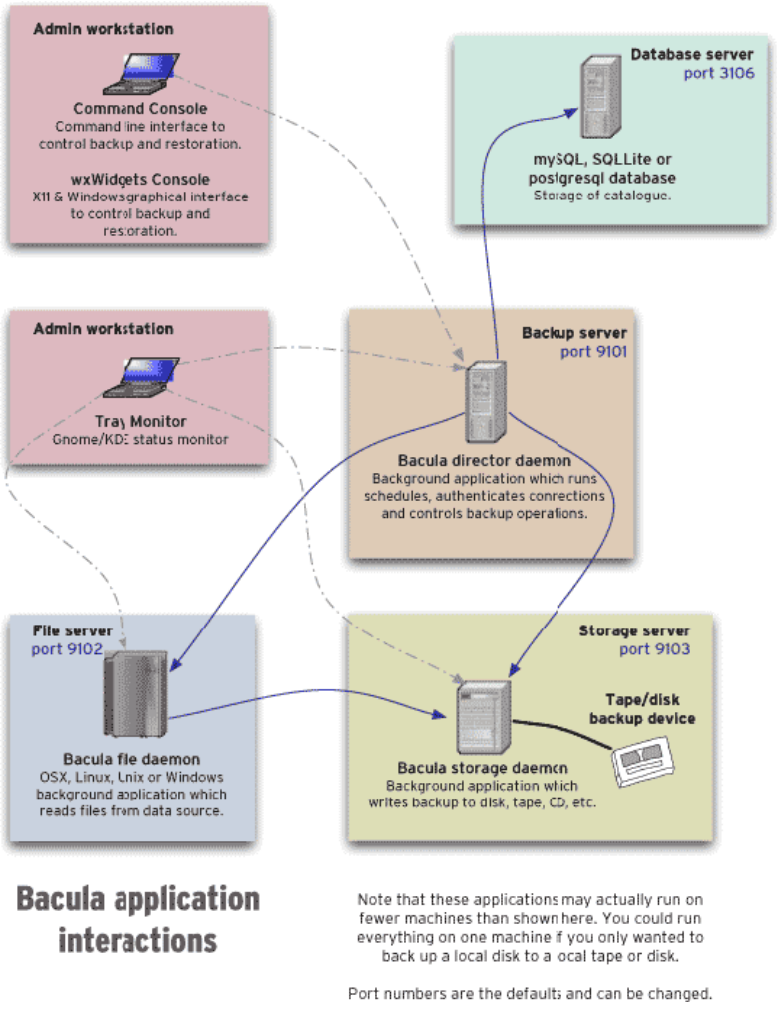
Amanda

`Amanda`: *Advanced Maryland Automatic Network Disk Archiver*

- Sofisticado sistema de backup en red
- Permite hacer copias de seguridad de todas las máquinas de una LAN a una unidad de cinta en un servidor
- Está disponible en la mayoría de los UNIX y soporta muchos tipos de medios de backup
- Puede hacer uso de SAMBA para copias de sistemas Windows NT
- Se basa en `dump` y `tar`
- Para más información, ver wiki.zmanda.com

Bacula

- Sofisticado sistema de backup en red con diseño modular
- Permite hacer copias de seguridad de todas las máquinas de una LAN a diferentes medios de backups (cinta, disco,...)
- Soporta MySQL, PostgreSQL o SQLlite para el catálogo
- Hace backups de sistemas UNIX, Linux y Windows
- Para más información, ver blog.bacula.org/documentation o la sección 10.8 del libro *UNIX and Linux System Administration Handbook*, Evi Nemeth et al, 4ª ed.



Flexbackup

Flexbackup Herramienta de backup flexible para instalaciones de pequeño y medio tamaño

- Más simple de configurar y utilizar que `Amanda` para sitios con un número no muy alto de sistemas
- Usa distintos formatos de archivo: `dump`, `afio`, `GNU tar`, `cpio`, `zip`, etc.
- Permite backups completos e incrementales, como `dump`
- Permite backups remotos a través de `rsh` o `ssh`
- Para más información, ver flexbackup.sourceforge.net

rdiff-backup

rdiff-backup copia un directorio en otro, permitiendo copias remotas

- Hace una copia exacta de los directorios (*mirror*), guardando las propiedades de los ficheros (propietario, permisos, etc.)
- Guarda las diferencias entre copias de los ficheros para poder recuperar un fichero antiguo (*incremental*)
- Sólo transmite las diferencias de los ficheros (similar a `rsync`)
- Para más información ver www.nongnu.org/rdiff-backup

DAR

DAR *Disk ARchiver* comando para hacer backups de árboles de directorios y ficheros

- Permite copiar un filesystem entero a un archivo
- Permite hacer backups completos y diferenciales
- Permite hacer copias multivolumen:
  - divide en archivo en varios ficheros (*slices*) parando antes de crear cada nuevo *slice*
  - interesante para hacer copias CD o DVD
- Más información en: dar.linux.free.fr

BackupPC

BackupPC solución de alto rendimiento para backups de sistemas GNU/Linux, WinXX y MacOSX PCs a un servidor o NAS

- No necesita software en el cliente
- Obtiene los backups mediante SAMBA, tar sobre ssh/rsh/nfs o rsync
- Compresión opcional
- Interfaz web para el administrador
- Más información en: backuppc.sourceforge.net/info.html

UrBackup

UrBackup sistema cliente/servidor para GNU/Linux y/o Windows

- Backups completos o incrementales
- Salva particiones completas o directorios
- Configurable desde el servidor o los clientes
- Interfaz web para el administrador
- Más información en: http://www.urbackup.org/documentation.html

Capítulo 4

Servicios básicos de servidor a cliente

Introducción

Dos tipos de servicios:

1. Servicios de Internet:
   - Servicios de ejecución remota: telnet, ssh
   - Servicios de transferencia de ficheros: ftp, sftp
   - Servicio de DNS
   - Servicio de Proxy
   - Servicio de correo electrónico: SMTP, POP, ...
   - Servicio Web
2. Servicios de intranet
   - Sistemas de ficheros de red (NFS)
   - Servicio de información de red (NIS)
   - Servicio de directorio (LDAP)
   - Compartición Windows/Linux (Samba)

Los servicios de DNS, Web, Proxy y e-mail se tratan en la asignatura Administración Avanzada de Sistemas e Redes

4.1. Acceso remoto y transferencia de ficheros

Permiten acceder a un sistema remoto y transferir ficheros de/hacia este sistema

- Aplicaciones clásicas
  1. `telnet` (*TELetype NETwork*) permite conectarnos a otros ordenadores de la red como terminal remoto
  2. `ftp` (*File Transfer Protocol*) permite intercambiar ficheros entre distintos ordenadores de la red
- Problema: la información se transfiere en claro
- El uso de `telnet` y `ftp` se desaconseja
- Reemplazarlos por `ssh`, `sftp`, `scp`
  1. `ssh` (*Secure Shell*) permite conectarnos a otro sistema encriptando toda la información
  2. `scp`, `sftp` permiten la transferencia de ficheros de forma encriptada
     - `scp` similar a `cp` y `sftp` similar a `ftp`

4.1.1. SSH

SSH: Shell seguro

- Permite comunicarnos de forma segura con un servidor remoto
  - Permite abrir sesiones (`ssh`) o transferir ficheros (`sftp` o `scp`)
  - Reemplazo de `rlogin`, `telnet` o `ftp`
  - Todos los datos viajan encriptados
  - Dos versiones SSH-1 y SSH-2:
    - Recomendable SSH-2
    - Versión open-source OpenSSH
- Paquetes Debian:
  - Ciente: `openssh-client`
  - Servidor: `openssh-server`

Modos de autenticación mediante SSH

SSH soporta 4 modos de autenticación:

1. Host remoto mediante lista. Si el nombre del host remoto desde el cual un usuario se conecta al servidor está listado en los ficheros del servidor `~/.rhosts`, `~/.shosts`, `/etc/hosts.equiv` o `/etc/shosts.equiv` el usuario remoto puede entrar sin contraseña
   - Método absolutamente desaconsejado
   - Deshabilitado por defecto
2. Host remoto mediante clave. Igual que el anterior pero la clave pública del host remoto debe aparecer en el servidor en `/etc/ssh_known_hosts` o `~/.ssh/known_hosts`
   - No demasiado seguro (si el host remoto se ve comprometido, el servidor local queda comprometido)
   - Deshabilitado por defecto
3. Usuario mediante clave pública. La clave del usuario remoto se coloca en el servidor `~/.ssh/authorized_keys`
   - El usuario remoto debe tener acceso a su clave privada
   - Permitido por defecto
4. Usuario mediante contraseña (modo por defecto)
   - Menos seguro que el anterior
   - Permitido por defecto

Las opciones para permitir o prohibir los modos de acceso se encuentran en el fichero de configuración del servidor: `/etc/ssh/sshd_config`

Protocolos SSH

Existen dos versiones del protocolo SSH, denominadas 1 y 2. La versión 1 hace uso de muchos algoritmos de cifrado patentados (algunas de estas patentes han expirado) y es vulnerable a un agujero de seguridad que potencialmente permite a un intruso insertar datos en la corriente de comunicación. Cuando se inicia una conexión se prueba primero el protocolo 2, pero si falla, se intenta con el protocolo 1 si este no se encuentra deshabilitado en el fichero de configuración del servidor.

Opciones de configuración del servidor

Otras opciones en `/etc/ssh/sshd_config`

Opción	Defecto	Significado
Port	22	Puerto (puede ser interesante cambiarlo)
Protocol	2,1	Protocolo aceptado (más seguro sólo 2)
ListenAddress	Todas	Dirección local aceptada para conexión
PermitRootLogin	`no`	Permite acceder a root
X11Forwarding	`no`	Permite ejecutar aplicaciones gráficas en el servidor

Para más opciones `man sshd_config`

Opciones para el cliente

Ficheros de configuración del cliente: `/etc/ssh/ssh_config` o `~/.ssh/config`

- Algunas de estas opciones se pueden especificar en el momento de ejecutar el comando, p.e.

```
$ ssh -p port servidor # Indica otro puerto
$ ssh -X servidor # Permite aplicaciones gráficas
```

- En el fichero de configuración se especifican opciones para los comandos `ssh`, `scp` o `sftp`

Opción	Defecto	Significado
Hosts		Host para los que se aplican las opciones (`*` implica todos)
Port	22	Puerto por defecto
Protocol	2,1	Protocolo usado por defecto
Cipher[s]		Mecanismos de cifrado usados
ForwardX11	`no`	Permite ejecutar aplicaciones gráficas del servidor en el cliente

Para más opciones `man ssh_config` y `man ssh`

Hosts conocidos

La primera vez que nos conectamos a un servidor, SSH nos pregunta si queremos añadirlo a la lista de hosts conocidos (`~/.ssh/known_hosts`):

```
The authenticity of host 'server.usc.es (216.9.132.134)' can't be established.
RSA key fingerprint is 53:b4:ad:c8:51:17:99:4b:c9:08:ac:c1:b6:05:71:9b.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no)? yes
Warning: Permanently added 'server.usc.es' (RSA) to the list of known hosts.
```

Si en una conexión posterior a la misma máquina la clave no coincide, no se permitirá la conexión y SSH nos devolverá el mensaje:

```
@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@
@    WARNING: REMOTE HOST IDENTIFICATION HAS CHANGED!     @
@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@
IT IS POSSIBLE THAT SOMEONE IS DOING SOMETHING NASTY!
```

Si estamos seguros de que no se trata de un ataque, podemos arreglarlo eliminado la clave del host antiguo con `ssh-keygen -R host` o simplemente borrando el fichero `~/.ssh/known_hosts` (aunque así perdemos todas las claves de hosts almacenadas).

Generación de claves públicas/privadas

Se utiliza el comando:

```
ssh-keygen [-t tipo]
```

Donde *tipo* puede ser `rsa` para la versión 1 del protocolo y `rsa` o `dsa` para la versión 2, entre otras. La salida del comando es la siguiente:

```
Generating public/private dsa key pair.
Enter file in which to save the key (/home/user/.ssh/id_dsa):
Enter passphrase (empty for no passphrase):
Enter same passphrase again:
Your identification has been saved in /home/user/.ssh/id_dsa.
Your public key has been saved in /home/user/.ssh/id_dsa.pub.
The key fingerprint is:
93:58:20:56:72:d7:bd:14:86:9f:42:aa:82:3d:f8:e5 user@usc.es
```

- El comando nos pregunta por una frase de longitud arbitraria para almacenar las claves generadas, que debe ser diferente a la contraseña del usuario.
- El comando nos genera dos ficheros, una clave pública (con sufijo `.pub`) y una clave privada.
- La razón por la que se utiliza un fichera de claves es para aumentar la seguridad de la sesión SSH al no utilizar la contraseña del sistema.

Instalación de la clave pública en el servidor

La instalación de la clave pública en un host remoto puede realizarse mediante un comando o de forma manual. Mediante un comando:

- `ssh-copy-id user@servidor.usc.es`
- Ahora podemos conectarnos al servidor escribiendo la frase que hemos puesto.

De forma manual:

1. Incluimos el fichero `~/.ssh/id_dsa.pub` (o `id_rsa.pub`) en el fichero del servidor `~/.ssh/authorized_keys`
2. Cambiamos los permisos del fichero que hemos copiado:

```
chmod 700 ~/.ssh
chmod 600 ~/.ssh/authorized_keys
```

Agente de autentificación

- `ssh-agent`
  - Mantiene en memoria la clave privada
  - Evita tener que escribir la *passphrase* cada vez que usemos ssh
  - Habitualmente, si entramos en X11 se activa automáticamente
  - Tecleamos (como usuario): `eval $(ssh-agent)`
- `ssh-add`
  - Añade las claves privadas al agente
  - Pueden añadirse múltiples claves. En una conexión se prueban las diferentes claves hasta que coincide
  - Tecleamos `ssh-add`
  - El agente nos pide la frase y una vez introducida nos responde con

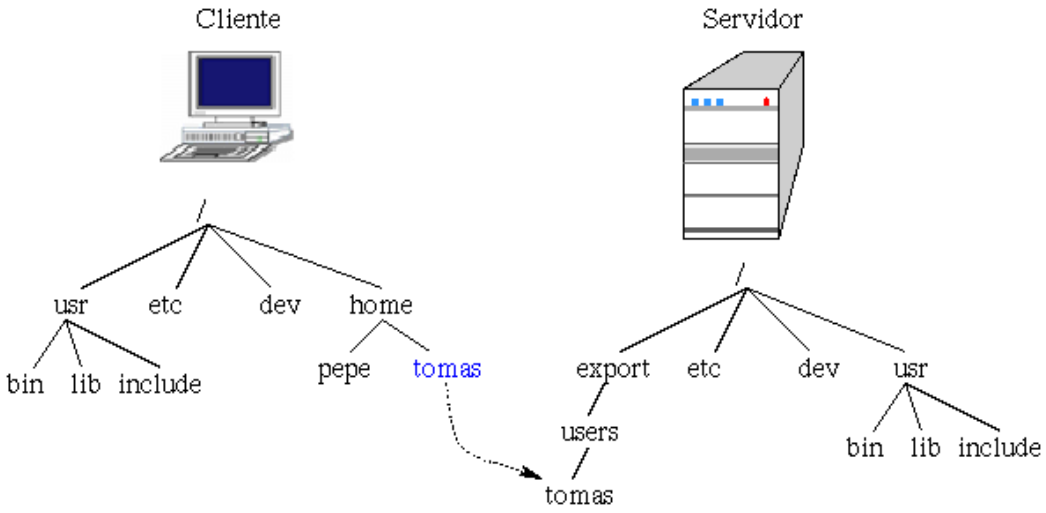
    `Identity added: /home/user/.ssh/id_dsa`
  - A partir de ahora podemos entrar en el servidor sin teclear ni la contraseña ni la frase.
  - Por defecto añade los ficheros `~/.ssh/id_rsa`, `~/.ssh/id_dsa` y `~/.ssh/identity`, pidiendo las correspondientes *passphrases*

4.2. Sistemas de ficheros de red (NFS)

NFS (*Network File System*) permite compartir sistemas de ficheros en la red

- Introducido por Sun MicroSystems en 1985, y soportado por todos los Unixes
- NFSv4 incorpora estado: servidor y clientes mantienen información sobre ficheros abiertos y locks
- También incorpora un mecanismo complejo de recuperación de caídas
- Comunicación mediante TCP (v4)
- NFSv4 usa autenticación basada en Kerberos
- Dos tipos de servidores en Linux:
  - servidor en espacio de usuario: más lento y con problemas
  - servidor en modo kernel: más rápido, menos características (versión por defecto)

Ejemplo de funcionamiento:



Para más información:

- Capítulo 18 (*The Network File System*) del libro "Unix and Linux System Administration Handbook" (4a ed.), Evi Nemeth et.al.
- Linux NFS-HOWTO
- nfs.sourceforge.net

4.2.1. Servidor NFSv4

Veremos como instalar un servidor y un cliente NFSv4 en Debian. Los pasos son los siguientes:

- Instalar los paquetes y reiniciar el servicio
- Configurar los directorios a exportar: `/srv/nfs4`
- Escribir el fichero de configuración: `/etc/exports`
- Comando para realizar la exportación: `exportfs`
- Mostrar los directorios exportados: `showmount`

Instalación del servicio

- Los paquetes a instalar son: `nfs-kernel-server` y `nfs-common` (este último suele estar instalado por defecto)
- El servicio se inicia con:

```
# systemctl start nfs-kernel-server
```

Configuración de directorios

- Los directorios a exportar de NFSv4 por el servidor deben residir en un directorio, donde se montan con la opción `--bind`. Por ejemplo para incluir `/home` entre los directorios a exportar por el servidor:

```
# mkdir /srv/nfs4
# mkdir /srv/nfs4/home
# mount --bind /home /srv/nfs4/home/
```

- La opción `bind` permite remontar un directorio en otro punto
  - Para que este montado permanezca entre arranques, añadir al `fstab` la siguiente línea:

```
#(filesystem) (mount point) (tipo) (opc.) (dump) (pass)
/home       /srv/nfs4/home/  none   bind     0      0
```

Fichero `/etc/exports` en NFSv4

```
#Directorios a exportar | red que puede acceder(opciones)
/srv/nfs4 192.168.2.0/24(rw,sync,fsid=0,crossmnt,no_subtree_check,no_root_squash)
/srv/nfs4/home  192.168.2.0/24(rw,sync,no_subtree_check,no_root_squash)
```

Opciones de la exportación:

- `rw/ro` exporta el directorio en modo lectura/escritura o sólo lectura
- `sync` modo síncrono: requiere que todas las escrituras se completen antes de continuar; es opción por defecto
- `async` modo asíncrono: no requiere que todas las escrituras se completen; más rápido, pero puede provocar pérdida de datos en una caída
- `fsid=0` designa este path como la raíz de los directorios exportados por NFSv4
- `crossmnt` permite que los directorios debajo del raíz se muestren adecuadamente (alternativamente, se puede poner la opción `nohide` en cada uno de esos directorios)
- `subtree_check/no_subtree_check` con `subtree_check`, si se exporta un subdirectorio (no un filesystem completo) el servidor comprueba que el fichero solicitado por el cliente esté en el subdirectorio exportado; con `no_subtree_check` (opción por defecto) se deshabilita ese chequeo
- `no_root_squash` permite al administrador del sistema remoto escribir y hacer modificaciones en el filesystem (no recomendado)
- Para más opciones `man exports`

Actualización

- Cada vez que se modifica este fichero se debe ejecutar el comando `exportfs` para actualizar el servidor

  ```
  # exportfs -ra
  ```

  - ver `man exportfs` para opciones del comando
- A continuación reiniciamos el servicio

  ```
  # systemctl restart nfs-kernel-server
  ```

Comprobar que funciona y mostrar los directorios exportados

- `showmount` muestra información de un servidor NFS: directorios que exporta, directorios montados por algún cliente y clientes que montan los directorios

  ```
  # showmount --exports localhost
  ```

- Podemos ver las estadísticas del servidor NFS con

  ```
  nfsstat
  ```

4.2.2. Cliente NFS

El cliente NFS en Linux está integrado en el nivel del Sistema de Ficheros Virtual (VFS) del kernel. Para la instalación:

1. Instalar (si no está ya instalado) el paquete `nfs-common`
2. Montar los directorios remotos con `mount -t nfs4`, o añadir una entrada en `fstab`
   - Ejemplo de uso con `mount` (IP servidor NFS 192.168.2.1):

     ```
     # mkdir /mnt/home
     # mount -t nfs4 192.168.2.1:/home /mnt/home
     ```

   - Ejemplo de entrada en `fstab`

     ```
     #(server:dir) (mount point) (tipo) (opc.) (dump) (pass)
     192.168.2.1:/home  /mnt/home  nfs4  rw,auto   0    0
     ```

   - Automount se usa frecuentemente con NFS (ver la sección del apartado 3.2.4, *Montado de los sistemas de ficheros: Autofs*)

Opciones particulares de montado con NFS:

- `hard` el programa accediendo al sistema de ficheros remoto se colgará cuando el servidor falle; cuando el servidor esté disponible, el programa continuará como si nada (opción más recomendable)
- `soft` cuando una petición no tiene respuesta del servidor en un tiempo fijado por `timeo=`*t* el cliente devuelve un código de error al proceso que realizó la petición (puede dar problemas)
- Para ver más opciones, ver `nfs(5)`

Para ver los directorios NFSv4 montados en el cliente:

```
mount -t nfs4
```

4.3. Compartición Linux-Windows: Samba

Samba permite a un sistema UNIX conversar con sistemas Windows a través de la red de forma nativa

- el sistema Unix aparece en el "Entorno de red" de Windows
- los clientes Windows pueden acceder a sus recursos de red e impresoras compartidas
- el sistema UNIX puede integrarse en un dominio Windows, bien como Controlador Primario del Dominio (PDC) o como miembro del dominio

Veremos una configuración "básica" de Samba; para saber más:

1. The Samba Homepage
2. The Official Samba-3 HOWTO and Reference Guide
3. The Unofficial Samba HOWTO
4. The Linux Samba-OpenLDAP Howto
5. Using Samba, 2nd Edition, O'Reilly & Associates
6. Integración de redes con OpenLDAP, Samba, CUPS y PyKota
7. Curso de Integración de Sistemas Linux/Windows

4.3.1. Funcionamiento de Samba

Samba implementa los protocolos NetBIOS y SMB

- NetBIOS: protocolo de nivel de sesión que permite establecer sesiones entre dos ordenadores
- SMB (*Server Message Block*): permite a los sistemas Windows compartir ficheros e impresoras (llamado *Common Internet File System*, CIFS por Microsoft)

Samba ofrece los siguientes servicios

- Servicios de acceso remoto a ficheros e impresoras
- Autenticación y autorización
- Servicio de resolución de nombres

4.3.2. Instalación básica de Samba

Veremos una instalación básica de Samba en nuestro sistema Debian:

- permitirá desde un Windows acceder a los directorios de usuarios

Instalación de los paquetes

El paquete básico a instalar es `samba` que incluye los demonios de Samba

- instala también el paquete `samba-common`, que incluye utilidades como `smbpasswd` y `testparm`

Otros paquetes de Samba son:

- `smbclient` herramientas para el cliente Samba: permiten a un usuario de un sistema Unix conectarse a recursos SMB y listar, transferir y enviar ficheros
- `smbfs` sistema de ficheros SMB para Linux: permite montar un recurso SMB ofrecido por un servidor SMB (un sistema Windows o un servidor Samba) en un directorio local
- `swat` *Samba Web Administration Tool* utilidad para configurar Samba de forma local o remota utilizando un navegador web
- `winbind` permite al sistema UNIX resolver nombres y grupos desde un servidor Windows

Sólo instalaremos `samba` y `samba-common`

- la instalación nos pide un nombre de Grupo de Trabajo/Dominio
  - indicar un nombre, que debemos usar en el sistema Windows

4.3.3. Configuración de Samba

La configuración de Samba se realiza en el fichero `/etc/samba/smb.conf`

- establece las características del servidor Samba, así como los recursos que serán compartidos en la red

Ejemplo sencillo:

```
[global]
  workgroup = MIGRUPO
[homes]
  comment = Home Directories
[pub]
  path = /espacio/pub
```

Estructura del fichero `smb.conf`

El fichero `/etc/samba/smb.conf` se encuentra divido en secciones, encabezados por una palabra entre corchetes

- En cada sección figuran opciones de configuración, de la forma `etiqueta = valor`, que determinan las características del recurso exportado por la sección
- Existen tres secciones predefinidas: `global`, `homes` y `printers`
- Otras secciones (como `pub` en el ejemplo anterior) definen otros recursos para compartir

Secciones predefinidas:

`[global]` define los parámetros de Samba a nivel global del servidor, por ejemplo, el programa utilizado para que un usuario pueda cambiar su clave (`passwd program`)

`[homes]` define automáticamente un recurso de red por cada usuario conocido por Samba; este recurso, por defecto, está asociado al directorio *home* del usuario en el ordenador en el que Samba está instalado

`[printers]` define un recurso compartido por cada nombre de impresora conocida por Samba

Niveles de Seguridad

Samba ofrece dos modos de seguridad, correspondientes a los dos modos de compartición de recursos ya vistos

- Modo *share*: cada vez que un cliente quiere utilizar un recurso ofrecido por Samba, debe suministrar una contraseña de acceso asociada a dicho recurso
- Modo *user*: el cliente establece una sesión con el servidor Samba (mediante usuario y contraseña); una vez Samba valida al usuario, el cliente obtiene permiso para acceder a los recursos ofrecidos por Samba

El nivel de seguridad se especifica con la opción `security`, la cual pertenece a la sección `[global]`

```
security = share | user | server | domain | ADS
```

Los niveles `user`, `server`, `domain` y `ADS` corresponden todos ellos al modo de seguridad `user`

- Nivel `user`: el encargado de validar al usuario es el sistema Unix donde Samba se ejecuta; es necesario que existan los mismos usuarios y con idénticas contraseñas en los sistemas Windows y en el servidor Samba
- Nivel `server`: Samba delega la validación del usuario en otro ordenador, normalmente un sistema Windows 2000 (método no recomendado)
- Nivel `domain`: el ordenador en el que se delega la validación debe ser un Controlador de Dominio (DC), o una lista de DCs; el sistema Samba actúa como miembro de un dominio
- Nivel `ADS`: en Samba-3 permite unirse a un dominio basado en Active Directory como miembro nativo

El modo por defecto es `user`

4.3.4. Otros comandos Samba

La suite Samba incluye otros comandos, como son:

- `testparm` permite chequear el fichero `smb.conf` para ver si es correcto
- `net` herramienta básica para administrar Samba y servidores SMB remotos; funciona de forma similar al comando `net` de DOS
- `smbpasswd` permite cambiar la contraseña usada en las sesiones SMB; si se ejecuta como root también permite añadir y borrar usuarios del fichero de contraseñas de Samba
- `smbstatus` muestra las conexiones Samba activas
- `smbclient` permite a un usuario de un sistema Unix conectarse a recursos SMB y listar, transferir y enviar ficheros

4.4. Servicio de directorio: LDAP

LDAP: Protocolo Ligero de Acceso a Directorios (*Lightweight Directory Access Protocol*)

- Protocolo de red para consulta y modificación de datos de directorios X.500

    - Opera directamente sobre TCP/IP
    - Actualmente, la mayoría de servidores de directorio X.500 incorporan LDAP como uno de sus protocolo de acceso
- Diferentes implementaciones del protocolo LDAP
    - Microsoft Server Active Directory
    - NetIQ eDirectory
    - Oracle Internet Directory
    - IBM Security Directory Server
    - Apache Directory Server
    - 389 Directory Server
    - Red Hat Directory Server
    - OpenLDAP
- Más información sobre LDAP
    1. LDAP Linux HOWTO
    2. Sección 19.3 del libro "Unix and Linux System Administration Handbook" (4a ed.)
    3. IBM RedBooks: Understanding LDAP - Design and Implementation
    4. Recursos, ayudas, ...: ldapman.org

4.4.1. OpenLDAP

- Implementación *open source* del protocolo LDAP
- Basado en software desarrollado en la Universidad de Michigan
- Incluye cuatro componentes principales
    - `slapd` - demonio LDAP stand-alone (servidor)
    - `slurpd` - demonio de replicación y actualización de LDAP
    - librerías que implementan el protocolo LDAP
    - utilidades, herramientas, y clientes básicos
- Más información sobre la configuración de OpenLDAP en el OpenLDAP Administrator's Guide

4.4.2. Modelo de datos de LDAP

Un directorio es una base de datos optimizada para lectura, navegación y búsqueda

- la información se almacena de manera jerárquica
- generalmente no se soportan transacciones complejas ni sistemas de recuperación
- las actualizaciones son cambios simples
- proporcionan respuestas rápidas a grandes volúmenes de búsquedas
- el directorio puede estar replicado y/o distribuido entre varios sistemas (p.e. DNS)

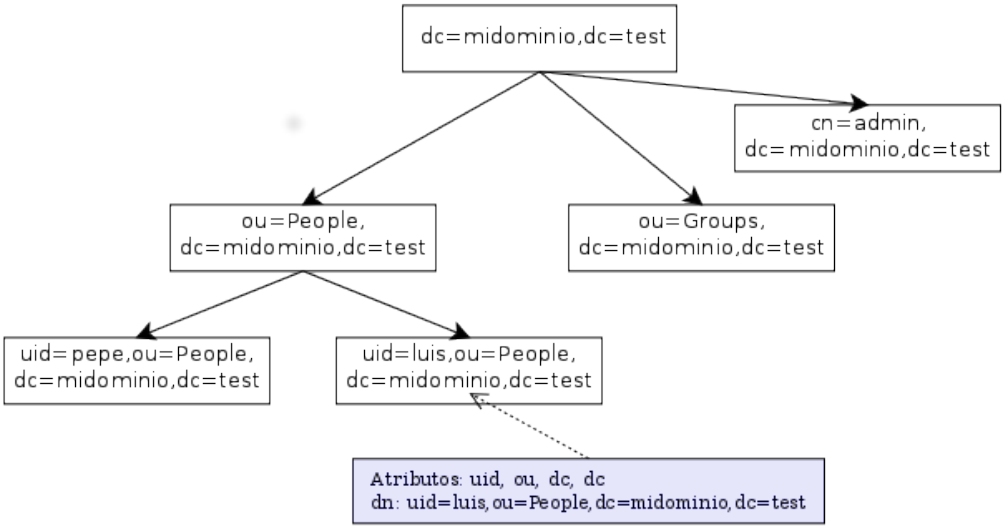
LDAP organiza el directorio como una estructura jerárquica de entradas (nodos) en forma de árbol

- Cada nodo debe poseer un nombre único: *nombre distintivo* o `dn` (*distinguished name*), que identifica de forma unívoca a cada objeto en la base de datos
- Cada nodo se caracteriza por un conjunto de atributos, algunos de los cuales forman parte del `dn`
  - por ejemplo: `dn: uid=pepe,ou=people,dc=midominio,dc=test`
  - los atributos son normalmente palabras nemotécnicas, como:

`uid` (identificador de usuario)	`ou` (organization unit)
`dc` (*domain component*)	`cn` (*common name*)
`c` (*country*)	`o` (*organization*)

  - los atributos pertenecen a clases, las cuales definen diferente tipo de información: clases para personas, para equipos, administrativas, etc.
  - las clases se definen mediante ficheros de *esquema* (*schema*)

Ejemplo: árbol de usuarios y grupos en LDAP, basado en nombres de dominios de Internet:



- cada nodo puede tener varios atributos, p.e. el nodo *uid=pepe* podría tener los siguientes atributos:

```
dn: uid=pepe,ou=people,dc=midominio,dc=test
objectClass: account
cn: Jose Pena
sn: Pena
description: alumno
mail: pepe@midominio.test
```

- el formato en el que se muestran los atributos del objeto se denomina LDIF (*LDAP Data Interchange Format*)
  - formato de intercambio de datos para importar y exportar datos a un servidor LDAP

4.4.3. Instalación de un servidor LDAP

Describiremos como montar un servidor LDAP simple que nos permita la gestión de usuarios y grupos

- el servidor mantendrá la lista de usuarios y grupos del dominio
- en los clientes la autenticación de usuarios y los permisos se basará en el servidor LDAP

Instalación del servidor LDAP

- Instalar los paquetes:

  `slapd` (servidor OpenLDAP)

  `ldap-utils` (utilidades del paquete OpenLDAP: `ldapsearch`, `ldapadd`)

  - En la configuración, elegir una contraseña para el administrador del LDAP (no tiene que ser la contraseña de root del sistema)
  - Esto hace una instalación básica, tomando como `DN` base (*suffix*) el dominio DNS de nuestro sistema (lo que devuelve `dnsdomainname`)
  - También crea un administrador (cn=admin) de LDAP
  - Para cambiar la clave u otros parámetros se puede reconfigurar el paquete `slapd` con: `dpkg-reconfigure slapd`

- El comando `slapcat` permite ver la estructura creada

```
dn: dc=nombre,dc=apellido1,dc=apellido2
objectClass: top
objectClass: dcObject
objectClass: organization
o: nombre.apellido1.apellido2
...
```

- Ficheros de configuración:

  - Fichero de opciones del demonio `/etc/default/slapd`

    Permite, entre otras cosas, especificar las interfaces donde se desea que escuche ldap (por defecto, todas las interfaces usando TCP puerto 389, `URI ldap://389`). Si se modifica tenemos que reiniciar el servicio: `systemctl restart slapd`

  - Ficheros de configuración del servidor: `/etc/ldap/sldap.conf`

    Permite especificar la base por defecto, el servidor LDAP, etc.

Creación de la estructura de la base de datos

Crearemos una estructura para almacenar como nodos los grupos y usuarios del sistemas. Para ello necesitaremos tres ficheros:

1. Crear el siguiente fichero `base.ldif` en formato LDIF que generará los nodos de los que cuelguen los grupos y los usuarios:

```
# Definimos la estructura superior de LDAP
dn: ou=groups,dc=nombre,dc=apellido1,dc=apellido2
objectClass: organizationalUnit
ou: groups

dn: ou=people,dc=nombre,dc=apellido1,dc=apellido2
objectClass: organizationalUnit
ou: people
```

2. Crear un o más ficheros `group.ldif` que contengan los grupos que queramos incorporar a LDAP:

```
# Definimos el grupo empleados
dn: cn=empleados,ou=groups,dc=nombre,dc=apellido1,dc=apellido2
objectClass: top
objectClass: posixGroup
cn: empleados
gidNumber: 2000
```

   Este fichero define el grupo `empleados` con información similar a la aparece en el fichero `/etc/passwd`.

3. Por crearemos uno o más ficheros `people.ldif` que contengan los usuarios que queramos incorporar a LDAP:

```
# Definimos el usuario pepe
dn: cn=pepe,ou=people,dc=nombre,dc=apellido1,dc=apellido2
objectClass: top
objectClass: account
objectClass: posixAccount
objectClass: shadowAccount
cn: pepe
cn: Jose Pena
uid: pepe
uidNumber: 2000
gidNumber: 2000
userPassword: pepe
homeDirectory: /home/pepe
loginShell: /bin/bash
gecos: Jose Pena, Despacho 22,,
```

Este fichero define un usuario `pepe` con información similar a la aparece en el fichero `/etc/passwd`.

4. Añadiremos los nodos a la base de datos:

```
# ldapadd -x -D cn=admin,c=nombre,dc=apellido1,dc=apellido2 \
    -W -f base.ldif
# ldapadd -x -D cn=admin,c=nombre,dc=apellido1,dc=apellido2 \
    -W -f group.ldif
# ldapadd -x -D cn=admin,c=nombre,dc=apellido1,dc=apellido2 \
    -W -f people.ldif
```

   - `-x` autenticación simple sin SASL
   - `-D` nombre distintivo con el que nos conectamos a LDAP (ponemos el del administrador)
   - `-W` pide la contraseña de forma interaciva
   - `-f` fichero a cargar

5. Si todo es correcto, la salida debe ser:

```
adding new entry "ou=people,dc=nombre,dc=apellido1,dc=apellido2"
adding new entry "ou=groups,dc=nombre,dc=apellido1,dc=apellido2"
adding new entry "cn=empleados,ou=groups,dc=nombre,dc=apellido1,dc=apellido2"
adding new entry "cn=pepe,ou=people,dc=nombre,dc=apellido1,dc=apellido2"
```

6. También podemos leer los nodos a modo de comprobación:

```
# ldapsearch -x -b dc=nombre,dc=apellido1,dc=apellido2
# ldapsearch -x -b dc=nombre,dc=apellido1,dc=apellido2 ou=people
# ldapsearch -x -b dc=nombre,dc=apellido1,dc=apellido2 ou=group
```

7. Añadir una contraseña al usuario: puede hacerse directamente metiendo un campo `userPassword` en el fichero anterior, pero es preferible hacerlo mediante el comando `ldappasswd`

```
# ldappasswd -x cn=pepe,ou=people,dc=nombre,dc=apellido1,dc=apellido2 \
    -D cn=admin,dc=nombre,dc=apellido1,dc=apellido2 -W -S
```

8. Por último, también podemos querer instalar el servidor como cliente, por lo que debemos seguir los pasos indicados en la sección de instalación de un cliente

4.4.4. Instalación de un cliente LDAP

Describiremos como como configurar un cliente para que acceda a la información almacenada en el directorio de LDAP del servidor

Tres pasos:

1. Indicar en el fichero `/etc/ldap/ldap.conf` la información sobre el servidor LDAP y el URI
2. Instalar y configurar el *Name Service Switch* (fichero de configuración `/etc/nsswitch.conf`)
3. Instalar y configurar el módulo de autenticación (PAM, *Pluggable Authentication Modules*)

Configuración de LDAP

- Instalar el paquete `ldap-utils`.
- En el fichero `/etc/ldap/ldap.conf` debemos introducir la información del servidor LDAP:

```
BASE    dc=nombre,dc=apellido1,dc=apellido2
URI     ldap://172.23.20.1
```

- Comprobar que tenemos conexión con el servidor

```
ldapsearch -x -b dc=nombre,dc=apellido1,dc=apellido2
```

La salida nos deberá dar el grupo (*empleados*) y el usuario (*pepe*) introducidos.

Configurar el *Name Service Switch*

El NSS se encarga, entre otras, de realizar la correspondencia entre los números y nombres de usuario

- permite gestionar los permisos de acceso de usuarios a ficheros
- se configura a través del fichero `/etc/nsswitch.conf` (cuyo formato vimos en el tema 3)

Pasos:

1. En el fichero `nsswitch.conf` añadir la palabra `ldap` a las líneas `passwd`, `group` y `shadow`

```
passwd:    compat ldap
group:    compat ldap
shadow:    compat ldap
```

   - esto indica al NSS que busque la información primero en los ficheros locales y, si no la encuentra, en el servidor LDAP

Instalación de los módulos PAM

Como hemos comentado en el anterior tema, PAM (*Pluggable Authentication Module*) es una biblioteca de autentificación genérica que cualquier aplicación puede utilizar para validar usuarios, utilizando por debajo múltiples esquemas de autentificación alternativos (ficheros locales, Kerberos, LDAP, etc.)

1. Instalar los paquetes `libnss-ldap` y `libpam-ldap`
   - Como dependencia se instala también el paquete `nscd` (*Name Service Cache Daemon*)
   - Hace caché para los nombres leidos del servidor LDAP para aumentar la eficiencia
2. En la configuración indicar
   - URI: `ldap://172.23.20.1`
   - DN: `dc=nombre,dc=apellido1,dc=apellido2`
   - Versión de LDAP: 3
   - Cuenta LDAP para root:
     `cn=admin,dc=nombre,dc=apellido1,dc=apellido2`
   - La clave de LDAP.
3. En la reconfiguración podemos comprobar los datos que hemos introducido:

```
# dpkg-reconfigure ldap-utils
# dpkg-reconfigure libpam-ldap
# dpkg-reconfigure libnss-ldap
```

4. Para permitir al usuario cambiar su contraseña, editamos el fichero `/etc/pam.d/common-password` y en la línea

   ```
   password [success=1 user_unknown=ignore default=die] ...
       ... pam_ldap.so use_authtok try_first_pass
   ```

   borramos `use_authtok`.

5. Si queremos que el directorio de usuario se cree al entrar por primera vez en su cuenta, en vez de crearlos nosotros a mano, añadimos al final del fichero `/etc/pam.d/common-session` la línea:

   ```
   session optional pam_mkhomedir.so skel=/etc/skel umask=077
   ```

6. Por último, actualizamos PAM con el comando `pam-auth-update` y reiniciamos el cliente con `reboot`.

4.4.5. Configuración de LDAP con múltiples servidores

Podemos configurar varios servidores LDAP que mantengan imágenes sincronizadas de la información del directorio

- equilibran la carga de las consultas, y mejora la tolerancia a fallos

Esquema de maestro único y múltiples esclavos

- el *maestro* mantiene la copia principal sobre la que se hacen los cambios
  - si un cliente intenta hacer un cambio en un esclavo, este lo redirige automáticamente al maestro
- cada vez que se produce un cambio en el directorio del maestro, el servicio `slapd` escribe dicho cambio, en formato LDIF, en un fichero de log
- el demonio `slurpd` lee dichos cambios e invoca las operaciones de modificación correspondientes en todos los esclavos

Para configurarlo debemos hacer que el maestro y los esclavos partan de un estado de directorio común

- copiar manualmente la base de datos LDAP del maestro a todos los esclavos

En el maestro y en los esclavos debemos modificar el fichero `/etc/ldap/slapd.conf`

Maestro:

- añadir una directiva `replica` por cada esclavo, donde se indique el nombre del esclavo y una cuenta con permiso de escrtitura en el LDAP del esclavo (`bindn`)

```
replica uri=ldap://esclavo.nombre.apellido1.apellido2
   binddn="cn=Replicator,dc=nombre,dc=apellido1,dc=apellido2"
   bindmethod=simple credentials=CONTRASEÑA_PLANA
```

- indicar el fichero de log donde se guardan los cambios

```
replogfile   /var/lib/ldap/replog
```

Esclavo:

- añadir una línea `updatedn` indicando la cuenta con la que el servicio `slurpd` del servidor maestro va a realizar las modificaciones en la réplica del esclavo
- esa cuenta debe tener permisos de escritura en la base de datos del esclavo, y debe coindidir con la indicada en el campo `binddn` del maestro
- añadir una línea `updateref` para indicar al servidor esclavo que cualquier petición directa de modificación que venga de un cliente debe ser redireccionada al servidor maestro

```
updatedn   "cn=Replicator,dc=nombre,dc=apellido1,dc=apellido2"
updateref  ldap://maestro.nombre.apellido1.apellido2
```

Para más detalles ver: OpenLDAP Administrator's Guide: Replication with slurpd

4.4.6. Herramientas de administración de LDAP

Administrar LDAP desde línea de comandos resulta muy engorroso

- Se pueden programar scripts que nos hagan el trabajo. Por ejemplo:

  `https://www.server-world.info/en/note?os=Debian_9&p=openldap&f=2`

  `https://gist.github.com/plugandplay/1401980`

- Existen numerosas herramientas visuales que facilitan la gestión de LDAP. Algunas de ellas son:

1. `phpldapadmin` - interfaz basada en web para administrar servidores LDAP
2. `gosa` - herramienta de administración, basada en PHP, para gestión de cuentas y sistemas en LDAP
3. `ldap-account-manager` - webfrontend para gestión de cuentas en un directorio LDAP
4. `gq` - cliente LDAP basado en GTK+/GTK2 (bastante simple)
5. `cpu` - herramientas de gestión para consola: proporciona comandos tipo `useradd`/`userdel` para usar con LDAP