ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/323572500

# Administración de sistemas GNU/ Linux, 2016

**Book** · September 2016

CITATIONS
0

READS
386

**2 authors:**

Remo Suppi
Autonomous University of Barcelona
**93** PUBLICATIONS **279** CITATIONS
SEE PROFILE

Josep Jorba Esteve
Universitat Oberta de Catalunya
**77** PUBLICATIONS **505** CITATIONS
SEE PROFILE

**Some of the authors of this publication are also working on these related projects:**



individual-oriented simulations View project



Linux System Administration Books (Spanish, Catalan, English Books) View project

All content following this page was uploaded by Josep Jorba Esteve on 23 September 2019.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

# Administración de sistemas GNU/Linux

Josep Jorba Esteve
Remo Suppi Boldrito

PID_00238560

Material docente de la UOC

UOC
Universitat Oberta de Catalunya

**Josep Jorba Esteve**

Ingeniero Superior en Informática. Doctor ingeniero en Informática por la UAB. Profesor de los Estudios de Informática, Multimedia y Telecomunicaciones de la UOC, Barcelona.

**Remo Suppi Boldrito**

Ingeniero en Telecomunicaciones. Doctor en Informática por la UAB. Profesor del Departamento de Arquitectura de Computadores y Sistemas Operativos en la Universidad Autónoma de Barcelona.

Segunda edición: septiembre 2016
© Josep Jorba Esteve, Remo Suppi Boldrito
Todos los derechos reservados
© de esta edición, FUOC, 2016
Av. Tibidabo, 39-43, 08035 Barcelona
Diseño: Manel Andreu
Realización editorial: Oberta UOC Publishing, SL
Depósito legal: B-16.315-2016

*Se garantiza permiso para copiar, distribuir y modificar este documento según los términos de la GNU Free Documentation License, Version 1.3 o cualquiera posterior publicada por la Free Software Foundation, sin secciones invariantes ni textos de cubierta delantera o trasera. Pueden consultarse los términos de la licencia en http://www.gnu.org/licenses/fdl-1.3.html.*

# Introducción

Los sistemas GNU/Linux han alcanzado un grado de madurez significativa, que los hacen perfectamente válidos para su integración en cualquier ambiente de trabajo, ya sea desde el escritorio del PC personal, un elemento de movilidad (como tabletas o móviles), hasta el servidor de una gran organización o el conjunto de ellos integrados en una infraestructura de *cloud computing*.

El objetivo principal que nos proponemos es nuestra introducción al mundo de la administración de los sistemas GNU/Linux.

Aprenderemos cómo proporcionar desde GNU/Linux los servicios necesarios a diferentes ambientes de usuarios y máquinas. El campo de estudio de la administración de sistemas es de dimensiones muy amplias, y variado en conocimientos necesarios. Existe gran número de tareas diferentes a realizar, amplios problemas por tratar, y deberemos disponer de grandes conocimientos de hardware y software. Asimismo, tampoco estaría de más un poco de psicología para tratar con los usuarios finales de los sistemas.

No se pretende abordar en el presente material una distribución GNU/Linux particular, pero se han escogido un cierto número de ellas por su amplio uso. Para tratar la mayoría de ejemplos de las tareas, utilizaremos un par de estas distribuciones de forma destacada: Debian y Fedora.

Respecto al campo de la administración, ésta se intentará gestionar desde el nivel más bajo posible, normalmente desde la línea de comandos y los propios ficheros de configuración de los servicios involucrados. Se comentarán, en su caso, algunas herramientas de más alto nivel. Pero hay que tener cuidado con estas últimas, ya que suelen ser fuertemente dependientes de la distribución utilizada, e incluso de la versión concreta de esta; además, estas herramientas suelen variar funcionalidades entre versiones. La administración de bajo nivel suele ser mucho más dura, pero conocemos con qué estamos operando y dónde podemos obtener los resultados, además de que nos aporta muchos más conocimientos extra, y control preciso sobre las diferentes tecnologías utilizadas.

Las distribuciones escogidas han sido las ultimas disponibles de: Debian (o compatibles como las variantes de Ubuntu), y Fedora (o compatibles como diferentes versiones comerciales de Red Hat, o de comunidad como CentOS), siendo estas (Debian y Fedora) algunas las más utilizadas en el momento de editar estos materiales. La distribución Debian es un paradigma dentro del movimiento Open Source, por no pertenecer a ninguna empresa y estar confeccionada básicamente por las aportaciones de los voluntarios distribuidos por todo el mundo. Debian, además, integra casi exclusivamente software libre (pueden añadirse otros aparte). Además, gran número de distribuciones con éxito importante (como las variantes de Ubuntu, que de hecho han superado a Debian como uso en escritorio) tienen a Debian como distribución base.

**Nota**

Principales distribuciones y empresas comentadas en el texto:
http://www.debian.org/
http://www.ubuntu.com/
http://www.canonical.com/
http://fedoraproject.org/
http://www.redhat.com/
http://www.centos.org/
http://www.suse.com/

Red Hat, por otra parte, es una de las empresas más solventes en el panorama comercial GNU/Linux, y por eso sea quizás la que otorgue más soporte a nivel empresarial (mediante servicios de soporte de pago), mediante sus distribuciones comerciales de Red Hat Enterprise Linux (también existen variantes libres alternativas como CentOS). Por otra parte, su entrada como patrocinador ha permitido ampliar los resultados del proyecto Fedora (y la consecuente distribución GNU/Linux), como conjunto de test para sus distribuciones posteriores, y un desarrollo de una amplia comunidad que ha crecido a su alrededor. Este caso forma una interesante experiencia combinada de comunidad y empresa en el desarrollo de la distribución (como después adoptaron otros distribuidores, como el caso de la versión comercial SUSE Linux y su proyecto de comunidad OpenSUSE).

Por el contrario, en Debian el soporte depende de los voluntarios y del conocimiento compartido de los usuarios, centrándose en su comunidad, aunque en los últimos tiempos también ha recibido el soporte (no sin ciertos problemas en el proceso) de Canonical, desarrollador de Ubuntu.

Siendo la administración de sistemas un campo tan amplio, este manual solo pretende introducirnos en este apasionante (y cómo no, también a veces frustrante) mundo. Veremos algunas de las tareas típicas, y cómo tratar las problemáticas que nos aparecen. Pero la administración es un campo que se aprende día a día, con la resolución de tareas diarias.

Y desde aquí advertimos que este manual es un trabajo abierto, que con sus aciertos y los más que probables errores se puede ver complementado con los comentarios de sus (sufridores) usuarios. De modo que son bienvenidos, por parte de los autores, cualquier tipo de comentarios y sugerencias de mejora de los presentes materiales.

Comentamos, por último, que el contenido refleja el estado de las distribuciones y de las herramientas de administración en el momento de su edición, o de las correspondientes revisiones o reediciones.

# Contenidos

Módulo didáctico 1
**Introducción al sistema operativo GNU/Linux**
Josep Jorba Esteve
1. Software Libre y Open Source
2. UNIX. Un poco de historia
3. Sistemas GNU/Linux
4. El perfil del administrador de sistemas
5. Tareas del administrador
6. Distribuciones de GNU/Linux
7. Qué veremos...

Módulo didáctico 2
**Nivel usuario**
Remo Suppi Boldrito
1. Introducción al sistema GNU/Linux
2. Conceptos y órdenes básicas
3. Instalación y arranque de GNU/Linux (conceptos básicos)
4. Configuraciones básicas
5. El entorno gráfico
6. Programación de comandos combinados (*shell scripts*)

Módulo didáctico 3
**Migración y coexistencia con sistemas no Linux**
Josep Jorba Esteve
1. Sistemas informáticos: ambientes
2. Servicios en GNU/Linux
3. Tipologías de uso
4. Migrar o coexistir
5. Taller de migración: análisis de casos de estudio

Módulo didáctico 4
**Administración local**
Josep Jorba Esteve
1. Herramientas básicas para el administrador
2. Distribuciones: particularidades
3. Niveles de arranque y servicios
4. Observar el estado del sistema
5. Sistema de ficheros
6. Usuarios y grupos
7. Servidores de impresión
8. Discos y gestión *filesystems*
9. Software: actualización
10. Trabajos no interactivos

11. Taller: prácticas combinadas de los apartados

Módulo didáctico 5

**Administración de red**

Remo Suppi Boldrito

1. Introducción a TCP/IP (TCP/IP suite)
2. Conceptos en TCP/IP
3. ¿Cómo se asigna una dirección Internet?
4. ¿Cómo se debe configurar la red?
5. Configuración del DHCP
6. Múltiples IP sobre una interfaz
7. IP *Network Address Translation* (NAT)
8. Udev - *Linux dynamic device management*
9. *Bridging*
10. Sistema de nombres de dominio (*Domain Name System, DNS*)
11. NIS (YP)
12. Servicios de conexión remota: telnet y ssh
13. Servicios de transferencia de ficheros: FTP
14. Servicios de archivos (NFS, *Network File System*)
15. OpenLdap (Ldap)
16. *Virtual private network* (VPN)
17. Configuraciones avanzadas y herramientas

# GNU Free Documentation License

Version 1.3, 3 November 2008

Copyright © 2000, 2001, 2002, 2007, 2008 Free Software Foundation, Inc. <http://fsf.org/>

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed.

### 0. PREAMBLE

The purpose of this License is to make a manual, textbook, or other functional and useful document "free" in the sense of freedom: to assure everyone the effective freedom to copy and redistribute it, with or without modifying it, either commercially or noncommercially. Secondarily, this License preserves for the author and publisher a way to get credit for their work, while not being considered responsible for modifications made by others.

This License is a kind of "copyleft", which means that derivative works of the document must themselves be free in the same sense. It complements the GNU General Public License, which is a copyleft license designed for free software.

We have designed this License in order to use it for manuals for free software, because free software needs free documentation: a free program should come with manuals providing the same freedoms that the software does. But this License is not limited to software manuals; it can be used for any textual work, regardless of subject matter or whether it is published as a printed book. We recommend this License principally for works whose purpose is instruction or reference.

### 1. APPLICABILITY AND DEFINITIONS

This License applies to any manual or other work, in any medium, that contains a notice placed by the copyright holder saying it can be distributed under the terms of this License. Such a notice grants a world-wide, royalty-free license, unlimited in duration, to use that work under the conditions stated herein. The "Document", below, refers to any such manual or work. Any member of the public is a licensee, and is addressed as "you". You accept the license if you copy, modify or distribute the work in a way requiring permission under copyright law.

A "Modified Version" of the Document means any work containing the Document or a portion of it, either copied verbatim, or with modifications and/or translated into another language.

A "Secondary Section" is a named appendix or a front-matter section of the Document that deals exclusively with the relationship of the publishers or authors of the Document to the Document's overall subject (or to related matters) and contains nothing that could fall directly within that overall subject. (Thus, if the Document is in part a textbook of mathematics, a Secondary Section may not explain any mathematics.) The relationship could be a matter of historical connection with the subject or with related matters, or of legal, commercial, philosophical, ethical or political position regarding them.

The "Invariant Sections" are certain Secondary Sections whose titles are designated, as being those of Invariant Sections, in the notice that says that the Document is released under this License. If a section does not fit the above definition of Secondary then it is not allowed to be designated as Invariant. The Document may contain zero Invariant Sections. If the Document does not identify any Invariant Sections then there are none.

The "Cover Texts" are certain short passages of text that are listed, as Front-Cover Texts or Back-Cover Texts, in the notice that says that the Document is released under this License. A Front-Cover Text may be at most 5 words, and a Back-Cover Text may be at most 25 words.

A "Transparent" copy of the Document means a machine-readable copy, represented in a format whose specification is available to the general public, that is suitable for revising the document straightforwardly with generic text editors or (for images composed of pixels) generic paint programs or (for drawings) some widely available drawing editor, and that is suitable for input to text formatters or for automatic translation to a variety of formats suitable for input to text formatters. A copy made in an otherwise Transparent file format whose markup, or absence of markup, has been arranged to thwart or discourage subsequent modification by readers is not Transparent. An image format is not Transparent if used for any substantial amount of text. A copy that is not "Transparent" is called "Opaque".

Examples of suitable formats for Transparent copies include plain ASCII without markup, Texinfo input format, LaTeX input format, SGML or XML using a publicly available DTD, and standard-conforming simple HTML, PostScript or PDF designed for human modification. Examples of transparent image formats include PNG, XCF and JPG. Opaque formats include proprietary formats that can be read and edited only by proprietary word processors, SGML or XML for which the DTD and/or processing tools are not generally available, and the machine-generated HTML, PostScript or PDF produced by some word processors for output purposes only.

The "Title Page" means, for a printed book, the title page itself, plus such following pages as are needed to hold, legibly, the material this License requires to appear in the title page. For works in formats which do not have any title page as such, "Title Page" means the text near the most prominent appearance of the work's title, preceding the beginning of the body of the text.

The "publisher" means any person or entity that distributes copies of the Document to the public.

A section "Entitled XYZ" means a named subunit of the Document whose title either is precisely XYZ or contains XYZ in parentheses following text that translates XYZ in another language. (Here XYZ stands for a specific section name mentioned below, such as "Acknowledgements", "Dedications", "Endorsements", or "History".) To "Preserve the Title" of such a section when you modify the Document means that it remains a section "Entitled XYZ" according to this definition.

The Document may include Warranty Disclaimers next to the notice which states that this License applies to the Document. These Warranty Disclaimers are considered to be included by reference in this License, but only as regards disclaiming warranties: any other implication that these Warranty Disclaimers may have is void and has no effect on the meaning of this License.

**2. VERBATIM COPYING**

You may copy and distribute the Document in any medium, either commercially or noncommercially, provided that this License, the copyright notices, and the license notice saying this License applies to the Document are reproduced in all copies, and that you add no other conditions whatsoever to those of this License. You may not use technical measures to obstruct or control the reading or further copying of the copies you make or distribute. However, you may accept compensation in exchange for copies. If you distribute a large enough number of copies you must also follow the conditions in section 3.

You may also lend copies, under the same conditions stated above, and you may publicly display copies.

**3. COPYING IN QUANTITY**

If you publish printed copies (or copies in media that commonly have printed covers) of the Document, numbering more than 100, and the Document's license notice requires Cover Texts, you must enclose the copies in covers that carry, clearly and legibly, all these Cover Texts: Front-Cover Texts on the front cover, and Back-Cover Texts on the back cover. Both covers must also clearly and legibly identify you as the publisher of these copies. The front cover must present the full title with all words of the title equally prominent and visible.

You may add other material on the covers in addition. Copying with changes limited to the covers, as long as they preserve the title of the Document and satisfy these conditions, can be treated as verbatim copying in other respects.

If the required texts for either cover are too voluminous to fit legibly, you should put the first ones listed (as many as fit reasonably) on the actual cover, and continue the rest onto adjacent pages.

If you publish or distribute Opaque copies of the Document numbering more than 100, you must either include a machine-readable Transparent copy along with each Opaque copy, or state in or with each Opaque copy a computer-network location from which the general network-using public has access to download using public-standard network protocols a complete Transparent copy of the Document, free of added material. If you use the latter option, you must take reasonably prudent steps, when you begin distribution of Opaque copies in quantity, to ensure that this Transparent copy will remain thus accessible at the stated location until at least one year after the last time you distribute an Opaque copy (directly or through your agents or retailers) of that edition to the public.

It is requested, but not required, that you contact the authors of the Document well before redistributing any large number of copies, to give them a chance to provide you with an updated version of the Document.

**4. MODIFICATIONS**

You may copy and distribute a Modified Version of the Document under the conditions of sections 2 and 3 above, provided that you release the Modified Version under precisely this License, with the Modified Version filling the role of the Document, thus licensing distribution and modification of the Modified Version to whoever possesses a copy of it. In addition, you must do these things in the Modified Version:

- A. Use in the Title Page (and on the covers, if any) a title distinct from that of the Document, and from those of previous versions (which should, if there were any, be listed in the History section of the Document). You may use the same title as a previous version if the original publisher of that version gives permission.

- B. List on the Title Page, as authors, one or more persons or entities responsible for authorship of the modifications in the Modified Version, together with at least five of the principal authors of the Document (all of its principal authors, if it has fewer than five), unless they release you from this requirement.

- C. State on the Title page the name of the publisher of the Modified Version, as the publisher.

- D. Preserve all the copyright notices of the Document.

- E. Add an appropriate copyright notice for your modifications adjacent to the other copyright notices.

- F. Include, immediately after the copyright notices, a license notice giving the public permission to use the Modified Version under the terms of this License, in the form shown in the Addendum below.

- G. Preserve in that license notice the full lists of Invariant Sections and required Cover Texts given in the Document's license notice.

- H. Include an unaltered copy of this License.

- I. Preserve the section Entitled "History", Preserve its Title, and add to it an item stating at least the title, year, new authors, and publisher of the Modified Version as given on the Title Page. If there is no section Entitled "History" in the Document, create one stating the title, year, authors, and publisher of the Document as given on its Title Page, then add an item describing the Modified Version as stated in the previous sentence.

- J. Preserve the network location, if any, given in the Document for public access to a Transparent copy of the Document, and likewise the network locations given in the Document for previous versions it was based on. These may be placed in the "History" section. You may omit a network location for a work that was published at least four years before the Document itself, or if the original publisher of the version it refers to gives permission.

- K. For any section Entitled "Acknowledgements" or "Dedications", Preserve the Title of the section, and preserve in the section all the substance and tone of each of the contributor acknowledgements and/or dedications given therein.

- L. Preserve all the Invariant Sections of the Document, unaltered in their text and in their titles. Section numbers or the equivalent are not considered part of the section titles.

- M. Delete any section Entitled "Endorsements". Such a section may not be included in the Modified Version.

- N. Do not retitle any existing section to be Entitled "Endorsements" or to conflict in title with any Invariant Section.

- O. Preserve any Warranty Disclaimers.

If the Modified Version includes new front-matter sections or appendices that qualify as Secondary Sections and contain no material copied from the Document, you may at your option designate some or all of these sections as invariant. To do this, add their titles to the list of Invariant Sections in the Modified Version's license notice. These titles must be distinct from any other section titles.

You may add a section Entitled "Endorsements", provided it contains nothing but endorsements of your Modified Version by various parties–for example, statements of peer review or that the text has been approved by an organization as the authoritative definition of a standard.

You may add a passage of up to five words as a Front-Cover Text, and a passage of up to 25 words as a Back-Cover Text, to the end of the list of Cover Texts in the Modified Version. Only one passage of Front-Cover Text and one of Back-Cover Text may be added by (or through arrangements made by) any one entity. If the Document already includes a cover text for the same cover, previously added by you or by arrangement made by the same entity you are acting on behalf of, you may not add another; but you may replace the old one, on explicit permission from the previous publisher that added the old one.

The author(s) and publisher(s) of the Document do not by this License give permission to use their names for publicity for or to assert or imply endorsement of any Modified Version.

**5. COMBINING DOCUMENTS**

You may combine the Document with other documents released under this License, under the terms defined in section 4 above for modified versions, provided that you include in the combination all of the Invariant Sections of all of the original documents, unmodified, and list them all as Invariant Sections of your combined work in its license notice, and that you preserve all their Warranty Disclaimers.

The combined work need only contain one copy of this License, and multiple identical Invariant Sections may be replaced with a single copy. If there are multiple Invariant Sections with the same name but different contents, make the title of each such section unique by adding at the end of it, in parentheses, the name of the original author or publisher of that section if known, or else a unique number. Make the same adjustment to the section titles in the list of Invariant Sections in the license notice of the combined work.

In the combination, you must combine any sections Entitled "History" in the various original documents, forming one section Entitled "History"; likewise combine any sections Entitled "Acknowledgements", and any sections Entitled "Dedications". You must delete all sections Entitled "Endorsements".

**6. COLLECTIONS OF DOCUMENTS**

You may make a collection consisting of the Document and other documents released under this License, and replace the individual copies of this License in the various documents with a single copy that is included in the collection, provided that you follow the rules of this License for verbatim copying of each of the documents in all other respects.

You may extract a single document from such a collection, and distribute it individually under this License, provided you insert a copy of this License into the extracted document, and follow this License in all other respects regarding verbatim copying of that document.

**7. AGGREGATION WITH INDEPENDENT WORKS**

A compilation of the Document or its derivatives with other separate and independent documents or works, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an "aggregate" if the copyright resulting from the compilation is not used to limit the legal rights of the compilation's users beyond what the individual works permit. When the Document is included in an aggregate, this License does not apply to the other works in the aggregate which are not themselves derivative works of the Document.

If the Cover Text requirement of section 3 is applicable to these copies of the Document, then if the Document is less than one half of the entire aggregate, the Document's Cover Texts may be placed on covers that bracket the Document within the aggregate, or the electronic equivalent of covers if the Document is in electronic form. Otherwise they must appear on printed covers that bracket the whole aggregate.

**8. TRANSLATION**

Translation is considered a kind of modification, so you may distribute translations of the Document under the terms of section 4. Replacing Invariant Sections with translations requires special permission from their copyright holders, but you may include translations of some or all Invariant Sections in addition to the original versions of these Invariant Sections. You may include a translation of this License, and all the license notices in the Document, and any Warranty Disclaimers, provided that you also include the original English

version of this License and the original versions of those notices and disclaimers. In case of a disagreement between the translation and the original version of this License or a notice or disclaimer, the original version will prevail.

If a section in the Document is Entitled "Acknowledgements", "Dedications", or "History", the requirement (section 4) to Preserve its Title (section 1) will typically require changing the actual title.

**9. TERMINATION**

You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Document except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to copy, modify, sublicense, or distribute it is void, and will automatically terminate your rights under this License.

However, if you cease all violation of this License, then your license from a particular copyright holder is reinstated (a) provisionally, unless and until the copyright holder explicitly and finally terminates your license, and (b) permanently, if the copyright holder fails to notify you of the violation by some reasonable means prior to 60 days after the cessation.

Moreover, your license from a particular copyright holder is reinstated permanently if the copyright holder notifies you of the violation by some reasonable means, this is the first time you have received notice of violation of this License (for any work) from that copyright holder, and you cure the violation prior to 30 days after your receipt of the notice.

Termination of your rights under this section does not terminate the licenses of parties who have received copies or rights from you under this License. If your rights have been terminated and not permanently reinstated, receipt of a copy of some or all of the same material does not give you any rights to use it.

**10. FUTURE REVISIONS OF THIS LICENSE**

The Free Software Foundation may publish new, revised versions of the GNU Free Documentation License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns. See http://www.gnu.org/copyleft/.

Each version of the License is given a distinguishing version number. If the Document specifies that a particular numbered version of this License "or any later version" applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that specified version or of any later version that has been published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the

Document specifies that a proxy can decide which future versions of this License can be used, that proxy's public statement of acceptance of a version permanently authorizes you to choose that version for the Document.

**11. RELICENSING**

"Massive Multiauthor Collaboration Site" (or "MMC Site") means any World Wide Web server that publishes copyrightable works and also provides prominent facilities for anybody to edit those works. A public wiki that anybody can edit is an example of such a server. A "Massive Multiauthor Collaboration" (or "MMC") contained in the site means any set of copyrightable works thus published on the MMC site.

"CC-BY-SA" means the Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 license published by Creative Commons Corporation, a not-for-profit corporation with a principal place of business in San Francisco, California, as well as future copyleft versions of that license published by that same organization.

"Incorporate" means to publish or republish a Document, in whole or in part, as part of another Document.

An MMC is "eligible for relicensing" if it is licensed under this License, and if all works that were first published under this License somewhere other than this MMC, and subsequently incorporated in whole or in part into the MMC, (1) had no cover texts or invariant sections, and (2) were thus incorporated prior to November 1, 2008.

The operator of an MMC Site may republish an MMC contained in the site under CC-BY-SA on the same site at any time before August 1, 2009, provided the MMC is eligible for relicensing.

**ADDENDUM: How to use this License for your documents**

To use this License in a document you have written, include a copy of the License in the document and put the following copyright and license notices just after the title page:

```
Copyright (C) YEAR YOUR NAME.
Permission is granted to copy, distribute and/or modify this
document under the terms of the GNU Free Documentation Li-
cense, Version 1.3 or any later version published by the Free
Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-
Cover Texts, and no Back-Cover Texts.
```

A copy of the license is included in the section entitled "GNUFree Documentation License".

If you have Invariant Sections, Front-Cover Texts and Back-Cover Texts, replace the "with ... Texts." line with this:

```
with the Invariant Sections being LIST THEIR TITLES, with
theFront-Cover Texts being LIST, and with the Back-Cover Texts
being LIST.
```

If you have Invariant Sections without Cover Texts, or some other combination of the three, merge those two alternatives to suit the situation.

If your document contains nontrivial examples of program code, we recommend releasing these examples in parallel under your choice of free software license, such as the GNU General Public License, to permit their use in free software.

## Bibliografía

**[Bai03] Bailey, E. C.** (2003). *RedHat Maximum RPM*. http://www.redhat.com/ docs/books/max-rpm/index.html

Ofrece una amplia visión de los sistemas de paquetes de software de las distribuciones Debian y Fedora/Red Hat.

**[Ban] Banerjee, T.** "Linux Installation Strategies HOWTO". *The Linux Documentation Project*.

**[Bar] Barrapunto**. *barrapunto site*. Noticias Open Source. http://barrapunto.com

**Barnett, B.** "AWK". http://www.grymoire.com/Unix/Awk.html. © General Electric Company.

**[Bas] Mike, G.** "BASH Programming - Introduction HOWTO". *The Linux Documentation Project*.

Ofrece una amplia introducción (y conceptos avanzados) a la programación de en *shell scripts bash*, así como numerosos ejemplos.

"Big Admin: Script Examples". http://www.sun.com/bigadmin/scripts/filter.jsp

**[Bro01] Bronson, Scott** (2001). "VPN PPP-SSH". *The Linux Documentation Project*.

**[Bul] Bulma.** "**Bulma Linux User Group**". http://bulmalug.net. Documentación general y comunidades de usuarios.

**[Cen]**. "The Comunity ENTerprise Operatyng System". http://www.centos.org

**[Cis00] Cisco** (2000). "TCP/IP White Paper". http://www.cisco.com

**[Com01] Comer, Douglas** (2001). *TCP/IP Principios básicos, protocolos y arquitectura*. Prentice Hall.

**[Coo] Cooper, M.** (2006). "Advanced bash Scripting Guide". *The Linux Documentation Project* (guías). http://tldp.org/LDP/abs/html/index.html

**[Deb] Debian**. "Sitio Seguridad de Debian". http://www.debian.org/security/

**[Debb] Comunidad Debian.** "Distribución Debian". http://www.debian.org

Ofrece una amplia visión de los sistemas de paquetes de software de las distribuciones Debian y Fedora/Red Hat.

**[Debba] Debian**. "Software Libre vs Software Abierto". http://www.debian.org/intro/free.es.html

**[Dis] Distrowatch**. "Distribuciones Linux disponibles" http://www.distrowatch.com.

Seguimiento de las distribuciones GNU/Linux, novedades de los paquetes software y enlaces a los sitios de descarga de las imágenes ISO de los CD/DVD de las distribuciones GNU/Linux.

**[Dra99] Drake, Joshua** (1999). "Linux Networking". *The Linux Documentation Project*

**[Fed] The Fedora Project**. http://fedoraproject.org.

**[FHS]** (2003). *FHS Standard*. http://www.pathname.com/fhs

**[Fre] Freshmeat**. *Freshmeat site*. http://freshmeat.org. Listado de proyectos Open Source.

**[Fri02] Frisch, A.** (2002). *Essential System Administration*. O'Reilly.

Administración de GNU/Linux y UNIX. Comenta de forma amplia aspectos de administración local y gestión de sistemas de impresión.

**[FSF] FSF**. "Free Software Foundation y Proyecto GNU" http://www.gnu.org.

**[Gar98] Garbee, Bdale** (1998). *TCP/IP Tutorial*. N3EUA Inc.

**Garrels, Machtelt**. "Bash Guide for Beginners" http://tldp.org/LDP/Bash-Beginners-Guide/html/index.html.

**[Gnu] Gnupg.org**. *GnuPG Web Site*http://www.gnupg.org/

**[Gon] Gonzato, G.** "From DOS/Windows to Linux HOWTO". *The Linux Documentation Project.*

**[Gt] Taylor, G.; Allaert, D.** "The Linux Printing HOWTO". *The Linux Documentation Project*.http://www.linuxprinting.org/

Ofrece información actualizada de los sistemas de impresión y su configuración, así como detalles de algunas impresoras.

**[Hin00] Hinner, M.** "Filesystems HOWTO". *The Linux Documentation Project.*

Información sobre los diferentes sistemas de ficheros disponibles y los esquemas de creación de particiones para la instalación del sistema.

**[His] HispaLinux**. "Comunidad Hispana de Linux" http://www.hispalinux.es. Documentación general y comunidades de usuarios.

**[IET]**

**[Joh08] Johnson, Michael K.** (1998). "Linux Information Sheet". *The Linux Documentation Project*.

**[KD00] Kirch, Olaf; Dawson, Terry**. *Linux Network Administrator's Guide*.

**[Knp]** Distribución Knoppix.http://knoppix.org

**[Koe] Koehntopp, K.** "Linux Partition HOWTO". *The Linux Documentation Project*.

Información sobre los diferentes sistemas de ficheros disponibles y los esquemas de creación de particiones para la instalación del sistema.

**[Law07] Lawyer, David** (2007). "Linux Módem". *The Linux Documentation Project*.

**[Lev] Levenez, Eric**. "UNIX History" http://www.levenez.com/unix.

**[Lin04b]** (2004). *Filesystem Hierarchy Standard (FHS)*. http://www.pathname.com/fhs

**[Linc]** *Linux Standards Base project* http://www.linux-foundation.org/en/LSB

*Linux Magazine*. Revista GNU/Linux http://www.linux-mag.com/.

**[Log]** LogCheck http://logcheck.org/.

**[LPD] LPD**. *The Linux Documentation Project* http://www.tldp.org.

Proporciona los *Howto* de los diferentes aspectos de un sistema GNU/Linux y un conjunto de manuales más elaborados.

**[Mal96] Mallett, Fred** (1996). *TCP/IP Tutorial*. FAME Computer Education.

"Man bash". http://www.gnu.org/software/bash/manual/bashref.html

**Mike, G.**. "Programación en BASH - COMO de introducción" http://es.tldp.org/COMO-INSFLUG/COMOs/Bash-Prog-Intro-COMO/.

**[Mon]** Monit. http://www.tildeslash.com/monit/.

**[Mor 03] Morill, D.** (2003). *Configuración de sistemas Linux*. Anaya Multimedia.

Buena referencia de configuración de sistemas Linux, con algunos casos de estudio en diferentes entornos; comenta diferentes distribuciones Debian y Red Hat.

**[Mou01] Mourani, Gerhard** (2001). *Securing and Optimizing Linux: The Ultimate Solution. Open Network Architecture, Inc*.http://www.tldp.org/LDP/solrhe/Securing-Optimizing-Linux-The-Ultimate-Solution-v2.0.pdf.

**[Nem06] Nemeth, E.; Snyder, G.; Hein, T. R.**

Trata de forma amplia la mayoría de aspectos de administración y es una buena guía genérica para cualquier distribución.

**[New] Newsforge**. "Newsforge site" http://newsforge.org. Noticias Open Source.

**[Nt3] NTFS-3g Project**. NTFS-3G Read/Write Driver http://www.ntfs-3g.org/

**O'Reilly Associates** (2000). http://www.tldp.org/guides.html. Y como *e-book* (*free*) en Free Software Foundation, Inc.

**[OSDb] OSDN**. "Open Source Development Network" http://osdn.com. Comunidad de varios sitios web, noticias, desarrollos, proyectos, etc.

**[OSIa] OSI OSI**. "Listado de licencias Open Source" http://www.opensource.org/licenses/index.html.

**[OSIb] OSI** (2003). "Open Source Definition" http://www.opensource.org/docs/definition.php.

**[OSIc] OSI** (2003). "Open Source Iniciative" http://www.opensource.org.

**[PPP00] Linux PPP** (2000). "Corwin Williams, Joshua Drake and Robert Hart". *The Linux Documentation Project*.

**[Pri] Pritchard, S.** "Linux Hardware HOWTO". *The Linux Documentation Project.*

**[Enr02] Enríquez, R.; Sierra, P.** (2002). *Open Source*. Anaya Multimedia.

**[Qui01] Quigley, E.** (2001). *Linux shells by Example*. Prentice Hall.

Comenta los diferentes *shells* de programación en GNU/Linux, así como sus semejanzas y diferencias.

**[Ran05] Ranch, David** (2005). "Linux IP Masquerade" . *The Linux Documentation Project.*

**[Ran05] Tapsell, John** (2005). "Masquerading Made Simple" . *The Linux Documentation Project*.

**[Ray98] Raymond, Eric** (1998). *La catedral y el bazar*. http://es.tldp.org/Otros/catedral-bazar/cathedral-es-paper-00.html

**[Ray02a] Raymond, Eric** (2002). "UNIX and Internet Fundamentals". *The Linux Documentation Project.*

**[Rayb] Raymond, Eric**. "The Linux Installation HOWTO". *The Linux Documentation Project.*

**Red Hat Inc**. "Distribución Red Hat" http://www.redhat.com.

**[Revista Linux] Linux Journal**. Revista GNU/Linux http://www.linuxjournal.com.

**[Rid00] López Ridruejo, Daniel** (2000). "The Linux Networking Overview". *The Linux Documentation Project*.

**Robbins, Arnold**. "UNIX in a Nutshell" (3.ª ed.) http://oreilly.com/catalog/unixnut3/chapter/ch11.html.

"The GNU awk programming language" http://tldp.org/LDP/Bash-Beginners-Guide/html/chap_06.html.

**[Sal94] Salus, Peter H.** (1994, noviembre). "25 aniversario de UNIX". *Byte España* (núm. 1).

Scientific Linux http://www.scientificlinux.org.

**[Sam]**. Samba Project http://samba.org.

**[Sama]**. "Samba HOWTO and Reference Guide" (Chapter Domain Control) http://samba.org/samba/docs/man/Samba-HOWTO-Collection/samba-pdc.html.

**[Samb]**. "Samba Guide" (Chapter Adding Domain member Servers and Clients) http://samba.org/samba/docs/man/Samba-Guide/unixclients.html.

**[Sec00] Seco, Andrés** (2000). "Diald". *The Linux Documentation Project*.

**[Skob] Skoric, M.** "Linux+WindowsNT mini-HOWTO". *The Linux Documentation Project*.

**[Sla] Slashdot**. "Slashdot site" http://slashdot.org. Sitio de noticias comunidad Open Source y generales informática e Internet.

**[SM02] Schwartz, M. y otros** (2002). *Multitool Linux - Practical Uses for Open Source Software*. Addison Wesley.

**[Smb]**. "Server Message Block". *Wikipedia* http://en.wikipedia.org/wiki/Server_Message_Block.

**[Smi02] Smith, R.** (2002). *Advanced Linux Networking*. Addison Wesley.

Administración de GNU/Linux y UNIX. Comenta de forma amplia aspectos de administración local y gestión de sistemas de impresión.

**[Sob10] Sobell, M. G.** (2010). *A Practical Guide to Fedora and Red Hat Enterprise Linux*. Prentice Hall.

Es una buena guía de administración local para distribuciones Red Hat y Fedora.

**[Sou] Sourceforge**. "Sourceforge site" http://sourceforge.org. Listado de proyectos Open Source.

**[Sta02] Stallman, Richard** (2002). "Discusión por Richard Stallman sobre la relación de GNU y Linux" http://www.gnu.org/gnu/linux-and-gnu.html.

**[Ste07] French, S.** "Linux CIFS Client Guide" http://us1.samba.org/samba/ftp/cifs-cvs/linux-cifs-client-guide.pdf.

**[Stu] Stutz, M.** "The Linux Cookbook: Tips and Techniques for Everyday Use" (guías). *The Linux Documentation Project*.

Es una amplia introducción a las herramientas disponibles en GNU/Linux.

**[Sun 02] Sundaram, R.** (2002). "The dosemu HOWTO". *The Linux Documentation Project*.

**[Tan87] Tanenbaum, Andrew** (1987). *Sistemas operativos: diseño e implementación*. Prentice Hall.

**[Tan06] Tanenbaum, Andrew; Woodhull, Albert S.** (2006). *The Minix Book: Operating Systems Design and Implementation* (3.ª ed.). Prentice Hall.

*The Dot Gnu Project*. http://www.gnu.org/software/dotgnu/

**[Tri] Tripwire.com**. "Tripwire Web Site" http://www.tripwire.com/.

**[Ubn]**. Distribución Ubuntu http://www.ubuntu.com.

**[Vas00] Vasudevan, Alavoor** (2000). "Modem-Dialup-NT". *The Linux Documentation Project*.

**[War] Ward, I.** "Debian and Windows Shared Printing mini-HOWTO". *The Linux Documentation Project*.

**[Wil02] Wilson, Matthew D.** (2002). "VPN". *The Linux Documentation Project*.

Wine Project http://www.winehq.com/.

**[Wm02] Welsh, M. y otros** (2002). *Running Linux* (4th edition). O'Reilly.

Administración de GNU/Linux y UNIX. Comenta de forma amplia aspectos de administración local y gestión de sistemas de impresión.

**[Woo] Wood, D.** "SMB HOWTO". *The Linux Documentation Project*.

**[Xin]**. "Xinetd Web Site" http://www.xinetd.org/

# Introducción al sistema operativo GNU/Linux

Josep Jorba Esteve

PID_00238582

UOC
Universitat Oberta de Catalunya

*Se garantiza permiso para copiar, distribuir y modificar este documento según los términos de la GNU Free Documentation License, Version 1.3 o cualquiera posterior publicada por la Free Software Foundation, sin secciones invariantes ni textos de cubierta delantera o trasera. Pueden consultarse los términos de la licencia en http://www.gnu.org/licenses/fdl-1.3.html.*

# Índice

**Introducción**..... 5

**1. Software Libre y Open Source**..... 7

**2. UNIX. Un poco de historia**..... 14

**3. Sistemas GNU/Linux**..... 24

**4. El perfil del administrador de sistemas**..... 28

**5. Tareas del administrador**..... 34
5.1. Tareas de administración local del sistema ..... 34
5.2. Tareas de administración de red ..... 36

**6. Distribuciones de GNU/Linux**..... 39
6.1. Debian ..... 44
6.2. Fedora ..... 49

**7. Qué veremos...**..... 54

**Actividades**..... 57

**Bibliografía**..... 58

# Introducción

Los sistemas GNU/Linux [Joh98] ya no son una novedad; cuentan con una amplia variedad de usuarios y de ámbitos de trabajo donde son utilizados.

Su origen se remonta al mes de agosto de 1991, cuando un estudiante finlandés llamado Linus Torvalds anunció, en el *newsgroup* comp.os.minix que había creado su propio núcleo de sistema operativo y lo ofreció a la comunidad de desarrolladores para que lo probara y sugiriera mejoras para hacerlo más utilizable. Este sería el origen del núcleo (o *kernel*) del operativo que, más tarde, se llamaría Linux.

**Nota**

Podéis ver una copia del mensaje de Linus y las reacciones iniciales en https://groups.google.com/forum/#!topic/comp.os.minix/dlNtH7RRrGA%5B1-25%5D

Por otra parte, la FSF (Free Software Foundation), mediante su proyecto GNU, producía software desde 1984 que podía ser utilizado libremente, debido a lo que Richard Stallman (miembro de la FSF) consideraba software libre: aquel del que podíamos conseguir sus fuentes (código), estudiarlas y modificarlas, y redistribuirlo sin que nos obliguen a pagar por ello. En este modelo, el negocio no está en la ocultación del código, sino en el software complementario añadido, en la adecuación del software a los clientes y en los servicios añadidos, como el mantenimiento y la formación de usuarios (el soporte que les ofrezcamos), ya sea en forma de material, libros y manuales, en cursos de formación, o en contractos de soporte de mantenimiento.

La combinación (o suma) del software GNU y del *kernel* Linux es la que nos ha traído a los actuales sistemas GNU/Linux. Actualmente, tanto los movimientos Open Source, desde diferentes organizaciones (como FSF) y empresas como las que generan las diferentes distribuciones GNU/Linux (Red Hat, Canonical SUSE...), pasando por grandes empresas (como HP, IBM, Intel, Oracle o Google, que proporcionan apoyos y/o patrocinios), han dado un empujón muy importante a los sistemas GNU/Linux hasta situarlos al nivel de poder competir, y superar, muchas de las soluciones propietarias cerradas existentes.

Los sistemas GNU/Linux no son ya una novedad. El software GNU se inició a mediados de los ochenta, y el *kernel* Linux a principios de los noventa. Linux se apoya en tecnología probada de UNIX, con decenas de años de historia.

En este módulo introductorio veremos algunas ideas generales de los movimientos Open Source y Free Software, así como un poco de historia de Linux y de sus orígenes compartidos con UNIX, de donde ha heredado la amplia historia de años de desarrollo e investigación en sistemas operativos.

# 1. Software Libre y Open Source

Bajo la idea de los movimientos (o filosofías) de Software Libre y Open Source [OSIc] [OSIb] (también llamado de código abierto o software abierto), se encuentran varias formas de software que, aunque no son todas del mismo tipo, sí comparten muchas ideas comunes.

**Nota**

[OSIc] **OSI** (2003). "Open Source Iniciative".
http://www.opensource.org
[OSIb] **OSI** (2003). "Open Source Definition".
http://www.opensource.org/docs/definition.php

La denominación de un producto de software como "de código abierto" conlleva, como idea más importante, la posibilidad de acceder a su código fuente, y la posibilidad de modificarlo y redistribuirlo de la manera que se considere conveniente, estando sujeto a una determinada licencia de código abierto, que nos da el marco legal.

Frente a un código de tipo propietario, en el cual un fabricante (empresa de software) encierra su código, ocultándolo y restringiéndose los derechos a sí misma, sin dar posibilidad de realizar ninguna adaptación ni cambios que no haya realizado previamente la empresa fabricante, el código abierto ofrece, entre otras consideraciones:

**1) Acceso al código fuente**: ya sea para estudiarlo (ideal para educación) o modificarlo, para corregir errores, adaptarlo o añadir más prestaciones.

**2) Gratuidad** (de uso y posiblemente de precio): normalmente, el software, ya sea en forma binaria o en la forma de código fuente, puede obtenerse libremente o por una módica cantidad en concepto de gastos de empaquetamiento, distribución y valores añadidos. Lo cual no quita que el software pueda ser distribuido comercialmente a un determinado precio fijado.

**3) Evitar monopolios de software propietario**: no depender de una única opción o único fabricante de nuestro software. Esto es más importante cuando se trata de una gran organización, ya sea una empresa o estado, que no puede (o no debería) ponerse en manos de una determinada única solución y pasar a depender exclusivamente de ella.

**4) Un modelo de avance**: no basado en la ocultación de información, sino en la compartición del conocimiento (semejante al de la comunidad científica), para lograr progresos de forma más rápida, con mejor calidad, ya que las elecciones tomadas están basadas en el consenso de la comunidad, y no en los caprichos de empresas desarrolladoras de software propietario.

Crear programas y distribuirlos junto al código fuente no es nuevo. Ya desde los inicios de la informática y en los inicios de la red Internet se había hecho así. Sin embargo, el concepto de *código abierto* como tal, la definición y la redacción de las condiciones que tenía que cumplir, datan de mediados de 1997.

Eric Raymond y Bruce Perens fueron los que divulgaron la idea. Raymond [Ray98] fue el autor del ensayo titulado "La catedral y el bazar", que hablaba sobre las técnicas de desarrollo de software utilizadas por la comunidad Linux, encabezada por Linus Torvalds, y la comunidad GNU de la Free Software Foundation (FSF), encabezada por Richard Stallman. Por su parte, Bruce Perens era en aquel momento el jefe del proyecto Debian, que trabajaba en la creación de una distribución de GNU/Linux integrada únicamente con software libre.

**Nota**

Podéis ver la versión española de [Ray98] en http://es.tldp.org/Otros/catedral-bazar/cathedral-es-paper-00.html

Dos de las comunidades más importantes son la FSF, con su proyecto de software GNU, y la comunidad Open Source, cuyo máximo exponente de proyecto es Linux. GNU/Linux es el resultado de la unión de sus trabajos.

Una distinción importante entre las comunidades FSF y Open Source son las definiciones de *código abierto* y *software libre*. [Debba] [Enr02]

El **Software Libre** (*free software*) [FSF] es un movimiento que parte de las ideas de Richard Stallman, que considera que hay que garantizar que los programas estén al alcance de todo el mundo de forma gratuita, se tenga acceso libre a estos y puedan utilizarse al antojo de cada uno. Una distinción importante, que causó ciertas reticencias a las empresas, es el término *free*. En inglés, esta palabra tiene el doble significado de 'gratuito' y 'libre'. La gente de la FSF buscaba las dos cosas, pero era difícil vender ambos conceptos a las empresas. La pregunta típica era: ¿cómo se podía ganar dinero con esto? La respuesta vino de la comunidad Linux (con Linus Torvalds a la cabeza), cuando consiguió tener un producto que todavía no había logrado la comunidad GNU y la FSF en esos momentos: un sistema operativo completo libre con código fuente disponible. En este momento fue cuando a una parte de la comunidad se le ocurrió juntar las diferentes actividades que había en la filosofía del Software Libre bajo la nueva denominación de *código abierto* (*open source*).

**Open Source** se registró como una marca de certificación, a la que podían adherirse los productos software que respetasen sus especificaciones. Esto no gustó a todo el mundo; de hecho, suele haber cierta separación y controversias entre los dos grupos del Open Source y la FSF (con GNU), aunque son más las cosas que los unen que las que los separan.

En cierta manera, para los partidarios del software libre (como la FSF), el código abierto (*open source*) constituye un paso en falso, ya que representa una cierta "venta" al mercado de sus ideales, y deja la puerta abierta a que se vaya haciendo propietario el software que era libre. Los partidarios de *open source* ven la oportunidad de promocionar el software que, de otro modo, estaría en una utilización minoritaria, mientras que con la divulgación y la puesta en común para todo el mundo, incluidas empresas que quieran participar en código abierto, entramos con suficiente fuerza para plantar cara al software propietario.

La idea que persiguen tanto FSF como Open Source es la de aumentar la utilidad del software libre, ofreciendo así una alternativa a las soluciones únicas que las grandes empresas quieren imponer. Las diferencias entre ambas filosofías son más ideológicas que prácticas.

Una vez establecidas las ideas básicas de la comunidad del código abierto, llegamos al punto en que había que concretar de manera clara qué criterios tenía que cumplir un producto de software para considerarse de código abierto. Se tenía que contar con una definición de código abierto [OSIb], que inicialmente escribió Bruce Perens en junio de 1997 como resultado de comentarios de los desarrolladores de la distribución Debian GNU/Linux, y que posteriormente fue reeditada (con modificaciones menores) por la organización OSI (Open Source Initiative). Esta organización está encargada de regular la definición y controlar las licencias de código abierto.

El código abierto está regulado por una definición pública que se utiliza como base de la redacción de sus licencias de software.

Un pequeño resumen (o interpretación) de la definición: un Open Source Software [OSIb], o software de código fuente abierto, debe cumplir los requisitos siguientes:

**1) Se puede copiar, regalar o vender a terceros el software**, sin tener que pagar a nadie por ello. Se permite copiar el programa.

**2) El programa debe incluir el código fuente** y tiene que permitir la distribución tanto en forma compilada como en fuente. O, en todo caso, hay que facilitar algún modo de obtener los códigos fuente (por ejemplo, descarga desde Internet). No está permitido ocultar el código, o darlo en representaciones intermedias. Garantiza que se pueden hacer modificaciones.

**3) La licencia del software tiene que permitir que se puedan realizar modificaciones** y trabajos que se deriven, y que entonces se puedan distribuir bajo la misma licencia que la original. Permite reutilizar el código original.

**4) Puede requerirse la integridad del código del autor**, o sea, las modificaciones se pueden presentar en forma de parches (*patchs*) al código original, o se puede pedir que tengan nombres o números distintos a los originales. Esto protege al autor de qué modificaciones puedan considerarse como suyas. Este punto depende de lo que diga la licencia del software.

**5) La licencia no debe discriminar a ninguna persona o grupo**. No se debe restringir el acceso al software. Un caso aparte son las restricciones por ley, como las de las exportaciones tecnológicas fuera de Estados Unidos a terceros países. Si existen restricciones de este tipo, hay que mencionarlas.

**6) No debe discriminar campos laborales**. El software puede utilizarse en cualquier ambiente de trabajo, aunque no haya estado pensado para él. Otra lectura es permitir fines comerciales; nadie puede impedir que el software se utilice con fines comerciales.

**7) La licencia es aplicable a todo el mundo** que reciba el programa.

**8) Si el software forma parte de producto mayor, debe permanecer con la misma licencia**. Esto controla que no se separen partes para formar software propietario (de forma no controlada). En el caso de software propietario, hay que informar que hay partes (y cuáles) de software de código abierto.

**9) La licencia no debe restringir ningún software incorporado o distribuido conjuntamente**, o sea, incorporarlo no debe suponer ninguna barrera para otro producto de software distribuido conjuntamente. Este es un punto "polémico", ya que parece contradecirse con el anterior. Básicamente, dice que cualquiera puede coger software de código abierto y añadirlo al suyo sin que afecte a las condiciones de su licencia (por ejemplo, propietaria), aunque sí que, según el punto anterior, tendría que informar que existen partes de código abierto.

**10) La licencia tiene que ser tecnológicamente neutra**. No deben mencionarse medios de distribución únicos, o excluirse posibilidades. Por ejemplo, no puede limitarse (por licencia) que se haga la distribución en forma de CD, ftp o mediante web.

**Nota**

Esta definición de código abierto no es por sí misma una licencia de software, sino más bien una especificación de qué requisitos debería cumplir una licencia de software de código abierto.

La licencia que traiga el programa tiene que cumplir las especificaciones anteriores para que el programa se considere de código abierto. La organización OSI se encarga de comprobar que las licencias cumplen las especificaciones.

En la página web de Open Source Licenses se puede encontrar la lista de las licencias [OSIa], siendo una de las más famosas y utilizadas las GPL (GNU Public Licenses).

**Nota**

[OSIa] OSI. "Listado de licencias Open Source".
https://opensource.org/licenses/alphabetical

Bajo GPL, el software puede ser copiado y modificado, pero las modificaciones deben hacerse públicas bajo la misma licencia. Y se impide que el código se mezcle con código propietario, para evitar así que el código propietario se haga con partes abiertas. Existe una licencia LGPL que es prácticamente igual, pero permite que software con esta licencia sea integrado en software propietario. Un ejemplo clásico es la biblioteca (*library*) C de Linux (con licencia LGPL). Si esta fuera GPL, solo podría desarrollarse software libre, con la LGPL se permite usarlo para desarrollar software propietario.

Muchos proyectos de software libre, o con parte de código abierto y parte propietario, tienen su propia licencia: Apache (basada en la BSD), Mozilla (MPL), etc. Básicamente, a la hora de poner el software como *open source* podemos poner nuestra propia licencia que cumpla la definición anterior (de código abierto), o podemos escoger licenciar bajo una licencia ya establecida o, como en el caso de la GPL, nos obliga a que nuestra licencia también sea GPL.

Una vez vistos los conceptos de código abierto y sus licencias, nos queda por tratar **hasta qué punto es rentable para una empresa trabajar o producir código abierto**. Si no fuera atrayente para las empresas, perderíamos a la vez tanto un potencial cliente como uno de los principales productores de software.

El código abierto es también atrayente para las empresas, con un modelo de negocio donde se prima el valor añadido al producto.

En el código abierto existen diferentes rentabilidades atrayentes de cara a las empresas:

**a)** Para las empresas desarrolladoras de software, se crea un problema: ¿cómo es posible ganar dinero sin vender un producto? Se gasta mucho dinero en desarrollar un programa y después es necesario obtener beneficios. Bien, la respuesta no es simple, no se puede conseguir con cualquier software, la rentabilidad se encuentra en el tipo de software que puede generar beneficios más allá de la simple venta. Normalmente, hay que hacer un estudio de si la aplicación se tornará rentable al desarrollarla como software abierto (la mayoría sí que lo hará), basándose en las premisas de que tendremos un descenso de gasto en desarrollo (la comunidad nos ayudará), reducción de mantenimiento o corrección de errores (la comunidad puede ofrecer esto muy rápido), y tener en cuenta el aumento de número de usuarios que nos proporcionará el código

abierto, así como las necesidades que tendrán de nuestros servicios de apoyo o documentación. Si la balanza es positiva, entonces será viable prescindir de los ingresos generados por las ventas.

**b) Aumentar la cuota de usuarios**.

**c) Obtener mayor flexibilidad de desarrollo**; cuantas más personas intervienen, más gente habrá para detectar errores.

**d) Los ingresos** en su mayor parte vendrán por el lado del apoyo, formación de usuarios y mantenimiento.

**e) En empresas que utilizan software** hay que considerar muchos parámetros a la hora de escoger el software para el desarrollo de las tareas; cabe tener en cuenta cosas como rendimiento, fiabilidad, seguridad, escalabilidad y coste monetario. Y aunque parece que el código abierto ya supone de por sí una elección por el coste económico, hay que decir que existe software abierto que puede competir con (o incluso superar) el propietario en cualquiera de los otros parámetros. Además, hay que vigilar mucho con las opciones o sistemas propietarios de un único fabricante; no podemos depender únicamente de ellos (podemos recordar casos, en otros ámbitos, como los vídeos beta de Sony frente a VHS, o en los PC la arquitectura MicroChannel de IBM). Tenemos que evitar el uso de monopolios, con lo que estos suponen: falta de competencia en los precios, servicios caros, mantenimiento caro, poca (o nula) variedad de opciones, obsolescencia programada, riesgo de desaparición de la tecnología, etc.

**f) Para los usuarios particulares** ofrece gran variedad de software adaptado a tareas comunes, ya que buena parte del software ha sido pensado e implementado por personas que querían hacer esas mismas tareas pero no encontraban el software adecuado. En el caso del usuario particular, un parámetro muy importante es el coste del software, pero la paradoja es que en el usuario doméstico es donde se hace más uso de software propietario. Normalmente, los usuarios domésticos hacen uso de productos de software con copias ilegales. Algunas estadísticas indican índices del 60-70 % de copias ilegales domésticas en algunos países. El usuario siente que solo por tener el ordenador doméstico PC ya tiene "derecho" a disponer de software para usarlo. En estos casos estamos bajo situaciones "ilegales" que, aunque no han sido ampliamente perseguidas, pueden serlo en su día, o bien se intentan controlar por sistemas de licencias (o activaciones de productos). Además, esto tiene unos efectos perjudiciales indirectos sobre el software libre, debido a que si los usuarios hacen un uso amplio de software propietario, esto obliga a quien se quiera comunicar con ellos, ya sean bancos, empresas o administraciones públicas, a hacer uso del mismo software propietario, y ellos sí que abonan las licencias a los productos.

**Nota**

Las copias ilegales domésticas también son, incorrectamente, denominadas a veces *copias piratas*.

Una de las "batallas" más importantes para el software libre es la posibilidad de captar a los usuarios domésticos, lo que se denomina mercado *desktop* (o escritorio), referido al uso doméstico o de oficina en las empresas.

**g)** Por último, **los Estados**, como caso particular, pueden obtener beneficios importantes del software de código abierto, ya que pueden disponer de software de calidad a precios asequibles comparados con el enorme gasto de licencias de software propietario. Además de que el software de código abierto permite integrar fácilmente nuevas funcionalidades a las aplicaciones, como por ejemplo, cuestiones culturales (de cada país), como el caso de la lengua propia. Este último caso es bastante problemático, ya que en determinadas regiones, estados pequeños con lengua propia, los fabricantes de software propietario se niegan a adaptar sus aplicaciones, o instan a que se les pague desde las administraciones por hacerlo.

## 2. UNIX. Un poco de historia

Como antecesor de nuestros sistemas GNU/Linux [Sta02], vamos a recordar un poco la historia de UNIX [Sal94] [Lev]. En origen, Linux se pensó como un clon de Minix (una implementación académica de UNIX para PC) y de algunas ideas desarrolladas en los UNIX propietarios. Veremos, en este apartado dedicado a UNIX y en el siguiente, dedicado a GNU/Linux, cómo esta evolución nos ha llevado hasta los sistemas GNU/Linux actuales que pueden competir con cualquier UNIX propietario y que están disponibles para un amplio número de arquitecturas hardware, desde el simple PC hasta los supercomputadores, pasando por formar gran parte de las infraestructuras *cloud* actuales.

Linux puede ser utilizado en un amplio rango de máquinas. En la lista TOP500 de los supercomputadores más rápidos pueden encontrarse gran número de supercomputadores con GNU/Linux: por ejemplo, el MareNostrum (modelo 2013), en el Barcelona Supercomputing Center, un *cluster* diseñado por IBM, con 48.896 *cores* (CPU Intel) con sistema operativo GNU/Linux (adaptado para los requerimientos de tales máquinas). En las estadísticas de la lista (2014) podemos observar que los supercomputadores con GNU/Linux ocupan, en general, más de un 97 % de la lista.

**Nota**

Podemos ver la lista TOP500 de los supercomputadores más rápidos en:
http://www.top500.org

UNIX se inició hacia el año 1969 en los laboratorios BTL (Bell Telephone Labs) de AT&T. estos se acababan de retirar de la participación de un proyecto llamado MULTICS, cuyo objetivo era crear un sistema operativo con el cual un gran ordenador pudiera dar cabida a un millar de usuarios simultáneos. En este proyecto participaban los BTL, General Electric y el MIT. Pero falló, en parte, por ser demasiado ambicioso para su época.

Mientras se desarrollaba este proyecto, dos ingenieros de los BTL que participaban en MULTICS, **Ken Thompson y Dennis Ritchie**, encontraron un ordenador que no estaba utilizando nadie, un DEC PDP7, que solo tenía un ensamblador y un programa cargador. Thompson y Ritchie desarrollaron como pruebas (y a menudo en su tiempo libre) partes de UNIX, un programa ensamblador (del código máquina) y el núcleo rudimentario del sistema operativo.

Ese mismo año, 1969, Thompson tuvo la idea de escribir un sistema de ficheros para el núcleo creado, de manera que se pudiesen almacenar ficheros de forma ordenada en un sistema de directorios jerárquicos. Después de unas cuantas discusiones teóricas (que se alargaron unos dos meses) se implementó el sistema en un par de días. A medida que se avanzaba en el diseño del sistema, en el cual se incorporaron algunos ingenieros más de los BTL, la máquina original se

les quedó pequeña, y pensaron en pedir una nueva (en aquellos días costaban cerca de 100.000 dólares, era una costosa inversión). Tuvieron que inventarse una excusa (ya que el sistema UNIX era un desarrollo en tiempo libre) y dijeron que la querían para crear un nuevo procesador de texto (aplicación que daba dinero en aquellos tiempos). Se les aprobó la compra de una PDP11.

UNIX se remonta al año 1969, así que cuenta con decenas de años de tecnologías desarrolladas y utilizadas en todo tipo de sistemas.

Cuando les llegó la máquina, solo estaba la CPU y la memoria, pero no el disco ni el sistema operativo. Thompson, sin poder esperar, diseñó un disco RAM en memoria y utilizó la mitad de la memoria como disco y la otra para el sistema operativo que estaba diseñando. Una vez llegó el disco, se siguió trabajando tanto en UNIX como en el procesador de textos prometido (la excusa). El procesador de textos fue un éxito (se trataba de Troff, un lenguaje de edición que posteriormente fue utilizado para crear las páginas *man* de UNIX), y los BTL comenzaron a utilizar el rudimentario UNIX con el nuevo procesador de texto, de manera que se convirtieron en el primer usuario de UNIX.

En aquellos momentos comenzaron a presentarse varios principios filosóficos de UNIX [Ray02a]:

- Escribir programas para hacer una cosa y hacerla bien.
- Escribir programas para que trabajaran juntos.
- Escribir programas para que manejaran flujos de texto.

Otra idea muy importante radicó en que UNIX fue uno de los primeros **sistemas pensados para ser independiente de la arquitectura hardware**, y que ha permitido portarlo con éxito a un gran número de arquitecturas hardware diferentes.

La necesidad de documentar lo que se estaba haciendo, ya que había usuarios externos, dio lugar en noviembre de 1971 al *UNIX Programmer's Manual*, que firmaron Thompson y Richie. En la segunda edición (junio de 1972), denominada V2 (se hacía corresponder la edición de los manuales con el número de versión UNIX), se decía que el número de instalaciones de UNIX ya llegaba a las diez. Y el número siguió creciendo hasta cincuenta en la V5.

Entonces se decidió (finales de 1973) presentar los resultados en un congreso de sistemas operativos. Y como resultado, varios centros informáticos y universidades pidieron copias de UNIX. AT&T no daba apoyo ni mantenimiento de UNIX, lo que hizo que los usuarios necesitaran unirse y compartir sus conocimientos para formar comunidades de usuarios de UNIX. AT&T decidió

**Nota**

Ved: http://www.usenix.org

ceder UNIX a las universidades, pero tampoco les daba apoyo ni corrección de errores. Los usuarios comenzaron a compartir sus ideas, información programas, *bugs*, etc. Se creó una asociación denominada USENIX como agrupación de usuarios de UNIX. Su primera reunión (mayo de 1974) tuvo una docena de asistentes.

Una de las universidades que había obtenido una licencia de UNIX fue la Universidad de California en Berkeley, donde había estudiado Ken Thompson. En 1975, Thompson volvió como profesor allí, y trajo consigo la última versión de UNIX. Dos estudiantes graduados recién incorporados, Chuck Haley y Bill Joy (que posteriormente cofundó SUN Microsystems) comenzaron a trabajar en una implementación de UNIX.

Una de las primeras cosas que les decepcionó eran los editores. Joy perfeccionó un editor llamado *ex*, hasta transformarlo en el *vi*, un editor visual a pantalla completa. Y los dos escribieron un compilador de lenguaje Pascal, que añadieron a UNIX. Hubo cierta demanda de esta implementación de UNIX, y Joy lo comenzó a producir como el BSD, Berkeley Software Distribution (o UNIX BSD).

BSD (en 1978) tenía una licencia particular sobre su precio: decía que estaba acorde con el coste de los medios y la distribución que se tenía en ese momento. Así, los nuevos usuarios acababan haciendo algunos cambios o incorporando cuestiones de su interés, vendiendo sus copias "customizadas" y, al cabo de un tiempo, los cambios se incorporaban en la siguiente versión de BSD.

Joy también realizó en su trabajo del editor *vi* algunas aportaciones más, como el tratamiento de los terminales de texto, de manera que el editor fuera independiente del terminal en que se utilizase. Creó el sistema *termcap* como interfaz genérica de terminales con controladores para cada terminal concreto, de manera que en la realización de los programas ya nos podíamos olvidar de los terminales concretos y utilizar la interfaz genérica.

Un siguiente paso fue adaptarlo a diferentes arquitecturas. Hasta el año 1977 solo se podía ejecutar en máquinas PDP; en ese año se comenzaron a hacer adaptaciones para máquinas del momento, como las Interdata e IBM. La versión 7 (V7 en junio de 1979) de UNIX fue la primera portable. Esta versión trajo muchos avances, ya que contenía *awk*, *lint*, *make*, *uucp*. El manual ya tenía 400 páginas (más dos apéndices de 400 cada uno). Se incluía también el compilador de C diseñado en los BTL por Kernighan y Ritchie, que se había creado para reescribir la mayor parte de UNIX, inicialmente en ensamblador y luego pasado a C con las partes de ensamblador que fuesen solo dependientes de la arquitectura. Se incluyeron también una *shell* mejorada (*shell* de Bourne) y comandos como *find*, *cpio* y *expr*.

La industria UNIX comenzó también a crecer; empezaron a aparecer versiones (implementaciones) de UNIX por parte de compañías, como Xenix; hubo una colaboración entre Microsoft (en los orígenes también trabajó con versiones de UNIX) y SCO para máquinas Intel 8086 (el primer PC de IBM); aparecieron nuevas versiones BSD de Berkeley...

Pero surgió un nuevo problema cuando AT&T se dio cuenta de que UNIX era un producto comercial valioso. En la licencia de la V7 se prohibió el estudio en centros académicos, para proteger el secreto comercial. Muchas universidades utilizaban hasta el momento el código fuente de UNIX para docencia de sistemas operativos, y dejaron de usarlo para dar solo teoría.

En cualquier caso, cada uno solucionó el problema a su modo. En Ámsterdam, **Andrew Tanenbaum** (autor de prestigio de libros de teoría de sistema operativos) decidió escribir desde el principio un nuevo sistema operativo compatible con UNIX sin utilizar una sola línea de código de AT&T; llamó a este nuevo operativo **Minix** [Tan87][Tan06]. este sería el que, posteriormente, le serviría en 1991 a un estudiante finlandés para crear su propia versión de UNIX, que llamó Linux.

Bill Joy, que continuaba en Berkeley desarrollando BSD (ya estaba en la versión 4.1), decidió marcharse a una nueva empresa llamada SUN Microsystems, en la cual acabó los trabajos del 4.2BSD, que después acabaría modificando para crear el UNIX de SUN, el SunOS (hacia 1983, posteriormente conocido como Solaris). Cada empresa comenzó a desarrollar sus versiones: IBM con AIX, DEC con Ultrix, HP con HPUX, Microsoft/SCO con Xenix, etc. UNIX comenzó (desde 1980) su andadura comercial, AT&T sacó una ultima versión llamada UNIX SystemV (SV), de la cual derivan, junto con los 4.xBSD, los UNIX actuales, ya sea de la rama BSD o de la SystemV. La SV tuvo varias revisiones, por ejemplo, la SV Release 4 (1989) fue una de las más importantes. La consecuencia de estas últimas versiones es que más o menos todos los UNIX existentes se adaptaron uno al otro; en la práctica son versiones del SystemV R4 de AT&T o del BSD de Berkeley, adaptadas por cada fabricante. Algunos fabricantes lo especifican y dicen que su UNIX es de tipo BSD o SystemV, pero la realidad es que todos tienen un poco de las dos, ya que posteriormente se hicieron varios estándares de UNIX para intentar uniformizarlos. Entre ellos encontramos los IEEE POSIX, UNIX97, FHS, etc.

Con el tiempo, UNIX se dividió en varias ramas de sistema, siendo las dos principales la que derivaba del AT&T UNIX o SystemV, y la de la Universidad de California, el BSD. La mayoría de UNIX actuales deriva de uno u otro, o son una mezcla de los dos.

Pero AT&T en aquellos momentos (SVR4) pasó por un proceso judicial por monopolio telefónico (era la principal, si no la única, compañía telefónica en Estados Unidos), que hizo que se dividiera en múltiples empresas más pequeñas, y los derechos de UNIX originales comenzaron un baile de propietarios importante: en 1990 los tenían a medias el Open Software Foundation (OSF) y UNIX International (UI), después, UNIX Systems Laboratories (USL), que denunció a la Universidad de Berkeley por sus copias del BSD, pero perdió, ya que la licencia original no imponía derechos de propiedad al código de UNIX. Más tarde, los derechos UNIX se vendieron a la empresa Novell; esta cedió parte a SCO (que ya disponía de algunos cedidos por Microsoft desde sus productos Xenix), y en aquellos momentos no estuvo muy claro quién los tenia finalmente: por diferentes frentes los reclamaban en Novell, la OSF y SCO.

**Nota**

Podéis encontrar una descripción de la especificación UNIX en http://www.unix.org/what_is_unix/single_unix_specification.html

Finalmente, la marca UNIX se transfirió a un consorcio comercial denominado The Open Group, que rige y certifica la marca UNIX cuando se cumplen unos requerimientos denominados SUS (Single Unix Specification). Entre los sistemas operativos certificados como UNIX se incluyen: IBM AIX y Z/OS, HP-UX, Mac OS X, Solaris. Mientras que otros sistemas similares a UNIX no certificados son los descendientes de BSD y Linux (a estos se les suele denominar UNIX-like).

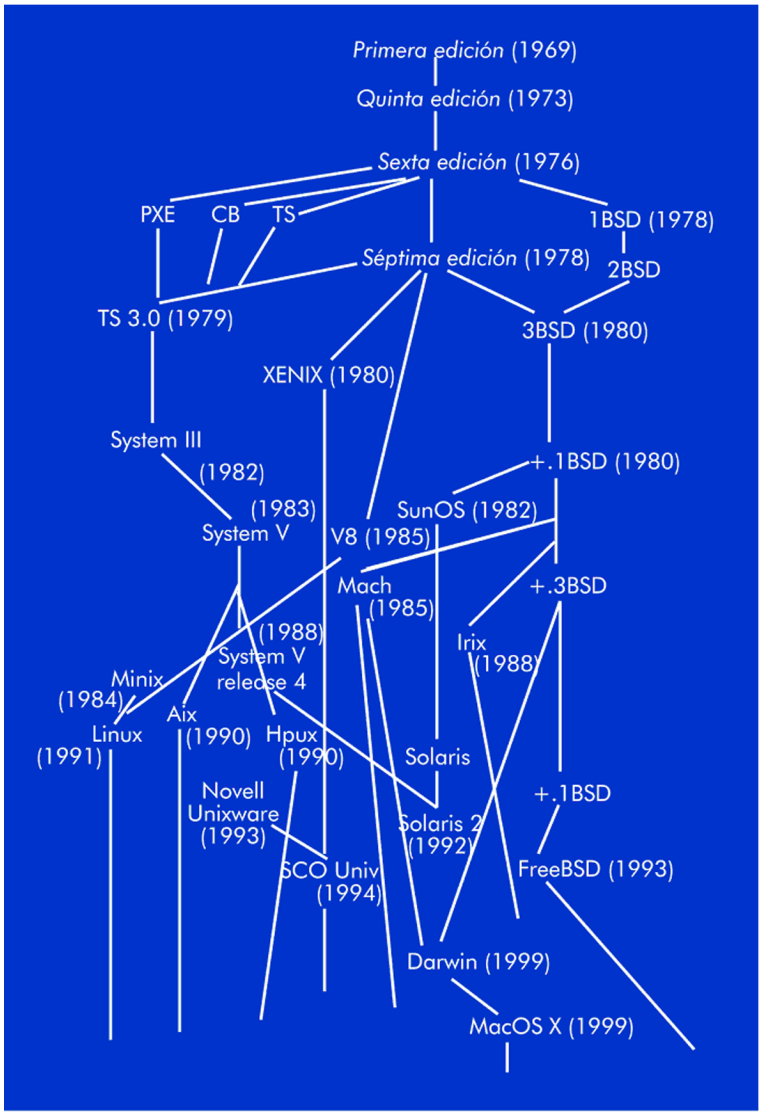
Un ejemplo de esta problemática (por la marca UNIX) fue el caso (2003-10) de la compañía SCO, que puso una demanda legal a IBM porque esta, según SCO, había cedido parte del código UNIX a versiones del *kernel* Linux, que supuestamente incluyen algún código UNIX original. El resultado a día de hoy es que el asunto aún continúa con cierta vigencia en los tribunales, con SCO convertida en un "paria" (semejante a lo que se conoce hoy en dia como un Trol de patentes) de la industria informática que amenaza a los usuarios Linux, IBM y otros UNIX propietarios, con la afirmación de que tienen los derechos UNIX originales, y de que los demás tienen que pagar por ellos. A pesar de que SCO entró en bancarrota, diferentes empresas herederas por compra de los derechos originales, han mostrado en más de una ocasión, su interés por reabrir algunos de estos casos en los tribunales.

**Nota**

Podéis ver la opinión de la FSF sobre el caso SCO en http://www.gnu.org/philosophy/sco/sco.html

Sobre el concepto *Trol de patentes* podéis consultar la Wikipedia.

Figura 1. Resumen histórico de varias versiones UNIX




El panorama actual de UNIX ha cambiado mucho desde la **aparición de Linux** (1991), que a partir de los años 1995-99 comenzó a convertirse en una alternativa seria a los UNIX propietarios, por la gran cantidad de plataformas hardware que soporta y el amplio apoyo de la comunidad internacional y empresas en el avance. Hay diferentes versiones UNIX propietarias que siguen sobreviviendo en el mercado, tanto por su adaptación a entornos industriales o por ser el mejor operativo existente en el mercado, como porque hay necesidades que solo pueden cubrirse con UNIX y el hardware adecuado. Además, algunos de los UNIX propietarios todavía son mejores que GNU/Linux en cuanto a fiabilidad y rendimiento, aunque cada vez acortando distancias, ya que las mismas empresas que tienen sus UNIX propietarios se interesan cada vez más en GNU/Linux, y aportan parte de sus desarrollos para incorporarlos a Linux. Es de esperar una muerte más o menos lenta de las versiones propietarias de UNIX, hacia distribuciones basadas en Linux de los fabricantes, adaptadas a sus equipos.

Un panorama general de estas empresas:

**Nota**

Muchas de las empresas que disponen de UNIX propietarios participan en GNU/Linux y ofrecen algunos de sus desarrollos a la comunidad.

- **Oracle (antigua SUN Microsystems)**: dispone de su implementación de UNIX llamada Solaris (evolución del SunOS). Comenzó como un sistema BSD, pero ahora es mayoritariamente SystemV y partes de BSD. Es muy utilizado en las máquinas Oracle con arquitectura Sparc, y en máquinas multiprocesador (hasta unos 64 procesadores). Promocionan GNU/Linux como entorno de desarrollo para Java, y dispusieron de una distribución de GNU/Linux denominada Java Desktop System, que tuvo una amplia aceptación en algunos países. Además, comenzó a usar Gnome como escritorio, y ofreció apoyo financiero a varios proyectos como Mozilla Firefox, Gnome, MySQL y OpenOffice. También cabe destacar la iniciativa tomada con su última versión de su UNIX Solaris, para liberar su código casi totalmente, en la versión Solaris 10, creando una comunidad para las arquitecturas intel y Sparc, denominada OpenSolaris, que ha permitido la creación de distribuciones libres de Solaris. Además tenemos que señalar iniciativas (2006) para liberar la plataforma Java bajo licencias GPL, como el proyecto OpenJDK. Asimismo, la adquisición de Sun Microsystems por parte de Oracle (2009) causó en su momento cierta incertidumbre en algunos de estos productos y/o tecnologías, porqué la compañía no definió en su momento una estrategia clara para ellos. De hecho, varios productos bajo el paraguas de Oracle han tenido diferentes problemas de continuidad o soporte, como por ejemplo, OpenOffice, MySQL, lo que ha llevado a la comunidad a crear alternativas a estos proyectos como LibreOffice y MariaDB. Por contra, Oracle sí que ha continuado con soporte para otros proyectos como VirtualBox, o creando nuevas distribuciones Linux comerciales como Oracle Linux.

**Enlace recomendado**

Sobre Oracle Linux, podéis consultar el siguiente enlace: https://www.oracle.com/linux/operating-system/index.html.

- **IBM**: tiene su versión de UNIX propietaria denominada AIX, que sobrevive en algunos segmentos de gama alta de estaciones de trabajo y servidores de la firma. Por otra parte, presta apoyo firme a la comunidad Open Source, promoviendo entornos de desarrollo libres (eclipse.org) y tecnologías Java para Linux. Incorpora Linux a sus grandes máquinas y diseña campañas publicitarias (marketing) para promocionar Linux. Aparte ha tenido una repercusión importante en la comunidad, por el ambiente judicial de su caso defendiéndose de la firma SCO, que la acusó de violación de propiedad intelectual UNIX, por haber, supuestamente, integrado componentes en GNU/Linux.

- **HP**: tiene su UNIX HPUX, pero da amplio soporte a Linux, tanto en forma de código en Open Source como instalando Linux en sus máquinas. Se comenta que es una de las compañías que ha ganado más dinero con Linux.

- **SGI**: Silicon Graphics tuvo un UNIX llamado IRIX para sus máquinas gráficas basadas en arquitecturas MIPS. En el 2006 cambió su estrategia hacia plataformas Intel Xeon/AMD Opteron vendiendo máquinas con Windows, y finalmente la mayoría de los sistemas con versiones comerciales

de GNU/Linux, como las producidas por Red Hat y Novell SUSE. A la comunidad Linux le ofreció soporte de OpenGL (tecnología de gráficos 3D) y de diferentes sistemas de ficheros (XFS) y control de dispositivos periféricos. La compañía finalmente quebró siendo vendida en 2009.

- **Apple**: se incorporó (a partir de mediados de los noventa) al mundo UNIX, cuando decidió sustituir su operativo por una variante UNIX. El núcleo de sus nuevos operativos, llamado XNU (combinado en el sistema operativo Darwin) proviene de una versión 4.4BSD, combinada con *kernel* Mach. Este núcleo Open Source será el que, sumado a unas interfaces gráficas muy potentes, dé a Apple su sistema operativo Mac OS X. Está considerado hoy en día como uno de los mejores UNIX y, como mínimo, uno de los más "bellos" en aspecto gráfico. También emplea gran cantidad de software provenientes del proyecto GNU como utilidades de sistema, librerías y compiladores de desarrollo.

- **Distribuidores Linux**: tanto comerciales como organizaciones, mencionaremos a empresas como Red Hat, SUSE, Oracle, y comunidades con distribuciones no comerciales como Debian, Fedora, OpenSUSE, etc... Entre estas (las distribuciones con mayor despliegue) y las más pequeñas, se llevan el mayor desarrollo de GNU/Linux, y tienen el apoyo de la comunidad Linux y de la FSF con el software GNU, además de recibir contribuciones de las citadas empresas.

- **BSD**: aunque no sea una empresa como tal, mencionaremos cómo desde Berkeley y otros intermediarios se continúa el desarrollo de las versiones BSD, así como otros proyectos libres, clones de BSD, como los operativos FreeBSD, netBSD, OpenBSD (el UNIX considerado más seguro), TrustedBSD, etc., que también, más tarde o más temprano, suponen mejoras o incorporaciones de software a Linux. Además, una aportación importante en la línea BSD es el *kernel* XNU (usado en Darwin) proveniente de 4.4BSD, y que desarrolló Apple como núcleo de código abierto de su sistema operativo Mac OS X y su sistema iOS para móviles y tabletas.

- **Google**: ha tenido una relación bastante importante con la comunidad desde sus inicios como buscador en Internet, ya que toda su infraestructura de *clusters* en diferentes centros de datos, a veces conocida como Google Cluster, está basada en múltiples servidores corriendo GNU/Linux con sistemas de ficheros especialmente diseñados para grandes volúmenes de datos. Asimismo, entró con especial fuerza en el mundo del desarrollo para plataformas móviles, con la plataforma Android, una plataforma con *kernel* Linux, y capas software basadas en GNU y Java.

- **Microsoft**: Siempre ha tenido una relación difícil con el código abierto abierto/libre, al que ve como un competidor y un peligro potencial. Normalmente, ha supuesto más para la comunidad un entorpecimiento en el desarrollo de UNIX y GNU/Linux, ya que ha puesto trabas con incompatibilidades en diferentes tecnologías, y no dispone de una participación directa en el mundo UNIX/Linux. Aunque en sus orígenes desarrolló Xenix (1980) para PC, a partir de una licencia AT&T de UNIX, que no vendió directamente, pero sí lo hizo por medio de intermediarios, como SCO, que se hizo con su control en 1987 y la renombró como SCO UNIX (1989). Como nota curiosa, posteriormente compró parte de derechos de la licencia UNIX a SCO (esta los había obtenido a su vez por medio de Novell). No están claros los motivos de Microsoft a la hora de realizar esta adquisición, aunque algunos sugieren que existe alguna relación con el hecho de proporcionar apoyo a SCO en su juicio contra IBM. También (2006), Microsoft llegó a acuerdos con Novell (proveedora en su momento de la distribución SUSE y la comunidad OpenSUSE), en una serie de acuerdos bilaterales para promocionar empresarialmente ambas plataformas. Pero parte de la comunidad GNU/Linux se mantuvo escéptica, por las posibles implicaciones sobre la propiedad intelectual de Linux, y los temas que podrían incluir problemas judiciales por uso de patentes. También son curiosos algunos movimientos recientes, como la elaboración, en colaboración con Nokia, de móviles basados en Android (*kernel* Linux), y su unión a algunas iniciativas de la Linux Foundation (2014). También en 2015 y 2016 hubo cierta aproximación al mundo del *open source* con campañas como *We Love Linux*. Por otra parte se estima que más del 30 % de las máquinas proporcionadas por Azure, la plataforma *cloud* de Microsoft, son Linux (datos Q1 2016).

**Nota**

Carta abierta de Novell a la comunidad GNU/Linux en http://www.novell.com/linux/microsoft/community_open_letter.html

**Enlace de interés**

Sobre las implicaciones de la campaña Microsoft Loves Linux podéis ver el siguiente enlace: https://blogs.technet.microsoft.com/windowsserver/2015/05/06/microsoft-loves-linux/.

Otra anécdota histórica curiosa (2002) es que, junto con una empresa llamada UniSys, Microsoft se dedicó a realizar marketing de cómo convertir sistemas UNIX a sistemas Windows. Y aunque el objetivo podía ser más o menos loable, lo curioso era que el servidor original de la web empresarial estaba en una máquina FreeBSD con Apache. En ocasiones, también se pagó a algunas empresas "independientes" para que llevasen a cabo estudios de rendimiento comparativos entre UNIX/Linux y Windows (muchas de estas campañas, son vistas como F.U.D, ya que la mayoría de estas campañas no resisten un mínimo análisis técnico, mas allá del marketing empleado). En los últimos años parece que en Microsoft haya habido cierto acercamiento a la comunidad Open Source, estableciendo diferentes comunidades OpenSource, para la integración y interrelación con productos GNU/Linux, además de diversos acuerdos puntuales con diferentes distribuidoras de GNU/Linux como Red Hat y SUSE, sobre todo de cara al mercado de *cloud* público.

**Nota**

Algunos portales de Microsoft relacionados con Open Source son http://port25.technet.com/ y http://www.microsoft.com/opensource

Ved también la definición de FUD en Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Fear,_uncertainty_and_doubt, y un caso concreto de FUD en http://news.cnet.com/2100-1001-872266.html

Como resumen general, algunos comentarios que suelen aparecer en la bibliografía UNIX apuntan a que UNIX es, técnicamente, un sistema sencillo y coherente diseñado con buenas ideas que se supieron llevar a la práctica, pero no hay que olvidar que algunas de estas ideas se consiguieron gracias al apoyo entusiasta que brindó una gran comunidad de usuarios y desarrolladores que colaboraron entre sí, compartiendo una tecnología y gobernando su evolución.

Y como la historia se suele repetir, en este momento la evolución y el entusiasmo continúan con los sistemas GNU/Linux.

# 3. Sistemas GNU/Linux

En los primeros años, los usuarios de los primeros ordenadores personales no disponían de muchos sistemas operativos donde elegir.

El mercado de los ordenadores personales lo dominaba un DOS de Microsoft. Otra posibilidad eran los Mac de Apple, pero a unos precios desorbitados (en comparación) con el resto. La otra opción importante, aunque reservada a grandes (y caras) máquinas, era UNIX.

Una primera opción que apareció fue **MINIX** (1984), creado desde cero por Andrew Tanenbaum, **con el objetivo de usarlo para la educación**, para enseñar diseño e implementación de sistemas operativos.

MINIX fue pensado para ejecutarse sobre una plataforma Intel 8086, muy popular en la época porque era la base de los primeros IBM PC. La principal ventaja de este operativo radicaba en su código fuente, accesible a cualquiera (12.000 líneas de código entre ensamblador y C), ya que estaba incluido en el libro docente de sistemas operativos de Tanenbaum [Tan87]. Pero MINIX era más una herramienta de enseñanza que un sistema eficaz pensado para el rendimiento o para actividades profesionales.

En los noventa, la FSF (Free Software Foundation) y su proyecto GNU motivó a muchos programadores para promover el software de calidad y de distribución libre. Y aparte de software de utilidades, se trabajaba en un núcleo (*kernel*) de operativo denominado GNU Hurd, que llevaría varios años de desarrollo.

**Enlace de interés**

Para saber más sobre GNU Hurd, podéis visitar el siguiente enlace: https://www.gnu.org/software/hurd/.

Mientras, en octubre de 1991, un estudiante finlandés llamado Linus Torvalds presentaría la versión 0.0.1 de su *kernel* de sistema operativo, que denominó **Linux**, orientado a máquinas Intel con arquitectura 386, y lo ofreció bajo licencia GPL a foros de programadores y a la comunidad de Internet para que lo probaran y, si les gustaba, le ayudaran a su desarrollo. El entusiasmo fue tal que, en poco tiempo, había un gran número de programadores trabajando en el núcleo o en aplicaciones para él.

Algunas de las características que diferenciaron a Linux de los sistemas de su tiempo y que siguen siendo aplicables, y otras heredadas de UNIX, podrían ser:

**a) Sistema operativo de código abierto**: cualquiera puede disponer de sus fuentes, modificarlas y crear nuevas versiones que poder compartir bajo la licencia GPL (que, de hecho, lo convierte en un software libre).

**b) Portabilidad**: tal como el UNIX original, Linux está pensado para depender muy poco de una arquitectura concreta de máquina. Consecuentemente Linux es, en su mayor parte, independiente de la máquina de destino y puede portarse a casi cualquier arquitectura que disponga de un compilador C como el GNU *gcc*. Solo restan algunas pequeñas partes de código ensamblador y de algunos dispositivos dependientes de la máquina, que tienen que ser rescritas en cada nueva arquitectura. Gracias a esto, GNU/Linux es uno de los sistemas operativos que corre en mayor número de arquitecturas: Intel x86 y IA64, AMD x86 y x86_64, Sparc de Oracle/Sun, MIPS de Silicon, PowerPC (IBM), IBM S390, Alpha de Compaq, m68k Motorola, Vax, ARM, HPPArisc...

**c) *Kernel* de tipo monolítico**: el diseño del *kernel* está unido en una sola pieza, pero es conceptualmente modular en las diferentes tareas. Otra escuela de diseño de operativos propone los *microkernel* (un ejemplo es el proyecto Mach), donde los servicios se implementan como procesos aparte, comunicados por un (micro) *kernel* más básico. Linux se decidió como monolítico, porque es difícil extraer buen rendimiento de los *microkernels* (resulta un trabajo bastante duro y complejo). Por otra parte, el problema de los monolíticos es el crecimiento; cuando se vuelven muy grandes se vuelven intratables en el desarrollo; esto se intentó solucionar con los módulos de carga dinámica.

**Nota**

Proyecto original Mach:
http://www.cs.cmu.edu/afs/cs/project/mach/public/www/mach.html

**d) Módulos dinámicamente cargables**: permiten poner partes del sistema operativo, como *filesystems*, o controladores de dispositivos, como porciones externas que se cargan (o enlazan) con el *kernel* en tiempo de ejecución bajo demanda. Esto permite simplificar el *kernel* y ofrecer estas funcionalidades como elementos que se pueden programar por separado. Con este uso de módulos, se podría considerar a Linux como un *kernel* mixto, ya que es monolítico, pero ofrece una serie de módulos que complementan el *kernel* (aproximación parecida a algunos conceptos de *microkernel*).

**e) Desarrollo del sistema por una comunidad vinculada por Internet**: los sistemas operativos nunca habían tenido un desarrollo tan amplio y disperso; no suelen salir de la compañía que los elabora (en el caso propietario) o de un pequeño conjunto de instituciones académicas y laboratorios que colaboran para crear uno. El fenómeno de la comunidad Linux permite que cada uno colabore en la medida que el tiempo y sus propios conocimientos se lo permitan. El resultado son de cientos a miles de desarrolladores para Linux. Además, por su naturaleza de sistema de código fuente abierto, Linux es un laboratorio ideal para probar ideas de sistemas operativos al mínimo coste; se puede implementar, probar, tomar medidas y, si funciona, añadir la idea al *kernel*.

Los proyectos se sucedieron y –en el inicio de Linus con el *kernel*– a la gente de la FSF, con el software de utilidad GNU y, sobre todo, con su compilador de C (*GCC*), se les unieron otros proyectos importantes como las XFree/Xorg (una versión PC de las X Window), y proyectos de escritorio como KDE y Gnome. Y el desarrollo de Internet con proyectos como el servidor web Apache, el navegador Mozilla Firefox, o las bases de datos MySQL y PostgreSQL, acabaron

por dar al *kernel* inicial Linux el recubrimiento de aplicaciones suficiente para construir los sistemas GNU/Linux y competir en igualdad de condiciones con los sistemas propietarios. Y convertir a los sistemas GNU/Linux en el paradigma del software de fuente abierta (Open Source).

Los sistemas GNU/Linux se han convertido en la punta de lanza de la comunidad Open Source, por la cantidad de proyectos que se han podido aglutinar y llevar a buen término.

El nacimiento de nuevas empresas, que crearon distribuciones GNU/Linux (empaquetamientos de *kernel* + aplicaciones) y le dieron apoyo, como Red Hat, Mandrake, SUSE, contribuyó a introducir GNU/Linux en las empresas reacias, y a comenzar el imparable crecimiento que vivimos actualmente.

Comentaremos también la **discusión sobre la denominación de los sistemas como GNU/Linux**. El término Linux para identificar el sistema operativo con que se trabaja es de común uso (para simplificar el nombre), aunque en opinión de algunos desmerece el trabajo de la FSF con el proyecto GNU, el cual ha proporcionado las principales herramientas del sistema. Aun así, el término Linux, para referirse al sistema operativo completo, es ampliamente usado comercialmente.

**Nota**

Podéis leer un artículo de Richard Stallman sobre GNU y Linux en http://www.gnu.org/gnu/linux-and-gnu.html

En general, para seguir una denominación más acorde a la participación de la comunidad, se utiliza el término *Linux*, cuando nos estamos refiriendo solo al núcleo (*kernel*) del sistema operativo. Esto crea cierta confusión, ya que hay gente que habla de "sistemas Linux" o del "sistema operativo Linux" para abreviar. Cuando se trabaja con un sistema operativo GNU/Linux, se está trabajando sobre una serie de software de utilidades, en gran parte fruto del proyecto GNU, sobre el núcleo Linux. Por lo tanto, el sistema es básicamente GNU con un núcleo Linux.

El proyecto GNU de la FSF tenía por objetivo crear un sistema operativo de software libre al estilo UNIX denominado GNU [Sta02].

Linus Torvalds consiguió, en 1991, juntar su *kernel* Linux con las utilidades GNU, cuando la FSF todavía no disponía de *kernel*. El *kernel* de GNU se denomina Hurd, y hoy en día se trabaja bastante en él, y ya existen algunas versiones beta de distribuciones de GNU/Hurd.

En algunos estudios se ha calculado que, en una distribución GNU/Linux, hay un 8-13 % (dependiendo de los componentes considerados) de código GNU y un 9 % que corresponde al código del *kernel* Linux; el porcentaje restante corresponde a código de terceros, ya sea de aplicaciones o de utilidades.

Para destacar la contribución de GNU [FSF], podemos ver algunas de sus aportaciones incluidas en los sistemas GNU/Linux:

- El compilador de C y C++ (GCC)
- El *shell bash*
- El editor Emacs (GNU Emacs)
- El intérprete *postscript* (GNU *ghostscript*)
- La biblioteca C estándar (GNU C *library*, o también *glibc*)
- El depurador (GNU *gdb*)
- *Makefile* (GNU *make*)
- El ensamblador (GNU *assembler* o *gas*)
- El *linker* (GNU *linker* o *gld*)

Los sistemas GNU/Linux no son los únicos que utilizan software GNU. Los sistemas BSD, por ejemplo, incorporan también utilidades GNU. Y algunos operativos propietarios, como Mac OS X (de Apple), también usan software GNU. El proyecto GNU ha producido software de alta calidad, que se ha ido incorporando a la mayor parte de las distribuciones de sistemas basadas en UNIX, tanto libres como propietarias.

Es justo para todo el mundo reconocer el trabajo de cada uno denominando GNU/Linux a los sistemas que trataremos.

# 4. El perfil del administrador de sistemas

Las grandes empresas y organizaciones dependen cada vez más de sus recursos de computación y de cómo estos son administrados para adecuarlos a las tareas. El gran incremento de las redes distribuidas, los centros de datos (*data center*), la infraestructura *cloud*, con sus equipos servidores (ya sean máquinas físicas o virtuales) y clientes, ha creado una gran demanda de un perfil laboral: el llamado administrador de sistemas (ya sea en genérico, o especializado en diversos temas concretos, o evoluciones de este perfil como el caso DevOps).

El administrador de sistemas tiene una amplia variedad de tareas importantes. Los mejores administradores de sistema suelen ser bastante generalistas (aunque el mercado y los perfiles profesionales acaban imponiendo una especialización importante), tanto teórica como prácticamente. Pueden enfrentarse a tareas como realizar cableados de instalaciones o reparar cables; instalar sistemas operativos o software de aplicaciones; corregir problemas y errores en los sistemas, tanto hardware como software; formar a los usuarios, ofrecer trucos o técnicas para mejorar la productividad en áreas que pueden ir desde aplicaciones de procesamiento de textos hasta áreas complejas de sistemas CAD o simuladores; evaluar económicamente compras de equipamiento de hardware y software; automatizar un gran número de tareas comunes, e incrementar el rendimiento general del trabajo en su organización.

Puede considerarse al administrador como un perfil de empleado que ayuda a los demás empleados de la organización a aprovechar mejor y más óptimamente los recursos disponibles, de forma que mejore la eficiencia TIC en toda la organización.

La relación con los usuarios finales de la organización puede establecerse de diferentes maneras: mediante la formación de usuarios o con ayuda directa en el caso de presentarse problemas (incidencias). El administrador es la persona encargada de que las tecnologías utilizadas por los usuarios funcionen adecuadamente, o en otras palabras, que los sistemas cumplan las expectativas de los usuarios, así como las tareas que estos quieran realizar.

Hace años, y aún actualmente, en muchas empresas u organizaciones no hay una perspectiva clara del papel del administrador de sistemas. En los inicios de la informática en la empresa (años ochenta y noventa), el administrador era visto en un principio como la persona "entendida" en ordenadores (el "gurú") que se encargaba de las instalaciones de las máquinas y que vigilaba o las reparaba en caso de problemas. Era una especie de informático polivalente que tenía que solucionar los problemas que fueran apareciendo. Su perfil de

currículum no era claro, ya que no necesitaba tener amplios conocimientos sino solo conocimientos básicos de una decena (como mucho) de aplicaciones (el procesador de texto, la hoja de cálculo, la base de datos, etc.), y algunos conocimientos básicos de hardware eran suficientes para las tareas diarias. Así, cualquier simple "entendido" en el tema podía dedicarse a este trabajo, de manera que no solían ser informáticos tradicionales, y muchas veces incluso se llegaba a una transmisión oral de los conocimientos entre algún "administrador" más antiguo en la empresa y el nuevo aprendiz.

En aquella situación, nos encontrábamos de alguna manera en la prehistoria de la administración de sistemas (aunque hay personas que siguen pensando que básicamente se trata del mismo trabajo).

Hoy en día, en la época de Internet y de los servicios distribuidos, un administrador de sistemas es un profesional (con dedicación propia y exclusiva) que proporciona servicios en la "arena" del software y hardware de sistemas. El administrador tiene que llevar a cabo varias tareas que tendrán como destino múltiples sistemas informáticos (que hoy en día pueden ser tanto sistemas físicos como virtuales), la mayoría heterogéneos, con objeto de hacerlos operativos para una serie de tareas y servicios a proporcionar a su comunidad de usuarios.

Así las cosas, los administradores necesitan tener unos conocimientos generales (teóricos y prácticos) de áreas muy diferentes, desde tecnologías de redes, sistemas operativos, aplicaciones de ámbitos distintos, programación básica en una amplia variedad de lenguajes de programación, conocimientos amplios de hardware –tanto del ordenador como de los periféricos usados– y tecnologías Internet, diseño de páginas web, bases de datos, etc. Y normalmente también es buscado con el perfil de conocimientos básicos sobre el área de trabajo de la empresa, ya sea química, física, matemáticas, etc. No es de extrañar, entonces, que en una empresa de tamaño medio a grande se haya pasado del "chapuzas" de turno a un pequeño grupo de profesionales con amplios conocimientos, la mayoría con nivel académico universitario, con diferentes tareas asignadas dentro de la organización.

El administrador debe dominar un rango amplio de tecnologías para poder adaptarse a una multitud de tareas variadas, que pueden surgir dentro de la organización.

Debido a la gran cantidad de conocimientos que debe tener, no es extraño que aparezcan a su vez diferentes subperfiles de la tarea del administrador. En una gran organización puede ser habitual encontrar a los administradores de sistemas operativos (GNU/Linux u otros UNIX-like, Mac OS o Windows), que suelen ser diferentes a los orientados a administrador de bases de datos,

administrador de copias de seguridad, administradores de seguridad informática, administradores encargados de atención a los usuarios, administradores de infraestructura *cloud*, etc.

En una organización más pequeña, varias o todas las tareas pueden estar asignadas a uno o pocos administradores. Los administradores de sistemas UNIX (o de GNU/Linux) serían una parte de estos administradores (cuando no el administrador que tendrá que hacer todas las tareas). Su plataforma de trabajo es UNIX (o GNU/Linux en nuestro caso), y requiere de bastantes elementos específicos que hacen este trabajo único. UNIX (y variantes) es un sistema operativo abierto y muy potente, y, como cualquier sistema software, exige cierto nivel de adecuación, configuración y mantenimiento en las tareas para las que vaya a ser usado. Configurar y mantener un sistema operativo, en el entorno de una organización, es una tarea amplia y seria, y en el caso de UNIX y nuestros GNU/Linux puede llegar a ser bastante frustrante.

Algunas áreas importantes por tratar son:

**a)** Que el sistema sea muy potente también indica que habrá bastantes posibilidades de adaptarlo (configurarlo) a las tareas que queremos hacer y a los servicios que queremos ofrecer. Habrá que evaluar las posibilidades que se nos ofrecen y cuán adecuadas (y óptimas) son para nuestro objetivo final.

**b)** Un sistema abierto y ejemplo claro de ello es nuestro GNU/Linux, que nos ofrecerá actualizaciones permanentes, tanto en la corrección de errores del sistema como en la incorporación de nuevas prestaciones. Y, evidentemente, todo esto tiene un impacto directo en costes de mantenimiento de las tareas de administración.

**c)** Los sistemas se pueden utilizar para tareas de coste crítico, o en puntos críticos de la organización, donde no se pueden permitir fallos importantes, o que ralenticen o paren la marcha de la organización.

**d)** Las redes son actualmente un punto muy importante (si no el que más), pero también es un área de problemas potenciales muy crítica, tanto por su propia naturaleza distribuida como por la complejidad del sistema para encontrar, depurar y solucionar los problemas que se puedan presentar.

**e)** En el caso particular de los sistemas UNIX, y en nuestros GNU/Linux, la abundancia, tanto de versiones como de distribuciones diferentes del sistema, incorpora problemas adicionales a la administración, ya que es necesario conocer las problemáticas y diferencias de cada versión y distribución.

En particular, las tareas de administración del sistema y de la red suelen presentar particularidades diferentes, y a veces se tratan por separado (o por administradores diferentes). Aunque también pueden verse como dos caras del mismo trabajo, con el sistema propiamente dicho (máquina y software) por un lado, y el ambiente donde el sistema (el entorno de red) convive, por el otro.

Por administración de la red se entiende la gestión del sistema como parte de la red, y hace referencia a los servicios o dispositivos cercanos necesarios para que la máquina funcione en un entorno de red; no cubre dispositivos de red como los *switchs*, *bridges* o *hubs* u otros dispositivos de red, pero unos conocimientos básicos son imprescindibles para facilitar las tareas de administración.

En este material, cubriremos primero aquellos aspectos locales al propio sistema, y una introducción básica a la administración de red y sus servicios básicos, y en un segundo material ("Administración avanzada") veremos las tareas de administración de red y despliegue de servicios, tanto en sistemas físicos como en infraestructuras virtualizadas o sistemas *cloud*.

Ya hemos apuntado el problema de determinar qué es exactamente un administrador de sistemas, pues en el mercado laboral informático no está realmente demasiado claro. Era común pedir administradores de sistemas según categorías (establecidas en las empresas) de programador o ingenieros de software, las cuales no se adecuan correctamente. A este conjunto de perfiles, se añade recientemente el perfil de DevOps como figura integradora de las partes de operaciones y desarrollo.

Un programador es, básicamente, un productor de código. En este caso, un administrador obtendría poca producción, dado que en algunas tareas puede ser necesario, pero en otras no.

Normalmente, será deseable que el administrador posea más o menos conocimientos dependiendo de la categoría laboral:

**a)** Alguna carrera o diplomatura universitaria, preferible en informática, o en algún campo directamente relacionado con la empresa u organización.

**b)** Suele pedirse de uno a tres años de experiencia como administrador (a no ser que el puesto sea para ayudante de uno ya existente). La experiencia también puede ampliarse de tres a cinco años.

**c)** Familiaridad o conocimientos amplios de entornos de red y servicios (en sistemas físicos, virtualizados o *cloud*). Protocolos TCP/IP, servicios de ftp, telnet, ssh, http, nfs, nis, ldap, etc.

**Nota**

Para ser administrador se requieren generalmente estudios informáticos o afines a la organización, junto con experiencia demostrada en el campo y conocimientos amplios de sistemas heterogéneos y tecnologías de red.

**d)** Conocimientos de lenguajes de *script* para prototipado de herramientas o automatización rápida de tareas (por ejemplo, *shell scripts*, Perl, tcl, Python, etc.) y experiencia en programación de un amplio rango de lenguajes (C, C++, Java, Assembler, etc.). Así como conocimientos en las áreas de herramientas de configuración automática y gestión de despliegue de servicios o aplicaciones.

**e)** Puede pedirse experiencia en desarrollo de grandes aplicaciones en cualquiera de estos lenguajes.

**f)** Conocimientos amplios de mercado informático, tanto de hardware como de software, en el caso de que haya que evaluar compras de material o montar nuevos sistemas o instalaciones completas.

**g)** Experiencia en más de una versión de UNIX (o sistemas GNU/Linux), como Solaris, AIX, AT&T, variantes SysV, BSD, etc.

**h)** Experiencia en sistemas operativos no UNIX, sistemas complementarios que pueden encontrarse en la organización: Windows 7/8.x/10/Server, MacOs X, sistemas IBM, etc.

**i)** Sólidos conocimientos del diseño e implementación de UNIX, mecanismos de páginas, intercambio, comunicación interproceso, controladores, etc.; por ejemplo, si las tareas de administración incluyen optimización de los sistemas (*tuning*) y/o de las plataformas arquitecturales hardware.

**j)** Conocimientos y experiencia en seguridad informática: construcción de cortafuegos (*firewalls*), sistemas de autentificación, aplicaciones de cifrado (criptografía), seguridad del sistema de ficheros, herramientas de seguimiento de seguridad, etc.

**k)** Experiencia en bases de datos, conocimientos de SQL, etc.

**l)** Instalación y reparación de hardware y/o cableados de red y dispositivos.

Además del concepto de administrador de sistemas, tal como lo conocemos, hace falta comentar que últimamente se están introduciendo nuevos perfiles profesionales asociados. Como el de DevOps (acrónimo de los terminos desarrollo y operaciones), como nuevos puestos de administración de sistemas asociados generalmente a grandes centros de datos, e infraestructuras Cloud. Este perfil, DevOps, se genera debido al alto grado de interdependencia entre el desarrollo de software y las operaciones de los grupos de IT. El objetivo principal es ayudar a la organización a producir productos y servicios en ciclos rápidos y ágiles.

La idea general en DevOps es que se introducen, en los administradores de sistema, metodologías de desarrollo, como los métodos ágiles, para dar soporte continuo a los desarrollos con el fin de participar juntos de forma constante

(los propios desarrolladores y el personal de operaciones, en el ciclo de vida de un determinado servicio, desde su proceso de desarrrollo hasta el soporte en producción.

Al DevOps se le suelen atribuir una serie de capacidades:

**Nota**

Podéis encontrar una breve descripción del perfil de DevOps en la *Wikipedia*: http://en.wikipedia.org/wiki/DevOps.

- Habilidad de usar una amplia variedad de herramientas y tecnologías de código abierto.
- Habilidades de programación en diferentes lenguajes y scripts.
- Experiencia en sistemas y conocimiento en Operaciones IT.
- Sentirse confortable en un entorno ágil, con frecuentes e incrementales fases de testeo de código y puesta en producción.
- Uso extensivo de herramientas de automatización.
- Habilidades de gestión de datos.
- Enfoque a los objetivos de producción de la empresa.
- Sentirse confortable con un entorno colaborativo, abierto a la comunicación con diferentes departamentos de la empresa (fuera del trabajo, o silo, habitual del entorno del día a día).

En este sentido, observando las habilidades necesarias, algunos autores han comenzado a hablar de la "muerte" del perfil de administrador de sistemas clásico. En el sentido de que para DevOps se requiere un perfil con altas capacidades de programación y desarrollo de aplicaciones, así como altas capacidades comunicativas dentro de la organización, asimismo, como un trabajo diario orientado a la automatización, y los métodos ágiles de trabajo. Quizás no sea una "muerte" del perfil como tal, sino más una reinvención, haciéndolo más generalista y especialista, adaptándose al marco de servicios imperante en la industria IT, necesario para servicios web, movilidad, y Cloud.

# 5. Tareas del administrador

Según hemos descrito, podríamos separar las tareas de un administrador GNU/Linux (o UNIX en general) en dos partes principales: administración del sistema y administración de red. En los siguientes subapartados, mostramos de forma resumida en qué consisten en general estas tareas en los sistemas GNU/Linux (o UNIX). Trataremos la mayor parte del contenido con cierto detalle en estos módulos y en los asociados a administración avanzada. Otra parte de las tareas, por cuestiones de espacio o complejidad, la explicaremos superficialmente o no la trataremos.

Las tareas de administración engloban una serie de conocimientos y técnicas de los cuales aquí solo podemos ver la "punta del iceberg". En la bibliografía adjunta a cada módulo aportamos referencias para ampliar todos los temas a tratar. Como veréis, hay una amplia bibliografía para casi cualquier punto en el que queráis profundizar.

## 5.1. Tareas de administración local del sistema

- **Arranque y apagado del sistema**: cualquier sistema basado en UNIX tiene unos sistemas de arranque y apagado ajustables, de manera que podemos configurar qué servicios ofrecemos en el arranque de la máquina y cuándo hay que pararlos, o programar el apagado del sistema para su mantenimiento.

- **Gestión de usuarios y grupos**: dar cabida a los usuarios es una de las principales tareas de cualquier administrador. Habrá que decidir qué usuarios podrán acceder al sistema, de qué forma y bajo qué permisos, y establecer comunidades mediante los grupos. Un caso particular será el de los usuarios de sistema, pseudousuarios dedicados a tareas del sistema.

- **Gestión de recursos del sistema**: qué ofrecemos, cómo lo ofrecemos y a quién damos acceso.

- **Gestión de los sistemas de ficheros**: el ordenador puede disponer de diferentes recursos de almacenamiento de datos y dispositivos (disquetes, discos duros, ópticos, almacenamiento NAS o DAS por NFS, etc.) con diferentes sistemas de acceso a los ficheros. Pueden ser permanentes, extraíbles o temporales, con lo cual habrá que modelar y gestionar los procesos de montaje y desmontaje de los sistemas de ficheros que ofrezcan los discos o dispositivos afines.

- **Cuotas del sistema**: cualquier recurso que vaya a ser compartido tiene que ser administrado, y según la cantidad de usuarios, habrá que establecer un

sistema de cuotas para evitar el abuso de los recursos por parte de los usuarios o establecer clases (o grupos) de usuarios diferenciados por mayor o menor uso de recursos. Suelen ser habituales sistemas de cuotas de espacio de disco, o de impresión, o de uso de CPU (tiempo de computación usado).

- **Seguridad del sistema**: seguridad local, sobre protecciones a los recursos frente a usos indebidos, accesos no permitidos a datos del sistema, o a datos de otros usuarios o grupos.

- ***Backup* y restauración del sistema**: es necesario establecer políticas periódicas (según importancia de los datos), de copias de seguridad de los sistemas. Hay que establecer periodos de copia que permitan salvaguardar nuestros datos de fallos del sistema (o factores externos) que puedan provocar pérdidas o corrupción de datos.

- **Automatización de tareas rutinarias**: muchas de las tareas frecuentes de la administración o del uso habitual de la máquina pueden ser fácilmente automatizadas, ya debido a su simplicidad (y por lo tanto, a la facilidad de repetirlas), como a su temporalización, que hace que tengan que ser repetidas en periodos concretos. Estas automatizaciones suelen hacerse bien mediante programación por lenguajes interpretados de tipo *script* (*shells*, Perl, etc.), o por la inclusión en sistemas de temporalización (*cron*, *at*...), o bien por herramientas pensadas para la automatización de tareas de administración.

- **Gestión de impresión y colas**: los sistemas UNIX pueden utilizarse como sistemas de impresión para controlar una o más impresoras conectadas al sistema, así como para gestionar las colas de trabajo que los usuarios o aplicaciones puedan enviar a las mismas.

- **Gestión de módems y terminales**: estos dispositivos suelen ser habituales en entornos no conectados a red local ni a banda ancha:
  - Los módems permiten una conexión a la Red por medio de un intermediario (el ISP o proveedor de acceso), o bien la posibilidad de conectar a nuestro sistema desde el exterior por acceso telefónico desde cualquier punto de la red telefónica.

  - En el caso de los terminales, antes de la introducción de las redes solía ser habitual que la máquina UNIX fuese el elemento central de cómputo, con una serie de terminales "tontos", que únicamente se dedicaban a visualizar la información o a permitir la entrada de información por medio de teclados externos. Solía tratarse de terminales de tipo serie o paralelo. Hoy en día, todavía suelen ser habituales en entornos industriales, y en nuestro sistema GNU/Linux de escritorio tenemos un tipo particular, que son los terminales de texto "virtuales", a los que se accede mediante las teclas Alt+Fxx.

- ***Accounting* (o *log*) de sistema**: para poder verificar el funcionamiento correcto de nuestro sistema, es necesario llevar políticas de *log* que nos puedan informar de los posibles fallos del sistema o del rendimiento que se obtiene de una aplicación, servicio o recurso hardware. O bien permitir resumir los recursos gastados, los usos realizados o la productividad del sistema en forma de informe.

- ***System performance tunning***: técnicas de optimización del sistema para un fin dado. Suele ser habitual que un sistema esté pensado para una tarea concreta y que podamos verificar su funcionamiento adecuado (por ejemplo, mediante *logs*), para examinar sus parámetros y adecuarlos a las prestaciones que se esperan.

- **Personalización del sistema**: reconfiguración del *kernel*. Los *kernels*, por ejemplo en GNU/Linux, son altamente personalizables, según las características que queramos incluir y el tipo de dispositivos que tengamos o esperemos tener en nuestra máquina, así como los parámetros que afecten al rendimiento del sistema o que consigan las aplicaciones.

## 5.2. Tareas de administración de red

- **Interfaz de red y conectividad**: el tipo de interfaz de red que utilizamos, ya sea el acceso a una red local, la conexión a una red mayor, o conexiones del tipo banda ancha con tecnologías ADSL, RDSI, u ópticas por cable. Además, el tipo de conectividades que vamos a tener en forma de servicios o peticiones.

- ***Routing* de datos**: los datos que circularán, de dónde o hacia dónde se dirigirán, dependiendo de los dispositivos de red disponibles y de las funciones de la máquina en red; posiblemente, será necesario redirigir el trafico desde/hacia uno o más sitios.

- **Seguridad de red**: una red, sobre todo si es abierta a cualquier punto exterior, es una posible fuente de ataques y, por lo tanto, puede comprometer la seguridad de nuestros sistemas o los datos de nuestros usuarios. Hay que protegerse, detectar e impedir posibles ataques con una política de seguridad clara y eficaz.

- **Servicios de nombres**: en una red hay infinidad de recursos disponibles. Los servicios de nombres nos permiten nombrar objetos (como máquinas y servicios) para poderlos localizar y gestionar. Con servicios como el DNS, DHCP, LDAP, etc., se nos permitirá localizar servicios o equipos.

- **NIS (*network information service*)**: las grandes organizaciones han de tener mecanismos para poder organizar, de forma efectiva, los recursos y el acceso a ellos. Las formas habituales en UNIX estándar, como los *logins* de

usuarios con control por *passwords* locales, son efectivos con pocas máquinas y usuarios, pero cuando tenemos grandes organizaciones, con estructuras jerárquicas, usuarios que pueden acceder a múltiples recursos de forma unificada o separada por diferentes permisos, etc., los métodos UNIX sencillos se muestran claramente insuficientes o imposibles. Entonces se necesitan sistemas más eficaces para controlar toda esta estructura. Servicios como NIS, NIS+ y LDAP nos permiten organizar de modo adecuado toda esta complejidad.

- **NFS (*network fylesystems*)**: a menudo, en las estructuras de sistemas en red es necesario compartir informaciones (como los propios ficheros) por parte de todos o algunos de los usuarios. O sencillamente, debido a la distribución física de los usuarios, es necesario un acceso a los ficheros desde cualquier punto de la red. Los sistemas de ficheros por red (como NFS) permiten un acceso transparente a los ficheros, independientemente de nuestra situación en la red. Y en algunos casos, como Samba/CIFS, nos ofrecen soporte para el acceso por parte de plataformas hardware/software diferentes (como por ejemplo Windows y Mac OS), e independientes de las configuraciones de clientes o servidores.

- **UNIX *remote commands***: UNIX dispone de comandos transparentes a la red, en el sentido de que, independientemente de la conexión física, es posible ejecutar comandos que muevan información por la red o permitan acceso a algunos servicios de las máquinas. Los comandos suelen tener una "*r*" delante, con el sentido de 'remoto', por ejemplo: *rcp*, *rlogin*, *rsh*, *rexec*, etc., que permiten las funcionalidades indicadas de forma remota en la red. O en su versión moderna segura, algunos como scp, ssh, sftp, etc., que nos permiten accesos remotos securizados por cifrado de contraseñas y datos circulando.

- **Aplicaciones de red**: aplicaciones de conexión a servicios de red, como telnet (acceso interactivo), ftp (transmisión de ficheros), en forma de aplicación cliente que se conecta a un servicio servido desde otra máquina. O bien que nosotros mismos podemos servir con el servidor adecuado: servidor de telnet, servidor ftp, servidor web, etc.

- **Impresión remota**: acceso a servidores de impresión remotos, ya sea directamente a impresoras remotas o bien a otras máquinas que ofrecen sus impresoras locales. Impresión en red de forma transparente al usuario o aplicación.

- **Correo electrónico**: uno de los primeros servicios proporcionados por las máquinas UNIX es el servidor de correo, que permite el almacenamiento de correo, o un punto de retransmisión de correo hacia otros servidores, si no iba dirigido a usuarios propios de su sistema. Para el caso web, también de forma parecida, un sistema UNIX con el servidor web adecuado ofrece una plataforma excelente para web. UNIX tiene la mayor cuota de mer-

cado en cuanto a servidores de correo y web, y es uno de los principales mercados, donde tiene una posición dominante. Los sistemas GNU/Linux ofrecen soluciones de código abierto para correo y web y conforman uno de sus principales usos.

- **X Window**: un caso particular de interconexión es el sistema gráfico de los sistemas GNU/Linux (y la mayor parte de UNIX), X Window. Este sistema permite una transparencia total de red y funciona bajo modelos cliente servidor; permite que el procesamiento de una aplicación esté desligado de la visualización y de la interacción por medio de dispositivos de entrada, por lo que estos se sitúan en cualquier parte de la red. Por ejemplo, podemos estar ejecutando una determinada aplicación en una máquina UNIX cuando desde otra visualizamos en pantalla los resultados gráficos, y entramos datos con el teclado y ratón locales de forma remota. Es más, el cliente, llamado cliente X, es tan solo un componente software que puede ser portado a otros sistemas operativos, permitiendo ejecutar aplicaciones en una máquina UNIX y visualizarlas en cualquier otro sistema. Un caso particular hardware (hoy substituidos por productos software) fueron los llamados terminales X, que eran básicamente una especie de terminales "tontos" gráficos que solo permitían visualizar o interactuar (por teclado y ratón) con una aplicación en ejecución remota.

# 6. Distribuciones de GNU/Linux

Al hablar de los orígenes de los sistemas GNU/Linux, hemos comprobado que no había un único sistema claramente definido. Por una parte, hay tres elementos software principales que componen un sistema GNU/Linux:

**1) El *kernel* Linux**: como vimos, el *kernel* es tan solo la pieza central del sistema. Pero sin las aplicaciones de utilidad, *shells*, compiladores, editores, etc. no podríamos tener un sistema completo.

**2) Las aplicaciones GNU**: en el desarrollo de Linux, este se vio complementado con el software de la FSF existente del proyecto GNU, que le aportó editores (como *emacs*), compilador (*gcc*) y diferentes utilidades.

**3) Software de terceros**: normalmente de tipo de código abierto en su mayor parte. Todo sistema GNU/Linux se integra además con software de terceros que permite añadir una serie de aplicaciones de amplio uso, ya sea el propio sistema gráfico de X Windows, servidores como el Apache para web, navegadores, ofimática, etc. Asimismo, puede ser habitual incluir algún software propietario (para ámbitos no cubiertos por el software libre), dependiendo del carácter libre que en mayor o menor grado quieran disponer los creadores de la distribución.

Al ser la mayoría del software de tipo de código abierto o libre, ya sea el *kernel*, software GNU o de terceros, hay una evolución más o menos rápida de versiones, ya sea por medio de corrección de errores o nuevas prestaciones introducidas. Esto obliga a que, en el caso de querer crear un sistema GNU/Linux, tengamos que escoger qué software queremos instalar en el sistema y qué versiones concretas de este software.

> El mundo GNU/Linux no se limita a una empresa o comunidad particular, con lo que ofrece a cada uno la posibilidad de crear su propio sistema adaptado a sus necesidades.

Entre el conjunto de las versiones de los diferentes componentes, siempre se encuentran algunas que son estables y otras que están en desarrollo, en fases alfa o beta (posiblemente, con errores o funcionalidades no completas u optimizadas), por lo que habrá que tener cuidado con la elección de las versiones a la hora de crear un sistema GNU/Linux. Otro problema añadido es la selección de alternativas; el mundo de GNU/Linux es lo suficientemente rico para que

haya más de una alternativa para un mismo producto de software. Hay que elegir entre las alternativas posibles, incorporar algunas o todas, si queremos ofrecer al usuario libertad para escoger su software.

Un caso práctico son los gestores de escritorio de X Window en los que, por ejemplo, nos ofrecen (principalmente) dos entornos de escritorio diferentes como Gnome y KDE. Los dos tienen características parecidas y aplicaciones semejantes o complementarias. También cabe destacar otros entornos como LXDE o Xfce, que incorporan menor necesidad de recursos y que algunas distribuciones escogen como gestores de escritorio alternativos.

En el caso de un distribuidor de sistemas GNU/Linux, ya sea comercial o bien una organización/comunidad sin beneficio propio, dicho distribuidor tiene como responsabilidad generar un sistema que funcione, seleccionando las mejores versiones y productos software que puedan conseguirse en el momento.

En este caso, una distribución GNU/Linux es una colección de software que forma un sistema operativo basado en el *kernel* Linux.

Un dato importante a tener en cuenta, y que provoca más de una confusión, es que, como cada uno de los paquetes de software de la distribución tendrá su propia versión (independiente de la distribución en la que esté ubicado), el número de distribución asignado no mantiene una relación con las versiones de los paquetes software.

La única función del número de distribución es comparar las distribuciones que genera un mismo distribuidor. No permite comparar entre otras distribuciones. Si queremos hacer comparaciones entre distribuciones, tendremos que examinar los paquetes software principales y sus versiones para poder determinar qué distribución aporta más novedades.

**Ejemplo**

Pongamos un ejemplo de algunas versiones que hemos encontrado en diferentes distribuciones GNU/Linux (las versiones dependerán de la situación actual de las distribuciones):

**a) *Kernel* Linux**: actualmente, podemos encontrar distribuciones que ofrecen uno o más *kernels*, como los de la serie antigua 2.6.x (ya obsoleta, pero puede encontrarse en algunas máquinas en producción) o generalmente los últimos 3.x o 4.x en revisiones (el número x) de distinta actualidad.

**b) La opción en el sistema gráfico X Window**: en versión de código abierto, que podemos encontrar prácticamente en todos los sistemas GNU/Linux, ya sean algunas versiones residuales de Xfree86 como las que manejan versiones 4.x.y o bien el proyecto Xorg (siendo un *fork* del anterior en el 2003, generado por problemas de licencias en XFree), que goza de más popularidad en diferentes versiones 6.x o 7.x (en algunas distribuciones se numera el paquete del servidor Xorg con 1.1.x). Actualmente, la mayoría de distribuciones utilizan Xorg, que es la implementación oficial de X Window en GNU/Linux. Lo mismo pasa en diversas variantes de BSD, UNIX propietarios como Solaris, y también está disponible en algunas versiones de Mac OS X. Cabe señalar que existen algunas posibilidades futuras para sustituir a Xorg, como por ejemplo, Xwayland, que mejoran el

rendimiento de los gestores de ventanas mediante el protocolo Wayland. Este último ya se ha incorporado parcialmente en algunas distribuciones como Fedora, o en entornos como Gnome y KDE como protocolo de comunicación interno. Existen otras propuestas como Mir para Ubuntu para reemplazar a X Window y dar soporte a su *shell* gráfico Unity para el entorno de escritorio de Gnome.

**c) Gestor de ventanas o escritorio**: podemos disponer de Gnome o KDE, o ambos; Gnome con versiones 2.x/3.x o KDE 3.x.y. / 5.x.y.

Pudimos obtener en un momento determinado, por ejemplo, una distribución que incluyese *kernel* 2.6, con Xorg 1.15 y Gnome 2.14; o bien otra, por ejemplo, *kernel* 3.11, Xorg 1.16, KDE 4.4. ¿Cuál es mejor? Es difícil compararlas, ya que suponen una mezcla de elementos, y dependiendo de cómo se haga la mezcla, el producto saldrá mejor o peor, y más o menos adaptado a las necesidades del usuario. Usualmente, el distribuidor mantiene un compromiso entre la estabilidad del sistema y la novedad de las versiones incluidas. También proporciona software de aplicación atrayente para los usuarios de la distribución, ya sea aquel generalista o especializado en algún campo concreto.

**Enlace de interés**

En la *Wikipedia* podéis encontrar más información sobre el protocolo Wayland: http://en.wikipedia.org/wiki/Wayland_%28display_server_protocol%29.

En general, podemos hacer un mejor análisis de distribuciones a partir de los siguientes apartados, que habría que comprobar en cada una de ellas:

**a) Versión del núcleo Linux**: la versión viene indicada por unos números *X*.*Y*.*Z*, donde *X* es la versión principal, que representa los cambios importantes del núcleo; *Y* es la versión secundaria, e implica mejoras en las prestaciones del núcleo: *Y* es par en los núcleos estables e impar en los desarrollos o pruebas; y *Z* es la versión de construcción, que indica el número de la revisión de *X*.*Y*, en cuanto a parches o correcciones hechas. Los distribuidores no suelen incluir la última versión del núcleo, sino la que ellos hayan probado con más frecuencia y pueden verificar que es estable para el software, y componentes que ellos incluyen. Este fue el esquema de numeración clásico (que se siguió durante las ramas 2.4.x, hasta los inicios de la 2.6), que tuvo algunas modificaciones, para adaptarse al hecho de que el *kernel* (rama 2.6.x) se volvió mas estable, y cada vez las revisiones son menores (para significar un salto de versión de los primeros números), debido al desarrollo continuo y frenético. En los últimos esquemas de numeración del *kernel*, se llegan a introducir cuartos números, para especificar de *Z* cambios menores, o diferentes posibilidades de la revisión (con diferentes parches añadidos). La versión así definida con cuatro números es la que se considera estable (*stable*). A partir de las versiones 3.x (mayo 2011), se utilizan solo 2 números, indicando el último la versión menor de la serie 3 del kernel, aunque en determinadas ocasiones se utiliza un número adicional (que no tercero) para indicar correcciones de bugs o seguridad. También son usados otros esquemas para las versiones de test (no recomendables para entornos de producción), como sufijos *-rc* (*release candidate*), los *-mm* que son *kernels* experimentales con pruebas de diferentes técnicas, o los *-git* que son una especie de "foto" diaria del desarrollo del *kernel*. Estos esquemas de numeración están en constante cambio para adaptarse a la forma de trabajar de la comunidad del *kernel*, y a sus necesidades para acelerar el desarrollo del *kernel*.

**b) Formato de empaquetado**: es el mecanismo empleado para instalar y administrar el software de la distribución. Se conoce por el formato de los paquetes de software soportados. En este caso suelen estar los formatos *rpm*, *deb, tar.gz*, etc. Aunque cada distribución suele tener posibilidad de utilizar varios formatos, tiene uno por defecto. El software acostumbra a proporcionarse con sus archivos en un paquete que incluye información sobre su instalación y posibles dependencias con otros paquetes de software. El empaquetado es importante si se usa software de terceros que no venga con la distribución, ya que el software puede encontrarse solo en algunos sistemas de paquetes, o incluso en uno solo, y en algunos casos está pensado para versiones concretas de algunas distribuciones de GNU/Linux.

**c) Estructura del sistema de archivos**: la estructura del sistema de archivos principal (*/*) nos indica dónde podemos encontrar nuestros archivos (o los propios del sistema) dentro del sistema de ficheros. En GNU/Linux y UNIX hay algunos estándares de colocación de los archivos (como veremos en otros módulos de este material), como por ejemplo el FHS (*filesystem hierarchy standard*) [Lin03b]. Así, si tenemos una idea del estándar, sabremos dónde encontrar la mayor parte de los archivos. Luego depende de que la distribución lo siga más o menos y de que nos avisen de los cambios que hayan realizado del estándar.

**d) *Scripts* de arranque del sistema**: los sistemas UNIX y GNU/Linux incorporan unos guiones de arranque (o *shell scripts*) que indican cómo debe arrancar la máquina y cuál será el proceso (o fases) que se van a seguir, así como lo que deberá hacerse en cada paso. Para este arranque hay dos modelos principales, los de SysV o BSD (es una de las diferencias de las dos ramas de UNIX principales), y cada distribución podría escoger uno o otro. Aunque los dos sistemas tienen la misma funcionalidad, son diferentes en los detalles, y esto será importante en los temas de administración (lo veremos en la administración local). En nuestro caso, los sistemas que analizaremos, tanto Fedora como Debian, utilizaron inicialmente el sistema de SysV (será el que veremos en el módulo de administración local). Actualmente, diferentes propuestas alternativas en este aspecto de arranque han adquirido cierta fuerza como elección entre las distribuciones actuales, por ejemplo, con el sistema *upstart* utilizado en Ubuntu, pero progresivamente la mayoría de las distribuciones (Ubuntu incluida) se están moviendo hacia la utilización de *systemd*.

**e) Versiones de la biblioteca del sistema**: todos los programas (o aplicaciones) que tenemos en el sistema dependen para su ejecución de un número (mayor o menor) de bibliotecas de sistema. Estas bibliotecas, normalmente de dos tipos, ya sean estáticas unidas al programa (archivos *libxxx.a*) o dinámicas que se cargan en tiempo de ejecución (archivos *libxxx.so*), proporcionan gran cantidad de código de utilidad o de sistema que utilizarán las aplicaciones. La ejecución de una aplicación puede depender de la existencia de unas bibliotecas adecuadas y del número de versión concreto de estas bibliotecas (no es lo recomendable, pero puede suceder). Un caso bastante habitual es la biblioteca GNU C *library*, la biblioteca estándar de C, también conocida como *glibc*. Pue-

de suceder que una aplicación nos pida que dispongamos de una versión concreta de la *glibc* para poder ejecutarse o compilarse. Es un caso bastante problemático, y por ello uno de los parámetros que se valoran de la distribución es conocer qué versión de la *glibc dispone*, y los posibles paquetes adicionales de versiones de compatibilidad con versiones antiguas. El problema aparece al intentar ejecutar o compilar un producto de software muy antiguo en una distribución moderna, o bien un producto de software muy nuevo en una distribución antigua.

El mayor cambio llegó al pasar a una *glibc* 2.0, en que había que recompilar todos los programas para poder ejecutarlos correctamente. En las diferentes revisiones nuevas de numeración 2.x ha habido algunos cambios menores que podían afectar a alguna aplicación. En muchos casos, los paquetes de software comprueban si se dispone de la versión correcta de la *glibc*.

**f) Escritorio X Window**: el sistema X Window es el estándar gráfico para GNU/Linux como visualización de escritorio. Fue desarrollado en el MIT en 1984 y prácticamente todos los UNIX tienen una versión del mismo. Las distribuciones GNU/Linux disponen históricamente de diferentes versiones como la Xfree86 o la Xorg (como ya comentamos, esta última es el estándar de facto en estos momentos). El X Window es una capa gráfica intermedia que confía a otra capa denominada gestor de ventanas la visualización de sus elementos. Además, podemos combinar el gestor de ventanas con utilidades y programas de aplicación variados para formar lo que se denomina un entorno de escritorio.

Linux tiene, principalmente, dos entornos de escritorio: Gnome y KDE. Cada uno tiene la particularidad de basarse en una biblioteca de componentes propios (los diferentes elementos del entorno como ventanas, botones, listas, etc.): *gtk+* (en Gnome) y *Qt* (en KDE), que son las principales bibliotecas de componentes que se usan para programar aplicaciones en estos entornos. Pero además de estos entornos, hay muchos otros, gestores de ventanas o escritorios: Xfce, LXDE, Fluxbox, Motif, Enlightement, BlackIce, FVWM, etc., de modo que la posibilidad de elección es amplia. Además, cada uno de ellos permite cambiar la apariencia (*look & feel*) de ventanas y componentes al gusto del usuario, o incluso crearse el suyo propio.

**g) Software de usuario**: software añadido por el distribuidor, en su mayoría de tipo Open Source, para las tareas más habituales (o por el contrario, no tanto como para algunos campos de aplicación muy especializados).

Las distribuciones habituales son tan grandes que pueden encontrarse de centenares a miles de estas aplicaciones (muchas de las distribuciones tienen desde unos pocos CD a varias decenas de ellos (o unas pocas unidades de DVD), de aplicaciones extra de partida. O pueden obtenerse aplicaciones adicionales *a posteriori* por red desde los repositorios oficiales (o extras) de software de las distribuciones. Estas aplicaciones cubren casi todos los campos, desde el hogar

hasta administrativos o científicos. Y en algunas distribuciones se añade software propietario de terceros, software de servidor optimizado por el distribuidor, como por ejemplo un servidor de correo, un servidor web seguro, etc.

Así es cómo cada distribuidor suele producir **diferentes versiones** de su distribución; por ejemplo, a veces hay distinciones entre una versión personal, profesional o de tipo servidor. Suele ser más habitual una distinción entre dos versiones: Desktop (escritorio) y Server (servidor). Aunque en muchas distribuciones suele incluirse el software complementando ambos aspectos, y es la instalación final que realice el usuario, de qué paquetes software y su configuración, la que decide el ámbito final de la máquina y su sistema GNU/Linux.

El sistema GNU/Linux de fondo es el mismo; solo hay diferencias (que se pagan en algunos casos) en el software añadido (en general, obra de la misma casa distribuidora). Por ejemplo, en servidores web o en servidores correo, ya sean desarrollos propios, optimizados o mejorados. Otras diferencias pueden ser la inclusión de mejores herramientas, desarrolladas por el fabricante de la distribución, o el soporte adicional, en forma de contratos de mantenimiento que incluya el distribuidor comercial.

A menudo, asumir un coste económico extra no tiene mucho sentido, ya que el software estándar es suficiente (con un poco de trabajo extra de administración de sistemas); pero para las empresas puede ser interesante porque reduce tiempo de instalación y mantenimiento de los servidores y, además, optimiza algunas aplicaciones y servidores críticos para la gestión informática de la empresa, así como da respuesta a las posibles incidencias técnicas, mediante contratos de mantenimiento.

### 6.1. Debian

El caso de la distribución Debian GNU/Linux es especial, en el sentido de que es una distribución guiada por una comunidad sin fines comerciales, aparte de mantener su distribución y promocionar el uso del software de código abierto y libre.

Debian es una distribución apoyada por una comunidad entusiasta de usuarios y desarrolladores propios, basada en el compromiso de la utilización de software libre.

El proyecto Debian se fundó en 1993 para crear la distribución Debian GNU/Linux. Desde entonces, se ha vuelto bastante popular y rivaliza en uso con otras distribuciones comerciales como Red Hat o SUSE. Por ser un proyecto comunitario, el desarrollo de esta distribución se rige por una serie de normas o políticas: existen unos documentos llamados "Contrato social Debian", que mencionan la filosofía del proyecto en su conjunto, y las políticas Debian, que especifican en detalle cómo se implementa su distribución.

**Nota**

Los documentos "Contrato social Debian" son consultables en: http://www.debian.org/social_contract

La distribución Debian está bastante relacionada con los objetivos de la FSF y su proyecto de Software Libre GNU; por esta razón, incluyen siempre en su nombre: "Debian GNU/Linux"; además, su texto del contrato social ha servido como base de las definiciones de código abierto. En cuanto a las políticas, todo aquel que quiera participar en el proyecto de la distribución tiene que seguirlas. Aunque no se sea un colaborador, estas políticas pueden ser interesantes porque explican cómo es la distribución Debian.

**Figura 2. Logotipo de Debian**

Cabe mencionar también un aspecto práctico de cara a los usuarios finales: Debian ha sido siempre una distribución difícil (aunque esta percepción ha cambiado en las últimas versiones). Suele ser la distribución que usan los *hackers* de Linux, en el buen sentido de los que se encargan del desarrollo y test del *kernel*, aportan modificaciones, programadores de bajo nivel, los que desean estar a la última para probar software nuevo, los que quieren probar los desarrollos del *kernel* que todavía no han sido publicados... O sea, todo tipo de desarrolladores y *hackers* de GNU/Linux.

Las versiones anteriores de Debian se habían hecho famosas por su dificultad de instalación. La verdad es que no se hacía demasiado para que fuese fácil de cara a los no expertos. Pero las cosas con el tiempo han mejorado. Ahora, la instalación, no sin ciertos conocimientos, puede hacerse guiada por un instalador gráfico, mientras antes era una instalación puramente textual (de hecho todavía se mantiene, y es muy usada para la instalación en ambientes de servidor). Pero aun así, los primeros intentos pueden llegar ser un poco traumáticos por el grado de conocimiento inicial exigido para algunos aspectos de la instalación.

Debian GNU/Linux no es una única distribución, sino que suele diferenciarse en una serie de variantes, los llamados "sabores" de la distribución Debian. En este momento hay tres ramas (sabores) de la distribución: la ***stable***, la ***testing*** y la ***unstable***. Como sus nombres indican, la *stable* es la que está destinada a entornos de producción (o usuarios que desean estabilidad), la *testing* ofrece software más nuevo que ha sido comprobado mínimamente (podríamos decir que es una especie de versión beta de Debian) y que pronto van a ser incluidos en la *stable*. Y la *unstable* es la que presenta las últimas novedades de software, cuyos paquetes cambian en plazos muy cortos; en una semana, e incluso en el día a día pueden cambiar varios paquetes. Todas ellas son actualizables desde varias fuentes (CD, ftp, web) por un sistema denominado APT que maneja los

**Nota**

Pueden consultarse los últimos nombres de las principales distribuciones Debian en la *Wikipedia* o directamente en la página web de Debian.

paquetes software DEB de Debian. Las tres distribuciones tienen nombres más comunes asignados que van variando a lo largo de la historia de Debian, a excepción del caso de la *unstable* que se denomina *Sid* de forma permanente.

La versión Sid no está recomendada para entornos (de producción) de trabajo diario, porque puede traer características a medias que aún se están probando y pueden fallar (aunque no es habitual); es la distribución que suelen usar los *hackers* de GNU/Linux. Además, esta versión cambia casi a diario. Suele ser normal que, si se quiere actualizar a diario, existan de diez a veinte paquetes de software nuevos por día (o incluso más en algunos momentos puntuales de desarrollo o cambios importantes).

La *stable* es quizás la mejor elección para el sistema de trabajo diario; se actualiza periódicamente para cubrir nuevo software o actualizaciones (como las de seguridad). No dispone del último software, y este no se incluye hasta que la comunidad lo haya verificado en un amplio rango de pruebas.

Vamos a comentar brevemente algunas características de esta distribución; las versiones son las que se encuentran por defecto en la *stable* y en *unstable* (Sid) a día de hoy:

**a) La distribución (*stable*) actual** consta de casi 10 CD, o unos 3 DVD, actualizaciones aparte, de la última revisión disponible y dependiendo de la arquitectura (soporta más de 10 arquitecturas hardware diferentes). Hay diferentes posibilidades dependiendo del conjunto de software que nos encontremos en soporte físico (CD o DVD), o bien lo que deseamos posteriormente descargar desde la red, con lo cual solo necesitamos un CD básico (*netinstall CD*), más el acceso a red, para descargar el resto según demanda. Esta distribución puede comprarse (a precios simbólicos de soporte físico, y de esta manera contribuimos a mantener la distribución) o pueden descargarse las imágenes ISO de los soportes físicos (CD/DVD) desde debian.org o sus *mirrors*.

**b) La *testing* y *unstable*** no suelen tener CD/DVD oficiales estables, sino que puede convertirse una Debian *stable* a *testing* o *unstable* mediante cambios de configuración del sistema de paquetes APT. En algunos casos, Debian proporciona imágenes de CD/DVD que se generan semanalmente con el contenido de la distribución *testing*.

**c) Núcleo Linux**: utilizaban núcleos de la serie 3.x (o 4.x) por defecto (algunas versiones previas de Debian incluían por defecto *kernels* de la serie 2.6.x). El enfoque de Debian en *stable* es potenciar la estabilidad y dejar a los usuarios la opción de otro producto más actualizado de software, si lo necesitan (en *unstable* o *testing*). Por ejemplo, en el momento de "congelar" la versión estable, se escoge la versión de *kernel* más estable existente, y en las revisiones posteriores se suelen corregir si se detectan problemas. Por su parte, *testing* y *unstable* suelen incluir con poca diferencia de tiempo las últimas versiones de

*kernel* a medida que se producen, con el tiempo. Por ejemplo, en la rama 3.x o 4.x suelen transcurrir varias subversiones de *kernel* (la numeración x) entre la distribución *stable* y las no estables.

**d) Formato de empaquetado**: Debian soporta uno de los que más prestaciones ofrece, el APT. Los paquetes de software tienen un formato denominado DEB. El APT es una herramienta (proporcionando una serie de utilidades) de más alto nivel para gestionarlos y mantener una base de datos de los instalables y los disponibles en el momento. Además, el sistema APT puede obtener los paquetes software de varias fuentes o repositorios tanto oficiales como de terceros, ya sea desde CD, ftp, web.

**e) El sistema con APT es actualizable en cualquier momento**, mediante lista de repositorios de fuentes de software Debian (fuentes APT), que pueden ser los sitios Debian por defecto (debian.org) o de terceros. No estamos así ligados a una empresa única ni a ningún sistema de pago por suscripción.

**f) Algunas de las versiones utilizadas**, en un ejemplo de tiempo concreto son: para una *stable kernel* (3.2.41), Xorg (1.12), *glibc* (2.13)... Debian Sid tiene *kernel* (3.14), Xorg (1.15), glibc (2.19).

**g) En el escritorio** acepta tanto Gnome (por defecto) como KDE (K Desktop Environment). *Unstable* suele disponer de las últimas versiones disponibles de estos entornos.

**h) En cuanto a aplicaciones destacables**, incluye la mayoría de las que solemos encontrar en las distribuciones de GNU/Linux: editores como *emacs* (y *xemacs*), compilador *gcc* y herramientas, servidor web Apache, navegador web (Firefox), software Samba para compartir archivos con Windows, etc.

**i) Incluye también *suites* ofimáticas** como LibreOffice, GNOME office y KOffice.

**j) Incluye muchos ficheros de configuración personalizados** para su distribución en directorios de /etc.

**k)** Debian usaba por defecto el **gestor de arranque** *lilo* en versiones previas, aunque en las últimas se ha movido a *Grub 2*.

**l) La configuración de la escucha de los servicios de red TCP/IP**, que se realiza como en la mayoría de UNIX, con el servidor *inetd* (*/etc/inetd.conf*). Aunque dispone también de servicios controlados por *xinetd*.

**m)** Hay muchas **distribuciones GNU/Linux** más, basadas en Debian, ya que el sistema puede adaptarse fácilmente para hacer distribuciones más pequeñas o más grandes, o con más o menos software adaptado a un segmento. Una de las más conocidas, hace algunos años, fue Knoppix (por ser una de las pioneras

en el concepto LiveCD), una distribución de un único CD (o DVD), de tipo LiveCD (de ejecución directa en CD), que era muy usada para demos de GNU/Linux, o para probarla en una máquina sin hacer una instalación previa, ya que arranca y se ejecuta desde CD, aunque también puede instalarse en disco duro y convertirse en una Debian estándar. Este concepto lo han incorporado casi todas las distribuciones, siendo normal disponer en casi todas ellas de una versión LiveCD, que posteriormente es instalable. Por otra parte, encontramos a Ubuntu Linux (de la empresa Canonical), una de las distribuciones que ha obtenido más amplia repercusión (superando incluso a Debian en varios aspectos), por sus facilidades para construir una alternativa de escritorio.

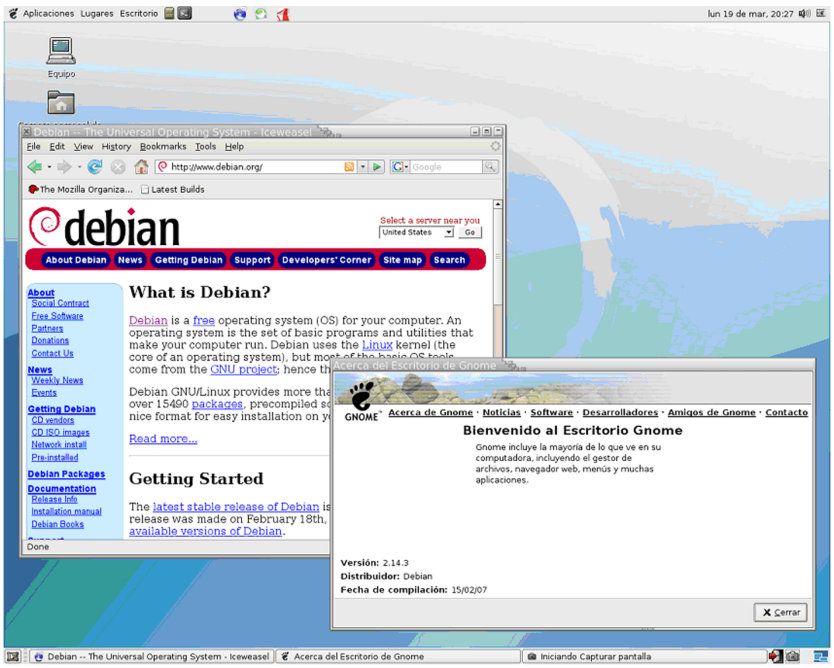
Ubuntu es un referente Linux en el ámbito de escritorio, y también dispone de una versión especial orientada a servidor, Ubuntu Server. Por otra parte, es interesante destacar que ha ido en aumento la colaboración en Canonical y la comunidad Debian, para reflejar los avances de cada una en las respectivas distribuciones. Tambien es destacable la distribución Linux Mint, que dispone de varias versiones derivadas, bien de Ubuntu, o de Debian, que se enfoca a la facilidad de uso en el escritorio, y se caracteriza por incorporar entornos de escritorio de propio desarrollo como Cinnamon.

**Nota**

Podéis encontrar detalles sobre Linux Mint en http://www.linuxmint.com.

Debian puede usarse como base para otras distribuciones; por ejemplo, Knoppix es una distribución basada en Debian que puede ejecutarse desde el CD sin necesidad de instalarse en disco. Linex es una distribución Debian adaptada por la administración de la comunidad de Extremadura, en su proyecto de adoptar software de código abierto. Ubuntu es una distribución especialmente optimizada para entornos de escritorio, o servidor. Linux Mint ofrece una alternativa de escritorio, destacando la usabilidad hacia el usuario.

Figura 3. Entorno Debian con Gnome




## 6.2. Fedora

Red Hat Inc [Redh] es una de las principales firmas comerciales del mundo GNU/Linux, con una de las distribuciones con más éxito. **Bob Young** y **Marc Ewing** crearon Red Hat Inc en 1994. Estaban interesados en los modelos de software de código abierto y pensaron que sería una buena manera de hacer negocio. Su principal producto es su distribución Red Hat Linux (que abreviaremos como Red Hat), que está abierto a diferentes segmentos de mercado, tanto al usuario individual (versiones personal y profesional), como preferentemente hacia a las medianas o grandes empresas (con su versiones Enterprise).

Red Hat Linux es la principal distribución comercial de Linux, orientada tanto a mercado de oficina de escritorio como a servidores de gama alta. Además, Red Hat Inc es una de las empresas que más colaboran con el desarrollo de Linux, ya que varios miembros importantes de la comunidad trabajan para ella.

Aunque Red Hat trabaja con un modelo de código abierto, se trata de una empresa, y por lo tanto sus fines son comerciales; por ello, suele añadir a su distribución básica valores por medio de contratos de soporte, suscripciones de actualización y otros métodos. En el caso empresarial, añade software personalizado (o propio), para hacer que se adecue más el rendimiento a los fines de la empresa, ya sea por servidores optimizados o por software de utilidad propio de Red Hat.

**Figura 4. Logotipos de Red Hat Fedora**

A partir de cierto momento (finales del 2003), Red Hat Linux (versión 9.x), su versión de GNU/Linux para escritorio, se da por discontinuada, y aconseja a sus clientes a migrar a las versiones empresariales de la firma, que continuarán siendo las únicas versiones soportadas oficialmente por la firma.

En este momento Red Hat decide iniciar el proyecto abierto a la comunidad denominado Fedora, con el objetivo de realizar una distribución guiada por comunidad (al estilo Debian, aunque con fines diferentes), que denominará Fedora Core (más tarde, simplemente, Fedora). De hecho, se persigue crear un laboratorio de desarrollo abierto a la comunidad que permita probar la distribución, y a su vez guiar los desarrollos comerciales de la empresa en sus distribuciones empresariales.

**Nota**

Ver: http://fedoraproject.org/

En cierto modo, algunos críticos señalan que se usa a la comunidad como *betatesters* de las tecnologías que se incluirán en productos comerciales. Además, este modelo es utilizado posteriormente por otras compañías para crear modelos duales de distribuciones de comunidad a la vez que comerciales. Entonces aparecen otros ejemplos como OpenSUSE (a partir de la comercial SUSE).

El duo Red Hat y la comunidad Fedora presenta una cierta visión conservadora (menos acentuada en Fedora) de los elementos software que añade a su distribución, ya que su principal mercado de destino es el empresarial, e intenta hacer su distribución lo más estable posible, a pesar de que no cuentan con las últimas versiones. Lo que sí hace como valor añadido es depurar extensamente el *kernel* de Linux con su distribución, y genera correcciones y parches (*patchs*) para mejorar su estabilidad. A veces, pueden llegar a deshabilitar alguna funcionalidad del *kernel*, si considera que esta no es lo suficientemente estable. También ofrece muchas utilidades en el entorno gráfico y programas gráficos propios, incluidas unas cuantas herramientas de administración. En cuanto a los entornos gráficos, utiliza tanto Gnome (por defecto) como KDE, pero mediante un entorno modificado propio mediante temas de escritorio propios, que hace que los dos escritorios sean prácticamente iguales (ventanas, menús, etc.).

Red Hat, por contra, dejó en gran parte el mercado de versiones de escritorio en manos de la comunidad Fedora, y se centra en sus negocios en las versiones empresariales RHEL (Red Hat Enterprise Linux en varias ediciones). Cabe destacar también la existencia de versiones libres dedicadas al ámbito servidor compatibles con Red Hat Empresarial, como la distribución CentOS Linux, y en otra medida con orientación al ámbito científico, como Scientific Linux.

**Nota**

Distribuciones compatibles RHEL:
http://www.scientificlinux.org/
http://centos.org/

Vamos a comentar brevemente algunas características de esta distribución Fedora:

**a) La distribución actual** consiste o bien en un DVD con el sistema completo, o un CD con una versión LiveCD instalable. También existen diferentes ediciones (denominadas *spins*) orientadas a sectores determinados (juegos, educación, científicos) o bien a escritorios concretos (Gnome, KDE, XFCE). Además de las diseñadas como genéricas para escritorio, servidor o entornos *cloud*.

**b) Núcleo Linux**: utiliza núcleos de la serie 3.x/4.x, que pueden irse actualizando con el sistema de paquetes rpm (por medio de la utilidad *yum*/*dnf*, por ejemplo). Red Hat, por su parte, somete el *kernel* a muchas pruebas y crea parches para solucionar problemas, que normalmente también son integrados en la versión de la comunidad Linux, ya que bastantes de los colaboradores importantes en la comunidad del *kernel* de Linux trabajan para Red Hat.

**c) Formato de empaquetado**: Red Hat distribuye su software mediante el sistema de paquetes RPM (*red hat package manager*), los cuales se gestionan mediante el comando *rpm* o las utilidades *yum* (o *dnf*). RPM es uno de los mejores sistemas de empaquetado existentes (al estilo del *deb* Debian), y algunos UNIX propietarios lo están incluyendo. El sistema RPM mantiene una pequeña base de datos con los paquetes instalados, y verifica que el paquete que se va instalar con el comando *rpm* no esté ya instalado, o entre en conflicto con algún otro paquete de software o por contra falte algún paquete software o versión de este, necesaria para la instalación. El paquete RPM es un conjunto de ficheros comprimidos junto con información de sus dependencias o del software que necesita. El sistema de gestión de paquetes RPM se ha implementado desde las versiones de Red Hat a Fedora, pero también a otras distribuciones.

**d) En cuanto al arranque**, utiliza *scripts* de tipo SysV (*sysvinit*). En las anteriores versiones se ha reemplazado por *upstart* (proveniente de Ubuntu), aunque se mantuvo su compatibilidad con los *scripts sysvinit*. Desde ya hace algunas versiones se ha migrado el control del arranque a systemd.

**e) En el escritorio** acepta tanto Gnome (escritorio por defecto) como KDE de forma opcional.

**f) En cuanto a aplicaciones destacables**, incluye las que solemos encontrar en la mayoría de distribuciones de GNU/Linux: editores como *emacs* (y *xemacs*), compilador *gcc* y herramientas, servidor web Apache, navegador web Firefox/Mozilla, software Samba para compartir archivos con Windows, etc.

**g) Incluye también *suites* ofimáticas** como LibreOffice, Gnome Office, y KOffice.

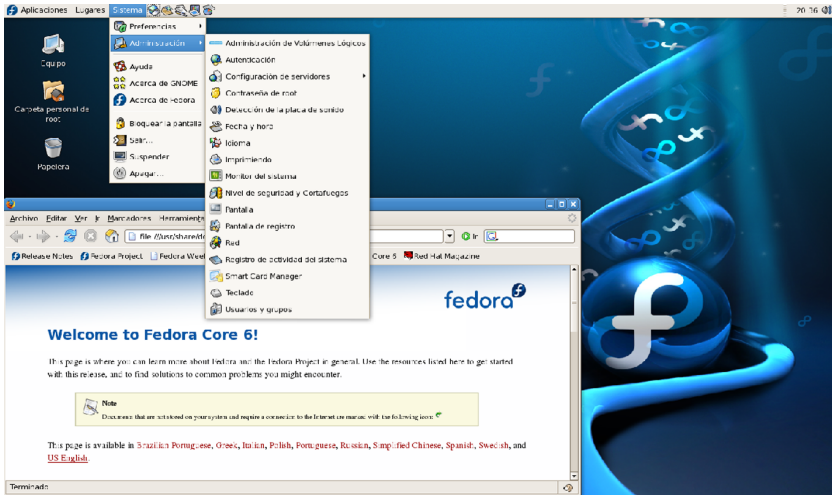
**h) El software adicional** puede obtenerse por los servicios de actualización *yum* (entre otros) de forma parecida al sistema APT en Debian o con diferentes herramientas de *update* incluidas, o bien por Internet mediante paquetes RPM pensados para la distribución.

**i)** Fedora usa el **cargador de arranque Grub 2** para arrancar la máquina por defecto.

**j) La configuración de escucha de los servicios de red TCP/IP**, que se lleva a cabo en la mayoría de UNIX con el servidor *inetd* (*/etc/inetd.conf*), en Red Hat ha sido sustituido por *xinetd*, que tiene una configuración más modular (directorio */etc/xinetd.d*).

**k)** Hay varias **distribuciones más** basadas en el Red Hat original que siguen muchas de sus características; cabe destacar que las versiones empresariales de Red Hat también han originado una serie de distribuciones libres muy populares en entornos de servidor, como CentOS [Cen] (que intenta mantener una compatibilidad 100 % con el Red Hat empresarial), y Scientific Linux (especializada en el cómputo científico en proyectos de investigación científica).

Figura 5. Un escritorio Fedora con Gnome




Con respecto a la distribución comunitaria Fedora y sus orígenes comerciales en Red Hat:

**a)** Es una distribución **creada por la comunidad voluntaria** de programadores y usuarios basada en desarrollo que no cuenta con soporte ni de actualizaciones ni de mantenimiento por parte del fabricante. Este aspecto pasa a depender de la comunidad, de forma semejante al caso de la distribución Debian GNU/Linux.

**Nota**

Ved http://docs.fedoraproject.org/

**b) Las versiones** se van a producir con bastante rapidez; se esperan nuevas versiones de la distribución aproximadamente cada seis meses.

**c) Para la gestión de paquetes**, también utiliza el sistema de paquetes RPM. Respecto al proceso de la actualización de los paquetes de la distribución o a la instalación de otros nuevos, pueden obtenerse por diferentes herramientas, con los canales de actualización de Fedora (repositorios de software), por los nuevos sistemas de actualización *yum*/*dnf* (basados en el sistema *rpm*).

**d) Otras cuestiones más técnicas** (algunas de las cuales veremos en los siguientes apartados) pueden encontrarse en las notas de la versión de cada lanzamiento de Fedora.

## 7. Qué veremos...

Una vez hemos examinado esta introducción "filosófica" al mundo del código abierto y la historia de los sistemas UNIX y GNU/Linux, así como definido cuáles serán las tareas de la figura del administrador del sistema, pasaremos a tratar las diferentes tareas típicas que nos encontraremos durante la administración de sistemas GNU/Linux.

A continuación, examinaremos las diferentes áreas que implica la administración de sistemas GNU/Linux. En cada módulo, examinaremos un mínimo de fundamentos teóricos que nos permitan explicar las tareas a realizar y entender el funcionamiento de las herramientas que utilizaremos. Cada módulo vendrá acompañado de algún tipo de taller, o actividades propuestas, donde veremos una pequeña sesión de trabajo de una tarea o el uso de algunas herramientas. Solo recordaremos que, como dijimos en la presentación, el tema de la administración es amplio y cualquier intento de abarcarlo completamente (como este) tiene que fallar por las dimensiones limitadas; por ello, en cada tema encontraréis abundante bibliografía (en forma libros, sitios web, howto's, etc.) en el que ampliar la "pequeña" introducción que habremos hecho del asunto.

Los temas que veremos son los siguientes:

- **En el módulo de nivel de usuario**, daremos una perspectiva de los sistemas de GNU/Linux desde la perspectiva del usuario final. Observaremos procedimientos básicos de arranque e instalación del sistema, así como configuraciones básicas de dispositivos, entorno gráfico de escritorio y gestión de software. También veremos los *shells scripts*, una herramienta básica para el administrador, que es la posibilidad de automatizar tareas mediante lenguajes interpretados proporcionados por el sistema. Analizaremos su sintaxis y posibilidades básicas, así como algunas utilidades de sistema básicas que complementarán la programación de los *scripts*.

- **En el módulo de migración**, obtendremos una perspectiva del tipo de sistemas informáticos que se están utilizando y en qué ambientes de trabajo se usan. Veremos, asimismo, cómo los sistemas GNU/Linux se adaptan mejor o peor a cada uno de ellos, y plantearemos una primera disyuntiva a la hora de introducir un sistema GNU/Linux: ¿cambiamos el sistema que teníamos o lo hacemos por etapas, coexistiendo ambos?

- **En el módulo de herramientas de administración local**, estudiaremos (básicamente) aquel conjunto de útiles con el que el administrador tendrá que "vivir" (y/o sufrir) a diario, y que podrían formar la "caja de herramientas" del administrador. Hablaremos de los estándares GNU/Linux, que nos permitirán conocer aspectos comunes a todas las distribuciones

GNU/Linux, es decir, lo que esperamos poder encontrar en cualquier sistema. Otra herramienta básica serán: los editores simples (o no tan simples); algunos comandos básicos para conocer el estado del sistema u obtener información filtrada según nos interese; procesos básicos de compilación de programas a partir de los códigos fuente; herramientas de gestión del software instalado, al mismo tiempo que comentaremos la disyuntiva de uso de herramientas gráficas o las de línea de comandos. En general, en la administración local, trataremos aquellos aspectos de administración que podríamos considerar "locales" en nuestro sistema. Estos aspectos pueden conformar la mayor parte de las tareas típicas del administrador a la hora de manejar elementos tales como usuarios, impresoras, discos, software, procesos, etc.

- Finalmente, **en el módulo dedicado a red**, examinaremos todas aquellas tareas de administración que engloben nuestro sistema con su "vecindario" en la red, sea cual sea su tipo, y veremos los diferentes tipos de conectividad que podemos tener con los sistemas vecinos, así como los servicios básicos que les podemos ofrecer o recibir de ellos.

## Actividades

**1.** Leed el manifiesto Debian en:

http://www.debian.org/social_contract

**2.** Documentaos sobre las diferentes distribuciones basadas en Debian: variedades Ubuntu, Linux Mint, u otras.. Aparte de los sitios de cada distribución, en la dirección http://www.distrowatch.com hay una buena guía de las distribuciones y su estado, así como del software que incluyen. En esta web, o bien accediendo a las comunidades o fabricantes, podéis obtener las imágenes ISO de las distribuciones.

# Bibliografía

**[Bar] Barrapunto**. *barrapunto site*. Noticias Open Source. http://barrapunto.com

**[Bul] Bulma. "Bulma Linux User Group"**. http://bulmalug.net. Documentación general y comunidades de usuarios.

**[Cen]**. "The Comunity ENTerprise Operatyng System". http://www.centos.org

**[Debb] Comunidad Debian.** "Distribución Debian". http://www.debian.org

Ofrece una amplia visión de los sistemas de paquetes de software de las distribuciones Debian y Fedora/Red Hat.

**[Debba] Debian**. "Software Libre vs Software Abierto". http://www.debian.org/intro/free.es.html

**[Dis] Distrowatch**. "Distribuciones Linux disponibles" http://www.distrowatch.com.

**[Fed] The Fedora Project**. http://fedoraproject.org.

**[FHS]** (2003). *FHS Standard*. http://www.pathname.com/fhs

**[Fre] Freshmeat**. *Freshmeat site*. http://freshmeat.org. Listado de proyectos Open Source.

**[FSF] FSF**. "Free Software Foundation y Proyecto GNU" http://www.gnu.org.

**[His] HispaLinux**. "Comunidad Hispana de Linux" http://www.hispalinux.es. Documentación general y comunidades de usuarios.

**[Joh08] Johnson, Michael K.** (1998). "Linux Information Sheet". *The Linux Documentation Project*.

**[Lev] Levenez, Eric**. "UNIX History" http://www.levenez.com/unix.

*Linux Magazine*. Revista GNU/Linux http://www.linux-mag.com/.

**[LPD] LPD**. *The Linux Documentation Project* http://www.tldp.org.

Proporciona los *Howto* de los diferentes aspectos de un sistema GNU/Linux y un conjunto de manuales más elaborados.

**[New] Newsforge**. "Newsforge site" http://newsforge.org. Noticias Open Source.

**[OSDb] OSDN**. "Open Source Development Network" http://osdn.com. Comunidad de varios sitios web, noticias, desarrollos, proyectos, etc.

**[OSIa] OSI OSI**. "Listado de licencias Open Source" http://www.opensource.org/licenses/index.html.

**[OSIb] OSI** (2003). "Open Source Definition" http://www.opensource.org/docs/definition.php.

**[OSIc] OSI** (2003). "Open Source Iniciative" http://www.opensource.org.

**[Enr02] Enríquez, R.; Sierra, P.** (2002). *Open Source*. Anaya Multimedia.

**[Ray98] Raymond, Eric** (1998). *La catedral y el bazar*. http://es.tldp.org/Otros/catedral-bazar/cathedral-es-paper-00.html

**[Ray02a] Raymond, Eric** (2002). "UNIX and Internet Fundamentals". *The Linux Documentation Project*.

**Red Hat Inc**. "Distribución Red Hat" http://www.redhat.com.

**[Revista Linux] Linux Journal**. Revista GNU/Linux http://www.linuxjournal.com.

**[Sal94] Salus, Peter H.** (1994, noviembre). "25 aniversario de UNIX". *Byte España* (núm. 1).

Scientific Linux http://www.scientificlinux.org.

**[Sla] Slashdot**. "Slashdot site" http://slashdot.org. Sitio de noticias comunidad Open Source y generales informática e Internet.

**[Sou] Sourceforge**. "Sourceforge site" http://sourceforge.org. Listado de proyectos Open Source.

**[Sta02] Stallman, Richard** (2002). "Discusión por Richard Stallman sobre la relación de GNU y Linux" http://www.gnu.org/gnu/linux-and-gnu.html.

**[Tan87] Tanenbaum, Andrew** (1987). *Sistemas operativos: diseño e implementación*. Prentice Hall.

**[Tan06] Tanenbaum, Andrew; Woodhull, Albert S.** (2006). *The Minix Book: Operating Systems Design and Implementation* (3.ª ed.). Prentice Hall.

# Nivel usuario

Remo Suppi Boldrito

PID_00238580

Universitat Oberta de Catalunya

*Se garantiza permiso para copiar, distribuir y modificar este documento según los términos de la GNU Free Documentation License, Version 1.3 o cualquiera posterior publicada por la Free Software Foundation, sin secciones invariantes ni textos de cubierta delantera o trasera. Pueden consultarse los términos de la licencia en http://www.gnu.org/licenses/fdl-1.3.html.*

# Índice

**Introducción**..... 5

**1. Introducción al sistema GNU/Linux**..... 7

**2. Conceptos y órdenes básicas**..... 10
2.1. Usuario y grupos ..... 11
2.2. El sistema de ficheros y jerarquía ..... 18
2.3. Directorios del sistema ..... 19
2.4. Enlaces ..... 20
2.5. Permisos ..... 21
2.6. Manipulación, patrones, búsquedas y contenidos ..... 23
2.7. Procesos ..... 24
2.8. Órdenes complementarias ..... 26

**3. Instalación y arranque de GNU/Linux (conceptos básicos)**.... 29

**4. Configuraciones básicas**..... 35
4.1. El sistema de *login*..... 35
4.2. El intérprete de comandos (*shell*) ..... 37
4.3. El sistema de arranque ..... 43
4.4. Acceso a particiones y dispositivos ..... 45
4.5. Instalación de paquetes ..... 47
4.6. Configuración de dispositivos ..... 48
4.7. Elementos adicionales de una instalación ..... 58

**5. El entorno gráfico**..... 62

**6. Programación de comandos combinados (*shell scripts*)**..... 67
6.1. Introducción: el *shell*..... 68
6.1.1. Redirecciones y pipes ..... 70
6.1.2. Aspectos generales ..... 71
6.2. Elementos básicos de un *shell script*..... 71
6.2.1. ¿Qué es un *shell script*? ..... 71
6.2.2. Variables y *arrays*..... 73
6.2.3. Estructuras condicionales ..... 75
6.2.4. Los bucles ..... 77
6.2.5. Funciones, select, case, argumentos y otras cuestiones ..... 79
6.2.6. Filtros: Grep ..... 87
6.2.7. Filtros: Awk ..... 88
6.2.8. Ejemplos complementarios ..... 91

**Actividades**..... 99

**Bibliografía**..... 100

# Introducción

Como ya se ha visto en el módulo anterior, **GNU/Linux** es uno de los términos empleados para referirse a la combinación del núcleo (*kernel*) –equivalente desde el punto de vista de prestaciones y funcionalidad (y en algunos casos superior) a Unix– denominado **Linux**, y de herramientas de sistema GNU, todo bajo licencia GPL (licencia pública de GNU) y otra serie de licencias libres.

A pesar de que Linux es, en sentido estricto, el sistema operativo, parte fundamental de la interacción entre el núcleo y el usuario (o los programas de aplicación), se maneja usualmente con las herramientas GNU, como por ejemplo el intérprete de órdenes o comandos *bash*, que permite la comunicación con el núcleo mediante un completo conjunto de órdenes e instrucciones. Existen otros núcleos disponibles para el proyecto GNU, el conocido como Hurd y que muchos desarrolladores consideran que es el auténtico núcleo del proyecto GNU. Es interesante observar el mapa del *kernel* (http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Linux_kernel_map.png) o su versión interactiva, donde se demuestra la complejidad que posee un sistema de estas características.

En este módulo veremos conceptos de nivel básico para aprender desde el inicio los diferentes conceptos de GNU/Linux, e iremos avanzando hasta ver aspectos de inicialización y configuraciones para adecuar el sistema operativo a nuestras necesidades.

# 1. Introducción al sistema GNU/Linux

El sistema GNU/Linux es un sistema multitarea, es decir, permite la ejecución de centenares de tareas al mismo tiempo independientemente de la cantidad de *cores* o CPU (procesadores/*Central Process Unit*) de que disponga para ejecutarse utilizando una característica común en todos los sistemas operativos modernos llamada multiprogramación. Esta característica permite ejecutar una tarea durante un determinado tiempo, suspenderla, pasar a la siguiente y así sucesivamente, y cuando se llega al final, volver a comenzar por la primera sin afectar su comportamiento o ejecución.

Normalmente esta ejecución se denomina *"round robin"*, ya que distribuye un *"quantum"* de tiempo (que oscila entre 15 milisegundos a 150 milisegundos, dependiendo del operativo) para cada tarea en espera y volviendo a comenzar por la primera cuando se llega a la última de la cola. Si el sistema posee más de un *core* o procesador, GNU/Linux tiene capacidad para distribuir estas tareas en los diferentes elementos de cómputo obteniendo las consiguientes mejoras en las prestaciones. Puede parecer que 15 milisegundos = 0,015 segundos es un tiempo pequeño, pero por ejemplo, procesadores actuales como el i3-370M (2 *cores*, 4 *threads*, del año 2010) se obtienen al ejecutar el *benchmark* Dhrystone 30.380 MIPS (millones de instrucciones por segundo), por lo que una simple cuenta nos indica que en 15 milisegundos podría ejecutar un mínimo de 455 MIPS. Se debe tener en cuenta que el cálculo de MIPS depende de muchos factores y en este ejemplo se considera los valores obtenidos de la ejecución del programa Dhrystone utilizado frecuentemente para comparar potencia de cómputo de los procesadores. Además, Gnu/Linux es un sistema operativo multiusuario que permite que más de un usuario a la vez pueda estar trabajando con el sistema y que este con su trabajo no pueda afectar a ninguna de las tareas de los otros usuarios en el sistema.

> Gnu/Linux es un sistema multitarea y multiusuario que permite (aun con un solo procesador/*core*) atender las necesidades simultáneas de múltiples usuarios, utilizando un técnica habitual de los sistemas operativos modernos denominada multiprogramación.

Todos los sistemas Unix, y Gnu/Linux no es una excepción, consideran dos tipos de usuarios diferenciados: el **superusuario** (llamado **root**), que tiene todos los permisos sobre el sistema, y el resto de los usuarios que disponen de un directorio de trabajo (*home*) del cual tienen todos los permisos, pero en el resto del sistema lo que pueden hacer está en función de su importancia y nivel de seguridad para el propio sistema. Generalmente, en cualquiera de estos sistemas ***nix** (Unix, Linux...) un usuario puede "mirar" (y en algunos

casos ejecutar) todo aquello que no implique información confidencial pero tiene generalmente restringido el resto de acciones. Generalmente, todos los usuarios tienen su directorio de trabajo (*home*) dentro del directorio */home* y el usuario *root* su directorio *home* se encuentra en */root*.

El segundo concepto interesante en los sistemas *nix es que se puede trabajar interactivamente en dos modos diferenciados: modo texto y modo gráfico (y en este último se puede abrir una aplicación en una ventana especial llamada *Terminal*, que permite trabajar en modo texto dentro del modo gráfico). Normalmente, los modos gráficos son los más utilizados en sistemas de escritorio o de usuario doméstico, mientras que los de texto son adecuados para servidores. No obstante, como no se impone ninguna restricción se puede cambiar fácilmente de uno a otro con una secuencia de teclas (generalmente Crtl +Alt+F1 a F6 para pasar a modo texto, 6 posibles terminales texto disponibles concurrentes, y Crtl+Alt+F7 para retornar a modo gráfico: debemos tener en cuenta que todas las sesiones son simultáneas, por lo cual lo que esté haciendo en la terminal 1 se ejecuta simultáneamente con lo que haga en la terminal 2 o en modo gráfico) o incluso estar en modo gráfico y desarrollando código en modo texto sobre un terminal, o conectado con un terminal a otra máquina o al disco de otra máquina.

El tercer concepto interesante es que la interacción entre el usuario y el núcleo se realiza a través de un intérprete de comandos/órdenes llamado *shell* y que puede ser escogido por el usuario entre los diferentes que hay. Estos *shell* permiten la ejecución de comandos en forma interactiva (un comando por vez) o secuencial por medio de pequeños programas llamados *shell scripts* (secuencia de comandos que incluyen sentencias de control y variables en un archivo de texto ASCII y que serán interpretados secuencialmente por el *shell*), que son muy potentes (y que pueden llegar a ser muy complejas). Obviamente, al igual que otros sistemas operativos, Gnu/Linux en su interfaz gráfica soporta la interacción gráfica sobre los diferentes acciones del sistema, incluso permitiendo ejecutar *shell scripts* como si de otro programa se tratara.

Dos conceptos interesantes más, en los sistemas *nix, son la idea de tarea de usuario o del sistema operativo y la estructura del sistema de archivos. En cuanto al primer concepto, una tarea es una actividad que debe realizar el sistema operativo que bien puede ser la ejecución de un comando, una orden, editar un archivo, etc. Para ello, el sistema operativo debe ejecutar un programa adecuado para realizar esta tarea que normalmente se denomina *programa ejecutable*, ya que contiene las instrucciones máquina para realizar esta tarea. Cuando el programa ejecutable se carga en memoria se le llama ***proceso***, o programa en ejecución, ya que contiene, además del programa ejecutable, todas las estructuras de datos para que se pueda realizar esta tarea, y se libera toda la memoria cuando finaliza su ejecución.

Este proceso se puede suspender, bloquear, continuar su ejecución de acuerdo a las necesidades del usuario y a lo que ordene el sistema operativo. Una derivación de este concepto de proceso es que en los procesadores modernos un proceso puede ser dividido entre varia subtareas (llamados hilos o *threads*).

**Nota**

Los hilos de ejecución (*threads*) pueden ser ejecutados en forma independiente por diferentes *cores*.

¿Qué ventajas tiene un programa *multithread*? Que el código que ejecuta cada *thread* lo define el programador, por lo cual se puede tener un *thread* atendiendo una lectura de disco y otro haciendo un refresco de una imagen en pantalla simultáneamente dentro del mismo proceso. Aun teniendo un solo *core*, este tipo de programación es más eficiente que si hiciera una subtarea primero y otra después.

Por último, los sistema *nix disponen de una estructura de archivos estándar donde se ubican los archivos del sistema con total independencia a los dispositivos físicos. Es decir, a partir de una raíz (llamada root y definida por la "/") se ubican los diferentes directorios en función de sus objetivos, y donde, como se mencionó anteriormente, cada usuario dispone de un directorio propio de trabajo, generalmente en el directorio */home/nombre-usuario*, donde su dueño tendrá total capacidad de decisión, mientras que no así en el resto del árbol (el superusuario tiene su propio directorio en */root*).

# 2. Conceptos y órdenes básicas

Entrando con un poco más de detalle, en este apartado discutiremos las ideas básicas y las instrucciones necesarias para "movernos" en el sistema. La forma más simple es a través de comandos al intérprete de órdenes –*shell*– (y ya veréis como es lo más eficiente cuando se adquiere un poco de práctica aunque al principio pueda parecer anticuado o complicado o las dos cosas). Este método de trabajo nos permitirá trabajar rápido con cualquier máquina en forma local o remota, ya que se tiene repetición/texto predictivo de los comandos, ejecutando órdenes complejas o programar *shell scripts* simplemente con un terminal texto. Se debe tener en cuenta que con una interfaz gráfica para un usuario novel es sumamente útil, pero extremadamente ineficiente para un usuario avanzado.

La mayoría de las órdenes, o comandos, que veremos en este apartado forman parte del estándar y son comunes a todos los sistemas GNU/Linux y a Unix (son normas IEEE POSIX). Aunque cada distribución tiene sus propias aplicaciones de administración y gestión, generalmente todas las acciones que se hacen a partir de ellas también se pueden hacer con las órdenes que veremos. A partir de estas, podremos manipular casi todos los aspectos del sistema y movernos eficientemente.

En este apartado tenemos por objetivo aprender a utilizar correctamente estas órdenes y a navegar por cualquier sistema basado en GNU/Linux y sin que importe qué distribución estemos usando. Cada una de las órdenes del sistema suele tener multitud de parámetros diferentes. Con la utilización de los parámetros podemos, con una misma orden, ejecutar acciones diferentes, aunque todas sean de un mismo estilo. En este documento no especificaremos los diferentes parámetros de cada una de las órdenes que veremos, ya que se puede consultar el manual incluido en todo sistema *nix con la orden `man <nombre_de_la_orden>`. Es interesante comentar que si no se sabe el nombre de la orden/comando, se puede utilizar el comando `apropos acción`, que nos listará todas las órdenes, y en la que la palabra pasada como acción sale en la especificación de la orden. Por ejemplo, si ponemos `apropos copy` nos dará:

```
cp (1) - copy files and directories
cpgr (8) - copy with locking the given file to the password
cpio (1) - copy files to and from archives
cppw (8) - copy with locking the given file to the password
dd (1) - convert and copy a file
...
```

Esto indica los comandos que permiten copiar algún elemento. El parámetro de una orden/comando está precedido por un espacio o muchas veces por un "–", como por ejemplo:

```
cp -dpR /home/juan /usr/local/backup
```

Esto permite hacer una copia de respaldo de los archivos de */home/juan* en */usr/local/backup* indicando con -d que copia los enlaces simbólicos tal cual son, en lugar de copiar los archivos a los que apuntan, -p que preserva los permisos, el usuario y el grupo del archivo a copiar y -R para copiar los directorios recursivamente.

## 2.1. Usuario y grupos

Como hemos comentado en la introducción, todos los sistemas operativos *nix son multiusuario y multitarea. Por este motivo es muy importante que el mismo sistema operativo incorpore mecanismos para manipular y controlar correctamente a los usuarios: el sistema de acceso al sistema de identificación (llamado *login*), los programas que puede ejecutar, mecanismos de seguridad para proteger el hardware del ordenador, protección para los ficheros de los usuarios, etc.

Para identificar a los usuarios delante del sistema operativo, generalmente se utiliza una política de nombres estándar que suele ser poner como *login* la primera inicial del nombre del usuario seguido de su apellido y se debe recordar que se diferencian mayúsculas y minúsculas y, por tanto, *abc* es diferente de *ABC*. Los sistemas *nix organizan toda esta información por usuarios y grupos. Para entrar a trabajar interactivamente con el sistema, este nos pedirá un *login* y una clave de acceso llamada *contraseña*.

El *login* suele ser un nombre que identifica de manera inequívoca el usuario y si bien existen otros métodos de identificación, por ejemplo, mediante certificados digitales, es el método más habitual. Para validar el *login*, se solicita una palabra que solo conoce el usuario y se llama contraseña (*password*). La contraseña debe ser una combinación de letras, números y caracteres especiales y no debe estar formada por ninguna palabra de diccionario o similares porque puede representar un problema de seguridad importante.

**Ejemplo**

Por ejemplo, si ponemos una contraseña como .MBAqcytvav34 podría parecer algo imposible de recordar fácilmente pero es un punto y las primera letras de un tango "Mi Buenos Aires querido cuando yo te vuelva a ver" y el año que se escribió el tango formando una palabra clave que será mucho más compleja de averiguar que una palabra que esté en el diccionario, ya sea al derecho o al revés.

**Nota**

Existen diferentes tipos de instalaciones de un sistema operativo en función del objetivo/rol que cumplirá y las aplicaciones que tendrá instaladas: servidor, escritorio, ofimática, ocio, *gateway*, *firewall*, etc. El tipo **servidor** es aquella máquina que contiene programas que se encargan de proporcionar algún tipo de servicio (como servir páginas web, dejar que los usuarios se conecten remotamente, etc.), que en la mayoría de los casos están vinculados a una red de comunicaciones, pero no necesariamente.

Actualmente, en los sistemas GNU/Linux es posible seleccionar dos tipos de cifrado para las contraseñas de usuario. El primero de ellos es el que se utiliza desde los inicios de UNIX, el 3DES (que no es recomendable), que solo permite contraseñas de 8 letras (si escribimos más, se ignoran), que se guardan en un archivo (*etc/shadow*).

Uno de los principales problemas de este método es que utiliza la función *crypt*, con la cual, por medio de diccionarios o listado de palabras, se puede hacer el proceso inverso y obtener el valor original. Si bien este método utiliza un valor aleatorio llamado *salt* que permite codificar una misma clave de 4096 maneras distintas, hay métodos basados en tablas que permiten tener todas las combinaciones.

Los sistemas Linux, en casi la totalidad de las versiones actuales y que utilizan glibc2, implementan un mecanismo diferente basado en una función resumen (*hash*). La función *hash* criptográfica es una función resumen que, a partir de un bloque arbitrario de datos, devuelve una cadena de bits de tamaño fijo (llamado *digest*) que será el valor cifrado, de manera que cualquier cambio en los datos cambiará el valor del *digest*.

La función *hash* criptográfica tiene cuatro propiedades principales:

- Es fácil de calcular para cualquier tipo de datos de entrada.
- Es imposible, o extremadamente complejo (inviable), generar el mensaje original a partir de un valor obtenido por la función *hash*.
- No es factible modificar un mensaje sin cambiar el valor *hash* o *digest*.
- No es factible encontrar dos mensajes diferentes con el mismo valor *hash*.

Además se utiliza el *salt* para evitar que, por comparación y sabiendo el algoritmo de *hash*, se pueda obtener la palabra que generó el resumen o *digest*.

Las definiciones del algoritmo de cómo se generan los *password* están definidos en el sistema PAM (*pluggable authentication modules*), un mecanismo que incluyen todo los Linux para gestionar la autenticación de tareas y servicios, permitiendo modelar políticas de seguridad personalizadas para los diferentes servicios. La configuración de *password* en Debian, por ejemplo, estará en el archivo */etc/pam.d/common-password* donde tendremos una línea que indica:

```
password [success=1 default=ignore] pam_unix.so obscure sha512
```

Donde *sha512* indica que el algoritmo de *hash* será Secure Hash Algorithm de 512 bits y *obscure* indica comprobaciones extras sobre la palabra clave. El valor del *hash* (*digest*) será guardado en el archivo */etc/shadow* (en el segundo campo de la línea perteneciente al usuario correspondiente) con el siguiente

formato: `$id$salt$valor_hash` donde *id* identifica el algoritmo utilizado y pueden tomar los siguientes valores: 1(MD5), 2a (Blowfish, solo en algunas distribuciones), 5 (SHA256), 6 (SHA-512). Por lo cual, *$5$salt$digest* es una contraseña codificada SHA-256 y *$6$salt$digest*, en SHA-512. El *salt* representa un máximo de 16 caracteres siguientes entre los símbolos "$" a continuación del id, y el tamaño de la cadena cifrada se fija en MD5=22 bytes, SHA-256=43 bytes y SHA-512=86 bytes donde todos los caracteres de la contraseña son representativos y no solamente los 8 primeros como en DES. Para generar una *hash* de una palabra de contraseña, debemos utilizar directamente el comando `passwd`.

Si se quiere generar un valor *hash*, pero cambiando el algoritmo, se puede utilizar el comando

```
mkpasswd -m sha-512 nteumyvist -S 666999666
```

en el cual estoy poniendo la clave *nteumyvist* con un *salt* 666999666 lo que generará la siguiente cadena:

```
$6$666999666$O0KEfCSEe/H6DrFPLSfsM4d7phA5ySumsgnl5pI/YaOR80NpnCP3LjKneBBEUeVGUBouG6jdPwihi4a5UNLPn/
```

*mkpasswd -m help* dará todos los algoritmos disponibles.

Los grupos de usuarios es un conjunto de usuarios con acceso al sistema que comparten unas mismas características, de forma que nos es útil agruparlos para poderles dar una serie de permisos especiales en el sistema. Un usuario debe pertenecer, al menos, a un grupo, aunque puede ser de más de uno. El sistema también utiliza todo este mecanismo de usuarios y grupos para gestionar los servidores de aplicaciones instalados y otros mecanismos. Por esta razón, además de los usuarios reales, en un sistema habrá usuarios y grupos que no tienen acceso interactivo pero están vinculados a otras tareas que se deben hacer en el operativo.

**Ejemplo**

Por ejemplo, el usuario Debian-Exim es un usuario definido para las funcionalidades del gestor de correo Exim (cuando se encuentre instalado este paquete) que tiene ID de usuario (101) y de grupo (105), pero que no se puede conectar interactivamente (tal como lo indica el */bin/false* de la definición del usuario en el archivo */etc/passwd*).

```
Debian-exim:x:101:105::/var/spool/exim4:/bin/false.
```

Como ya hemos explicado, en todo sistema operativo hay un superusuario (*root*) que tiene privilegios máximos para efectuar cualquier operación sobre el sistema. Es necesario que este exista, puesto que será quien se encargará de toda la administración y gestión de servidores, grupos, etc. Este usuario no se debe utilizar para trabajar normalmente en el sistema. Solo deberemos entrar como *root* cuando sea realmente necesario (en la actualidad, la mayoría de las distribuciones no permiten entrar como *root*, sino entrar como un usuario normal y luego "elevarse" como root a través del comando `su` o ejecutar coman-

dos a través del comando `sudo`) y utilizaremos otras cuentas o usuarios para el trabajo normal. De este modo, nunca podremos dañar el sistema con operaciones erróneas o con la prueba de programas que pueden ser maliciosos, etc.

Toda la información de usuarios y grupos se encuentra en los archivos siguientes:

- */etc/passwd*: información (nombre, directorio *home*, etc.) del usuario.
- */etc/group*: información sobre los grupos de usuarios.
- */etc/shadow*: contraseñas cifradas (valor *hash*, generalmente) de los usuarios y configuración para su validez, cambio, etc.

Si bien hay la posibilidad de deshabilitar el mecanismo de autentificación basado en */etc/shadow* (básicamente porque existe todavía un pequeño número de aplicaciones/servicios que no lo soportan) **no** es recomendable, ya que es un archivo que solo puede leer el *root* y, por lo tanto, el resto de usuarios no tendrá acceso a los valores *hash*, reduciendo así la probabilidad que un usuario normal puede utilizar herramientas de fuerza bruta (tablas, diccionarios, etc.) para averiguar las contraseñas de otros usuarios o del *root*.

Todos estos ficheros están organizados por líneas, cada una de las cuales identifica un usuario o grupo (dependiente del fichero). En cada línea hay varios campos separados por el carácter ":" y es importante saber qué son estos campos, por lo cual los exploraremos con algo más de detalle:

**Nota**

Información de usuarios y grupos:
- */etc/passwd*: información de los usuarios.
- */etc/group*: información sobre los grupos de usuarios.
- */etc/shadow*: valor *hash* de las contraseñas de los usuarios y configuración para su validez, cambio, etc.

**1) /etc/passwd**: Por ejemplo: *games:x:5:60:games:/usr/games:/bin/sh*.

- Campo 1) Login: el nombre del usuario. No puede haber dos nombres iguales, aunque sí alguno que coincida con un grupo del sistema.

- Campo 2) Contraseña cifrada: si no se utiliza el fichero de *shadow*, las contraseñas cifradas se almacenan en este campo. Si utilizamos el fichero de *shadow*, todos los usuarios existentes deben estar también en el de *shadow* y en este campo se identifica con el carácter "x".

- Campo 3) User ID: número de identificación del usuario. Es el número con el cual el sistema identifica el usuario. El 0 es el reservado para el *root*.

- Campo 4) Group ID: el número de grupo al cual pertenece el usuario. Como que un usuario puede pertenecer además de un grupo, este grupo se denomina primario.

- Campo 5) Comentarios: campo reservado para introducir los comentarios sobre el usuario. Se suele utilizar para poner el nombre completo o algún tipo de identificación personal.

- Campo 6) Directorio de usuario: el directorio *home* del usuario que es donde este puede dejar todos sus ficheros. Se suelen poner en una carpeta del sistema (generalmente */home/login_usuario*).

- Campo 7) Intérprete de órdenes: un intérprete de órdenes (*shell*) es un programa que se encarga de leer todo el que escribimos en el teclado y ejecutar los programas u órdenes que indicamos. En el mundo Gnu/linux el más utilizado es el *bash* (GNU Bourne-Again Shell), si bien hay otros (*csh*, *ksh*, etc.). Si en este campo escribimos /bin/false, no permitiremos que el usuario ejecute ninguna orden en el sistema, aunque esté dado de alta.

**2) /etc/group:** Por ejemplo: netdev:x:110:Debian.

- Campo 1) Nombre del grupo.

- Campo 2) Contraseña cifrada: la contraseña de un grupo se utiliza para permitir que los usuarios de un determinado grupo se puedan cambiar a otro o para ejecutar algunos programas con permisos de otro grupo (siempre que se disponga de la contraseña).

- Campo 3) Group ID: número de identificación del grupo. Es el número con el cual el sistema identifica internamente los grupos. El 0 está reservado para el grupo del root (los administradores).

- Campo 4) Lista de usuarios: los nombres de los usuarios que pertenecen al grupo, separados por comas. Aunque todos los usuarios deben pertenecer a un grupo determinado (especificado en el cuarto campo del fichero de *passwd*), este campo se puede utilizar para que usuarios de otros grupos también dispongan de los mismos permisos que tiene el usuario a quien se está haciendo referencia.

**3) /etc/shadow:** Por ejemplo:
root:$1$oE9iKzko$n9imGERnPDayiyat0XQjm.:14409:0:99999:7:::

- Campo 1) Login: debe ser el mismo nombre que se utiliza en el fichero de */etc/passwd*.

- Campo 2) Valor *hash* de la contraseña.

- Campo 3) Días que han pasado, desde el 1/1/1970, hasta que la contraseña ha sido cambiada por última vez.

- Campo 4) Días que deben pasar hasta que la contraseña se pueda cambiar.

- Campo 5) Días que deben pasar hasta que la contraseña se deba cambiar.

- Campo 6) Días antes de que caduque la contraseña en qué se avisará al usuario que la debe cambiar.

- Campo 7) Días que pueden pasar después de que la contraseña caduque, antes de deshabilitar la cuenta del usuario (si no se cambia la contraseña).

- Campo 8) Días, desde el 1/1/1970, que la cuenta es válida, pasados estos días será deshabilitada.

- Campo 9) reservado.

Cuando un usuario entra en el sistema, se le sitúa en su directorio *home* y se ejecuta el intérprete de órdenes (*shell*) configurado en */etc/passwd* en la línea correspondiente al usuario (campo 7). De este modo, ya puede empezar a trabajar. Solo el *root* del sistema (o los usuarios de su grupo) tienen permiso para manipular la información de los usuarios y grupos, darlos de alta, de baja, etc. Cada orden para manejar a los usuarios tiene varios parámetros diferentes para gestionar todos los campos que hemos visto anteriormente.

A modo de ejemplo, podemos mencionar:

- **adduser**: nos sirve para añadir un nuevo usuario al sistema. La manera en que este se añade (si no le especificamos nada) se puede configurar en el fichero */etc/adduser.conf*. Admite un conjunto de opciones diferentes para especificar el directorio *home*, el *shell* a utilizar, etc.

- **useradd**: crea un nuevo usuario o cambia la configuración por defecto. Esta orden y la anterior nos pueden servir para efectuar las mismas acciones, aunque con diferentes parámetros.

- **usermod**: con esta orden podemos modificar la mayoría de los campos que se encuentran en el fichero de *passwd* y *shadow*, como el directorio *home*, el *shell*, la caducidad de la contraseña, etc.

- **chfn**: cambia la información personal del usuario, contenida en el campo de comentarios del fichero de *passwd* (campo 5).

- **chsh**: cambia el *shell* del usuario.

- **deluser**: elimina a un usuario del sistema, y borra todos sus ficheros según los parámetros que se le pase, hace copia de seguridad o no, etc. La configuración que se utilizará por defecto con esta orden se especifica en el fichero */etc/deluser.conf*.

- **userdel**: similar a la orden anterior y con diferentes parámetros/condiciones.

**Nota**

Comandos básicos de gestión de usuarios y grupos:

- useradd
- userdef
- passwd
- groupadd
- groupdef
- gpasswd
- whoami
- groups
- id
- who
- w
- su

- **passwd**: sirve para cambiar la contraseña de un usuario, su información de caducidad o para bloquear o desbloquear una determinada cuenta.

- **addgroup**: permite añadir un grupo al sistema.

- **groupadd**: similar a la orden anterior, pero con diferentes parámetros.

- **groupmod**: permite modificar la información (nombre y GID) de un grupo determinado.

- **delgroup**: elimina un grupo determinado. Si algún usuario todavía lo tiene como primario, no se podrá eliminar.

- **groupdel**: similar a la orden anterior y con diferentes parámetros/condiciones.

- **gpasswd**: sirve para cambiar la contraseña del grupo. Para saber qué usuario somos, podemos utilizar la orden `whoami`, que nos mostrará nuestro *login*.

- **groups**: sirve para saber a qué grupos pertenecemos e **id** nos mostrará usuario y grupo.

También es interesante podernos convertir en otro usuario sin salir de la sesión (orden `login` o `su`) o cambiarnos de grupo con la orden `newgrp`. Esta última orden se debe utilizar solo cuando no se pertenece al grupo en cuestión y se sabe su contraseña (que ha de estar activada en el fichero de *group*). Si solo necesitamos los permisos del grupo en cuestión para ejecutar una orden determinada, también podemos utilizar `sg`.

Como vemos, en GNU/Linux tenemos más de una manera para ejecutar una acción determinada. Esta es la tónica general que se sigue en el sistema: podemos editar directamente los ficheros y modificar, utilizar algunas de las órdenes que existen, crearlas nosotros mismos, etc. En definitiva, tenemos la posibilidad de seleccionar cuál es la opción que más nos satisface.

Por otro lado, y como decíamos anteriormente, GNU/Linux es un sistema operativo multiusuario, por lo cual, en un mismo momento puede haber varios usuarios conectados al sistema de manera simultánea. Para averiguar quiénes son, se puede utilizar la orden `who`, que nos muestra la lista de usuarios dentro del sistema y `w`, además, nos muestra qué es lo que están haciendo. Nos podemos comunicar con otro usuario utilizando la orden `write`, con la cual aparece el mensaje que hemos escrito en la pantalla del usuario indicado o `wall`, que escribe el contenido del fichero que hemos especificado en todos

los usuarios dentro del sistema. Para activar o desactivar la opción de recibir mensajes, tenemos la orden `mesg`. También podemos hacer un chat personal con algún usuario a partir de la orden `talk`.

## 2.2. El sistema de ficheros y jerarquía

Todo sistema operativo necesita guardar multitud de archivos: configuración del sistema, registro de actividades, de usuarios, etc. Existen diferentes sistemas de archivos caracterizados por su estructura, fiabilidad, arquitectura, rendimiento, etc. y GNU/Linux es capaz de leer/escribir archivos en la casi totalidad de los sistemas de archivos aunque tiene su propio sistema optimizado para sus funcionalidades, como por ejemplo ext4 o ReiserFS.

El *ext4* es una mejora compatible con *ext3* que a su vez es una evolución del *ext2* que es el más típico y extendido. Su rendimiento es muy bueno, incorpora todo tipo de mecanismos de seguridad y adaptación, es muy fiable e incorpora una tecnología denominada *journaling*, que permite recuperar fácilmente errores en el sistema cuando, por ejemplo, hay un corte de luz o el ordenador sufre una parada no prevista. *ext4* soporta volúmenes de hasta 1024 PiB (PiB pebibyte = $2^{50}$ bytes ≈ 1.000.000.000.000.000 bytes), mejora el uso de CPU y el tiempo de lectura y escritura.

ReiserFS es otro de los sistemas utilizados en Linux que incorpora nuevas tecnologías de diseño y que le permiten obtener mejores prestaciones y utilización del espacio libre. Cualquiera de estos tipos de sistemas de archivos puede ser seleccionado en el proceso de instalación y es recomendable *etx3/ext4* para la mayoría de las instalaciones.

Una característica muy importante de todos los sistemas *nix es que todos los dispositivos del sistema se pueden tratar como si fueran archivos (independencia del dispositivo físico). Es decir, existe un procedimiento de "montar el dispositivo" a través de la orden `mount` en un directorio del sistema y luego, accediendo a este directorio, se accede al dispositivo (incluso si el dispositivo es remoto), por lo cual no existe una identificación del dispositivo físico para trabajar con los ficheros como en otros operativos como A:, C:, etc.).

El sistema de ficheros *ext2/3/4* ha sido diseñado para manejar de forma óptima ficheros pequeños (los más comunes) y de forma aceptable los ficheros grandes (por ejemplo, archivos multimedia) si bien se pueden configurar los parámetros del sistema de ficheros para optimizar el trabajo con este tipo de archivos. Como hemos mencionado anteriormente, el sistema de archivos parte de una raíz indicada por "/" y se organizan las carpetas (directorios) y subcarpetas (subdirectorios) a partir de esta, presentando una organización jerárquica (visualizada por el comando `tree -L 1` en Debian) como:

```
/
├── bin
```

```
├── boot
├── dev
├── etc
├── home
├── initrd.img -> /boot/initrd.img-3.16.0-4-amd64
├── lib
├── lib64
├── lost+found
├── media
├── mnt
├── opt
├── proc
├── root
├── run
├── sbin
├── srv
├── sys
├── tmp
├── usr
├── var
└── vmlinuz -> boot/vmlinuz-3.16.0-4-amd64
```

Donde se muestra el primer nivel de directorios a partir del /. Todos ellos son directorios, excepto los que figuran con el carácter "->", que son enlaces a archivos y el archivo original se encuentra a la derecha de la flecha.

## 2.3. Directorios del sistema

En las distribuciones GNU/Linux se sigue el estándar FHS [FHS] y tenemos como directorios en el directorio raíz (los más importantes):

- **/bin:** órdenes básicas para todos los usuarios del sistema.
- **/boot**: archivos necesarios para el arranque del sistema.
- **/dev**: dispositivos del sistema.
- **/etc:** archivos de configuración del sistema y de las aplicaciones que hay instaladas.
- **/home**: directorio de las carpetas *home* de los usuarios.
- **/lib, lib64**: bibliotecas esenciales para el núcleo del sistema y sus módulos.
- **/mnt**: punto de montaje temporal para dispositivos.
- **/proc**: procesos y variables del núcleo del sistema.
- **/root**: directorio *home* para el root del sistema.
- **/run**: datos de variables durante la ejecución (información sobre el sistema, procesos y usuarios que están activos en el sistema).
- **/sys**: información sobre los dispositivos conectados al sistema.
- **/sbin**: comandos especiales para el root del sistema.
- **/tmp**: archivos temporales.

- **/usr**: segunda estructura jerárquica, utilizada para almacenar/configurar todo el software instalado en el sistema.
- **/var**: directorio para los gestores de colas o *spoolers* de impresión, archivos de registro (logs), etc.

No se deben borrar estos directorios a pesar de que parezca que no se utilizan para el buen funcionamiento del sistema (muchas aplicaciones pueden no instalarse o dar errores si los directorios estándar no se encuentran definidos).

Para movernos por la estructura de directorios debemos utilizar las órdenes para hacer una lista de los contenidos y cambiar de carpeta. Cuando entramos en el sistema, es usual que el *login* nos sitúe en nuestro directorio *home*, que generalmente se suele indicar con el carácter "~". Si queremos ver lo que hay en el directorio en el que estamos situados, podemos hacer una lista de los contenidos utilizando la orden `ls` o en su versión más completa `ls -la`, que implica todos los ficheros (incluidos los que comienzan por un "." que no se muestran normalmente) -a y en formato largo -l. En todos los directorios existen dos entradas indicadas con "." y ".." donde la primera hace referencia al directorio/carpeta actual y la segunda al directorio/carpeta superior.

**Ejemplo**

Por ejemplo, si hacemos `ls .` mostrará el listado de directorio actual y si hacemos `ls ..` mostrará el listado del directorio inmediato superior.

Para cambiar de directorio podemos utilizar la orden `cd`, la cual si no le pasamos ningún parámetro nos situará en nuestro directorio *home* del usuario que la ha ejecutado. Todos los comandos aceptan direcciones relativas, por ejemplo, `ls ./grub` si estamos en el directorio */boot* nos listará el contenido del directorio */boot/grub* (forma relativa) o `ls /boot/grub` también nos listará el contenido del directorio */boot/grub*, pero desde cualquier lugar que estemos (forma absoluta). Otro comando útil para saber dónde estamos parados es el `pwd`, que nos indicará en qué directorio estamos.

## 2.4. Enlaces

Un elemento muy utilizado en los archivos son los enlaces o vínculos. Un enlace es un puente a un archivo o directorio y representa una referencia que podemos poner en cualquier lugar que nos interese y que actúa como un acceso directo a cualquier otro.

Este mecanismo nos permite acceder a carpetas o ficheros de forma segura y cómoda, sin tener que desplazarse por la jerarquía de directorios.

**Ejemplo**

Si necesitamos acceder frecuentemente al archivo */etc/network/if-up/mountnfs*, por ejemplo, entonces podemos utilizar un enlace en nuestro directorio gracias a la instrucción `ln -s /etc/network/if-up/mountnfs nfs-conf` y haciendo un `cat nfs-conf`, tendremos el mismo resultado que `cat /etc/network/if-up/mountnfs` evitando tener que introducir cada vez toda la ruta completa.

En el ejemplo anterior hemos creado un enlace simbólico (parámetro -s) o sea, que si borramos el archivo el enlace quedará apuntando a nada y dará un error cuando ejecutemos el comando `cat nfs-conf`, pero este tipo de enlace se puede hacer a cualquier recurso y en cualquiera de las particiones del disco. La otra posibilidad es hacer un enlace fuerte (*hard link*) permitido solo para recurso en la misma partición y que si borramos el archivo, el enlace queda activo hasta que no haya más enlaces apuntando a este archivo (momento en el cual se borrará el archivo destino). Este recurso se debe utilizar con cuidado (solo el *root* puede hacer enlaces fuertes a directorios) ya que permite ocultar a qué archivo está apuntando, mientras que con un enlace simbólico se puede ver el archivo destino (por ejemplo, con el comando `ls -al`).

## 2.5. Permisos

Dado que los sistemas *nix son multiusuario, necesitamos que los archivos almacenados deban tener un serie de propiedades que permitan leer, escribir y ejecutar (parámetros r,w,x *read, write, execute*). Para ello Gnu/Linux puede trabajar con un método simplificado (llamado *Access Control List* reducidas) en los que para cada elemento en el sistema de archivo se consideran tres bits (que representan los atributos para rwx) y se aplican para el dueño del elemento (*owner*), tres para el grupo y tres para el resto de usuarios. Por lo cual, para cada elemento (archivo, directorio, dispositivo, enlace, etc.) existen 9 bits además de la identificación a quien pertenece el elemento (uid) y a qué grupo pertenece (gid). Cuando hacemos `ls -l` tendremos para cada elemento una salida como:

```
-rw-r--r-- 1 root root 2470 May 26 17:10 /etc/passwd
```

Los primeros diez caracteres (empezando por la izquierda) nos indican los permisos del fichero de la siguiente manera:

- Carácter 1: indica el tipo de archivo, lo más comunes "–" para un archivo, "d" para un directorio, "l" para un enlace simbólico.

- Caracteres 2, 3, 4: nos indican, respectivamente, los permisos de lectura, escritura y ejecución para el propietario del fichero. En el caso de no tener el permiso correspondiente activado, se encuentra el carácter "-" y si no "r", "w" o "x". En el tercer carácter, además, nos podemos encontrar una "s", que nos indica si el archivo es de tipo *SetUserId*, que significa que en ejecutarlo obtendrá los permisos del propietario del fichero. Si solo tiene el permiso "x", cuando el programa ejecuta lo hace con los permisos de quien la haya lanzado.

- Caracteres 5, 6, 7: estos caracteres tienen exactamente el mismo significado que los anteriores, pero hacen referencia a los permisos concedidos a los usuarios del grupo al que pertenece el archivo. Aquí también se puede encontrar un "s" en el tercer carácter que indica el bit de *SetGid* activado

que significa que cualquiera que ejecute este archivo obtendrá los permisos del grupo del propietario del fichero.

- Caracteres 8, 9, 10: igual que en el caso anterior, pero para los otros usuarios del sistema.

La siguiente cifra (1 en este caso) nos indica el número de enlaces fuertes que tiene el archivo. Para los directorios, este número indica cuántas carpetas hay en su interior además de los enlaces fuertes que tiene. A continuación se encuentra el propietario y el grupo del archivo, seguido del tamaño (en bytes) que ocupa y la fecha de la última modificación. En todos los archivos se guarda su fecha de creación, del último acceso y de la última modificación, que podemos manipular con la orden `touch`. Al final se encuentra el nombre del fichero, en el que se diferencian minúsculas de mayúsculas y podemos tener todo tipo de caracteres sin ningún problema (aunque luego será más complicado ejecutar órdenes con ellas ya que se deberá poner entre comillas ("") para que no se interpreten estos caracteres). Se recomienda utilizar: a-z A-Z . - _ 0-9.

El mecanismo de *SetUserId* es muy útil cuando un programa necesita tener los permisos de su propietario para acceder a ciertos archivos o hacer algún tipo de operación en el sistema. Se debe vigilar este tipo de archivos porque pueden generar problemas de seguridad en el sistema si son mal utilizados. Para cambiar los permisos de un archivo determinado podemos utilizar la orden `chmod` y esta acción solo la puede realizar el propietario del archivo. Las dos formas más comunes de utilizar el `chmod` son: `chmod XXX nombreArchivo`, donde cada X puede estar entre 0 y 7 correspondiendo al valor en octal de los permisos rwx para el propietario (primer número), grupo segundo y público el tercero. Para sacar el número debemos considerar que 1 es el permiso concedido y 0 quitado, por ejemplo, r-x se traduce como 101 que en octal (o binario) es 5. Por lo cual, r-x--xr-- se traduce como 101001100 lo cual queda 514.

**Nota**

Para cambiar las protecciones de *file* a rwxr - - r - -:

```
chmod 744 file
```

Para cambiar de dueño y grupo:

```
chown user file
chgrp group file
```

La otra manera de utilizar la orden es indicar de manera explícita qué permiso queremos dar o eliminar al archivo indicando con las letras u,g,o al usuario, grupo o resto respectivamente, un + para agregar el permiso y un – para quitarlo y "r", "w", "x" o "s" (este último para el *SetUserId*) para el permiso en concreto. Por ejemplo, `chmod go +r mountfs` concedería el permiso de lectura al grupo y los otros usuarios para el archivo mountnfs. Para cambiar el propietario de un fichero, se utiliza la orden `chown`[1], y para cambiar el grupo de un archivo se puede utilizar la orden `chgrp`. Los permisos por defecto para los archivos se pueden definir con el comando *umask*, con la misma notación que para la primera forma del `chmod` pero complementado (es decir, si queremos rw-r- -r-- el valor debería ser 133).

(1)Comando que solo puede utilizar el root, ya que un usuario podría hacer una acción maliciosa y luego cambiar el dueño del archivo responsabilizando a otro usuario de la acción realizada.

Existe un modificador llamado *sticky bit* (representado por la letra "t") que es un permiso que solo es útil en directorios. Es utilizado especialmente en directorios temporales, a los que todos los usuarios tienen permisos de escritura (como /tmp/) y que permite que la eliminación de archivos solo la pueda

hacer su propietario o el propietario del directorio padre para evitar que cualquier otro usuario pueda eliminar archivos que no le pertenecen del directorio compartido.

## 2.6. Manipulación, patrones, búsquedas y contenidos

La orden `rm` permite eliminar los archivos y para eliminar un directorio podemos utilizar la orden `rmdir`, aunque solo lo borrará cuando este esté vacío (si quisiéramos borrar completamente un directorio y todo su contenido, podríamos utilizar `rm -r` que funciona de modo recursivo). Para copiar archivos de un lugar a otro tenemos la orden `cp`, indicando el fichero o directorio origen y el lugar o nombre de destino, aunque sea en el directorio actual (si queremos mover archivo/directorio, se puede utilizar el comando `mv`).

Podemos utilizar modificadores en los nombres de los archivos/directorios como por ejemplo "*", para referirse a cualquier cadena y "?" para indicar un carácter cualquiera. Por ejemplo, si queremos listar todos los archivos que comiencen por a y terminen por x será `ls a*x`, pero si queremos listar todos los archivos de tres letras que comiencen por a y terminen por x, será `ls a?x`. Se puede utilizar "[]" para una selección de caracteres, por ejemplo `ls [Yy]*` indicaría todos los archivos que comiencen por Y o por y, y después cualquier cosa, y podemos agregar también "!" que significa la negación de lo indicado [! Yy] es decir, que no comiencen por Y/y. Finalmente, para facilitar ciertas búsquedas, dentro de "[]" podemos especificar clases de caracteres como [:clase:], en que la clase puede ser cualquiera de:

**Nota**

* cualquier cosa
? un carácter
[Yy] uno u otro
[A-Z] un rango
[:clase:] una clase

- alnum [A-Za-z0-9] alpha [A-Za-z]
- blank [\] caracteres de control
- digit [0-9A-Fae-f] caracteres imprimibles (sin espacios)
- lower [a-z] caracteres imprimibles (con espacios)
- punct [.,¡!¿?:;] ... space []
- upper [A-Z] xdigit [0-9A-Fa-f]

Otro tipo de operación muy útil es la búsqueda de archivos. Existen varias órdenes para hacer búsquedas de diferentes tipos: `find` es la orden más versátil buscar información sobre los archivos/directorios (por nombre, tamaño, fecha, protecciones, etc.), `locate` permite utilizar una base de datos del sistema para hacer búsquedas más rápidas que el `find` pero se debe tener en cuenta que puede dar información no actualizada (y que se puede actualizar con `updatedb`), y `whereis` indica dónde se encuentra el archivo especificado (o también `wich`).

Como los archivos pueden ser de muchos tipos (ejecutables, texto, datos, música, etc.) en los sistemas *nix no se utiliza la extensión para identificar el tipo de archivo sino un número interno en la cabecera del archivo llamado *magic number*, que determina el tipo de archivo según sus datos (se puede utilizar la orden `file` para leer y determinar el tipo de archivo). Si necesitamos ver

el contenido de un archivo, una de las órdenes básicas es `cat`, o `more` si el archivo es Ascii y lo mostrará paginado. Si hacemos un `cat` de un archivo ejecutable algunos de los caracteres pueden desconfigurar el terminal y se puede reinicializar con la orden `reset` y `clear` para borrar la pantalla. La orden `less` permite movernos de forma más eficiente (adelante y atrás por el archivo). Si el archivo es binario y queremos ver qué contiene, podemos utilizar las órdenes `hexdump` para ver el contenido de forma hexadecimal o `strings` para buscar las cadenas de caracteres. Con la orden `grep` le podemos pasar como segundo parámetro el nombre del archivo y como primero, el patrón que queramos buscar (con base en la sintaxis que hemos visto anteriormente, extendida a otras opciones). Además, la orden nos permite múltiples acciones más, como contar el número de líneas en las que aparece el patrón (parámetro -c), etc. Con `cut` podemos separar en campos el contenido de una línea especificando qué carácter es el separador, muy útil en tareas de administración. También podemos visualizar un determinado número de líneas del comienzo o del final de un archivo con las órdenes `head` y `tail`, respectivamente, y con `wc` podemos contar el número de líneas o palabras, la máxima longitud de línea de un fichero, etc. Finalmente, para comparar diferentes archivos existen varias órdenes para hacerlo: `diff`, `cmp` y `comm` hacen comparaciones de diferentes maneras y métodos en los ficheros que indicamos o `sdiff`, que además permite mezclar los datos de acuerdo a los parámetros indicados.

## 2.7. Procesos

Como hemos dicho en la introducción, los *nix son sistemas operativos multitareas que ejecutan procesos e hilos (threads) mediante una técnica llamada multiprogramación, que permite ejecutar más de un proceso/hilo a la vez en forma concurrente y de forma más eficiente que si lo ejecutáramos en forma secuencial, ya que se puede solapar la ejecución de entrada/salida de un proceso con la ejecución en CPU de otro proceso. Para identificar de manera inequívoca cada proceso, el núcleo del sistema les asigna un número denominado PID (*process identification*) necesario para administrar y referenciar el proceso.

Para saber qué procesos se están ejecutando, podemos utilizar la orden `ps`. Otro comando interesante para mirar la ejecución interactiva de los procesos es `top`, que mostrará la carga y estado de sistema en forma dinámica (hacer q -*quit*- para salir del comando).

**Orden ps**

Por ejemplo, *ps -edaf* muestra un conjunto de información sobre todos los procesos en ejecución y en diferentes estados.

Además de esto, podemos enviar unas señales a los procesos a fin de informarles de algún evento, los podemos sacar de la cola de ejecución, eliminarlos, darles más prioridad, etc. Saber manipular correctamente todos estos aspectos también es muy importante, ya que nos permitirá utilizar nuestro ordenador de manera más eficiente. La orden `kill` nos permite enviar señales a los procesos que nos interesen.

En general, todos los programas se diseñan para que puedan recibir este tipo de señales (incluso los scripts pueden capturar las señales). De este modo, según el tipo de señal recibida saben que deben hacer unas operaciones u otras (por ejemplo, suspender la ejecución cuando un usuario hace un `Crtl-d`). Para ver los tipos de señales, se puede consultar el `man kill`. `killall` es una orden para hacer lo mismo, pero utiliza el nombre del proceso en lugar del pid, y `skill` es similar, pero con una sintaxis diferente: por ejemplo, para detener todas las ejecuciones de un usuario determinado, podríamos utilizar la orden `skill -STOP -u login`, con lo que se terminará la ejecución de los procesos de este usuario. Además de `Crtl-d` o `Crtl-c` para finalizar un proceso (la primera es con espera hasta que el proceso termine su E/S y la segunda es en el momento que la recibe), con `Ctrl-z` podemos interrumpir un programa y revivirlo con `fg`.

**Kill**

Por ejemplo, con la señal TERM –que es 15– si hacemos `kill -15 PID`, que es equivalente a hacer Crtl-C en un proceso interactivo sobre un terminal, indicamos al proceso que queremos que acabe, de manera que al recibir la señal deberá guardar todo lo necesario y terminar su ejecución, si el programa no está preparado para recibir este tipo de señal, podemos utilizar la -9 (que todos los procesos la obedecen) y termina independientemente de lo que están haciendo `kill -9 PID`.

La orden `pstree` permite ver esta jerarquía de manera gráfica, y veremos que el padre de todos los procesos es uno llamado *init* (PID=1; en algunas distribuciones se visualizará `systemd` ya que este proceso es el que reemplaza al tradicional *init* de los sistema *nix), ya que es el proceso inicial para poner en marcha los restantes procesos del sistema, y a partir de este nacen todos los demás, que a su vez pueden tener más hijos. Esta estructura es muy útil para identificar de donde vienen los procesos (quien los ha puesto en marcha) y para eliminar un conjunto de ellos, ya que, al eliminar un proceso padre también se eliminan todos sus hijos.

**Nota**

Órdenes para procesos:

- kill -9 <pid>
- *skill -STOP -u <login>*
- *ps -edaf*
- *top*
- *pstree*
- nice [-n increment] <orden>

Un parámetro importante de los procesos es un valor llamado prioridad, que está relacionado a la CPU que recibirán este proceso (a mayor prioridad mayor tiempo de CPU). El rango de prioridades va desde el -20 al 19 (las negativas solo las puede utilizar el root), de mayor a menor. Para lanzar un proceso con una prioridad determinada, podemos utilizar la orden `nice` y `renice` si queremos dar una prioridad diferente a un proceso que ya esté en ejecución. Por defecto, la prioridad con que ejecutan los programas es la 0. La orden `time` permite calcular el tiempo que utiliza un proceso para ejecutarse (generalmente con fines contables, por ejemplo si tenemos que facturar por el tiempo de CPU que gasta un proceso).

## 2.8. Órdenes complementarias

Todas las órdenes disponen en Gnu/Linux (y en todo los *nix) de un manual completo que indica todos los parámetros y opciones (`man orden`) y se utiliza el comando `less` para visualizarlas, es por ello que podemos ir adelante y atrás con las teclas de "AvPág" y "RePág", buscar una palabra con el carácter "/" seguido de la palabra ("n" nos sirve para buscar las ocurrencias siguientes y "N", para las anteriores), "q" para salir, etc. Los manuales del sistema se dividen en diferentes secciones según su naturaleza:

**1)** Programas ejecutables (aplicaciones, órdenes, etc.).
**2)** Llamadas al sistema proporcionadas por el *shell*.
**3)** Llamadas a librerías del sistema.
**4)** Archivos especiales (generalmente los de dispositivo).
**5)** Formato de los archivos de configuración.
**6)** Juegos.
**7)** Paquetes de macro.
**8)** Órdenes de administración del sistema (generalmente aquellas que solo el *root* puede utilizar).
**9)** Rutinas del núcleo.

Si hay más de un manual disponible para una misma palabra, lo podemos especificar indicando el número correspondiente de la sección que nos interesa antes de la palabra, por ejemplo `man 3 printf` (`man -k palabra` buscará entre las páginas del manual aquellas que tengan la "palabra" pasada como argumento, equivalente al `apropos` y `mandb` permitirá actualizar la base de datos de los manuales). Si el manual no nos proporciona toda la información que necesitamos, podemos utilizar el comando `info`, que es lo mismo que el manual pero con información extendida.

Otra orden útil es la utilizada para comprimir un archivo, agrupar varios en uno solo o ver qué contiene un archivo comprimido. Si bien existen decenas de programas diferentes en todos los sistemas GNU/Linux encontraremos la orden `tar`. Este programa nos permite manipular de cualquier manera uno o varios archivos para comprimirlos, agruparlos, etc. Su sintaxis es `tar opciones archivoDestino archivosOrigen`, donde si el archivo origen es un carpeta trabajará en forma recursiva sobre ella guardando en el archivo destino el contenido de toda la carpeta. Los parámetros comunes son c para crear y f si lo queremos guardar en un archivo (`tar cf archivol.tar o*` empaquetará todos los archivos del directorio actual que comiencen por "o"). Si además quisiéramos comprimir, podríamos utilizar czf, con lo cual se utilizaría el programa `gzip` después de empaquetarlos. Para desempaquetar un archivo determinado, el parámetro necesario es el x, de manera que deberíamos escribir `tar xf` para indicar el archivo empaquetado. Si estuviera comprimido, deberíamos pasar xzf.

**Nota**

Órdenes complementarias:

**a)** Manuales:

- man <comando>
- man -k <palabra>

**b)** Comprimir:

- tar cvf <destino> <origen>
- tar zcvf <destino> <origen>
- gzip <file>
- bzip <file>

**c)** Espacio de disco:

- df -k
- du -k <directorio/file>

**d)** Parametros del sistema de archivos:

- dumpe2fs <partición>

**e)** Sincronizar sistema de archivo:

- sync

El programa `gzip` (utilizado por el `tar` para comprimir) usa un formato de compresión propio y diferente del zip tan popular o del compress (estándar en los *nix pero obsoleto) y que se puede utilizar para comprimir un archivo en forma independiente (`gunzip` para hacer el proceso inverso o `gzip -u`). Otra aplicación de compresión bastante utilizada y que proporciona muy buenos resultados es el `bzip2`.

La gestión y manipulación de los discos duros del ordenador es otro aspecto fundamental en las tareas de administración del sistema. Más adelante se verá todo un apartado para discos, pero ahora trataremos las órdenes útiles para obtener información de los discos. El disco duro se divide en particiones, a las que podemos acceder como si se tratara de un dispositivo independiente, y las denominaremos unidad. Esto es muy útil porque nos permite separar de forma adecuada la información que tengamos en el sistema, tener más de un sistema operativo instalado en el mismo disco, etc. La orden `df` nos mostrará, de cada unidad montada en el sistema, el espacio que se ha utilizado y lo que queda libre y la orden `du` nos muestra realmente lo que nos ocupa un fichero en disco o un directorio (estos nos mostrará en bloques de discos pero con el parámetro -k en kilobytes).

Un disco está organizado en pistas y dentro de las pistas en sectores (zonas donde se guardará la información) y como este último valor es configurable, cuando se crea el sistema de archivo con fines de optimizar las prestaciones de disco/espacio utilizado nos puede interesar ver estos parámetros (para sistemas ext2/3/4), por lo que podemos utilizar la orden `dumpe2fs partición` y averiguar los parámetros con los cuales ha sido creado el disco.

Otro concepto muy extendido es la desfragmentación de un disco que no es más que la reorganización de los bloques de los ficheros para que queden en lugares consecutivos y su acceso sea más rápido. En los sistemas de ficheros que utilizamos con GNU/Linux no es necesario desfragmentar los discos (aunque hay programas con este fin), ya que el sistema se encarga automáticamente de tener el disco siempre desfragmentado, y además, en el proceso de arranque siempre se comprueban los errores y se realiza una desfragmentación total si es necesaria.

La optimización del sistema de archivos de GNU/Linux tiene su origen en que todas las funciones del núcleo que se encargan de la gestión de ficheros se utilizan unos métodos específicos para agilizar los procesos de lectura y escritura. Uno de ellos es la utilización de una caché de disco para evitar estar constantemente leyendo y escribiendo en el disco físico (proceso lento y costoso). Esto puede representar problemas si tenemos un corte de alimentación, ya que las últimas operaciones de lectura/escritura no se habrán salvado por estar en memoria. El programa `fsck` comprueba y arregla un sistema de ficheros que haya quedado en este estado. Aunque lo podemos ejecutar cuando se desee (siempre y cuando la partición no esté montada en un directorio), el mismo sistema operativo lo ejecuta cuando en el proceso de arranque detecta que el

sistema no se cerró adecuadamente. Por eso, para apagar el ordenador correctamente debemos ejecutar la orden `shutdown`, que se encarga de lanzar todos los procesos necesarios para que los programas terminen, se desmonte el sistema de ficheros, etc. En este sentido, el sistema de ficheros *ext3/4* es más eficaz que el *ext2*, ya que el *journaling* le permite recuperar más información de los archivos perdidos y en forma más eficiente (la integridad física de una partición se puede comprobar con la orden `badblocks`). Si bien no es aconsejable, se puede desactivar la caché de disco y si queremos en algún momento volcar de caché a disco, para evitar problemas podemos ejecutar la orden `sync`.

Se debe tener en cuenta que la mayoría de las órdenes mencionadas se deben ejecutar como *root* (o algunos de los usuarios que formen parte del grupo de *root*).

# 3. Instalación y arranque de GNU/Linux (conceptos básicos)

En este apartado veremos los pasos esenciales que se siguen en la mayoría de los procesos de instalación de GNU/Linux y que serán complementados posteriormente con los talleres de instalación. Si bien cada distribución tiene su propio entorno de instalación, en todas ellas hay unos pasos básicos para instalar el sistema operativo y que se describirán de modo resumido. Es importante notar que hoy en día cualquiera de las distribuciones tiene una instalación muy optimizada que necesita muy poca atención del usuario, ya que obtiene información del hardware subyacente, por lo cual, generalmente, para un usuario novel no es necesario tomar decisiones importantes (distribuciones como Debian/Ubuntu o Fedora, por ejemplo, son prácticamente instalaciones automáticas).

También debemos tener en cuenta que un usuario novel puede iniciar su camino en el mundo Linux con otro tipo de ejecuciones de GNU/Linux que no modifican el ordenador y permiten trabajar en el sistema operativo sin tener que instalar otro. Es altamente recomendable iniciar los primeros pasos sobre un **GNU/Linux Live**: el usuario debe bajarse la imagen del sistema operativo, crear un CD/DVD con ella y arrancar desde este dispositivo sin tocar el disco duro de la máquina. Este tipo de distribuciones (es recomendable utilizar Knoppix http://www.knoppix.net/, por su eficiencia y versatilidad en sus versiones para CD, DVD o USB, o Ubuntu, en la opción de "prueba del SO"). Estas distribuciones tienen el "inconveniente" de que para salvar el trabajo del usuario se debe hacer sobre un dispositivo de disco USB o sobre un dispositivo en la red (por ejemplo, Dropbox), ya que si se salva sobre el sistema de archivo, al estar este en RAM se perderán los datos salvados.

**Nota**

VirtualBox permite arrancar una imagen o instalar un SO sobre otro SO huésped (*host*) tanto en 32 bits como en 64. Si no se desea hacer una instalación desde 0 se puede encontrar gran cantidad de distribuciones con sus imágenes ya creadas, como por ejemplo en http://virtualboxes.org/images/

Una forma interesante de probar Linux es utilizar algún servicio en la nube (*cloud*) que permita ejecutar una máquina virtual Linux desde un navegador y por lo tanto desde cualquier dispositivo sin tener nada instalado. Ejemplos de estos servicios son los de TutorialPoint/CodingGround orientado al aprendizaje de diferentes entornos/programas o Cloud9 orientado al desarrollo de aplicaciones.

Otra opción totalmente recomendable como primeros pasos (o como forma de trabajo habitual) sin tener que tocar el sistema operativo de una máquina es trabajar con máquina virtualizadas. Para ello, se recomienda utilizar **VirtualBox** http://www.virtualbox.org/, que permite arrancar una imagen o instalar una sobre un sistema operativo huésped (*host*), tanto en 32 bits como en 64 bits, es altamente configurable y si no se desea hacer una instalación se puede encontrar gran cantidad de distribuciones con sus imágenes ya realizadas,

como por ejemplo en http://virtualboxes.org/images/, que cuenta con aproximadamente 30 distribuciones de Linux y 15 distribuciones de otros sistemas *nix o incluso Android o sistemas no *nix.

Es importante que antes de instalar un nuevo sistema conozcamos los componentes *hardware* que tenemos instalados en nuestro ordenador para poder configurarlo adecuadamente, aunque la distribución que utilicemos incorpore detección de *hardware*. También es posible que en un solo disco duro tengamos instalados dos sistemas operativos (*dualboot*) o más, totalmente independientes, y si bien el proceso de instalación de otro sistema operativo en el mismo disco no debería interferir con las particiones de los demás, es aconsejable hacer copias de seguridad de todos los documentos importantes (en casi todas las distribuciones de Linux actuales, la instalación de Linux sobre un disco que contenga Windows, por ejemplo, es casi automática y libre de problemas; no obstante, se recomienda hacer copias de seguridad de los archivos importantes de Windows).

Es necesario, antes de comenzar, tener información de la marca y el modelo de la tarjeta gráfica, la de sonido, la de red, la marca/tipo/características del monitor, así como cualquier otro hardware especial que tengamos (el resto del hardware será detectado por el sistema: placa base, la CPU y la memoria RAM).

Generalmente, todas las distribuciones de GNU/Linux proporcionan algún tipo de medio para el arranque del proceso de instalación, siendo el más común tener un CD o DVD de arranque, para lo cual es necesario configurar la BIOS para que pueda arrancar (*boot*) desde CD/DVD. La instalaciones son autoguiadas y es importante prestar atención a la selección del idioma y del teclado para evitar problemas desde el inicio (si bien se podrá configurar posteriormente).

Para usuarios ya avanzados, existe alguna otra forma de instalar GNU/Linux que permite hacer la instalación desde cualquier medio: FTP, HTTP, disco duro, NFS, USB, pero es recomendable no utilizarlas como primera experiencia.

La partición del disco duro es una de las partes más críticas de todo el proceso, ya que significa dividir el disco duro en varias secciones que serán consideradas independientes. Si ya tenemos un sistema operativo instalado en nuestro ordenador, el disco estará particionado en una o varias particiones, pero si el disco es nuevo, tendrá una única partición. Para instalar GNU/Linux debemos disponer, al menos, de una partición para uso propio (si bien es posible instalarlo sobre otros sistemas de archivos, no es recomendable esta opción por cuestiones de rendimiento y fiabilidad) y otra más pequeña para una extensión de la memoria RAM del ordenador llamada partición de SWAP (generalmente del doble de la memoria RAM instalada).

El procedimiento más común (y más conservador) para reducir, crear o cambiar el tamaño de las particiones es utilizar herramientas como las disponibles en el propio sistema operativo Windows (administración de Discos o la aplicación `fips` con licencia GPL y para sistemas FAT) o también se puede utilizar cualquier Linux Live. Normalmente estos utilizan `gparted` para modificar el tamaño de una partición ya creada sin perder el contenido de la misma (si bien se recomienda hacer copias de seguridad de los archivos más importantes). El procedimiento recomendable es arrancar con una Linux Live y utilizar el comando `gparted`, que es muy eficiente y seguro (por ejemplo, en Ubuntu se utilizará automáticamente cuando detecte que no existe espacio durante el proceso de instalación) [How to Resize Windows Partitions].

**Nota**

La información de particiones y el programa de carga de un sistema operativo se guardan en una zona de datos reservada llamada MBR (*master boot record*) sobre el primer disco.

Como se ha indicado anteriormente es recomendable que GNU/Linux utilice dos particiones en el disco duro (una para el sistema de ficheros y la otra para la *swap*). Si bien todas las distribuciones tienen un particionamiento guiado, se puede hacer en forma manual recurriendo a diferentes utilidades (`fdisk`, `cfdisk`, `diskDruid`, etc). La forma en que GNU/Linux identifica los discos es con */dev/hdX* para los discos IDE y */dev/sdX* para los discos SCSI y Serial ATA, en los cuales X es una letra, correspondiente al disco al que nos queramos referir: */dev/hda* es el maestro del primer canal IDE, */dev/hd*b el segundo y así sucesivamente (o */dev/sda* el primer disco SCSI o SATA y */dev/sdb* el segundo, etc.). La aplicación de instalación nos hará un listado de los discos y deberemos escoger sobre cual de ellos queremos realizar la instalación.

En Debian (desde la versión 6 Squeeze) se unificó este esquema de nombres en el núcleo Linux y todos los discos duros (IDE/PATA, SATA, SCSI, USB, IEEE 1394) son representados con */dev/sd**. En este caso, para todos los discos se representarán las particiones por su número en el disco en el que existe: por ejemplo, */dev/sda1* es la primera partición del primer disco y */dev/sdb3* es la tercera partición del segundo disco.

Un segundo aspecto a tener en cuenta es el tipo de particiones que se pueden crear y que denominaremos primaria, extendida y lógica, debido a que la arquitectura de PC (i386) está limitada a cuatro **particiones primarias** por disco y para poder superar esta limitación una de ellas debe ser creada como una **partición extendida** que, posteriormente, podrá contener varias **particiones secundarias** o **lógicas** adicionales. Estas particiones secundarias/lógicas deben ser numeradas a partir del 5. Por lo tanto, la primera partición secundaria sería */dev/sda5* seguida de */dev/sda6*, etc. Las particiones secundarias podrán ser de hasta un máximo de 64, pero solo 16 particiones por cada partición extendida.

Si no necesitamos más de 4 particiones, podemos elegir cualquiera de los dos tipos. Si necesitamos más, deberemos tener en cuenta que las lógicas se sitúan dentro de una primaria (hasta un máximo de 16 para cada una), de manera

que no podemos tener 4 particiones primarias creadas y luego añadir otras lógicas. En este caso, deberíamos crear 3 de primarias y hasta 16 lógicas en la cuarta partición extendida.

No resulta fácil recordar qué disco está conectado a qué controlador (sobre todo si son discos removibles, pero el gestor de dispositivos (llamado *udev*) crea, además de */dev/sd**, enlaces simbólicos con nombres fijos que puede utilizar para identificar un disco duro de forma unívoca. Estos enlaces simbólicos son almacenados en */dev/disk/by-id*. Por ejemplo, en la siguiente lista de este directorio se muestran 2 discos (uno SATA y otro ATA) con información del modelos y el número de serie y dónde se han asignado:

```
lrwxrwxrwx 1 root root  9 Jun  3 16:26 ata-HD_VB09c4cef5-d95686b9 ->../../sdd
lrwxrwxrwx 1 root root 10 Jun  3 16:26 ata-HD_VB09c4cef5-d95686b9-part1 ->../../sdd1
.
lrwxrwxrwx 1 root root  9 Jun  3 16:26 scsi-SATA_HD_VB621f947e-e8e45580->../../sda
lrwxrwxrwx 1 root root 10 Jun 3 16:26 scsi-SATA_HD_VB621f947e-e8e45580-part1-> ../../sda1
```

Cuando se crea una partición se debe indicar qué sistema de ficheros utilizará (Linux ext3, Linux ext4, Linux swap u otro) y una vez hechas las particiones, guardaremos la configuración y tenemos que indicar al proceso de instalación dónde queremos situar la raíz del sistema de ficheros (*root filesystem*) y el *swap* del sistema, a partir de este momento se podrá continuar con la instalación del mismo.

Una parte importante de la instalación son los módulos del núcleo que son partes de software especializadas que trabajan con alguna parte del hardware o del sistema. En las distribuciones actuales simplemente se debe seleccionar que dispositivo se tiene (monitor, red, sonido gráficos) y la instalación cargará prácticamente todos los módulos necesarios aunque en la mayoría tienen procesos de autodetección, por lo cual no será necesario seleccionar prácticamente nada.

Si algún módulo no se incluye durante la instalación, es posible hacerlo luego con comandos como `insmod` o `modprobe` (para añadir un nuevo módulo), `lsmod` (para hacer una lista de los instalados), `rmmod` (para eliminar alguno) y también `modprobe` (para probar alguno y, si funciona correctamente, incluirlo en el núcleo). Todos estos módulos son ficheros binarios que solemos encontrar en el directorio */lib/modules/versión-del-operativo/* del sistema.

**Nota**

De todas las particiones de un disco duro podemos elegir una para que sea la activa. Este *flag* sirve para indicar a la BIOS o al EFI del sistema (sistema de inicialización y carga del sistema operativo) cuál es la partición que debe iniciar si en el MBR no encuentra ningún programa de arranque.

Después de configurar los dispositivos, se configurará la red (si tenemos la tarjeta necesaria, ya sea por cable o inalámbrica). Aunque en este documento no entraremos en detalle sobre redes, describiremos los conceptos necesarios para poder dar este paso de forma básica. El primer dato que solicitará la instalación es el nombre del sistema (para referirnos a él de forma amigable y que puede ser un nombre en letras y números, por ejemplo *NteumSys*) y a continuación pedirá si en nuestra red utilizamos un mecanismo llamado DHCP (consiste

en tener un servidor especial que se encarga de asignar automáticamente las IP a los ordenadores que arrancan; muchos de los *routers* domésticos de ASDL incorporan este mecanismo para asignar los parámetros de red). Si utilizamos este mecanismo, debemos indicarlo, y si no, se nos preguntará por la IP (cuatro números separados por punto entre 0 y 255) y máscara de nuestro ordenador (cuatro números entre 0-255 siendo común utilizar 255.255.255.0). Si no conocemos estos datos, debemos dirigirnos al administrador de nuestra red. Seguidamente deberemos introducir la IP del *gateway* de nuestra red (el dispositivo u ordenador que actúa de puente entre nuestra red local e Internet y si no tenemos ningún dispositivo de este tipo, podemos dejar en blanco este campo) Si tenemos un servidor de dhcp, no debemos preocuparnos por ningunos de estos parámetros ya que serán configurados por este servicio.

A continuación, debemos especificar el servidor (o servidores) de nombres que utilizamos llamado DNS, que es una máquina que nos proporciona la equivalencia entre un nombre y una dirección IP (es decir, nos permitirá conocer por ejemplo la IP de www.uoc.es en forma transparente). Si no sabemos cuáles son, deberemos recurrir al administrador de la red (o seleccionar algunos de dominio público, como por ejemplo los de Google que son 8.8.8.8 y 8.8.4.4).

**Nota**

Una dirección IP es la identificación de un ordenador dentro de una red cuando utilizamos el protocolo TCP/IP (protocolo utilizado en Internet).

Si estamos en una red local podemos consultar al administrador para que nos proporcione toda la información necesaria o, si tenemos otro sistema operativo instalado en el ordenador, podremos obtener esta información de él, pero en ningún caso debemos inventar estos valores, ya que si el ordenador está conectado a una red local puede generar problemas a otros ordenadores.

Una vez configurados estos aspectos, deberemos seleccionar si queremos instalar un pequeño programa en el disco duro para que en el proceso de arranque del ordenador podamos elegir qué sistema operativo de los que tenemos instalados queremos arrancar (incluso si solo hemos instalado GNU/Linux). Las aplicaciones más usuales son el `Lilo` (*Linux loader*) o el `Grub` (recomendado) (*GNU, Grand Unified Bootloader*), que tienen por objetivo iniciar el proceso de carga y ejecución del núcleo del sistema operativo que le indiquemos interactivamente o por defecto después de un tiempo de espera. Todas las distribuciones (si no hay problemas) detectan si tenemos algún otro sistema operativo instalado en los discos duros y configuran automáticamente el sistema de arranque. Este programa generalmente se instala en la MBR (*Master Boot Record*) del disco maestro del primer canal IDE o SCSI, que es el primer lugar que la BIOS o EFI del ordenador inspecciona buscando un programa de estas características.

El último paso en la instalación es la selección de paquetes a instalar además de los estrictamente necesarios para el funcionamiento básico del sistema operativo. La mayoría de los procesos de instalación incluyen dos formas de seleccionar los programas del sistema: básico o experto. Con el proceso de selección básico, se agrupan los paquetes disponibles para grandes grupos de programas: administración, desarrollo de software, ofimática, matemáticas, etc.

opción recomendable para dar los primeros pasos. Si no seleccionamos un paquete luego se podrá hacer una instalación posterior con la herramienta de que disponen todas las distribuciones para instalar o desinstalar paquetes. Debian GNU/Linux fue una de las primeras en incluir aplicaciones para gestionar los paquetes, se llama `apt` y es muy útil para hacer el mantenimiento y actualización de todos los paquetes instalados incluso en el mismo sistema operativo.

Si la instalación no ha funcionado correctamente, puede pasar que no se pueda arrancar ninguno de los sistemas operativos instalados (ni el nuevo ni el anterior), pero todas las distribuciones tienen un apartado en el arranque de "rescate" (*rescue mode*), que nos permitirá arrancar el sistema GNU/Linux desde el CD/DVD, acceder al disco duro y arreglar aquellas cosas que no han funcionado o recuperar el sistema operativo inicial, si bien para algunos casos son necesarios una serie de conocimientos avanzados en función de cuál haya sido la causa de error.

Si tenemos *dualboot* y el otro sistema operativo es Windows, siempre es posible utilizar el *Windows-Rescue-BootDisk* y ejecutar desde un terminal el comando *bootrec /fixmbr* (la opción */fixmbr* escribe un MBR compatible con Windows en la partición del sistema y sirve para reiniciar el antiguo MBR de Windows), y *bootrec /fixboot* (la opción */fixboot* escribe un nuevo sector de arranque en la partición del sistema utilizando uno compatible con Windows).

# 4. Configuraciones básicas

## 4.1. El sistema de *login*

Tanto en modo gráfico como en modo texto, el procedimiento de identificación y entrada se denomina *login*. Generalmente, el sistema arrancará en modo gráfico, pero podemos pasar a modo texto seleccionando el tipo de sesión en el panel de entrada o con *Crtl+Alt+F1* a *F6* para pasar a una de las 6 terminales en modo texto (*Ctrl+Alt+F7* para volver al modo gráfico).

En modo texto se lanzan seis terminales independientes, a las que se puede acceder mediante *Crtl+Alt+F1*, *Crtl+Alt+F2*, etc., que permitirá trabajar simultáneamente con diferentes cuentas al mismo tiempo. El proceso de *login* pone en pantalla, primero, un mensaje que se puede modificar fácilmente desde el archivo */etc/issue* y que admite diferentes variables (*\d fecha actual, \s nombre del SO, \t hora actual*, etc.) y posteriormente, en segundo lugar, el mensaje del día desde */etc/motd* (creando un fichero vacío llamado *.hushlogin*, en su directorio *home* se anula este mensaje). A continuación el proceso de *login* lanza el *shell* por defecto para el usuario (indicado en el último campo de */etc/passwd*).

El *shell* ejecuta el archivo *.profile* del directorio home del usuario para las opciones por defecto de este mismo usuario y se complementa con el */etc/profile*, que configura opciones por defecto para todos los usuarios. Cada *shell* además posee archivos de configuración propios, como por ejemplo el *shell Bash*, y ejecuta además dos ficheros más llamados *.bashprofile* (que se ejecuta en cada *login*) y *.bashrc* (que se ejecuta cada vez que abrimos un nuevo terminal). Veremos algunas de las instrucciones que podemos encontrar en estos archivos (todas las líneas que comienzan por # son comentarios):

```
# ~/.profile: ejecutado por el shell durante el login

# No será leído por bash si existe ~/.bash_profile o ~/.bash_login
# Ver ejemplos en
# /usr/share/doc/adduser/examples/adduser.local.conf.examples/skel
# El valor por defecto de umask
umask 022

# Si está ejecutando bash ejecuta .bashrc si existe
if [ -n "$BASH_VERSION" ]; then
 if [ -f "$HOME/.bashrc" ]; then
```

```
  . "$HOME/.bashrc"
  fi
fi

# Incluye en PATH un directorio bin del usuario
if [ -d "$HOME/bin" ] ; then PATH="$HOME/bin:$PATH"
 fi

# Cambia el prompt
export PS1='\h:\w\$ '


_____________________________________________________________________

# ~/.bashrc: ejecutado por bash(1) para non-login shells.

# Si no se ejecuta interactivamente no hace nada.
[ -z "$PS1" ] && return
# Habilita el soporte de color para el comando ls
if [ -x /usr/bin/dircolors ]; then
 eval "`dircolors -b`"
 alias ls='ls --color=auto' alias dir='dir --color=auto'
 fi

# otros alias
alias ll='ls -l'

# habilita programmable completion features
if [ -f /etc/bash_completion ]; then
 . /etc/bash_completion
fi
```

Como se puede observar en estos ficheros (que son un ejemplo de *shell script* y que veremos más adelante), se incluyen diferentes definiciones de variables (PATH, por ejemplo, que es la variable donde se buscarán los programas para su ejecución sin tener que incluir todo el camino; PS1, que es la variable que almacena el *prompt*, que es el carácter que sale a la izquierda de la línea de comando acabado en $ o % para el usuario normal y en # para el *root*). También tenemos *alias* de órdenes o ejecución condicional de otros archivos (en el primero si se está ejecutando el bash, ejecuta el *$HOME/.bashrc*). Si se quiere ejecutar programas del directorio desde el que estamos situados sin necesidad de poner "./" al principio, podríamos añadir esta entrada en la declaración del PATH, pero generalmente no se incluye, ya que puede ocasionar problemas de seguridad. Para el `prompt` hemos utilizado la orden `export` para definir las llamadas variables de entorno, que se mantienen durante toda la sesión y se pueden consultar con la misma orden.

Con `set` y `unset` también podemos inicializar o quitar otras variables/atributos representados por defecto (con `echo $variable` podremos consultar el valor de cada variable). Algunas de bash son:

PWD: directorio actual.
LOGNAME: nombre del usuario conectado.
BASH_VERSION: versión del bash que utilizamos.
SHELL: *Shell* utilizado.
RANDOM: genera un número aleatorio diferente cada vez que mostramos su contenido.
SECONDS: número de segundos que han pasado desde que hemos abierto el *shell*.
HOSTNAME: nombre del sistema.
OSTYPE: tipo de sistema operativo que estamos utilizando.
MACHTYPE: arquitectura del ordenador.
HOME: directorio home del usuario.
HISTFILESIZE: tamaño de archivo de historia (número de órdenes que se guardan).
HISTCMD: número de orden actual en la historia.
HISTFILE: fichero en el que se guarda la historia de órdenes.

La configuración adicional del *login* gráfico se realizará por medio del entorno gráfico y dependerá del tipo de entorno.

### 4.2. El intérprete de comandos (*shell*)

Como ya hemos avanzado, el término genérico *shell* se utiliza para denominar un programa que sirve de interfaz entre el usuario y el núcleo (*kernel*) del sistema GNU/Linux. En este apartado veremos alguna características básicas de los *shells* interactivos de texto, que es el programa que verá el usuario (y lo atenderá) una vez realizado el procedimiento de *login*.

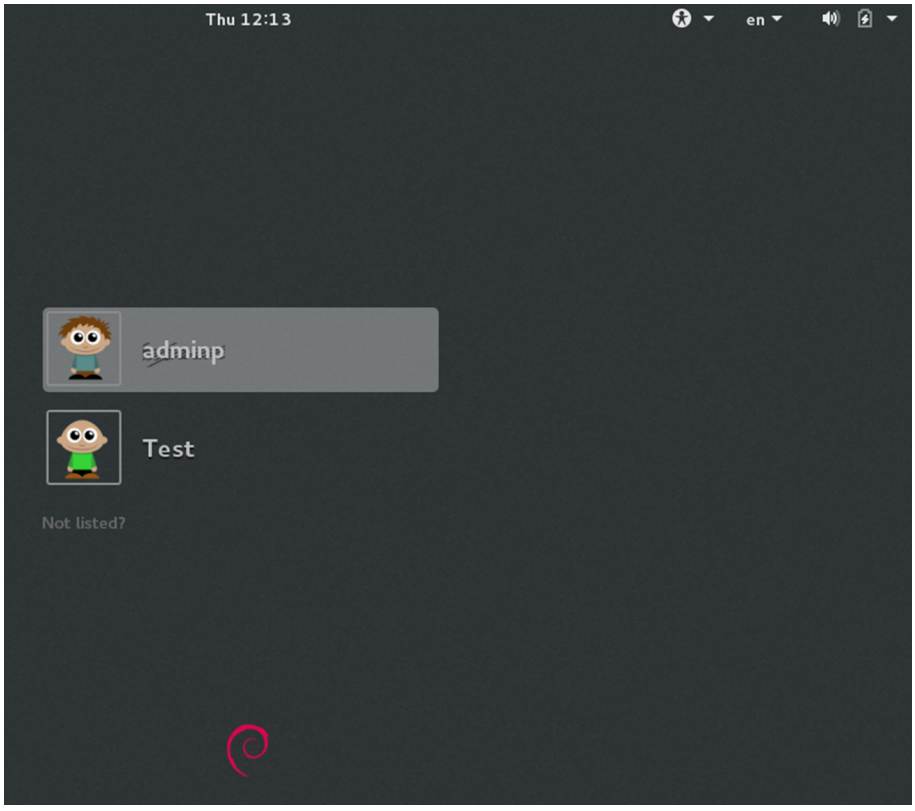
El *shell* es lo que los usuarios "ven" del sistema, ya que el resto del sistema operativo permanece esencialmente oculto a sus ojos. El *shell* está escrito de la misma forma que un proceso (programa) de usuario; no está integrado en el *kernel* y se ejecuta como un programa más del usuario.

Cuando el sistema GNU/Linux arranca, suele presentar a los usuarios una interfaz de entrada que puede ser gráfica o en modo texto.

En los sistemas operativos actuales el procedimiento de arranque original (llamado SySV o *init)* ha cambiado por un nuevo procedimiento llamado *systemd* que permite una considerable cantidad de mejoras y que ha sido adoptado por la mayoría de distribuciones (si bien algunas de ellas todavía guardan compatibilidad con el sistema anterior). La secuencia de arranque se inicia en la BIOS de la máquina, detecta el disco, carga el MBR y ejecuta el programa de carga del sistema operativo *(bootloader)*. Este ubica el sistema operativo, lo carga y

ejecuta. A continuación el sistema operativo inicializa las variables, módulos, la partición de disco *(root filesystem)* y finalmente ejecuta el primer programa llamado *init*. Estos generalmente se encuentran en la memoria RAM, de aquí su nombre *initramfs,* y es el segundo paso en el arranque. Cuando se encuentra montada la partición principal del disco y los dispositivos necesarios para el arranque inicializados, el control pasa al *init* "real" llamado *systemd* que inicializará un conjunto de procesos (a través de *scripts* de configuración que se encuentran en */etc/systemd* para inicializar teclado, controladores, sistemas de archivo, red, servicios...), entre los cuales se encuentra el que permitirá realizar el *login* del usuario (configurado en */lib/systemd/system/systemd-logind.service* y que se llama *systemd-logind)*. El resultado de su ejecución será crear una consola para permitir al usuario iniciar una sesión o desencadenar los pasos para activar una sesión en el entorno gráfico.

En el modo de arranque gráfico, la interfaz está compuesta por algún gestor de acceso que administra el proceso de *login* del usuario desde una pantalla (caratula) gráfica, en la que se solicita la información de entrada correspondiente: su identificador como usuario y su conraseña (o *passsword*). En GNU/Linux suelen ser habituales los gestores de acceso: xdm (propio de X Window), gdm (Gnome) y kdm (KDE), así como algún otro asociado a diferentes gestores de ventanas (*window managers*). La figura siguiente muestra el acceso dado por gdm3 en Debian:




Una vez validado el acceso, el usuario encontrará una interfaz gráfica con algún gestor de escritorios, como Gnome o KDE (ver último punto del capítulo). Desde el modo gráfico también es posible "interactuar" con el sistema a

través de un entorno de trabajo en modo texto simplemente abriendo un "terminal" (por ejemplo, Xterm) desde los menús de la interfaz gráfica (en Debian-Gnome3 → Activities y veremos la terminal en la barra lateral o si no, en Gnome2 Aplicaciones → Accesorios → Terminal). Es importante notar que muchas de las versiones actuales de Linux no tienen el mismo gestor de escritorio y las opciones de los menús/ubicación de los programas pueden variar.

Si el acceso es por modo texto (llamado también modo consola) y una vez identificados obtendremos el acceso al *shell* en forma interactiva (se puede pasar del modo gráfico al texto con *Crtl+Alt+F1* a F6, que permitirá tener 6 consolas diferentes y volver con *Crtl+Alt+F7*). Otra forma de trabajo con un *shell* interactivo es a través de una conexión remota desde otra máquina conectada mediante red y con aplicaciones tales como `telnet` o `rlogin` (poco utilizadas por inseguras), `ssh`, o gráficas como los emuladores X Window.

**Ejemplo**

Desde sistemas Windows es posible conectarse en modo texto a sistemas Linux utilizando la aplicación `putty` o `mobaXterm` (esta última incluye un servidor de Xwindows, por lo cual se puede conectar al sistema Linux en modo texto pero ejecutar aplicaciones gráficas sobre Linux visualizándolas sobre Windows. Si se desea realizar lo mismo con `putty`, es necesario instalar sobre Windows un servidor de Xwindows, como por ejemplo **Xming**.

Una vez iniciado el *shell* interactivo [Qui01], se muestra un *prompt* (símbolo o secuencia de caracteres como $, %, # –utilizado generalmente para identificar el usuario *root* –o también algo configurable por el usuario como MySys) indicándole al usuario que puede introducir una línea de comando. Tras la introducción, el *shell* asume la responsabilidad de validar la sintaxis y poner los procesos necesarios en ejecución, mediante una serie de secuencias/fases:

**1)** Leer e interpretar la línea de comandos.

**2)** Evaluar los caracteres "comodín" como $ * ? u otros.

**3)** Gestionar las redirecciones de E/S necesarias, los *pipes* y los procesos en segundo plano (*background*) necesarios (&).

**4)** Manejar señales.

**5)** Preparar la ejecución de los programas.

Normalmente, las líneas de comandos podrán ser comandos del sistema, comandos propios del *shell* interactivo, puesta en marcha de aplicaciones o *shell scripts* (secuencias de comandos, variables, sentencias de control, etc., que generalmente se encuentran en un archivo ASCII).

Los ficheros de *script* son directamente ejecutables por el sistema bajo el nombre que se haya dado al fichero. Para ejecutarlos, se deberá invocar el *shell* junto con el nombre del fichero, o bien se darán permisos de ejecución al *shell script* (`chmod 755 script`). Dado que generalmente (como ya se ha mencio-

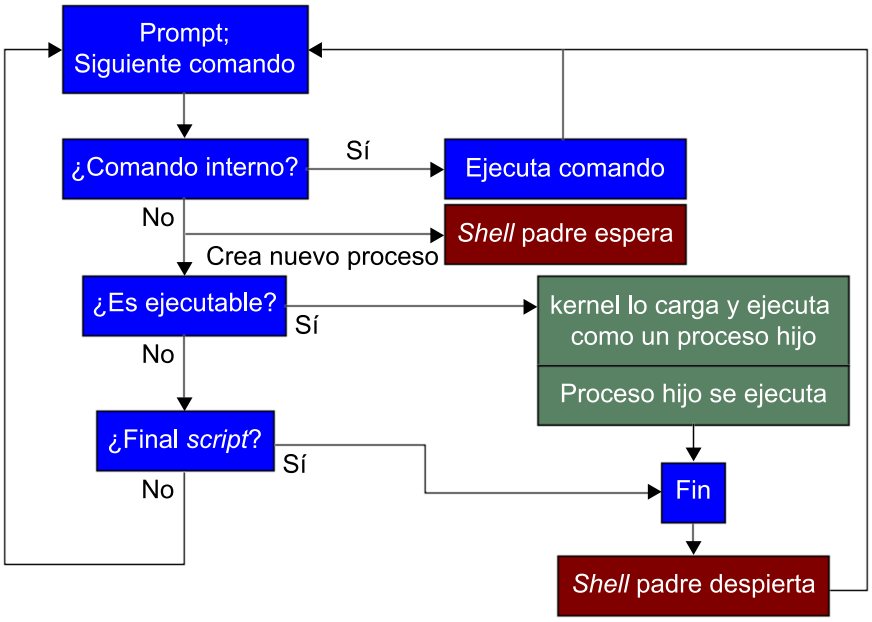
nado) el directorio actual no forma parte de la variable PATH, para ejecutar con un comando/script que el directorio actual no esté en la variable PATH deberemos hacer `./nombre_script` lo cual significa directorio actual y script a ejecutar (esto no pasa con los comandos internos o los que están en el */bin* o */usr/bin* por ejemplo, ya que estos directorios forman parte de la variable PATH que podemos ver con el comando `echo $PATH`).

En cierta manera, podemos ver un *shell script* como código de un lenguaje interpretado que se ejecuta sobre el *shell* interactivo correspondiente. Para el administrador, los *shell scripts* son muy importantes básicamente por dos razones:

**1)** La configuración del sistema y de la mayoría de los servicios proporcionados se hacen mediante herramientas en forma de **shell scripts**.

**2)** La principal forma de automatizar procesos de administración es mediante la creación de *shell scripts* por parte del administrador.

La figura siguiente muestra el flujo de control básico de un *shell*:




Todos los programas invocados mediante un *shell* poseen tres ficheros predefinidos, especificados por los correspondientes descriptores de ficheros (*file handles*). Por defecto, estos ficheros son:

**1) standard input** (entrada estándar): normalmente asignada al teclado del terminal (consola); usa el descriptor número 0 (en UNIX los ficheros utilizan descriptores enteros).

**2) standard output** (salida estándar): normalmente asignada a la pantalla del terminal; usa el descriptor 1.

**3) *standard error*** (salida estándar de errores): normalmente asignada a la pantalla del terminal; utiliza el descriptor 2.

Esto nos indica que cualquier programa ejecutado desde el *shell* tendrá por defecto la entrada asociada al teclado del terminal, su salida hacia la pantalla y, en el caso de producirse errores, también los envía a la pantalla.

Además, los *shells* pueden proporcionar tres mecanismos siguientes de gestión de la E/S:

**1) Redirección:** dado que los sistemas *nix tratan de la misma forma a los dispositivos de E/S y los ficheros, el *shell* los trata a todos simplemente como ficheros. Desde el punto de vista del usuario, se pueden reasignar los descriptores de los ficheros para que los flujos de datos de un descriptor vayan a cualquier otro descriptor; a esto se le llama redirección. P. ej., nos referiremos a la redirección de los descriptores 0 o 1 como a la redirección de la E/S estándar. Para ello se usan los símbolos > >> < <<, p. ej., `ls > dir.txt` redirecciona la salida del comando `ls` a un fichero llamado *dir.txt*, que si existe se borra y guarda la salida del comando y si no, se crea y se guarda la salida. Si fuera `ls >> dir.txt` añade al final si el fichero existe.

**2) Tuberías** (*pipes*): la salida estándar de un programa puede usarse como entrada estándar de otro por medio de *pipes*. Varios programas pueden ser conectados entre sí mediante *pipes* para formar lo que se denomina un *pipeline*. Por ejemplo `ls | sort | more` donde la salida del comando `ls` se ordena (`sort`) y la salida de este se muestra por pantalla en forma paginada.

**3) Concurrencia de programas de usuario**: los usuarios pueden ejecutar varios programas simultáneamente, indicando que su ejecución se va a producir en segundo plano (*background*), en términos opuestos a primer plano (o *foreground*), donde se tiene un control exclusivo de pantalla. Otro uso consiste en permitir trabajos largos en segundo plano cuando interactuamos el *shell* con otros programas en primer plano. Por ejemplo, `ls > dir.txt &` se ejecutará en *background* permitiendo al usuario continuar interactuando con el *shell* mientras el comando se va ejecutando.

El *shell* por defecto es el que aparece indicado en el último campo del fichero */etc/passwd* para el usuario y se puede averiguar desde la línea de comando por el valor de la variable de entorno con `echo $SHELL`:

Algunas consideraciones comunes a todos los *shells*:

- Todos permiten la escritura de *shell scripts*, que son posteriormente interpretados ejecutándolos bien por el nombre (si el fichero tiene permiso de

ejecución) o bien pasándolo como parámetro al comando del *shell* (por ejemplo, `bash -xv mishell` que ejecutará en modo descriptivo mostrando las variables y su ejecución de las sentencias que existan en el *shell-script mishell*).

- Los usuarios del sistema tienen un *shell* por defecto asociado a ellos. Esta información se proporciona al crear las cuentas de los usuarios. El administrador asigna un *shell* a cada usuario, o bien si no se asigna el *shell* por defecto (*bash* en GNU/Linux). Esta información se guarda en el fichero de */etc/passwd*, y puede cambiarse con la orden `chsh`, esta misma instrucción con opción `-l` nos lista los *shells* disponibles en el sistema (o ver también */etc/shells*).

- Cada *shell* es en realidad un comando ejecutable, normalmente presente en los directorios */bin* en GNU/Linux (o */usr/bin*). Por lo cual, para cambiar de un *Shell* a otro solo se debe ejecutar el deseado (por ejemplo, si estoy en *Bash Shell* y quiero cambiarme a *Korn*, simplemente debo hacer `ksh` y *Crtl+D* para volver a *Bash*)

- Se pueden escribir *shell scripts* en cualquiera de ellos, pero ajustándose a la sintaxis de cada uno, que es normalmente diferente (a veces hay solo pequeñas diferencias). La sintaxis de las construcciones, así como los comandos internos, están documentados en la página `man` de cada *shell* (por ejemplo, `man bash`).

- Cada *shell* tiene algunos ficheros de arranque asociados (ficheros de inicialización), cada usuario puede adaptarlos a sus necesidades, incluyendo código, variables, caminos (*path*)...

- La potencia en la programación está en combinar la sintaxis de cada *shell* (de sus construcciones), con los comandos internos de cada *shell*, y una serie de comandos UNIX muy utilizados en los *scripts*, como por ejemplo los `cut`, `sort`, `cat`, `more`, `echo`, `grep`, `wc`, `awk`, `sed`, `mv`, `ls`, `cp`...

- Si como usuarios estamos utilizando un *shell* determinado, nada impide arrancar una copia nueva de *shell* (lo llamamos *subshell*), ya sea el mismo u otro diferente. Sencillamente, lo invocamos por el nombre del ejecutable, ya sea el `sh`, `bash`, `csh` o `ksh`. También cuando ejecutamos un *shell script* se lanza un *subshell* con el *shell* que corresponda para ejecutar el *script* pedido.

Dada la importancia de los *shell scripts* en las tareas de administración de un sistema *nix, en el siguiente módulo se verán algunos detalles más sobre el *shell* y ejemplos de sintaxis y de programación aplicados a `bash`.

## 4.3. El sistema de arranque

Ya hemos visto en el punto anterior la forma de configurar durante la instalación del arranque del sistema a través de un gestor como Lilo o Grub (recomendable). Como ya sabemos, a partir de la BIOS o EFI, el ordenador lee el MBR del primer disco máster y ejecuta el gestor de arranque (si no se encuentra este programa, se inspecciona el sector de arranque de la partición activa del disco) aunque recomendamos instalar `grub` en el MBR, que es el primer lugar que se inspecciona.

Grub nos permite múltiples configuraciones, tener un pequeño intérprete de órdenes al arrancar el ordenador, acceder a los archivos de las particiones del disco sin cargar ningún sistema operativo, etc. En este subapartado solo veremos algunas configuraciones básicas, pero si se necesitan opciones avanzadas se puede consultar la documentación existente en http://www.gnu.org/software/grub/manual/grub.html.

**Detalles sobre Grub**

Como ya hemos dicho, Grub es un "gestor de arranque" y es el primer *software* que se ejecuta cuando se inicia un equipo. Es responsable de la carga y la transferencia de control al núcleo (*kernel*) de un sistema operativo, el cual a su vez inicializará el resto del sistema y puede cargar una gran variedad de sistemas operativos tanto libres como propietarios.

Una de las características importantes de GRUB es la flexibilidad y permite cargar un sistema operativo en la forma que desee y sin necesidad de tener un posición física predeterminada (por ejemplo, se puede cargar el *kernel* simplemente especificando su nombre de archivo y la unidad y partición donde reside este).

Al arrancar con Grub se puede utilizar una interfaz de línea de comandos o una interfaz de menú en donde en la primera se deben escribir los comandos mientras que en la segunda solo se debe escoger entre las opciones deseadas o editar algunas de las opciones antes de cargarlas. La historia de Grub está marcada por un cambio importante a partir de la Grub 2 en la cual es reescrito y cambia su estructura/flujo/configuración para adaptarse a nuevas necesidades (el Grub anterior continua en algunas –pocas– distribuciones y se denomina *Grub Legacy*).

La sintaxis de dispositivo usado en Grub es diferente a como puede ser considerada dentro del sistema operativo. Por ej., la sintaxis es (hd0, msdos2), donde hd significa que es una unidad de disco duro y el primer número 0 indica el número de la unidad, es decir, el primer disco duro, la cadena msdos indica el

esquema de partición, mientras que el número 2 indica el número de partición (los números de particiones se cuentan desde uno y no desde cero, como es el caso en las versiones anteriores de Grub).

Grub no distingue un dispositivo IDE de uno SCSI, simplemente cuenta el número de unidades de cero, independientemente de su tipo.

Para identificar un archivo simplemente deberemos tener por ejemplo (hd0, msdos1)/vmlinuz, donde se especifica el archivo llamado vmlinuz, que se encuentra en la primera partición de la primera unidad de disco duro.

La instalación del paquete Grub (generalmente ya estará instalado) usa por defecto *boot images*, que estarán el directorio */usr/lib/grub/<cpu>-<platform>* llamado *image directory* y el directorio donde Grub necesita encontrarlas (generalmente */boot*) será llamado *boot directory*.

Para instalar Grub simplemente se debe ejecutar, por ejemplo, la instrucción `grub-install /dev/hda` como *root*. Esto asume que pondrá las imágenes en el directorio */boot* pero si se desea cambiar se debe especificar con el modificador `--boot-directory` y si bien `grub-install` es un *shell script* y la tarea es realizada por los comandos `grub-mkimage` y `grub-setup`, es altamente recomendable utilizar `grub-install` para evitar errores que pueden resultar fatales y desconfigurar todo el sistema de arranque.

Arrancar un sistema Linux es sumamente fácil y está basado en 3 pasos:

**1.** Cargar el *kernel*: *grub> linux /vmlinuz root=/dev/sda1*. Es posible utilizar opciones, por ejemplo *acpi=off*'.

**2.** A continuación, ejecutar el comando `initrd` para cargar los módulos: `grub> initrd /initrd`.

**3.** Ejecutar el comando `boot`.

Si bien este es el procedimiento a seguir, es necesario escribir esta configuración para no repetirla en un arranque automático. Grub se configura mediante el archivo */boot/grub/grub.cfg* y no es necesario configurarlo manualmente.

El comando `grub-mkconfig` genera en la mayoría de los casos el *grub.cfg* adecuado y se debe ejecutar cuando actualizamos una versión del sistema operativo o queremos cambiar a un nuevo *kernel*. Este comando tiene algunas limitaciones, ya que, por ejemplo, agregar nuevas entradas al menú de *boot* puede ser realizado editando */etc/grub.d/40_custom* o creando un archivo específico en */boot/grub/custom.cfg*, pero cambiar el orden de las entradas, por ejemplo, puede significar cambios importantes y complejos en los *scripts* que están en */etc/grub.d/*.

El archivo */etc/default/grub* controla la operación de *grub-mkconfig* mediante secuencias del estilo *KEY=valor*; por ejemplo, si tenemos una entrada como:

```
menuentry 'Ejemplo GNU/Linux' --class gnu-linux {
      ...
     }
```

Para indicar al comando `grub-mkconfig` que será la entrada por defecto, deberemos poner `GRUB_DEFAULT='Ejemplo GNU/Linux'`. Podéis consultar la documentación (`info grub`) para conocer todas las KEY posibles y su configuración, así como la sintaxis para opciones avanzadas, temas, apariencia, etc.

Para hacer pequeños cambios se puede editar los *scripts* en */etc/grub.d* directamente donde, por ejemplo */etc/grub.d/40_custom*, es útil para añadir entradas al menú de *boot* o adecuarlas a las necesidades que se tenga copiando las anteriores y modificándolas al final de archivo (como precaución, hay que hacer siempre una copia del fichero; por ejemplo, **cp 40_custom 40_custom.org** y dejar las dos primeras entradas del menú sin tocar para poder arrancar siempre con la configuración correcta).

En caso de que tengamos errores irreparables, siempre podremos arrancar en *Modo Rescue* desde una unidad de DVD, montar el sistema de archivos del disco duro y reemplazar *40_custom* por *40_custom.org* para dejar todo como estaba antes de cambiar la configuración del *boot*.

### 4.4. Acceso a particiones y dispositivos

Los sistemas tipo UNIX tratan todos los dispositivos del ordenador como si fueran archivos. Esto permite total flexibilidad, ya que se pueden aprovechar todos los mecanismos y las funciones que se utilizan con ficheros para los dispositivos. En el directorio */dev/* se tienen todos los dispositivos reconocidos por el sistema. Si el sistema no reconoce adecuadamente un dispositivo o queremos crear uno especial, se puede utilizar la orden `mknod`, pero se debe utilizar con cuidado ya que su mal uso podría dañar partes del sistema.

Para las unidades de almacenamiento, el sistema provee comandos como `mount` y `umount`, que sitúan (montan) o desmontan todo el sistema de archivos de un determinado dispositivo/unidad en un directorio existente del sistema.

La forma básica de usar la orden es `mount dispositivo directorio`, donde el dispositivo puede ser cualquiera del canal IDE o SCSI (*/dev/hdXX*, */dev/sdXX*), la disquetera (*/dev/FDX*), memorias USB, etc., y directorio es la ubicación en que montaremos la estructura de ficheros del dispositivo, y si el sistema de archivo no es el mismo con el cual estamos trabajando, se deberá agregar el parámetro *-t filesystem*, donde *fylesystem* es una sigla que se puede consultar en la página del manual del `mount`. Es recomendable que el directorio en el que

montamos estos dispositivos esté vacío, ya que cuando se utiliza como punto de montaje no se puede acceder a él. Para desmontar uno de estos dispositivos, podemos utilizar `umount directorio`, donde el directorio debe ser el punto de montaje utilizado. Si montamos dispositivos movibles como CD/USB, es importante no sacar el dispositivo del soporte, ya que antes debemos avisar al sistema para que actualice la caché del sistema de ficheros del dispositivo (o actualizar las tablas internas en el caso que el dispositivo solo sea de lectura). Igualmente, tampoco podemos desmontar el dispositivo si algún usuario o aplicación está utilizando alguno de sus archivos o directorios (al intentarlo, el sistema daría un mensaje de error).

Por defecto, para poder montar/desmontar sistemas de archivo, se necesitan privilegios de superusuario, pero se pueden ceder estos permisos a usuarios "administradores" añadiendo una entrada en el fichero *sudoers*, de manera que con la orden `sudo mount ...` el usuario habilitado podrá hacer tareas permitidas solo al root (consultar el manual de `mount` para otras opciones en el trabajo con dispositivos/particiones, como por ejemplo rw, suid, dev, exec, auto, nouser, async, que son las consideradas por defecto).

Todo el montaje de particiones y dispositivos se puede hacer durante la inicialización del sistema operativo a través de entradas en el archivo */etc/fstab*. Un ejemplo típico de este archivo es:

```
# /etc/fstab: static file system information.
#
# <file system>  <mount point>  <type> <options> <dump>  <pass>
  proc           /proc          proc         defaults           0       0
  /dev/hda1      /              ext3         errors=remount-ro  0       1
  /dev/hda5      none           swap         sw                 0       0
  /dev/hdc       /media/cdrom0  udf,iso9660  user,noauto        0       0
```

Cada línea es un `mount` y los parámetros son (en orden) dispositivo a montar, donde se monta, tipo de *filesystem* (auto para que lo detecte automáticamente), opciones de montado, especificación si queremos hacer copias de seguridad (dump) y el último campo sirve para indicar el orden de montaje (0, indica que el orden no es importante). La raíz del sistema de archivos es lo primero que se debe montar, con lo que en este campo debería haber un 1.

En cuanto a las opciones, existen una gran cantidad (consultar la página del manual de `mount`) y depende del sistema de archivos. Las más comunes son:

- **rw/ro** que significan que se montará el dispositivo con permisos de lectura y escritura o solo lectura, respectivamente.

- **noauto** inhibe el montaje automático durante el arranque.

- **user** permite que todos los usuarios puedan montar este sistema de archivos (si no se indica, solo lo podrá hacer el *root*).

- **defaults** equivale a indicar las opciones predeterminadas: *rw*, *suid*, *dev*, *exec*, *auto*, *nouser* y *async*, cada una de las cuales puede ser desactivada después de *defaults* agregando *nosuid*, *nodev*, etc. Agregar la opción *user* lo reactiva, ya que *defaults* incluye *nouser*.

Una entrada que siempre veremos en este fichero y que nos puede sorprender es el directorio */proc/*, que tiene un significado especial. Realmente, lo que hay en este directorio no son ficheros, sino el valor de muchas de las variables que utiliza el núcleo del sistema y que permitirá ajustar parámetros del *kernel* como si se tratara de un archivo.

Es interesante consultar la orden `autofs`, que permite montar automáticamente un sistema de archivo cuando se detecta la inserción de un dispositivo en el sistema.

En la primera entrada pueden existir diferentes formatos para indicar la unidad/partición a montar, además de la mencionada indicando el dispositivo de bloques (por ej., */dev/sda1*). Para montar un disco remoto por NFS (*network file system*) deberemos indicar <host>:<dir>; por ej., *nteum.uoc.edu:/home* y también se puede hacer por el LABEL del disco (e2label) o por el identificador físico del disco (UUID) (para obtenerlos, ejecutar `blkid` o `lsblk` o `NAME,UUID`).

Un ejemplo de UUID sería:

```
UUID=68d3272f-928a-473c-93f9-60decfb29530 /    ext4    - 0       1
```

Lo cual indica que el disco con este UUID será montado como *root file system*.

### 4.5. Instalación de paquetes

La instalación de paquetes adicionales o actualización de los paquetes es particular de cada rama de distribuciones (rama Debian-Ubuntu, rama Fedora-RH-Centos, etc.), pero la esencia es similar y el tema será tratado en siguientes capítulos. A modo de ejemplo, se mostrará la gestión y actualización de paquetes en Debian, que utiliza el gestor de paquetes `apt` pero también, a diferentes niveles, `dpkg`, `aptitude`, `synaptic`, etc.

Para configurar `apt` se debe modificar el fichero */etc/apt/sources.list* y agregar los repositorios correspondientes, por ejemplo (# significa comentario y el repositorio no está activo):

```
#
deb http://httpredir.debian.org/debian jessie main contrib non-free
# deb-src http://httpredir.debian.org/debian jessie main
```

```
deb http://httpredir.debian.org/debian jessie-updates main contrib non-free
# deb-src http://httpredir.debian.org/debian jessie-updates main

deb http://security.debian.org/ jessie/updates main contrib non-free
# deb-src http://security.debian.org/ jessie/updates main
```

En este archivo deb significa paquetes binarios y *deb-src* fuentes, la URL donde se encuentran; Jessie es la distribución con la cual trabajamos (ir con extremo cuidado de no mezclar paquetes de diferentes distribuciones) y el último apartado es la sección de la distribución (*main*, *contrib*, *non-free*) que se pueden combinar en la misma línea si coincide el repositorio.

Luego se debe ejecutar `apt-get update` para actualizar la lista de los paquetes y con `apt-get upgrade` podremos actualizar todos los paquetes actualizados en *debian-security*. Con `apt-get clean` podremos quitar los paquetes actualizados/quitados y recuperar el espacio en el disco.

Para instalar un paquete se debe hacer `apt-get install` *`paquete`* y para quitarlo `apt-get remove [--purge]` *`paquete`* donde la opción *--purge* sirve para eliminar todos los archivos de configuración además del paquete en cuestión. Si no se conoce el nombre del paquete, se puede hacer una búsqueda con `apt-cache search keywords` y la información de un paquete se puede obtener con `apt-cache show paquete`.

### 4.6. Configuración de dispositivos

Es importante, antes de intentar configurar algún dispositivo, buscar información al respecto e incluso antes de comprar uno, asegurarse de que dispone de *drivers* compatibles con la versión que pretendemos trabajar.

#### 1) Teclado

La configuración del teclado se ha simplificado de forma notable en casi todas las distribuciones y, si bien hay diferencias, el procedimiento y las ordenes empleadas son similares. En este caso se describirá el procedimiento en Debian (pero es similar en otras distribuciones, por ejemplo, en CentOS, teniendo en cuenta que cambian la ubicación de los archivos). Debian ofrece una única forma de configuración que funciona tanto para la definición del teclado en modo consola como para el modo gráfico (si bien en este hay una utilidad gráfica dentro de los ajustes que permite cambiar y configurar el teclado). El proceso de configuración se realiza a través del paquete de *keyboard-configuration*, con lo cual solo se debe ejecutar `dpkg-reconfigure keyboard-configuration` y responder a las preguntas sobre los diferentes aspectos del te-

clado: tipo de teclado, mapa, cuestiones en relación a las teclas Alt/AltGr, caracteres compuestos (véase */usr/share/X11/locale/compose.dir* para los teclados en particular), etc.

Puede pasar en algunos sistemas que se hayan creado archivos y directorios con otro conjunto de caracteres, y que al visualizarlos no acepten los caracteres configurados (*locale*) en el presente sistema. Para ello es útil la orden `convmv` que permite cambiar de un juego de caracteres a otro los archivos y directorios que se visualizan incorrectamente. Por ejemplo, si tenemos un entorno en UTF-8 y en el directorio */tmp* hay archivos codificados en ISO-8859-15 se verían como "Ic?nes ?l?ments graphiques Textes". Para solucionarlo ejecutamos `convmv -r --notest -f iso- 8859-15 -t utf-8 /tmp/` y quedará como "Éléments graphiques Icônes Textes". Para el contenido de los archivos se puede utilizar el comando `recode`.

También de forma manual, se puede modificar el teclado editando el archivo */etc/default/keyboard* (véase `man keyboard`) para las opciones y valores del teclado. Se puede utilizar la orden `loadkeys` para cargar un teclado en particular o reinicializarlo a los valores por defecto; la orden `dumpkeys` nos permite ver las asignaciones de teclas y el código del teclado en usoL; y `showkeys` nos permite visualizar interactivamente el código generado por una tecla o por la combinación de ellas. Un aspecto adicional, relacionado con el teclado son los acentos y diéresis que se pueden configurar a partir del fichero */etc/inputrc*[2]. A continuación, se muestra el contenido de */etc/default/keyboard* para un teclado en castellano (ES).

(2)Consultad todas las directivas posibles de este fichero especificadas en el manual de readline.

```
# KEYBOARD CONFIGURATION FILE
# Consult the keyboard (5) manual page.
XKBMODEL="pc105"
XKBLAYOUT="es"
XKBVARIANT=""
XKBOPTIONS="terminate:ctrl_alt_bksp"
BACKSPACE="guess"
```

Finalmente, otra configuración importante (indirectamente relacionada con el teclado) es la de *locales,* donde se puede configurar la zona geográfica en la que estamos para poder utilizar teclas especiales del teclado, ver las fechas en el formato correcto, etc. Esta configuración es utilizada por muchas de las librerías del sistema, de manera que en muchas órdenes y aplicaciones del mismo se utilizará su configuración para adaptar algunas funciones del entorno local. Su configuración se encuentra en */etc/locale.gen* y se puede utilizar los órdenes `locale` y `locale-gen` para visualizar o actualizar la configuración respectivamente.

**2) Tarjeta de red (Ethernet)**

Para configurar una nueva tarjeta de red (tipo Ethernet) se debe, en primer lugar, añadir el módulo necesario para que se reconozca adecuadamente. Si bien no es necesario para algunas tarjetas, debemos asegurarnos (antes de comprar el ordenador/tarjeta) de que existe el *driver* o módulo necesario para ella.

Con la orden `discover` podemos saber qué tipo de hardware tenemos y encontrar el módulo correspondiente.

Una configuración paso a paso sería:

- Ejecutar el comando `ping google.com`
  - Si el resultado es similar a lo siguiente, indica que la red está configurada y que no se debe hacer ninguna acción:

```
PING google.com (91.213.30.166) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 91.213.30.166: icmp_req=1 ttl=58 time=4.85 ms
--- google.com ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 10037ms.
```

  - Si el resultado indica `100% packet loss`, la red (o el servidor de nombres DNS) no está configurada y deberemos configurarla. Para ello, si estamos en modo gráfico deberemos abrir un terminal (`xterm` o `gnome-terminal` por ejemplo).

- Verificar que tenemos el dispositivo de red ejecutando como *root* el comando `ifconfig`.
  - El resultado será algo como:

```
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 08:00:27:b4:51:d9
          inet addr:  Bcast:  Mask:
.
          RX bytes:  TX bytes:
lo        Link encap:Local Loopback
          inet addr:127.0.0.1  Mask:255.0.0.0
          .
        RX bytes:654302082 (623.9 MiB)  TX bytes:654302082 (623.9 MiB)
```

    Donde *loopback* (lo) es una interfaz especial de conexión local (para verificar el servicio del propio ordenador) que se le asigna la IP 127.0.0.1 y como nombre *localhost* (ver */etc/hosts*).
    Si no aparece el estado de una interfaz Ethernet (eth0) o similar, el dispositivo de red no está instalado en el núcleo (o bien no se cargó o no está compilado dentro del núcleo).

  - El comando `lspci` podrá mostrar si existe el dispositivo conectado al bus PCI (la mayoría de los ordenadores actuales). Por ejemplo, ejecutar `lspci | grep Ethernet`. El resultado será algo como:

```
00:03.0 Ethernet controller: Intel Corporation 82540EM
       Gigabit Ethernet Controller (rev 02)
```

– Para cargar el módulo podemos utilizar `modprobe e1000`, que indica cargar el módulo para una tarjeta Intel PRO/1000 Gigabit Ethernet. Si no tenemos errores, significa que se ha reconocido el HW y podemos pasar a la configuración (se puede hacer un `lsmod` para ver los módulos cargados). Si hay errores, deberemos buscar el módulo adecuado, por ejemplo, *3c59x* para *3Com-3c590/3c900*, *8139too* para *RealTek 81xx*, *b44* para *Broadcom 4xx*, *eepro100* para *EtherExpressPro/100*, *tg3* para *Broadcom Tigon3*, *e1000e* para *Intel PRO/1000 PCI-Express*, etc.

– Con el módulo cargado haciendo `systemctl restart networking` (también funciona por compatibilidad */etc/init.d/networking restart* pero se encuentra obsoleto). Para ver si el servicio funciona correctamente hacemos `systemctl status networking`.

• Para configurar manualmente la tarjeta de red, deberemos modificar el archivo */etc/network/interfaces* y la configuración será similar a:

```
# Interfaz de loopback auto lo
iface lo inet loopback

# NIC
auto eth0

iface eth0 inet static
address 192.168.0.10
netmask 255.255.255.0
network 192.168.0.0
# opcional broadcast 192.168.0.255
gateway 192.168.0.1
```

Donde la interfaz *lo* no se debe tocar y *eth0* será nuestro dispositivo a configurar, con *static* le indicamos que la IP será la que está en *address* y con *gateway* indicamos nuestro punto de conexión con la red (podría ser el *router* u otra máquina que nos permita la conexión de Internet). Si tenemos un servicio DHCP de configuración automática, aquí solo debería poner *iface eth0 inet dhcp*. En *netmask* indicaremos que esta máquina pertenece a una clase C (se verá más adelante) y por ello debemos poner 255.255.255.0. Cuidado al indicar estos valores, ya que si ponemos la IP de otra máquina o una máscara equivocada, podremos causar problemas a otras máquinas o no tener conexión de red respectivamente. La IP indicada pertenece a una red interna y no a una red pública, por lo cual, si queremos tener co-

nexión a Internet, por ejemplo, el *gateway* será fundamental para redirigir los paquetes hacia la red externa.

- A continuación, deberemos hacer la revisión de la configuración del DNS en el archivo */etc/resolv.conf*, que indicará nuestros servidores (prestar atención en Ubuntu que la configuración del DNS es ligeramente diferente, ya que tiene instalado el paquete *resolvconf* por defecto). En este archivo deberemos tener algo como:

```
domain xxx.xxx
search xxx.xxxx
nameserver 8.8.8.8
nameserver 8.8.4.4
```

  En este caso las líneas importantes son la 3.ª-4.ª, y para este ejemplo hemos puesto los DNS públicos de Google.

- Si configuramos con DHCP y con el ifconfig, vemos que no tiene IP asignada y podemos instalar `apt-get install dhcp3-client resolvconf` y reiniciar la red `systemctl restart networking` y verificar con *ifconfig* nuevamente. También podemos forzar a solicitar al servidor de DHCP una nueva IP con `dhclient eth0`.

Comandos adicionales: `ifdown` y `ifup` (para apagar o encender la interfaz), `ip` (para configurar en línea de comandos todos los parámetros de la red) y `route` (que nos muestra la tabla de encaminamiento).

**3) Tarjeta inalámbrica (Wifi)**

La red inalámbrica (wireless LAN, Wlan, WiFi) se basa en el estándar IEEE 802.11 y las definiciones más habituales son b, a, g que indican velocidad, frecuencia y otros parámetros representativos del protocolo (por ejemplo, "b-g" utilizan la banda de 2,4GHz mientras que la "a", la de 5GHz). Como las frecuencias se regulan en cada país, el software de las tarjetas de Wifi no pueden distribuirse como Open Source, por lo cual la parte del dispositivo que define las frecuencias se distribuye como *firmware* y deberá descargarse posteriormente. Para la configuración deberemos saber el *chipset* de la tarjeta y dónde descargaremos su *firmware* y luego básicamente repetir los pasos realizados para la tarjeta Ethernet (con algunas particularidades). Por pasos deberíamos hacer:

- Ejecutar el comando `lspci` para determinar si se está reconociendo el HW (buscar palabras como *Wifi*, *WLAN*, *Wireless* o similares).

- Buscar el módulo oportuno (p. ej., `apt-cache search firmware`) e instalarlo, por ejemplo, en el caso de los más comunes ipw2200 para Intel PRO/Wireless 2xxx, atheros para Atheros (3Com, Belkin, D-Link y Linksys), etc. Para cargar el *firmware* deberemos instalar el paquete corres-

pondiente (o bajarlo del fabricante y compilarlo, en caso de que no esté). Debian tiene muchos *firmware* como paquetes en el repositorio *non-free*, por lo cual se deberá incluir el repositorio y luego instalar el paquete. Por ejemplo, para un dispositivo ipw2200 (https://wiki.debian.org/ipw2200) sobre Jessie deberemos hacer:

– Agregar al repositorio ubicado en */etc/apt/source.list* la siguiente línea: *deb http://httpredir.debian.org/debian jessie main contrib non-free*.

– Ejecutar:

```
apt-get update
apt-get install firmware-ipw2x00
```

– Aceptar la licencia e instalar el driver con `modprobe -r ipw2200`; `modprobe ipw2200`

– Mirar en `dmesg` si hay errores del módulo cargado.

- Instalar el paquete para gestionar las *wireless* (si no estuviera instalado) `apt-get install wireless-tools` y ejecutar `iwconfig` para mirar los dispositivos *wireless*, el resultado será algo como:

```
lo        no wireless extensions.
eth0      no wireless extensions.
wnl0 unassociated  ESSID:off/any
            Mode:Managed  Channel=0  Access Point: Not-Associated
            Bit Rate=54 Mb/s   Tx-Power=10 dBm   Sensitivity=5/0
```

Donde el dispositivo Wifi será wnl0

- Ejecutar `iwlist wnl0 scanning` para ver las redes disponibles que identificaremos por el ESSID, p. ej., ESSID:"uoc.wifi". Es importante la información del parámetro *Ecryption* ya que nos dirá si la red es abierta (pública) o encriptada (puede ser WEP –habitual, pero inseguro–, WPA/WPA2 –no lo soportan todos los dispositivos, pero más seguro).

- Para conectarse a una **red abierta**, solo deberemos agregar el dispositivo a */etc/network/interfaces* dos líneas como:

```
auto wnl0
iface wnl0 inet dhcp
```

Luego, configurar el */etc/resolv.conf* y reiniciar la red (se puede instalar el paquete *resolvconf* para la configuración del DNS automática también). Si se utiliza *static* en lugar de *dhcp* se deben indicar los valores similares a la configuración de Ethernet.

- Si la red tiene encriptación WEP el */etc/network/interfaces* deberá incluir debajo de *iface*:

```
wireless_essid uoc-wifi
wireless_channel 6
wireless_mode managed
wireless_keymode open
wireless_key1 mykeyHEX
wireless_key2 s:mykeyASCII
wireless_defaultkey 1
```

  Continuar con los pasos explicados para las redes abiertas para el *resolvconf* y reinicio de la red.

- Si la red tiene encriptación WPA, entonces se deberá instalar `apt-get install wpasupplicant` y modificar las configuraciones correspondientes en */etc/network/interfaces* agregando:

```
wpa-driver wext
wpa-conf /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf
```

  El *driver* puede ser diferente (*nl80211* para Linux 802.11, *wext* para Linux wireless extensions o *wired* para wired Ethernet driver) siendo *wext* el genérico (usado habitualmente). Podéis obtener más información al respecto en */usr/share/doc/wpasupplicant*.
  El archivo */etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf* deberá contener algo como:

```
ctrl_interface=/var/run/wpa_supplicant
network={
        ssid="uoc-wifi"
        scan_ssid=1
        proto=WPA
        key_mgmt=WPA-PSK
        psk=mykey
}
```

  Donde se deberá modificar el SSID y psk para poner la llave de encriptación. Para que la llave no sea visible, se puede utilizar el comando `wpa_passphase uoc-wifi mykey` y el resultado de la ejecución se deberá cortar y pegar como valor en `psk`. Continuar con los pasos explicados para las redes abiertas para el *resolvconf* y reinicio de la red.

Una alternativa para configurar la red (a través de una interfaz gráfica) es mediante un paquete llamado *NetworkManager* (NM), que incluyen muchas distribuciones. Veremos más detalle sobre su configuración en el apartado de red, pero para una primera configuración, y por ejemplo para ordenadores portátiles, puede ser adecuada (siempre que tengamos interfaz gráfica).

Si el paquete no se encuentra instalado (verificar el icono de redes en la barra superior a la derecha en Gnome3, por ejemplo), entonces deberemos ejecutar `apt-get install network-manager wpasupplicant resolvconf`. El NM buscarátoda la información necesaria y configurarátodo para que la red simplemente funcione, por lo cual a veces no se ajusta a necesidades especiales o configuraciones específicas y no es adecuado para algunas configuraciones.

En primer lugar el *NetworkManager* no gestionará interfaces definidas en el archivo */etc/network/interfaces* y que en */etc/NetworkManager/NetworkManager.conf* contengan:

```
[main]
plugins=ifupdown,keyfile
[ifupdown]
managed=false
```

Se deberá cambiar *managed=true* si se desea que NM gestione las interfaces definidas en */ec/network/interfaces*. Podéis obtener más información al respecto en *https://wiki.debian.org/NetworkManager*.

**4) Tarjeta de sonido**

Al igual que en los casos anteriores, la tarjeta de sonido también necesita el módulo del núcleo para poder funcionar correctamente. Con la aplicación `discover`, podemos descubrir qué módulo es el que se corresponde con nuestra tarjeta o con la orden `lspci | grep audio`. Para instalar el módulo, procederemos como con la tarjeta de red con `insmod` o `modprobe`, para configurarlo permanentemente en */etc/modules*. Si bien con el módulo correspondiente ya podremos utilizar la tarjeta de sonido adecuadamente, generalmente también se suele instalar la infraestructura de sonido ALSA (*advanced linux sound architecture*) incluida por defecto en la mayoría de las distribuciones.

Si el paquete ALSA no se encuentra instalado se puede instalar haciendo `apt-get install alsa-base` e iniciar el servicio con */etc/init.d/alsa-utils start*, lo cual nos mostrará si hay errores. Para verificar que los módulos están cargados podemos ejecutar `lsmod` y observar si tenemos dispositivos como *snd_xxx*, *snd_ac97_codec* y *soundcore*. Para que un usuario pueda utilizar los dispositivos de sonido, deberá formar parte del grupo "audio", lo que se puede verificar haciendo `grep audio /etc/group` que nos dará algo como *audio:x:29:pulse,adminp* y, si el usuario que deseamos no está, podemos ejecu-

tar `addgroup usuario audio` (se deberá reiniciar la sesión X del usuario agregado para actualizar los cambios y en Gnome se deberá instalar los paquetes *esound* y *gnome-audio* para gestionar la interfaz a los dispositivos de audio).

**5) Impresora**

En GNU/Linux, la configuración de impresoras se puede hacer de diferentes maneras, si bien el `lpd` (*line printer daemon*) fue uno de los primeros programas de gestión de impresión, en la actualidad hay otros más fáciles de configurar y gestionar. Los más básicos son:

- `lpd`: uno de los primeros *daemons* de impresión de los sistemas tipo UNIX. Su configuración se debe hacer manualmente.

- `lpr`: la versión de BSD del *lpd*. Es muy recomendable utilizar algún tipo de filtro automático como *magicfilter* o *apsfilter* para configurarlas.

- `LPRng`: aplicaciones basadas en *lpr*, con la ventaja de que incorporan una herramienta de configuración denominada `lprngtool`, que permite configurarla de manera gráfica y sencilla.

- `gnulpr`: la versión de GNU del sistema de impresión `lpr`. También incorpora herramientas gráficas de configuración, gestión de los servicios, etc.

- **CUPS (recomendado)**: de *Common UNIX printing systems*, este conjunto de aplicaciones es compatible con las órdenes de `lpr` y también sirve para redes Windows.

Normalmente, todas estas órdenes tienen sus propios métodos de configuración, pero utilizan el fichero */etc/printcap* para guardarla y utilizan un *daemon* (proceso que se ejecuta indefinidamente) para que el sistema de impresión sea operativo e incluso se pueda imprimir desde otros ordenadores.

**Instalación de CUPS en Debian y configuración de una impresora PDF**

Como *root*, ejecutar `apt-get install cups` (y `cups-bsd` si se desea utilizar comandos como `lpr`, `lpq`, `lpc`, `lprm`, aunque no serán necesarios), además se puede instalar los paquetes PPD (*PostScript Printer Description* y su extensión para impresoras no PostScript) ejecutando `apt-get install openprinting-ppds foomatic-filters-ppds` y también `apt-get install system-config-printer` para configurar la impresora en forma gráfica desde Gnome.

En la pàgina web de la Fundación Linux (http://www.linuxfoundation.org/collaborate/workgroups/openprinting/database/databaseintro) podéis buscar el fabricante y modelo de nuestra impresora y el dispositivo que se recomienda.

Además de la opción de configurar la impresora desde Gnome, lo más habitual es configurarla desde la interfaz web de CUPS, haciendo desde el navegador **http://localhost:631/**, que nos permitirá definir, configurar y administrar la impresora.

Para configurar una impresora PDF se debe instalar **apt-get install cups-pdf**.

En *System → Administration → Printing* se verá una lista de impresoras y el ícono de Add Printer donde podremos seleccionar:

Local Printer y detected printer → PDF printer.

Manufacturer → Generic

Model → postscript color printer rev4→

Driver → Standard

Apply

También se podrá hacer desde la interfaz gráfica de CPUS en *http://localhost:631/*. Podéis encontrar más información en la página web de Debian.

### 6) Reloj

Los ordenadores disponen de un reloj CMOS, también llamado *reloj hardware*, que dependiendo de su implementación puede acumular desfases con el paso del tiempo (por ejemplo, 10 segundos/día) y depende factores externos, por ejemplo, la carga de la batería de la CMOS. El reloj del sistema copia los valores de este reloj hardware y por lo cual puede trasladar valores inexactos.

Para modificar el reloj hardware, ejecutar

```
hwclock --set --date="mm/dd/yyyy hh:mm:ss"
```

reemplazando con los valores adecuados. Este comando no modifica la hora del sistema, por lo cual deberemos hacer `hwclock -s` (o `--hctosys`), que significa *Hardware Clock → System Time* (verificar con el comando `date`). Si modificamos la fecha/hora con el comando `date`, solo modificaremos los valores del sistema que se perderán cuando apaguemos la máquina. Una opción para tener el reloj sincronizado es utilizar un servicio llamado NPT (Network Time Protocol) dado por relojes atómicos (muy precisos) distribuidos por el mundo.

Primero deberemos configurar adecuadamente la zona/región donde nos encontramos con `dpkg-reconfigure tzdata`, a continuación instalar el paquete `apt-get install ntp` (o `ntpdate` si solo queremos instalar el cliente). Si instalamos el paquete `ntp`, la configuración de los servidores se encuen-

tra en */etc/npt.conf*, donde ya incluye una serie de servidores por defecto. Para consultar la sincronización y estado, podemos ejecutar `ntpq -p` que nos dará los valores de ajuste y la progresión.

Con el comando `ntpdate` (instalado por el segundo paquete) permite sincronizar rápidamente la hora haciendo, por ejemplo, **ntpdate 0.debian.pool.ntp.org**.

Para sincronizar el reloj en forma automática desde los servidores distribuidos por el mundo, es recomendable la primera opción (`ntp`). Como comandos adicionales al `ntpq` podemos utilizar `ntptrace`. Hay que tener en cuenta que si se modifica `/etc/ntp.conf`, entonces es necesario reiniciar el servidor con `systemctl restart ntp`.

Finalmente, para copiar la hora del sistema en el reloj hardware, podemos hacer `/etc/init.d/hwclock.sh restart`. Si queremos que nuestro `ntpd` funcione como servidor, se debe modificar la línea de *restrict* quitando el *noquery* y reiniciar el *daemon* con `systemctl restart ntp`.

### 4.7. Elementos adicionales de una instalación

- **Rotación de archivos de registro**. Los archivos de errores y funcionamiento/registro de las aplicaciones/servicios pueden crecer muy rápido y es necesario archivarlos de acuerdo a una política predeterminada. El esquema más común es un archivado rotativo: el archivo de registro es almacenado regularmente y solo se mantienen los últimos X archivos. **Logrotate** es el programa utilizado en la mayoría de las distribuciones que realiza estas rotaciones y el cual tiene las políticas generales predefinidas en el archivo */etc/logrotate.conf* y específicamente para las aplicaciones en */etc/logrotate.d/* que podrán ser adaptadas y/o modificadas de la política por defecto que incluye la distribución. El comando tiene un conjunto de opciones (ver la hoja del manual para todas sus posibilidades) para modificar la cantidad de archivos mantenidos en la rotación o mover los archivos de registros a un directorio específico dedicado a su archivado en lugar de eliminarlos, enviarlo por email para archivarlos en otro lado, etc. Este programa se ejecuta diariamente a través de un servicio de ejecución programada llamado `cron`, que permite realizar tareas en forma automática y desatendida por parte del administrador.

- **Compartición de permisos de administración**. En determinadas ocasiones sobre servidores compartidos los administradores trabajan en la misma red y compartir contraseñas de *root* no es muy elegante y abre la puerta al abuso debido al anonimato generado. Para evitar estas situaciones, existe el comando `sudo` (única forma de trabajar como *root* en algunas distribuciones como Ubuntu), que permite a los usuarios ejecutar ciertas órdenes con permisos especiales; es decir, en su uso más común permite a un usuario normal ejecutar cualquier orden como *root*. Para hacerlo,

el usuario simplemente ejecuta `sudo programa` y provee su contraseña personal como autenticación. Para delegar los permisos, el administrador debe utilizar el programa `visudo`, que le permitirá modificar el archivo de configuración */etc/sudoers* (consultad la página del manual de `sudoers` para mayor detalle). Se debe ir con cuidado en su configuración ya que agregar una línea con usuario ALL=(ALL) ALL permitirá a este usuario ejecutar cualquier programa como *root* y generalmente se utiliza para que los usuarios puedan ejecutar órdenes específicas.

- **Cuestiones relacionadas con el arranque (*boot*) del SO**. Si bien se verá con detalle en capítulos posteriores, haremos una breve descripción de lo que ocurre durante el arranque del ordenador. Cuando inicia (o después de un *reset*) el BIOS toma el control del ordenador, detecta los discos, carga el registro maestro de arranque (MBR) y ejecuta el gestor de arranque. Este toma el control, busca el núcleo en el disco, lo carga y lo ejecuta, y este se inicializa a su vez y busca/monta la partición que contiene el sistema de archivos raíz. A partir de este momento, ejecuta el primer programa llamado `init`. Generalmente, esta "partición raíz" y el `init` están ubicados en un archivo virtual del sistema que solo existe en RAM y que se llama `initramfs` (initialization RAM file system) y que luego se reemplazará por el sistema de archivo raíz verdadero. Este paso previo se realiza, ya que puede ser necesario cargar antes controladores de disco u otros dispositivos (LVM, RAID, red,.) para que el sistema pueda arrancar y acceder a donde se encuentra realmente la información. Después de ello, el sistema le pasa el control al "init real", que puede ser llevado a cabo de diferentes formas en función del método que disponga la distribución (tanto en Debian –en la última versión– como en otras distribuciones el *init* ha sido reemplazado por `systemd` como proceso inicial de arranque).

El `initrd` pasa el control a `systemd` y este carga los controladores, monta el sistema de archivos e inicializa todos los servicios configurados y activa todas las unidades que tienen dependencias (*default.target*) y que tiene vínculos *(multi-user.target* o *graphical-user.target)* según estén configurados. Se puede ver el árbol de dependencias (y cuáles están activos o no) de *default.target* ejecutando `systemctl list-dependencies default.target`.

`systemd` trabaja con *units* y *targets*. Las entidades llamadas *units* encapsulan distintos objetos necesarios para el arranque y mantenimiento del sistema y en su mayoría están configuradas en archivos de configuración propios[3]. Se puede analizar algún ejemplo mirando los archivos de */etc/systemd/system*.

[3]O se pueden crear automáticamente a partir de otra configuración o respondiendo a un estado del sistema o a partir de otra unidad.

Los distintos niveles de ejecución (antiguos *levels* definidos en */etc/inittab* en versiones anteriores con *SysV* y ahora obsoletos con *systemd*) están definidos en unidades que permiten agrupar los niveles de dependencia (por ejemplo, apagar, iniciar, reiniciar, monousuario, multiusuario, multiusuario modo gráfico). Cada unidad iniciará los servicios asociados en ese nivel de ejecución. Estas agrupaciones se definen como *.target*. Existen distintos *target* (si bien al-

gunos incluyen servicios similares) y su objetivo es iniciar los procesos y servicios necesarios para ese "estado" y estos se encuentran definidos en la *units*. Un ejemplo de esta *unit* se puede ver en el archivo */etc/systemd/system/sshd.service*.

```
[Unit]
Description=OpenBSD Secure Shell server
After=network.target auditd.service
ConditionPathExists=!/etc/ssh/sshd_not_to_be_run

[Service]
EnvironmentFile=-/etc/default/ssh
ExecStart=/usr/sbin/sshd -D $SSHD_OPTS
ExecReload=/bin/kill -HUP $MAINPID
KillMode=process
Restart=on-failure

[Install]
WantedBy=multi-user.target
Alias=sshd.service
```

Un *target* puede heredar los procesos del anterior y sumarle los propios. Por ejemplo, si en Debian listamos el árbol de dependencias de *default.target* (utilizando la orden antes indicada), veremos que *multi-user.target* heredó de *default.target* y a su vez *basic.target* de este y así para el resto de los *target*. Se pueden conocer todos los *target* disponibles ejecutando

```
systemctl list-units --type=target –all
```

Por otro lado, `systemctl list-units --type=target` mostrará los *target* en uso y para conocer todas las unidades instaladas y su estado usaremos `systemctl list-unit-files`.

Para los que conocen los *levels* de *SysV* se puede hacer una equivalencia aproximada. Por ejemplo, *level 3* = *multi-user.target* (multiusuario sin entorno grafico) o *level 5* = *graphical.target* (que incluye todo los de nivel 3 más el entorno gráfico). Para cambiar a otro *target* se puede ejecutar, por ejemplo, la instrucción `systemctl isolate multi.user.target` y para visualizar las dependencias se puede ejecutar `systemctl show -p "Wants" graphical.target`, que nos dará de qué depende este target (el resultado será *Wants=display-manager.service systemd-update-utmp-runlevel.service nagios-nrpe-s*).

Las siguientes son otras órdenes útiles vinculadas a la carga y gestión de los procesos:

- `systemd-analyze`: muestra tiempos de inicialización y carga (agregaremos `blame` como parámetro para mayores detalles o `plot > plot.svg` para ver un gráfico sobre los tiempos empleados).

- `systemd-cgls`: muestra todos los procesos y el árbol de ejecución para identificar quién lo puso en marcha.

- `systemctl list-units`: lista las unidades instaladas.

- `systemctl list-unit-files`: lista las unidades disponibles.

- `systemctl list-units --type=service`: lista las unidades por tipo de unidad.

- `systemctl -failed`: las que presentan algún fallo.

- `systemctl start/stop/restart sshd.service`: pone en marcha/para/reinicia el servicio.

- `systemctl is-enabled sshd.service`: muestra si el servicio está habilitado o no.

- `systemctl enable/disable sshd.service`: habilita/deshabilita el servicio.

- `systemctl halt/poweroff/reboot/suspend/hibernate`: hace un apagado de emergencia, apagado, reinicio, suspensión o hibernación del sistema.

- `journalctl`: este es el sistema de *log* de *systemd* y ejecutando esta orden mostrará el registro guardado.

- `journalctl -b`: muestra solo las líneas de *boot* de la ejecución en curso.

- `journalctl -b -p err`: muestra solo los que presentan error.

# 5. El entorno gráfico

Los sistemas *nix utilizan una arquitectura de entorno gráfico llamada X-Window diseñada en la década de los ochenta, que es independiente de la plataforma y sirve para cualquier tipo de *nix. X.Org es una implementación de código abierto del sistema X-Window (que surge como bifurcación de proyecto Xfree86) y funciona en modo cliente/servidor de manera que no podemos conectar gráficamente a un servidor remoto o ejecutar sobre un ordenador local aplicaciones gráficas de un ordenador remoto. Hoy en día se trabaja conjuntamente con una infraestructura de DRI (*direct rendering infrastructure*), que permite aprovechar los chips de procesamiento de las tarjetas para ahorrar trabajo de visualización al cliente X-Window.

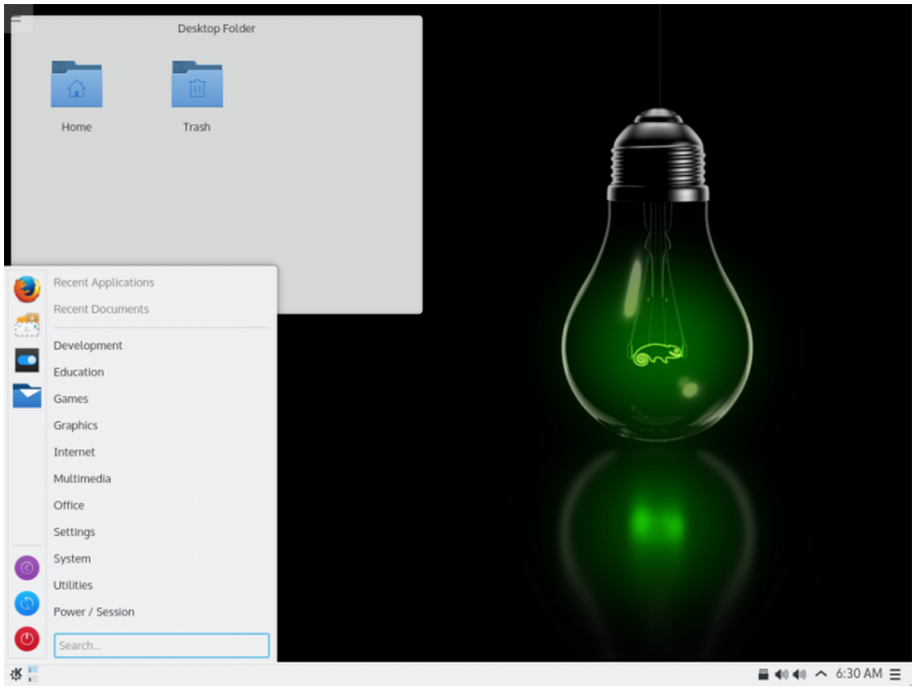
El sistema X-Window (basado en una librería llamada *xlibs*) proporciona los métodos para crear las interfaces gráficas de usuarios (GUI), pero no implementa ninguna sino que estas son proporcionadas por *toolkits*, que son bibliotecas generalmente implementadas con *xlibs* y que proporcionan un GUI particular. El *window manager* es un servidor especial de X-Window, que se encarga de gestionar todas las ventanas, los escritorios, las pantallas virtuales, etc. y obviamente, todas las aplicaciones pueden funcionar con cualquier *window manager*, ya que este solo se encarga de gestionar la ventana donde está ubicado el programa y hay decenas de ellos (FVWM, MWM, AfterStep, Enlightenment, IceWM, Sawfish, Blackbox, etc.) siendo el usuario quien puede elegir el que más le agrade.

**Nota**

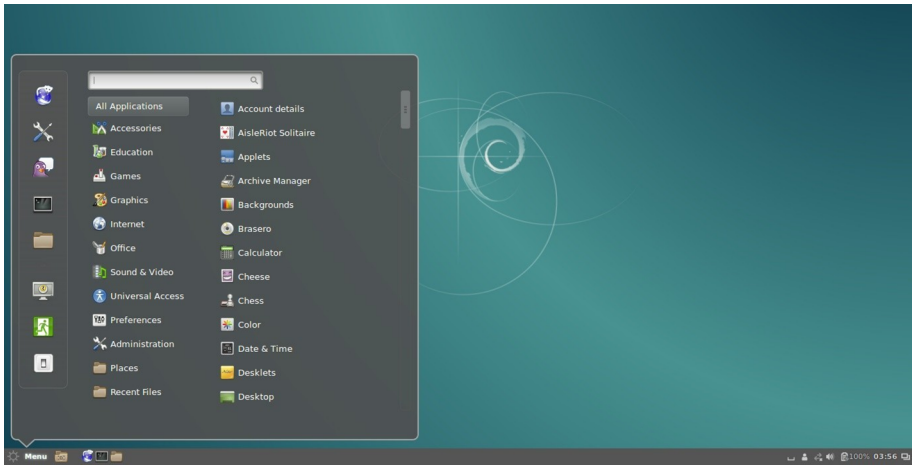
Podéis encontrar más información en la página web http://xwinman.org

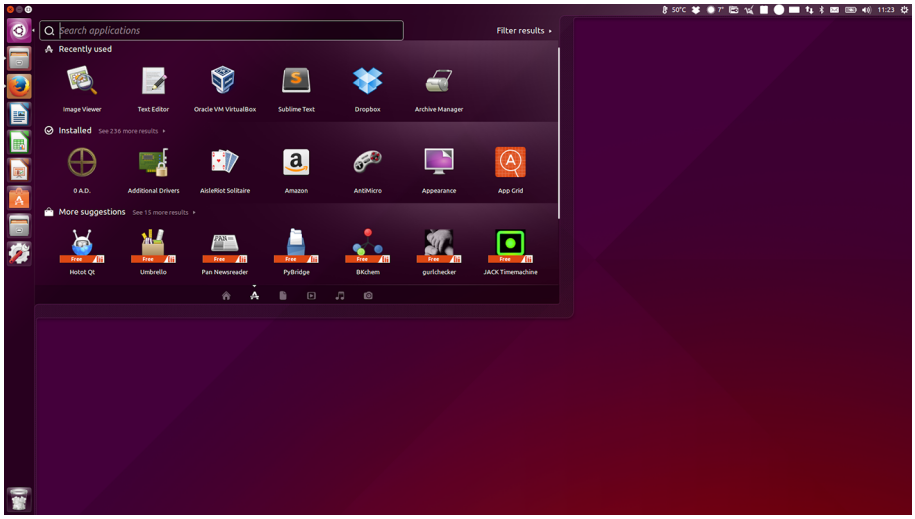
Además de los *Windows Managers*, los desarrollos más recientes han creado una nueva generación de entornos de escritorio que tienen como objetivo proporcionar una interfaz más completa para el sistema operativo, y una gama de utilidades propias y aplicaciones integradas. Esta comodidad y facilidad de uso lo hacen particularmente atractivo para instalaciones nuevas y como una forma de tener todo integrado y funcional desde el primer momento.

Los más populares en la actualidad son KDE (*the K desktop environment*) y GNOME (*GNU, object model environment*), pero hay una serie de entornos (promocionados por diferentes distribuciones) que están irrumpiendo con fuerza, como por ejemplo Cinnamon, LXDE, MATE, Unity o Xfce entre otros. Todos ellos proporcionan un *toolkit* particular, un entorno de escritorio con muchas funcionalidades y configuraciones diferentes y una lista de aplicaciones integradas, que cada vez va creciendo más, y son los más distribuidos en todas las distribuciones GNU/Linux. En las siguientes figuras podemos ver, en primer lugar, el aspecto de KDE Plasma5 (utilizado por ejemplo en OpenSUSE), y en segundo, GNOME3 y CINNAMON (utilizado en Debian) y finalmente Unity (utilizado en Ubuntu):


Desktop Folder
Home
Trash
Recent Applications
Recent Documents
Development
Education
Games
Graphics
Internet
Multimedia
Office
Settings
System
Utilities
Power / Session
Search...
6:30 AM

Activities
Thu 19:54
Type to search...




En la actualidad, la mayoría de las tarjetas gráficas del mercado están soportadas y muchos fabricantes ya dan soporte para GNU/Linux proporcionando su propios *drivers*.

Para instalar Xorg en nuestro ordenador, es necesario bajar los paquetes que contienen las herramientas básicas y el software para el cliente y el servidor. Generalmente, estos paquetes se suelen denominar `xorg`, `xserver-xorg`, etc. y llevan implícitas diversas dependencias de fuentes y también algunas utilidades básicas para el manejo de X-Window (se puede utilizar en la distribución Debian `apt-cache search Xorg` para ver los diversos servidores disponibles y `apt-get install <Xorg.server>` para instalar uno en particular).

Luego se deberá instalar el paquete **desktop** (recomendable) para instalar todas las opciones y aplicaciones sobre el servidor X-Windows seleccionado (si se opta por instalar el *desktop-manager*, él instalará también el servidor que considere más adecuado para nuestra tarjeta).

Es necesario indicar que algunos de los Desktop-Managers actuales (por ejemplo, KDE4, Gnome3, Unity) necesitan soporte de aceleración hardware, por lo cual en tarjetas de vídeo antiguas funcionarán sin todas sus posibilidades

en un modo llamado de "compatibilidad" (sobre máquinas virtualizadas se deberán instalar los paquetes adicionales por ejemplo, *GuestAdditions* para VirtualBox, lo cual recompilará los *drivers* y extensiones DRI para adecuarlos al hardware subyacente o también es posible instalar los paquetes vbox* que ya vienen compilados en algunas distribuciones –por ejemplo en Debian dentro del repositorio *non-free*–).

Por ejemplo, a partir de Debian se hace una configuración automática de Xorg y generalmente no se debe tocar gran cosa en aspectos de configuración. Los pasos básicos para instalar en entorno gráfico serán ejecutar como usuario *root* `apt-get install xorg`, lo cual instala un conjunto de paquetes básicos y el servidor más adecuado a nuestra tarjeta. Luego instalamos el servidor de escritorio y el *display manager* (GNOME en nuestro caso, pero es similar para KDE e incluso se pueden instalar ambos, solo cabe tener en cuenta que cada uno ocupa más de 600MBytes) con `apt-get install gnome gdm3` y arrancar el servidor con `systemctl start gdm3` (o reiniciar la máquina).

Si existen errores se puede recurrir al archivo */var/log/Xorg.0.log* para analizar dónde están las fuentes del error y corregirlas, prestando atención especialmente a las líneas que comienzan por (EE), que son las que indican error.

Si no se dispone de espacio de disco suficiente, es posible instalar otros entornos que ocupan menos espacio, como por ejemplo, `lxde` (*Lightweight X11 Desktop Environment*) o `xfce4` (*Xfce Lightweight Desktop Environment*), que no superan los 70 MBytes.

Si encontramos errores de configuración mirando */var/log/Xorg.0.log*, podemos ajustar la configuración a través del archivo */etc/X11/xorg.conf*. Como a partir de la versión Debian 6 Squeeze este archivo no existe, por defecto deberemos crear uno. Para hacerlo, primero hay que parar el servidor (si se encuentra funcionando) ejecutando `systemctl stop gdm3` y luego `Xorg -configure`, lo cual creará el archivo *xorg.conf.new* en el directorio local basándose en la detección automática del hardware; luego debemos mover este archivo al directorio correspondiente (por ejemplo, `mv xorg.conf.new /etc/X11/xorg.conf`).

El archivo */etc/X11/xorg.conf* contiene la configuración de X.Org y está dividido en secciones (*Files*, *Module*, *InputDevice*, *Device*, *Monitor*, *Screen*, *DRI*, *ServerLayout*) donde cada sección está marcada por **Section** y **EndSection** con comandos específicos para cada una de ellas. Por ejemplo, la sección para configurar la tarjeta gráfica es:

```
Section "Device"
    Identifier  "ATI Video Device"
    Driver      "ati"
    BusID       "PCI:00:02:00"
EndSection
```

Donde la entrada *Driver* indica el *driver* de vídeo utilizado y que se puede adecuar al dispositivo que tengamos (si no existe esta entrada, Xorg la configura automáticamente de acuerdo a su criterio). Los datos se pueden obtener de la ejecución de `lspci` buscando VGA, vídeo y el nombre del *driver* generalmente es la marca que identifica el dispositivo, por ejemplo, ATI=ati, Intel i740=i740, etc. En http://www.calel.org/pci-devices/xorg-device-list.html podréis encontrar las tarjetas y sus correspondientes *drivers*.

Cada una de las secciones tiene valores y parámetros de ajuste que se pueden adaptar a las configuraciones deseadas, como puede consultarse en https://wiki.debian.org/Xorg. Recordar que siempre después de modificar la configuración se debe hacer `systemctl restart gdm3` (o, aunque esta orden es obsoleta, también `/etc/init.d/gdm3 restart`).

**Nota**

Este apartado no pretende ser un libro de administración e instalación de Debian, sino recoger los aspectos más interesantes de GNU/Linux, ejecutando algunos ejemplos de configuración sobre Debian (en su última versión). Para información detallada sobre los procesos de instalación de Debian, consultar *El libro del administrador de Debian* (disponible como e-book) en la página web de Debian (http://debian-handbook.info/browse/es-ES/stable/).

# 6. Programación de comandos combinados (*shell scripts*)

En este apartado veremos la importancia fundamental que tiene el intérprete de órdenes o comandos (*shell*) y sobre todo analizaremos con cierto detalle las posibilidades de estos para ejecutar ficheros de órdenes secuenciales y escritos en texto plano (ASCII) que serán interpretados por el *shell*. Estos ficheros, llamados *shell scripts*, son la herramienta fundamental de cualquier usuario avanzado e imprescindible para un administrador de sistemas *nix.

Un conocimiento práctico de *shell scripting* será necesario ya que el propio GNU/Linux se basa en este tipo de recurso para iniciar el sistema (por ejemplo, ejecutando los archivos de inicialización del sistema en */etc/systemd/* –o también en */etc/init.d/*–), por lo cual los administradores deben tener los conocimientos necesarios para trabajar con ellos, entender el funcionamiento del sistema, modificarlos y adecuarlos a las necesidades específicas del entorno en el cual trabajen.

Muchos autores consideran que hacer *scripting* es un arte, pero en mi opinión no es difícil de aprender, ya que se pueden aplicar técnicas de trabajar por etapas ("divide y vencerás"), que se ejecutará en forma secuencial y el conjunto de operadores/opciones no es tan extenso como para que genere dudas sobre qué recurso utilizar. Sí que la sintaxis será dependiente del *shell* utilizado, pero al ser un lenguaje interpretado con encadenamiento de secuencias de comandos, será muy fácil de depurar y poner en funcionamiento.

Hoy en día el *scripting* ha alcanzado muchos ámbitos con la potencialidad presentada por algunos lenguajes como PHP para desarrollar código del lado del servidor (originalmente diseñado para el desarrollo web de contenido dinámico); Perl, que es un lenguaje de programación (1987) que toma características de C, de *Bourne shell*, AWK, `sed`, Lisp entre otros; Phyton (1991), cuya filosofía hace hincapié en una sintaxis que favorezca un código legible siendo un lenguaje de programación (interpretado) que soporta orientación a objetos, programación imperativa y, en menor medida, programación funcional y con tipos dinámicos, o como Ruby (1993-5), que es un lenguaje de programación (también interpretado), reflexivo y orientado a objetos, que combina una sintaxis inspirada en Python y Perl con características de programación orientada a objetos similares a Smalltalk.

También un *shell script* es un método "*quick-and-dirty*" (que podría traducir como 'rápido y en borrador') de prototipado de una aplicación compleja para conseguir incluso un subconjunto limitado de la funcionalidad útil en una primera etapa del desarrollo de un proyecto. De esta manera, la estructura de

la aplicación y las grandes líneas puede ser probada y determinar cuáles serán las principales dificultades antes de proceder al desarrollo de código en Java, C, C++, u otro lenguaje estructurado y/o interpretado más complejo.

De acuerdo con M. Cooper, hay una serie de situaciones en las cuales él categóricamente aconseja "no utilizar shell scripts" si bien en mi opinión diría que se deberá ser prudente y analizar en profundidad el código desarrollado sobre todo desde el punto de vista de seguridad para evitar que se puedan realizar acciones más allá de las cuales fueron diseñadas (por ejemplo, en *scripting*, por el lado del servidor en aplicaciones web, es una de las principales causas de intrusión o ejecución no autorizadas). Entre las causas podemos enumerar: uso intensivo de recursos, operaciones matemáticas de alto rendimiento, aplicaciones complejas donde se necesite estructuración (por ejemplo, listas, árboles) y tipos de variables, situaciones en las que la seguridad sea un factor determinante, acceso a archivos extensos, matrices multidimensionales, trabajar con gráficos, acceso directo al hardware/comunicaciones. No obstante, por ejemplo, con la utilización de Perl, Phyton o Ruby, muchas de estas recomendaciones dejan de tener sentido y en algunos ámbitos científicos (por ejrmplo, en genética, bioinformática, química, etc.) el *scripting* es la forma habitual de trabajo.

Este módulo está orientado a recoger las principales características de Bash (*Bourne-Again Shell*) que es el *shell script* estándar en GNU/Linux, pero muchos de los principios explicados se pueden aplicar a Korn Shell o C Shell.

## 6.1. Introducción: el *shell*

El *shell* es una pieza de software que proporciona una interfaz para los usuarios en un sistema operativo y que provee acceso a los servicios del núcleo. Su nombre proviene de la envoltura externa de algunos moluscos, ya que es la "parte externa que protege al núcleo".

Los *shells* se dividen en dos categorías: línea de comandos y gráficos, ya sea si la interacción se realiza mediante una línea de comandos (CLI, *command line interface*) o en forma gráfica a través de una GUI (*graphical user interface*). En cualquier categoría el objetivo principal del *shell* es invocar o "lanzar" otro programa, sin embargo, suelen tener capacidades adicionales, tales como ver el contenido de los directorios, interpretar órdenes condicionales, trabajar con variables internas, gestionar interrupciones, redirigir entrada/salida, etc.

Si bien un *shell* gráfico es agradable para trabajar y permite a usuarios sin muchos conocimientos desempeñarse con cierta facilidad, los usuarios avanzados prefieren los de modo texto ya que permiten una forma más rápida y eficiente de trabajar. Todo es relativo, ya que en un servidor es probable que un usuario administrador no utilice ni siquiera interfaz gráfica, mientras que para

un usuario de edición de vídeo nunca trabajará en modo texto. El principal atractivo de los sistema *nix es que también en modo gráfico se puede abrir un terminal y trabajar en modo texto como si estuviera en un *shell* texto, o cambiar interactivamente del modo gráfico y trabajar en modo texto (hasta con 6 terminales diferentes con *Crtl+Alt+F1*-6 generalmente) y luego regresar al modo gráfico con una simple combinación de teclas. En este apartado nos dedicaremos a *shell* en modo texto y las características avanzadas en la programación de *shell scripts*.

Entre los *shells* más populares (o históricos) en los sistemas *nix tenemos:

- Bourne shell (sh).
- Almquist shell (ash) o su versión en Debian (dash).
- Bourne-Again shell (bash).
- Korn shell (ksh).
- Z shell (zsh).
- C shell (csh) o la versión Tenex C shell (tcsh).

El *Bourne shell* ha sido el estándar *de facto* en los sistemas *nix, ya que fue distribuido por Unix Version 7 en 1977 y *Bourne-Again Shell* (Bash) es una versión mejorada del primero escrita por el proyecto GNU bajo licencia GPL, la cual se ha transformado en el estándar de los sistemas GNU/Linux. Como ya hemos comentado, Bash será el intérprete que analizaremos, ya que, además de ser el estándar, es muy potente, posee características avanzadas, recoge las innovaciones planteadas en otros *shells* y permite ejecutar sin modificaciones (generalmente) *scripts* realizados para cualquier *shell* con sintaxis Bourne compatible. La orden `cat /etc/shells` nos proporciona los *shells* conocidos por el sistema Linux, independientemente de si están instalados o no. El *shell* por defecto para un usuario se obtendrá del último campo de la línea correspondiente al usuario del fichero */etc/passwd* y cambiar de *shell* simplemente significa ejecutar el nombre del *shell* sobre un terminal activo, por ejemplo:

```
RS@DebSyS:~$ echo $SHELL
/bin/bash
RS@DebSyS:~$ tcsh
DebSyS:~>
```

Una parte importante es lo que se refiere a los modos de ejecución de un *shell*. Se llama *login* interactivo cuando proviene de la ejecución de un *login*, lo cual implicará que se ejecutarán los archivos */etc/profile, ~/.bash_profile, ~/.bash_login o ~/.profile* (la primera de las dos que exista y se pueda leer) y *~/.bash_logout* cuando terminemos la sesión. Cuando es de *no-login* interactivo (se ejecuta un terminal nuevo) se ejecutará *~/.bashrc*, dado que un bash interactivo tiene un conjunto de opciones habilitadas a si no lo es (consultar el manual). Para saber si el shell es interactivo, ejecutar `echo $-` y nos deberá responder `himBH` donde la ***i*** indica que sí lo es.

Existen un conjunto de comandos internos[4] a *shell*, es decir, integrados con el código de *shell*, que para Bourne son:

(4)Consultar el manual para una descripción completa.

:, ., `break`, `cd`, `continue`, `eval`, `exec`, `exit`, `export`, `getopts`, `hash`, `pwd`, `readonly`, `return`, `set`, `shift`, `test`, `[`, `times`, `trap`, `umask`, `unset`.

Y además Bash incluye:

`alias`, `bind`, `builtin`, `command`, `declare`, `echo`, `enable`, `help`, `let`, `local`, `logout`, `printf`, `read`, `shopt`, `type`, `typeset`, `ulimit`, `unalias`.

Cuando Bash ejecuta un *script shell*, crea un proceso hijo que ejecuta otro Bash, el cual lee las líneas del archivo (una línea por vez), las interpreta y ejecuta como si vinieran de teclado. El proceso Bash padre espera mientras el Bash hijo ejecuta el *script* hasta el final que el control vuelve al proceso padre, el cual vuelve a poner el *prompt* nuevamente. Un comando de *shell* será algo tan simple como `touch archivo1 archivo2 archivo3` que consiste en el propio comando seguido de argumentos, separados por espacios considerando *archivo1* el primer argumento y así sucesivamente.

### 6.1.1. Redirecciones y pipes

Existen 3 descriptores de ficheros: *stdin*, *stdout* y *stderr* (la abreviatura std significa estándar) y en la mayoría de los *shells* (incluso en Bash) se puede redirigir *stdout* y *stderr* (juntas o separadas) a un fichero, *stdout* a *stderr* y viceversa. Todas ellas se representan por un número, donde el número 0 representa a *stdin*, 1 a *stdout*, y 2 a *stderr*.

Por ejemplo, enviar *stdout* del comando *ls* a un fichero será: `ls -l > dir.txt`, donde se creará un fichero llamado 'dir.txt', que contendrá lo que se vería en la pantalla si se ejecutara `ls -l`.

Para enviar la salida *stderr* de un programa a un fichero, haremos

```
grep xx yy 2> error.txt
```

Para enviar la *stdout* a la *stderr*, haremos `grep xx yy 1>&2` y a la inversa simplemente intercambiando el 1 por 2, es decir, `grep xx yy 2>&1`.

Si queremos que la ejecución de un comando no genere actividad por pantalla, lo que se denomina ejecución silenciosa, solamente debemos redirigir todas sus salidas a */dev/null*, por ejemplo pensando en un comando del `cron` que queremos que borre todos los archivos acabados en .mov del sistema:
`rm -f $(find / -name "*.mov") &> /dev/null` pero se debe ir con cuidado y estar muy seguro, ya que no tendremos ninguna salida por pantalla.

Los *pipes* permiten utilizar en forma simple tanto la salida de una orden como la entrada de otra, por ejemplo, `ls -l | sed -e "s/[aeio]/u/g"`, donde se ejecuta el comando `ls` y su salida, en vez de imprimirse en la pantalla, se envía (por un tubo o *pipe*) al programa `sed`, que imprime su salida correspondiente. Por ejemplo, para buscar en el fichero */etc/passwd* todas las líneas que acaben con false podríamos hacer `cat /etc/passwd | grep false$`, donde se ejecuta el `cat`, y su salida se pasa al `grep` donde el $ al final de la palabra le está indicando al `grep` que es final de línea.

### 6.1.2. Aspectos generales

Si la entrada no es un comentario, es decir (dejando de lado los espacios en blanco y tabulador) la cadena **no** comienza por #, el *shell* lee y lo divide en palabras y operadores, que se convierten en comandos, operadores y otras construcciones. A partir de este momento, se realizan las expansiones y sustituciones, las redirecciones, y finalmente, la ejecución de los comandos.

En Bash se podrán tener funciones, que son una agrupación de comandos que se pueden invocar posteriormente. Y cuando se invoca el nombre de la función de *shell* (se usa como un nombre de comando simple), la lista de comandos relacionados con el nombre de la función se ejecutará teniendo en cuenta que las funciones se ejecutan en el contexto del *shell* en curso, es decir, no se crea ningún proceso nuevo para ello.

Un **parámetro** es una entidad que almacena valores, que puede ser un nombre, un número o un valor especial. Una **variable** es un parámetro que almacena un nombre y tiene atributos (1 o más o ninguno) y se crean con la sentencia `declare` y se remueven con `unset` y si no se les da valor, se les asigna la cadena nula.

Por último, existen un conjunto de expansiones que realiza el *shell* que se lleva a cabo en cada línea y que pueden ser enumeradas como: de tilde/comillas, parámetros y variables, substitución de comandos, de aritmética, de separación de palabras y de nombres de archivos.

## 6.2. Elementos básicos de un *shell script*

### 6.2.1. ¿Qué es un *shell script*?

Un *shell script* es simplemente un archivo (mysys.sh para nosotros) que tiene el siguiente contenido (hemos numerado las líneas para referirnos a ellas con el comando el `cat -n` pero no forman parte del archivo):

```
RS@debian:~$ cat -n mysys.sh
1 #!/bin/bash
2 clear; echo "Información dada por el shell script mysys.sh. "
3 echo "Hola, $USER"
4 echo
5 echo "La fecha es `date`, y esta semana `date +"%V"`."
6 echo
7 echo "Usuarios conectados:"
8 w | cut -d " " -f 1 - | grep -v USER | sort -u
9 echo
10 echo "El sistema es `uname -s` y el procesador es `uname -m`."
11 echo
12 echo "El sistema está encendido desde hace:"
13 uptime
14 echo
15 echo "¡Esto es todo amigos!"
```

Para ejecutarlo podemos hacer `bash mysys.sh` o bien cambiarle los atributos para hacerlo ejecutable y ejecutarlo como una orden (al final se muestra la salida después de la ejecución):

```
RS@debian:~$ chmod 744 mysys.sh

RS@debian:~$ ./mysys.sh

Información dada por el shell script mysys.sh.
Hola, RS

La fecha es Wen Jun  8 10:47:33 CEST 2016, y es la semana 23.

Usuarios conectados: RS

El sistema es Linux y el procesador es x86_64.

El sistema está encendido desde hace:
10:53:07 up 1 day, 11:55,  1 user,  load average: 0.12, 0.25, 0.33

¡Esto es todo amigos!
```

El script comienza con "#!", que es una línea especial para indicarle con qué *shell* se debe interpretar este script. La línea 2 es un ejemplo de dos comandos (uno borra la pantalla y otro imprime lo que está a la derecha) en la misma línea, por lo que deben estar separados por ";". El mensaje se imprime con la sentencia `echo` (comando interno) pero también se podría haber utilizado la sentencia `printf` (también comando interno) para una salida con formato. En cuanto a los aspectos más interesantes del resto, la línea 3 muestra el valor de una variable, la 4 forma una cadena de caracteres (*string*) con la salida de un

**#!/bin/bash**

Así evitamos que si el usuario tiene otro *shell*, su ejecución dé errores de sintaxis, es decir, garantizamos que este script siempre se ejecutará con bash.

comando (reemplazo de valores), la 6 ejecuta la secuencia de 4 comandos con parámetros encadenados por pipes "|" y la 7 (similar a la 4) también reemplaza valores de comandos para formar una cadena de caracteres antes de imprimirse por pantalla.

Para depurar un *shell script* podemos ejecutar el *script* con `bash -x mysys.sh` o incluir en la primera línea el -x: `#!/bin/bash -x`.

También se puede depurar una sección de código incluyendo:

```
set -x # activa debugging desde aquí
código a depurar
set +x # para el debugging
```

### 6.2.2. Variables y *arrays*

Se pueden usar variables pero no existen tipos de datos. Una variable de bash puede contener un número, un carácter o una cadena de caracteres; no se necesita declarar una variable, ya que se creará con solo asignarle un valor. También se puede declarar con `declare` y después asignarle un valor:

```
#!/bin/bash
a="Hola UOC"
echo $a
declare b
echo $b
b="Cómo están Uds.?"
echo $b
```

Como se puede ver, se crea una variable *a* y se le asigna un valor (que para delimitarlo se deben poner entre " ") y se recupera el VALOR de esta variable poniéndole un '$' al principio, y si no se antepone el $, solo imprimirá el nombre de la variable no su valor. Por ejemplo, para hacer un script que haga una copia (*backup*) de un directorio, incluyendo la fecha y hora en el momento de hacerlo en el nombre del archivo (intentad hacer esto tan fácil con comandos en un sistema W y terminaréis frustrados):

```
#!/bin/bash
OF=/home/$USER-$(date +%d%m%Y).tgz
tar -cZf $OF /home/$USER
```

Este *script* introduce algo nuevo, ya que estamos creando una variable y asignando un valor (resultado de la ejecución de un comando en el momento de la ejecución). Fijaos en la expresión $(date +%d%m%Y) que se pone entre () para capturar su valor. USER es una variable de entorno y solamente se reem-

plazará por su valor. Si quisiéramos agregar (concatenar) a la variable USER, por ejemplo, un *string* más, deberíamos delimitar la variable con {}. Por ejemplo, teniendo en cuenta que el USER=RS:

```
RS@debian:~$OF=/home/${USER}uppi-$(date +%d%m%Y).tgz
RS@debian:~$ echo $OF
/home/RSuppi-17042010.tgz
```

Así, el nombre del fichero será distinto cada día. Es interesante ver el reemplazo de comandos que hace el bash con los (), por ejemplo, `echo $(ls)`.

Las variable locales pueden declararse anteponiendo *local* y eso delimita su ámbito.

```
#!/bin/bash
HOLA=Hola
function uni {
local HOLA=UOC
echo -n $HOLA
}
echo -n $HOLA
uni
echo $HOLA
```

La salida será *HolaUOCHola*, donde hemos definido una función con una variable local que recupera su valor cuando se termina de ejecutar la función.

Las variables las podemos declarar como **ARRAY[INDEXNR]=valor**, donde *INDEXNR* es un número positivo (comenzando desde 0) y también podemos declarar un *array* como `declare -a ARRAYNAME` y se pueden hacer asignaciones múltiples con: **ARRAY=(value1 value2 ... valueN)**

```
RS@debian:~$ array=( 1 2 3)
RS@debian:~$ echo $array
1
RS@debian:~$ echo ${array[*]}
1 2 3
RS@debian:~$ echo ${array[2]}
3
RS@debian:~$ array[3]=4
RS@debian:~$ echo ${array[*]}
1 2 3 4
RS@debian:~$ echo ${array[3]}
4
RS@debian:~$ unset array[1]
RS@debian:~$ echo ${array[*]}
```

```
1 3 4
```

### 6.2.3. Estructuras condicionales

Las estructuras condicionales le permiten decidir si se realiza una acción o no; esta decisión se toma evaluando una expresión.

La estructura condicional más básica es: **if** expresión; **then** sentencia; **fi** donde 'sentencia' solo se ejecuta si 'expresión' se evalúa como verdadera. '2<1' es una expresión que se evalúa falsa, mientras que '2>1' se evalúa verdadera.

Los condicionales tienen otras formas, como: **if** expresión; **then** sentencia1; **else** sentencia2 **fi**. Aquí 'sentencia1' se ejecuta si 'expresión' es verdadera. De otra manera se ejecuta 'sentencia2'.

Otra forma más de condicional es: **if** expresión1; **then** sentencia1; **elif** expresión2; **then** sentencia2; **else** sentencia3 **fi**. En esta forma solo se añade "else if 'expresión2' then 'sentencia2'", que hace que sentencia2 se ejecute si expresión2 se evalúa verdadera. La sintaxis general es:

```
if [expresión];
then
código si 'expresión' es verdadera.
fi
```

Un ejemplo en el que el código que se ejecutará si la expresión entre corchetes es verdadera se encuentra entre la palabra *then* y la palabra *fi*, que indica el final del código ejecutado condicionalmente:

```
#!/bin/bash
if [ "pirulo" = "pirulo" ]; then
echo expresión evaluada como verdadera
fi
```

Otro ejemplo con variables y comparación por igualdad y por diferencia (= o !=):

```
#!/bin/bash
T1="pirulo"
T2="pirulon"
if [ "$T1" = "$T2" ]; then
echo expresión evaluada como verdadera
else
echo expresión evaluada como falsa
fi
if [ "$T1" != "$T2" ]; then
echo expresión evaluada como verdadera
```

```
else
echo expresión evaluada como falsa
fi
```

Un ejemplo de expresión de comprobación si existe un fichero (vigilar con los espacios después de [ y antes de ]):

```
FILE=~/.bashrc
if [ -f $FILE ]; then
echo el fichero $FILE existe
else
echo fichero no encontrado
fi
if [ 'test -f $FILE' ]; then
echo Otra forma de expresión para saber si existe o no
fi
```

Existen versiones cortas del **if**, como por ejemplo:

```
[ -z "${COLUMNS:-}" ] && COLUMNS=80
```

Es la versión corta de:

```
if [ -z "${COLUMNS:-}" ]; then
COLUMNS=80
fi
```

Otro ejemplo de uso de la sentencia **if** y variables:

```
#!/bin/bash
FILE=/var/log/syslog
MYMAIL="adminp@master.hpc.local"
SUBJECT="Error - $(hostname)"
BODY="Existen ERRORES en $(hostname) @ $(date). Ver syslog."
OK="OK: No se detectan errores en Syslog."
WARN="Posibles Errores. Analizar"
# Verificar que $FILE existe
if test ! -f "$FILE"
then
  echo "Error: $FILE no existe. Analizar cuál es el problema."
  exit 1
fi
# Buscamos errores
errorres=$(grep -c -i "rror" $FILE)
# Si?
if [ $errores ]
then    # Si ...
```

```
    echo "$BODY" | mail -s "$SUBJECT" $MYMAIL
    echo "Mail enviado ..."
  else    # No
    echo "$OK"
  fi
```

**Resumen**

La sentencia `if then else` se puede resumir como:

```
if list; then list; [ elif list; then list; ] ... [ else list; ] fi
```

Se debe prestar atención a los ";" y a las palabras clave. No es necesario poner toda la sentencia en una sola línea.

### 6.2.4. Los bucles

El bucle **for** tiene dos formas, una de las cuales es diferente a las de otros lenguajes de programación, ya que permite iterar sobre una serie de 'palabras' contenidas dentro de una cadena. La otra forma del **for** sigue los patrones de los lenguajes de programación habituales. El bucle **while** ejecuta una sección de código si la expresión de control es verdadera, y solo se detiene cuando es falsa (o se encuentra una interrupción explícita dentro del código en ejecución, por ejemplo a través de **break**). El bucle **until** es casi idéntico al bucle **while**, excepto en que el código se ejecuta mientras la expresión de control se evalúe como falsa. Veamos unos ejemplos y observemos la sintaxis:

```
#!/bin/bash
for i in $( ls ); do
echo elemento: $i
done
```

En la segunda línea declaramos *i* como la variable que recibirá los diferentes valores contenidos en `$( ls )`, que serán los elementos del directorio obtenido en el momento de la ejecución. El bucle se repetirá (entre do y done) tantas veces como elementos tenga la variable y en cada iteración la variable *i* adquirirá un valor diferente de la lista. Otra sintaxis aceptada podrá ser:

```
#!/bin/bash
for i in `seq 1 10`;
do
echo $i
done
```

En la segunda forma del **for** la sintaxis es **for (( expr1 ; expr2 ; expr3 )) ; do list ; done**, donde primero se evalúa la expresión **expr1**, luego se evalúa la expresión repetidamente hasta que es 0. Cada vez que la expresión **expr2** es

diferente de cero, se ejecuta **list** y la expresión aritmética **expr3** es evaluada. Si alguna de las expresiones se omite, esta siempre será evaluada como 1. Por ejemplo:

```
#!/bin/bash
for (( c=1; c<=5; c++ ))
do
   echo "Repetición Nro. $c "
done
```

Un bucle infinito podría ser:

```
#!/bin/bash
for (( ; ; ))
do
echo "Bucle infinito [ introducir CTRL+C para finalizar]"
done
```

La sintaxis del **while** es:

```
#!/bin/bash
contador=0
while [ $contador -lt 10 ]; do
echo El contador es $contador
let contador=contador+1
done
```

Como podemos ver, además de **while** hemos introducido una comparación en la expresión por menor "-lt" y una operación numérica con let contador=contador+1. La sintaxis del **until** es equivalente:

```
#!/bin/bash
contador=20
until [ $contador -lt 10 ]; do
echo Contador-Until $contador
let contador-=1
done
```

En este caso vemos la equivalencia de la sentencia y además otra forma de hacer operaciones sobre las mismas variables con el "-=".

**Resumen**

Resumen: las sentencias repetitivas se pueden resumir como:

```
for name [ [ in [ word ... ] ] ; ] do list ; done
for (( expr1 ; expr2 ; expr3 )) ; do list ;
while list-1; do list-2; done
until list-1; do list-2; done
```

Como en la sentencia de **if** se debe tener en cuenta los ";" y las palabras clave de cada instrucción.

### 6.2.5. Funciones, select, case, argumentos y otras cuestiones

Las funciones son la forma más fácil de agrupar secciones de código que se podrán volver a utilizar. La sintaxis es *function nombre { mi_código }*, y para llamarlas solo es necesario que estén dentro de mismo archivo y escribir su nombre.

```
#!/bin/bash
function salir {
exit
}
function hola {
echo Hola UOC!
}
hola
salir
echo Nunca llegará a esta línea
```

Como se puede ver tenemos dos funciones, *salir* y *hola*, que luego se ejecutarán (no es necesario declararlas en un orden específico) y como la función *salir* ejecuta un `exit` en *shell* nunca llegará a ejecutar el `echo` final. También podemos pasar argumentos a las funciones, que serán leídos por orden (de la misma forma como se leen los argumentos de un *script*) por $1, el primero, $2 el segundo y así sucesivamente:

```
#!/bin/bash
function salir {
exit
}
function hola-con-parametros {
echo $1
}
hola-con-parametros Hola
hola-con-parametros UOC
salir
echo Nunca llegará a esta línea
```

El `select` es para hacer opciones y leer desde teclado:

```
#!/bin/bash
OPCIONES="Salir Opción1"
select opt in $OPCIONES; do
if [ "$opt" = "Salir" ]; then
echo Salir. Adiós.
```

```
    exit
    elif [ "$opt" = "Opción1" ]; then
    echo Hola UOC
    else
    clear
    echo opción no permitida
    fi
    done
```

El `select` permite hacer menús modo texto y es equivalente a la sentencia `for`, solo que itera sobre el valor de la variable indicada en el `select`. Otro aspecto importante es la lectura de argumentos, como por ejemplo:

```
    #!/bin/bash
    if [ -z "$1" ]; then
    echo uso: $0 directorio
    exit
    fi
    A=$1
    B="/home/$USER"
    C=backup-home-$(date +%d%m%Y).tgz
    tar -cZf $A$B $C
```

Si el número de argumentos es 0, escribe el nombre del comando ($0) con un mensaje de uso. El resto es similar a lo que hemos visto anteriormente excepto por el primer argumento ($1). Mirad con atención el uso de " y la sustitución de variables. El `case` es otra forma de selección, miremos este ejemplo que nos alerta en función del espacio de disco que tenemos disponible:

```
#!/bin/bash
space=`df -h | awk '{print $5}' | grep % \
| grep -v Use | sort -n | tail -1 | cut -d "%" -f1 -`

   case $space in
   [1-6]*)
   Message="todo ok."
   ;;
   [7-8]*)
   Message="Podría comenzar a borrar algo en $space %"
   ;;
   9[1-8])
   Message="Uff. Mejor un nuevo disco. Partición $space % a tope."
   ;;
   99)
   Message="Pánico! No tiene espacio en $space %!"
   ;;
   *)
```

```
    Message="NO tienen nada..."
    ;;
    esac

    echo $Message
```

Además de prestar atención a la sintaxis del `case`, podemos mirar cómo escribir un comando en dos líneas con "\", el filtrado secuencia con varios greps y | y un comando interesante (filtro) como el `awk` (el mejor comando de todos los tiempos).

Como resumen de las sentencias antes vistas tenemos:

```
select name [ in word ] ; do list ; done
case word in [ [(] pattern [ | pattern ] ... ) list ;; ] ... esac
```

Un ejemplo de la sentencia `break` podría ser el siguiente: que busca un archivo en un directorio hasta que lo encuentra:

```
    #!/bin/bash
    for file in /etc/*
    do
    if [ "${file}" == "/etc/passwd" ]
    then
         nroentradas=`wc -l /etc/passwd | cut -d" " -f 1`
         echo "Existen ${nroentradas} entradas definidas en ${file}"
         break
    fi
    done
```

El siguiente ejemplo muestra cómo utilizar el `continue` para seguir con el siguiente bucle del lazo:

```
    #!/bin/bash
    for f in `ls`
    do
         # if el archivo .org existe leo la siguiente
         f=`echo $f | cut -d"." -f 1`
         if [ -f ${f}.org ]
         then
           echo "Siguiente $f archivo..."
           continue  # leo la siguiente y salto el comando cp
         fi
         # no tenemos el archivo .org entonces lo copio
         cp $f $f.org
    done
```

En muchas ocasiones, puede querer solicitar al usuario alguna información, y existen varias maneras para hacer esto:

```
#!/bin/bash
echo Por favor, introduzca su nombre
read nombre
echo "Hola $nombre!"
```

Como variante, se pueden obtener múltiples valores con `read`:

```
#!/bin/bash
echo Por favor, introduzca su nombre y primer apellido
read NO AP
echo "Hola $AP, $NO!"
```

Si hacemos `echo 10 + 10` y esperabais ver 20 quedaréis desilusionados, la forma de evaluación directa será con `echo $((10+10))` o también `echo $[10+10]` y si necesitáis operaciones como fracciones u otras podéis utilizar `bc`, ya que lo anterior solo sirve para números enteros. Por ejemplo, `echo $[3/4]` dará 0 pero **echo 3/4|bc -l** sí que funcionará. También recordemos el uso del `let`, por ejemplo, `let a=75*2` asignará 150 a la variable a. Un ejemplo más:

```
RS@debian:~$ echo $date
20042011
RS@debian:~$ echo $((date++))
20042011
RS@debian:~$ echo $date
20042012
```

Es decir, como operadores podemos utilizar:

- VAR++ VAR-- variable post-incremento y post-decremento.
- ++VAR –VAR ídem anterior pero antes.
- + - operadores unarios.
- ! ~ negación lógica y negación en *strings*.
- ** exponente.
- / + - % operaciones.
- << >> desplazamiento izquierda y derecha.
- <= >= < > comparación.
- == != igualdad y diferencia.
- & ^ | operaciones and, or exclusivo y or.
- && || operaciones and y or lógicos.
- expr ? expr : expr evaluación condicional.
- = *= /= %= += -= <<= >>= &= ^= |= operaciones implícitas.
- , separador entre expresiones.

Para capturar la salida de un comando, es decir, el resultado de la ejecución, podemos utilizar el nombre del comando entre comilla hacia la izquierda (` `).

```
#!/bin/bash
A=`ls`
for b in $A ;
do
file $b
done
```

Para la comparación tenemos las siguientes opciones:

- *s1 = s2* verdadero si s1 coincide con s2.
- *s1 != s2* verdadero si s1 no coincide con s2.
- *s1 < s2* verdadero si s1 es alfabéticamente anterior a s2.
- *s1 > s2* verdadero si s1 es alfabéticamente posterior a s2.
- *-n s1* s1 no es nulo (contiene uno o más caracteres).
- *-z s1* s1 es nulo.

Por ejemplo, se debe ir con cuidado porque si S1 o S2 están vacíos, nos dará un error de interpretación (*parse*):

```
#!/bin/bash
S1='cadena'
S2='Cadena'
if [ $S1!=$S2 ];
then
echo "S1('$S1') no es igual a S2('$S2')"
fi
if [ $S1=$S1 ];
then
echo "S1('$S1') es igual a S1('$S1')"
fi
```

En cuanto a los operadores aritméticos y relacionales, podemos utilizar:

**a)** Operadores aritméticos:

- + (adición).
- - (sustracción).
- * (producto).
- / (división).
- % (módulo).

**b)** Operadores relacionales:

- -lt (<).

- -gt (>).
- -le (<=).
- -ge (>=).
- -eq (==).
- -ne (!=).

Hagamos un ejemplo de *script* que nos permitirá renombrar ficheros S1 con una serie de parámetros (prefijo o sufijos) de acuerdo a los argumentos. El modo será p [prefijo] ficheros... o si no, s [sufijo] ficheros.. o también r [patrón-antiguo] [patrón-nuevo] ficheros.. (y como siempre decimos, los *scripts* son mejorables):

```
#!/bin/bash -x
# renom: renombra múltiples ficheros de acuerdo con ciertas reglas
# Basado en original de F. Hudson Enero - 2000
# comprueba si deseo renombrar con prefijo y dejo solo los nombres de
# archivos
if [ $1 = p ]; then
   prefijo=$2 ; shift ; shift

   # si no hay entradas de archivos termino.
   if [ "$1" = '' ]; then
      echo "no se especificaron ficheros"
      exit 0
   fi
   # Interación para renombrar
   for fichero in $*
      do
      mv ${fichero} $prefijo$fichero
      done
   exit 0
fi
# comprueba si deseo renombrar con prefijo y dejo solo los nombres de
# archivos
if [ $1 = s ]; then
   sufijo=$2 ; shift ; shift
   if [ "$1" = '' ]; then
      echo "no se especificaron ficheros"
      exit 0
   fi
   for fichero in $*
      do
      mv ${fichero} $fichero$sufijo
      done
   exit 0
fi
# comprueba si es una sustitución de patrones
```

```
if [ $1 = r ]; then
shift
# se ha incluido esto como medida de seguridad
   if [ $# -lt 3 ] ; then
      echo "uso: renom r [expresión] [sustituto] ficheros... "
      exit 0
   fi
   VIEJO=$1 ; NUEVO=$2 ; shift ; shift
   for fichero in $*
      do
      nuevo=`echo ${fichero} | sed s/${VIEJO}/${NUEVO}/g`
      mv ${fichero} $nuevo
      done
   exit 0
fi
# si no le muestro la ayuda
echo "uso:"
echo " renom p [prefijo] ficheros.."
echo " renom s [sufijo] ficheros.."
echo " renom r [patrón-antiguo] [patrón-nuevo] ficheros.."
exit 0
```

Especial atención se debe prestar a las "", '', `` {}etc., por ejemplo:

```
RS@debian:~$ date=20042010
RS@debian:~$ echo $date
20042010
RS@debian:~$ echo \$date
$date
RS@debian:~$ echo '$date'
$date
RS@debian:~$ echo "$date"
20042010
RS@debian:~$ echo "`date`"
Sat Apr 17 14:35:03 EDT 2010
RS@debian:~$ echo "lo que se me ocurre es: \"Estoy cansado\""
lo que se me ocurre es: "Estoy cansado"
RS@debian:~$ echo "\"
>
(espera más entradas: hacer Crtl-C)
remo@debian:~$ echo "\\"
\
RS@debian:~$ echo grande{cit,much,poc,ningun}o
grandecito grandemucho grandepoco grandeninguno
```

Una combinación de entrada de teclado y operaciones/expresiones para calcular un año bisiesto:

```
#!/bin/bash
clear;
echo "Entre el año a verificar (4 digits), y después [ENTER]:"
read year
if (( ("$year" % 400) == "0" )) || (( ("$year" % 4 == "0") \
&& ("$year" % 100 !="0") )); then
   echo "$year es bisiesto."
else
   echo "$year este año NO es bisiesto."
fi
```

Un comando interesante combinado de `read` con delimitador en una expresión (está puesto todo en una línea y por eso la sintaxis está separada por ;). El resultado será "interesante" (nos mostrará todos los *string* dados por el `find` en un línea y sin /:

```
find "$PWD" -name "m*" | while read -d "/" file; do echo $file; done
```

Un aspecto interesante para trabajar co *string* (ver manual de bash: `man bash`) es ${VAR:*OFFSET*:*LENGTH*}.

```
RS@debian:~$ export str="unstring muy largo"
RS@debian:~$ echo $str
unstring muy largo
RS@debian:~$ echo ${str:4}
ring muy largo
RS@debian:~$ echo $str
unstring muy largo
RS@debian:~$ echo ${str:9:3}
muy
RS@debian:~$ echo ${str%largo}
unstring muy
```

La sentencia `trap` nos permitirá capturar una señal (por ejemplo, de teclado) dentro de un script.

```
#!/bin/bash
# Para finalizar hacer desde otro terminal kill -9 pid

trap "echo ' Ja!'" SIGINT SIGTERM
echo "El pid es $$"

while : # esto es lo mismo que "while true".
      do
```

```
      sleep 10 # El script no hace nada.
done
```

### 6.2.6. Filtros: Grep

El grep es un filtro de patrones muy útil y versátil, a continuación podemos ver algunos ejemplos:

```
RS@debian:~$ grep root /etc/passwd   busca patrón root
root:x:0:0:root:/root:/bin/bash

RS@debian:~$ grep -n root /etc/passwd   además numera las líneas
1:root:x:0:0:root:/root:/bin/bash

RS@debian:~$ grep -v bash /etc/passwd | grep -v nologin

   lista los que no tienen el patrón y bash ni el patrón nologin
daemon:x:1:1:daemon:/usr/sbin:/bin/sh
bin:x:2:2:bin:/bin:/bin/sh
sys:x:3:3:sys:/dev:/bin/sh
sync:x:4:65534:sync:/bin:/bin/sync
...

RS@debian:~$ grep -c false /etc/passwd   cuenta los que tienen false
7
RS@debian:~$ grep -i ps ~/.bash* | grep -v history
   busca patrón ps en todos los archivos que comienzan por .bash en el directorio home
   excluyendo los que el archivo contenga history
/home/RS/.bashrc:[ -z "$PS1" ] &amp;amp;&amp;amp; return
/home/RS/.bashrc:export HISTCONTROL=$HISTCONTROL${HISTCONTROL+,}ignoredups
/home/RS/.bashrc:# ... or force ignoredups and ignorespace
...

RS@debian:~$ grep ^root /etc/passwd   busca a inicio de línea
root:x:0:0:root:/root:/bin/bash

RS@debian:~$ grep false$ /etc/passwd   busca a final de línea
Debian-exim:x:101:105::/var/spool/exim4:/bin/false
statd:x:102:65534::/var/lib/nfs:/bin/false

RS@debian:~$ grep -w / /etc/fstab   busca /
/dev/hda1 / ext3 errors=remount-ro 0 1

RS@debian:~$ grep [yf] /etc/group   busca y o Y
sys:x:3:
tty:x:5:
....
```

```
RS@debian:~$ grep '\<c...h\>' /usr/share/dict/words   busca comenzando por c y terminando
                                          por h con un máximo de tres.
catch
cinch
cinch's
....

RS@debian:~$ grep '\<c.*h\>' /usr/share/dict/words   busca comenzando por c y terminando
                                          por h todas.
caddish
calabash
...
```

### 6.2.7. Filtros: Awk

*Awk*, o también la implementación de GNU gawk, es un comando que acepta un lenguaje de programación diseñado para procesar datos basados en texto, ya sean ficheros o flujos de datos, y ha sido la inspiración de Larry Wall para escribir Perl. Su sintaxis más común es `awk 'programa' archivos` ... y donde programa puede ser: `patrón {acción} patrón {acción}...`, awk lee la entrada de archivos un renglón a la vez. Cada renglón se compara con cada patrón en orden; para cada patrón que concuerde con el renglón se efectúa la acción correspondiente. Un ejemplo pregunta por el primer campo si es *root* de cada línea del */etc/passwd* y la imprime considerando como separador de campos el ":" con -F:, en el segundo ejemplo reemplaza el primer campo por *root* e imprime el resultado cambiado (en el primer comando utilizamos '= =' en el segundo solo un '=').

```
RS@debian:~$ awk -F: '$1=="root" {print}' /etc/passwd
root:x:0:0:root:/root:/bin/bash



RS@debian:~$ awk -F: '$1="root" {print}' /etc/passwd
root x 0 0 root /root /bin/bash
root x 1 1 daemon /usr/sbin /bin/sh
root x 2 2 bin /bin /bin/sh
root x 3 3 sys /dev /bin/sh
root x 4 65534 sync /bin /bin/sync
root x 5 60 games /usr/games /bin/sh
root x 6 12 man /var/cache/man /bin/sh
```

El awk divide automáticamente la entrada de líneas en campos, es decir, cadena de caracteres que no sean blancos separados por blancos o tabuladores, por ejemplo, el `who` tiene 5 campos y `awk` nos permitirá filtrar cada uno de estos campos.

```
RS@debian:~$ who
RS tty7 2010-04-17 05:49 (:0)
RS pts/0 2010-04-17 05:50 (:0.0)
RS pts/1 2010-04-17 16:46 (:0.0)
remo@debian:~$ who | awk '{print $4}'
05:49
05:50
16:46
```

El awk llama a estos campos $1 $2 ... $NF donde NF es una variable igual al número de campos (en este caso NF=5). Por ejemplo:

```
ls -al | awk '{print NR, $0}   Agrega números de entradas (la variable NR cuenta el
                                número de líneas, $0 es la línea entera.
awk '{printf "%4d %s\n", NR, $0}'  significa un número decimal (NR) un string ($0)
                                y un new line
awk -F: '$2 == "" ' /etc/passwd   Dará los usuarios que en el archivo de passwd no
                                tengan puesto la contraseña
```

El patrón puede escribirse de varias formas:

```
$2 == "" si el segundo campo es vacío
$2 ~ /^$/ si el segundo campo coincide con la cadena vacía
$2 !~ /./ si el segundo campo no concuerda con ningún carácter (! es negación)
length($2) == si la longitud del segundo campo es 0, length es una función interna del awk
~ indica coincidencia con una expresión
!~ significa los contrario (no coincidencia)
NF % 2 != 0 muestra el renglón solo si hay un número par de campos
awk 'lenght ($0) 32 {print "Línea", NR, "larga", substr($0,1,30)} ' /etc/passwd
   evalúa las líneas de /etc/passwd y genera un substring de esta
```

Existen dos patrones especiales BEGIN y END. Las acciones BEGIN se realizan antes que el primer renglón se haya leído; puede usarse para inicializar las variables, imprimir encabezados o posicionar separadores de un campo asignándoselos a la variable FS por ejemplo:

```
awk 'BEGIN {FS = ":"} $2 == "" ' /etc/passwd   igual que el ejemplo de antes
awk 'END { print NR } ' /etc/passwd   imprime el número de líneas procesadas al
            final de la lectura del último renglón.
```

El `awk` permite operaciones numéricas en forma de columnas, por ejemplo, para sumar todos los números de la primera columna:

```
{ s=s + 1} END { print s}   y para la suma y el promedio END { print s, s/NR}
```

Las variables se inicializan a cero al declararse, y se declaran al utilizarse, por lo que resulta muy simple (los operadores son los mismos que en C):

```
{ s+=1} END {print s} Por ejemplo, para contar renglones, palabras y caracteres:
{ nc += length($0) +1 nw +=NF } END {print NR, nw, nc}
```

Existen variables predefinidas en el awk:

- FILENAME nombre del archivo actual.
- FS carácter delimitador del campo.
- NF número de campos del registro de entrada.
- NR número del registro del entrada.
- OFMT formato de salida para números (%g default).
- OFS cadena separadora de campo en la salida (blanco por default).
- ORS cadena separadora de registro de salida (*new line* por default).
- RS cadena separador de registro de entrada (*new line* por default).

Operadores (ídem C):

- = += -= *= /= %= || && ! >> >>= << <<= == != ~ !~
- + - * / %
- ++ --

Funciones predefinidas en awk: cos(), exp(), getline(), index(), int(), length(), log(), sin(), split(), sprintf(), substr().

Además soporta dentro de acción sentencias de control con la sintaxis similar a C:

```
if (condición)
proposición1
else
proposición2

for (exp1;condición;exp2)

while (condición) {
proposición
expr2
}
continue   sigue, evalúa la condición nuevamente
break   rompe la condición
next   lee la siguiente línea de entrada
exit   salta a END
```

También el `awk` maneja arreglos, por ejemplo, para hacer un `head` de */etc/passwd*:

```
awk '{ line[NR] = $0} \
END { for (i=NR; i>2; i--) print line[i]} ' /etc/passwd
```

Otro ejemplo:

```
awk 'BEGIN { print "Usuario UID Shell\n------- --- -----" } $3 >= 500 { print $1, $3, \
 $7 | "sort -r"}' FS=":" /etc/passwd
Usuario UID Shell
------- --- -----
RS 1001 /bin/bash
nobody 65534 /bin/sh
debian 1000 /bin/bash
RS@debian:~$ ls -al | awk '
BEGIN { print "File\t\t\tOwner" }
{ print $8, "\t\t\t", \
$3}
END { print "done"}
'
File Owner
. RS
.. root
.bash_history RS
.bash_logout RS
.bashrc RS
.config RS
...
```

### 6.2.8. Ejemplos complementarios

**1)** Un ejemplo completo para borrar los logs (borra */var/log/wtmp* y se queda con 50 líneas –o las que pase el usuario en línea de comando– de */var/log/messages*).

```
   #!/bin/bash
   #Variables
   LOG_DIR=/var/log
   ROOT_UID=0 # solo lo pueden ejecutar el root
   LINES=50 # Líneas por defecto.
   E_XCD=86 # NO me puedo cambiar de directorio
   E_NOTROOT=87 # Salida de No-root error.

   if [ "$UID" -ne "$ROOT_UID" ] # Soy root?
      then
      echo "Debe ser root. Lo siento."
```

```
   exit $E_NOTROOT
   fi

if [ -n "$1" ] # Número de líneas a preservar?
   then
   lines=$1
   else
   lines=$LINES # valor por defecto.
   fi

cd $LOG_DIR

if [ `pwd` != "$LOG_DIR" ]
# también puede ser if [ "$PWD" != "$LOG_DIR" ]
   then
   echo "No puedo ir a $LOG_DIR."
   exit $E_XCD
   fi #

# Otra forma de hacerlo sería :
# cd /var/log || {
# echo "No puedo !" >&2
# exit $E_XCD;
# }

tail -n $lines messages > mesg.temp # Salvo en temporal
mv mesg.temp messages # Muevo.

cat /dev/null > wtmp #Borro wtmp.
echo "Logs Borrados."
exit 0
# Un cero indica que todo Ok.
```

**2)** Utilización del `expr`:

```
#!/bin/bash
echo "Ariméticos"
echo
a=`expr 5 + 3`
echo "5 + 3 = $a"
a=`expr $a + 1`
echo
echo "a + 1 = $a"
echo "(incremento)"
a=`expr 5 % 3`
# módulo
echo
```

```
echo "5 mod 3 = $a"

# Lógicos
# 1 si true, 0 si false,
#+ opuesto a normal Bash convention.

echo "Lógicos"
x=24
y=25
b=`expr $x = $y` # por igual.
echo "b = $b" # 0 ( $x -ne $y )
a=3
b=`expr $a \> 10`
echo 'b=`expr $a \> 10`, por lo cual...'
echo "If a > 10, b = 0 (false)"
echo "b = $b" # 0 ( 3 ! -gt 10 )
b=`expr $a \< 10`
echo "If a < 10, b = 1 (true)"
echo "b = $b" # 1 ( 3 -lt 10 )
echo
# Cuidado con los operadores de escape \.
b=`expr $a \<= 3`
echo "If a <= 3, b = 1 (true)"
echo "b = $b" # 1 ( 3 -le 3 )
# Se utiliza un operador "\>=" operator (greater than or equal to).

echo "String"
echo
a=1234zipper43231
echo "String base \"$a\"."
b=`expr length $a`
echo "Long. de \"$a\" es $b."
# index: posición del primer caracter que satisface en el string
#
b=`expr index $a 23`
echo "Posición numérica del \"2\" en \"$a\" es \"$b\"."
# substr: extract substring, starting position &amp;amp; length specified
b=`expr substr $a 2 6`
echo "Substring de \"$a\", comenzando en 2,\
y de 6 chars es \"$b\"."
# Using Regular Expressions ...
b=`expr match "$a" '[0-9]*'` # contador numérico.
echo Número de digitos de \"$a\" es $b.
b=`expr match "$a" '\([0-9]*\)'` # cuidado los caracteres de escape
echo "Los dígitos de \"$a\" son \"$b\"."
exit 0
```

**3)** Un ejemplo que muestra diferentes variables (con lectura desde teclado), sentencias y ejecución de comandos:

```
#!/bin/bash
echo -n "Introducir el % de CPU del proceso que más consume a supervisar, el intervalo[s],
         Nro  repeticiones [0=siempre]: "
read lim t in
while true
do
        A=`ps -e -o pcpu,pid,comm | sort -k1 -n -r | head -1`
        load=`echo $A | awk '{ print $1 }'`
        load=${load%.*}
        pid=`echo $A | awk '{print $2 }'`

        if [ $load -gt $lim ]
        then
           # verifico cada t segundos la CPU load
           sleep $t
           B=`ps -e -o pcpu,pid,comm | sort -k1 -n -r | head -1`
           load2=`echo $B | awk '{ print $1 }'`
           load2=${load2%.*}
           pid2=`echo $B | awk '{print $2 }'`
           name2=`echo $B | awk '{print $3 }'`
           [ $load2 -gt $lim ] && [ $pid = $pid2 ] && echo $load2, $pid2, $name2
  let in--
           if [ $in == 0 ]; then  echo "Fin"; exit 0; fi
fi
  done
```

**4)** Muchas veces en los *shell scripts* es necesario hacer un menú para que el usuario escoja una opción. En el primer código se debe instalar el paquete **dialog (apt-get install dialog)**.

**a.** Menú con el comando dialog:

```
#!/bin/bash
# original http://serverfault.com/questions/144939/multi-select-menu-in-bash-script

cmd=(dialog --separate-output --checklist "Select options:" 22 76 16)
options=(1 "Opción 1" off    # Si se desea cualquiera
                                        # se puede poner en on
         2 "Opción 2" off
         3 "Opción 3" off
         4 "Opción 4" off)
choices=$("${cmd[@]}" "${options[@]}" 2>&1 >/dev/tty)
clear
for choice in $choices
```

```
do
    case $choice in
        1)
            echo "Primera opción"
            ;;
        2)
            echo "Segunda Opción"
            ;;
        3)
            echo "Tercera Opción"
            ;;
        4)
            echo "Cuarta Opción"
            ;;
    esac
done
```

**b.** Menú solo con sentencias:

```
#!/bin/bash
# Basado en original de D.Williamson
# http://serverfault.com/questions/144939/multi-select-menu-in-bash-script

toogle () {
    local choice=$1
    if [[ ${opts[choice]} ]]
    then
        opts[choice]=
    else
        opts[choice]="<-"
    fi
}

PS3='Seleccionar opción: '
while :
do
    clear
    options=("Opción A ${opts[1]}" "Opción B ${opts[2]}" "Opción C ${opts[3]}" "Salir")
    select opt in "${options[@]}"
    do
        case $opt in
            "Opción A ${opts[1]}")
                toogle 1
                break
                ;;
           "Opción B ${opts[2]}")
                toogle 2
```

```
                    break
                    ;;
               "Opción C ${opts[3]}")
                    toogle 3
                    break
                    ;;
                "Salir")
                    break 2
                    ;;
                *) printf '%s\n' 'Opción no válida';;
            esac
        done
    done

    printf '%s\n' 'Opciones selecionadas:'
    for opt in "${!opts[@]}"
    do
        if [[ ${opts[opt]} ]]
        then
            printf '%s\n' "Opción $opt"
        fi
    done
```

**5)** En ocasiones es necesario filtrar una serie de argumentos pasados en la línea de comandos y `getop` o `getopts` pueden ayudar. Estos comandos son utilizados para procesar y validar argumentos de un *shell script* y son similares pero no idénticos. Además, la funcionalidad puede variar en función de su implementación, por lo cual es necesario leer las páginas del manual con detalle.

En el primer ejemplo utilizaremos `getopts` y filtrará `nombre_cmd -a valor`:

```
    #!/bin/bash
    # Más opciones en
    while getopts ":a:" opt; do
      case $opt in
        a)
            echo "-a fue introducido, Parámetro: $OPTARG" >&2
            ;;
        \?)
           echo "opción in´valida: -$OPTARG" >&2
           exit 1
           ;;
        :)
           echo "Opción -$OPTARG requiere un argumento." >&2
           exit 1
           ;;
       esac
```

```
done
```

Y con `getopt`:

```
#!/bin/bash
args=`getopt abc: $*`
if test $? != 0
     then
         echo 'Uso: -a -b -c valor'
         exit 1
fi
set -- $args
for i
do
  case "$i" in
          -c) shift;echo "Opción c como argumento con $1";shift;;
          -a) shift;echo "Opción a como argumento";;
          -b) shift;echo "Opción b como argumento";;
  esac
done
```

# Actividades

**1.** Analizad las siguientes órdenes y sus principales parámetros:

`7z`, `awk`, `apt-cache`, `at`, `apt-get`, `bg`, `cd`, `chmod`, `chown`, `chgrp`, `cal`, `cut`, `cat`, `cp`, `crontab`, `curl`, `crontab`, `chmod`, `chown`, `chgrp`, `compress`, `clear`, `date`, `df`, `du`, `dpkg`, `dc`, `dig`, `diff`, `env`, `expr`, `exit`, `fold`, `fg`, `ftp`, `free`, `file`, `find`, `gzip`, `grep`, `head`, `id`, `info`, `kill`, `less`, `last`, `ln`, `lp`, `ls`, `mesg`, `man`, `mail`, `mkdir`, `more`, `mv`, `mount`, `nice`, `nohup`, `ps`, `passwd`, `pwd`, `page`, `pstree`, `ping`, `quota`, `sed`, `ssh`, `sleep`, `sort`, `scp`, `su`, `sudo`, `rm`, `rmdir`, `tail`, `tar`, `tee`, `telnet`, `test`, `tail`, `tr`, `touch`, `top`, `users`, `uptime`, `uname`, `vi`, `whereis`, `which`, `whois`, `wget`, `who`, `w`, `wc`, `write`, `zip`.

**2.** Instalad Virtual Box sobre un sistema operativo huésped que se disponga y cargad una imagen ya configurada (p. ej. desde http://virtualboxes.org/images) verificando que el sistema funcione (incluyendo sistema gráfico, red, acceso a disco del huésped, etc.).

**3.** Repetid el punto anterior instalando el sistema desde los CD/DVD enviados por la UOC.

**4.** Cread un *script* interactivo que calcule el número de días entre dos fechas introducidas por el usuario en el siguiente formato día/mes/año. También deberéis calcular el número de horas si el usuario introduce hora de inicio y hora de final en el siguiente formato hh:mm. Si introduce solo una hora, se calculará hasta las 23:59 del día dado como final del período a calcular.

**5.** Cread un *script* que se haga una copia (recursiva) de los archivos en */etc*, de modo que un administrador del sistema pueda modificar los archivos de inicio sin temor.

**6.** Escribid un script llamado *homebackup* que automatice el `tar` con las opciones correctas y en el directorio */var/backups* para hacer una copia de seguridad del directorio principal del usuario con las siguientes condiciones:
**a.** Haced un test del número de argumentos. El script debe ejecutarse sin argumentos y si hay, debe imprimir un mensaje de uso.
**b.** Determinad si el directorio de copias de seguridad tiene suficiente espacio libre para almacenar la copia de seguridad.
**c.** Preguntad al usuario si desea una copia completa (todo) o una copia incremental (solo aquellos archivos que hayan cambiado). Si el usuario no tiene una copia de seguridad completa, se deberá hacer, y en caso de una copia de seguridad incremental, solo hacerlo si la copia de seguridad completa no tiene más de una semana.
**d.** Comprimid la copia de seguridad utilizando cualquier herramienta de compresión.
**e.** Informad al usuario que se hará en cada momento, ya que esto puede tardar algún tiempo y así se evitará que el usuario se ponga nervioso si la salida no aparece en la pantalla.
**f.** Imprimid un mensaje informando al usuario sobre el tamaño de la copia de seguridad sin comprimir y comprimida, el número de archivos guardados/actualizados y el número de directorios guardados/actualizados.

**7.** Escribid un script que ejecute un simple navegador web (en modo texto), utilizando `wget` y `links -dump` para mostrar las páginas HTML en un terminal.

El usuario tiene 3 opciones: introducir una dirección URL, entrar **b** para retroceder (back) y **q** para salir. Las 10 últimas URL introducidas por el usuario se almacenan en una matriz, desde donde el usuario puede restaurar la URL utilizando la funcionalidad **b** (back).

# Bibliografía

(URL visitadas en 2016)

"ALSA" http://www.alsa-project.org/main/index.php/Main_Page.

**Barnett, Bruce**. "AWK" http://www.grymoire.com/Unix/Awk.html. © General Electric Company.

"Bash Reference Manual" http://www.gnu.org/software/bash/manual/bashref.html.

**Comer, Douglas** (2001). *TCP/IP Principios básicos, protocolos y arquitectura*. Prentice Hall.

"¿Cómo elegir un passwd seguro?" http://en.wikipedia.org/wiki/Password_strength.

**Comunidad Debian.** "Distribución Debian". http://www.debian.org

Configuración Xorg en Debian https://wiki.debian.org/Xorg.

**Cooper, M.** (2006). "Advanced bash Scripting Guide". *The Linux Documentation Project* (guías). http://tldp.org/LDP/abs/html/index.html

"CUPS" http://www.cups.org/.

*Drivers de targetas gráficas* http://www.calel.org/pci-devices/xorg-device-list.html.

"El libro del administrador de Debian" http://debian-handbook.info/browse/es-ES/stable/.

**The Fedora Project**. http://fedoraproject.org.

**FHS** "Filesystem Hierarchy Standard (FHS)" https://en.wikipedia.org/wiki/Filesystem_Hierarchy_Standard; http://www.pathname.com/fhs.

"Firmware ipw2x00" https://wiki.debian.org/ipw2200.

**Garrels, Machtelt.** "Bash Guide for Beginners" http://tldp.org/LDP/Bash-Beginners-Guide/html/index.html.

**GNU**. "GNU Operating System (Software)" http://www.gnu.org/software.

"The GNU awk programming language" http://tldp.org/LDP/Bash-Beginners-Guide/html/chap_06.html.

"Guía de instalación Debian Squeeze" http://man-es.debianchile.org/index.html. Gran parte de la explicación también sirve para Wheezy.

**HispaLinux**. "Comunidad Hispana de Linux" http://www.hispalinux.es.

"How to Resize Windows Partitions" https://help.ubuntu.com/community/HowtoResizeWindowsPartitions.

**Koehntopp, K.** "Linux Partition HOWTO". *The Linux Documentation Project.*

**Mike, G.** "Programación en BASH - COMO de introducción" http://es.tldp.org/COMO-INSFLUG/COMOs/Bash-Prog-Intro-COMO/.

MIPS i3-370M http://www.notebookcheck.net/Intel-Core-i3-370M-Notebook-Processor.32767.0.html.

**[Mou01] Mourani, Gerhard** (2001). *Securing and Optimizing Linux: The Ultimate Solution. Open Network Architecture, Inc.*http://www.tldp.org/LDP/solrhe/Securing-Optimizing-Linux-The-Ultimate-Solution-v2.0.pdf.

"Network Manager en Debian 7 Wheezy" https://wiki.debian.org/NetworkManager.

"NPT" http://support.ntp.org/bin/view/Support/GettingStarted; https://wiki.debian.org/es/NTP.

**Pritchard, S.** "Linux Hardware HOWTO". *The Linux Documentation Project.*

**Quigley, E.** (2001). *Linux shells by Example*. Prentice Hall.

**Robbins, Arnold**. "UNIX in a Nutshell" (3.ª ed.) http://shop.oreilly.com/product/9781565924277.do (cap. 11).

"The Shell Scripting Tutorial" http://bash.cyberciti.biz/guide/Main_Page.

"System Printing" https://wiki.debian.org/SystemPrinting.

"TLDP guides" http://www.tldp.org/guides.html.

**Ubuntu**. Distribución Ubuntu http://www.ubuntu.com.

**van Vugt, Sander.** "Beginning Ubuntu Server Administration: From Novice to Professional" (Disponible en Safari Books).

**Wells, M. y otros**. *Running Linux*. O'Reilly.

"Xming X Server" http://www.straightrunning.com/XmingNotes.

# Migración y coexistencia con sistemas no Linux

Josep Jorba Esteve

PID_00238581

UOC
Universitat Oberta de Catalunya

*Se garantiza permiso para copiar, distribuir y modificar este documento según los términos de la GNU Free Documentation License, Version 1.3 o cualquiera posterior publicada por la Free Software Foundation, sin secciones invariantes ni textos de cubierta delantera o trasera. Pueden consultarse los términos de la licencia en http://www.gnu.org/licenses/fdl-1.3.html.*

# Índice

**Introducción**..... 5

**1. Sistemas informáticos: ambientes**..... 7

**2. Servicios en GNU/Linux**..... 12

**3. Tipologías de uso**..... 15

**4. Migrar o coexistir**..... 18
4.1. Identificar requerimientos de servicios ..... 20
4.2. Proceso de migración ..... 21
4.2.1. Workstation ..... 22
4.2.2. Máquinas clientes de escritorio ..... 23

**5. Taller de migración: análisis de casos de estudio**..... 27
5.1. Migración individual de un usuario de escritorio Windows a un sistema GNU/Linux ..... 27
5.2. Migración de una pequeña organización que dispone de sistemas Windows y algunos UNIX ..... 30
5.3. Migración de un servidor Windows a un servidor Samba en GNU/Linux ..... 33

**Actividades**..... 43

**Bibliografía**..... 44

# Introducción

Una vez realizada una primera aproximación a los sistemas GNU/Linux, el siguiente paso es integrarlos en el entorno de trabajo como sistemas de producción. Según el sistema actual que esté en uso, podemos plantear, o bien una migración total a sistemas GNU/Linux, o bien una coexistencia mediante servicios compatibles.

La migración al entorno GNU/Linux puede hacerse de forma progresiva, sustituyendo servicios parcialmente, o bien sustituyendo todo por los equivalentes GNU/Linux del antiguo sistema.

En los entornos distribuidos actuales, el paradigma más presente es el de cliente/servidor. Cualquier tarea en el sistema global está gestionada por uno o más servidores dedicados, accediendo las aplicaciones o directamente los usuarios a los servicios prestados.

Respecto al ambiente de trabajo, ya sea desde el caso más simple, como el usuario individual, o bien a uno complejo, como un entorno empresarial, en cada entorno se necesitará un conjunto de servicios que tendremos que seleccionar, adaptando luego las máquinas clientes y servidores, para que puedan acceder a estos o proporcionar sus servicios.

Los servicios pueden englobar muchos aspectos diferentes. Suelen estar presentes varios tipos, ya sea para compartir recursos o información. Son habituales servidores de archivos, de impresión, de web, de nombres, de correo, etc.

El administrador, normalmente, seleccionará un conjunto de servicios que deberán estar presentes en el ambiente de trabajo, dependiendo de las necesidades de los usuarios finales, y/o de la organización, y deberá configurar el soporte adecuado a la infraestructura, en forma de servidores que soporten la carga de trabajo esperada (tanto carga interna, como carga del exterior si la hay).

# 1. Sistemas informáticos: ambientes

En el proceso de algunas instalaciones de distribuciones de GNU/Linux, podemos encontrarnos a menudo que nos preguntan por el tipo de ambiente, o por las tareas a las que va a estar dedicado nuestro sistema. Esto permite muchas veces escoger un subconjunto de software que se nos instalará por defecto, por ser el más adecuado a la función prevista. Es habitual que nos pregunten si el sistema se destinará a:

**a) Estación de trabajo (*workstation*)**: este tipo de sistema incorpora algunas aplicaciones particulares que serán las más usadas. El sistema, básicamente, se dedica a la ejecución de estas aplicaciones y a un pequeño conjunto de servicios de red.

**b) Servidor**: se integran la mayoría de servicios de red o, en todo caso, alguno particular, el cual va a ser el servicio principal del sistema.

**c) Estación dedicada a cálculo**: aplicaciones intensivas en cálculo, *renders*, aplicaciones científicas, gráficos CAD, etc.

**d) Estación gráfica**: escritorio con aplicaciones que necesitan de interacción con el usuario en forma gráfica.

**e) Nodo de infraestructura distribuida**: nodo dedicado bien a computo o a receptáculo de virtualización, para su uso en clústeres HPC (computación de altas prestaciones) o en *cloud computing* para computación o infraestructura de servicios en la nube.

Usualmente, podemos componer nuestro sistema GNU/Linux a partir de una o más de estas posibilidades.

Más en general, si tuviésemos que separar los ambientes de trabajo en que se puede utilizar un sistema GNU/Linux, podríamos identificar tres tipos principales de ambiente: estación de trabajo (*workstation*), servidor y escritorio (*desktop*).

**Funciones**

Los sistemas GNU/Linux pueden dedicarse a funciones de servidor, estación de trabajo o escritorio.

También se podría incluir otro tipo de sistemas, los que llamaríamos genéricamente dispositivos empotrados (*embebbed*), o sistemas móviles de pequeñas dimensiones, por ejemplo, un teléfono móvil inteligente (*smartphone*), una tableta, una videoconsola portátil, etc. GNU/Linux ofrece, asimismo, soporte para estos dispositivos, con *kernels* reducidos y personalizados.

**Ejemplo**

Destacamos, por ejemplo, un trabajo inicial realizado por la firma Sharp en sus modelos Zaurus, un PDA con Linux de altas prestaciones (varios modelos estuvieron disponibles en las décadas de los noventa y la primera del 2000). O también otras iniciativas Linux de tipo empotrado como los TPV (terminales punto de venta). O algunos intentos de videoconsolas como la GP2X. También es especialmente destacable la evolución en el mercado de los *smartphones* de la plataforma Android de Google Inc., basada en máquina virtual Java sobre un *kernel* Linux modificado, así como otras plataformas móviles, con mayor o menor éxito como Firefox OS (discontinuado, con algún sucesor posible como H5OS), Tizen, Sailfish OS o Ubuntu Touch.

**Nota**

Características e historia de la plataforma Android en:

http://en.wikipedia.org/wiki/Android_(operating_system)

http://www.android.com

Respecto a los tres principales ambientes, veamos cómo se desarrolla cada uno de estos sistemas informáticos en un entorno GNU/Linux:

**1)** Un sistema de tipo ***workstation*** suele ser una máquina de alto rendimiento, utilizada para una tarea específica en lugar de un conjunto general de tareas. La *workstation*, clásicamente, estaba compuesta de una máquina de altas prestaciones con hardware específico adecuado a la tarea que había que desarrollar. Solía tratarse de una máquina Sun Sparc, IBM Risc o Silicon Graphics (entre otras) con sus variantes de UNIX propietarios. Estas máquinas de alto coste se orientaban a un segmento claro de aplicaciones, ya fuese el diseño gráfico 3D (caso Silicon o Sun) o bases de datos (IBM o Sun). Hoy en día, muchos de los actuales PC tienen un rendimiento comparable a estos sistemas (aunque no igual), y la frontera entre uno de estos sistemas y un PC no está ya tan clara, gracias a la existencia de GNU/Linux como alternativa a las versiones de UNIX propietarios. Cabe destacar que muchos de estos fabricantes (Oracle/Sun, IBM, HP, Dell) están ofreciendo GNU/Linux como opción de operativo para sus sistemas actuales de gama alta, normalmente mediante convenios con distribuidores Linux comerciales, como Red Hat, SUSE, o bien construyen su propia distribución, como el caso de Oracle Linux.

**2)** Un sistema de tipo **servidor** tiene un objetivo concreto, que es ofrecer servicios a otras máquinas de la red: ofrece características o una funcionalidad clara al resto de máquinas. En sistemas informáticos relativamente pequeños (por ejemplo, menores de 5-10 máquinas), no suele haber un sistema exclusivo de servidor (aunque acostumbran a ser comunes los de archivos e impresión), y suele estar compartido con otras funcionalidades, por ejemplo también como máquina de tipo escritorio. En sistemas medianos (unas pocas decenas de máquinas), suele haber una o más máquinas dedicadas a actuar de servidor, ya sea la máquina exclusiva que centra todos los servicios (correo, web, etc.) o un par de máquinas dedicadas a repartirse los servicios principales.

En sistemas grandes (un centenar o más de máquinas, incluso miles), por la capacidad de carga puede ser necesario que exista un buen grupo de servidores, cada uno de ellos dedicado normalmente a algún servicio en exclusiva, o incluso se puede dedicar un conjunto de máquinas exclusivamente a un servicio. Es más, si estos servicios se proporcionan –hacia dentro o hacia fuera de la organización– mediante acceso por clientes directos o abierto a Internet, dependiendo de la capacidad de carga que tengamos que soportar, tendremos que recurrir a soluciones de tipo SMP/Multisocket (máquinas con varios procesadores interconectados en la misma máquina, procesadores a su vez de tipo *multicore*) o de tipo clústeres de alta disponibilidad (agrupación de máquinas que se distribuyen la carga de un determinado servicio), así mismo como infraestructuras de *data center*, que pueden usar clústeres de servicios o implementarlo mediante *cloud computing* los servicios a ofrecer a los clientes.

Los servicios que podemos necesitar de forma interna (o externa), podrían englobarse (entre otras) dentro de estas categorías de servicios:

**a) Aplicaciones**: el servidor dispone de ejecución de aplicaciones y como clientes solo observamos la ejecución de estas e interactuamos con ellas. Puede, por ejemplo, englobar servicios de terminales y ejecución de aplicaciones en web.

**b) Ficheros**: se nos proporciona un espacio común y accesible desde cualquier punto de la red donde almacenar/recuperar nuestros ficheros.

**c) Base de datos**: se centralizan datos que se van a consultar o producir por parte de las aplicaciones del sistema en red (o bien de otros servicios).

**d) Impresión**: se dispone de conjuntos de impresoras, donde se gestionan sus colas y los trabajos que se les envíen desde cualquier punto de la red.

**e) Correo electrónico**: se ofrecen servicios para recibir, enviar o reenviar correos procedentes o destinados tanto al interior como al exterior.

**f) Web**: servidor (o servidores) propios de la organización, de utilización interna o externa para los clientes.

**g) Información de red**: en organizaciones grandes es imprescindible poder localizar los servicios ofrecidos, recursos compartidos o los mismos usuarios. Se necesitan servicios que permitan esta localización y consulta de propiedades de cada tipo de objeto.

**h) Servicios de nombres**: se necesitan servicios que permitan nombrar y traducir los distintos nombres por los que se conoce un mismo recurso.

**i) Servicios de acceso remoto**: en caso de no disponer de acceso directo, debemos disponer de métodos alternativos que nos permitan interaccionar desde el exterior, que nos dejen acceder al sistema que queramos.

**j) Servicios de generación de nombres**: en el nombrado de máquinas, por ejemplo, puede darse una situación muy variable de número o que aquellas no sean siempre las mismas. Debemos proporcionar métodos para identificarlas claramente.

**k) Servicios de acceso a Internet**: en muchas organizaciones no tiene por qué haber accesos directos, sino accesos por medio de pasarelas (*gateways*) o por intermediarios (*proxys*).

**l) Servicios de filtrado**: medidas de seguridad para filtrar información incorrecta o que afecte a nuestra seguridad, o proteger/limitar el acceso a los recursos.

**m) Servicios de virtualización**: con el desarrollo de soluciones que nos permiten emular otras máquinas, permitimos poder concentrar múltiples máquinas de forma virtual, en una sola máquina física, aumentando así la eficiencia del hardware disponible, de otra manera normalmente infrautilizado. En este caso, con una máquina potente, podemos colocar múltiples servicios sobre diferentes máquinas virtuales, que estén alojados finalmente en una o más máquinas físicas.

**3)** Un sistema de tipo ***desktop*** sería simplemente una máquina que se utiliza para las tareas informáticas rutinarias, de todos los días (por ejemplo, el PC que tenemos en casa o en la oficina).

**Ejemplo:**

Podríamos definir las siguientes tareas como comunes (se incluyen algunos de los programas GNU/Linux más utilizados):

- **Tareas ofimáticas**. El software clásico de una *suite* ofimática: procesador de texto, hoja de cálculo, presentaciones, alguna pequeña base de datos, etc. Podemos encontrar *suites* como LibreOffice, Apache OpenOffice, Calligra Suite (basada en KDE), o varios programas como Gnumeric, AbiWord, que formarían una *suite* para Gnome (denominada GnomeOffice).

- **Navegación web**. Navegadores como Mozilla Firefox, Chromium, Konqueror, Epiphany (Gnome Web), etc.

- **Soporte hardware** (dispositivos USB, de almacenamiento...). En GNU/Linux soportados por los controladores adecuados, normalmente proporcionados en el *kernel*, o bien por fabricantes. Media y entretenimiento (gráficos, procesamiento imágenes, fotografía digital, juegos y más). En GNU/Linux hay una cantidad enorme de estas aplicaciones, de calidad muy profesional: Gimp (retoque fotográfico), Inkscape, Xine, Mplayer, gphoto, etc.

- **Conectividad** (acceso al escritorio de forma remota, acceso a otros sistemas). Este aspecto en GNU/Linux hay una cantidad enorme de herramientas, ya sea las propias TCP/IP –como ftp, telnet, ssh, web, etc.– como el propio X Window, que tiene capaci-

**Nota**

Páginas web de *suites* ofimáticas:

https://www.calligra.org/

https://wiki.gnome.org/Projects/GnomeOffice

http://www.libreoffice.org/

dades de escritorio remoto hacia cualquier máquina UNIX, rdesktop (para conectarse a escritorios Windows), o VNC (que permite conectarse a UNIX, Windows, Mac, etc.).

# 2. Servicios en GNU/Linux

GNU/Linux dispone de servidores adaptados para cualquier ambiente de trabajo.

Las categorías de los servicios que hemos apuntado tienen equivalentes en servicios que podemos proporcionar desde nuestros sistemas GNU/Linux al resto de máquinas de la red (y de los que también podremos actuar como cliente):

**a) Aplicaciones**: GNU/Linux puede ofrecer servicios de terminales remotos, ya sea por conexión directa mediante interfaces serie de terminales "tontos", que sirvan para visualizar o interactuar con las aplicaciones. Otra posibilidad es la conexión remota de modo textual, desde otra máquina, por medio de servicios TCP/IP como los *rlogin*, telnet, o de forma segura con *ssh*. GNU/Linux proporciona servidores para todos estos protocolos. En el caso de ejecutar aplicaciones gráficas, disponemos de soluciones mediante X Window de forma remota. Cualquier cliente UNIX, Linux o Windows (u otros) que dispongan de un cliente X Window puede visualizar la ejecución del entorno y sus aplicaciones. Asimismo, hay otras soluciones como VNC para el mismo problema. En cuanto a las aplicaciones vía web, GNU/Linux dispone del servidor Apache, y cualquiera de los múltiples sistemas de ejecución web están disponibles, ya sean Servlets/JSP (con Tomcat), Perl, PHP, xml, *webservices*, etc., así como servidores de aplicaciones web como Oracle/BEA WebLogic, IBM Websphere, JBoss (libre), que también se ejecutan sobre plataformas GNU/Linux.

**b) Ficheros**: pueden servirse ficheros de múltiples maneras, desde proporcionar acceso a ellos por ftp como servirlos de forma transparente a otras máquinas UNIX y GNU/Linux con NFS, o bien actuar de cliente o servidor hacia máquinas Windows mediante Samba/CIFS.

**c) Base de datos**: soporta una gran cantidad de bases de datos cliente/servidor de tipo relacional, como MySQL/MariaDB y PostgreSQL, y varias comerciales, como Oracle o IBM DB2, entre otras.

**d) Impresión**: puede servir impresoras locales o remotas, tanto a sistemas UNIX con protocolos TCP/IP como a Windows mediante Samba/CIFS.

**e) Correo electrónico**: ofrece tanto servicios para que los clientes obtengan correo en sus máquinas (servidores POP3 o IMAP), como agentes MTA (*mail transfer agent*) para recuperar y retransmitir correo, como el servidor Sendmail (el estándar UNIX) u otros como Exim o Postfix y, en el caso de envíos externos, el servicio de SMTP.

**f) Web**: está disponible el servidor http Apache. Además, podemos integrar servidores de aplicaciones web, como Tomcat para servir servlets/JSP o servidores de aplicaciones como JBoss.

**g) Información de red**: servicios como NIS, NIS+ o LDAP nos permiten centralizar la información de las máquinas, usuarios y recursos varios de nuestra red, facilitando la administración y los servicios a los usuarios, de manera que estos no dependan de su situación en la red. Si nuestra organización tiene cierta estructura interna, estos servicios nos permiten modelarla (mediante estructuras jerárquicas), dejando acceso a los recursos a quien los necesita.

**h) Servicios de nombres**: servicios como DNS para los nombres de las máquinas y su traducción desde IP o a IP, por medio de, por ejemplo, el servidor Bind (el DNS estándar UNIX).

**i) Servicios de acceso remoto**: ya sea para ejecutar aplicaciones o para obtener información remota de las máquinas. Los servidores podrían ser los que hemos comentado para aplicaciones: X Window, VNC, etc., y también los que permiten ejecutar algunos comandos remotos sin interactividad, como *rexec*, *rsh*, *ssh*, etc.

**j) Servicios de generación de nombres**: servicios como DHCP permiten redes TCP/IP, con una generación dinámica (o estática) de las direcciones IP que se disponen en función de las máquinas que las necesiten.

**k) Servicios de acceso a Internet**: en determinadas situaciones puede tenerse un único punto de salida a Internet (o varios). Estos puntos suelen actuar como *proxy*, ya que tienen el acceso y lo redirigen a los posibles accesos a Internet por parte de los clientes. También suelen actuar de caché de contenidos. En GNU/Linux podemos disponer, por ejemplo, del Squid. Dentro de esta categoría, también podría entrar la actuación de un sistema GNU/Linux de pasarela (*gateway*) o de *router*, ya sea para dirigir paquetes hacia otras redes o para buscar rutas de reenvío alternativas.

**l) Servicios de filtrado**: una de las medidas de seguridad más utilizadas actualmente es la implantación de cortafuegos (o *firewalls*). Consiste en técnicas de filtrado de los paquetes entrantes o salientes, de los diferentes protocolos que estemos usando, para poner barreras a los no deseados. En GNU/Linux

disponemos de mecanismos como *ipchains* (obsoleto) e *iptables* (más moderno, también denominado Netfilter) para implementar los cortafuegos. Hay propuestas nuevas, como NFtables, para sustituir en el futuro a iptables.

**m) Servicios de virtualización**: múltiples soluciones posibles, ya desde cierto soporte en el *kernel*, como KVM, Qemu, y Xen; soluciones parcialmente libres, como VirtualBox, hasta algunas comerciales, como VMware.

# 3. Tipologías de uso

GNU/Linux ofrece, como sistema, características válidas para el uso desde el usuario personal hasta el usuario de una infraestructura de media o gran escala.

Desde la perspectiva de los usuarios de los sistemas GNU/Linux, podríamos diferenciar usuarios individuales, de media escala y de organización amplia:

**a) El usuario individual o usuario doméstico**: este tipo de usuario dispone de una o varias máquinas en su hogar, que serán compartidas o no. En general, en este ambiente, GNU/Linux se usaría para desarrollar un sistema de escritorio, con lo cual será importante la parte gráfica: el escritorio de GNU/Linux. También está adquiriendo importancia, por el crecimiento de los contenidos digitales (foto, video, música), la utilización de GNU/Linux en un ambiente doméstico, como servidor de medios digitales, y/o servidor de archivos, en forma o bien de servidores creados a medida, o de productos comerciales tipo NAS (*network attached storage*) caseros que proporcionan servidores Samba, NFS, FTP, impresión, *backup* y *streaming* de video/audio.

En cuanto a la parte de escritorio tenemos (entre los numerosas existentes) dos opciones principales, en forma de los entornos **Gnome** y **KDE**. Los dos entornos constituyen opciones perfectamente válidas. Ambos disponen de servicios de visualización y ejecución de las aplicaciones, así como de un amplio conjunto de aplicaciones propias básicas que nos permiten desarrollar todo tipo de tareas rutinarias. Los dos entornos ofrecen un escritorio visual con diferentes menús, barras de utilidad e iconos, así como navegadores de ficheros propios y aplicaciones de utilidad variadas. Cada entorno puede ejecutar sus aplicaciones propias y las disponibles en el otro entorno, aunque cada aplicación tiene mejor ejecución en su entorno propio, por tener un aspecto visual más acorde al entorno para el que se diseñó.

En cuanto a las aplicaciones para el usuario personal, incluiríamos las típicas del sistema de escritorio. En el caso de que el usuario disponga de una red en su casa, por ejemplo, un pequeño conjunto de ordenadores con una red de tipo Ethernet, también podrían ser interesantes servicios para compartir ficheros e impresoras entre las máquinas. Podrían ser necesarios servicios como NFS, si hay otras máquinas Linux, o bien Samba, si hay máquinas con Windows (o Mac). Los sistemas NAS caseros intentan integrar todos estos servicios junto con un conjunto de almacenamiento en discos múltiples (RAID), accesible por red mediante diferentes protocolos (ftp, http, nfs, samba...).

En el caso de tener una conexión a Internet por algún proveedor de acceso (ISP), según la forma de conexión utilizada, necesitaríamos controlar los dispositivos y los protocolos correspondientes:

- **Conexión por módem**: los módems telefónicos suelen utilizar el protocolo PPP de conexión con el proveedor. Tendríamos que habilitar este protocolo y configurar las cuentas que tengamos habilitadas en el proveedor. Un problema importante con Linux es el tema de los winModems. Estos módems (con excepciones) no están soportados, ya que no son un módem real, sino una simplificación hardware más un software de *driver*, y la mayoría funcionan únicamente con Windows, por lo que hay que evitarlos (si no están soportados) y comprar módem "reales" (completos).

**Nota**

Los entornos basados en módems de línea telefónica están parcialmente obsoletos, pero en algunos ambientes geográficos, o países en desarrollo, pueden ser la única solución (de bajo coste) posible.

- **Conexión mediante un módem ADSL**: el funcionamiento sería parecido, se podría utilizar el protocolo PPP u otro denominado EoPPP. Esto puede depender del fabricante del módem y del tipo, Ethernet o USB.

- **Conexión por ADSL con *router***: la configuración es muy simple, debido a que en esta situación solo hay que configurar la tarjeta de red Ethernet y/o la tarjeta *wireless* en nuestro sistema para conectar al *router* ADSL (este suele proporcionar servicios de IP dinámica para las máquinas cliente).

Una vez la interfaz a Internet está conectada y configurada, el último punto es incluir el tipo de servicios que necesitaremos. Si solo queremos actuar como clientes en Internet, bastará con utilizar las herramientas cliente de los diferentes protocolos, ya sea ftp, ssh, el navegador web, el lector de correo, etc. Si además queremos ofrecer servicios hacia el exterior –por ejemplo, publicar una web (servidor web) o permitir nuestro acceso externo a la máquina (servicios de ssh, ftp, X Window, VNC, etc.), en este caso, actuando de servidor– cabe recordar que esto solo será posible, en principio, si nuestro proveedor nos ofrece direcciones IP fijas (estáticas) para nuestra máquina. De otro modo, nuestra dirección IP cambiaría a cada conexión y la posibilidad de proporcionar un servicio se volvería muy difícil o imposible (hay posibles soluciones a este problema, como los servicios comerciales, o libres, ofrecidos por DynDNS, No-IP o FreeDNS, u otras empresas equivalentes).

Otro servicio interesante sería compartir el acceso a Internet entre las máquinas de que dispongamos a partir de un sistema GNU/Linux que esté conectado al exterior (actuando de *proxy* o *gateway* para el resto de máquinas). De hecho, varios *routers* ADSL son en realidad servidores de este tipo, y muchos fabricantes utilizan un GNU/Linux empotrado en el *firmware* de los *routers*. Aun así, si disponemos de una única máquina con acceso a Internet (módem telefónico o módem ADSL), podemos establecer esta máquina con conexión compartida para el resto de nuestra red casera.

**b) Usuario de media escala**: es un usuario de una organización de media escala, ya sea una pequeña empresa o un grupo de usuarios. Estos usuarios dispondrán de conectividad en red local (por ejemplo, una LAN) con algunas máquinas e impresoras conectadas. Y tendrán acceso directo a Internet, bien por medio de algún *proxy* (punto o máquina destinada a la conexión externa), o bien a través de unas pocas máquinas conectadas físicamente a Internet. En general, en este ambiente, el trabajo suele ser en parte local y en parte compartido (ya sea recursos como las impresoras o aplicaciones comunes). Normalmente, necesitaremos sistemas de escritorio, por ejemplo, en una oficina podemos utilizar las aplicaciones ofimáticas junto con clientes Internet, y quizás también sistemas de tipo *workstation*. Por ejemplo, en trabajos de ingeniería o científicos pueden utilizarse aplicaciones de CAD, de procesamiento de imágenes, aplicaciones de cálculo matemático intensivo, etc., y seguramente habrá algunas máquinas más potentes destinadas a estas tareas.

Cabe comentar que este ambiente está un poco en transición hacia el hecho de ser el común del usuario individual, ya que debido a las conexiones de banda ancha disponibles en los hogares cada vez se amplían más las características del usuario doméstico y se acercan a este segundo ambiente. De hecho, a veces el usuario de media escala suele denominarse como SOHO (Small Office, Home Office).

En este ambiente de uso, necesitaremos servicios de compartición de recursos como ficheros, impresoras, posiblemente aplicaciones, etc. Por lo tanto, en un sistema GNU/Linux serán adecuados los servicios de NFS, servicios de impresión y Samba (si hay máquinas Windows con las que compartir ficheros o impresoras). También es posible que tengamos necesidad de entornos de bases de datos, algún servidor interno de web con aplicaciones compartidas, etc.

**c) Usuario de organización amplia**: este tipo de usuario es una evolución del anterior, y se diferencia de él en el tamaño de la organización y en los recursos de los que puede disponer, que podrían llegar a ser muy altos, de modo que se necesitarían algunos recursos de sistemas de directorio de red de tipo NIS, NIS+ o LDAP para poder manejar la gran cantidad de información de la organización y reflejar su estructura, así como, seguramente, disponer de grandes infraestructuras de servicios hacia los clientes externos, por lo general en forma de sitios web con aplicaciones distintas.

En este tipo de organizaciones se presentan niveles de heterogeneidad elevados, tanto en el hardware como en el software de los sistemas, y podríamos encontrar muchas arquitecturas y diferentes sistemas operativos, por lo que la tarea principal consiste en facilitar la compatibilidad de los datos vía bases de datos y formatos de documentos estándar y facilitar la interconexión mediante protocolos, clientes y servidores estándar (con elementos TCP/IP).

# 4. Migrar o coexistir

A continuación, vamos a plantear otro aspecto importante en el proceso de adopción de los sistemas GNU/Linux. Supongamos que o bien somos principiantes en el manejo de este sistema o, por el contrario, que somos experimentados y queremos adoptar uno o varios sistemas GNU/Linux como usuarios individuales, para el trabajo en nuestra pequeña organización, o nos estamos planteando sustituir la infraestructura completa (o parcial) de nuestra gran empresa u organización.

Realizar esta migración no es algo trivial; hay que evaluar las opciones mediante un estudio en el que se analicen tanto los costes como las prestaciones que esperamos obtener. Además, puede realizarse total o parcialmente, con cierto grado de coexistencia con los antiguos sistemas.

Nos encontramos ante un proyecto de migración, total o parcial, de nuestros sistemas informáticos hacia GNU/Linux, y como administradores somos responsables de este proceso.

Como en todo proyecto, habrá que estudiar el modo de responder a cuestiones como: ¿es rentable el cambio, en prestaciones, en coste?, ¿con qué objetivo lo hacemos?, ¿qué requerimientos queremos o debemos cumplir?, ¿podemos hacer o es necesaria una migración completa?, ¿tiene que haber coexistencia con otros sistemas?, ¿habrá que formar de nuevo a los usuarios?, ¿podremos utilizar el mismo hardware o necesitaremos uno nuevo?, ¿habrá costes añadidos importantes? o, simplemente, ¿saldrá bien? Esta y muchas preguntas más son las que tendremos que intentar responder. En el caso empresarial, la respuesta pasaría por la definición de un proyecto/plan de migración, con sus objetivos, análisis de requerimientos, proceso de implantación, estudios económicos, planes de formación de usuarios, calendarios de fases de desarrollo e implementación, etc. No entraremos en esto, pero nos plantearemos algunas de las cuestiones de forma sencilla. Y en el apartado 5 examinaremos unos pequeños casos prácticos de cuestiones a examinar en el proceso de migración.

Además, en el momento en que empecemos la migración a los sistemas GNU/Linux es cuando comenzaremos a apreciar las ventajas que aportará a nuestra organización:

**a) Costes**: reducción de los costes, en licencias software del sistema y de las aplicaciones. GNU/Linux tiene un coste 0 en cuanto a las licencias, si se obtiene desde la Red (por ejemplo, en forma de imágenes de los CD de la distribu-

ción), o un coste despreciable teniendo en cuenta que la mejor comparación para sistemas equivalentes en prestaciones serían sistemas Windows Server, con costes que se sitúan en rangos de varios miles de euros por licencia, sin incluir gran parte del software extra que proporciona una distribución GNU/Linux típica.

Pero cuidado, no hay que desestimar los costes de mantenimiento y formación. Si nuestra organización solo está formada por usuarios y administradores Windows, podemos tener costes altos en nueva formación, personal, y quizás mantenimiento. Por eso, grandes empresas desean depender de algún distribuidor comercial de GNU/Linux para que les implante y mantenga el sistema, como por ejemplo las versiones empresariales que ofrecen Red Hat, SUSE y otros. Estas versiones GNU/Linux también tienen costes de licencia altos (comparables a Windows), pero, por el contrario, están ya adaptadas a estructuras empresariales y traen software propio para gestionar la infraestructura informática de las empresas. Otro aspecto importante, que resumiría esta estimación de costes, es el concepto de TCO (*total cost of ownership*), como evaluación global de los costes asociados que nos encontraremos al emprender un desarrollo tecnológico. No solo hay que evaluar los costes de licencias y maquinaria, sino también los costes de soporte y formación de las personas y productos implicados, que pueden ser tan importantes o más que los de la solución implementada.

**b) Soporte**: GNU/Linux tiene el soporte de mantenimiento mayor que haya tenido un sistema operativo, y gratis en su mayor parte. A pesar de ello, algunas empresas no lo adoptan por ciertos temores, objetando que no hay soporte del producto, y se dedican a comprar distribuciones comerciales que les ofrecen contratos de soporte y mantenimiento. GNU/Linux tiene una comunidad de soporte mundial bien establecida, por medio de diferentes organizaciones que proporcionan documentación libre (los famosos Howto's), foros de usuarios especializados, comunidades de usuarios de prácticamente cualquier región o país del mundo, etc. Cualquier duda o problema con el que nos encontremos puede buscarse (por ejemplo, por alguno de los buscadores en Internet), y podemos tener respuestas en minutos. Cuando no, si hemos encontrado un *bug*, error, o situación no probada, podemos informar de ella en varios lugares (foros, sitios de desarrollo, sitios de *bugs* de distribuciones, etc.) y obtener soluciones en horas o a lo sumo en algunos días. Siempre que aparezca una duda o algún problema, hay que intentar primero algunos procedimientos (así se desarrolla el aprendizaje de administración), y si no obtenemos solución en un tiempo prudencial, consultar a la comunidad GNU/Linux por si a algún otro usuario (o grupo de ellos) le ha ocurrido el mismo problema y ha obtenido solución. Si no, siempre podemos informar del problema (sitios de *bugs* de las distribuciones), para que nos planteen algunas soluciones temporales, o se comiencen a elaborar revisiones de los paquetes software afectados, si se considera que es un problema importante.

**Algunas fuentes de soporte GNU/Linux**

Linux Howto's: http://www.tldp.org/

HowtoForge: http://howtoforge.org/

LinuxQuestions: http://www.linuxquestions.org

Linux Forum: http://www.linuxforums.org/forum/

Soporte Debian:

http://www.debianhelp.org/

http://forums.debian.net/

http://www.debian-administration.org/

Soporte Fedora:

http://fedoraforum.org/

## 4.1. Identificar requerimientos de servicios

Si tenemos unos sistemas ya funcionando, deberemos tener implantados algunos servicios de los cuales serán clientes los usuarios, o servicios que ayuden a la infraestructura del soporte informático. Los servicios entrarán dentro de alguna de las categorías vistas anteriormente, con las opciones GNU/Linux que comentamos.

Los sistemas GNU/Linux no son "nuevos" en absoluto, y derivan (como vimos en la introducción) de una historia, desde principios de los años 70, de uso y desarrollo de los sistemas UNIX. Gracias a ello, una de las primeras cosas que veremos es que no nos falta soporte para ningún tipo de servicio que queramos. Si acaso, habrá diferencias en la forma de hacer las cosas. Además, muchos de los servicios que se utilizan en los sistemas informáticos fueron pensados, investigados, desarrollados e implementados en su día para UNIX, y posteriormente adaptados a otros sistemas (como Windows, con más o menos acierto).

Muchas de las empresas que disponen de UNIX propietarios participan en GNU/Linux y ofrecen algunos de sus desarrollos a la comunidad.

Cualquier servicio disponible en cada momento podrá ser adaptado en los sistemas GNU/Linux con servicios equivalentes (cuando no iguales).

**Ejemplo**

Un caso famoso es el de los servidores Samba. Windows ofrece lo que él denomina "compartir archivos e impresoras en red" mediante unos protocolos propios denominados genéricamente SMB (*server message block*) (con apoyo de red en los protocolos NetBios y NetBEUI). También es de común uso el nombre CIFS (*common Internet file system*), que es como se denominó al protocolo en una segunda revisión (que seguía incluyendo a SMB como protocolo base). Estos protocolos permiten compartir carpetas de archivos (o discos) y de impresoras en una red de máquinas Windows (en una configuración de *workgroup,* o trabajo en grupo, o en dominios Windows). En UNIX esta idea ya era antigua, cuando apareció en Windows, y se disponía de servicios como NFS de compartición de archivos o la gestión remota de impresoras, bajo protocolos TCP/IP.

Uno de los problemas de sustituir los servicios Windows de compartición basados en NetBios/NetBeui (y últimamente con NetBios sobre TCP/IP), era cómo dar soporte a estos protocolos, ya que, si queríamos conservar las máquinas clientes con Windows, no podíamos utilizar los servicios UNIX (aunque distintos fabricantes han implementado clientes UNIX para Windows, suelen ser una opción o bien cara o bien no completa). Para este problema, Samba se desarrolló como un servidor para UNIX que soportaba los protocolos Windows y podía sustituir a una máquina cliente/*server* Windows de forma transparente; los usuarios clientes con Windows no tenían por qué notar absolutamente nada. Es más, el resultado fue que en la mayor parte de los casos el rendimiento era comparable, cuando no era mejor que en la máquina original con los servicios Windows.

Actualmente Samba evoluciona constantemente para mantener la compatibilidad de los servicios Windows de compartición de impresoras y archivos, debido a los cambios generales a que Microsoft somete los protocolos SMB/CIFS (base que Samba implementa) en cada nueva versión de Windows; en particular, la evolución desde los esquemas de trabajo en grupo en sus versiones cliente del operativo, a los esquemas centralizados en servidor (o en grupos de ellos), con servicios particulares de autentificación de usuarios (NTLM, NTLMv2, Kerberos) y almacenamiento centralizado de la gestión del sistema como Active Directory. También se varía la configuración de servidores de dominios en las

diferentes versiones de Windows *server* existentes (ya sean con servidores controladores primarios, *backup* o Active Directory).

Actualmente, en los procesos de migración con Samba tendremos que observar qué configuraciones de clientes/servidores Windows (y las versiones de este) existen en el sistema informático, así como qué mecanismos de autentificación de los usuarios y/o gestión de la información se utilizan (grupos, dominios, sistema de autentificación). Además, necesitaremos conocer la estructuración del sistema informático en dominios (y sus servidores controladores, miembros o servidores aislados), para poder realizar un mapeado completo y correcto hacia soluciones basadas sobre Samba, y en servicios complementarios de autentificación de usuarios (*winbind*, *kerberos*, *nss_ldap*) y gestión de directorios (como por ejemplo openLDAP).

## 4.2. Proceso de migración

En el proceso de migración, hay que tener en cuenta qué se quiere migrar, y si quiere realizarse de forma completa o parcial, coexistiendo con otros servicios o equipos o con un sistema operativo diferente.

En estos ambientes, como en las grandes organizaciones, en los que encontramos un gran número de sistemas heterogéneos, habrá que tener en cuenta que seguramente no se migrarán todos, en especial los sistemas de tipo *workstation* dedicados a la ejecución de alguna aplicación básica para una tarea. Puede que no exista la aplicación equivalente o simplemente podemos desear quedarnos con esos sistemas por razones de coste o para rentabilizar la inversión realizada.

Podemos migrar varios elementos, ya sean los servicios que ofrecemos, las máquinas que los sirven o los clientes que acceden a ellos. Los elementos que se migren pueden ser variados.

En la migración, pasaremos por la sustitución de un servicio por otro equivalente, normalmente con el menor impacto posible si no queremos sustituir también a los clientes.

En caso de clientes Windows, podemos usar el servidor Samba para sustituir los servicios de archivos e impresoras que proporcionaban las máquinas Windows. Si se trata de otros servicios, podremos sustituirlos por los equivalentes GNU/Linux. En el caso de sustituir solo algún servicio, normalmente se inhabilitará el servicio en la máquina que lo ofrecía y se habilitará en el sistema nuevo. Pueden ser necesarios cambios en los clientes (por ejemplo, direcciones de la nueva máquina o parámetros relacionados con el servicio).

Si la función la cumplía por entero una máquina servidora, hay que analizar si la máquina estaba dedicada a uno o más servicios y si todos podrán ser sustituidos. En tal caso, solo hay que reemplazar la máquina antigua por la nueva (o mantener la antigua) con los servicios bajo GNU/Linux y, en todo caso, modificar algún parámetro en los clientes si fuese necesario. Normalmente,

antes de efectuar el cambio, es conveniente testear la máquina por separado con algunos clientes para asegurarse de que cumple su función correctamente y sustituir las máquinas en algún periodo de inactividad del sistema.

En cualquier caso, seguramente habrá que hacer *backups* de los datos anteriores al nuevo sistema, por ejemplo, el sistema de ficheros o las aplicaciones disponibles en el servidor original. Otro de los puntos previos a tener en cuenta es la portabilidad de los datos; un problema que a menudo presenta difícil solución si en la organización se utilizaban formatos de datos o aplicaciones dependientes de una plataforma.

Algunos casos prácticos de problemas con que se encuentran algunas empresas hoy en día son:

- **1) Aplicaciones en web con ASP o ASP.net**: algunas de estas aplicaciones son solo realizables en plataformas web con Windows y el servidor web IIS de Microsoft. Habría que evitarlas, si en algún momento pensamos hacer una migración de plataformas, y no queremos reescribirlas o pagar a una empresa para que lo haga. En plataformas GNU/Linux está disponible el servidor web Apache (el más utilizado en Internet), que también se puede utilizar con Windows. Este servidor soporta ASP en Perl (en Windows se suele utilizar visual basic, C# y Javascript generalmente) y existen soluciones de terceros para migrar los ASP o más o menos convertirlos. Pero si nuestra empresa dependiese de esto, sería muy costoso en tiempo y dinero. Una solución práctica habría sido realizar los desarrollos web en Java (que sí que es portable entre plataformas) u otras soluciones como PHP. En este punto cabe destacar el proyecto Mono (patrocinado por Xamarin) para la portabilidad de parte del entorno .NET de Microsoft a GNU/Linux, en particular gran parte de las API de .NET, el lenguaje C#, y la especificación ASP.NET. Permiten una migración flexible de aplicaciones .NET basadas en API .NET que estén soportadas por la plataforma Mono. Por otra parte, cabe señalar que durante un tiempo funcionó el proyecto DotGnu de la FSF, como alternativa GPL a Mono, pero el proyecto quedó parado por falta de voluntarios en su realización. Desde 2015, una parte de .NET de Microsoft es *open source*, en concreto .Net Core, que ofrece algunas de las API de .Net Framework, como CoreCLR, CoreFX, y CLI, lo que permite que parte de las funcionalidades de .NET sean migradas a GNU/Linux.

- **2) Bases de datos**: utilizar, por ejemplo, un SQL *server* de Microsoft nos hace totalmente dependientes de su plataforma Windows. Además, si utilizamos soluciones propietarias en un entorno concreto para aplicaciones de la base de datos, serán de difícil transferencia. Otras bases de datos propietarias, como Oracle y DB2 (de IBM) son más portables por disponer de versión en las diferentes plataformas (GNU/Linux incluida), o por utilizar lenguajes de programación más portables. También se podría trabajar con sistemas de bases de datos PostgreSQL o MySQL (también tiene versión para Windows) disponibles en GNU/Linux, y que permiten una transición más fácil. Asimismo, si se combina con el desarrollo web tenemos muchas facilidades. En este sentido, hoy en día se utilizan sistemas como aplicaciones web con Java, ya sea *servlets*, *applets* o EJB, o bien soluciones como las famosas LAMP combinación de GNU/Linux, Apache, MySQL y PHP.

### 4.2.1. Workstation

En estas migraciones el mayor problema parte de las aplicaciones, ya que son las que dan su razón de ser a la estación de trabajo, ya sean programas de CAD, de animación, de ingeniería o científicos. Aquí será importante que podamos sustituirlas por aplicaciones iguales o, como mínimo, compatibles con las mismas características o con la funcionalidad esperada, o con portabilidad de formatos de datos o ficheros. Normalmente, la mayor parte de estas aplicaciones ya provienen de un mundo UNIX, puesto que la mayoría de estas *workstations* estaban pensadas como máquinas UNIX. Por ello, quizás baste una recompi-

lación o una adaptación mínima al nuevo sistema GNU/Linux, si disponemos del código fuente (como suele pasar en muchas aplicaciones científicas). Si se trata de aplicaciones comerciales, los fabricantes (de software de ingeniería y científico) comienzan a adaptarlas a GNU/Linux, aunque en estos casos las aplicaciones suelen ser muy caras (pueden ir perfectamente de miles a centenares de miles de euros). También para algunos softwares hay soluciones libres compatibles en mayor o menor medida. Hay que examinar qué soluciones libres tenemos y si se adaptan mínimamente a nuestras necesidades.

### 4.2.2. Máquinas clientes de escritorio

Las máquinas de escritorio continúan siendo un quebradero de cabeza en el mundo GNU/Linux, ya que ofrecen bastantes problemas adicionales. En los servidores, las máquinas se destinan a funcionalidades claras, que en general no requieren interfaces gráficas complejas (muchas veces con comunicación textual es suficiente), el hardware es de propósito específico y de altas prestaciones, se compra para unas funcionalidades concretas y las aplicaciones suelen ser los propios servidores incluidos en el sistema operativo o algunos de terceros. Además, estas máquinas suelen estar gestionadas por personal de tipo administrador que tiene amplios conocimientos de lo que gestiona. Por contra, en el caso del escritorio, nos encontramos con un factor problemático (en sí mismo, y aún más para los administradores): los usuarios finales del sistema. Los usuarios de escritorio esperan disponer de potentes interfaces gráficas, más o menos intuitivas, y de aplicaciones que permitan desarrollar sus tareas rutinarias, normalmente ofimáticas. Este tipo de usuario (con excepciones) no tiene por qué tener unos conocimientos informáticos elevados. En general, sus conocimientos son de ofimática y suele usar un reducido número de aplicaciones con mayor o menor dominio de estas. Aquí GNU/Linux tiene un problema claro, ya que UNIX como tal nunca fue pensado como un sistema puramente de escritorio, y solo fue adaptado a posteriori por sistemas gráficos como X Window y los diferentes entornos de escritorios, como los actuales de GNU/Linux: Gnome y KDE. Además, el usuario final suele estar acostumbrado a sistemas Windows (que copan casi un 95 % del mercado de escritorio), aunque la tendencia también está cambiando, con más plataformas disponibles en escritorio como Mac OS X (de hecho, un derivado de UNIX con interfaz de escritorio propia, aunque puede usar también X Window de forma opcional).

El ambiente de escritorio es una batalla todavía por librar para los sistemas GNU/Linux; tienen que vencer la desconfianza de los usuarios a cambiar de sistema y saber dar a conocer que ofrecen alternativas de sencillez y aplicaciones, que solucionan las tareas de los usuarios.

En el caso del escritorio, GNU/Linux tiene que superar unos cuantos obstáculos. Uno de los más críticos es que no viene preinstalado en las máquinas (esta tendencia está cambiando gracias a algunos fabricantes de portátiles, y otros tipos de dispositivos móviles, como *smartphones* y tabletas), lo que obliga al usuario a tener conocimientos para poder instalarlo.

Otros problemas podrían ser:

- **Desconfianza del usuario**: una pregunta que se puede plantear un usuario es ¿por qué debo cambiar de sistema?, o ¿me ofrecerá lo mismo el nuevo entorno? Una de las razones básicas para hacer el cambio sería el software de calidad y su precio, del que una buena parte es libre. En este punto, afecta el tema de las copias de software ilegales. Parece ser que los usuarios consideran que su software es gratis, cuando en realidad están en una situación ilegal (o como mínimo alegal). El software GNU/Linux ofrece gran calidad a bajo coste (o gratis en muchos casos) y ofrece múltiples alternativas para una misma tarea. Aparte de la propia filosofía libre, con las libertades de uso, incluidas en las licencias ya sean de software libre, o de código abierto.

- **Sencillez**: a veces, el usuario se muestra perdido si el sistema no le ofrece algunas referencias que lo hagan parecido a lo que ya conoce, como el comportamiento de la interfaz, o que las herramientas sean parecidas en funcionalidad (de hecho, lo que se denomina la usabilidad del sistema). Espera que, en general, no necesite mucho tiempo extra para aprender y manejar el nuevo sistema. GNU/Linux aún presenta algunos problemas en las instalaciones más o menos automáticas, para las que, aunque mejoran día a día, todavía es necesario un cierto grado de conocimiento para instalar el sistema y resolver problemas que puedan surgir con hardware incompatible, únicamente pensado para Windows, por ejemplo. En este punto, cabe destacar la facilidad de instalación en diferentes ambientes ofrecida por distribuciones recientes orientadas a escritorio como Ubuntu o Mint, que han permitido que su instalación sea muy sencilla y comparable o incluso mejor que en otras plataformas. Otro problema habitual radica en el soporte del hardware del PC, al que, a pesar de que está mejorando mucho, los fabricantes actualmente no le prestan la atención adecuada (en parte por la cuota de mercado de usuario personal). Hasta que no haya una clara intención en este aspecto, no podremos tener el mismo soporte que en otros sistemas propietarios (como en Windows). Aunque hay que destacar el trabajo de la comunidad del *kernel* de Linux para dar el soporte adecuado a nuevas tecnologías, en algunos casos ayudando al fabricante, o preparando soporte primario (si no está soportado por el fabricante) o alternativo al ofrecido por el fabricante.

- **Transparencia**: los entornos GNU/Linux tienen muchos mecanismos complejos, como los *daemons*, servicios, ficheros ASCII difíciles de configurar, etc. De cara a un usuario final, sería necesario poder ocultar todas

estas complejidades, mediante programas gráficos, asistentes de configuración, etc. Es uno de los caminos que han tomado algunas distribuciones como Red Hat, Ubuntu o SUSE.

- **Soporte de aplicaciones conocidas**: un usuario ofimático típico tendrá el problema de la portabilidad de sus datos, o del tratamiento de los formatos de estos. ¿Qué hace con los datos que tenía hasta el momento? Esta cuestión se está mejorando día a día, gracias a las *suites* ofimáticas que comienzan a tener las funcionalidades necesarias para un usuario de escritorio. Por ejemplo, si nos planteamos una migración desde un uso de un paquete Office de Windows, podemos encontrar *suites* como LibreOffice (software libre y gratuito), que puede leer (y crear) los formatos (con algunas restricciones) de ficheros Office (de las diferentes versiones). La compatibilidad de formatos no es que sea difícil, cuando estos son abiertos, pero en el caso Windows Microsoft continúa manteniendo una política de formatos cerrados (con algunas modificaciones en los últimos tiempos), y hay que hacer un trabajo considerable para poder utilizar estos formatos, mediante reingeniería inversa, un proceso bastante costoso. Además, en la era de Internet, donde la información se supone que se mueve libremente, los formatos cerrados sin documentar son más un obstáculo que otra cosa. Lo mejor es utilizar formatos abiertos editables como RTF (aunque este caso también tiene algún problema, por las múltiples versiones que existen de él), o bien formatos basados en XML (LibreOffice genera sus documentos propios en formatos basados en XML), o PDF para la documentación de solo lectura. También hay que destacar los esfuerzos realizados recientemente por la comunidad LibreOffice/OpenOffice para la creación del estándar OpenDocument (usado por la *suite* a partir de las versiones 2.x y adoptado por otras *suites* ofimáticas), que han permitido disponer de un formato libre como estándar ISO para la creación de documentos. Este hecho ha obligado a Microsoft, a abrir (parcialmente) su formato en las versiones a partir de Office 2007, incorporando los formatos documentados OpenXML (y a incluir soporte para los formatos OpenDocument), ya que muchas administraciones públicas obligan en sus contratos de sistemas de información a que los formatos de datos sean estándares abiertos.

- **Alternativas válidas**: el software que se deja de usar tiene que tener alternativas que cumplan el trabajo anterior en el otro sistema. En la mayoría de aplicaciones existen una o varias alternativas con funcionalidades parecidas, cuando no superiores. Pueden encontrarse por Internet diferentes listas de equivalencias (más o menos completas) de aplicaciones Windows con sus correspondientes GNU/Linux (hemos comentado algunas anteriormente en este módulo).

**Nota**

Para ejemplos de aplicaciones equivalentes:

http://www.linuxalt.com/

http://wiki. linuxquestions.org/wiki/Linux_software_equivalent_to_Windows_software

- **Soporte de ejecución de otras aplicaciones de diferentes sistemas**: en algunas condiciones es posible ejecutar aplicaciones de otros sistemas UNIX (de la misma arquitectura, por ejemplo Intel x86), o bien de msdos o Windows, mediante paquetes de compatibilidad o algún tipo de emuladores. GNU/Linux dispone de herramientas de escritorio remoto para otras plataformas, y de soporte de aplicaciones Windows con paquetes como Wine, que permiten ejecutar abundante cantidad de software sin problemas. Otra posibilidad, para software que deba mantenerse, es la creación de máquinas virtuales que ejecuten la plataforma con el software que no hemos podido migrar. Sistemas como KVM, VirtualBox, VMware u otros nos darán soporte en este caso.

**Wine**

En el siguiente enlace puede encontrase el estado de la compatibilidad de aplicaciones Windows para su ejecución en GNU/Linux mediante Wine: https://appdb.winehq.org/.

La mayor parte de estos problemas que aparecen en las migraciones de escritorio están superándose poco a poco y nos permitirán, en el futuro, disfrutar de una mayor cuota de usuarios GNU/Linux en el escritorio y, a medida que aumenten, disponer de mejores aplicaciones, ya que las empresas de software implementarán versiones para GNU/Linux.

En el caso empresarial, esto puede superarse con una migración suave, primero de las etapas de servidores y *workstations*, para después pasar por un proceso de formación amplia de los usuarios en los nuevos sistemas y aplicaciones y, finalmente, integrarlos en su escritorio.

Un proceso que va a ayudar en gran medida es la introducción del software de código abierto en diferentes frentes, por ejemplo en las fases educativas y en las administraciones públicas. En este sentido, en España fueron pioneras: la comunidad autónoma de Extremadura, con su distribución GNU/Linux llamada Linex, el GuadaLinex de la Junta de Andalucía, o bien recientes medidas para implantar este software en la educación primaria, o las iniciativas de algunas universidades de llevar a cabo cursos y materias con estos sistemas.

# 5. Taller de migración: análisis de casos de estudio

En este taller, vamos a intentar aplicar lo estudiado en el presente módulo para analizar unos procesos de migración sencillos y algún detalle de las técnicas necesarias (en el caso de técnicas de red y/o servidores específicos, las veremos junto con el resto de contenidos de los materiales de administración y administración avanzada).

Nos plantearemos los siguientes casos de estudio:

- Migración individual de un usuario de escritorio Windows a un sistema GNU/Linux.
- Migración de una pequeña organización que dispone de sistemas Windows y algunos UNIX.
- Migración de un servidor Windows aislado (*standalone*) a un servidor Samba en GNU/Linux.

## 5.1. Migración individual de un usuario de escritorio Windows a un sistema GNU/Linux

Un usuario se plantea la migración a GNU/Linux [Ray02b]. Primero, se pasará por un periodo de convivencia, de modo que el usuario dispondrá de los dos sistemas, y dedicará cada uno de ellos a una serie de tareas: continuará desarrollando tareas en Windows mientras se familiarizará con el nuevo sistema y encontrará software equivalente, o software nuevo que le permita hacer otras tareas que antes no podía realizar.

La migración es, para un usuario personal, quizás uno de los procesos más complejos; hay que ofrecerle alternativas a lo que ya utiliza comúnmente, de forma que la adaptación no entrañe muchas complejidades extra y pueda adaptarse progresivamente con facilidad al nuevo sistema.

Podemos hacer una instalación dual [Ban01] [Sko03b] del sistema original (un Windows, por ejemplo), junto con el sistema GNU/Linux.

**Nota**

Pueden encontrarse diferentes listas de compatibilidad de hardware dependiendo de la distribución, o de las versiones del kernel Linux. Por ejemplo: http://www.linux-drivers.org

Un primer paso en una determinada configuración de máquina consistirá en verificar que nuestro hardware sea compatible con Linux [Pri02], ya sea por medio de alguna lista de compatibilidad de hardware o verificándolo con el fabricante, por si fuera necesario adquirir nuevos componentes o configurar

de alguna forma particular el existente. Si desconocemos nuestro hardware, podemos verificarlo o bien en Windows con el "administrador de dispositivos" (en el panel de control), o con algún software de reconocimiento de hardware. Por otra parte, un método recomendable es la utilización de distribuciones GNU/Linux de tipo LiveCD (Knoppix, Ubuntu, Fedora Live), que nos permitirán sin instalación física comprobar el funcionamiento de GNU/Linux en nuestro hardware, ya que el único requisito es la posibilidad de arranque del sistema desde CD/DVD/USB (en algunos casos, se necesitará modificar la configuración BIOS para permitir este arranque). Existen LiveCDs con gran soporte hardware para las comprobaciones, así como los de la mayoría de las distribuciones GNU/Linux que suelen ofrecer LiveCDs para la comprobación inicial de funcionamiento (en algunos casos, por ejemplo Ubuntu [Ubu] o Fedora, la instalación completa puede realizarse desde el mismo LiveCD). En todo caso, cabe señalar que la prueba con un LiveCD concreto no nos impide que puedan surgir dificultades en la instalación final, debido o bien a que el LiveCD no es de la misma distribución GNU/Linux que la que finalmente instalaremos, o porque las versiones del sistema y/o aplicaciones no son las mismas.

En cuanto a la instalación física en disco, necesitaremos disponer o bien de espacio libre en disco no particionado, o bien, si estamos en particiones de tipo FAT32/NTFS, podemos liberar espacio con programas que permitan el reajuste del tamaño de las particiones, que permiten recortar la partición existente (un previo *backup* de los datos es evidentemente recomendable). En la actualidad, la mayor parte de las distribuciones soportan diferentes esquemas de particionado del disco y el recorte de particiones, aunque dependiendo de la distribución pueden surgir problemas (se recomienda un *backup* previo siempre al proceso de instalación). En caso de no disponer del espacio suficiente, o de tener particiones con sistemas de ficheros que presenten problemas (por ejemplo, NTFS en algunas distribuciones), habrá que plantearse comprar un nuevo disco duro complementario, que dedicaremos totalmente o en parte a GNU/Linux. Si la máquina dispone de arranque desde USB, una posibilidad es disponer de un disco duro externo USB y realizar la instalación allí (aunque esta solución no disponga de las prestaciones del sistema nativo, ya que dependeremos en exclusiva del almacenamiento USB y de su velocidad). También es muy usada la virtualización mediante máquinas virtuales tipo VirtualBox o VMware, que nos permite instalar una distribución sobre un PC virtual, aunque en este caso no tendremos una experiencia de instalación (y también de usuario) con nuestro hardware real.

Una vez completada la revisión del hardware, tendremos que decidir la distribución del sistema GNU/Linux que usaremos (una posibilidad apuntada antes es escoger un LiveCD que nos haya satisfecho, y pasar a la instalación de la distribución). Si el usuario es poco experimentado en GNU/Linux, o tiene conocimientos básicos de informática, es mejor decidirse por alguna de las distribuciones más "amigables" de cara al usuario, como Fedora, OpenSUSE o similares. Cabe destacar las facilidades de Ubuntu (o Linux Mint) en este punto. Si tenemos más conocimientos o estamos tentados a experimentar, podemos

probar una distribución Debian. En el caso de las comerciales, la distribución, en la mayoría de veces, con un hardware compatible (en algunos casos como Red Hat, Ubuntu Server y SUSE, versiones empresariales, las distribuidoras certifican el hardware que soportan), se instala perfectamente sin problemas, y se realizan configuraciones básicas que permiten ya utilizar el operativo. En el proceso tendremos que instalar el software, que vendrá definido por unos conjuntos de software orientados: a servidores, a aplicaciones concretas, o a aplicaciones de escritorio como las ofimáticas, aplicaciones de desarrollo (si nos interesa la programación), etc.

Una vez instalado el sistema, se plantea el tema de la compartición de datos [Gon00] [Kat01]. ¿Cómo compartimos datos entre los dos sistemas? o ¿hay posibilidad de compartir algunas aplicaciones? Para esto hay varias soluciones:

**a) Método por "intermediario"**: consiste en compartir los datos, por ejemplo, mediante dispositivos de almacenamiento removible, como *pendrives* USB o discos externos. Al reconocerse estos dispositivos, puede procederse al montaje de estos en el sistema de archivo de los dos sistemas (pudiendo ser necesarias utilidades externas dependiendo del sistema de ficheros usado).

**b) Método directo**: consiste en usar directamente los sistemas de ficheros de Windows (ya sean los discos duros internos de la máquina, o unidades removibles externas tipo flash o discos duros mediante usb). Como veremos en la unidad de administración local, GNU/Linux puede leer y escribir una gran cantidad de sistemas de ficheros, entre ellos el FAT, FAT32, y NTFS (solo lectura en algunos casos de distribuciones antiguas, aunque la mayoría de distribuciones ya incorporan, o lo ofrecen como opción el soporte NTFS por medio del *driver* ntfs-3g [Nt3] que permite la escritura). Se tiene que pasar por un proceso denominado "de montaje", que permite incorporar el sistema de ficheros de Windows a un punto del árbol de archivos de Linux. Por ejemplo, podríamos montar nuestro disco Windows en /mnt/Windows y acceder desde este punto a sus carpetas y archivos, permitiendo escrituras y lecturas. Con los ficheros de texto ASCII, hay que tener en cuenta las conversiones, ya que UNIX y Windows los tratan de modo diferente: en UNIX, el final de línea tiene un solo carácter, el avance de línea, ASCII 10, mientras que en Windows hay dos, un retorno y un avance de línea, caracteres ASCII 13 y 10 (como detalle curioso en MAC es el ASCII 13). Con lo cual, suele ser habitual que, al leer un fichero ASCII dos/windows, este contenga caracteres "raros" al final de línea. Hay editores como *emacs* que los tratan de forma transparente y, en todo caso, hay utilidades GNU/Linux, dependiendo de la distribución, que permiten convertirlos de uno a otro formato (con utilidades como *duconv*, *recode*, *dos2UNIX*, *UNIX2dos*).

**c) Uso de aplicaciones**: existen algunas alternativas para poder ejecutar las aplicaciones (no todas) de msdos y Windows. Para GNU/Linux hay emuladores de msdos como Dosemu o DosBox, y para aplicaciones Windows existe el software de ejecución Wine. Este puede ejecutar un gran numero de aplicacio-

nes de Windows (por ejemplo, permite ejecutar algunas versiones de Office e Internet Explorer), pero se continúa mejorando constantemente. Si la ejecución de aplicaciones Windows es imprescindible, nos puede ayudar algún software comercial, que da soporte extra a Wine. Por ejemplo, CrossOver. Otra posible solución es el uso de las máquinas virtuales; un ejemplo de software de amplio uso es VMware o VirtualBox, que crea como máquina virtual un PC completo, simulado por software, en el cual se puede instalar un gran número diferente de sistemas operativos. VMware y VirtualBox está disponible en versiones para Windows y para GNU/Linux, lo que permite tener un GNU/Linux instalado con un Windows ejecutándose virtualmente sobre él, o un Windows con GNU/Linux en virtual. Existen también otras soluciones de máquina virtual libres como QEMU, KVM, Bochs. En otro segmento, las máquinas virtuales en ambientes de alta carga de servicios o máquinas, o genéricamente la virtualización, es usada orientada a la creación de servidores virtuales en ambientes de alta carga de servicios o máquinas, con soluciones como VMware *server*, o los proyectos abiertos Xen, OpenVZ, Vserver, en los que es posible hacer coexistir varias máquinas virtuales corriendo sobre un operativo (mediante modificaciones en el *kernel* que soporten esta virtualización), o incluso sobre el hardware directamente (sin operativo completo, solo una pequeña capa software de virtualización de recursos, conocida como hypervisor).

Cabe señalar que todos estos sistemas de virtualización evolucionan constantemente, y muchas de las soluciones son ya equivalentes, con mayor o menor número de herramientas de apoyo, para gestionar los diversos servidores virtualizados y su carga a balancear.

Aparte de compartir la información (aplicaciones y/o datos), pueden buscarse aplicaciones GNU/Linux que sustituyan a las originales Windows a medida que el usuario vaya aprendiendo a utilizarlas, y observe que cumplen las funcionalidades esperadas.

Un caso típico seria la *suite* ofimática en que el usuario puede trasladar el uso a LibreOffice, que tiene un alto grado de compatibilidad con los ficheros de Office y un funcionamiento bastante semejante, o bien KOffice/Calligra (para el escritorio KDE), o GNumeric y AbiWord (para Gnome). En el caso de procesamiento de imágenes tomamos Gimp, con funcionalidades semejantes a Adobe Photoshop. Y multitud de reproductores multimedia: VLC, Xine, Mplayer. En Internet, se pueden encontrar múltiples listas de equivalencias de programas entre Windows y GNU/Linux.

## 5.2. Migración de una pequeña organización que dispone de sistemas Windows y algunos UNIX

Consideremos ahora una organización que tenga máquinas Windows y algunas máquinas UNIX dedicadas a servicios, o a *workstations* y unos usuarios un poco "anárquicos". Por ejemplo, estudiemos la siguiente situación: la organización tiene una pequeña red local de máquinas Windows repartidas por los usuarios, como máquinas de igual a igual en un grupo de trabajo Windows (no hay dominios Windows *server*).

El grupo es variopinto: tenemos máquinas con Windows XP (en desuso), Vista, 7, 8.x, 10, pero personalizadas por cada usuario con el software que necesita para su trabajo diario: ya sea Office, navegador, lector de correo o entornos de desarrollo para los programadores de diferentes lenguajes (por ejemplo C, C++, Java).

Se dispone de algunos recursos hardware extras, como varias impresoras conectadas a la red local (aceptan trabajos TCP/IP), y permiten utilizarse desde cualquier punto de la organización. Y existe una máquina compartida, con algunos recursos especiales, como *scanner*, grabadora de CD y directorios compartidos por red, donde los usuarios pueden dejar sus directorios con sus ficheros para procesos de *backup* o para recuperar, por ejemplo, imágenes escaneadas.

También disponemos de varias *workstations*, en este caso Oracle/Sun Sparc, que ejecutan Solaris (UNIX, comercial de Oracle). Estas estaciones están dedicadas al desarrollo y a algunas aplicaciones científicas y gráficas. Estas máquinas disponen de servicios de NFS para compartir archivos y NIS+ para manejar la información de los usuarios que se conectan a ellas y que puedan hacerlo desde cualquiera de ellas de forma transparente. Algunas de las máquinas incluyen servicios específicos; hay una destinada al servidor web de la organización y otra destinada al servidor de correo.

Se plantea la posibilidad de realizar una migración a GNU/Linux por intereses de desarrollo de software y por el interés particular de algunos usuarios de disponer de este sistema.

Además, se aprovechará la migración para intentar solucionar algunos problemas: de seguridad (algunos sistemas antiguos Windows, con bajo o nulo soporte, no son la mejor forma de compartir archivos) y de uso de la impresora (se quiere restringir porque el gasto en papel y el coste asociado es alto) a unas cuotas más razonables. Por otra parte, se ofrece cierta libertad a los usuarios; no se les obligará a cambiar de sistema, aunque se les hará la sugerencia. Y aprovecharemos la ocasión para comprar hardware nuevo que complemente al existente, por ejemplo, si las estaciones de trabajo están faltas de espacio de disco, lo cual supone limitaciones de espacio para el correo y las cuentas de usuario.

La migración en una organización (aunque sea pequeña) plantea muchas dificultades: tendremos diferentes ambientes de trabajo, hardware y software heterogéneo, y más de una vez, reticencias de los usuarios al cambio.

Después de toda esta pequeña descripción de nuestra organización (en otros casos más complejos, podría llenar varias páginas o ser un documento completo de análisis de la situación presente y propuestas futuras), nos comenzamos a plantear posibilidades para solucionar toda la problemática:

**1) ¿Qué hacemos con las *workstations* actuales?** El coste en mantenimiento y licencias de software es elevado. Tenemos que cubrir el mantenimiento de fallos en las estaciones, hardware caro (en este caso, discos SCSI) y ampliaciones de memoria también caras. El coste del sistema operativo (o de su mantenimiento) y sus actualizaciones también es caro. En este caso, se nos ofrecen dos posibilidades (dependiendo del presupuesto de que dispongamos para el cambio):

- Podemos reducir costes convirtiendo las máquinas a sistemas GNU/Linux. Estos sistemas son de arquitectura Sparc y existen (unas pocas) distribuciones que soportan esta arquitectura, como Gentoo o Debian. Podríamos sustituir los servicios por sus equivalentes GNU/Linux. La sustitución sería prácticamente directa, puesto que ya usamos un sistema UNIX.

- Otra posibilidad sería la eliminación del hardware propietario y convertir las estaciones en PC potentes con GNU/Linux. Esto simplifica su mantenimiento posterior, aunque tiene un alto coste inicial.

**2) ¿Y con el software de las *workstation*?** Si las aplicaciones son de desarrollo propio, puede ser suficiente volver a compilarlas o la adaptación simple al nuevo entorno. Si son comerciales, tendremos que ver si la empresa puede proporcionarlas en entornos GNU/Linux, o si podemos encontrar reemplazos con funcionalidad parecida. En el caso de los desarrolladores, sus entornos de lenguajes C, C++ y Java pueden portarse fácilmente. En caso de C y C++, se puede utilizar el compilador GNU *gcc* y existen multitud de IDE para el desarrollo (Eclipse, KDevelop, Anjuta...). En el caso de Java, se puede utilizar el *openJDK* como las implementaciones propias de Oracle/Java en GNU/Linux y entornos varios de código abierto (Eclipse de IBM o Netbeans).

**3) ¿Y los usuarios?** A aquellos que estén interesados en GNU/Linux les podemos instalar equipos duales con Windows y GNU/Linux para que comiencen a probar el sistema y, si quieren, pasar finalmente a un único sistema GNU/Linux. Podemos encontrar dos tipos de usuarios: los puramente ofimáticos necesitarán la *suite*, navegador y correo; esto se les puede ofrecer con un escritorio GNU/Linux como Gnome o KDE y software como LibreOffice, navegador Mozilla/Firefox, y correo Mozilla Thunderbird (o cualquier otro Kmail, Evolution...). La equivalencia es más o menos directa, depende de la predisposición que los usuarios tengan de probar y usar el nuevo software. Para los desarrolladores, el cambio puede ser más directo, ya que se les ofrecen muchos más entornos y herramientas flexibles. Podrían migrar completamente a sistemas GNU/Linux o trabajar directamente con las *workstations*.

**4) ¿Y las impresoras?** Puede establecerse alguna estación de trabajo como servidor de impresión (ya sea por colas TCP/IP o por servidor Samba) y controlar las impresiones mediante cuotas.

**5) ¿La máquina compartida?** El hardware compartido puede dejarse en la misma máquina o se puede controlar desde un sistema GNU/Linux. En cuanto al espacio de disco compartido, puede moverse a un servidor Samba que sustituya al actual.

**6) ¿Ampliamos el espacio del disco?** Dependerá del presupuesto. Podemos mejorar el control mediante un sistema de cuotas que reparta el espacio de una forma equitativa y ponga límites a la saturación.

### 5.3. Migración de un servidor Windows a un servidor Samba en GNU/Linux

**Nota**

Esta migración suele conllevar un proceso bastante más extenso que las bases expuestas. Consultad la bibliografía para ver los pasos completos del mismo.

Consultar la documentación de Samba 3 y 4 relativa a estos procesos en: http://www.samba.org/samba/docs/.

En este caso, describimos el proceso básico necesario para efectuar una posible migración de un servidor Windows que comparte carpetas e impresora a un servidor Samba en un sistema GNU/Linux.

Supongamos una máquina que pertenece a un grupo de trabajo GRUPO, que comparte una impresora llamada PRINTER y que tiene una carpeta compartida DATOS que no es más que el disco D de la máquina. Varios clientes Windows acceden a la carpeta para lectura/escritura, dentro de una red local con direcciones IP 192.168.1.x, donde x será 1 para nuestro servidor Windows, y los clientes tienen otros valores (las redes 192.168.x.x se utilizan a menudo como direcciones para montar redes privadas internas).

En nuestro proceso vamos a construir un servidor Samba, que es el que nos permitirá la ejecución en GNU/Linux del protocolo SMB/CIFS (*server message block / common Internet file system*). Este protocolo permite la interacción del sistema de archivos y de las impresoras por medio de redes en múltiples sistemas operativos. Podemos montar carpetas pertenecientes a Windows en las máquinas GNU/Linux, o bien parte de los archivos de GNU/Linux en Windows, y lo mismo con las impresoras de uno u otro. El servidor está compuesto de dos *daemons* (procesos de sistema) llamados *smbd* y *nmbd*. Dependiendo de la versión de Samba también existe un tercero denominado *winbind*, el qual se utiliza dentro de entornos con servidores Windows, donde el sistema GNU/Linux es cliente de servicios Windows, gestionando básicamente la información de usuarios y grupos Windows, exponiéndolos como si fueran usuarios del sistema GNU/Linux. Como en este caso se trata de un servicio usado en entornos basados en servidores Windows, se encuentra fuera del alcance de este material, y puede obtenerse más información en los manuales de Samba 3.

En estos momentos coexisten diversas versiones de los servidores Samba, las familias 3.X y la 4.X.

La mayor parte de distribuciones se han adoptado a Samba 4, pero algunas aún conservan por defecto Samba 3, es de esperar que progresivamente se adopte Samba 4 por defecto, pero de momento existen muchas instalaciones actuales de sistemas GNU/Linux con Samba 3.

Respecto a las diferencias principales cabe destacar que Samba 3 estaba pensado para compartición de impresoras y ficheros en ambientes de dominios de Windows NT Server, y asimismo permite usarlo como un controlador de dominio NT (DC), y puede participar en un dominio Active Directory como miembro (pero no como DC). Mientras que Samba 4 proporciona compatibilidad con dominios de los actuales Windows Server basados en Active Directory (AD), en los que puede participar como DC o PDC (*Primary Domain Controller*).

**Nota**

Para conocer estas técnicas Samba 4 para suplir Controladores de Dominio, se recomienda la lectura de https://wiki.samba.org/index.php/Samba_AD_DC_HOWTO, así como diversa documentación presente en https://wiki.samba.org/index.php/Main_Page.

Gracias al software como Samba, la migración desde entornos Windows es muy flexible y rápida e incluso con mejoras de prestaciones o en rendimiento.

Volviendo a los *daemons* involucrados en el Servidor Samba, el proceso *smbd* gestiona las peticiones de los clientes hacia los archivos o impresoras compartidos. Este *daemon*, además, es responsable de la autentificación de usuarios, los bloqueos de los recursos y la compartición de datos a través del protocolo SMB. Los puertos que este servidor utiliza para el tráfico SMB son los TCP 139 y 445. El *nmbd* gestiona el sistema de nombres de las máquinas y los recursos bajo el protocolo NetBIOS (creado por IBM). Este protocolo es independiente de la red que se usa (actualmente, Microsoft utiliza generalmente en NT/2000/XP/Vista/7/8.x/10 Netbios sobre TCP/IP). El *nmbd* también proporciona servicios WINS, que es el servicio de asignación de nombres, que se ejecuta sobre Windows NT/Server si tenemos una colección de máquinas. Es una especie de combinación de DNS y DHCP para entornos Windows. El proceso es un poco complejo; en resumen, cuando una máquina Windows arranca, o bien tiene una dirección IP estática, o bien dinámica por medio de un servidor DHCP, y además puede que tenga un nombre NetBIOS (el nombre que el usuario asigna a la máquina: en identificación de red). El cliente WINS contacta con el servidor para informar de cuál es su IP. Si una máquina de red pregunta posteriormente por el nombre NetBios, se contacta con el servidor WINS para obtener su dirección IP y se establecen las comunicaciones. El *nmbd* controla, entre otros, este proceso sobre GNU/Linux. *Nmbd* también participa en los protocolos de búsqueda de máquinas de vistas de "Grupos de trabajo" o "Grupos en el hogar" de los Windows 7 y 8.x. El *nmbd* utiliza, por defecto, el puerto UDP 137 para sus comunicaciones.

Como cualquier otro servicio de red, Samba no se debería ejecutar sin considerar qué riesgos puede suponer su activación y cómo podemos minimizarlos. Respecto a Samba, hay que tener presentes los temas de seguridad, puesto que estamos abriendo parte de nuestros archivos y las impresoras locales a nuestros

sistemas, o de nuestra red local. Tendremos que verificar bien las restricciones de comunicación que ponemos para no dar acceso a usuarios o máquinas no deseadas. En este ejemplo básico, no vamos a comentar estos temas. En un caso real, tendríamos que examinar las opciones de seguridad y restringir el acceso solo a quien realmente deseemos.

En el proceso de migración, primero tendremos que configurar el sistema GNU/Linux para el soporte de Samba. Se necesita el soporte en el *kernel* de los *filesystems* Samba (*smbfs*), que ya viene activado. Hay que añadir que, actualmente, hay un soporte adicional en el *kernel* a través del modulo (cifs), el cual, a partir de la versión del *kernel* 2.6.20, se considera el método por defecto, quedando smbfs en segundo termino. El módulo cifs aporta soporte para nuevas prestaciones relacionadas con el protocolo CIFS (como extensión de SMB). Estos módulos nos permiten, mediante los nombres de sistemas de ficheros "smbfs" y "cifs", realizar operaciones de montaje de sistemas de ficheros Windows en el árbol de directorios de Windows (*mount -t smbfs* o *mount -t cifs*). Actualmente, la mayoría de las distribuciones dan soporte casi exclusivo del módulo *cifs*. También hay que destacar la cuestión de la configuración: mientras smbfs basaba en exclusiva su operación en la configuración Samba (como veremos en el fichero smb.conf), al módulo cifs se le puede proporcionar la configuración en las operaciones (por ejemplo, en el proceso de montaje mediante *mount*).

En el caso del uso del servidor Samba, además del soporte *kernel*, necesitaremos instalar los paquetes software asociados: habrá que examinar qué paquetes relacionados con Samba hay en la distribución e instalar los que tengan que ver con el funcionamiento de servidor (y tener en cuenta con que familia Samba 3 o 4 trabaja por defecto la distribución). Y también, si se quiere, los relacionados con Samba como cliente, en el caso de que deseemos ser clientes de máquinas Windows o testear, desde nuestro GNU/Linux, los recursos compartidos de las máquinas Windows. En una distribución Debian, estos paquetes son: *samba*, *samba-common*, *samba-common-bin*, *smbclient*, y puede añadirse las cifs-utils, que incluyen varias herramientas adicionales para el manejo del sistema de archivos cifs. También puede ser interesante instalar paquetes para ayudar en la administración de Samba; casi cada distribución dispone de pequeñas utilidades gráficas para su configuración.

Para nuestro servidor GNU/Linux de Samba [Woo00], del ejemplo propuesto, tendremos que transferir los contenidos del anterior disco D (donde teníamos nuestro sistema de ficheros compartido) de la máquina original a la nueva máquina y colocar su contenido en algún *path*, por ejemplo, */home/DATOS*, ya sea por copia de *backup*, transferencia ftp, o usando Samba como cliente para transferir los archivos.

En cuanto a la utilización de GNU/Linux como cliente Samba, es bastante sencilla. Mediante el uso de comandos cliente para un uso ocasional de un sistema de ficheros:

**1)** Previamente, en la máquina Windows (*host* su nombre) creamos un directorio ("carpeta" en este caso), y lo compartimos ya sea para el usuario Windows propietario u otros usuarios a los que les demos acceso. En el sistema GNU/Linux cliente creamos un directorio (*/mnt/windows*) donde montar la carpeta compartida. Y usando el soporte de *cifs* (siendo usuario el propietario de la carpeta Windows o un usuario con permisos de lectura y/o escritura):

```
mount -t cifs //host/carpeta /mnt/windows -o user=usuario
```

En ocasiones, en estos comandos, dependiento del estado de Samba (*daemons* activos o no), la resolución de nombres NETBIOS puede no funcionar, substituir el nombre de "host" windows por su dirección IP. Hay varias formas de resolver los nombres NETBIOS:

- Por ficheros /etc/hosts local donde coloquemos la pareja, *host* e *ip*.
- Por dns (la organización lo tiene dado de alta, o es accesible via internet).
- Mediante el *daemon winbind* de Samba, añadiendo a */etc/nsswitch.conf* en *hosts*:

```
hosts: files dns wins
```

**2)** Colocamos el acceso a la "carpeta" Windows de la máquina *host* en nuestro directorio local, accediendo en el árbol de directorios a:

```
/mnt/windows
```

**3)** A continuación, cuando ya no esté en uso, podemos desmontar el recurso con:

```
umount /mnt/windows
```

Si no conocemos los recursos compartidos, podemos obtener una lista con:

```
smbclient -L host -U usuario
```

Y también podemos utilizar *smbclient //host/carpeta -U usuario*, con un funcionamiento parecido a un cliente ftp.

En caso de querer hacer los sistemas de ficheros disponibles permanentemente, o proporcionar determinadas configuraciones particulares, podemos estudiar el uso de *mount* directamente, ya sea con los sistemas de ficheros (soportados en el *kernel*) cifs, teniendo en cuenta los parámetros (autentificación de usuarios/grupos Windows u otros parámetros de servicio) que deberemos aportar dependiendo del caso, y de la configuración Samba preexistente [Ste07], e integrar los puntos de montaje en el arranque del sistema (configuración de */etc/fstab*, usando el sistema de ficheros cifs, y colocando los parámetros necesarios para el montaje correcto).

**Nota**

Es importante consultar siempre las páginas ***man*** que acompañen a las órdenes y aplicaciones Samba, o a los ficheros de configuración.

En el caso del servidor Samba, una vez tengamos instalado todo el software Samba, tendremos que configurar el servidor por medio de su fichero de configuración. Según la versión (o la distribución), este fichero puede estar en */etc/smb.conf* o bien en */etc/samba/smb.conf*. Las opciones aquí mostradas pertenecen a un Samba instalado sobre Debian. Otras versiones pueden tener algunas modificaciones menores.

Durante la instalación de los paquetes de software, es habitual que se nos pregunten algunos datos sobre su configuración. En el caso de Samba, se nos pregunta por el grupo de trabajo al que se va a servir, y deberemos colocar el mismo nombre del grupo que en Windows. También se nos pregunta si deseamos contraseñas encriptadas, recomendables por seguridad (antes en los antiguos Windows 9x se enviaban en texto en bruto, en lo que constituye un claro ejemplo de escasa seguridad y de alta vulnerabilidad del sistema).

A continuación, pasamos a ver el proceso de configuración del fichero *smb.conf*. Este fichero tiene tres apartados principales:

**1)** *Global* (características básicas de funcionamiento para todos los servicios).

**2)** *Browser, Name Resolution, Domain Options* (controla lo que otras máquinas ven de nuestros recursos y cómo actuamos, si de cliente o *server* de los recursos compartidos por *smb/cifs*).

**3)** *Share* (controla qué compartimos).

También podemos examinar el fichero de configuración de Samba desde estas secciones, que son apartados del fichero separados por indicaciones como *[nombre_seccion]*. Así aparecen las secciones [global] con las configuraciones correspondientes a los apartados 1 (*Global*) y 2 (*Browser, Name Resolution, Domain Options*) mencionados. En el apartado 3 (*Share*), podemos encontrar diferentes secciones:

**a)** *[homes]*: una sección especial que nos indica no un servicio, sino una serie de ellos destinados a que cada usuario con directorio personal en Linux pueda ser accesible en la Red mediante Samba, previa autentificación de la máquina cliente, que nos pedirá el correspondiente usuario y contraseña. Un método

sencillo de configurar estos servicios en entornos locales de tamaño pequeño/medio es utilizar los mismos usuarios y *passwords* tanto en entorno Windows como Samba sobre Linux. Como veremos más adelante en los materiales de administración avanzada, en entornos mayores, hay determinados métodos que nos permiten tener sincronizados los usuarios entre los dos entornos, o sustituir completamente mediante un servidor Samba Linux los servicios de directorio tipo NT-domain o AD (Active directory), que nos permitirán controlar todos los usuarios y servicios de la red homogénea de los dos entornos desde el servidor Samba.

**b)** *[printers]*: otra sección especial, que nos permite proporcionar servicios de impresión desde Samba para todas las impresoras definidas en el sistema. Es una solución rápida, que puede alternativamente hacerse por cada impresora, si solamente deseamos proporcionar algunas concretas o limitar su uso.

**c)** Por último, aparecerán diferentes secciones dedicadas a cada servicio que demos de alta y configuremos *[resource]* donde definiremos qué recurso proporcionamos y bajo qué características individuales.

Esta configuración podría quedar así:

```
[global]
   workgroup = GRUPO
   server string = Samba Server Version %v
   log file = /var/log/samba/log.%m
   max log size = 50

[homes]
   comment = Home Directories
   read only = No
   browseable = No

[printers]
   comment = All Printers
   path = /var/spool/samba
   printable = Yes
   browseable = Yes

[media]
   path = /mnt/media
   valid users = user1,user2
   read only = No
```

En este ejemplo rápido de configuración se nos proporcionan unos parámetros globales. Se desactivan los *homes* y en cambio se hacen disponibles todas las impresoras en *printers* y un recurso de disco disponible denominado *media*, que es accesible por dos usuarios para lectura y escritura.

Veamos una configuración básica, paso a paso, en el fichero de configuración Samba. En el manual (extenso) de este fichero de configuración Samba pueden verse las opciones disponibles (*man smb.conf*). Editaremos el fichero con algún editor e iremos viendo algunas de las líneas del fichero (los caracteres '#' o ';' a principio de línea son comentarios, si la línea contiene ';' es un comentario; para habilitar una línea, si es alguna línea opcional de configuración, deberemos editarla y quitar el ';' ):

```
workgroup = GRUPO
```

Aquí está indicado el grupo de trabajo Windows del cual las máquinas Windows clientes serán miembros.

```
server string = %h server (Samba %v)
```

Podemos colocar una descripción textual de nuestro servidor. La *h* y la *v* que aparecen son variables de Samba, que hacen referencia al nombre del *host* y a la versión de Samba. Por seguridad, es mejor quitar la *v*, ya que con ello se informa al exterior de qué versión de Samba tenemos. Si hay *bugs* de seguridad conocidos, esto puede aprovecharse.

```
hosts allow = 192.168.1
```

Esta línea puede estar presente o no, y la podemos incluir para habilitar qué *hosts* serán servidos; en este caso, todos los del rango 192.168.1.x.

```
printing = bsd
printing name = /etc/printcap
```

El fichero *printcap* es donde GNU/Linux guarda la definición de las impresoras si se dispone de un sistema BSD LPR de impresión (usado comúnmente en diversos sistemas UNIX). La alternativa es usar el sistema CUPS que deberá estar configurado antes, y cambiar las líneas anteriores por:

```
printing = cups
printcap name = cups
```

```
guest account = nobody
```

Esta es la cuenta de "invitado". Podemos crear una cuenta diferente, o solamente habilitar el acceso a Samba a los usuarios dados de alta en el sistema GNU/Linux (o usuarios que definamos nuevos para solo Samba).

```
log file = /var/log/samba/log.%m
```

Esta línea nos dice dónde se van a guardar los ficheros del registro de sesión (*logs*) de Samba. Se guarda uno por cada cliente (variable *m* es el nombre del cliente conectado).

```
encrypt passwords = true
```

Es conveniente, por seguridad, usar encriptación de contraseñas (*passwords*) si tenemos máquinas clientes con Windows 98, NT o superiores. Estas contraseñas se guardan en un fichero */etc/samba/smbpasswd*, que se genera para los usuarios de la instalación de Samba. Las contraseñas se pueden cambiar con el comando *smbpasswd*. También hay una opción llamada *UNIX passwdord sync*, que permite que el cambio sea simultáneo a las dos contraseñas (usuario Samba y usuario Linux).

A continuación, describiremos la sección "Share Definitions":

```
[homes]
```

Estas líneas permiten dar acceso a las cuentas de los usuarios desde las máquinas Windows. Si no lo queremos, añadimos unos ';' al inicio de estas líneas, y las máquinas, al conectarse, verán el nombre *comment*. En principio, la escritura está deshabilitada, y para habilitarla solo hay que poner "yes" en la opción *writable*.

**Nota**

Ved *man smb.conf*

Cualquier compartición de un directorio concreto (en Samba se suele denominar *partición* a un grupo de datos compartidos), se hará como los ejemplos que aparecen (ved, por ejemplo, la definición de compartir el CD-ROM en las líneas que empiezan por *[cdrom]*). En *path* se coloca la ruta de acceso.

En nuestro caso, por ejemplo, pondríamos un nombre DATOS a la partición en la ruta */home/DATOS*, donde habíamos copiado el disco D de la máquina original Windows y el *path* donde se puede encontrar, además de un alto grupo de opciones que puede modificar el usuario.

También hay una definición [*profiles*] que permite controlar los perfiles (*profiles*) de los usuarios Windows, o sea, el directorio donde se guarda su configuración de escritorio Windows, el menú de inicio, etc.

El método es parecido para las impresoras: se hace una partición con el nombre de la impresora (el mismo que se haya dado en GNU/Linux) y en el *path* se coloca la dirección de la cola asociada a la impresora (en GNU/Linux la

encontramos en: */var/spool/samba/PRINTER*). Utilizaremos la opción *printable = yes* si queremos que se envíen trabajos con Samba. También se puede determinar qué usuarios pueden acceder (*valid users*).

Una vez hechos estos cambios, solo tenemos que guardarlos y reiniciar Samba para que lea la nueva configuración. En Debian:

```
/etc/init.d/samba restart
```

O bien:

```
service samba restart
```

Ahora, nuestro directorio compartido y la impresora por Samba estarán disponibles, de manera que sirvan a los usuarios sin que estos noten diferencia alguna respecto a las conexiones anteriores con el servidor Windows.

Antes de utilizar la configuración Samba anterior, también podemos comprobarla con el comando *testparam*, que verificará que la configuración Samba sea correcta, y además nos señalará los errores de configuración cometidos. Con respecto al reinicio de Samba, dependiendo de la distribución deberemos reiniciar los diferentes servicios, que en las últimas versiones son los daemons/servicios *smb*, y *nmb* (y posiblemente también si se dispone del servicio activo winbind).

En las pruebas de Samba hay que verificar que no haya otros elementos que interfieran, como firewalls que no tengan los puertos samba abiertos, o configuraciones restrictivas de seguridad como SELinux. En las distribuciones Fedora y derivadas Red Hat, SELinux viene activado por defecto, por tanto, o deberá desactivarse, o activar el soporte de samba (véase comentarios en */etc/samba/smb.conf*).

## Actividades

**1.** En la descripción de servicios GNU/Linux, ¿se encuentra a faltar alguna funcionalidad?, ¿qué otro tipo de servicios añadiríais?

**2.** En el segundo caso de estudio del taller (el de la organización), ¿cómo cambiaríais la infraestructura informática si dispusierais de un presupuesto de coste cero, un presupuesto medio, o un presupuesto alto? Presentad algunas soluciones diferentes a las expuestas.

**3.** Tecnologías de virtualización como VMware o VirtualBox son máquinas virtuales por software que permiten instalar operativos sobre un PC virtual. Se puede conseguir una demo en http://www.vmware.com o http://www.virtualbox.org. Probad (en el caso de que dispongáis de una licencia Windows) a instalarla sobre Windows, y después un GNU/Linux sobre el PC virtual (o al revés). ¿Qué ventajas nos aporta este sistema de compartir los operativos? ¿Qué problemas ocasiona?

**4.** Si disponéis de dos máquinas para instalar un servidor Samba, podéis probar la instalación o configuración del servidor en configuraciones de cliente Samba UNIX-servidor Windows, o cliente Windows-servidor Samba en GNU/Linux. Lo podéis probar también en una sola máquina, utilizando la misma máquina como servidor y cliente Samba.

# Bibliografía

**[Ban] Banerjee, T.** "Linux Installation Strategies HOWTO". *The Linux Documentation Project.*

**[Gon] Gonzato, G.** "From DOS/Windows to Linux HOWTO". *The Linux Documentation Project.*

**[Knp]** Distribución Knoppix. http://knoppix.org

**[LPD]** LPD. *The Linux Documentation Project*. http://www.tldp.org. Proporciona los Howto's de los diferentes aspectos de un sistema GNU/Linux y un conjunto de manuales más elaborados.

**[Mon]** Monit. http://www.tildeslash.com/monit/

**[Mor 03] Morill, D.** (2003). *Configuración de sistemas Linux*. Anaya Multimedia.

Buena referencia de configuración de sistemas Linux, con algunos casos de estudio en diferentes entornos; comenta diferentes distribuciones Debian y Red Hat.

**[Nt3]** NTFS-3g Project: NTFS-3G Read/Write Driver. http://www.ntfs-3g.org/

**[Pri] Pritchard, S.** "Linux Hardware HOWTO". *The Linux Documentation Project.*

**[Rayb] Raymond, E. S.** "The Linux Installation HOWTO". *The Linux Documentation Project.*

**[Sam]** Samba Project. http://samba.org

**[Sama]** Samba HOWTO and Reference Guide (Chapter Domain Control). <http://samba.org/samba/docs/man/Samba-HOWTO-Collection/samba-pdc.html>

**[Samb]** Samba Guide (Chapter Adding Domain member Servers and Clients). <http://samba.org/samba/docs/man/Samba-Guide/unixclients.html>

**[Skob] Skoric, M.** "Linux+WindowsNT mini-HOWTO". *The Linux Documentation Project.*

**[Smb]** Entrada "Server Message Block" en la Wikipedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Server_Message_Block

**[Ste07] French, S.** "Linux CIFS Client Guide". http://us1.samba.org/samba/ftp/cifs-cvs/linux-cifs-client-guide.pdf

**[Sun 02] Sundaram, R.** (2002). "The dosemu HOWTO". *The Linux Documentation Project.*

The Dot Gnu Project. http://www.gnu.org/software/dotgnu/

**[Ubn]** Distribución Ubuntu. http://www.ubuntu.com

**[War] Ward, I.** "Debian and Windows Shared Printing mini-HOWTO". *The Linux Documentation Project.*

Wine Project. http://www.winehq.com/

**[Woo] Wood, D.** "SMB HOWTO". *The Linux Documentation Project.*

# Administración local

Josep Jorba Esteve

PID_00238585

UOC
Universitat Oberta de Catalunya

*Se garantiza permiso para copiar, distribuir y modificar este documento según los términos de la GNU Free Documentation License, Version 1.3 o cualquiera posterior publicada por la Free Software Foundation, sin secciones invariantes ni textos de cubierta delantera o trasera. Pueden consultarse los términos de la licencia en http://www.gnu.org/licenses/fdl-1.3.html.*

# Índice

**Introducción**..... 5

**1. Herramientas básicas para el administrador**..... 7
1.1. Herramientas gráficas y líneas de comandos ..... 8
1.2. Documentos de estándares ..... 10
1.3. Documentación del sistema en línea ..... 13
1.4. Herramientas de gestión de paquetes ..... 15
1.4.1. Paquetes TGZ ..... 16
1.4.2. Fedora/Red Hat: paquetes RPM ..... 19
1.4.3. Debian: paquetes DEB ..... 24
1.4.4. Nuevos formatos de empaquetado: Snap y Flatpak ..... 28
1.5. Herramientas genéricas de administración ..... 37
1.6. Otras herramientas ..... 38

**2. Distribuciones: particularidades**..... 39

**3. Niveles de arranque y servicios**..... 42
3.1. Arranque SysVinit ..... 42
3.2. Upstart ..... 45
3.3. Systemd ..... 48

**4. Observar el estado del sistema**..... 54
4.1. Arranque del sistema ..... 54
4.2. Kernel: directorio */proc*..... 55
4.3. *Kernel*: */sys*..... 57
4.4. Udev: gestión de dispositivos /dev ..... 57
4.5. Procesos ..... 62
4.6. Logs del sistema ..... 63
4.7. Memoria ..... 66
4.8. Discos y *filesystems*..... 67
4.9. Upower, Udisks ..... 72

**5. Sistema de ficheros**..... 80
5.1. Puntos de montaje ..... 82
5.2. Permisos ..... 85
5.3. Sistemas de ficheros: Xfs, Zfs y Btrfs ..... 86

**6. Usuarios y grupos**..... 92

**7. Servidores de impresión**..... 97
7.1. BSD LPD ..... 101

7.2. CUPS ..... 102

**8. Discos y gestión *filesystems*** ..... 104
8.1. RAID software ..... 106
8.2. Volúmenes lógicos (LVM) ..... 117

**9. Software: actualización** ..... 128

**10. Trabajos no interactivos** ..... 130

**11. Taller: prácticas combinadas de los apartados** ..... 132

**Actividades** ..... 141

**Bibliografía** ..... 142

# Introducción

Una de las primeras tareas con la que tendrá que enfrentarse el administrador será la gestión de los recursos locales presentes en el sistema a administrar. En el presente módulo veremos algunas de estas tareas de administración básicas, y algunos de los aspectos de personalización y rendimiento de los recursos.

Antes de comenzar con los aspectos más prácticos de la administración, revisaremos algunas de las herramientas básicas de que dispondrá el administrador (algunas como los *shell scripts* ya las hemos revisado previamente).

Posteriormente, analizaremos el proceso de arranque de un sistema GNU/Linux, que nos hará comprender la estructura inicial del sistema y su relación con los servicios que este proporciona.

A continuación, aprenderemos cómo obtener una visión general del estado actual del sistema por medio de los diferentes procedimientos y comandos de que disponemos para evaluar las partes del sistema. De este modo, podremos tomar decisiones de administración si detectamos algún fallo o deficiencia de rendimiento, o la falta de algún recurso.

**Nota**

La administración local engloba muchas tareas variadas, que quizás sean las más utilizadas por el administrador en su trabajo diario.

Uno de los principales puntos de la administración es la gestión de usuarios, ya que cualquier configuración de la máquina estará destinada a que pueda ser utilizada por estos. Veremos cómo definir nuevos usuarios en el sistema y controlar su nivel de acceso a los recursos.

En cuanto a los periféricos del sistema, como discos e impresoras, disponemos de diferentes posibilidades de gestión, ya sea vía diferentes servidores (caso impresión) o diferentes sistemas de archivos que podemos tratar, así como algunas técnicas de optimización del rendimiento de los discos.

También examinaremos el problema de la actualización del sistema, así como la nueva incorporación de software de aplicación y cómo hacerlo disponible a los usuarios. Asimismo, analizaremos la problemática de ejecutar trabajos temporizados en el sistema.

En el taller final examinaremos la evaluación de estado de una máquina, siguiendo los puntos vistos en este módulo, y llevaremos a cabo algunas de las tareas de administración básicas descritas. En el desarrollo de la unidad comentaremos algunos comandos y, posteriormente, en el taller, veremos algunos de ellos con más detalle en lo que respecta a su funcionamiento y opciones.

# 1. Herramientas básicas para el administrador

El administrador de sistemas GNU/Linux tiene que enfrentarse, diariamente, a una gran cantidad de tareas. En general, en la filosofía UNIX no suele haber una única herramienta para cada tarea o una sola manera de hacer las cosas. Lo común es que los sistemas UNIX proporcionen una gran cantidad de herramientas más o menos simples para afrontar las diferentes tareas.

Será la combinación de las herramientas básicas, cada una con una tarea muy definida, la que nos dará la posibilidad de solucionar un problema o tarea de administración.

En este apartado veremos diferentes grupos de herramientas, identificaremos algunas de sus funciones básicas y veremos varios ejemplos de sus usos. Comenzaremos por examinar algunos estándares del mundo GNU/Linux, que nos permitirán hallar algunas de las características básicas que esperamos de cualquier distribución de GNU/Linux. Estos estándares, como el LSB (o Linux Standard Base) [Linc] y el FHS (Filesystem Hierarchy Standard) [Key], nos hablan de herramientas que esperamos encontrar disponibles, de una estructura común para el sistema de ficheros, así como de distintas normas que tienen que cumplirse para que una distribución sea considerada un sistema GNU/Linux y mantenga reglas comunes para la compatibilidad entre estos estándares.

En la automatización de tareas de administración suelen utilizarse comandos agrupados en *shell scripts* (también llamados guiones de comandos), mediante lenguaje interpretados por el *shell* (intérprete de comandos) del sistema. En la programación de estos *shell scripts* se nos permite unir los comandos del sistema con estructuras de control de flujo, y así disponer de un entorno de prototipo rápido de herramientas para la automatización de tareas.

Otro esquema habitual es la utilización de herramientas de compilación y depuración de lenguajes de alto nivel (como por ejemplo C). En general, serán utilizadas por el administrador para generar nuevos desarrollos de aplicaciones o herramientas, o para incorporar al sistema aplicaciones que vengan como código fuente y tengan que adaptarse y compilarse.

También analizaremos el uso de algunas herramientas gráficas con respecto a las habituales de la línea de comandos. Estas herramientas suelen facilitar las tareas al administrador, pero su uso es limitado, ya que dependen fuertemente de la distribución de GNU/Linux, o incluso de cada versión. Aun así, hay algunas herramientas útiles que son compartidas entre distribuciones.

Por último, analizaremos un grupo de herramientas imprescindibles para mantener el sistema actualizado, las herramientas de gestión de paquetes. El software servido en la distribución GNU/Linux, o incorporado posteriormente, se suele ofrecer en unidades denominadas paquetes, que incluyen los archivos de un determinado software, más pasos necesarios para la preparación de la instalación, la configuración posterior o, si es el caso, la actualización o desinstalación de un determinado software. Y cada distribución suele aportar software de gestión para mantener las listas de paquetes instalados, o por instalar, así como el control de las versiones existentes, o posibilidades diversas de actualización por medio de diferentes fuentes origen (repositorios de paquetes).

### 1.1. Herramientas gráficas y líneas de comandos

Existe un gran número de herramientas, de las que examinamos una pequeña porción en este y en los siguientes módulos, que como herramientas de administración son proporcionadas por terceros de forma independiente a la distribución o por el mismo distribuidor del sistema GNU/Linux.

Estas herramientas pueden cubrir más o menos aspectos de la administración de una tarea concreta, y presentarse con múltiples interfaces diferentes: ya sean herramientas de línea de comandos con múltiples opciones y/o ficheros de configuración asociados, o herramientas textuales con algún tipo de menús elaborados, o bien herramientas gráficas con interfaces más adecuadas para el manejo de información, o asistentes que automaticen las tareas, o bien interfaces web de administración.

**Funcionalidad**

Las herramientas gráficas de administración no suelen ofrecer una funcionalidad completa, y es interesante conocer cuáles son los efectos de sus acciones.

Todo esto nos ofrece un gran número de posibilidades de cara a la administración, pero siempre tenemos que valorar su facilidad de uso junto con las prestaciones y los conocimientos que posea el administrador que se dedica a estas tareas.

Las tareas habituales del administrador GNU/Linux pueden pasar por trabajar con diferentes distribuciones (por ejemplo, las que comentaremos, Fedora [Fed] o Debian [Debb], o cualquier otra), o incluso por trabajar con variantes comerciales de otros UNIX. Esto conlleva que tengamos que establecer una cierta manera de trabajar que nos permita realizar las tareas de la misma forma en los diferentes sistemas.

Por esta razón, en los diferentes apartados intentaremos destacar todos aquellos aspectos más comunes, y las técnicas de administración serán realizadas en su mayor parte a bajo nivel, mediante una línea de comandos y/o con edición de ficheros de configuración asociados.

Cualquiera de las distribuciones de GNU/Linux suele aportar herramientas del tipo línea de comandos, textual o, en particular, gráficas, que complementan las anteriores y simplifican, en mayor o menor medida, la administración de las tareas [Sm]. Pero hay que tener en cuenta varias puntualizaciones:

**a)** Estas herramientas son una interfaz más o menos elaborada de las herramientas básicas de línea de comandos y los correspondientes ficheros de configuración.

**b)** Normalmente no ofrecen todas las prestaciones o configuraciones que pueden realizarse a bajo nivel.

**c)** Los errores pueden no gestionarse bien, o simplemente proporcionar mensajes tipo "la tarea no se ha podido realizar".

**d)** El uso de estas herramientas oculta, a veces completamente, el funcionamiento interno del servicio o tarea. Comprender bien el funcionamiento interno es un conocimiento básico para el administrador, y más si tiene que desarrollar tareas de corrección de errores o optimización de servicios.

**e)** Estas herramientas son útiles en la mejora de la producción. Una vez que el administrador tiene los conocimientos adecuados, puede gestionar con ellas de forma más eficaz las tareas rutinarias y automatizarlas.

**f)** O también el caso contrario, la tarea puede ser tan compleja, o necesitar tantos parámetros, o generar tantos datos, que se vuelve imposible controlarla de forma manual. En estos casos, las herramientas de alto nivel pueden ser muy útiles y volver practicables algunas tareas que de otra manera son difíciles de controlar. Por ejemplo, dentro de esta categoría entrarían las herramientas de visualización, monitorización y resumen de actividades o servicios complejos.

**g)** En la automatización de tareas, estas herramientas (de más alto nivel) pueden no ser las más adecuadas: pueden no haber sido pensadas para los pasos que hay que realizar, o bien hacerlo de una forma no eficaz. Un caso concreto puede ser la creación de usuarios, una herramienta visual puede ser muy atrayente, por la forma de introducir los datos, pero ¿qué sucede cuando en lugar de introducir uno o pocos usuarios queremos introducir una lista de decenas o centenares de estos? La herramienta, si no está preparada, se vuelve totalmente ineficiente.

**h)** Por último, los administradores suelen querer personalizar sus tareas utilizando las herramientas que consideran más cómodas y fáciles de adaptar. En este aspecto, suele ser habitual la utilización de las herramientas básicas de bajo nivel y la utilización de *shell scripts* para combinarlas de modo que formen una tarea.

Tenemos que saber valorar estas herramientas extra según el valor añadido que tengan para nuestras tareas.

Podemos dar a estas herramientas un uso casual (o cotidiano), si tenemos los conocimientos suficientes para tratar los errores que puedan producirse, o bien con el objetivo de facilitar algún proceso para el que haya sido pensada la herramienta, pero siempre controlando las tareas que implementamos y el conocimiento técnico subyacente.

### 1.2. Documentos de estándares

Los estándares, ya sean genéricos del mundo UNIX o particulares de GNU/Linux, nos permiten seguir unos criterios básicos, por los que nos guiamos en el momento de aprender o realizar una tarea, y que nos proporcionan información básica para comenzar nuestro trabajo.

En GNU/Linux podemos encontrarnos con estándares como el FHS (Filesystem Hierarchy Standard) [Lin04b], que nos explica qué podemos encontrarnos (o dónde buscarlo) en la estructura del sistema de ficheros de nuestro sistema. O el LSB (Linux Standard Base), que nos comenta diferentes componentes software que solemos encontrar en los sistemas [Lin11c].

En el estándar **FHS** (Filesystem Hierchachy Standard) se describe la estructura en árbol del sistema de ficheros principal (/), donde se especifica la estructura de los directorios y los principales ficheros que contendrán. Este estándar es usado en mayor o menor medida también para los UNIX comerciales, en los cuales al principio hubo muchas diferencias que hicieron que cada fabricante cambiara la estructura a su gusto. El estándar pensado en origen para GNU/Linux se hizo para normalizar esta situación y evitar cambios drásticos. Aun así, el estándar es seguido con diferentes grados; la mayoría de distribuciones siguen en un alto porcentaje el FHS, realizando cambios menores o aportando ficheros o directorios que no existían en el estándar.

**El estándar FHS**

El Filesystem Hierchachy Standard es una herramienta básica para el conocimiento de una distribución, que nos permite conocer la estructura y funcionalidad del sistema de archivos principal del sistema.

Ved FHS en http://www.pathname.com/fhs

También se pueden consultar las actividades del grupo FHS en:

http://www.linuxfoundation.org/collaborate/workgroups/lsb/fhs.

Un esquema básico de directorios podría ser:

- ***/bin***: utilidades de base del sistema, normalmente programas empleados por los usuarios, ya sean desde los comandos básicos del sistema (como */bin/ls*, listar directorio), pasando por los shells (*/bin/bash*), etc.

- ***/boot***: archivos estáticos relacionados con el *boot loader*, necesarios durante el arranque del sistema previos al arranque del *kernel*. El cual puede encontrarse en / (la raiz) o en este mismo directorio, por ejemplo, */boot/vmlinuz*.

**FHS y LSB**

Pueden encontrarse las últimas especificaciones en estado beta en:

http://www.linuxbase.org/betaspecs/fhs/

http://www.linuxbase.org/betaspecs/lsb/

- ***/dev***: aquí encontramos ficheros especiales que representan los dispositivos posibles en el sistema. El acceso a los periféricos en sistemas UNIX se hace como si fueran ficheros. Podemos encontrar ficheros como */dev/console, /dev/modem, /dev/mouse, /dev/cdrom, /dev/floppy*... que suelen ser enlaces a dispositivos más específicos del tipo de controlador o interfaz que utilizan los dispositivos, como */dev/mouse*, enlazado a */dev/psaux*, representado un ratón de tipo PS2, o */dev/cdrom* a */dev/hdc*, un CD-ROM que es un dispositivo del segundo conector IDE y máster. Aquí encontramos los dispositivos IDE como */dev/hdx*, los scsi/sata */dev/sdx*... con x variando según el número de dispositivo. Hay que mencionar que las últimas distribuciones, respecto a los dispositivos de disco, soportan en el *kernel* emulación de dispositivos IDE como si fueran scsi; por eso es corriente ver hoy en día todos los discos como dispositivos de tipo */dev/sdx*. Aquí cabe comentar que, en su inicio, este directorio era estático, con los ficheros predefinidos, y/o configurados en determinados momentos. Actualmente, se utilizan técnicas tecnologías dinámicas (como *hotplug*, y principalmente *udev*), que permiten detectar dispositivos y crear los archivos */dev* dinámicamente, bien al inicio del sistema o durante la ejecución, con la inserción de dispositivos removibles.

- ***/etc***: ficheros de configuración. La mayoría de tareas de administración necesitarán examinar o modificar los ficheros contenidos en este directorio. Por ejemplo, */etc/passwd* contiene parte de la información de las cuentas de los usuarios del sistema. Se recomienda que la configuración de servicios se guarde en subdirectorios de */etc*, y no en el mismo */etc* directamente.

- ***/home***: contiene las cuentas de los usuarios, es decir, los directorios personales de cada usuario. Aunque FHS no lo fuerza, por tanto, es posible que las distribuciones o el administrador creen directorios diferentes (por ejemplo, */users* u otros). Los programas o útiles de administración no deberían presuponer que las cuentas de usuario se encuentran en este directorio.

- ***/lib***: las bibliotecas del sistema, compartidas por los programas de usuario, ya sean estáticas (extensión *.a*) o dinámicas (extensión *.so*). Por ejemplo, la biblioteca C estándar, en ficheros *libc.so* o *libc.a*. También en particular suelen encontrarse los módulos dinámicos del kernel Linux, en */lib/modules*.

- ***/mnt***: punto para montar (comando *mount*) sistemas de ficheros de forma temporal. Históricamente se había usado para montar dispositivos removibles, pero actualmente se prefiere para montar sistemas de ficheros de forma temporal.

- ***/media***: para punto de montaje habitual de dispositivos extraibles. Tipicamente, es donde encontraremos montados los dispositivos de CD o USB

removibles. En distribuciones con soporte de systemd, este directorio progresivamente se desplazará a */run/media/$nombre_usuario*.

- ***/opt***: suele colocarse el software añadido al sistema posterior a la instalación. Otra instalación válida es en */usr/local*.

- ***/run***: usado para incorporar datos en tiempo de ejecución, por diferentes programas, en especial para almacenar información desde el arranque del sistema. Tipicamente se habia utilizado */var/run* para este objetivo, pero se está migrando progresivamente a este directorio. Una de las funciones es almacenar PID (identificadores de proceso) de programas en ejecución. Suele disponerse, en caso de algunos servicios, de un subdirectorio para cada uno. También en sistemas con systemd presente, se ha trasladado a */run/media* el montaje de dispositivos removibles.

- ***/sbin***: utilidades de base del sistema. Suelen ser comandos reservados al administrador (*root*). Por ejemplo, */sbin/fsck* para verificar el estado de los sistemas de ficheros.
  En algunas distribuciones este esquema no es tan preciso, y suelen estar dispersos en varios directorios, como */sbin*, */usr/sbin*, */usr/local/sbin* principalmente. Generalmente se enlaza (o monta como sistema de ficheros) en */usr/sbin*, y */usr/local/sbin* suele guardarse para herramientas locales instaladas por el administrador.

- ***/svr***: directorio reservado para especificar los datos de los servicios que se están ejecutando en el sistema; la idea es incorporar un directorio por servicio. Si los datos son internos al servicio, y no consumibles/consultables por terceros, se recomienda ponerlos en */var/lib*. De momento, las distribuciones no han hecho un gran uso de este espacio y hsn mantenido muchos de los datos bien en directorios en */etc* o en */var/lib*, cuando podrían migrarse a este espacio.

- ***/tmp***: ficheros temporales de las aplicaciones o del propio sistema. Aunque son para la ejecución temporal, entre dos ejecuciones la aplicación/servicio no puede asumir que va a encontrar los anteriores ficheros. Incluso se recomienda a las distribuciones que, entre arranques del sistema, este directorio sea borrado.

- ***/usr***: diferentes elementos instalados en el sistema, normalmente solo de lectura. Algún software de sistema más completo se instala aquí, además de complementos multimedia (iconos, imágenes, sonidos, por ejemplo en */usr/share*) y la documentación del sistema (*/usr/share/doc*). También en */usr/local* se suele utilizar para instalar documentación, software local accesible a los usuarios o elementos complementarios. Como caso especial importante, */usr/bin*, que es donde suelen guardarse la mayoría de comandos ejecutables por los usuarios comunes del sistema. También podemos destacar */usr/include* y */usr/lib*, donde se almacenan los ficheros estándar

de include para el desarrollo en lenguaje C, y las librerías disponibles para programación.

- ***/var***: ficheros de registro de sesión o de estado (ficheros de tipo log) y/o errores del propio sistema y de diferentes servicios, tanto locales como de red. Por ejemplo, ficheros de sesión en */var/log*, contenido de los mails en */var/spool/mail* o trabajos de impresión en */var/spool/lpd*.

Estos son algunos de los directorios definidos en el FHS para el sistema raíz; luego se especifican algunas subdivisiones, como el contenido de los */usr* y */var* y los ficheros de datos y/o ejecutables típicos que se esperan encontrar como mínimo en los directorios (ved las referencias a los documentos FHS).

Con respecto a las distribuciones, Fedora/Red Hat sigue el estándar FHS muy de cerca. Solo presenta algunos cambios en los archivos presentes en */usr* y */var*. En */etc* suele existir un directorio por componente configurable, y hay algún directorio especial, como */etc/sysconfig*, donde se encuentra gran parte de la configuración de varios servicios básicos del sistema. En */opt*, */usr/local* no suele existir software instalado, a no ser que el usuario lo instale. Debian, por su parte, sigue el estándar, aunque añade algunos directorios de configuración especiales en */etc*. También ambos grupos de distribuciones suelen disponer en */etc/default* de algunas configuraciones por defecto de servicios o componentes del sistema.

Otro estándar en proceso es el LSB (Linux Standard Base) [Linc]. La idea de este es definir unos niveles de compatibilidad entre las aplicaciones, bibliotecas y utilidades, de manera que sea posible la portabilidad de las aplicaciones entre distribuciones sin demasiados problemas. Además del estándar, proporcionan conjuntos de prueba (tests) para verificar el nivel de compatibilidad. LSB en sí mismo es un recopilatorio de varios estándares aplicados a GNU/Linux.

**Nota**

Estándares de especificaciones: http://refspecs.linuxfoundation.org

LSB: http://refspecs.linuxfoundation.org/lsb.shtml y https://wiki.linuxfoundation.org/en/LSB

## 1.3. Documentación del sistema en línea

Uno de los aspectos más importantes para nuestras tareas de administración será disponer de la documentación correcta para nuestro sistema y el software instalado. Hay muchas fuentes de información, entre las que destacaremos las siguientes:

**a) man** es la ayuda por excelencia. Nos permite consultar el manual de GNU/Linux, que está agrupado en varias secciones, correspondientes a comandos administración, formatos de ficheros, comandos de usuario, llamadas de lenguaje C, etc. Normalmente, para obtener la ayuda asociada, tendremos suficiente con:

```
man comando
```

Cada página describiría el comando junto con sus opciones y aportaría algunos ejemplos de utilización. A veces, puede haber más de una entrada en el manual. Por ejemplo, es posible que haya una llamada C con igual nombre que un comando. En este caso, hay que especificar qué sección quiere mirarse:

```
man n comando
```

siendo n el número de sección (por ejemplo, 2 para las llamadas a sistema, o 3 para las rutinas de la librería C).

Existen también unas cuantas herramientas de exploración de los manuales, por ejemplo *xman* y *tkman*, que mediante interfaz gráfica facilitan el examen de las diferentes secciones, así como índices de los comandos (también los entornos KDE/Gnome permiten en sus ayudas acceder a las páginas man). Otro comando interesante es *apropos*, palabra que nos permitirá localizar páginas man que hablen de un tema determinado (asociado con la palabra buscada).

**b) info** es otro sistema de ayuda habitual. Es un programa desarrollado por GNU para la documentación de muchas de sus herramientas. Se trata de una herramienta textual en la que los capítulos y las páginas se pueden recorrer por medio de un sistema de navegación simple (basado en teclado).

**c) Documentación de las aplicaciones**: además de ciertas páginas man, es habitual incluir en las aplicaciones documentación extra, ya sea en forma de manuales o tutoriales, o simples guías de usuario. Estos componentes de documentación se instalan en el directorio */usr/share/doc* (o */usr/doc*, dependiendo de la distribución), donde se crea un directorio por paquete de aplicación (por lo general, la aplicación puede disponer de paquete de documentación por separado).

**d) Sistemas propios de las distribuciones**. Red Hat suele venir con unos CD de manuales de consulta que son instalables en el sistema y tienen formatos HTML o PDF. Fedora dispone de un proyecto de documentación en la web del proyecto. Debian trae los manuales como un paquete de software más y suelen instalarse en */usr/share/doc*. Por otra parte, dispone de herramientas que clasifican la documentación presente en el sistema y la organizan por menús para su visualización, como *dwww* o *dhelp*, que presentan interfaces web para examinar la documentación del sistema.

**e)** Por último, **los escritorios X**, como Gnome y KDE, también traen sistemas de documentación propios con su documentación y manuales, así como información para desarrolladores, ya sea en forma de ayudas gráficas en sus aplicaciones, o en aplicaciones propias que recopilan las ayudas (por ejemplo, *devhelp* en Gnome).

## 1.4. Herramientas de gestión de paquetes

En cualquier distribución, los paquetes son el elemento básico para tratar las tareas de instalación de nuevo software, actualización del existente o eliminación del no utilizado.

Básicamente, un paquete es un conjunto de ficheros que forman una aplicación o una unión de varias aplicaciones relacionadas, formando un único fichero (denominado paquete), con un formato propio y comprimido, que es el que se distribuye, ya sea vía CD, DVD o mediante acceso a servicios de ftp o web a repositorios públicos.

El uso de paquetes facilita añadir o quitar software, al considerarlo una unidad y no tener que trabajar con los ficheros individuales.

En determinadas ocasiones, algunas aplicaciones o componentes son distribuidos en más de un paquete, separando los componentes esenciales de aquellos opcionales o relacionados con desarrollo, *plugins* de usuario o componentes modulares. Podemos encontrar: *paquete* como el principal, mientras otros, como *paquete-common*, nos ofrezcan los ficheros comunes asociados; *paquete-devel* y/o *-libs*, los ficheros asociados a desarrollo y otras denominaciones para ficheros extra para la aplicación/componente del sistema.

En el contenido de la distribución (sus CD/DVD o imágenes ISO) los paquetes suelen estar agrupados por categorías como:

**a)** Base: paquetes indispensables para el funcionamiento del sistema (útiles, programas de inicio, bibliotecas de sistema).

**b)** Sistema: útiles de administración, comandos de utilidad.

**c)** Desarrollo (*developement*): útiles de programación, como editores, compiladores, depuradores...

**d)** Gráficos: controladores e interfaces gráficas, escritorios, gestores de ventanas.

**e)** Otras categorías.

Para la instalación de un paquete, será necesario efectuar una serie de pasos:

**1)** Previo (preinstalación): comprobar que existe el software necesario (y con las versiones correctas) para su funcionamiento (dependencias), ya sean bibliotecas de sistema u otras aplicaciones que sean usadas por el software.

**2)** Descompresión del contenido del paquete, copiando los ficheros a sus localizaciones definitivas, ya sean absolutas (tendrán una posición fija) o, si se permite, reubicadas a otros directorios.

**3)** Postinstalación: retocar los ficheros necesarios, configurar posibles parámetros del software, adecuarlo al sistema...

Dependiendo de los tipos de paquetes, estos pasos pueden ser automáticos en su mayoría (así es en el caso de RPM [Bai03] y DEB [Deb02]). También puede que se necesite hacerlos todos de forma manual (caso TGZ), dependiendo de las herramientas que proporcione la distribución.

Veremos, a continuación, quizás los tres paquetes más clásicos de la mayoría de distribuciones. Cada distribución suele tener uno por estándar y soporta alguno de los demás. También observaremos una serie de nuevas propuestas para sistemas de empaquetado "universales" que puedan ser usados de forma genérica por más de una distribución.

### 1.4.1. Paquetes TGZ

Los paquetes TGZ son quizás los de utilización más antigua. Las primeras distribuciones de GNU/Linux los utilizaban para instalar el software, y todavía los usan varias distribuciones (por ejemplo, Slackware) y algunos UNIX comerciales.

Son una combinación de ficheros unidos por el comando *tar* en un único fichero .tar, que luego ha sido comprimido por la utilidad gzip, suele aparecer con la extensión .tgz o bien .tar.gz. Asimismo, hoy en día es común encontrar los tar.bz2 que utilizan, en lugar de gzip, otra utilidad llamada bzip2 que, en algunos casos, consigue mayor compresión del archivo.

Este tipo de paquete no contiene ningún tipo de información de dependencias, y puede presentar tanto contenido de aplicaciones en formato binario como en código fuente. Podemos considerarlo como una especie de colección de ficheros comprimida.

**Nota**

Los paquetes TGZ son una herramienta básica a la hora de instalar software no organizado y son muy útiles para realizar procesos de *backup* y restauración de archivos.

En contra de lo que pudiera parecer, este es un formato muy utilizado y, sobre todo, por creadores o distribuidores de software externo a la distribución. Muchos creadores de software que trabajan para plataformas varias, como varios UNIX comerciales y diferentes distribuciones de GNU/Linux, lo prefieren como sistema más sencillo y portable.

**Ejemplo**

Uno de estos casos es el proyecto GNU, que distribuye su software en este formato (en forma de código fuente), ya que puede utilizarse en cualquier UNIX, ya sea un sistema propietario, una variante BSD o una distribución GNU/Linux.

Si se trata de formato binario, tendremos que tener en cuenta que sea adecuado para nuestro sistema; por ejemplo, suele ser común alguna denominación como la que sigue (en este caso, la versión 1.4 de un paquete):

```
paquete-i686-pc-linux-gnu-1.4-installer.tar.gz
```

donde tenemos el nombre del paquete, arquitectura a la que ha destinado *i686* (Pentium II o superiores o compatibles). Podría ser *i386*, *i586*, *i686*, *k6* (*amd k6*), *k7* (*amd athlon*), *amd64* u *x86_64* (para AMD64 y algunos intel de 64bits), o *ia64* (intel Itaniums). Otras para arquitecturas de otras máquinas, como sparc, powerpc, mips, hppa, alpha... Después nos indica que es para Linux, en una máquina PC, la versión del software 1.4.

Si fuese en formato fuente, suele aparecer como:

```
paquete-source-1.4.tar.gz
```

donde se nos indica la palabra *source*. En este caso, no menciona versión de arquitectura de máquina, lo que nos indica que está preparado (en principio) para compilarse en diferentes arquitecturas.

De otro modo, habría diferentes códigos para cada sistema operativo o fuente: *GNU/Linux*, *Solaris*, *bsd*...

El proceso básico con estos paquetes consiste en:

**1)** Descomprimir el paquete (no suelen utilizar *path* absoluto, con lo que se pueden descomprimir en cualquier directorio):

```
tar -xzvf fichero.tar.gz (o fichero.tgz)
```

Con el comando *tar* ponemos opciones de *x*: extraer ficheros, *z*: descomprimir, *v*: ver pasos proceso, *f*: dar nombre del fichero a tratar. Dependiendo de la compresión utilizada, *gzip* o *bzip2* (u otras), puede ser necesario cambiar la opción de descomprimir, consultar la página *man* del comando *tar*. Por ejemplo, usar *-j* para *bzip2*, *-J* para *xz*, etc.

También se puede hacer por separado (sin la *z* del *tar*):

```
gunzip fichero.tar.gz
```

(nos deja un fichero tar)

```
tar -xvf fichero.tar
```

**2)** Una vez tenemos descomprimido el *tgz*, tendremos los ficheros que contenía; normalmente, el software debe incluir algún fichero de tipo *Readme* o *Install*, donde nos especificarán las opciones de instalación paso a paso, y también posibles dependencias del software.

En primer lugar, habrá que verificar las dependencias (suelen indicarlas en el fichero con los pasos de instalación), por si disponemos del software adecuado. Si no, deberemos buscarlo e instalarlo.

Si se trata de un paquete binario, la instalación suele ser bastante fácil, ya que o bien directamente ya será ejecutable donde lo hayamos dejado, o traerá algún instalador propio. Otra posibilidad será que tengamos que hacerlo manualmente, con lo que bastará con copiar (*cp -r*, copia recursiva) o mover (comando *mv*) el directorio a la posición deseada.

Otro caso es el formato de código fuente. En este, antes de instalar el software, tendremos que hacer un paso de compilación. Para eso habrá que leer con cierto detalle las instrucciones que lleve el programa. Pero la mayoría de desarrolladores usan un sistema de GNU llamado *autoconf* (de autoconfiguración), en el que habitualmente se usan los siguientes pasos (si no aparecen errores):

**a)** ***./configure***: se trata de un *script* que configura el código para poder ser compilado en nuestra máquina, y verifica que existan las herramientas adecuadas. La opción *--prefix = directorio* permite especificar dónde se instalará el software. Normalmente, se soportan muchas opciones adicionales de configuración según el software (con *–help* se mostraran las que acepta).

**b)** ***make***: la compilación propiamente dicha.

**c)** ***make install***: la instalación del software a un lugar adecuado, especificado previamente como opción al *configure* o asumida por defecto.

Este es un proceso general, pero depende del software que lo siga o no; hay casos bastante peores, donde todo el proceso se tiene que realizar a mano, retocando ficheros de configuración o el mismo *makefile*, y/o compilando uno a uno los ficheros, pero esto, por suerte, es cada vez menos habitual.

En caso de querer borrar el software instalado, habrá que utilizar el desinstalador si nos lo proporcionan, o si no, borrar directamente el directorio o los ficheros que se instalaron, teniendo cuidado de posibles dependencias.

Los paquetes *tgz*, y otros como *tar.bz2*, *tar.xz*, son bastante habituales como mecanismo de *backup* en tareas de administración, por ejemplo, para guardar copias de datos importantes, hacer *backups* de cuentas de usuario, o guardar copias antiguas de datos que no sabemos si volveremos a necesitar. Suele uti-

lizarse el siguiente proceso: supongamos que queremos guardar copia del directorio "dir" *tar -cvf dir.tar dir* (*c:* compactar dir en el fichero dir.tar) *gzip dir.tar* (comprimir) o bien en una sola instrucción como:

```
tar -czvf dir.tgz dir
```

El resultado será un fichero *dir.tgz*. Hay que ser cuidadoso si nos interesa conservar los atributos de los ficheros, y permisos de usuario, así como posiblemente ficheros de enlace (links) que pudieran existir (deberemos examinar las opciones de *tar* para que se ajuste a las opciones de *backup* deseadas).

### 1.4.2. Fedora/Red Hat: paquetes RPM

El sistema de paquetes RPM [Bai] creado por Red Hat supone un paso adelante, ya que incluye la gestión de dependencias y tareas de configuración del software. Además, el sistema guarda una pequeña base de datos con los paquetes ya instalados, que puede consultarse y se actualiza con las nuevas instalaciones.

Los paquetes RPM, por convención, suelen usar un nombre como:

```
paquete-version-rev.arq.rpm
```

donde *paquete* es el nombre del software, *version* es la numeración de versión del software, *rev* suele ser la revisión del paquete RPM, que indica las veces que se ha construido, y *arq,* la arquitectura a la que va destinado el paquete, ya sea Intel/AMD (i386, i586, i686, x86_64, ia64) u otras como alpha, sparc, ppc... La "arquitectura" *noarch* suele usarse cuando es independiente, por ejemplo, un conjunto de *scripts*, y *src* en el caso de que se trate de paquetes de código fuente. La ejecución típica incluye la ejecución de rpm, con las opciones de la operación a realizar, junto con uno o más nombres de paquetes por procesar juntos.

**Ejemplo**

El paquete *apache-1.3.19-23.i686.rpm* indicaría que se trata del software Apache (el servidor web), en su versión 1.3.19, revisión del paquete RPM 23, para arquitecturas Pentium II o superiores.

Las operaciones típicas con los paquetes RPM incluyen:

- **Gestión de dependencias**: los paquetes RPM incorporan la idea de gestión de dependencias y de base de datos de los paquetes existentes.

- **Información del paquete**: se consulta sobre el paquete una información determinada, se usa la opción *-q* acompañada del nombre del paquete (con *-p* si se hace sobre un archivo rpm). Si el paquete no ha sido instalado todavía, la opción sería *-q* acompañada de la opción de información que se quiera pedir, y si se quiere preguntar a todos los paquetes instalados a la vez, la opción sería *-qa*. Preguntas a un paquete instalado pueden ser:

| Consulta | Opciones RPM | Resultados |
|---|---|---|
| Archivos | *rpm -ql* | Lista de los archivos que contiene el paquete (pasado como parámetro) |
| Información | *rpm -qi* | Descripción del paquete |
| Requisitos | *rpm -qR* | Requisitos previos, bibliotecas o software |

- **Instalación:** simplemente *rpm -i paquete.rpm*, o bien puede hacerse con URL donde encontrar el paquete, para descargarlo desde servidores FTP o web. Solo hay que utilizar la sintaxis ftp:// o http:// para dar la localización del paquete. La instalación podrá realizarse siempre que se estén cumpliendo las dependencias del paquete, ya sea software previo o bibliotecas que deberían estar instaladas. En caso de no cumplirlo, se nos listará qué software falta, y el nombre del paquete que lo proporciona. Puede forzarse la instalación (a riesgo de que no funcione) con las opciones *--force* o *--nodeps,* o simplemente no hacer caso de la información de las dependencias. La tarea de instalación (realizada por rpm) de un paquete conlleva diferentes subtareas:
  - Verificar las posibles dependencias.
  - Examinar por conflictos con otros paquetes previamente instalados.
  - Realizar tareas previas a la instalación.
  - Decidir qué hacer con los ficheros de configuración asociados al paquete si previamente existían.
  - Desempaquetar los ficheros y colocarlos en el sitio correcto.
  - Realizar tareas de postinstalación.
  - Finalmente, almacenar registro de las tareas realizadas en la base de datos de RPM.

- **Actualización:** equivalente a la instalación, pero comprobando primero que el software ya existe *rpm -U paquete.rpm*. Se encargará de borrar la instalación previa.

- **Verificación:** durante el funcionamiento normal del sistema, muchos de los archivos instalados cambian. En este sentido, RPM permite verificar los archivos para detectar las modificaciones, bien por proceso normal, bien por algún error que podría indicar datos corrompidos. Mediante *rpm -V paquete* verificamos un paquete concreto, y mediante *rpm -Va* los verificamos todos.

- **Eliminación:** borrar el paquete del sistema RPM (*-e* o *--erase*). Si hay dependencias, puede ser necesario eliminar otros primero.

**Ejemplo**

Para un caso remoto:

```
rpm -i ftp://sitio/directorio/paquete.rpm
```

nos permitiría descargar el paquete desde el sitio ftp o web proporcionado, con su localización de directorios, y proceder en este caso a la instalación del paquete.

**Nota**

Ver el sitio www.rpmfind.net

Hay que vigilar la procedencia de los paquetes, y solo utilizar fuentes de paquetes conocidas y fiables, ya sea del propio fabricante de la distribución, o de sitios en los que confiemos. Se nos ofrece junto con los paquetes alguna "firma" digital de estos para que podamos comprobar su autenticidad; suelen utilizarse las sumas md5 para comprobar que el paquete no se ha alterado, y otros sistemas como GPG (versión Gnu de PGP) para comprobar la autenticidad del emisor del paquete. Hay también en Internet diferentes almacenes de paquetes RPM genéricos, donde están disponibles para diferentes distribuciones que usen o permitan el formato RPM.

Para un uso seguro de paquetes, los repositorios (oficiales, y algunos de terceros) firman electrónicamente los paquetes, por ejemplo con el mencionado GPG. Esto nos permite asegurar (si disponemos de las firmas) que los paquetes proceden de la fuente fiable. Cada proveedor (el repositorio) incluye unos ficheros de firma PGP con la clave para su sitio. De los repositorios oficiales ya se encuentran instaladas, de terceros deberemos obtener el fichero de clave, e incluirla en RPM, típicamente:

```
$ rpm --import GPG-KEY-FILE
```

Siendo *GPP-KEY-FILE* el fichero clave GPG o la URL de dicho fichero, este fichero también tendrá suma md5 para comprobar su integridad. Podemos conocer las claves existentes en el sistema con:

```
$ rpm -qa | grep ^gpg-pubkey
```

Podemos observar más detalles a partir de la llave obtenida:

```
$ rpm -qi gpg-key-xxxxx-yyyyy
```

Para un paquete rpm concreto podremos comprobar si dispone de firma y cuál se ha utilizado con:

```
$ rpm --checksig -v <paquete>.rpm
```

Y para verificar que un paquete es correcto en base a las firmas disponibles, puede comprobarse con:

```
$ rpm -K <paquete.rpm>
```

Debemos ser cuidadosos en importar solo aquellas claves de los sitios en que confiemos. Cuando RPM encuentre paquetes con firma que no poseamos en nuestro sistema, o el paquete no esté firmado, nos avisará, y la acción ya dependerá de nuestra actuación.

En cuanto al soporte RPM en las distribuciones, en Fedora (Red Hat, y también en sus derivadas), RPM es el formato por defecto de paquetes y el que usa ampliamente la distribución para las actualizaciones, y la instalación de software. En Debian se utiliza el formato denominado DEB (como veremos posteriormente), pero también hay soporte para RPM (existe el comando rpm), pero solo para consulta o información de paquetes. En el caso de que sea imprescindible instalar un paquete rpm en Debian, se recomienda utilizar la utilidad *alien*, que permite convertir formatos de paquetes, en este caso de RPM a DEB, y proceder a la instalación con el paquete convertido.

Además del sistema base de empaquetado de la distribución, hoy en día cada una suele aportar un sistema de gestión de software intermedio de más alto nivel, que añade una capa superior al sistema base, facilitando las tareas de gestión del software y añadiendo una serie de utilidades para controlar mejor el proceso.

En el caso de Fedora (Red Hat y derivados) se utiliza el sistema YUM, que permite, como herramienta de más alto nivel, la instalación y gestión de paquetes en sistemas rpm, así como la gestión automática de dependencias entre los paquetes. Facilita el acceso a múltiples repositorios diferentes, en algunas distribuciones su configuración se basaba en el fichero */etc/yum.conf*, pero actualmente está repartida entre diversos directorios.

**Nota**

Ved YUM en http://yum.baseurl.org/

**Nota**

Para distribuciones de Fedora superiores a la versión 22, el nuevo sistema DNF substituye a YUM. Más sobre DNF en http://dnf.baseurl.org/

La configuración de yum se basa en:

```
/etc/yum.config | (fichero de opciones)
/etc/yum | (directorio para algunas utilidades asociadas)
/etc/yum.repos.d | (directorio de especificación de repositorios, un fichero para cada uno,
      se incluye información del acceso y localización de las firmas <i>gpg</i>)
```

Para las operaciones típicas de yum, un resumen sería:

| Orden | Descripción |
|---|---|
| *yum install* <nombre> | Instalar el paquete con el nombre |
| *yum update* <nombre> | Actualizar un paquete existente |

| Orden | Descripción |
|---|---|
| *yum remove* <nombre> | Eliminar paquete |
| *yum list* <nombre> | Buscar paquete por nombre (solo nombre) |
| *yum search* <nombre> | Buscar más ampliamente |
| *yum provices* <file> | Buscar paquetes que proporcionen el fichero |
| *yum update* | Actualizar todo el sistema |
| *yum upgrade* | Ídem al anterior incluyendo paquetes adicionales |

Fedora también proporciona algunas utilidades gráficas para la actualización, como Yumex, y dependiendo de la versión, han existido diferentes herramientas, pero de existencia y permanencia corta. Alguna otra (textual) como Fedup se ha convertido en el estándar para la actualización de la distribución entre versiones.

El sistema YUM, que se venía utilizando en la distribución Fedora y otras distribuciones derivadas de Red Hat, se está substituyendo progresivamente por el sistema DNF (Dandified YUM). Este nuevo sistema es la opción por defecto a partir de Fedora 22 para la gestión de alto nivel de paquetes en Fedora. Las demás distribuciones basadas en Fedora/Red Hat se irán adaptando progresivamente con migraciones desde YUM a DNF.

**Nota**

Ved DNF en http://dnf.baseurl.org/.

En el nuevo DNF se ha intentado mejorar ciertas deficiencias que se observaban en YUM:

- Se han mejorado las prestaciones.
- Se ha mejorado el uso intensivo de memoria que se hacía.
- Se ha reducido cierta lentitud en el proceso de resolución de dependencias, además de la posible corrupción de dependencias en algunos casos.
- Se ha corregido la dependencia de ciertas API no bien documentadas, y de lenguajes (para sus *scripts*) como Python (versión 2) cuando la mayoria de distribuciones están migrando a Python 3.

Para mejorar estas deficiencias se ha desarrollado un *core* del sistema, con una serie de librerías independientes que están asociadas a resolver las problemáticas individuales: gestión de paquetes y sus dependencias (mediante RPM, y las librerías *libsolv* y *hawkey*), gestión de metadatos y repositorios (*librepo*), y gestión de grupos de paquetes (*libcomps*). Esto permite disponer a los desarrolladores del sistema DNF de unas API claras, basadas en una serie de librerías externas que pueden mejorarse independientemente.

La interfaz de órdenes se ha mantenido prácticamente compatible con YUM y solamente deberá cambiarse el uso de la orden `yum` por `dnf`. Así, una instalación de paquete individual pasa a realizarse con:

```
$ dnf install package-name
```

Siendo DNF habitual en las distribuciones que lo han adoptado como alternativa a YUM, el propio YUM nos recuerda ante el uso de la orden `yum`, que este se encuentra obsoleto y nos advierte que hay que usar los nuevos comandos mediante un aviso semejante a este:

```
Yum command has been deprecated, use dnf instead.
See 'man dnf' and 'man yum2dnf' for more information.
To transfer transaction metadata from yum to DNF, run 'dnf migrate'
```

**Nota**

Respecto las diferencias de CLI, de DNF y de YUM puede encontrarse una lista actualizada en: http://dnf.readthedocs.io/en/latest/cli_vs_yum.html.

Como diferencias de línea de comandos de DNF y YUM, podemos destacar:

- Las opciones *update* y *upgrade* son exactamente iguales, no hay diferencia en DNF.

- *dnf remove nombrepaquete* borra todos los paquetes (previa confirmación) con el nombre mencionado, en caso de desear una versión concreta deberemos especificarla en la orden.

- Hay otras diferencias menores de subopciones especificas que pueden consultarse en Read the Docs o en la página *man* de la orden: `man dnf`.

Respecto a la configuración del sistema global, DNF utiliza su fichero de configuración */etc/dnf/dnf.conf* y todos los ficheros de descripción de repos (**.repo*) que se encuentran en */etc/yum.repos.d*. Por otra parte, los ficheros del sistema mantenidos en caché pueden encontrarse en */var/cache/dnf*.

**Nota**

Para una referencia completa de la configuración del sistema podemos consultar: http://dnf.readthedocs.io/en/latest/conf_ref.html.

### 1.4.3. Debian: paquetes DEB

Debian tiene herramientas interactivas como *tasksel*, que permiten escoger unos subconjuntos de paquetes agrupados por tipo de tareas: paquetes para X, para desarrollo, para documentación, etc., o como *dselect* que facilita navegar por toda la lista de paquetes disponible (hay miles) y escoger aquellos que queramos instalar o desinstalar. De hecho, estas son solo un *front-end* del gestor de software nivel intermedio APT (equivalente al yum en Fedora).

En el nivel de línea de comandos dispone de *dpkg*, que es el comando de más bajo nivel (sería el equivalente a rpm), para gestionar directamente los paquetes DEB de software [Deb], típicamente *dpkg -i paquete.deb* para realizar la instalación. Pueden realizarse todo tipo de tareas, de información, instalación, borrado o cambios internos a los paquetes de software.

El nivel intermedio (como el caso de yum en Fedora) lo presentan las herramientas APT (la mayoría son comandos *apt-xxx*). APT permite gestionar los paquetes por medio de una lista de paquetes actuales y disponibles a partir de varias fuentes de software, ya sea desde los propios CD de la instalación, sitios ftp o web (HTTP). Esta gestión se hace de forma transparente, de manera que el sistema es independiente de las fuentes de software.

La configuración del sistema APT se efectúa desde los archivos disponibles en */etc/apt*, donde */etc/apt/sources.list* es la lista de fuentes disponibles. Podría ser, por ejemplo:

```
deb http://http.us.debian.org/debian stable main contrib non-free
debsrc http://http.us.debian.org/debian stable main contrib non-free
deb http://security.debian.org stable/updates main contrib non-free
```

en que hay recopiladas varias de las fuentes "oficiales" para una Debian (*stable* en este caso), desde donde se pueden obtener los paquetes de software, así como las actualizaciones que estén disponibles. Básicamente, se especifica el tipo de fuente (web/ftp en este caso), el sitio, la versión de la distribución (*stable*), y categorías del software que se buscará (libre, o contribuciones de terceros o de licencia no libre o comercial).

Los paquetes de software están disponibles para las diferentes versiones de la distribución Debian. Existen paquetes para las versiones *stable*, *testing* y *unstable*. El uso de unos u otros determina el tipo de distribución (previo cambio de las fuentes de repositorios en *sources.list*). Pueden tenerse fuentes de paquetes mezcladas, pero no es muy recomendable, ya que se podrían dar conflictos entre las versiones de las diferentes distribuciones.

**Un sistema muy potente**

Los paquetes DEB de Debian son quizás el sistema de instalación más potente existente en GNU/Linux. Una de sus prestaciones más destacables es la independencia del sistema de las fuentes de los paquetes (mediante APT).

Una vez tenemos las fuentes de software configuradas, la principal herramienta para manejarlas en nuestro sistema es *apt-get*, que nos permite instalar, actualizar o borrar desde el paquete individual, hasta actualizar la distribución entera. Existe también un *front-end* a *apt-get*, llamado *aptitude*, cuya interfaz de opciones es prácticamente igual (de hecho, podría calificarse de emulador de *apt-get*, ya que la interfaz es equivalente). Como ventaja, aporta una mejor gestión de dependencias de los paquetes, y algoritmos para solucionar los conflictos de paquetes que pueden aparecer. De hecho, en las últimas versiones de Debian, *aptitude* es la interfaz por defecto en línea de comandos para la gestión

de paquetes. Pueden seguir usándose ambas sin problemas, pero ante problemas complejos, de resolución de conflictos entre paquetes, se recomienda *aptitude*, por aportar mejores resoluciones.

Algunas funciones básicas de *apt-get* son:

**1)** Instalación de un paquete particular:

```
apt-get install paquete
```

**2)** Borrado de un paquete:

```
apt-get remove paquete
```

**3)** Actualización de la lista de paquetes disponibles:

```
apt-get update
```

**4)** Actualización de la distribución, podríamos efectuar los pasos combinados:

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

Mediante este último proceso, podemos mantener nuestra distribución actualizada permanentemente, actualizando los paquetes instalados y verificando las dependencias con los nuevos. Una herramienta útil para construir esta lista es *apt-spy*, que intenta buscar los sitios oficiales más rápidos, o *netselect*, que nos permite probar una lista de sitios. Por otro lado, podemos buscar las fuentes oficiales (configurarlas con *apt-setup*), o bien copiar algún fichero de fuentes disponible. Software adicional (de terceros) puede necesitar añadir otras fuentes más (a */etc/apt/sources.list*), se pueden obtener listas de sitios no oficiales de fuentes alternativas (pero cabe ser precavido con su uso, por problematicas de seguridad).

La actualización del sistema en particular genera una descarga de un gran número de paquetes (en especial en *unstable)*, lo que hace recomendable vaciar la cache, el repositorio local, con los paquetes descargados (se mantienen en */var/cache/apt/archive*) que ya no vayan a ser utilizados, bien con *apt-get clean,* para eliminarlos todos, o bien con *apt-get autoclean*, para eliminar aquellos paquetes no necesarios porque ya hay nuevas versiones y ya no serán necesarios (en principio). Hay que tener en cuenta que no volvamos a necesitar estos paquetes por razones de reinstalación, porque en este caso tendríamos que volver a descargarlos.

El sistema APT también permite lo que se denomina SecureAPT, que es la gestión segura de paquetes mediante verificación de sumas (md5) y la firma de fuentes de paquetes (de tipo GPG). Si durante la descarga no están disponibles las firmas, *apt-get* informa de ello y genera un listado con los paquetes no firmados, pidiendo si se van a dejar instalar o no, dejando la decisión al administrador. Se obtiene la lista de fuentes confiables actuales con:

```
# apt-key list
```

Las claves *gpg* de los sitios oficiales de Debian son distribuidas mediante un paquete. Las instalamos:

```
apt-get install debian-archive-keyring
```

evidentemente considerando que tenemos *sources.list* con los sitios oficiales. Se espera que por defecto (dependiendo de la versión Debian) estas claves ya se instalen, en la instalación inicial del sistema. Para otros sitios no oficiales (que no proporcionen la clave en paquete), pero que consideremos confiables, podemos importar su clave, obteniéndola desde el repositorio (tendremos que consultar dónde tienen la clave disponible, no hay un estándar definido, aunque suele estar en la página web inicial del repositorio). Se utiliza *apt-key add* con el fichero, para añadir la clave, o también:

```
# gpg --import fichero.key
# gpg --export --armor XXXXXXXX | apt-key add -
```

siendo *X* un hexadecimal relacionado con la clave (ved instrucciones del repositorio para comprobar la forma recomendada de importar la clave y los datos necesarios).

Otra funcionalidad importante del sistema APT son las funciones de consulta de información de los paquetes, con la herramienta *apt-cache*, que nos permite interactuar con las listas de paquetes de software Debian.

**Ejemplo:**

La herramienta *apt-cache* dispone de opciones que nos permiten buscar información sobre los paquetes, como por ejemplo:

**1)** Buscar paquetes sobre la base de un nombre incompleto:

```
apt-cache search nombre
```

**2)** Mostrar la descripción del paquete:

```
apt-cache show paquete
```

**3)** De qué paquetes depende:

```
apt-cache depends paquete
```

Otra herramienta o funcionalidad de *apt* interesante es *apt-show-versions*, que nos especifica qué paquetes pueden ser actualizados (y por qué versiones, ved opción *-u*).

Otras tareas más específicas necesitarán realizarse con la herramienta de más bajo nivel, como *dpkg*. Se puede, por ejemplo, obtener la lista de archivos de un paquete determinado ya instalado:

```
dpkg -L paquete
```

O la lista de paquetes entera con:

```
dpkg -l
```

O buscar de qué paquete proviene un elemento (fichero, por ejemplo):

```
dpkg -S fichero
```

Este en particular funciona para paquetes instalados; *apt-file* permite también buscar para paquetes todavía no instalados.

Por último, cabe mencionar también algunas herramientas gráficas para APT, como *synaptic*. O las textuales ya mencionadas, como *aptitude* o *dselect*.

En conclusión, cabe destacar que el sistema de gestión APT (en combinación con el base *dpkg*) es muy flexible y potente a la hora de gestionar las actualizaciones, y es el sistema de gestión de paquetes usado en Debian y sus distribuciones derivadas, como Ubuntu, Kubuntu, Knoppix, Linex, etc.

### 1.4.4. Nuevos formatos de empaquetado: Snap y Flatpak

En los últimos tiempos han surgido nuevas alternativas a los sistemas de paquetes tradicionales para disminuir algunos de los problemas asociados al uso de los sistemas previos. Por una parte como principales contendientes en este punto, cabe señalar a Snappy/Snap (denominado así dependiendo de si hacemos referencia al sistema de empaquetado o al paquete individual) y a Flatpak.

Entre los problemas habituales de los sistemas de empaquetado clásicos podemos destacar los siguientes:

- Los paquetes son excesivamente dependientes de la distribución. A pesar de ser un estándar concreto (como DEB o RPM) pueden depender de paquetes específicos de la distribución concreta, o puede haber dependencias de librerías o versiones de estas que pueden no encontrarse en la distribución destino.

- Lo anterior crea una "fragmentación" de los paquetes GNU/Linux, que hace casi imposible empaquetar aplicaciones de forma válida para diferentes distribuciones GNU/Linux.

- En una misma distribución, el paquete puede necesitar versiones de bibliotecas anteriores o posteriores a las existentes, creando dependencias difíciles (o imposibles en algunos casos) de resolver.

- No son posibles los paquetes "universales" válidos para cualquier distribución.

Los nuevos sistemas como Snappy/Snap (proveniente de Canonical, desarrollador de Ubuntu) y Flatpak (antes conocido como xdg-app, y promovido por desarrolladores de la comunidad Gnome y Red Hat) prometen en cambio diferentes prestaciones (resueltas en este momento con diferentes resultados):

- Facilitar al desarrollador un empaquetamiento en un único formato que permite la instalación prácticamente en cualquier distribución GNU/Linux. Todo dependerá de que cada distribución decida dar soporte a uno o más de estos nuevos formatos.

- Se promete que los paquetes en estos nuevos formatos estarán aislados unos de otros y también de las partes criticas del sistema operativo, de manera que se maximice la seguridad.

- Alguno de ellos (Flatpak) permite empaquetar la aplicación directamente con las librerías que utiliza, de manera que no dependa de las librerías finales disponibles en el sistema, sino que la aplicación esté empaquetada con todo aquello necesario para funcionar. El concepto es bastante similar al concepto de aplicación instalable en MacOS X de Apple. Los críticos de este concepto aducen que se crean infinidad de copias de las mismas librerías, con múltiples versiones, difíciles de controlar (*bugs*, seguridad en especial), además de consumir en exceso memoria de la máquina y también disco para el almacenaje. Flatpak tiene alguna solución por ejemplo para la existencia de múltiples copias, utilizando deduplicación de librerías: si ya existen copia de ellas en el sistema las usa sin añadir copias extra.

- Flatpak son aplicaciones de tipo *sandboxed*. La aplicación solo puede verse a sí misma, y a un número limitado de librerías y interfaces (API) del sistema operativo.

- Snappy se usa tanto en paquetes para servidor o como para aplicaciones de escritorio, mientras que Flatpak (y su relación con Gnome, aunque podrá ser utilizado en otros entornos de ventanas) está pensado para correr aplicaciones en sesiones de usuario, aprovechando servicios como *dbus* y *systemd*.

- En el caso de Snap, existe el concepto de repositorio centralizado (Snap Store o Ubuntu myApps u otros nombres dependiendo de la plataforma destino) controlado por Canonical, mientras que en Flatpak no existe tal concepto, solamente repositorios múltiples que añadir para tener fuentes de diferentes paquetes.

Veamos algunas pruebas de los nuevos sistemas de paquetes en diferentes distribuciones en las que actualmente se encuentran más extendidos.

### Snappy

En estos momentos Snappy/Snap se encuentra implementado (como nativo) en Ubuntu a partir de la versión 16.04 LTS, y también está disponible en mayor o menor grado en otras distribuciones. Para su uso en la distribución debe estar instalado el paquete *snapd* (o nombre similar dependiendo de la distribución), que incluye el comando `snap` para la gestión de paquetes. Si vamos a crear paquetes, también será necesario el paquete *snapcraft*.

**Nota**

Ved construcción de paquetes Snap por parte del desarrollador en: http://snapcraft.io/create/.

Veamos en Ubuntu (>= 16.04) una pequeña sesión de los comandos (CLI) de interfaz de usuario con este sistema de empaquetado.

Entre otras en la siguiente sesión de comando *snap* observamos:

| | |
|---|---|
| `snap help` | Para obtener información de las opciones disponibles. |
| `snap find [`*`paquete`*`]` | Para buscar paquetes disponibles, o por nombre o por parte de este. Podemos combinar mediante pipe con grep para encontrar otras palabras asociadas al paquete en sus comentarios. |
| `snap install` *`paquete`* | Para instalar un paquete determinado. |
| `snap refresh` *`paquete`* | Para actualizar un paquete previamente instalado, si está disponible una nueva versión se actualizará. |
| `snap list` | Para listar paquetes instalados en el sistema. Podemos combinar con grep para encontrar un paquete/palabra determinada de los paquetes instalados. |
| `snap remove` *`paquete`* | Para desinstalar un paquete. |
| `snap changes` | Para listar cambios recientes en el sistema *snap*. |

```
user@ubuntu:~$ sudo snap help
Usage:
snap [OPTIONS] <command>

The snap tool interacts with the snapd daemon to control the snappy software platform.
```

```
Available commands:
  abort          Abort a pending change
  ack            Adds an assertion to the system
  change         List a change's tasks
  changes        List system changes
  connect        Connects a plug to a slot
  create-user    Creates a local system user
  disconnect     Disconnects a plug from a slot
  find           Finds packages to install
  help           Help
  install        Install a snap to the system
  interfaces     Lists interfaces in the system
  known          Shows known assertions of the provided type
  list           List installed snaps
  login          Authenticates on snapd and the store
  logout         Log out of the store
  refresh        Refresh a snap in the system
  remove         Remove a snap from the system
  run            Run the given snap command
  try            Try an unpacked snap in the system

user@ubuntu:~$ sudo snap find
Name           Version    Developer      Notes    Summary
ab             1.0        snappy-test    -        Test snap with shortest name
ag-mcphail     1.0.1      njmcphail      -        The Silver Searcher - mcphail's build and
                                                    upstream git version
alsa-utils     1.1.0-1    woodrow        -        Utilities for configuring and using ALSA
apktool        2.1.1      ligboy         -        A tool for reverse engineering 3rd party,
                                                    closed, binary Android apps.
atom-cwayne    1.9.0      cwayne18       -        Atom Text Editor
audovia        3.3.1      songbuilder    -        Database application for making music using
                                                    JFugue MusicStrings
base           16.04+20160525.05-00  canonical  -  Base content for snapd
blender-tpaw   2.77a      tpaw           -        Blender is the free and open source 3D creation
                                                    suite.
cassandra      3.7        ev             -        Cassandra distributed database
cla-check      0.1        kyrofa         -        Check if Canonical's Contributor License
                                                    Agreement has been signed
click-parser   3.0.5      bhdouglass     -        Extract data from Ubuntu's click & snap
                                                    packages
compass-straightedge  1   caozhen        -        Construct geometric figures with
                                                    compass-and-straightedge construction
dolgia-test-tools  1.0    fgimenez       -        dolgia test tools
drmips         2.0.1-4    brunonova      -        Educational MIPS simulator
eeevil         1          chipaca        -        very evil
ejabberd       16.04      wyrddreams     -        ejabberd XMPP server
electrum-tpaw  2.6.4-tpaw3  tpaw         -        Lightweight Bitcoin Client
```

```
filebot          4.7~snap1  pointplanck     9.99EUR  The ultimate TV and Movie Renamer / Subtitle
                                                      Downloader
foobar21         2.1        testuser        -        This is a test snap
freecad          0.17       vejmarie        -        This is the first beta for freecad 0.17
                                                      supporting OCCT 7 / Netgen and new Smesh
                                                      version
freechartgeany 2.0.3-1snap  lucast70        -        Technical analysis software for stocks
gdoc-html-cleaner  0.1.2    caldav          -        Download Google Docs as cleaned HTML files
ghex-udt         1          canonical       -        Hex Editor
gmailfilter      0.0.1a     thomi           -        Programmatically filter gmail messages
gnuchess         2.1        tomechangosubanana  -   Plays a game of chess, includes GUI and CLI.
                                                      Run "gnuchess.readme" for more information.
gtwang-demo      1.0        gtwang          -        G.T.Wang demo application.
hangups          0.3.6      tomdryer        -        Third-party instant messaging client for Google
                                                      Hangouts
hello            2.10       canonical       -        GNU Hello, the "hello world" snap
..................

user@ubuntu:~$ sudo snap find | grep world
hello            2.10       canonical       -        GNU Hello, the "hello world" snap

user@ubuntu:~$ sudo snap install hello
Name   Version  Rev  Developer  Notes
hello  2.10     20   canonical  -

user@ubuntu:~$ sudo snap refresh hello
error: cannot perform the following tasks:
- Download snap "hello" from channel "stable" (revision 20 of snap "hello" already installed)

user@ubuntu:~$ sudo snap list
Name         Version               Rev  Developer  Notes
hello        2.10                  20   canonical  -
ubuntu-core  16.04+20160531.11-56  122  canonical  -

user@ubuntu:~$ sudo snap remove hello

Done
user@ubuntu:~$ sudo snap changes
ID   Status  Spawn                 Ready                 Summary
20   Done    2016-07-09T15:44:25Z  2016-07-09T15:44:28Z  Install "hello" snap
21   Error   2016-07-09T15:44:36Z  2016-07-09T15:44:36Z  Refresh "hello" snap
22   Done    2016-07-09T15:46:19Z  2016-07-09T15:46:20Z  Remove "hello" snap
```

Los paquetes en el sistema de ficheros se encuentran en el directorio */snap*, y dependiendo del tipo, si son de ejecución grafica se añaden a los menús del sistema, o si son ejecutables vía instrucciones, serán llamados desde el *shell* con nombres parecidos al nombre del paquete. Siempre podemos examinar los directorios:

- */snap/bin,* para encontrar los binarios disponibles para ejecutar.

- */snap/nombre_paquete/current/bin*, para encontrar los binarios/ejecutables asociados a un paquete, en su versión más actual. Aunque el lanzador de la aplicación –puede que en forma de *shell script* para realizar configuraciones previas– se encuentra habitualmente en el previo */snap/bin*, es recomendable la ejecución de la aplicación vía el comando disponible en el primer directorio, o acceder a los menús de sistema donde se haya instalado la aplicación.

### Flatpak

En el caso de Flatpak probaremos su uso a partir de una distribución Fedora, como mínimo la versión 23 (se distribuyo oficialmente en Fedora 24). También está disponible en otras distribuciones que incluyen en su repositorio el paquete Flatpak.

**Nota**

Podéis ver la disponibilidad actual en de Flatpak en http://flatpak.org/getting.html. Para creadores de paquetes, véase la guía para desarrolladores en http://flatpak.org/index.html#developers.

En Fedora (>=23) podemos realizar la instalación con:

```
# dnf install flatpak
```

Una vez instalado el paquete, dispondremos del comando `flatpak` mediante el cual realizaremos las tareas siguientes (normalmente estas tareas contienen ciertos pasos):

- Instalar los repositorios de paquetes necesarios. Incluye importar las llaves GPG para identificar al repositorio y sus paquetes, e importar los repositorios concretos a los que queremos acceder.

- Instalar desde el repositorio incorporado el *runtime* necesario. Este proporciona todas las dependencias necesarias para las aplicaciones en el repositorio.

- Podemos así ya ver con diferentes opciones, qué paquetes hay disponibles, instalarlos y ejecutar las aplicaciones instaladas.

En este cuadro resumen, vemos algunos de los comandos que haremos servir en la sesión de comandos posterior:

| | |
|---|---|
| `flatpak remote-add --gpg-import=llavegpg repo urlrepo` | Para añadir un repositorio `repo` identificado por una `llavegpg` (descargada previamente), y localizado en la URL `urlrepo`. |

| | |
|---|---|
| `flatpak remote-list` | Para listar repositorios remotos disponibles. |
| `flatpak install repo runtime version` | Para instalar desde el repositorio `repo` el *runtime* `runtime` con el número de versión concreta `version`. |
| `flatpak remote-ls repo --app` | Para listar las aplicaciones disponibles en el `repo`. |
| `flatpak install repo aplicacion stable` | Para instalar la `aplicacion` en su versión estable desde el repositorio `repo`. |
| `flatpak list` | Para listar aplicaciones disponibles. |
| `flatpak run nombre` | Para ejecutar una aplicación `nombre` disponible. |
| `flatpak update` | Para actualizar desde repositorio todas las aplicaciones instaladas. |

Veamos una sesión de instrucciones para la instalación de algunos paquetes de Gnome desde los repositorios Flatpak de Gnome (gnome y gnome-apps), e incorporando el *runtime* de Gnome (alguna de las instrucciones necesitan permisos de *root*):

```
$ wget https://sdk.gnome.org/keys/gnome-sdk.gpg
--2016-07-10 18:47:52--  https://sdk.gnome.org/keys/gnome-sdk.gpg
Resolviendo sdk.gnome.org (sdk.gnome.org)... 209.132.180.169
Conectando con sdk.gnome.org (sdk.gnome.org)[209.132.180.169]:443... conectado.
Petición HTTP enviada, esperando respuesta... 200 OK
Longitud: 629
Grabando a: "gnome-sdk.gpg"

gnome-sdk.gpg                   100%[=====================================================>]
629  --.-KB/s    in 0s

2016-07-10 18:47:53 (73,4 MB/s) - "gnome-sdk.gpg" guardado [629/629]

$ flatpak remote-add --gpg-import=gnome-sdk.gpg gnome https://sdk.gnome.org/repo/
$ flatpak remote-add --gpg-import=gnome-sdk.gpg gnome-apps https://sdk.gnome.org/repo-apps/

$ flatpak remote-list
gnome
gnome-apps

$ flatpak remote-ls gnome
org.freedesktop.BasePlatform
org.freedesktop.BaseSdk
org.freedesktop.Platform
org.freedesktop.Platform.Locale
org.freedesktop.Platform.Var
org.freedesktop.Sdk
org.freedesktop.Sdk.Debug
org.freedesktop.Sdk.Locale
org.gnome.Platform
```

```
org.gnome.Platform.Locale
org.gnome.Sdk
org.gnome.Sdk.Debug
org.gnome.Sdk.Locale

$ flatpak install gnome org.gnome.Platform
error: Multiple branches available for org.gnome.Platform, you must specify one of: 3.20, 3.18, 3.16

$ flatpak install gnome org.gnome.Platform 3.20
9 delta parts, 71 loose fetched; 167139 KiB transferred in 23 seconds
Installing related: org.gnome.Platform.Locale
30 metadata, 135 content objects fetched; 803 KiB transferred in 7 seconds

$ flatpak remote-ls gnome-apps --app
org.gnome.Builder
org.gnome.Calculator
org.gnome.Calendar
org.gnome.Characters
org.gnome.Dictionary
org.gnome.Epiphany
org.gnome.Evince
org.gnome.Maps
org.gnome.Polari
org.gnome.Rhythmbox3
org.gnome.Todo
org.gnome.Weather
org.gnome.bijiben
org.gnome.clocks
org.gnome.eog
org.gnome.gedit
org.gnome.iagno

$ flatpak install gnome-apps org.gnome.gedit
1 delta parts, 1 loose fetched; 1725 KiB transferred in 5 seconds
Installing related: org.gnome.gedit.Locale

$ flatpak install gnome-apps org.gnome.Calculator stable
1 delta parts, 1 loose fetched; 665 KiB transferred in 3 seconds
Installing related: org.gnome.Calculator.Locale
6 metadata, 1 content objects fetched; 20 KiB transferred in 2 seconds

$ flatpak list
org.gnome.Calculator
org.gnome.gedit

$ flatpak run org.gnome.Calculator
```

En cuanto a la estructura de sistema de ficheros, Flatpak (para las versiones examinadas en Fedora) genera entre otros:

- En el usuario local, un directorio *.var/app/nombreapp* de configuraciones para la ejecución de la aplicación.

- En el sistema en */var/lib/flatpak* se encuentran las aplicaciones instaladas, los repositorios disponibles y los *runtimes* utilizados por el sistema.

- En el sistema en */var/lib/flatpak/app/nombreapp*, se mantiene la aplicación en sí misma, con la estructura de ficheros necesaria para su ejecución por parte de flatpak. Por ejemplo, para la última version de una aplicación *appname* se encontrarían sus ficheros en: */var/lib/flatpak/app/appname/current/active/files,* donde entre otros podremos observar los binarios o *scripts* de la aplicación, así como la inclusión de las librerias que necesita la aplicación para su ejecución.

Una vez examinados los nuevos sistemas Snappy y Flatpak, concluiremos comentando algunos aspectos sobre los nuevos sistemas de paquetes pendientes de resolver y las problemáticas que pueden generar:

- Tanto en un caso como en otro (Snap/Flatpak) existen algunos problemas pendientes con los modelos de seguridad, especialmente para las aplicaciones gráficas en X Window, que por razones de inseguridad de la plataforma (por ejemplo, una aplicación puede usar X Window para enviar falsos eventos de teclado y causar que una aplicación interactue de una forma no deseada), impiden poder disponer de cierto grado de seguridad o *sandbox* aislando las aplicaciones que hagan uso de la interfaz gráfica. Se espera que esta parte vaya solucionandose a medida que el X Window Server se vaya substituyendo por alternativas como Wayland (que podria aprovechar Flatpak para mejorar la seguridad) o Mir (en el caso de Ubuntu y Snap).

- Por lo demás, en la medida de que se vayan solucionando los diversos problemas es de esperar que las distribuciones adopten los nuevos sistemas (Snap y Flatpak) de forma dual, o bien se decidan por uno de ellos (creando una nueva fragmentación parecida al caso DEB/RPM).

- También existen en este momento, otras propuestas como AppImage y OrbitalApps. La primera es más simple que las nuevas propuestas mencionadas, y la segunda está pensada para desarrollar aplicaciones portables, como las que podríamos llevar en USB entre varios sistemas.

## 1.5. Herramientas genéricas de administración

En el campo de la administración, también podríamos considerar algunas herramientas, como las pensadas de forma genérica para la administración. Aunque cabe indicar que para estas herramientas es difícil mantenerse al dia, debido a los actuales planes de versiones de las distribuciones, con evolución muy rápida. Algunas de estas herramientas (aunque en un momento determinado pueden no ser funcionales al completo en una distribución dada) son:

**1) Webmin:** es una herramienta de administración pensada desde interfaz web. Funciona con una serie de *plugins* que se pueden añadir para cada servicio a administrar y cuenta con formularios donde se especifican los parámetros de configuración de los servicios. Además, ofrece la posibilidad (si se activa) de permitir administración remota desde cualquier máquina con navegador.

**Nota**

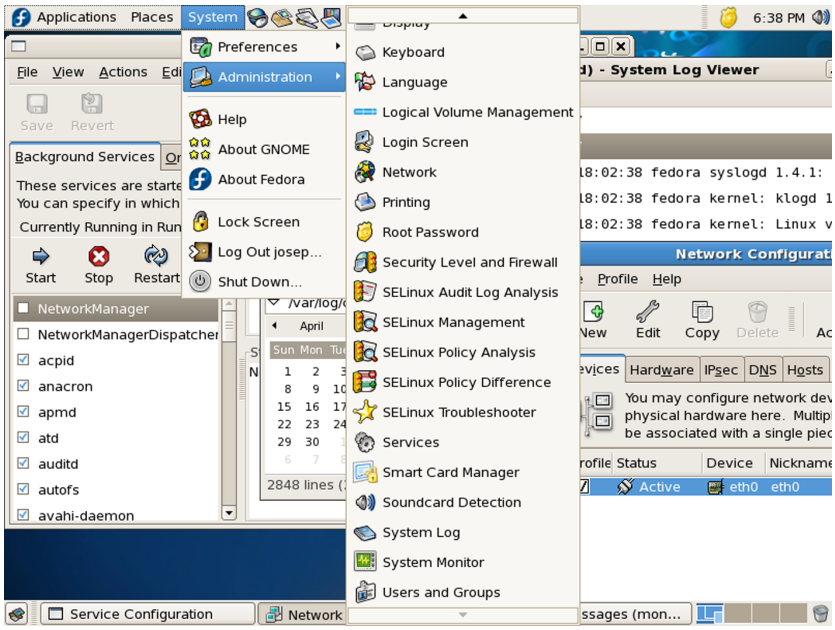
Podéis encontrar esta herramienta en Webmin: www.webmin.com

**2)** Otras en desarrollo, como **cPanel**, **ISPConfig**...

Por otra parte, en los entornos de escritorio de Gnome y KDE, suelen disponer del concepto de "Panel de control", que permite gestionar tanto el aspecto visual de las interfaces gráficas como tratar algunos parámetros de los dispositivos del sistema.

En cuanto a las herramientas gráficas individuales de administración, la propia distribución de GNU/Linux ofrece algunas directamente (herramientas que acompañan tanto a Gnome como KDE), herramientas dedicadas a gestionar un dispositivo (impresoras, sonido, tarjeta de red, etc.) y otras para la ejecución de tareas concretas (conexión a Internet, configurar arranque de servicios del sistema, configurar X Window, visualizar logs...). Muchas de ellas son simples *frontends* (o carátulas) a las herramientas básicas de sistema, o bien están adaptadas a particularidades de la distribución.

Cabe destacar, en especial en este apartado, la distribución Fedora (Red Hat y derivados), que intenta disponer de distintas utilidades (más o menos minimalistas) para diferentes funciones de administración. Las podemos encontrar en el escritorio (en el menú de administración), o en comandos como *system-config-xxxxx* para diferentes funcionalidades como gestión de pantalla, impresora, red, seguridad, usuarios, paquetes, etc. Aunque en las últimas versiones de Fedora se están substituyendo progresivamente por el concepto de panel de control (sea la configuración de Gnome o el panel KDE) con funcionalidades parecidas a estas utilidades. Podemos ver en la figura algunas de ellas:




Algunas utilidades gráficas de administración en Fedora.

## 1.6. Otras herramientas

En el espacio limitado de esta unidad no pueden llegar a comentarse todas aquellas herramientas que nos pueden aportar beneficios para la administración. Citaremos algunas de las herramientas que podríamos considerar básicas:

**Nota**

Consultad las páginas man de los comandos, o una referencia de herramientas como [Stu01].

- **Los múltiples comandos de utilidad UNIX básicos**: `grep`, `awk`, `sed`, `find`, `diff`, `gzip`, `bzip2`, `cut`, `sort`, `df`, `du`, `cat`, `more`, `file`, `which`...

- **Los editores**, imprescindibles para cualquier tarea de edición, cuentan con editores como *Vi*, muy utilizado en tareas de administración por la rapidez de efectuar pequeños cambios en los ficheros. *Vim* es el editor compatible *Vi*, que suele incorporar GNU/Linux. Permite sintaxis coloreada en varios lenguajes. *Emacs*, editor muy completo, adaptado a diferentes lenguajes de programación (sintaxis y modos de edición), dispone de un entorno muy completo y de una versión *X* denominada *xemacs*. *Joe* es un editor compatible con Wordstar. Y muchos otros...

- **Lenguajes de tipo *script***, útiles para administración, como *Perl*, muy adecuado para tratamiento de expresiones regulares y análisis de ficheros (filtrado, ordenación, etc.); *PHP*, lenguaje muy utilizado en entornos web; *Python*, otro lenguaje que permite hacer prototipos rápidos de aplicaciones...

- **Herramientas de compilación y depuración de lenguajes de alto nivel**: *GNU gcc* (compilador de C y C++ entre otros), *gdb* (depurador), *xxgdb* (interfaz *X* para *gdb*), *ddd* (depurador para varios lenguajes).

## 2. Distribuciones: particularidades

Intentamos destacar ahora algunas diferencias técnicas menores (que cada vez se reducen más) en las distribuciones (Fedora/Red Hat y Debian) utilizadas [Mor03] [Soy12], que iremos viendo con más detalle a lo largo de las unidades, a medida que vayan apareciendo.

Cambios o particularidades de Fedora/Red Hat:

- **Uso del gestor de arranque *grub*** (una utilidad GNU). A diferencia de antiguas versiones de la mayoría de distribuciones, que solían usar *lilo*, Fedora utiliza *grub*. GRUB (Grand Unified Bootloader) tiene una configuración en modo texto (normalmente en */boot/grub/grub.conf*) bastante sencilla, y que puede modificarse en el arranque. Es quizás más flexible que *lilo*. Últimamente las distribuciones tienden al uso de *grub*; Debian también lo incluye ya por defecto. La mayoría de distribuciones actuales han migrado ya a GRUB 2, que incluye un sistema más modular de configuración, así como soporte ampliado de parémetros del *kernel* Linux, y soporte mejorado para diversos sistemas operativos. Grub 2 dispone del fichero principal de configuración normalmente en */etc/grub/grub.cfg* o */etc/grub2/grub.cfg*.

- **Gestión de alternativas**. En el caso de que haya más de un software equivalente presente para una tarea concreta, mediante un directorio (*/etc/alternatives*) se indica cuál es la alternativa que se usa. Este sistema se tomó prestado de Debian, que hace un uso amplio de él en su distribución.

- **Programa de escucha de puertos TCP/IP basado en *xinetd***. En */etc/xinetd.d* podemos encontrar, de forma modular, los ficheros de configuración para algunos de los servicios TCP/IP, junto con el fichero de configuración */etc/xinetd.conf*. En los sistemas UNIX clásicos, el programa utilizado es el *inetd*, que poseía un único fichero de configuración en */etc/inetd.conf*, caso, por ejemplo, de la distribución Debian, que utiliza *inetd* en las versiones *stable*, dejando *xinetd* como opción. En las últimas distribuciones Fedora, xinetd se ha convertido en opcional, no está presente por defecto pero puede instalarse *a posteriori* desde repositorio. También debido al impacto de systemd en GNU/Linux, muchas de las distribuciones, como veremos, han migrado la gestión de los servicios del operativo hacia este nuevo gestor de servicios.

- **Algunos directorios de configuración especiales**: */etc/profile.d*, archivos que se ejecutan cuando un usuario abre un shell; */etc/xinetd.d*, configuración de algunos servicios de red; */etc/sysconfig*, datos de configuración de varios aspectos y servicios del sistema; */etc/cron.*, varios directorios donde se especifican trabajos para hacer periódicamente (mediante *crontab*); */etc/*

*pam.d*, donde *pam* son los denominados módulos de autentificación: en cada uno de cuyos archivos se configuran permisos para el programa o servicio particular; */etc/logrotate.d*, configuración de rotación (cuando hay que limpiar, comprimir, etc.) de algunos de los ficheros de log para diferentes servicios.

En el caso de Debian:

- **Sistema de empaquetado propio basado en los paquetes DEB**, con herramientas de varios niveles para trabajar con los paquetes como: *dpkg*, *apt-get*, *dselect*, *tasksel*.

- **Debian sigue el FHS**, sobre la estructura de directorios, añadiendo algunos particulares en */etc*, como por ejemplo: */etc/default*, archivos de configuración, y valores por defecto para algunos programas; */etc/network*, datos y guiones de configuración de las interfaces de red; */etc/dpkg* y */etc/apt*, información de la configuración de las herramientas de gestión de paquetes; */etc/alternatives*, enlaces a los programas por defecto, en aquellos en los que hay (o puede haber) varias alternativas disponibles.

- **Sistema de configuración** de muchos paquetes de software por medio de la herramienta *dpkg-reconfigure*. Por ejemplo:

```
dpkg-reconfigure locales
```

  permite escoger las configuraciones regionales de idiomas y juegos de caracteres que estarán disponibles.

```
dpkg-reconfigure tzdata
```

  nos permite reconfigurar la zona horaria por defecto.

- **Utiliza configuración de servicios TCP/IP por *inetd***, configuración en fichero */etc/inetd.conf*. Dispone de una herramienta *update-inetd* para inhabilitar o crear entradas de servicios. Puede usarse xinetd como alternativa para controlar los servicios, en aquellos que tengan soporte.

- Algunos directorios de configuración especiales: */etc/cron.*, varios directorios donde se especifican trabajos para hacer periódicamente (mediante *crontab*); */etc/pam.d*, donde *pam* son módulos de autentificación.

- Debian dispone de repositorios: *free*, *non-free* y *contrib*, para separar la procedencia del software incluido. Mientras Fedora dispone de un solo genérico (en algunos casos se añaden repositorios por defecto de updates y extras).

- Debian tradicionalmente ha usado arranque de sistema con sysvinit, pero en las últimas versiones se está migrando progresivamente hacia el sistema systemd.

# 3. Niveles de arranque y servicios

**Nota**

Actualmente coexisten en las distribuciones GNU/Linux diferentes modelos de arranque del sistema y servicios, los más destacables son: sysvinit, upstart y systemd.

Un primer punto importante en el análisis del comportamiento local del sistema es su funcionamiento en los llamados niveles de ejecución (o *runlevels*), que determinan (en el nivel) el modo actual de trabajo del sistema y los servicios que se proporcionan [Wm02].

Un servicio es una funcionalidad proporcionada por la máquina, normalmente basada en *daemons* (o procesos en segundo plano de ejecución, que controlan peticiones de red, actividad del hardware, u otros programas que controlen alguna tarea).

A partir de este punto, describiremos el método clásico de arranque por defecto del sistema y de sus servicios (en inglés, *init system*). Este método clásico, denominado *sysvinit* (o *init* de tipo *SysV*), es el que clásicamente han seguido la mayoría de UNIX comerciales, y en el comienzo, la mayoría de distribuciones GNU/Linux. Progresivamente se está migrando a nuevos métodos como *Upstart* y *systemd*. Es necesario conocer los diversos métodos de arranque, ya que algunos mantienen cierta compatibilidad, y en las distribuciones Debian/Fedora, podemos encontrar diferentes métodos de arranque dependiendo de la versión de la distribución.

En *Sysvinit*, la activación o parada de servicios se realiza mediante la utilización de *scripts*. La mayoría de los servicios estándar, que suelen tener su configuración en el directorio */etc*, suelen controlarse mediante los *scripts* presentes en */etc/init.d/*. En este directorio suelen aparecer *scripts* con nombres similares al servicio donde van destinados, y se suelen aceptar parámetros de activación o parada.

## 3.1. Arranque SysVinit

El arranque Sysvinit se realiza:

```
/etc/init.d/servicio start
```

Arranque del servicio.

```
/etc/init.d/servicio stop
```

Parada del servicio.

```
/etc/init.d/servicio restart
```

Parada y posterior arranque del servicio.

Cuando un sistema GNU/Linux arranca, primero se carga el *kernel* del sistema, después se inicia el primer proceso, denominado *init*, que es el responsable de ejecutar y activar el resto del sistema, mediante la gestión de los niveles de ejecución (o *runlevels*).

Un nivel de ejecución es sencillamente una configuración de programas y servicios que se ejecutarán orientados a un determinado funcionamiento.

**Nota**

Podemos utilizar los comandos *runlevel* o *who -r*, para conocer el *runlevel* actual en el que nos encontramos.

Los niveles típicos suelen ser (puede haber diferencias en el orden, en especial en los niveles 2-5, en la tabla la configuración en Fedora, y la recomendada por el standard LSB):

| Runlevel | Función | Descripción |
|---|---|---|
| 0 | Parada | Finaliza servicios y programas activos, así como desmonta *filesystems* activos y para la CPU. |
| 1 | Monousuario | Finaliza la mayoría de servicios, permitiendo solo la entrada del administrador (*root*). Se usa para tareas de mantenimiento y corrección de errores críticos. |
| 2 | Multiusuario sin red | No se inician servicios de red, permitiendo solo entradas locales en el sistema. |
| 3 | Multiusuario | Inicia todos los servicios excepto los gráficos asociados a X Window. |
| 4 | Multiusuario | No suele usarse, típicamente es igual que el 3. |
| 5 | Multiusuario X | Igual que 3, pero con soporte X para la entrada de usuarios (*login* gráfico). |
| 6 | Reinicio | Para todos los programas y servicios. Reinicia el sistema. |

Por el contrario, cabe señalar que Debian usa un modelo donde prácticamente los niveles 2-5 son equivalentes, realizando exactamente la misma función (aunque podría ocurrir que en alguna versión esto fuera a cambiar para coincidir con el estándar LSB).

Estos niveles suelen estar configurados en los sistemas GNU/Linux (y UNIX) por dos sistemas diferentes, el BSD, o el SystemV (a veces abreviado como sysinitV, o arranque SysV). En el caso clásico de las antiguas versiones de Fedora y Debian, se utilizaba el sistema SystemV clásico, que es el que mostraremos en esta sección (pero hay que comentar que estas distribuciones están migrando, o ya lo han hecho, hacia uso de systemd del que hablaremos más tarde), pero algunos UNIX utilizan el modelo BSD.

En el caso del modelo runlevel de SysV, cuando el proceso *init* (normalmente es el proceso con identificador PID=1) arranca, utiliza un fichero de configuración llamado */etc/inittab* para decidir el modo de ejecución en el que va a

entrar. En este fichero se define el runlevel por defecto (*initdefault*) en arranque (por instalación en Fedora el 5, en Debian el 2) y una serie de servicios de terminal por activar para atender la entrada del usuario.

Después, el sistema, según el runlevel escogido, consulta los ficheros contenidos en */etc/rcn.d*, donde *n* es el número asociado al *runlevel* (nivel escogido), en el que se encuentra una lista de servicios por activar o parar en caso de que arranquemos en el *runlevel* o lo abandonemos. Dentro del directorio encontraremos una serie de *scripts* o enlaces a los *scripts* que controlan el servicio.

Cada *script* posee un nombre relacionado con el servicio, una *S* o *K* inicial que indica si es el *script* para iniciar *(S)* o matar *(K)* el servicio, y un número que refleja el orden en que se ejecutarán los servicios.

Una serie de comandos de sistema sirven de ayuda para manejar los niveles de ejecución. Cabe mencionar:

- **Los *scripts***, que ya hemos visto, en */etc/init.d/* nos permiten arrancar, parar o reiniciar servicios individuales.

- ***telinit/init*** nos permite, como *root*, cambiar de nivel de ejecución; solo tenemos que indicar el número. Por ejemplo, necesitamos hacer una tarea crítica en *root*; sin usuarios trabajando, podemos hacer un *telinit 1* (también puede usarse *S*) para pasar a *runlevel* monousuario, y después de la tarea un *telinit 3* para volver a multiusuario. También puede utilizarse el comando *init* para la misma tarea, aunque *telinit* aporta algún parámetro extra. Por ejemplo, el reinicio típico de un sistema UNIX se hacía con *sync; sync; sync; init 6*. El comando *sync* fuerza el vaciado de los *buffers* del sistema de archivos, y luego reiniciamos en *runlevel* 6.

- ***shutdown*** permite parar (*'-h'* de *halt*) o reiniciar el sistema (*'-r'* de *reboot*). Puede darse un intervalo de tiempo para hacerse, o bien realizarse inmediatamente. Para estas tareas también existen los comandos *halt/poweroff* y *reboot*. Dependiendo de si el sistema tiene soporte de gestión de energía, pueden tener efectos diferentes (para las CPU solo en *halt*, o en *poweroff*, enviar comando ACPI de desconectar la alimentación eléctrica). Los reinicios básicamente controlan un init 6.

- ***wall*** permite enviar mensajes de advertencia a los usuarios del sistema. Concretamente, el administrador puede anunciar que se va a parar la máquina en un determinado momento. Comandos como *shutdown* suelen utilizarlo de forma automática.

- ***pidof*** permite averiguar el PID (*process* ID) asociado a un proceso. Con *ps* obtenemos los listados de procesos, y si queremos eliminar un servicio o proceso mediante *kill*, necesitaremos su PID.

Respecto a todo el modelo de arranque, las distribuciones presentan algún pequeño cambio:

- **Fedora/Red Hat** (solo las versiones con soporte SysVinit): el *runlevel* 4 no tiene un uso declarado. Los directorios */etc/rcn.d* existen como enlaces hacia subdirectorios de */etc/rc.d*, donde están centralizados los *scripts* de arranque. Los directorios son, así: */etc/rc.d/rcn.d*; pero como existen los enlaces, es transparente al usuario. El *runlevel* por defecto es el 5 con arranque con *X*.
  Los comandos y ficheros relacionados con el arranque del sistema están en los paquetes de software sysvinit y initscripts.
  Respecto a los cambios de ficheros y guiones en Fedora, cabe destacar: en */etc/sysconfig* podemos encontrar archivos que especifican valores por defecto de la configuración de dispositivos o servicios. El guión */etc/rc.d/rc.sysinit* es invocado una vez cuando el sistema arranca; el guión */etc/rc.d/rc.local* se invoca al final del proceso de carga y sirve para indicar inicializaciones específicas de la máquina que nos interesen sin pasar por todo el sistema siguiente.
  El arranque real de los servicios se hace por medio de los guiones almacenados en */etc/rc.d/init.d*. Hay también un enlace desde */etc/init.d*. Además, Fedora proporciona unos *scripts* de utilidad para manejar servicios: */sbin/service* para parar o iniciar un servicio por el nombre y */sbin/chkconfig* para añadir enlaces a los ficheros *S* y *K* necesarios para un servicio, o la obtención de información sobre los servicios.

- **Debian** dispone de comandos de gestión de los *runlevels* como *update-rc.d*, que permite instalar o borrar servicios arrancándolos o parándolos en uno o más runlevels. Otro comando es *invoke-rc.d*, que permite las clásicas acciones de arrancar, parar o reiniciar el servicio.
  El *runlevel* por defecto en Debian es el 2, el X Window System no se gestiona desde */etc/inittab*, sino que existe el gestor (por ejemplo, *gdm* o *kdm*), como si fuera un servicio más del *runlevel* 2.

### 3.2. Upstart

Upstart es un sistema de arranque basado en eventos, diseñado para sustituir al proceso comentado generado por el *init* del sistema de arranque *sysvinit*. Uno de los principales problemas del *daemon init* de SystemV es que no fue pensado para hardware moderno, que permite dispositivos removibles, o dispositivos que puedan ser conectados/sustituidos en caliente (*hotplug*).

**Nota**

Podéis obtener más información respecto de Upstart en "The Upstart Cookbook": http://upstart.ubuntu.com/cookbook.

Este sistema fue diseñado inicialmente por la empresa Canonical, para incorporarse en Ubuntu 6.10 (2006) y ha sido incorporado posteriormente a las diferentes versiones de Ubuntu, y a Fedora (a partir de la versión 9) y OpenSUSE (11.3). Debian mantiene el anterior sistema (sysvinit en la versión estable) con ciertas modificaciones hasta las últimas versiones, pero había de

migrar progresivamente al nuevo sistema (debido a los intentos, por ambas partes, por mantener el máximo nivel de semejanza con Ubuntu y Debian). En el 2014 ambas distribuciones decidieron migrar a systemd de forma progresiva, es de esperar que estas distribuciones vayan adaptando por completo el modelo systemd (con algunos intentos puntuales de mantener al mismo tiempo la compatibilidad con SysV y Upstart). Cabe señalar que Upstart en algunas versiones antiguas de distribuciones GNU/Linux todavía está en uso, y en nuestras tareas de administración nos podemos encontrar con versiones antiguas, pero soportadas (como algunas de las LTS) de Debian y Ubuntu que sigan soportando Upstart.

Aunque cabe destacar que Upstart (al menos de momento) mantiene una compatibilidad total con los *scripts* iniciales del proceso de *init* (vistos en este apartado, "Niveles de arranque y servicios"), lo que se modifica es el proceso interno que gestiona los servicios de arranque, que pasa a estar controlado por el *daemon* de Upstart.

**Identificación de tipo de arranque**

Podemos detectar la presencia de Upstart, por la existencia (en el listado del comando *ps*), de varios *daemons* denominados con "upstart-" como prefijo.

Las distribuciones con soporte systemd suelen presentar el *daemon systemd* con PID=1, y suelen existir (en ps) varias instancias (hijas) del mismo *daemon*. En algunas distribuciones se mantiene un proceso *init* con PID=1, pero existen diferentes procesos hijo con el *daemon systemd* o variaciones de este.

Los sistemas con sysvinit no presentan ninguno de los anteriores, solamente el proceso *init* con PID=1, y demás servicios son arrancados desde *init*.

El demonio *init* de Upstart está basado en eventos que permiten ejecutar programas (o acciones) específicas a partir de cambios en el sistema, que suelen ser típicamente (respecto al *init* SystemV) *scripts* de parada o arranque de servicios. En System V esto solamente se producía por cambio de nivel de ejecución; en Upstart puede provocarlo cualquier evento que suceda dinámicamente en el sistema. Por ejemplo, Upstart suele comunicarse (por eventos) con demonios (como *udev*) que controlan los cambios del hardware de la máquina, por ejemplo si aparece/desaparece un determinado hardware, pueden activarse o desactivarse los servicios de sistema asociados a él.

La gestión de los trabajos de upstart está centralizada en */etc/init* y, a medida que se vaya migrando (en las distribuciones) hacia upstart, este directorio irá remplazando los contenidos de */etc/init.d* y los directorios asociados a los niveles de ejecución */etc/rc<n>.d*.

En la terminologia de Upstart, un evento es un cambio de estado del sistema que puede ser informado al proceso *init*. Un *job* es un conjunto de instrucciones que *init* lee, típicamente o bien un binario o un *shell script*, junto con el nombre del evento. Así, cuando el evento aparece en el sistema, Upstart lanza el *job* asociado (los *jobs* del sistema podemos encontrarlos definidos en el directorio mencionado */etc/init*). Los *jobs* pueden ser de dos tipos, *task* o *service*.

Una *task* es un *job* que realiza su tarea y retorna a un estado de espera cuando acaba; un *service* no termina por sí mismo, sino por una decisión basada en un evento o bien una intervención manual de parada. En */etc/init* podemos observar los *jobs* definidos en el sistema upstart, y examinar su configuración, a modo de ejemplo. En Upstart también es posible definir *jobs* de usuario, colocándolos en un directorio ".init" dentro de la cuenta del usuario.

Así, el proceso general *init* de Upstart es un funcionamiento de máquina de estados; mantiene control del estado de los trabajos (*jobs*) y los eventos que dinámicamente aparecen, y gestiona los cambios de estado de los trabajos en reacción a los eventos aparecidos.

Hay una serie de trabajos (*jobs*) predefinidos con nombres *rc* que sirven para emular los cambios de *runlevel* de SystemV, para así emular el concepto de nivel de ejecución.

Para examinar el sistema Upstart, podemos usar como herramienta básica el comando *initctl,* que nos permite (entre otras tareas):

- initctl list (listar *jobs* y su estado).
- initctl emit EVENT (emitir manualmente eventos concretos).
- initctl start/stop/status JOB (la acción sobre un *job*). Como abreviaturas existen como comandos: `start`, `stop`, `restart`, `reload`, `status` con respecto al JOB directamente.

Para finalizar, podemos observar que Upstart podrá tener cierta evolución futura, ya sustituyendo completamente al SysVinit inicial o evolucionando a nuevas funcionalidades, pues el sistema basado en máquina de estados es muy completo para integrar diferentes funcionalidades que ahora están repartidas por varios elementos del sistema. Se prevee que podría llegar a reemplazar programación de tareas periódicas de sistema (la usada actualmente, como veremos, por elementos como *cron*, *anacron*, *atd*) y posiblemente gestiones varias de demonios de red (como las realizadas por *inetd* o *xinetd*).

Upstart es un aspecto al que deberemos prestar atención en algunas distribuciones GNU/Linux antiguas que continúen con soporte. Por otra parte, Sysvinit sigue utilizándose en la mayoría de UNIX propietarios, y versiones empresariales de GNU/Linux.

### 3.3. Systemd

El nuevo sistema de arranque systemd, se está imponiendo recientemente debido a la decisión de Debian y de las distribuciones asociadas (Ubuntu, Mint) de escoger esta opción, así como varias ramas de Fedora (RHEL, y CentOS) también han tomado este camino.

**Nota**

Sitio oficial systemd: https://freedesktop.org/wiki/Software/systemd/

Systemd, es un *daemon* de gestión del sistema diseñado para Linux, que sustituye al proceso *init* y, por tanto, se coloca como proceso con PID=1 (aunque en algunas distribuciones, se observan *daemons systemd* como hijos del proceso PID=1) en arranque del sistema Linux. También el mismo nombre, systemd, se utiliza para denominar al paquete completo de componentes del sistema, que incluyen el *daemon systemd*.

Systemd se ha desarrollado para Linux como sustituto del sistema *init* heredado de SysV (sysvinit). Igual que *init*, el *daemon systemd*, controla otros *daemons* que se encargan de iniciar, siendo procesos en segundo plano; systemd es el primer *daemon* en arrancar y el último en terminar durante el proceso de apagado.

Los objetivos principales de diseño fueron intentar expresar dependencias entre *daemons* en tiempo de arranque, para así determinar todos los procesos que podían hacerse concurrentemente o en paralelo durante el proceso de arranque, y en general, reducir el coste computacional hacia el *shell*.

Este proceso de integración de systemd también ha recibido bastantes críticas de la comunidad, por ser un intento de aglutinar un gran número de funcionalidades en un único sistema (en sentido contrario a la filosofía UNIX, de unas pequeñas herramientas interconectadas, cada una realizando tareas concretas y bien definidas).

**Nota**

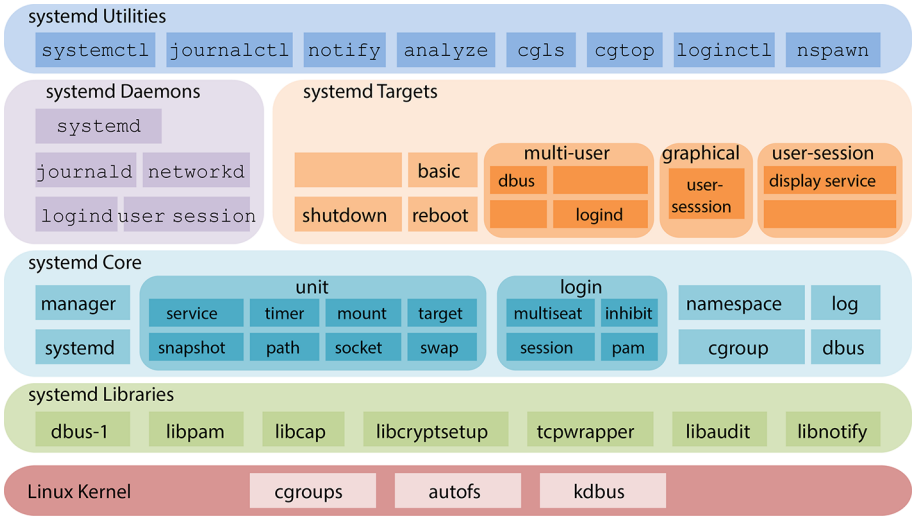
El sitio "Boycott systemd" recogió gran parte de estas críticas a systemd:

http://without-systemd.org/wiki/index.php/Local_copy_of_boycottsystemd.org_archive

Se pueden ver más argumentos y alternativas a systemd en:

http://without-systemd.org/wiki/index.php/Main_Page

En estos momentos, systemd, ha aglutinado u ofrece alternativas a toda una serie de *daemons* clásicos, como *udev*, el sistema de arranque *sysvinit*, *inetd*, *acpid*, *syslog*, o *cron*, entre otros. Además, últimamente se han agregado también componentes de configuración de redes, entre otras, añadiendo aún más componentes y funcionalidades dispersas, a un solo bloque de funcionalidad, todo ello controlado por systemd.




Algunos componentes systemd. Fuente: figura proveniente de la Wikipedia en entrada *systemd* bajo licencia CC.

En systemd podemos distinguir, entre otros, componentes como:

- Ficheros **Unit**: donde se recogen las instrucciones de inicialización para cada *daemon* en un fichero de configuración (denominado "unit file"). Hay diferentes tipos como: *service, socket, device, mount, automount, swap, target, path, timer, snapshot, slice* y *scope*.

- Componentes **core**:
  - *systemd*, el daemon principal del sistema systemd que actua de gestor de servicios para GNU/Linux.

  - *systemctl*, como comando principal para controlar el estado del sistema y del gestor de servicios, así como para gestionar las diferentes *units* del sistema. Veremos a posteriori la gestión de servicios mediante este comando.

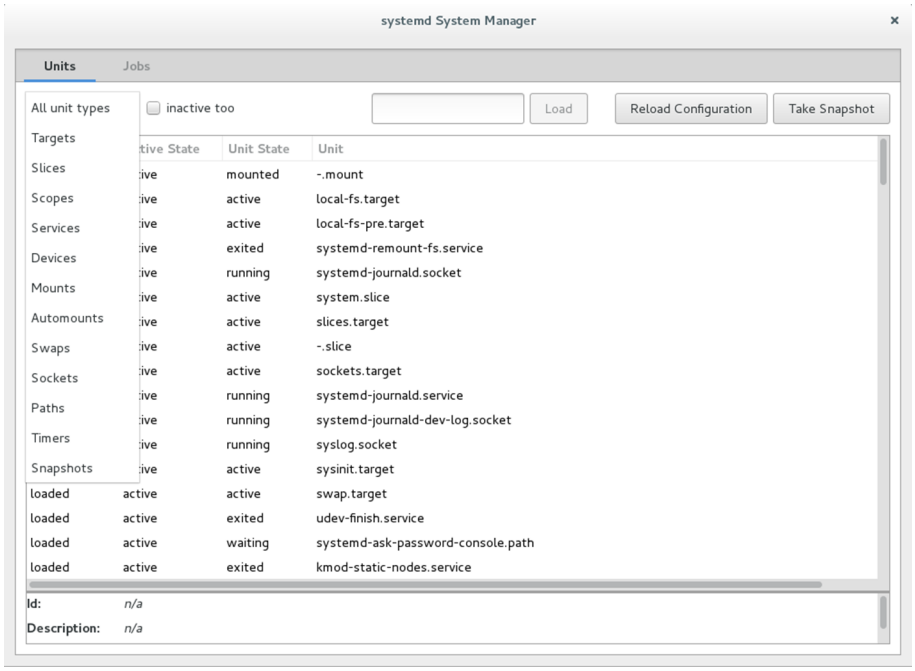
  - *systemd-analize*, para el análisis de las prestaciones del sistema de arranque, y para obtener estadísticas acerca de él. Por ejemplo, con *systemd-analize blame* obtendremos el tiempo en el arranque de cada *unit*. También es muy interesante la opción *plot* donde obtendremos un fichero gráfico (svg) con el diagrama temporal del despliegue de las units a lo largo del arranque.

  - Utilidades como *systemd-cgls* y *systemd-cgtop* permiten seguir el uso de grupos de control por parte de systemd, que los usa (el subsistema *cgroups* del kernel Linux) para controlar el seguimiento de los procesos, en lugar de usar identificadores de procesos (PID). Systemd también usa los *cgroups*, para mecanismos de contenedores Linux, mediante comandos como *systemd-nspawn* y *machinectl*.

- Una serie de **componentes accesorios** (pueden variar dependiendo de la versión actual del sistema systemd), los cuales la mayoría son *daemons* (los finalizados con *d* en la siguiente lista) de la forma *systemd-nombre*:
  - **consoled**: *systemd-consoled* proporciona un *daemon* para la gestión de consolas textuales, con objetivo de substituir a las consolas/terminales virtuales de GNU/Linux.
  - **journald**: *system-journald* es el *daemon* responsable del control de *log* de eventos, gestionada en systemd por ficheros *log* binarios de solo lectura. Es posible gestionar los *logs* dentro de systemd, con *system-journald*, *syslog-ng*, o *rsyslog* dependiendo de la decisión del administrador.
  - **logind**: es un *daemon* encargado del acceso de los usuarios del sistema.
  - **networkd**: es un *daemon* encargado de gestionar configuraciones de los interfaces de red.
  - **timedated**: se encarga de controlar las opciones relacionadas con la hora del sistema, y las zonas horarias.
  - **udevd**: es el *daemon* gestor de dispositivos que se encarga de gestionar dinámicamente el directorio */dev* del sistema, y las acciones de añadir o quitar dispositivos desde usuario, así como control de carga de *firmwares*.
  - **libudev**: en este caso una librería estándar para utilizar *udev*, que permite que aplicaciones de terceros puedan acceder a consultar los recursos de tipo *udev*.
  - **systemd-boot**: un gestor de arranque del sistema (procede de uno existente previamente denominado *gummiboot*), con soporte de *firmare* UEFI. En principio pensado como substituto ligero de GNU Grub.

Aparte también se dispone de algunos *frontends* gráficos para gestionar los servicios, y consultar las units disponibles como *systemd-ui* (para entornos Gnome, también conocido como *systemadm*) y *systems-kcm* (para entornos KDE). Aunque estos entornos no suelen mantenerse al mismo ritmo que las versiones de systemd, que se concentran en las herramientas textuales como *systemctl* y *systemd-analize*.

Systemd introduce el concepto de units, que son representadas por ficheros de configuración, y básicamente representan información sobre un servicio de sistema, sockets de escucha, estados de sistema, u otros objetos relevantes para el arranque.




system-ui (systemadm) mostrando en una distribución Debian parte de las units del sistema, así como el menú de tipos de estas.

Podemos encontrar los ficheros en (por orden inverso de precedencia, si se dan ficheros comunes a diferentes niveles):

- */usr/lib/systemd/system/*. Unidades de sistema (normalmente procedentes de paquetes).

- */run/systemd/system/*. Unidades creadas en tiempo de ejecución.

- */etc/systemd/system/*. Unidades creadas y gestionadas por el administrador.

En cuanto a los tipos de unidades, podemos encontrar (entre otros):

| Unidad de | Extensión de fichero | Descripción |
|---|---|---|
| Servicio | *.service* | Un servicio de sistema |
| Target | *.target* | Grupo de unidades systemd |
| Dispositivo | *.device* | Fichero de dispositivo |
| Automount point | *.automount* | Un punto de automontaje de un fs |
| Mount | *.mount* | Un punto de montaje de fs |
| Snapshot | *.snapshot* | Un estado guardado del gestor systemd |
| Socket | *.socket* | Un *socket* de comunicación entre procesos |
| Timer | *.timer* | Un temporizador systemd |

Para la gestión de servicios del sistema, se utilizan las unidades de servicio (*.service*), que son usadas para propósitos semejantes a los antiguos ficheros de servicios presentes en */etc/init.d/*. Systemd dispone del comando *systemctl*, que se usa en combinación con las opciones: *start*, *stop*, *restart*, *enable*, *disable*, *status*, *is-enabled* del correspondiente servicio:

Por ejemplo, para parar un servicio, podemos omitir la extensión ".service", ya que es la que asume *systemctl* por defecto. Respecto a otros comandos semejantes de sistemas de arranque anteriores (init o upstart), se mantienen en algunas distribuciones los comandos como *service* o *chkconfig*, estos en una distribución basada en systemd deberían evitarse y usar en lo posible *systemctl*.

Un comando como:

```
# systemctl list-units --type service --all
```

Nos proporciona el *status* de todos los servicios (o unidades de tipo servicio en terminología systemd).

```
# systemctl list-units-files --type service
```

Nos proporciona nombre del servicio con nombre completo e información de si está activo o no. Para un servicio concreto disponemos de:

```
# systemctl status name.service
```

Para preguntar si el servicio está activo:

```
# systemctl is-active name.service
```

Para preguntar si el servicio está habilitado:

```
# systemctl is-enable name.service
```

Con respecto a los niveles de ejecución (*runlevels*), systemd proporciona diferentes unidades equivalentes, en formato *target*; así existen unidades *target* denominadas: *poweroff*, *multi-user*, *graphical*, *reboot*,que se pueden listar mediante:

```
# systemctl list-units --type target
```

```
# systemctl isolate name.target
```

En el segundo caso nos permite cambiar el *target* actual. Y conocer el de por defecto (o colocarlo con *set-default*):

```
# systemctl get-default
```

Para las diferentes opciones de parada y reinicio de máquina, se dispone de las opciones para *systemctl*: *halt*, *poweroff*, *reboot*, *suspend*, *hibernate*.

Una particularidad de systemd es que también puede actuar en máquinas remotas por medio de conexión ssh, por ejemplo, podemos lanzar un comando con:

```
# systemctl --host usuario@host_remoto comando
```

Para investigar errores de diferentes unidades, podemos realizar lo siguiente:

```
# systemctl --state=failed
  Nos proporciona unidades que han provocado fallos
# systemctl status  unidad_con_fallos.extension
  Preguntamos por el estado con el que ya podemos examinar si nos proporciona
  alguna información adicional.
```

También, como veremos después a partir del PID del proceso involucrado (si no lo tenemos podemos intentar un restart), podemos examinar el journal correspondiente con:

```
# journalctl -b _PID=pid_encontrado
```

Systemd tiene muchas posibilidades, dependiendo de las unidades utilizadas y los múltiples componentes de que dispone, algunos de ellos los comentaremos en secciones posteriores.

# 4. Observar el estado del sistema

Una de las principales tareas del administrador (*root*) en su día a día será verificar el correcto funcionamiento del sistema y vigilar la existencia de posibles errores o de saturación de los recursos de la máquina (memoria, discos, etc.). Pasaremos a detallar, en los siguientes apartados, los métodos básicos para examinar el estado del sistema en un determinado momento y llevar a cabo las acciones necesarias para evitar problemas posteriores.

En el taller final de este módulo, realizaremos un examen de un sistema ejemplo, para que podáis ver algunas de estas técnicas.

## 4.1. Arranque del sistema

En el arranque de un sistema GNU/Linux se produce todo un volcado de información interesante. Cuando el sistema arranca, suelen aparecer los datos de detección de las características de la máquina, detección de dispositivos, arranque de servicios de sistema, etc., y se mencionan los problemas aparecidos. Además se crean cierto número de sistemas de ficheros virtuales, que generan y permiten manipular diferente cantidad de información del espacio de usuario (*user-space*) y del espacio de *kernel* (*kernel-space*).

En la mayoría de las distribuciones, mucha de esta información de arranque (a modo de eventos) puede verse en la consola del sistema directamente durante el proceso de arranque. Sin embargo, o la velocidad de los mensajes o algunas modernas distribuciones que los ocultan tras carátulas gráficas pueden impedir seguir los mensajes correctamente, con lo que necesitaremos una serie de herramientas para este proceso.

Básicamente, podemos utilizar:

- **Comando dmesg**: da los mensajes del último arranque del *kernel*.

- **Fichero */var/log/messages***: log general del sistema, que contiene los mensajes generados por el *kernel* y otros *daemons* (puede haber multitud de archivos diferentes de log, normalmente en */var/log*, y dependiendo de la configuración del servicio *syslog*).
  En algunas distribuciones modernas, el sistema de logs (*syslog* por defecto en la mayoría), se ha substituido por *rsyslog*, que generalmente tiene configurado el log de sistema principal en */var/log/syslog*. En otras distribuciones que utilizan systemd como sistema de arranque, puede que no veamos ninguno de los anteriores ficheros (*messages* o *syslog*); systemd se encarga también del log de los eventos con un componente/*daemon* denominado

*Journald*, en este caso se dispone del comando `journalctl`, para obtener en forma textual el listado de eventos del log del sistema.

- **Comando *uptime***: indica cuánto tiempo hace que el sistema está activo.

En tiempo de arranque además, como ya hemos comentado, se generan una serie de sistemas de ficheros virtuales, que nos permiten acceder a información del proceso de *boot*, y al estado dinámico del sistema, tanto del espacio de usuario, como del de *kernel*, y de sus diversos componentes. Podemos detectar estos sistemas montados examinándolos bien con el comando `df`, o con `mount` directamente. Entre los sistemas que encontraremos cabe destacar:

- **Sistema */proc***: pseudosistema de ficheros (*procfs*) que utiliza el *kernel* para almacenar la información de procesos y de sistema.

- **Sistema */sys***: pseudosistema de ficheros (*sysfs*) que apareció con la rama 2.6.x del *kernel*, con objetivo de proporcionar una forma más coherente de acceder a la información de los dispositivos y sus controladores (*drivers*).

- **Sistema /config**: *Configfs*, es similar a *sysfs*, pero en este caso es complementario, ya que permite crear, gestionar y destruir objetos/datos de espacio de *kernel*, desde espacio de usuario. Típicamente lo encontramos montado en */config* o en otras ocasiones en */sys/kernel/config*.

- **Sistema de ficheros tmpfs**: típicamente es usado para montar espacio de almacenamiento temporal (de forma virtual, en memoria volátil, sin almacenamiento en disco). Varias distribuciones lo usan para montar el directorio */run* y sus subdirectorios.

- **Sistema de ficheros devtmpfs**: proporciona la información de los dispositivos, montándose en */dev* en arranque de la máquina. Información, que es después utilizada por el gestor de dispositivos *udev* (a través de su *daemon udevd*). *Udev* forma ahora parte del sistema de arranque systemd.

### 4.2. Kernel: directorio */proc*

El *kernel*, durante su arranque, pone en funcionamiento sistema de ficheros virtual procfs montándolo en */proc*, donde vuelca la información que recopila de la máquina, así como muchos de sus datos internos, durante la ejecución. El directorio */proc* está implementado sobre memoria y no se guarda en disco. Los datos contenidos son tanto de naturaleza estática como dinámica (varían durante la ejecución).

Hay que tener en cuenta que al ser */proc* fuertemente dependiente del *kernel*, propicia que su estructura dependa del *kernel* de que dispone el sistema y la estructura y los ficheros incluidos pueden cambiar.

Una de las características interesantes es que en el directorio */proc* podremos encontrar las imágenes de los procesos en ejecución, junto con la información que el *kernel* maneja acerca de ellos. Cada proceso del sistema se puede encontrar en el directorio */proc/<pidproceso>,* donde hay un directorio con ficheros que representan su estado. Esta información es básica para programas de depuración, o bien para los propios comandos del sistema, como *ps* o *top,* que pueden utilizarla para ver el estado de los procesos en ejecución. En general, muchas de las utilidades del sistema consultan la información dinámica del sistema desde */proc (*en especial, algunas utilidades proporcionadas en el paquete *procps).*

**Nota**

El directorio */proc* es un recurso extraordinario para obtener información de bajo nivel sobre el funcionamiento del sistema. Muchos comandos de sistema se apoyan en él para sus tareas.

Por otra parte, en */proc* podemos encontrar otros ficheros de estado global del sistema. Comentamos de forma breve, algunos ficheros que podremos examinar para obtener información importante:

| Fichero | Descripción |
|---|---|
| */proc/bus* | Directorio con información de los buses PCI y USB |
| */proc/cmdline* | Línea de arranque del *kernel* |
| */proc/cpuinfo* | Información de la CPU |
| */proc/devices* | Listado de dispositivos del sistema de caracteres o bloques |
| */proc/driver* | Información de algunos módulos *kernel* de hardware |
| */proc/filesystems* | Sistemas de ficheros habilitados en el *kernel* |
| */proc/scsi* | SCSI, en el fichero scsi caracteristicas de discos |
| */proc/interrups* | Mapa de interrupciones hardware (IRQ) utilizadas |
| */proc/ioports* | Puertos de E/S utilizados |
| */proc/meminfo* | Datos del uso de la memoria |
| */proc/modules* | Módulos del *kernel* |
| */proc/mounts* | Sistemas de archivos montados actualmente |
| */proc/net* | Directorio con toda la información de red |
| */proc/scsi* | Directorio de dispositivos SCSI, o IDE emulados por SCSI |
| */proc/sys* | Acceso a parámetros del *kernel* configurables dinámicamente |
| */proc/version* | Versión y fecha del *kernel* |

A partir de la rama 2.6 del *kernel*, se inició una transición progresiva de *procfs* (*/proc)* a *sysfs* (*/sys*) con el objetivo de mover toda aquella información que no esté relacionada con procesos, en especial dispositivos y sus controladores (módulos del kernel) hacia el sistema */sys*.

### 4.3. *Kernel*: */sys*

El sistema Sys se encarga de hacer disponible la información de dispositivos y controladores, información de la cual dispone el *kernel*, al espacio de usuario, de manera que otras API o aplicaciones puedan acceder de una forma flexible a la información de los dispositivos (o sus controladores). Suele ser utilizada por capas como el servicio *udev* para la monitorización y configuración dinámica de los dispositivos.

Dentro del concepto de *sys* existe una estructura de datos en árbol de los dispositivos y controladores (digamos el modelo conceptual fijo), y después se accede a él por medio del sistema de ficheros *sysfs* (cuya estructura puede cambiar entre versiones).

En cuanto se detecta o aparece en el sistema un objeto añadido, en el árbol del modelo de controladores (controladores, dispositivos incluyendo sus diferentes clases), se crea un directorio en *sysfs*. La relación padre/hijo se refleja con subdirectorios bajo */sys/devices/* (reflejando la capa física y sus identificadores). En el subdirectorio */sys/bus* se colocan enlaces simbólicos, reflejando el modo en el que los dispositivos pertenecen a los diferentes buses físicos del sistema. Y en */sys/class* muestra los dispositivos agrupados de acuerdo a su clase, como por ejemplo red, mientras que */sys/block/* contiene los dispositivos de bloques.

Alguna de la información proporcionada por */sys* puede encontrarse también en */proc*, pero se consideró que este estaba mezclando diferentes cosas (dispositivos, procesos, datos hardware, parámetros *kernel*) de forma no coherente, y ello fue uno de los motivos para crear */sys*. Se espera que, progresivamente, se migre información de */proc* a */sys* para centralizar la información de los dispositivos.

### 4.4. Udev: gestión de dispositivos /dev

A diferencia de los sistemas tradicionales, donde los nodos de dispositivos, presentes en el directorio /dev eran considerados como un conjunto estático de ficheros, el sistema *udev* proporciona dinámicamente los nodos para los dispositivos presentes en el sistema.

*Udev* es el gestor de dispositivos para el *kernel* Linux, que sustituye a algunas iteraciones anteriores, como los sistemas *hotplug* y *devfsd*, tratando la gestión de nodos de dispositivo en el directorio */dev*, y al mismo tiempo, gestiona los eventos generados en espacio de usuario, debido a la nueva presencia (o ausencia) de dispositivos hardware incluidos en el sistema, incluyéndose la cara

de *firmware* necesaria para ciertos dispositivos (aunque esta última función se desplazará progresivamente al espacio de *kernel*, reservándola a los *drivers* de los dispositivos).

Entre otras características *udev*, soporta:

- Nombrado persistente de dispositivos, por ejemplo, evitando el orden de llegada (o conexión) de los dispositivos al sistema. Entre ellos, se proporcionan nombres persistentes para los dispositivos de almacenamiento. Cada disco reconocido dispone de un id de sistema de ficheros, el nombre del disco, y la localidad física del hardware donde está conectado.

- Notificación a sistemas externos, de los cambios de los dispositivos.

- Creación de un directorio */dev* dinamico.

- Se ejecuta en espacio de usuario, quitando del *kernel* la responsabilidad de nombrar los dispositivos, por tanto, pueden usarse nombrados de dispositivos específicos a partir de las propiedades del dispositivo.

El sistema *udev* está compuesto básicamente de tres partes:

- La librería **libudev**, que permite el acceso a la información del dispositivo. Dependiendo de la implementación, esta librería puede encontrarse aislada, o el caso de distribuciones con arranque systemd, ha pasado a incluirse como una funcionalidad incluida en este sistema.

- Un *daemon* de espacio de usuario, *udevd*, que gestiona el directorio virtual */dev*. El *daemon* escucha el *socket* de comunicación entre *kernel* y espacio de usuario, para determinar cuándo un dispositivo es añadido o quitado del sistema, y *udev* gestiona el resto de operaciones: creación del nodo en */dev*, carga del módulo/*driver* necesario del *kernel*, etc. En sistemas con systemd de arranque, el funcionamiento del *daemon* es controlado por *systemd-udevd*.

- Una colección de utilidades administrativas, *udevadm*, para diagnósticos.

Clásicamente el directorio */dev* en una máquina Linux, es donde deben encontrase todos los ficheros de dispositivo del sistema. A través de un fichero de dispositivo, es como un programa de espacio de usuario, debe acceder a un dispositivo hardware o una función de este. Por ejemplo, el fichero de dispositivo */dev/sda* es tradicionalmente usado para representar el primer disco del sistema. El nombre sda corresponde a un par de números denominados el mayor y menor del dispositivo, y que son utilizados por el *kernel* para determinar con qué dispositivo hardware esta interaccionando. Cada uno de los números mayores y menores son asignados a un nombre que corresponde con el tipo

de dispositivo. Esta correspondencia es mantenida por la autoridad LANANA, y la lista de estas asignaciones puede encontrase en su página web: http://www.lanana.org/docs/device-list/devices-2.6+.txt.

A partir de ciertos desarrollos del *kernel* se comprobó que esta situación no era práctica, debido a la limitación del esquema de números, y a asignar estos números en situaciones dinámicas donde los dispositivos son removibles, o a la gran cantidad de números necesarios. Además, debido a la situación estática de */dev* inicialmente, este era sobrecargado por las distribuciones, por todos aquellos posibles dispositivos que nos podríamos encontrar a lo largo del tiempo, creando una larga lista de entradas en el directorio, que no iban a ser usadas.

*Udev*, después de unas iteraciones previas con otros intentos de solución, como *hotplug* y *devfs*, se propuso como solución como soporte de los puntos que hemos comentado anteriormente.

**Nota**

Se recomienda consultar las páginas man, correspondientes a la distribución, para: *udev*, *udevd* (o *systemd-udevd*) y *udevadm*.

Para el nombrado del dispositivo, se realizan una serie de pasos para intentar determinar un nombre único, a través de indicar:

- **Etiqueta** (*label*) o número de serie que lo pueda identificar según la clase de dispositivo.
- **Número del dispositivo** en el bus donde está conectado (por ejemplo, en un bus PCI, su identificador).
- **Topología en el bus**: posición en el bus al que pertenece.
- **Nombre de reemplazo** por si hay coincidencia entre varios dispositivos presentes.
- **Nombre en el *kernel***.

Si los pasos anteriores no pueden proporcionar un nombre, se utiliza finalmente el disponible en el *kernel*.

El sistema *udev*, cuya información suele residir en */lib/udev y /etc/udev* (también es posible que exista un */run/udev* en tiempo de ejecución), entre otras, incluye una serie de reglas para el nombrado y las acciones a tomar sobre los dispositivos, que podemos observar en las distribuciones en:

*/lib/udev/rules.d*

*/etc/udev/rules.d*

En el primer caso, son las reglas por defecto incluidas en el sistema, mientras en el segundo, son las que el administrador pueda llegar a incluir como nuevas para identificar algún dispositivo especial, o cambiar su denominación (si existe regla en */etc/udev/rules.d*, esta tiene preferencia sobre la de defecto en el sistema en */lib/udev/rules.d*). El primer número en el nombre de estos ficheros de reglas se refiere al orden de aplicación de las reglas. Y las reglas pueden contener cambios de nombre previstos, o bien actuaciones a llevar a cabo según eventos de añadido de dispositivos, cambios, o extracción de estos.

En general, el funcionamiento del *daemon udevd* gestiona los eventos a través de:

- En proceso de arranque, se monta el directorio */dev* como sistema virtual de archivos.
- *udevd* copia los nodos de dispositivo estáticos que tiene en */lib/udev/devices* en el directorio */udev* (dependiente de la distribución).
- *udevd* queda a la escucha de los eventos del *kernel* (*uevents*), para los dispositivos conectados en el sistema.
- *udevd* pasa los datos *uevents* que le llegan y los intenta corresponder con las reglas especificadas en */etc/udev/rules.d* (si no, con */lib/udev/rules.d*).
- Se crean los nodos de dispositivos y los enlaces según especifican las reglas.
- *udevd* lee las reglas */etc/udev/rules.d/*.rules* (o */lib/udev/*.) y las almacena en la memoria (en algunas distribuciones hay que incorporar ficheros binarios con las reglas precargadas, por ejemplo */lib/udev/hwd.d*).
- *udevd* puede recibir notificaciones. Si las reglas cambian, se encargará de leer los cambios y actualizar la copia de memoria.

Si hay que cargar algun *driver*, *udev* también usa los *modalias* para cargar el *driver* correcto. Estos se encuentran a partir de la información de los módulos que acaban creando (vía *depmod* al instalar nuevos módulos) el fichero correspondiente en */lib/modules/`uname -r`/module.alias*.

Por otra parte, la utilidad *udevadm*, entre otras cosas, nos permite obtener información del dispositivo, con los campos que son usados en las reglas *udev*, de manera que podemos crear nuevas reglas que nos permitan cambiar el comportamiento dependiendo de los eventos del dispositivo. Se obtiene la información mediante el parámetro *info* y su *devpath* (el camino dentro de */sys* para llegar a él). Por ejemplo, para la primera tarjeta de red:

**Nota**

Algunas referencias sobre la escritura de reglas udev:
https://wiki.debian.org/udev
http://www.reactivated.net/writing_udev_rules.html

```
# udevadm info -a -p /sys/class/net/eth0/
looking at device '/devices/pci0000:00/0000:00:03.0/net/eth0':
```

```
    KERNEL=="eth0"
    SUBSYSTEM=="net"
    DRIVER==""
    ATTR{addr_assign_type}=="0"
    ATTR{addr_len}=="6"
    ATTR{dev_id}=="0x0"
    ATTR{ifalias}==""
    ATTR{iflink}=="2"
    ATTR{ifindex}=="2"
    ATTR{type}=="1"
    ATTR{link_mode}=="0"
    ATTR{address}=="08:00:27:37:1a:ce"
    ATTR{broadcast}=="ff:ff:ff:ff:ff:ff"
    ATTR{carrier}=="1"
    ATTR{speed}=="1000"
    ATTR{duplex}=="full"
    ATTR{dormant}=="0"
    ATTR{operstate}=="up"
    ATTR{mtu}=="1500"
    ATTR{flags}=="0x1003"
    ATTR{tx_queue_len}=="1000"
    ATTR{netdev_group}=="0"

  looking at parent device '/devices/pci0000:00/0000:00:03.0':
    KERNELS=="0000:00:03.0"
    SUBSYSTEMS=="pci"
    DRIVERS=="e1000"
    ATTRS{vendor}=="0x8086"
    ATTRS{device}=="0x100e"
    ATTRS{subsystem_vendor}=="0x8086"
    ATTRS{subsystem_device}=="0x001e"
    ATTRS{class}=="0x020000"
    ATTRS{irq}=="19"
    ATTRS{local_cpus}=="00000000,00000000,00000000,00000000,00000000,00000000,00000000,00000000,
                        00000000,00000000,00000000,00000000,00000000,00000000,00000000,00000001"
    ATTRS{local_cpulist}=="0"
    ATTRS{numa_node}=="-1"
    ATTRS{dma_mask_bits}=="32"
    ATTRS{consistent_dma_mask_bits}=="32"
    ATTRS{enable}=="1"
    ATTRS{broken_parity_status}=="0"
    ATTRS{msi_bus}==""

  looking at parent device '/devices/pci0000:00':
    KERNELS=="pci0000:00"
    SUBSYSTEMS==""
```

```
    DRIVERS==""
```

Donde podemos observar las características del dispositivo, desde el punto final, hasta ascender por el bus pci (hasta el id 0 del PCI, posición del bus donde está conectada la tarjeta).

### 4.5. Procesos

Los procesos que se encuentren en ejecución en un determinado momento serán, en general, de diferente naturaleza. Podemos encontrar:

- **Procesos de sistema**, ya sean procesos asociados al funcionamiento local de la máquina, *kernel*, o bien procesos (denominados *daemons*) asociados al control de diferentes servicios. Por otro lado pueden ser locales, o de red, debido a que estemos ofreciendo el servicio (actuamos de servidor) o estemos recibiendo los resultados del servicio (actuamos de clientes). La mayoría de estos procesos de sistema aparecerán asociados al usuario *root* (aunque se suelen migrar a pseudousuarios especializados por servicio). Puede haber algunos servicios asociados a otros usuarios de sistema (lp, bin, www, mail, etc.). Estos son pseudousuarios "virtuales", no interactivos, que utiliza el sistema para ejecutar ciertos procesos.

- **Procesos del usuario administrador**: en caso de actuar como *root*, nuestros procesos interactivos o aplicaciones lanzadas también aparecerán como procesos asociados al usuario *root*.

- **Procesos de usuarios del sistema**: asociados a la ejecución de sus aplicaciones, ya sea tareas interactivas en modo texto o en modo gráfico.

Como comandos rápidos y más útiles, podemos utilizar:

- ***ps***: el comando estándar, lista los procesos con sus datos de usuario, tiempo, identificador de proceso y línea de comandos usada. Una de las opciones más utilizada es *ps -ef* (o *-ax*), pero hay muchas opciones disponibles (véase man).

- ***top***: una versión que nos da una lista actualizada a intervalos, monitorizando dinámicamente los cambios. Y nos permite ordenar el listado de procesos por diferentes ítems, como gasto de memoria, de uso CPU, con propósito de obtener un ranking de los procesos que acaparan los recursos. Muy útil para dar indicios en situaciones extremas de saturación de uso de recursos, de la posible fuente de problemas.

- ***kill***: nos permite eliminar procesos del sistema mediante el envío de señales al proceso como, por ejemplo, la de terminación *kill -9 pid_del_proceso* (*9* corresponde a *SIGKILL*), donde indicamos el identificador del proceso. Resulta útil para procesos con comportamiento inestable o programas in-

teractivos que han dejado de responder. Podemos ver una lista de las señales válidas en el sistema con *man 7 signal*.

## 4.6. Logs del sistema

Tanto el *kernel* como muchos de los *daemons* de servicios, así como diferentes aplicaciones o subsistemas de GNU/Linux, pueden generar mensajes que vayan a parar a ficheros log, ya sea para tener una traza de su funcionamiento, o bien para detectar errores o advertencias de mal funcionamiento o situaciones críticas. Este tipo de logs son imprescindibles, en muchos casos, para las tareas de administración y se suelen emplear bastante tiempo de administración en el procesamiento y análisis de sus contenidos.

**Nota**

Hay diversos gestores de *logs* dependiendo de la distribución usada, el clásico UNIX y de GNU/Linux en su inicio es *Syslogd*, pero progresivamente se han comenzado a usar los sistemas *rsyslog* y *Journald* (parte de *systemd*) como alternativas, o forma conjunta con *syslogd*.

La mayor parte de los logs se generan en el directorio */var/log*, aunque algunas aplicaciones pueden modificar este comportamiento. La mayoría de logs del propio sistema sí que se encuentran en este directorio.

**Nota**

El *daemon Syslogd* es el servicio más importante de obtención de información dinámica de la máquina. El proceso de análisis de los logs nos ayuda a entender el funcionamiento, los posibles errores y el rendimiento del sistema.

Un *daemon* particular del sistema (importante) es el *daemon Syslogd* (comentamos después las alternativas *rsyslog* y *journald*), que se encarga de recibir los mensajes que se envían por parte del *kernel* y otros *daemons* de servicios y los envía a un fichero log que se encuentra en */var/log/messages*. Este es el fichero por defecto, pero *Syslogd* es también configurable (en el fichero */etc/syslog.conf*), de manera que se pueden generar otros ficheros dependiendo de la fuente, según el *daemon* que envía el mensaje, y así dirigirlo a un log u a otro (clasificando así por fuente), y/o también clasificar los mensajes por importancia (nivel de prioridad): *alarm, warning, error, critical*, etc.

Dependiendo de la distribución (cabe señalar que *Syslog* es cada vez menos usado, en favor de sus alternativas *rsyslog* y *journald*), puede estar configurado de diferentes modos por defecto, en */var/log* suele generar (por ejemplo) ficheros como: *kern.log, mail.err, mail.info*... que son los logs de diferentes servicios. Podemos examinar la configuración para determinar de dónde provienen los mensajes y en qué ficheros los guarda. Una opción que suele ser útil es la posibilidad de enviar los mensajes a una consola virtual de texto (en */etc/syslog.conf* se especifica para el tipo, o tipos, de mensaje una consola de destino, como */dev/tty8* o */dev/xconsole*), de manera que podremos ir viendo los mensajes a medida que se produzcan. Esto suele ser útil para monitorizar la ejecución del

sistema sin tener que estar mirando los ficheros de log a cada momento. Una modificación simple de este método podría ser introducir, desde un terminal, la instrucción siguiente (para el log general):

```
tail -f /var/log/messages
```

Esta sentencia nos permite dejar el terminal o ventana de terminal, de manera que irán apareciendo los cambios que se produzcan en el fichero.

Ademas, de los *logs* de *syslog* como tal, también otros comandos de sistema nos pueden ayudar en otros ámbitos:

- ***uptime***: tiempo que hace que el sistema está activo. Útil para comprobar que no hay existido algún rearranque del sistema inesperado.
- ***last***: analiza log de entradas/salidas del sistema (*/var/log/wtmp*) de los usuarios, y los arranques del sistema. O *lastlog*, control de la última vez que los usuarios han sido vistos en el sistema (información en */var/log/lastlog*).
- **Varias utilidades para procesamiento combinado de logs**, que emiten resúmenes (o alarmas) de lo sucedido en el sistema, como por ejemplo: *logwatch*, *logcheck*...

Como nuevos sistemas de generación de logs de sistema, hay que destacar *rsyslogd* y *journald* (asociado al *systemd*), que progresivamente están sustituyendo a *syslogd* como gestión de los *logs* del sistema.

En el caso de *rsyslogd*, el fichero de la configuración, lo encontraremos en */etc/rsyslog.conf*, siendo la configuración por defecto suficiente para la mayoría de los casos. Como puede observarse, la mayoría de la configuración es similar a la explicada en *syslogd*, debido a que se mantiene compatibilidad con este, agregando una serie de nuevas prestaciones. Entre ellas la posibilidad de utilizar filtros basados en contexto, mayor riqueza de filtros, y la utilización de TCP como mecanismo de comunicación, lo que nos permite monitorización remota de los *logs* de un sistema (fuera de su segmento de red, previamente solo era posible UDP) o disponer de un sistema con servidor centralizado de *logs* de múltiples máquinas cliente, además de tener soporte nativo para bases de datos MySQL y Postgres, permitiendo almacenar los *logs* directamente en estas bases de datos (entre otras).

**Ejemplo**

Un ejemplo de servidor centralizado de logs con Rsyslog:

http://tecadmin.net/setup-centralized-logging-server-using-rsyslogd/

En cuanto a la posición de los *logs*, estos se suelen generar como antes preferentemente en */var/log* y algunas distribuciones que usan rsyslog siguen manteniendo */var/log/messages*, mientras otras han cambiado el fichero a */var/log/rsyslog*.

En cuanto a *Journald*, está incluido en el *systemd*, y no sin criticas (sobre todo por su conversión de los anteriores *(r)syslog* basados en ficheros y *logs* texto, a formatos binarios), se está haciendo un eco importante, a medida que las distribuciones van adoptando el sistema de arranque de *systemd*.

*Systemd*, en este caso, ya no requiere la ejecución de *daemons* de tipo *syslog*. Para la lectura de *logs* solo es necesario utilizar:

```
# journalctl
```

Los *logs* del sistema, en este caso, se están guardando (depende de la distribución) normalmente en */var/log/journal*, y en formato binario, no legible directamente, si no son procesados con *journalctlz*. Se dispone de un fichero de configuración en */etc/systemd/journald.conf* (consultar página man de este último para los parámetros configurables).

Con *journalctl* podemos hacer diferentes consultas, algunas plantillas destacables son:

**# journalctl -b** Mensajes del último *boot*.

**# journalctl -b -p err** Mensajes de error en el último *boot*.

**# journalctl -since=yesterday** Mensajes aparecidos desde ayer (combinar -since -until para un periodo).

**# journalctl -f** Quedar pendientes de los próximos mensajes a medida que se generen.

**# journalctl _PID=1** Listar mensajes del proceso con este PID (En este caso, es el mismo systemd), también _UID= o _GID=.

**# journalctl /usr/sbin/cron** Mensajes provenientes de un ejecutable concreto.

**# journalctl /dev/sda** Mensajes referentes al disco.

**# journalctl --disk-usage** Espacio de disco utilizado por los *logs*.

**# journalctl _TRANSPORT=kernel** Mensajes procedentes del *kernel* (equivale a -k).

**# journalctl --list-boots** Listado de los últimos *boots* de sistema y sus marcas de tiempo.

**# journalctl _SYSTEMD_UNIT=crond.service** Mensajes de un servicio *systemd*, o unidad controlada por *systemd*, el siguiente nos permite conocer las unidades disponibles.

**# journalctl -F _SYSTEMD_UNIT** Unidades disponibles para *log* (posibles valores de *_SYSTEMD_UNIT* por los que podemos preguntar).

**# journalctl -F <campo>** Como el caso anterior pero para el campo concreto (ver *man 7 systemd.journal-fields* para conocer los posibles campos).

Se recomienda consultar las páginas man: *journalctl*, *7 systemd.journal-fields*, para una descripción exhaustiva de los campos y opciones disponibles.

### 4.7. Memoria

Respecto a la memoria del sistema, deberemos tener en cuenta que disponemos de la memoria física de la propia máquina y de la memoria virtual, que puede ser direccionada por los procesos. Normalmente (a no ser que estemos tratando con servidores empresariales), no dispondremos de cantidades demasiado grandes, de modo que la memoria física será menor que el tamaño de memoria virtual necesario (4GB en sistemas de 32 bits, o en 64 bits un espacio teórico de 16 ExaBytes, $2^{64}$ bytes, que en los sistemas físicos actuales suele estar limitado a 256 TeraBytes). Esto obligará a utilizar una zona de intercambio (*swap*) sobre disco, para implementar los procesos asociados a memoria virtual, cuando estos sobrepasen el uso de memoria física existente.

Esta zona de intercambio (*swap*) puede implementarse como un fichero en el sistema de archivos, pero es más habitual encontrarla como una partición de intercambio (llamada de *swap*), creada durante la instalación del sistema. En el momento de particionar el disco, se declara como de tipo Linux Swap.

Para examinar la información sobre memoria, tenemos varios métodos y comandos útiles:

- **Fichero */etc/fstab***: aparece la partición *swap* (si existiese). Con un comando *fdisk* podemos averiguar su tamaño (o consultar a */proc/swaps*).
- **Comando *ps***: permite conocer qué procesos tenemos, y con las opciones de porcentaje y memoria usada.
- **Comando *top***: es una versión ps dinámica actualizable por periodos de tiempo. Puede clasificar los procesos según la memoria que se usa o el tiempo de CPU.
- **Comando *free***: informa sobre el estado global de la memoria. Da también el tamaño de la memoria virtual.
- **Comando *vmstat***: informa sobre el estado de la memoria virtual, y el uso que se le da.

- **Algunos paquetes** como *dstat* permiten recoger datos de los diferentes parámetros (memoria, *swap* y otros) a intervalos de tiempo (de forma parecida a *top*).

## 4.8. Discos y *filesystems*

Examinaremos qué discos tenemos disponibles, cómo están organizados y de qué particiones y sistemas de archivos (*filesystems*) disponemos.Cuando dispongamos de una partición y de un determinado *filesystem* accesible, tendremos que realizar un proceso de montaje para integrarla en el sistema, ya sea explícitamente o bien programada en arranque. En el proceso de montaje, se conecta el sistema de archivos asociado a la partición a un punto del árbol de directorios.

Para conocer los discos (o dispositivos de almacenamiento) que tenemos en el sistema, podemos basarnos en la información de arranque del sistema (comando *dmesg* o */var/log/messages*), donde se detectan los presentes, como los */dev/hdx* para los dispositivos IDE o los SCSI con dispositivos */dev/sdx*. Últimamente los discos SATA y antiguos IDE son presentados como scsi, debido a una capa de emulación del *kernel* que trata a los discos como scsi. Otros dispositivos, como discos duros conectados por USB, discos *flash* (los de tipo *pen drive*), unidades removibles, CD-ROM externos, suelen ser dispositivos con algún tipo de emulación scsi, por lo que también se verán como dispositivo de este tipo.

Cualquier dispositivo de almacenamiento presentará una serie de particiones de su espacio. Típicamente, un disco con el formato clásico MBR soporta un máximo de cuatro particiones físicas, o más si estas son lógicas (permiten colocar varias particiones de este tipo sobre una física). Cada partición puede contener tipos de *filesystems* diferentes, ya sean de un mismo operativo o de operativos diferentes.

El formato clásico de particiones, guardado en la estructura MBR (*Master Boot Record*), fue introducido en 1983 y es un tipo especial de sector de arranque (512 o mas bytes en el primer sector del disco), que guarda como están organizadas las particiones del disco, además de contener código que permite desde el disco arrancar en sistema operativo residente en alguna de las particiones, a partir de petición de la BIOS. Pero MBR, tiene algunas limitaciones importantes, como la de solo 4 particiones físicas (expandible por lógicas), y una limitación de capacidad del disco a 2TB. Debido a estas limitaciones, el esquema de particionado de los discos actuales se está transfiriendo al nuevo esquema GPT (*GUID Partition Table*) superando estas limitaciones. Los reemplazos para la BIOS de PC-Compatibles como EFI i UEFI tienen soporte nativo para GPT, además de permitir el acceso a discos de tamaños superiores a 2TB. Aunque cabe señalar que durante la transicion se han realizado diversas

modificaciones al esquema de MBR para permitir cierta compatibilidad entre los dos esquemas. Y algunas BIOS de algunos fabricantes también disponen de soporte GPT.

GPT es parte de la especificación UEFI (*Unified Extensible Firmware Interface*), para substituir a las antiguas BIOS PC, este esquema de particionado de discos, es usado para el arranque en sistemas operativos con soporte EFI, UEFI, como por ejemplo OS X y windows, pero en el caso de Linux y algunos BSD, pueden arrancarse de GPT, con el soporte de EFI/UEFI o sin él, en BIOS antiguas. En el caso de Linux, versiones superiores a por ejemplo Fedora 8, Ubuntu 8, soportan ya GPT, y proporcionar herramientas como gdisk, GNU Parted, fdisk, y el arranque de Grub 2 con soporte GPT incluido. En el caso de *fdisk*, el soporte no es completo y se recomienda usar *GNU parted* para un soporte completo de discos con GPT.

Volviendo, a nuestro analisis de los discos, para conocer su estructura, o cambiar la disposición del particionamiento del disco, podemos utilizar el comando *fdisk* (en discos MBR, en GPT el soporte es parcial y se recomienda *GNU gparted*), o cualquiera de las variantes de *fdisk*, más o menos interactivas (como *cfdisk*, *sfdisk*). Por ejemplo al examinar un disco (antiguo) de de tipo *IDE /dev/hda*, nos da la siguiente información:

```
# fdisk -l /dev/hda
Disk /dev/hda: 20.5 GB, 20520493056 bytes 255 heads, 63 sectors/track, 2494 cylinders
Units = cylinders of 16065 * 512 = 8225280 bytes
Device  Boot Start End   Blocks Id System
/dev/hda1    *     1     1305   10482381   7 HPFS/NTFS
/dev/hda2    *     1306  2429   9028530    83 Linux
/dev/hda3          2430  2494   522112+    82 Linux swap
```

Disco MBR de 20 GB con tres particiones (se identifican con el número añadido al nombre del dispositivo), donde observamos dos particiones con arranque (columna *Boot* con *****) de tipo NTFS y Linux, lo que supone la existencia de un Windows NT/2000/XP/Vista/7 junto con una distribución GNU/Linux, y la última partición que es usada de *swap* para Linux. Además, tenemos información de la estructura del disco y de los tamaños de cada partición. También se puede obtener información de todas las particiones presentes en el sistema consultado el fichero */proc/partitions*.

En este otro ejemplo observamos un disco SATA, */dev/sda* en otro sistema:

```
$ fdisk -l /dev/sda


Disco /dev/sda: 500.1 GB, 500107862016 bytes
255 cabezas, 63 sectores/pista, 60801 cilindros, 976773168 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: 0x000aba55

Dispositivo Inicio    Comienzo      Fin      Bloques  Id  Sistema
/dev/sda1   *        2048   960016383   480007168   83  Linux
/dev/sda2       960018430   976771071     8376321    5  Extendida
/dev/sda5       960018432   976771071     8376320   82  Linux swap
```

En este disco de 500GB podemos observar tres particiones (sda1, sda2, sda5) de las cuales una es lógica extendida (sda2) que en realidad contiene la sda5. Por tanto, tenemos dos particiones finales: la sda1 de tipo *boot* que arranca Linux y la sda5 que es utilizada de *swap*. La extendida (en este caso, sda2) nos permitirá, en el caso MBR, poder crear particiones adicionales (si disponemos de espacio en el disco), como por ejemplo, sda6, sda7, sda8, dentro de la extendida sda2, superando así el limite de 4 particiones físicas, con que nos encontramos en discos MBR.

En un sistema con discos con particiones GPT:

```
# fdisk -l /dev/sdb

WARNING: GPT (GUID Partition Table) detected on '/dev/sdb'! The util fdisk doesn't support GPT.
                  Use GNU Parted.

Disco /dev/sdb: 5999.5 GB, 5999532441600 bytes
255 heads, 63 sectors/track, 729401 cylinders
Units = cilindros of 16065 * 512 = 8225280 bytes
Sector size (logical/physical): 512 bytes / 512 bytes
I/O size (minimum/optimal): 512 bytes / 512 bytes
Disk identifier: 0x00000000

Disposit. Inicio    Comienzo      Fin      Bloques  Id  Sistema
/dev/sdb1               1      267350  2147483647+  ee  GPT

# parted
GNU Parted 2.1
Usando /dev/sda
Welcome to GNU Parted! Type 'help' to view a list of commands.

(parted) select /dev/sdb
Usando /dev/sdb

(parted) print
Model: DELL PERC 6/i (scsi)
Disk /dev/sdb: 6000GB
Sector size (logical/physical): 512B/512B
Partition Table: gpt
```

```
Numero  Inicio  Fin     Tamaño  Sistema de ficheros  Nombre  Banderas
 1      1049kB  6000GB  6000GB  ext4
```

En este sistema, se dispone de un *storage*, que se ve como un dispositivo */dev/sdb* con un total de 6 TeraBytes disponibles, en una partición */dev/sdb1* que es de tipo GPT, *fdisk* nos avisa de que no dispone de soporte de GPT y que usemos alternativamente *GNU parted*. En la segunda parte se invoca a *parted*, como herramienta de gestión de GPT; esta herramienta es interactiva (el comando *help* mostrará las opciones disponibles), seleccionamos el dispositivo que nos interesa (*select*) y visualizamos las particiones (*print*).

De los discos y particiones de que dispongamos, algunos se encontrarán montados en nuestro sistema de ficheros, o estarán preparados para montarse bajo demanda o bien montarse en el momento en que se disponga de medio (en el caso de dispositivos extraíbles).

Esta información la podemos obtener de diferentes maneras (lo veremos con más detalle en el taller final):

- **Fichero */etc/fstab***: indica dispositivos que están preparados para montarse en el arranque o los extraíbles que podrán ser montados. No tienen por qué estar todos los del sistema, sino solo aquellos que queramos tener en arranque. Los demás podemos montarlos bajo demanda con el comando *mount*, o desmontarlos con *umount*.

- **Comando *mount***: nos informa de los *filesystems* montados en ese momento (ya sean dispositivos reales o *filesystems* virtuales, como */proc*). Podemos obtener esta información también desde el fichero */etc/mtab*.

- **Comando *df -k***: nos informa de los *filesystems* de almacenamiento, y nos permite verificar el espacio usado y disponible. Se trata de un comando básico para controlar el espacio de disco disponible. Respecto a este comando *df -k*, una de nuestras tareas básicas de administración de la máquina es controlar los recursos de esta, y en este caso el espacio disponible en los *filesystems* utilizados. Estos tamaños hay que monitorizarlos con cierta frecuencia para evitar la caída del sistema; nunca tendría que dejarse un *filesystem* (sobre todo si es el */*) por debajo de un 10-15%, ya que hay muchos procesos (*daemons* de servicios) que están escribiendo información temporal o logs, que pueden consumir gran espacio. Un caso particular lo forman los ficheros *core,* generados por fallos de software y que continen información de depuración de los errores que los han provocado junto con la imagen del proceso, los cuales pueden suponer (dependiendo del proceso) tamaños muy grandes de archivo. Normalmente, habrá que tener algunas precauciones de "limpieza del sistema" si se detectan situaciones de saturación del *filesystem*:

- **Eliminar temporales antiguos.** Los directorios */tmp* y */var/tmp* suelen acumular muchos archivos generados por diferentes usuarios o aplicaciones. Algunos sistemas o distribuciones ya toman medidas de limpieza, como limpiar */tmp* en cada arranque del sistema.

- **Logs:** evitar su crecimiento excesivo, ya que según la configuración del sistema (por ejemplo, de *Syslogd*) la información generada de mensajes puede ser muy grande. Habrá que limpiar periódicamente al llegar a determinados tamaños, y en todo caso, si necesitamos la información para posteriores análisis, podemos realizar *backups* en medios extraíbles. Este proceso puede automatizarse mediante uso de *scripts cron*, o bien por medio de herramientas especializadas como *logrotate*.

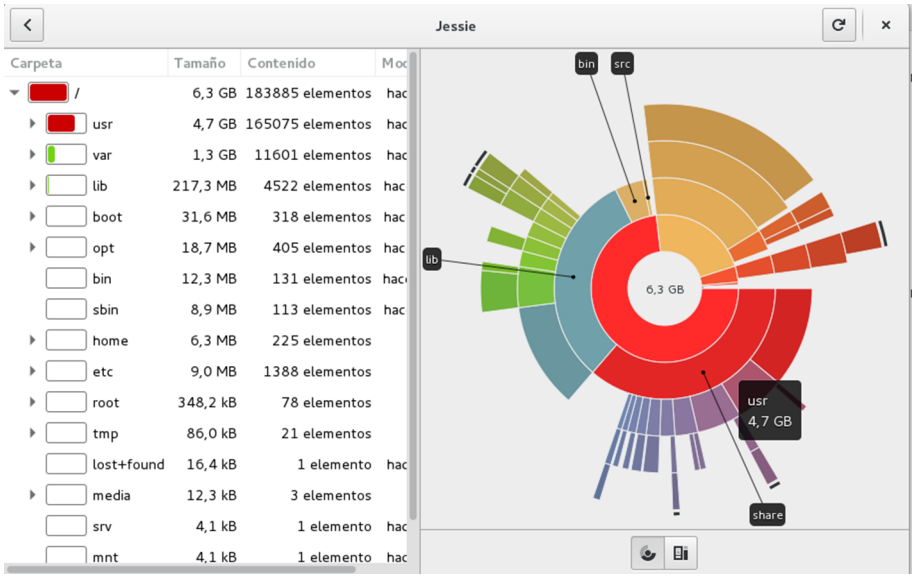
- Hay otros puntos del sistema que suelen crecer mucho, como pueden ser:
  - Ficheros *core* de los usuarios: podemos eliminarlos periódicamente o eliminar su generación.

  - El sistema de correo electrónico: almacena todos los correos enviados y recibidos; podemos pedir a los usuarios que hagan limpieza periódica, o bien poner sistemas de cuotas.

  - Las cachés de los navegadores u otras aplicaciones: también suelen tener tamaños grandes, otra limpieza que habrá que hacer periódicamente.

  - Las cuentas de los propios usuarios: pueden tener cuotas para no exceder los tamaños prefijados...

- Aparte de comandos (como `du`) para el análisis de espacio de los sistemas de ficheros, también existen diferentes herramientas para el análisis gráfico de la ocupación de los ficheros en los sistemas de archivos. Estas herramientas permiten una visión global del administrador, al integrar información tanto local como remota (integrando en la visualización sistemas de archivos por NFS, por ejemplo). Algunas herramientas que destacan para esta funcionalidad: *kdirstat* (o su substituta *k4dirstat*), *baobab*, *gdmap*, entre otras.




Análisis del *filesystem* raiz (/) en una distribución Debian con baobab

## 4.9. Upower, Udisks

Como casos especiales de control de dispositivos, semejantes a *udev*, pero no integrados en este, están los casos de gestión de dispositivos relacionados con energía, y los discos.

Estos dos componentes están integrados en la iniciativa freedesktop.org, que entre sus objetivos está el desarrollo de tecnologías interoperabales para compartir bases para desarrollar entornos de escritorio, para X Windows, en entornos de GNU/Linux y otros operativos de tipo UNIX. La idea es que hay muchos *frameworks* de desarrollo para X, pero el objetivo es intentar que las diferencias de desarrollo no sean visibles al usuario, con tal de utilizar una serie de tecnologías base comunes.

**freedesktop.org**

Podéis obtener más información sobre freedesktop.org, sus proyectos y especificaciones en:

http://www.freedesktop.org/wiki/Software/.

http://www.freedesktop.org/wiki/Specifications/.

Por lo que respecta al proyecto DeviceKit, podéis encontrar información en http://www.freedesktop.org/wiki/Software/DeviceKit.

Diversos proyectos de entornos de escritorio, como GNOME, KDE y Xfce, están colaborando con freedesktop.org (que también se conoce como X Desktop Group o XDG).

Asimismo, uno de los proyectos importantes que mantienen para GNU/Linux es D-bus, que es un mecanismo de comunicación interproceso (IPC), que permite a procesos que se ejecutan concurrentemente comunicarse entre ellos para intercambiar información o pedirse servicios. En GNU-Linux, es utilizado para comunicar aplicaciones de escritorio en ejecución en la misma sesión de

escritorio, así como comunicar la sesión de escritorio con el sistema operativo, sea el *kernel*, o *daemons* o procesos propios. D-Bus es utilizado en aplicaciones de escritorio de KDE, Gnome y Xfce. D-Bus es básicamente un sistema de *bus* para intercambiar mensajes, de manera que dos aplicaciones, o dos procesos pueden intercambiar mensajes una con otra, a través del *daemon* de paso de mensajes. En *systemd*, se reescribió el código de D-Bus y se hizo más eficiente, aumentando las prestaciones. También existe paralelamente un proyecto semejante denominado kdbus (*Linux Kernel D-Bus implementation*), que ofrecerá una alternativa en el futuro, mediante comunicaciones peer-to-peer para implementar IPC a través de mediación del *kernel*.

**Información sobre D-Bus**

D-Bus tutorial: http://dbus.freedesktop.org/doc/dbus-tutorial.html.

Howto use dbus-monitor/: https://wiki.ubuntu.com/DebuggingDBus.

La arquitectura D-Bus está compuesta principalmente de 3 capas:

- **Libdbus**. Una librería que permite a dos aplicaciones conectarse la una a la otra e intercambiar mensajes.

- **dbus-daemon**. Un *daemon* ejecutable que implementa el *bus* de mensajes y que, basándose en *libdbus*, permite que múltiples aplicaciones se conecten encaminando los mensajes de una aplicación a cero o más aplicaciones destinatarias, mediante mecanismos *publish/subscribe*.

- **Librerías construidas para *frameworks* de aplicaciones específicos**. Desde el punto de vista de administrador, desarrollador de aplicaciones, es útil la herramienta *dbus-monitor* que permite ver los mensajes que circulan por el *bus* de mensajes tanto en el caso de sistema como de sesión de escritorio.

En uno de los proyectos mantenidos por freedesktop.org, DeviceKit, entre otros se desarrollaron Upower y Udisks como interfaces y servicios, a través de D-Bus, para manejar la gestión de energía y los dispositivos de almacenamiento.

Upower nos permite enumerar dispositivos de energía (AC o baterías), escuchando por los eventos del dispositivo, y preguntar por su histórico o estadísticas. Algunos ejemplos:

- **# upower -e** Enumera dispositivos de batería o AC.

- **# upower -d** Proporciona información de batería.

- **# upower -i <nombre_dispositivo>** Proporciona información específica de un dispositivo (obtenido de -e).

Por ejemplo:

```
# upower -e
/org/freedesktop/UPower/devices/line_power_AC
```

```
# upower -d
Device: /org/freedesktop/UPower/devices/line_power_AC
  native-path:          AC
  power supply:         yes
  updated:              dom 20 jul 2014 17:57:59 CEST (23889 seconds ago)
  has history:          no
  has statistics:       no
  line-power
    online:             yes

Daemon:
  daemon-version:  0.9.23
  on-battery:      no
  on-low-battery:  no
  lid-is-closed:   no
  lid-is-present:  no
  is-docked:       no

# upower -i /org/freedesktop/UPower/devices/line_power_AC
  native-path:          AC
  power supply:         yes
  updated:              dom 20 jul 2014 17:57:59 CEST (23905 seconds ago)
  has history:          no
  has statistics:       no
  line-power
    online:             yes
```

En este caso encontramos una línea de AC, su estado y desde cuándo se encuentra activa; en casos de baterías, es posible hacer un seguimiento de su carga o descarga a partir de los eventos de energía que se generan, con:

```
# upower --monitor-detail
```

o directamente *-i <nombre_bateria>* para conocer las estadísticas generales.

Por otra parte udisks, se implementa un *daemon*, *udisksd*, que implementa interfaces D-Bus, que pueden ser usadas para la consulta y manipulación de los dispositivos de almacenamiento. Y con la utilidad de línea de comandos, *udisksctl* o *udisks* (dependiendo de la distribución, o incluso puede disponer de los dos), puede ser utilizada para preguntar y utilizar el *daemon* para consultar los discos, por ejemplo, con *udiskctl*, que es la herramienta de línea de comandos para interactuar con el proceso de *daemon* de *udisksd*.

**Nota**

Véase el manual de referencia Udisks en: https://udisks.freedesktop.org/docs/latest/. Si el comando `udisks` no está disponible puede usarse `udiskctl`: https://udisks.freedesktop.org/docs/latest/udisksctl.1.html.

Por otra parte, udisks como utilidad de línea de comandos si está presente (o sus equivalentes en *udiskctl*):

- **# udisks --enumerate** Lista id de los dispositivos presentes (como alternativa, *udiskctl status*, pero solo obtiene información de primer nivel, no particiones por ejemplo, en este caso *udiskctl dump* obtiene información más detallada).

- **# udisks --enumerate-device-files** Lista los dispositivos y sus identificadores conocidos (como los UUID entre otros; como alternativa, *udiskctl dump*).

- **# udisks --dump** Muestra información extensa de todos los dispositivos presentes (como alternativa *udiskctl dump*).

- **# udisks --show-info** Muestra información de un dispositivo particular (como alternativa *udiskctl -b dispositivo info*).

- **# udisks --monitor-detail** Monitoriza con detalle la actividad del *daemon* de discos (*udisksd*) (como alternativa *udiskctl monitor*).

Un ejemplo de una sesión donde se analiza */dev/sda* y */dev/sda1* de una determinada máquina, previa enumeración de dispositivos; además, en el caso del disco, se obtiene su información SMART, que nos puede ser útil para conocer la "salud" de su estado físico actual:

```
# udisks --enumerate
/org/freedesktop/UDisks/devices/sda5
/org/freedesktop/UDisks/devices/sr0
/org/freedesktop/UDisks/devices/sda
/org/freedesktop/UDisks/devices/sda1
/org/freedesktop/UDisks/devices/sda2

# udisks --enumerate-device-files
/dev/sda5
/dev/disk/by-id/ata-MB0500EBNCR_WMAP146173-part5
/dev/disk/by-id/scsi-SATA_MB0500EBNCR_WMAP146173-part5
/dev/disk/by-id/wwn-0x50014ee002c9780b-part5
/dev/disk/by-uuid/10628c07-51f6-4bb6-babe-082526be81d7
/dev/disk/by-path/pci-0000:00:1f.2-scsi-0:0:0:0-part5
/dev/sr0
/dev/disk/by-id/ata-DV-18S-A_11022334083404
/dev/disk/by-path/pci-0000:00:1f.5-scsi-0:0:0:0
/dev/sda
/dev/disk/by-id/ata-MB0500EBNCR_WMAP146173
/dev/disk/by-id/scsi-SATA_MB0500EBNCR_WMAP146173
/dev/disk/by-id/wwn-0x50014ee002c9780b
/dev/disk/by-path/pci-0000:00:1f.2-scsi-0:0:0:0
/dev/sda1
/dev/disk/by-id/ata-MB0500EBNCR_WMAP146173-part1
```

```
/dev/disk/by-id/scsi-SATA_MB0500EBNCR_WMAP146173-part1
/dev/disk/by-id/wwn-0x50014ee002c9780b-part1
/dev/disk/by-uuid/b16ebe2f-5072-4e00-a1e0-19aebf2be5e8
/dev/disk/by-path/pci-0000:00:1f.2-scsi-0:0:0:0-part1
/dev/sda2
/dev/disk/by-id/ata-MB0500EBNCR_WMAP146173-part2
/dev/disk/by-id/scsi-SATA_MB0500EBNCR_WMAP146173-part2
/dev/disk/by-id/wwn-0x50014ee002c9780b-part2
/dev/disk/by-path/pci-0000:00:1f.2-scsi-0:0:0:0-part2

# udisks --show-info /dev/sda
Showing information for /org/freedesktop/UDisks/devices/sda
 native-path:            /sys/devices/pci0000:00/0000:00:1f.2/host0/target0:0:0/0:0:0:0/block/sda
  device:                     8:0
  device-file:                /dev/sda
    presentation:             /dev/sda
    by-id:                    /dev/disk/by-id/ata-MB0500EBNCR_WMAP14612773
    by-id:                    /dev/disk/by-id/scsi-SATA_MB0500EBNCR_WMAP1461773
    by-id:                    /dev/disk/by-id/wwn-0x50014ee002c9780b
    by-path:                  /dev/disk/by-path/pci-0000:00:1f.2-scsi-0:0:0:0
  detected at:                lun 21 jul 2014 00:51:05 CEST
  system internal:            1
  removable:                  0
  has media:                  1 (detected at lun 21 jul 2014 00:51:05 CEST)
    detects change:           0
    detection by polling:     0
    detection inhibitable:    0
    detection inhibited:      0
  is read only:               0
  is mounted:                 0
  mount paths:
  mounted by uid:             0
  presentation hide:          0
  presentation nopolicy:      0
  presentation name:
  presentation icon:
  automount hint:
  size:                       500107862016
  block size:                 512
  job underway:               no
  usage:
  type:
  version:
  uuid:
  label:
  partition table:
    scheme:                   mbr
```

```
    count:                    3
  drive:
    vendor:                   ATA
    model:                    MB0500EBNCR
    revision:                 HPG0
    serial:                   WMAP146173
    WWN:                      50014ee002c9780b
    detachable:               0
    can spindown:             1
    rotational media:         Yes, at 7200 RPM
    write-cache:              disabled
    ejectable:                0
    adapter:                  /org/freedesktop/UDisks/adapters/0000_3a00_3a1f_2e2
    ports:
      /org/freedesktop/UDisks/adapters/0000_3a00_3a1f_2e2/host0
    similar devices:
    media:
      compat:
    interface:                ata
    if speed:                 (unknown)
    ATA SMART:                Updated at lun 21 jul 2014 01:21:05 CEST
      overall assessment:     Good
================================================================================
 Attribute       Current|Worst|Threshold  Status   Value       Type     Updates
================================================================================
 raw-read-error-rate         200|200| 51   good    0           Pre-fail Online
 spin-up-time                100|253| 21   good    0           Pre-fail Online
 start-stop-count            100|100|  0    n/a    6           Old-age  Online
 reallocated-sector-count    200|200|140   good    0 sectors   Pre-fail Online
 seek-error-rate             200|200| 51   good    0           Pre-fail Online
 power-on-hours               97| 95|  0    n/a    120,7 days  Old-age  Online
 spin-retry-count            100|253| 51   good    0           Pre-fail Online
 calibration-retry-count     100|253| 51   good    0           Pre-fail Online
 power-cycle-count           100|100|  0    n/a    5           Old-age  Online
 unused-reserved-blocks      200|200|100   good    0           Pre-fail Online
 end-to-end-error            100|100| 97   good    0           Pre-fail Online
 reported-uncorrect          100|100|  0    n/a    0 sectors   Old-age  Online
 command-timeout             100|100|  0    n/a    0           Old-age  Online
 airflow-temperature-celsius  70| 61| 45   good    30C / 86F   Old-age  Online
 power-off-retract-count     200|200|  0    n/a    4           Old-age  Online
 load-cycle-count            200|200|  0    n/a    1           Old-age  Online
 temperature-celsius-2       113|104|  0    n/a    30C / 86F   Old-age  Online
 hardware-ecc-recovered      200|200|  0    n/a    0           Old-age  Online
 reallocated-event-count     200|200|  0    n/a    0           Old-age  Online
 current-pending-sector      200|200|  0    n/a    0 sectors   Old-age  Online
 offline-uncorrectable       100|253|  0    n/a    0 sectors   Old-age  Offline
 udma-crc-error-count        200|200|  0    n/a    0           Old-age  Online
```

```
 multi-zone-error-rate       100|253|  0    n/a    0           Old-age  Offline

# udisks --show-info /dev/sda1
Showing information for /org/freedesktop/UDisks/devices/sda1
  native-path:                /sys/devices/pci0000:00/0000:00:1f.2/host0/target0:0:0/0:0:0:0/block
                                     /sda/sda1
  device:                     8:1
  device-file:                /dev/sda1
    presentation:             /dev/sda1
    by-id:                    /dev/disk/by-id/ata-MB0500EBNCR_WMAP146173-part1
    by-id:                    /dev/disk/by-id/scsi-SATA_MB0500EBNCR_WMAP146173-part1
    by-id:                    /dev/disk/by-id/wwn-0x50014ee002c9780b-part1
    by-id:                    /dev/disk/by-uuid/b16ebe2f-5072-4e00-a1e0-19aebf2be5e8
    by-path:                  /dev/disk/by-path/pci-0000:00:1f.2-scsi-0:0:0:0-part1
  detected at:                lun 21 jul 2014 00:51:05 CEST
  system internal:            1
  removable:                  0
  has media:                  1 (detected at lun 21 jul 2014 00:51:05 CEST)
    detects change:           0
    detection by polling:     0
    detection inhibitable:    0
    detection inhibited:      0
  is read only:               0
  is mounted:                 1
  mount paths:            /
  mounted by uid:             0
  presentation hide:          0
  presentation nopolicy:      0
  presentation name:
  presentation icon:
  automount hint:
  size:                       491527340032
  block size:                 512
  job underway:               no
  usage:                      filesystem
  type:                       ext4
  version:                    1.0
  uuid:                       b16ebe2f-5072-4e00-a1e0-19aebf2be5e8
  label:
  partition:
    part of:                  /org/freedesktop/UDisks/devices/sda
    scheme:                   mbr
    number:                   1
    type:                     0x83
    flags:                    boot
    offset:                   1048576
    alignment offset:         0
```

```
        size:                           491527340032
```

# 5. Sistema de ficheros

En cada máquina con un sistema GNU/Linux podemos ver sistemas de ficheros de diferentes tipos [Hin] [Soy12]. Para empezar, es habitual encontrarse con los propios sistemas de ficheros Linux creados en distintas particiones de los discos [Koe].

La configuración habitual suele ser de dos particiones:

**1)** la correspondiente a "/" (*root filesystem*) y

**2)** la correspondiente al fichero de intercambio o de *swap*.

Con todo, en configuraciones más profesionales suele ser habitual separar particiones con partes "diferenciadas" del sistema. Una técnica habitual es, por ejemplo (veremos más opciones después), crear particiones diferentes para:

```
/    /boot /home      /opt  /tmp  /usr  /var  swap
```

que seguramente se encontrarán montadas desde diferentes orígenes (diferentes discos, o incluso red en algunos casos).

Las particiones se realizan para separar claramente partes estáticas y dinámicas del sistema, para permitir de una forma más fácil, ante problemas de saturación, extender las particiones o aislar más fácilmente partes para la realización de *backups* (por ejemplo, las cuentas de los usuarios en la partición */home*).

El tipo de particiones *swap* es de tipo *Linux swap*, y la correspondiente a */* suele ser de alguno de los sistemas de ficheros estándar, ya sea *ext2* (el tipo por defecto hasta los *kernels* 2.4), *ext3* o el nuevo *ext4*, que son mejoras del *ext2* compatibles pero con *journaling*, lo que permite tener un log de lo que va pasando al sistema de ficheros, para recuperaciones más rápidas en caso de error. También pueden ser habituales otros sistemas de archivos, como Reiser (en desuso por falta de soporte), XFS, y algunos más extendidos con soporte importante como Btrfs y ZFS.

Otra configuración habitual puede ser de tres particiones: */*, *swap*, */home*, donde la */home* se dedicará a las cuentas de los usuarios. Esto permite separar las cuentas de los usuarios del sistema, aislando en dos particiones separadas, y podemos dar el espacio necesario para las cuentas en otra partición.

Otro esquema muy utilizado es el de separar en particiones las partes estáticas del sistema de las dinámicas, por ejemplo, una partición donde se coloca / con la parte estática (*/bin /sbin* y */usr* en algunos casos) que se espera que no va a crecer o lo va a hacer muy poco, y otra o varias con la parte dinámica (*/var /tmp /opt*), suponiendo que */opt*, por ejemplo, es el punto de instalación del software nuevo. Esto permite ajustar mejor el espacio de disco y dejar más espacio para las partes del sistema que lo necesiten.

Respecto a los sistemas de ficheros soportados debemos destacar la gran variedad de ellos; actualmente, podemos encontrar (entre otros):

- **Sistemas asociados a GNU/Linux**, como el estándar *ext2*, *ext3*, evolución del anterior con concepto de *journaling* (soporte de log de operaciones realizadas en el sistema de fichero que puede permitir su recuperación en caso de algún desastre que lo haga inconsistente). En las nuevas distribuciones tienen un peso importante *ext4*, como evolución de *ext3* (con mejoras en las prestaciones), y *btrfs* un nuevo diseño (aportando mayor tamaño de ficheros, y prestaciones adicionales en tolerancia a fallos y reparación), que se espera que sea el sistema de ficheros por defecto en la mayoría de ellas.

- **Compatibilidad con entornos no GNU/Linux**: *msdos*, *vfat*, *ntfs*, acceso a los diferentes sistemas de *fat16*, *fat32* y *ntfs*. En particular, cabe resaltar que el soporte *kernel*, en distribuciones antiguas, en el caso del *kernel* ntfs, estaba limitado a lectura. Pero como ya hemos dicho, existen soluciones en espacio de usuario (mediante FUSE, un componente que permite gestionar sistemas de ficheros en espacio de usuario), que la permiten, como el ya mencionado *ntfs-3g*. También se disponen de compatibilidad a otros entornos como Mac con *hfs* y *hfsplus*.

- **Sistemas asociados a soportes físicos**, caso de CD/DVD, como los *iso9660* y *udf*.

- **Sistemas usados en diferentes Unix**, que ofrecen generalmente mejor rendimiento (a veces, a costa de mayor consumo de recursos, en CPU por ejemplo), como JFS2 (IBM), XFS (SGI), ReiserFS, Zfs (Oracle Solaris).

- **Sistemas de ficheros en red** (más tradicionales): NFS, Samba (*smbfs*, *cifs*), permiten acceder a sistemas de ficheros disponibles en otras máquinas de forma transparente por red.

- **Sistemas distribuidos en red**: como GFS, Lustre, Ceph, HDFS o Coda.

- **Pseudosistemas de ficheros**, como procfs (*/proc*) o sysfs (*/sys*).

En la mayoría (excepto algún caso especial) de estos sistemas de ficheros, GNU/Linux nos permitirá crear particiones de estos tipos, construir el sistema de ficheros del tipo requerido y montarlas como parte integrante del árbol de directorios, ya sea de forma temporal o permanente.

## 5.1. Puntos de montaje

Aparte del *filesystem* principal / y de sus posibles divisiones en particiones extras (*/usr /var /tmp /home*), cabe tener en cuenta la posibilidad de dejar puntos de montaje preparados para el montaje de otros sistemas de ficheros, ya sea particiones de disco u otros dispositivos de almacenamiento.

En las máquinas en que GNU/Linux comparte la partición con otros sistemas operativos, mediante algún sistema de arranque (*lilo*, *grub* o *grub2*), pueden existir varias particiones asignadas a los diferentes operativos. Muchas veces es interesante compartir datos con estos sistemas, ya sea para leer sus ficheros o modificarlos. A diferencia de otros sistemas (que solo tienen en cuenta sus propios datos y sistemas de ficheros, y en los cuales en algunas versiones no se soportan algunos de sus propios sistemas de ficheros), GNU/Linux es capaz de tratar, como hemos visto, con una cantidad enorme de sistemas de ficheros de diferentes operativos y poder compartir la información.

**Ejemplo**

Si en los PC personales hemos instalado GNU/Linux, seguramente encontraremos más de un operativo, por ejemplo, otra versión de GNU/Linux con *ext2* o *3* de sistema de ficheros; podríamos encontrar un antiguo msdos con su sistema de ficheros FAT, un Windows98/ME/XP Home con FAT32 (o *vfat* para Linux) o un Windows NT/2000/XP/Vista/7/8x con sistemas NTFS (*ntfs* para Linux) y FAT32 (*vfat*) a la vez.

Nuestro sistema GNU/Linux puede leer datos (disponibles en paquetes como ficheros y directorios) de todos estos sistemas de ficheros y escribir en la mayoría de ellos.

En el caso de NTFS, hasta ciertos momentos existieron problemas en la escritura, que estaba en forma experimental en la mayoría de *drivers* de *kernel* aparecidos debido, principalmente, a las diferentes versiones que van apareciendo del sistema de ficheros, ya que existen dos versiones principales llamadas NTFS y NTFS2, y algunas extensiones como los llamados volúmenes dinámicos, o los sistemas de ficheros cifrados. Acceder con según que opción de *drivers* presentaba ciertas incompatibilidades, que podrían causar corrupciones de datos o errores en el sistema de ficheros.

Debido a FUSE, un módulo integrado en el *kernel* (a partir de 2.6.11), se ha permitido un desarrollo más flexible de sistemas de ficheros, directamente en espacio de usuario (de hecho, FUSE actúa como un "puente" entre las peticiones del *kernel* y el acceso que se hace desde el *driver*).

Gracias a las posibilidades de FUSE, se tiene un soporte más o menos completo de NTFS (mientras Microsoft no haga más cambios en la especificación), en especial desde la aparición del *driver* (basado en FUSE) ntfs-3g y la combinación con las utilidades *ntfsprogs*.

Para que se puedan leer o escribir los datos, la partición tiene que estar disponible dentro de nuestro sistema de ficheros raíz (*/*). Por lo tanto, hay que llevar a cabo un proceso de "montaje" del sistema de ficheros en algún punto de nuestro árbol de directorios.

Dependiendo de la distribución, se usan unos sistemas u otros, o también los podemos crear nosotros. Normalmente, suelen existir o bien como subdirectorios de la raíz, por ejemplo */cdrom /win /floppy*, o bien son subdirectorios dentro de */mnt*, el punto estándar de montaje (aparecen como */mnt/cdrom / mnt/floppy*...), o el directorio */media*, que es el preferido últimamente por las distribuciones. Según el estándar FHS, */mnt* se debería usar para montajes temporales de sistemas de archivo, mientras */media* se utilizaría para montar dispositivos removibles.

El proceso de montaje se realiza mediante la orden *mount* con el siguiente formato:

```
mount -t filesystem-type device mount-point
```

El tipo de *filesystem* puede ser: *msdos* (fat), *vfat* (fat32), *ntfs* (ntfs lectura), *iso9660* (para cdrom), *ext2*, *ext3*, *xfs*... (de los disponibles).

El dispositivo (*device*) es la entrada correspondiente en el directorio */dev* a la localización del dispositivo; los IDE tenían */dev/hdxy*, donde *x* es *a,b,c,* o *d* (1 master, 1 slave, 2 master, 2 slave) *e* y, el número de partición, los SCSI (*/dev/ sdx*), donde *x* es *a,b,c,d*... (según el ID SCSI asociado 0,1,2,3,4...).

Vamos a ver algunos casos:

```
mount -t iso9660 /dev/sdc /mnt/cdrom
```

montaría el CD-ROM (si es el dispositivo sdc, por ejemplo, si disponemos de otros dos discos previamente) en el punto */mnt/cdrom*.

```
mount -t iso9660 /dev/cdrom /mnt/cdrom
```

montaría el CD-ROM; */dev/cdrom* se usa como sinónimo (es un link) del dispositivo donde está conectado.

```
mount -t vfat /dev/fd0H1440 /mnt/floppy
```

montaría el disquete, */dev/fd0H1440*. Sería la disquetera A en alta densidad (1.44 MB). También puede usarse */dev/fd0*. Los disquetes prácticamente han desaparecido de los PC actuales, pero aún podemos encontrarlos en PC antiguos, o en algunos servidores antiguos.

```
mount -t ntfs /dev/sda2 /mnt/win8
```

montaría la segunda partición del primer dispositivo (la C:), de tipo NTFS (por ejemplo, un Windows 8.x, en una máquina que disponga de arranque dual).

Si estas particiones son más o menos estables en el sistema (o sea, no cambian frecuentemente) y las queremos utilizar, lo mejor será incluir los montajes para que se hagan en tiempo de ejecución, al iniciar el sistema, mediante la configuración del fichero */etc/fstab*:

```
# /etc/fstab: Información estática del sistema de ficheros
#
#<Sis. ficheros> <Punto montaje><Tipo>  <Opciones> <volcado><pasada>
/dev/sda2           /                ext3       errors = remountro        0          1
/dev/sdb3           none             swap       sw                        0          0
proc                /proc            proc       defaults                  0          0
/dev/fd0            /floppy          auto       user,noauto               0          0
/dev/cdrom          /cdrom           iso9660    ro,user,noauto            0          0
/dev/sdb1           /mnt/usb         vfat       user,noauto               0          0
```

Por ejemplo, esta configuración incluye algunos de los sistemas estándar, como la raíz en */dev/sda2*, la partición de *swap* que está en *sdb3*, el sistema *proc* (que utiliza el *kernel* para guardar su información). Y el disquete, el CD-ROM, y en este caso un disco USB de tipo *flash* (que se detecta como un dispositivo scsi). En algunos casos, se especifica *auto* como tipo de *filesystem*. Esto permite que se autodetecte el sistema de ficheros. Si se conoce, es mejor indicarlo en la configuración, y por otra parte, el *noauto* en las opciones permite que no sea montado de forma automática siempre, sino bajo petición (o acceso al directorio).

**Nota**

El formato de */etc/fstab*, en especial en la primera columna (*device*), depende del tipo de dispositivos que encontremos, ya sean particiones físicas, o especiales de tipo RAID software (*/dev/mdx*) o LVM (de tipo */dev/mapper*), o UUID, que son identificadores únicos asignados a discos o particiones, utilizados en tiempo de arranque. Podemos usar el comando `blkid` o acceder a */dev/disk/by-uuid* para conocer estos últimos UUID asociados.

Si tenemos esta información en el fichero, el proceso de montaje se simplifica mucho, ya que se hará o bien en ejecución, en arranque, o bien bajo demanda (para los *noauto*). Y puede hacerse ahora simplemente pidiendo que se monte el punto de montaje o el dispositivo:

```
mount /mnt/cdrom
mount /dev/fd0
```

dado que el sistema ya tiene el resto de la información.

El proceso contrario, el desmontaje, es bastante sencillo, el comando *umount* con punto o dispositivo:

```
umount /mnt/cdrom
umount /dev/fd0
```

En el caso de medios extraíbles, tipo CD-ROM (u otros), puede usarse *eject* para la extracción del soporte físico:

```
eject /dev/cdrom
```

o, en este caso, solo:

```
eject
```

Los comandos *mount* y *umount* montan o desmontan todos los sistemas disponibles. En el fichero */etc/mtab* se mantiene una lista de los sistemas montados. En un momento concreto se puede consultar o ejecutar *mount* sin parámetros para obtener esta información.

## 5.2. Permisos

Otro asunto que habrá que controlar, en el caso de los ficheros y directorios, es el de los permisos que queremos establecer en cada uno de ellos; hay que recordar que cada fichero puede disponer de la serie de permisos: *rwxrwxrwx*, donde se corresponden con *rwx* del propietario, *rwx* del grupo al que el usuario pertenece y *rwx* para otros usuarios. En cada uno se puede establecer el permiso de lectura (*r*), escritura (*w*) o ejecución (*x*). En el caso de un directorio, *x* denota el permiso para poder entrar en ese directorio (con el comando *cd*, por ejemplo).

Para modificar los derechos sobre un directorio o fichero, existen los comandos:

- ***chown***: cambiar propietario de los ficheros.
- ***chgrp***: cambiar grupo propietario de los ficheros.
- ***chmod***: cambiar permisos específicos (*rwx*) de los archivos.

Estos comandos también permiten la opción *-R*, que es recursiva si se trata de un directorio.

### 5.3. Sistemas de ficheros: Xfs, Zfs y Btrfs

Además de los clásicos sistemas de ficheros de Linux, *ext2* , 3 o 4, aparecen cada vez con más fuerza nuevos sistemas, muchos de ellos procedentes de otros sistemas UNIX, como XFS (creado por Silicon Graphics) o ZFS (creado por Sun Microsystems, ahora mantenido Oracle, fue originalmente creado con licencia abierta), así como *Btrfs*, que fue desarrollado por Oracle originalmente como nuevo sistema de ficheros para Linux, para sustituir a las series *ext2*, 3 y 4.

XFS fue creado en 1993 por SGI, como sistema de ficheros de 64 bits, de altas prestaciones, incluyendo funcionalidades de *journaling*, fue portado al *kernel* Linux en el 2001 y algunas distribuciones ya lo comienzan a incluir como sistema por defecto (RHEL y algunas versiones de CentOS). Entre las capacidades a destacar de XFS, se incluyen el ser un sistema de ficheros de 64 bits, lo que le permite llegar hasta 8 ExbiBytes de almacenamiento ($2^{63}$ -1 bytes), que pueden generarse archivos de hasta 500 TB, su gran rendimiento en operaciones E/S en paralelo, la consistencia de los datos, gracias a su sistema de *journaling* (que facilita la recuperación delante de fallos) y varias optimizaciones para soportar amplios anchos de banda de E/S, en hardware dedicado.

En cuanto a la administración, algunos comandos:

**# mkfs.xfs**

Crear un sistema de ficheros XFS en la unidad dada. Un parámetro importante es el tamaño de bloque, que se especifica con *-b size=*, siendo el rango válido normalmente entre 512 bytes y 4096 (4 KB), el bloque depende del tamaño total del *filesystem* y de la composición respecto al porcentaje de ficheros pequeños. Si se da un gran número de estos, se recomienda tamaños de bloque pequeños (512), pero si no, estamos creando problemas de prestaciones. El tamaño por defecto es de 4096, pero se puede incluir cualquier potencia de 2 en el tamaño de bloque.

La opción -l size= permite definir el tamaño reservado a los registros del *journal* que se guardarán en el *log* del sistema, esto requiere espacio de disco, que no se visualizará como espacio disponible (por ejemplo, con comandos df). El espacio puede estar en la misma partición, o en partición o volumen separado (se puede especificar con la opción -l), el defecto es en la misma partición. El tamaño máximo para un caso interno a la partición está entre 64K bloques.

Hay otras opciones útiles para definir los grupos de allocation y las unidades de *stripe*, que son dos parámetros que afectan a las prestaciones en función del patrón de accesos que se disponga. Los valores por defecto tendrían que ser

suficientes para un uso común. En todo caso consultar página man de mkfs.xfs para estos parámetros. Con *mount*, *umount* montaremos (o desmontaremos) las particiones creadas.

Un ejemplo de creación:

```
# mkfs.xfs -b size=1k -l size=10m /dev/sdc1
meta-data=/dev/sdc1 isize=256    agcount=18, agsize=4194304 blks
data    = bsize=1024   blocks=71687152, imaxpct=25
         = sunit=0      swidth=0 blks, unwritten=0
naming   = version 2             bsize=4096
log      = internal log          bsize=1024   blocks=10240, version=1
         =                       sunit=0 blks
realtime = none                  extsz=65536  blocks=0, rtextents=0

# mkdir -p /mnt/space

# mount /dev/sdc1 /mnt/space

(tambien podriamos incluir en /etc/fstab para que se montase en arranque):

/dev/sdc1  /mnt/space  xfs  defaults  0  0
```

Otros comandos:

**# xfs_quota** Permite el control de cuotas de espacio para los usuarios.

**# xfs_growfs /mount/point -D size** Permite el crecimiento de los sistemas de ficheros dentro del dispositivo de bloque donde residen (el espacio es indicado en -D en bloques), incluso encontrándose montado. Los sistemas de ficheros XFS no pueden reducirse *a posteriori*.

**# xfs_repair /dev/device** Permite reparar el sistema de ficheros a partir del *log*; si este está corrupto, hay que inicializarlo con opciones como -L, aunque al perder el *log*, podemos tener alguna corrupción o pérdida de datos.

**# xfs_freeze -f | -u /mount/point** Permite suspender las escrituras (-f) para, por ejemplo, realizar un *snapshot* (los cuales no soporta XFS, los delega en el gestor de volúmenes) del estado actual y, después, volver a activar (-u). Si el sistema XFS está sobre volúmenes LVM, no hace falta esta operación *xfs_freeze*, ya que los *snapshots* de LVM ya se encargan de suspender y reasumir después de realizar el *snapshot* LVM.

**# xfsdump -l 0 -f /dev/device /path/to/filesystem** Permite un *backup* del *file system* sobre el (-f) dispositivo */dev/device* (una cinta, un fichero o un *backup* remoto). Con -l se especifica el nivel de volcado, 0 es un *full backup*, los siguientes 1-9 son *backups* incrementales a partir de un *full* previo realizado. Estos *backups* se pueden restaurar *a posteriori* con *xfsrestore*.

**# xfs_info** Proporciona información sobre los *filesystems*.

Para el siguiente sistema de ficheros ZFS [Pow12 ], se trata de una combinación de sistema de ficheros y gestor de volúmenes lógicos, diseñado por Sun (y, posteriormente, mantenido por Oracle), incluye protecciones contra corrupción de datos, compresión de datos, *snapshots* y soporte de *copy-on-write*, COW, (técnica que optimiza múltiples copias de los mismos datos con una única fuente, con protección durante escrituras), RAID-Z (un modelo no estándar de RAID semejante a RAID 5) con soporte nativo en ZFS y soporte nativo de ACL (listas de acceso) para NFSv4.

**Nota**

ZFS on Linux http://zfsonlinux.org/

ZFS en Ubuntu: https://wiki.ubuntu.com/Kernel/Reference/ZFS

Para ZFS existe también un proyecto alternativo denominado OpenZFS (soporte ZFS-Like para múltiples UNIX y Linux). De las implementaciones posibles, ZFS original, no es comúnmente usado debido a licencias incompatibles; ZFS es licenciado en CDDL, que es incompatible con GPL. Una segunda posibilidad es Native ZFS on Linux, una versión realizada por el Lawrence Livermore Labs (LLNL), normalmente denominada *ZFS on Linux*, y que soporta directamente Ubuntu y Gentoo desde sus repositorios. También es posible encontrar soluciones basadas en FUSE, de manera que el sistema de ficheros se ejecute en espacio de usuario (de hecho, de forma semejante al caso de *ntfs-3g*). Pero en estos casos el soporte tiene prestaciones menores que un soporte nativo de *kernel*.

En el caso que utilicemos ZFS on Linux en una distribución Fedora, podemos consultar el proceso básico de instalación en http://zfsonlinux.org/fedora.html. Una vez realizado, disponemos ya de soporte nativo en *kernel* y podemos comenzar a administrar ZFS. En el caso de Ubuntu (a partir de la versión 15.10), ZFS está disponible como paquete en la distribución (podemos instalarlo con `sudo apt install zfsutils-linux`), y lo podemos utilizar como sistema de ficheros para cualquier disco o sistema de discos, a excepción del sistema raíz (aunque esta opción está disponible a partir de la versión 16.04).

Algunos comandos útiles, asumiendo que en esta sesión disponemos de discos sdb y sdc total libres para implementar un *pool* de almacenamiento ZFS:

```
# zpool create pdiscos /dev/sdb /dev/sdc
```

Puede que nos digan que los discos son de tipo MBR, en tal caso habrá que usar *parted* para ponerles una etiqueta de tipo GPT e inicializar la tabla de particiones nueva; y volvemos a proceder (al utilizar *parted*, hay que ir con cuidado de seleccionar, *select*, los discos adecuados a inicializar).

**Nota**

Los ejemplos siguientes destruyen completamente el contenido previo de los discos usados, se recomienda solo usar discos extras para hacer las pruebas, o por el contrario usar discos virtuales extras dentro de una maquina virtual.

ZFS también puede utilizar particiones, pero si se realiza sobre el disco entero, automáticamente se crean particiones y se utiliza el espacio entero. En el ejemplo anterior se ha creado un *pool* de almacenamiento denominado *pdiscos*, *zfs* automáticamente lo montará sobre */pdiscos*, que será una colección de los discos integrando el espacio de ambos discos (semejante en concepto a un RAID0).

```
# zpool create mirror pdiscos /dev/sdb /dev/sdc
```

Nos crearía un *mirror* entre los dos discos (semejante en concepto a un RAID1). O en el caso de un RAID-Z (con al menos tres discos), podemos hacer **# zpool create raidz pdiscos /dev/sdb /dev/sdc /dev/sdd**. Podemos conseguir algo semejante a RAID 6, con un raidz-2 i un disco más (4 discos mínimo).

```
# zpool status
```

Nos indica el estatus de los *pools* disponibles.

```
# zfs set mountpoint=/mnt/pdiscos pdiscos
```

Cambia el punto de montaje del *pool* (por defecto la /).

```
# zfs list pdiscos
```

Lista de subvolúmenes que incluye el *filesystem*.

```
# zfs create pdiscos/snaps
```

Crea un *sub-pool* de *pdiscos* denominado *snaps*.

```
# zfs snapshot pdiscos/snaps@hoy
```

Crea un *snapshot* denominado "hoy" (podríamos usar por ejemplo la fecha con *date* para identificarlo por estampa de tiempo. Se puede montar en cualquier momento para ver el estado del momento en que se realizó.

```
# mount -t zfs pdiscos/snaps@hoy /mnt/tmp
```

Monta un *snapshot* para examinarlo.

```
# zfs list
```

Lista *pools* y *subpools* presentes.

```
# zfs list -t snapshot
```

Lista de *snapshots* presentes.

```
# zfs destroy pdiscos/snaps@hoy
```

Borra *snapshot*.

```
# zpool destroy pdiscos
```

Borra el *pool* entero.

Btrfs (*B-tree file system*), el próximo sistema de ficheros, es un sistema de ficheros bajo licencia GPL que implementa *copy-on-write* para Linux. Se ha desarrollado entre otros por parte de Oracle, Fujitsu y Red Hat. La idea principal de este sistema es llegar a ser el sustituto de los *ext2*, 3 y 4 añadiendo tecnologías modernas que permitan *pooling*, *snapshots*, *checksums* y soporte de sistemas de fichero en multidispositivo, opciones que son vitales para necesidades de almacenamiento altas. La mayoría de distribuciones tienen ahora soporte nativo de Btrfs y es de esperar que, a medida que se incorporen nuevas funcionalidades planeadas en su desarrollo, se convierta en el *filesystem* por defecto en gran parte de ellas.

Para la administración, además del soporte del *kernel* que en muchos casos ya está activo (si no, *modprobre btrfs*), deberemos instalar el paquete *btrfs-progs*, que incluye varias utilidades para la gestión del sistema de ficheros, una vez las tengamos (suponiendo 2 discos */dev/sdb* y */dev/sdc* con partición primaria, previamente preparados con *fdisk* o *parted*):

**Nota**

Podéis encontrar más ejemplos extendidos de Btrfs en http://www.funtoo.org/BTRFS_Fun

```
# mkfs.btrfs -L/diskb /dev/sdb1
# mkfs.btrfs -L/diskc /dev/sdc1
```

Creamos sendos *filesystems* con las respectivas etiquetas (-L). También podríamos haber creado un *pool* con:

```
# mkfs.btrfs -L/disks /dev/sdb1 /dev/sdc1
```

O un *mirror* con:

```
# mkfs.btrfs -L/disks -draid1 /dev/sdb1 /dev/sdc1
```

Se soportan los diferentes raid0,1,5,6 y 10. Una vez dispongamos del filesystem creado, podemos examinarlo con:

```
# btrfs filesystem show /disks
```

Por ejemplo:

```
# btrfs filesystem show /disks
Label: '/disks'  uuid: 52eab416-66a7-4581-9487-243d84861331
 Total devices 2 FS bytes used 112.00KiB
 devid    1 size 4.40GiB used 929.00MiB path /dev/sdb1
 devid    2 size 4.40GiB used 909.00MiB path /dev/sdc
```

Que podemos montar después a partir del uuid que vemos con una línea */etc/fstab* como:

```
UUID=<campo_uuid_anterior>  /disks btrfs defaults 1 2
```

(colocando en /disks como punto de montaje, aunque podría ser cualquier otro punto).

Para crear *snapshots* podemos con (*/disks* aquí hace referencia al punto donde se encuentra montado el *filesystem*):

```
# btrfs subvolume snapshot /disks /disks/snapshot
```

Y listar los *snapshots* con:

```
# btrfs subvolume list /disks
```

O destruir los *snapshots* con:

```
# btrfs subvolume delete /disks/snapshot
```

Como hemos observado a lo largo de estos ejemplos, XFS, ZFS y Btrfs ofrecen bastantes posibilidades, muchas de ellas más o menos equivalentes y con grados diferentes de soporte, desde el consolidado XFS, hasta el experimental Btrfs, que seguramente se introduzca como *filesystem* por defecto en el futuro.

# 6. Usuarios y grupos

Los usuarios de un sistema GNU/Linux disponen de una cuenta asociada (definida con algunos de sus datos y preferencias), junto con el espacio en disco para que puedan desarrollar sus archivos y directorios. Este espacio está asignado al usuario, y solo puede ser usado por este (a no ser que los permisos especifiquen cosas diferentes).

Dentro de las cuentas asociadas a usuarios, podemos encontrar diferentes tipos:

- **La del administrador**, con identificador *root*, que solo es (o debería ser) utilizada para las operaciones de administración. El usuario *root* es el que dispone de más permisos y acceso completo a la máquina y a los archivos de configuración. Por lo tanto, también es el que más daño puede causar por errores u omisiones. Es mejor evitar usar la cuenta de *root* como si fuese un usuario más, por lo que se recomienda dejarla solo para operaciones de administración.

- **Cuentas de usuarios**: las cuentas normales para cualquier usuario de la máquina tienen los permisos restringidos al uso de ficheros de su cuenta, y a algunas otras zonas particulares (por ejemplo, los temporales en */tmp*), así como a utilizar algunos dispositivos para los que se les haya habilitado permisos.

- **Cuentas especiales de los servicios**: *lp*, *wheel*, *www-data*... cuentas que no son usadas por personas, sino por servicios internos del sistema, que los usa bajo estos nombres de usuario. Algunos de los servicios también son usados bajo el usuario de *root* (aunque por razones de seguridad debería evitarse).

Un usuario normalmente se crea mediante la especificación de un nombre (o identificador de usuario), una palabra de paso (*password*) y un directorio personal asociado (la cuenta).

La información de los usuarios del sistema (local, a no ser que se utilicen sistemas externos de directorio, como los YP NIS o NIS+, o LDAP, que veremos más adelante) está incluida en los siguientes archivos:

```
/etc/passwd
/etc/shadow
/etc/group
/etc/gshadow
```

Unas líneas del */etc/passwd* podrían ser:

```
juan:x:1000:1000:Juan Garcia,,,:/home/juan:/bin/bash
root:x:0:0:root:/root:/bin/bash
```

donde se indica (si aparecen :: seguidos, que el campo está vacío):

- *juan*: identificador de usuario en el sistema.
- *x*: palabra de paso del usuario codificada, si hay una "*x*" es que se encuentra en el fichero */etc/shadow*.
- *1000*: código del usuario; lo usa el sistema como código de identidad del usuario.
- *1000*: código del grupo principal al que pertenece; la información del grupo se encuentra en */etc/group*.
- *Juan García*: comentario; suele colocarse el nombre completo del usuario, o algún comentario para identificar el objetivo de la cuenta.
- */home/juan*: directorio personal asociado a su cuenta.
- */bin/bash*: *shell* interactivo que utilizará el usuario al interactuar con el sistema, en modo texto, o por *shell* gráfico. En este caso, el *shell* Bash de GNU, que es el utilizado por defecto. El fichero */etc/passwd* solía contener las palabras de paso de los usuarios de forma encriptada, pero el problema estaba en que cualquier usuario podía ver el fichero, y en su momento se diseñaron *cracks* que intentaban encontrar en forma bruta la palabra de paso, mediante la palabra de paso encriptada como punto de partida (palabra codificada con el sistema *crypt)*.

Para evitar esto, hoy en día ya no se colocan las palabras de paso en este archivo, solo una "*x*" que indica que se encuentran en otro fichero, que es solo de lectura para el usuario *root*, */etc/shadow,* cuyo contenido podría ser algo parecido a lo siguiente:

```
juan:a1gNcs82ICst8CjVJS7ZFCVnu0N2pBcn/:12208:0:99999:7:::
```

donde se encuentra el identificador del usuario junto con la palabra de paso encriptada. Además, aparecen (como campos separados por ":" con información respecto a la contraseña:

- Días desde el 1 de enero de 1970 en que la palabra de paso se cambió por última vez.

- Días que faltan para que se cambie (0 no hay que cambiarla).
- Días después en que hay que cambiarla (o sea, plazo de cambio).
- Días en que el usuario será avisado antes de que le expire.
- Días una vez expirado, en que se producirá la deshabilitación de la cuenta.
- Días desde el 1 de enero de 1970 en que la cuenta está deshabilitada.
- Y un campo reservado.

Además, las claves de encriptación pueden ser más difíciles, ya que ahora puede utilizarse diversos métodos como *md5*, *sha 256* o *512*, *blowfish*, o *DES* (suelen identificarse en la clave por un código $x$, donde x=1, 5, 6, 2a, u otro para los indicados) para proteger las palabras de paso de los usuarios.

En */etc/group* está la información de los grupos de usuarios:

```
jose:x:1000:
```

donde tenemos:

```
nombre-grupo:contraseña-grupo:identificador-del-grupo:lista-usuarios
```

La lista de usuarios del grupo puede estar presente o no, pues la información ya está en */etc/passwd*; no suele ponerse en */etc/group*. Si se pone, suele aparecer como una lista de usuarios separada por comas. Los grupos también pueden poseer una contraseña asociada (aunque no suele ser tan común), como en el caso de los de usuario, en que también existe un fichero de tipo shadow: */etc/gshadow*.

Otros ficheros interesantes son los del directorio */etc/skel*, donde se hallan los ficheros que se incluyen en cada cuenta de usuario al crearla. Recordad que, como vimos con los *shell* interactivos, podíamos tener unos *scripts* de configuración que se ejecutaban al entrar o salir de la cuenta. En el directorio *skel* se guardan los "esqueletos" que se copian en cada usuario al crearlo. Suele ser responsabilidad del administrador crear unos ficheros adecuados para los usuarios, poniendo los *path* necesarios de ejecución, inicialización de variables de sistema, variables que se necesiten para el software, etc.

A continuación, vamos a ver una serie de comandos útiles para esta administración de usuarios (mencionamos su funcionalidad y en el taller haremos algunas pruebas):

- ***useradd***: añadir un usuario al sistema.

- ***userdel***: borrar un usuario del sistema.

- ***usermod***: modificar un usuario del sistema.

- ***groupadd, groupdel, groupmod***: lo mismo para grupos.

- ***newusers, chpasswd***: pueden ser de utilidad en grandes instalaciones con muchos usuarios, ya que permiten crear varias cuentas desde la información introducida en un fichero (*newusers*) o bien cambiar las contraseñas a un gran número de usuarios (*chpasswd)*.

- ***chsh***: cambiar el *shell* de *login* del usuario.

- ***chfn***: cambiar la información del usuario, la presente en el comentario del fichero */etc/passwd*.

- ***passwd***: cambiar la contraseña de un usuario. Puede ejecutarse como usuario, y entonces pide la contraseña antigua y la nueva. En el caso de hacerlo, el *root* tiene que especificar el usuario al que va a cambiar la contraseña (si no, estaría cambiando la suya) y no necesita la contraseña antigua. Es quizás el comando más usado por el *root*, de cara a los usuarios cuando se les olvida la contraseña antigua.

- ***su***: una especie de cambio de identidad. Lo utilizan tanto usuarios como el *root* para cambiar el usuario actual. En el caso del administrador, es bastante utilizado para testear que la cuenta del usuario funcione correctamente. Hay diferentes variantes: *su* (sin parámetros, sirve para pasar a usuario *root*, previa identificación, permitiendo, cuando estamos en una cuenta de usuario, pasar a *root* para hacer alguna tarea). La sentencia *su iduser* cambia el usuario a *iduser*, pero dejando el entorno como está, o sea, en el mismo directorio. El mandato *su - iduser* hace una sustitución total, como si el segundo usuario hubiese entrado en el sistema haciendo un *login*.

Respecto a la administración de usuarios y grupos, lo que hemos comentado aquí hace referencia a la administración local de una sola máquina. En sistemas con múltiples máquinas que comparten los usuarios suele utilizarse otro sistema de gestión de la información de los usuarios. Estos sistemas, denominados genéricamente sistemas de información de red (o servicios de directorio), como NIS, NIS+ o LDAP, utilizan bases de datos para almacenar la información de los usuarios y grupos, de manera que se utilizan máquinas servidoras, donde se almacena la base de datos, y otras máquinas clientes, donde se consulta esta información. Esto permite tener una sola copia de los datos de los usuarios (o varias sincronizadas), y que estos puedan entrar en cualquier máquina disponible del conjunto administrado con estos sistemas. Además, estos sistemas incorporan conceptos adicionales de jerarquías, y/o dominios/zonas

de máquinas y recursos, que permiten representar adecuadamente los recursos y su uso en organizaciones con diferentes estructuras de organización interna de su personal y sus secciones internas.

Podemos comprobar si estamos en un entorno de tipo NIS si en las líneas *passwd* y *group* del archivo de configuración */etc/nsswitch.conf* aparece *files* en primer término, si estamos trabajando con los ficheros locales, o bien *nis* o *nisplus* según el sistema con que estemos trabajando. En general, para el usuario simple no supone ninguna modificación, ya que la gestión de las máquinas le es transparente, y más si se combina con ficheros compartidos por NFS que permite disponer de su cuenta sin importar con qué máquina trabaje. La mayor parte de los comandos anteriores pueden seguir usándose sin problema bajo NIS o NIS+; son equivalentes a excepción del cambio de contraseña, que en lugar de *passwd* se suele hacer con *yppasswd* (NIS) o *nispasswd* (NIS+), aunque suele ser habitual que el administrador los renombre (por un enlace) a *passwd*, con lo cual los usuarios no notarán la diferencia.

Veremos este y otros modos de configuración en las unidades de administración de red.

# 7. Servidores de impresión

**Potencia y flexibilidad**

Los sistemas UNIX disponen, quizás, de los sistemas de impresión más potentes y complejos, que aportan una gran flexibilidad a los entornos de impresión.

El sistema de impresión de GNU/Linux [Gt] [Smi02] está heredado de la variante BSD de UNIX. Este sistema se denominaba LPD (Line Printer Daemon). Es un sistema de impresión muy potente, ya que integra capacidades para gestionar tanto impresoras locales como de red y ofrece dentro del mismo tanto el cliente como el servidor de impresión. De forma semejante también UNIX ha dispuesto generalmente del System V Line Printer (o LPR), que era el sistema común en las otras variantes de UNIX. GNU/Linux ha integrado originalmente ambos sistemas, bien usando principalmente LPD y emulando LPR o dependiendo de la distribución integrando por defecto uno u otro.

LPD es un sistema bastante antiguo, puesto que se remonta a los orígenes de la rama BSD de UNIX (mediados de los ochenta). Por lo tanto, a LPD le suele faltar soporte para los dispositivos modernos, ya que en origen el sistema no estuvo pensado para el tipo de impresoras actuales. Tampoco fue concebido como un sistema basado en controladores de dispositivo, pues se producían solo impresoras serie o paralelas de escritura de caracteres texto.

Para la situación actual, el sistema LPD se combina con otro software común, como el sistema Ghostscript, que ofrece salida de tipo *postscript* para un rango muy amplio de impresoras para las que posee controladores. Además, se suele combinar con algún software de filtraje, que según el tipo de documento a imprimir, selecciona filtros adecuados para adaptar la impresión de documentos o formatos binarios, al sistema de impresión de destino. Así, normalmente el proceso que se sigue es (básicamente):

**1)** El trabajo es iniciado por un comando del sistema LPD.

**2)** El sistema de filtro identifica qué tipo de trabajo (o fichero) es utilizado y convierte el trabajo a un fichero *postscript* de salida, que es el que se envía a la impresora. En GNU/Linux y UNIX, la mayoría de aplicaciones suponen que la salida será hacia una impresora *postscript*, y muchas de ellas generan salida *postscript* directamente, y por esta razón se necesita el siguiente paso.

**3)** Ghostscript se encarga de interpretar el fichero *postscript* recibido, y según el controlador de la impresora a la que ha sido enviado el trabajo, realiza la conversión al formato propio de la impresora. Si es de tipo *postscript*, la impresión es directa; si no, habrá que realizar la traducción. El trabajo se manda a la cola de impresión.

Como hemos dicho, además del sistema de impresión LPD (con origen en los BSD UNIX), también existe el denominado sistema SystemV (de origen en la otra rama UNIX de SystemV) o LPR. Por compatibilidad, actualmente

la mayor parte de UNIX integra ambos, de manera que o bien uno u otro es el principal, y el otro se simula sobre el principal. En el caso de GNU/Linux, pasa algo parecido; según la instalación que hagamos podemos tener solo los comandos LPD de sistema de impresión, pero también será habitual disponer de los comandos SystemV. Una forma sencilla de identificar los dos sistemas (BSD o SystemV) es con el comando principal de impresión (el que envía los trabajos al sistema), en BSD es *lpr*, y en SystemV es *lp*.

Este era el panorama inicial de los sistemas de impresión de GNU/Linux, pero en los últimos años han surgido más sistemas, que permiten una mayor flexibilidad y una mayor disposición de controladores para las impresoras. Los dos principales sistemas son CUPS y, en menor grado, LPRng (de hecho, ya obsoleto, se utilizó en algunas versiones de Fedora, y ya no lo comentaremos en esta revisión del material; puede encontrase en ediciones anteriores). Últimamente es CUPS el estándar de facto para GNU/Linux, aunque los otros sistemas han de ser soportados por compatibilidad con sistemas UNIX existentes.

Los dos (tanto CUPS como LPRng) son una especie de sistema de más alto nivel, pero que no se diferencian en mucho de cara al usuario respecto a los BSD y SystemV estándar. Por ejemplo, se utilizan los mismos comandos clientes (o compatibles en opciones) para imprimir. Para el administrador sí que supondrá diferencias, ya que los sistemas de configuración son diferentes. En cierto modo, podemos considerar a LPRng y CUPS como nuevas arquitecturas de sistemas de impresión, que son compatibles de cara al usuario con los comandos antiguos.

En las distribuciones GNU/Linux actuales podemos encontrarnos con los diferentes sistemas de impresión. Si la distribución es antigua, puede que lleve incorporado tan solo el sistema BSD LPD. En las actuales, tanto Debian como Fedora/Red Hat utilizan CUPS. En algunas versiones de Red Hat existía una herramienta, *Print switch*, que permitia cambiar el sistema, conmutar de sistema de impresión, aunque últimamente solo está disponible CUPS. En Debian pueden instalarse ambos sistemas, pero son exclusivos, solo uno de ellos puede gestionar la impresión.

En el caso de Fedora, el sistema de impresión por defecto es CUPS (desapareciendo LPRng en Fedora Core 4), y la herramienta *Print switch* ya no existe por no ser necesaria. Se utiliza *system-config-printer* para la configuración de dispositivos. Debian, por defecto, utilizaba BSD LPD, pero ya es común instalar CUPS (y es la opción por defecto en nuevas versiones), y también puede utilizar LPRng. Además, cabe recordar que también teníamos la posibilidad (vista en la unidad de migración) de interaccionar con sistemas Windows mediante protocolos Samba, que permitían compartir las impresoras y el acceso a estas.

Respecto a cada uno de los sistemas [Gt]:

- **BSD LPD**: es uno de los estándares de UNIX, y algunas aplicaciones asumen que tendrán los comandos y el sistema de impresión disponibles, por lo cual, tanto LPRng como CUPS emulan el funcionamiento y los comandos de BDS LPD. El sistema LPD es utilizable, pero no muy configurable, sobre todo en el control de acceso; por eso las distribuciones se han movido a los otros sistemas más modernos.

- **LPRng**: se diseñó para ser un reemplazo del BSD; por lo tanto, la mayor parte de la configuración es parecida y solo difiere en algunos ficheros de configuración.

- **CUPS**: se trata de una desviación mayor del BSD original, y la configuración es propia. Se proporciona información a las aplicaciones sobre las impresoras disponibles (también en LPRng). En CUPS, tanto el cliente como el servidor tienen que disponer de software CUPS.

Los dos sistemas tienen emulación de los comandos de impresión de SystemV.

Para la impresión en GNU/Linux, hay que tener en cuenta varios aspectos:

- **Sistema de impresión que se utiliza**: BSD, CUPS, o LPRng (hoy prácticamente obsoleto).

**Nota**

Podéis encontrar información de las impresoras más adecuadas y de los controladores en: http://www.openprinting.org/printers

- **Dispositivo de impresión** (impresora): puede disponer de conexión local a una máquina o estar colocada en red. Las impresoras actuales pueden estar colocadas por conexiones locales a una máquina mediante interfaces serie, paralelo, USB, etc., o disponibles simplemente en red, como una máquina más, o con protocolos especiales propietarios. Las conectadas a red pueden actuar ellas mismas de servidor de impresión (por ejemplo, muchas láser son servidores BSD LPD), o bien pueden colgarse de una máquina que actúe de servidor de impresión para ellas.

- **Protocolos de comunicación** utilizados con la impresora o el sistema de impresión: ya sea TCP/IP directo (por ejemplo, una HP con LPD), o bien otros de más alto nivel sobre TCP/IP, como IPP (CUPS), JetDirect (algunas impresoras HP), etc. Este parámetro es importante, ya que lo debemos conocer para instalar la impresora en un sistema.

- **Sistema de filtros usado**: cada sistema de impresión soporta uno o varios.

- **Y los controladores de las impresoras**: en GNU/Linux hay bastantes tipos diferentes; podemos mencionar, por ejemplo, controladores de CUPS, propios o de los fabricantes (por ejemplo, HP y Epson los proporcionan); Gimp, el programa de retoque de imágenes, también posee controladores optimizados para la impresión de imágenes; Foomatic, un sistema de gestión de controladores que funciona con la mayoría de sistemas (CUPS,

LPD, LPRng y otros); los controladores de Ghostscript, etc. En casi todas las impresoras tienen uno o más controladores de estos conjuntos.

Respecto a la parte cliente del sistema, los comandos básicos son iguales para los diferentes sistemas. Estos son los comandos del sistema BSD (cada sistema soporta emulación de estos comandos):

- ***lpr***: envía un trabajo a la cola de la impresora por defecto (o a la que se selecciona); el *daemon* de impresión (*lpd*) se encarga de enviarlo a la cola correspondiente y asigna un número de trabajo, que será usado con los otros comandos. La impresora, por defecto, estaría indicada por una variable de sistema PRINTER, o se utilizará la primera que exista definida. En algunos sistemas se utiliza la cola *lp* (como nombre por defecto).

```
lpr -Pepson datos.txt
```

Esta instrucción mandaría el fichero *datos.txt* a la cola de impresión asociada a una impresora que hemos definido como "epson".

**Nota**

Si no se dispone de impresora, para probar el sistema de impresión, se puede instalar el paquete *cups-pdf* (si la distribución soporta CUPS), que instala una impresora virtual en el sistema con salida en ficheros PDF.

- ***lpq***: nos permite examinar los trabajos existentes en la cola.
  Este comando nos muestra los trabajos en cola, con el orden y tamaños de estos. Los ficheros pueden aparecer con nombres diferentes, ya que depende de si los hemos enviado con *lpr* o con otra aplicación que puede cambiar los trabajos de nombre al enviarlos, o si han tenido que pasar por algún filtro al convertirlos.

```
# lpq -P epson
Rank  Owner        Job   Files          Total Size
1st   juan         15    datos.txt      74578 bytes
2nd   marta        16    fpppp.F        12394 bytes
```

- ***lprm***: elimina trabajos de la cola. Podemos especificar un número de trabajo, o un usuario para cancelar los trabajos.

```
lprm -Pepson 15
```

Eliminar el trabajo con id 15 de la cola.

Respecto a la parte administrativa (en BSD), el comando principal sería *lpc*. Este comando permite activar y desactivar colas, mover trabajos en el orden de las colas y activar o desactivar las impresoras (se pueden recibir trabajos en las colas, pero no se envían a las impresoras).

Cabe mencionar asimismo que, para el caso de SystemV, los comandos de impresión suelen también estar disponibles, simulados sobre los de BSD. En el caso cliente, los comandos son *lp, lpstat, cancel* y, para temas de administración, *lpadmin, accept, reject, lpmove, enable, disable, lpshut.*

En las siguientes secciones veremos cómo hay que configurar un servidor de impresión para dos de los sistemas principales. Estos servidores sirven tanto para la impresión local como para atender las impresiones de clientes de red (si están habilitados).

### 7.1. BSD LPD

En el caso del servidor BSD LPD, hay dos ficheros principales para examinar: por una parte, la definición de las impresoras en */etc/printcap* y, por otra, los permisos de acceso por red en */etc/hosts.lpd*.

Respecto a los permisos, por defecto BSD LPD solo deja acceso local a la impresora, y por lo tanto, hay que habilitarlo expresamente en */etc/hosts.lpd*.

El fichero podría ser:

```
#fichero hosts.lpd
second
first.the.com
192.168.1.7
+@groupnis
-three.the.com
```

Indicaría que está permitida la impresión a una serie de máquinas, listadas bien por su nombre DNS o por la dirección IP. Se pueden añadir grupos de máquinas que pertenezcan a un servidor NIS (como en el ejemplo *groupnis*) o bien no permitir acceso a determinadas máquinas indicándolo con un guión "-".

En cuanto a la configuración del servidor en */etc/printcap*, se definen entradas, donde cada una representa una cola del sistema de impresión a la que pueden ir a parar los trabajos. La cola puede estar tanto asociada a un dispositivo local como a un servidor remoto, ya sea este una impresora u otro servidor.

En cada entrada, pueden existir las opciones:

- ***lp*=**: nos indica a qué dispositivo está conectada la impresora, por ejemplo *lp = /dev/lp0* indicaría el primer puerto paralelo. Si la impresora es de tipo LPD, por ejemplo, una impresora de red que acepta el protocolo LPD (como una HP), entonces podemos dejar el campo vacío y rellenar los siguientes.

- ***rm*=**: dirección con nombre o IP de la máquina remota que dispone de la cola de impresión. Si se trata de una impresora de red, será la dirección de esta.

- ***rp*=**: nombre de la cola remota, en la máquina indica antes con *rm*.

```
# Entrada de una impresora local
lp|epson|Epson C62:\
   :lp=/dev/lp1:sd=/var/spool/lpd/epson:\
   :sh:pw#80:pl#72:px#1440:mx#0:\
   :if = /etc/magicfilter/StylusColor@720dpi-filter:\filtro
   :af = /var/log/lp-acct:lf = /var/log/lp-errs:
# Entrada de impresora remota
hpremota|hpr|hp remota del departamento|:\
   :lp = :\
   :rm = servidor:rp = colahp:\
   :lf = /var/adm/lpd_rem_errs:\fichero de log.
   :sd = /var/spool/lpd/hpremota:spool local asociado
```

## 7.2. CUPS

CUPS es una nueva arquitectura para el sistema de impresión bastante diferente; tiene una capa de compatibilidad hacia BSD LPD, que le permite interaccionar con servidores de este tipo. Soporta también un nuevo protocolo de impresión llamado IPP (basado en http), pero solo disponible cuando cliente y servidor son de tipo CUPS. Además, utiliza un tipo de *drivers* denominados PPD que identifican las capacidades de la impresora. CUPS ya trae algunos de estos controladores, y algunos fabricantes también los ofrecen (como HP y Epson, entre otros).

CUPS tiene un sistema de administración completamente diferente, basado en diferentes ficheros: */etc/cups/cupsd.conf* centraliza la configuración del sistema de impresión, */etc/cups/printers.conf* controla la definición de impresoras y */etc/cups/classes.conf* los grupos de estas.

En */etc/cups/cupsd.conf* configuramos el sistema según una serie de secciones del archivo y las directivas de las diferentes acciones. El archivo es bastante grande; destacaremos algunas directivas importantes:

- ***Allow***: nos permite especificar qué máquinas podrán acceder al servidor, ya sean grupos o máquinas individuales, o segmentos IP de red.

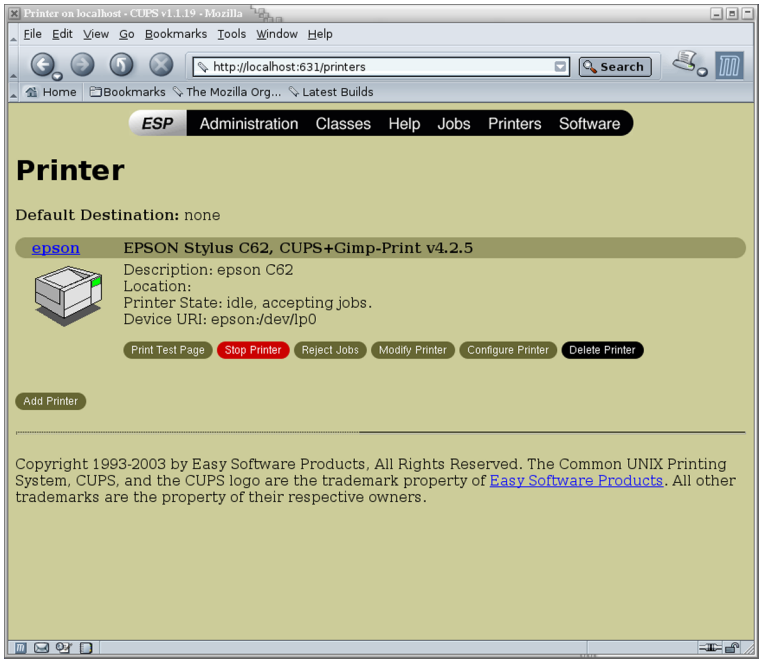
- ***AuthClass***: permite indicar si se pedirá que se autentifiquen los usuarios clientes o no.

- ***BrowseXXX***: hay una serie de directivas relacionadas con la posibilidad de examinar la red para encontrar impresoras servidas. Esta posibilidad está activada por defecto (*browsing* en *on*); por lo tanto, encontraremos disponibles todas las impresoras disponibles en la red. Podemos desactivarla, para solamente observar las impresoras que hayamos definido. Otra opción importante es *BrowseAllow*, que dice a quién le damos la posibilidad de preguntar por nuestras impresoras. Por defecto está habilitada, por lo que cualquiera puede ver nuestra impresora desde nuestra red.

Cabe señalar que CUPS, en principio, está pensado para que tanto clientes como el servidor funcionen bajo el mismo sistema; si los clientes utilizan LPD, hay que instalar un *daemon* de compatibilidad llamado *cups-lpd* (en paquetes

como *cupsys-bsd*). En este caso, CUPS acepta trabajos que provengan de un sistema LPD, pero no controla los accesos (*cupsd.conf* solo sirve para el propio sistema CUPS), por lo que habrá que implementar alguna estrategia de control de acceso, tipo *firewall*.

Para la administración desde línea de comandos, CUPS es un tanto peculiar, ya que acepta tanto comandos LPD como SystemV en los clientes, y la administración suele hacerse con el comando *lpadmin* de SystemV. En cuanto a herramientas gráficas, disponemos de *gnome-cups-manager*, *gtklp*, utilidades como *system-config-printers* o la interfaz por web que trae el mismo sistema CUPS, accesible en http://localhost:631.




Interfaz para la administración del sistema CUPS.

# 8. Discos y gestión *filesystems*

Respecto a las unidades de almacenamiento, como hemos visto, poseen una serie de dispositivos asociados, dependiendo del tipo de interfaz:

- **IDE** (solamente en PC antiguos): dispositivos como:
  */dev/hda disco master*, primer conector IDE;
  */dev/hdb disco slave*, del primer conector;
  */dev/hdc master*, segundo conector;
  */dev/hdd slave*, segundo conector.

- **SCSI**: dispositivos */dev/sda*, */dev/sdb*... siguiendo la numeración que tengan los periféricos en el Bus SCSI. Los discos SATA e IDE del mismo sistema también suelen seguir esta nomenclatura, debido a la capa de emulación scsi presente en el *kernel* para estos dispositivos.

- **Disquetes** (ya obsoletos pero posibles de encontrar en PC antiguos): dispositivos */dev/fdx*, con *x* número de disquetera (comenzando en 0). Hay diferentes dispositivos, dependiendo de la capacidad del disquete, por ejemplo, el disquete de 1.44 MB en la disquetera A sería */dev/fd0H1440*.

Respecto a las particiones presentes, el número que sigue al dispositivo representa el índice de la partición dentro del disco, y es tratado como un dispositivo independiente: */dev/hda1* primera partición del primer disco IDE, o */dev/sdc2*, segunda partición del tercer dispositivo SCSI. En el caso de los discos IDE (con MBR), estos permiten cuatro particiones denominadas primarias y un mayor número en extendidas (o lógicas). Así, si */dev/sdan*, *n* será inferior o igual a 4, se tratará de una partición primaria; si no, se tratará de una partición lógica con *n* superior o igual a 5.

Con los discos y los sistemas de ficheros (*filesystems*) asociados, los procesos básicos que podemos realizar se engloban en:

- **Creación de particiones**, o modificación de estas. Mediante comandos como *fdisk* o parecidos (*cfdisk*, *sfdisk*). Y *parted*, como vimos, para máquinas con soporte de GPT (nuevos PC con *firmware* UEFI).

- **Formateo de disquetes**: en caso de disquetes, pueden utilizarse diferentes herramientas: *fdformat (*formateo de bajo nivel), *superformat (*formateo a diferentes capacidades en formato msdos), *mformat (*formateo específico creando *filesystem* msdos estándar).

- **Creación de *filesystems* Linux**, en particiones, mediante el comando *mkfs*. Hay versiones específicas para crear *filesystems* diferentes: *mkfs.ext2*,

*mkfs.ext3*, y también *filesystems* no Linux: *mkfs.ntfs*, *mkfs.vfat, mkfs.msdos*, *mkfs.minix* u otros. Para CD-ROM como *mkisofs,* a la hora de crear los iso9660 (con extensiones *joliet* o *rock ridge*), que puedan ser una imagen de lo que después se acabará grabando sobre un CD/DVD, y junto con comandos como *cdrecord* (o *wodim*) permitirá finalmente crear/grabar los CD/DVD. Otro caso particular es la orden *mkswap,* que permite crear áreas de *swap* en particiones que, más tarde, se pueden activar o desactivar con *swapon* y *swapoff*.

- **Montaje de los *filesystems***: comandos *mount, umount*.

- **Verificación de estado**: la principal herramienta de verificación de *filesystems* Linux es el comando *fsck*. Este comando comprueba las diferentes áreas del sistema de ficheros para verificar la consistencia y comprobar posibles errores y, en los casos en que sea posible, corregirlos. El propio sistema activa automáticamente el comando *fsck* en el arranque cuando detecta situaciones donde se ha producido una parada incorrecta (un apagón eléctrico o accidental de la máquina), o bien pasado un cierto número de veces en que el sistema se ha arrancado. Esta comprobación suele comportar cierto tiempo, normalmente algunos minutos (dependiendo del tamaño de datos). También existen versiones particulares para otros sistemas de ficheros: *fsck.ext2*, *fsck.ext3*, *fsck.vfat*, *fsck.msdos*, etc. El proceso del *fsck* se realiza con el dispositivo en modo de "solo lectura" con particiones montadas. Se recomienda desmontar las particiones para realizar el proceso si se detectan errores y hay que aplicar correcciones. En determinados casos, por ejemplo, si el sistema por comprobar es la raíz / y se detecta algún error crítico, se nos pedirá que cambiemos de modo de ejecución del sistema (*runlevel*) hacia modo solo *root* y hagamos allí la verificación. En general, si hay que hacer la verificación, se recomienda hacer estas en modo superusuario (podemos conmutar de modo de *runlevel* con los comandos *init* o *telinit*).

- **Procesos de *backup***: ya sean del disco, bloques de disco, particiones, *filesystems*, ficheros... Hay varias herramientas útiles para ello: *tar* nos permite copiar ficheros hacia un fichero o a unidades de cinta; *cpio,* de forma parecida, puede realizar *backups* de ficheros hacia un fichero; tanto *cpio* como *tar* mantienen información de permisos y propietarios de los ficheros; *dd* permite copias, ya sea de ficheros, dispositivos, particiones o discos a fichero; es un poco complejo y hay que conocer información de bajo nivel, tipo, tamaños, número de bloques y/o sectores... Puede enviarse también a cintas.

- **Utilidades diversas**: ciertos comandos individuales (dependerá de utilidades exclusivas para un sistema de ficheros concreto), algunos de ellos utilizados por los procesos anteriores para hacer tratamientos distintos: *badblocks* para encontrar bloques defectuosos en el dispositivo; *dumpe2fs* para obtener información sobre *filesystems* Linux; *tune2fs* permite hacer

procesos de *tunning* de *filesystems* Linux de tipo ext2, ext3 o ext4 y ajustar diferentes parámetros de comportamiento.

A continuación, destacamos dos temas relacionados con la concepción del espacio de almacenamiento, que son utilizados en varios ambientes para la creación base del espacio de almacenamiento: el uso de RAID software y la creación de volúmenes dinámicos.

## 8.1. RAID software

La configuración de discos mediante esquemas RAID es uno de los esquemas de almacenamiento de alta disponibilidad más usados actualmente, cuando disponemos de varios discos para implementar nuestros sistemas de ficheros.

El enfoque principal de las diferentes técnicas existentes está en la tolerancia a fallos que se proporciona desde un nivel de dispositivo, el conjunto de discos, a diferentes tipos posibles de fallos tanto físicos como de sistema, para evitar las pérdidas de datos o los fallos de coherencia en el sistema. Así también algunos esquemas que están diseñados para aumentar las prestaciones del sistema de discos, ampliando el ancho de banda de estos disponible hacia el sistema y las aplicaciones.

Típicamente, hoy en día RAID en hardware (mediante tarjetas controladoras hardware), se puede encontrar en servidores empresariales (cuando comienzan a tener cierta presencia en equipos de escritorio, con placas base con capacidades para algunos RAID básicos), donde se hallan disponibles diferentes soluciones hardware que cumplen estos requerimientos de fiabilidad y de maximizar prestaciones. En particular, para ambientes con aplicaciones intensivas en disco, como *streaming* de audio y/o vídeo, o grandes bases de datos.

Conviene destacar un error común en el tema RAID, que proporciona ciertas capacidades de tolerancia a fallos, pero no evita la realización de *backups* de los datos disponibles de forma periódica. Si se supera la capacidad de tolerancia a fallos, también se pierden datos (en algunos casos, completamente).

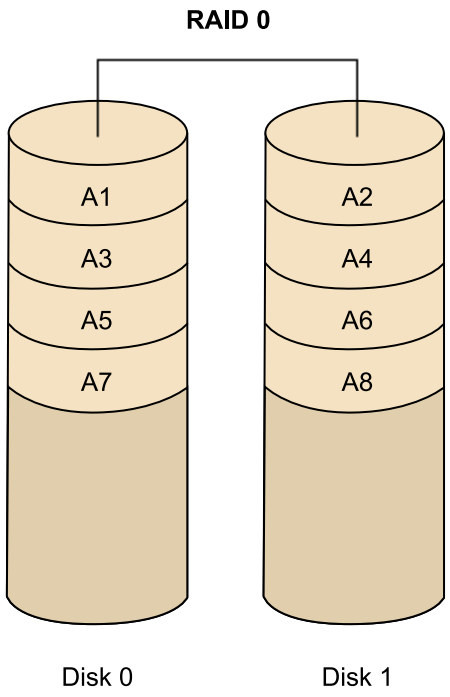
En general, este hardware se encuentra en forma de tarjetas (o integrado en la máquina) de tipo controladora RAID de discos, que implementan la gestión de uno o más niveles (de la especificación RAID), sobre un conjunto de discos (desde mínimo dos discos) administrado por esta controladora.

En RAID se distingue una serie de niveles (o configuraciones posibles) que pueden proporcionarse (cada fabricante de hardware, o el software concreto, puede soportar uno o varios de estos niveles). Cada nivel de RAID se aplica sobre un conjunto de discos, a veces denominado array RAID (o matriz de discos RAID), los cuales suelen ser (idealmente) discos iguales en tamaño (o iguales a tamaños por grupos). Por ejemplo, para realizar un caso de *array* podrían utilizarse cuatro discos de 500GB, o en otro caso, dos grupos (a 500GB) de

dos discos, uno de 150GB y otro de 350GB. En algunos casos de controladores hardware, no se permite que los discos (o en grupos) sean de diferentes tamaños; en otros pueden utilizarse, pero el array queda definido por el tamaño del disco (o grupo) más pequeño.

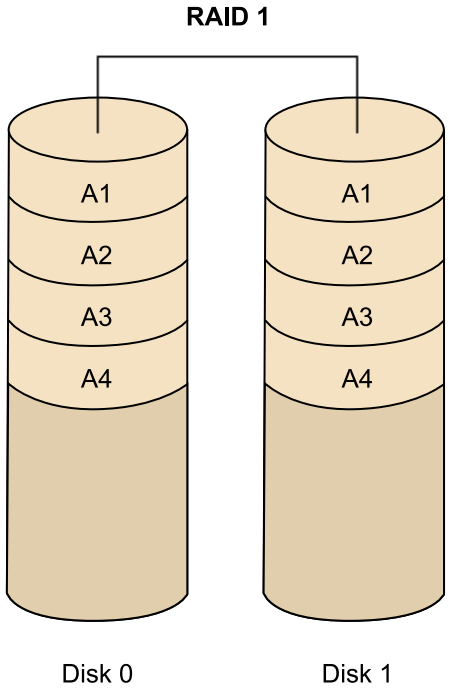
Describimos conceptos básicos de algunos niveles en la siguiente lista (tened en cuenta que, en algunos casos, la terminología no es plenamente aceptada, y puede depender de cada fabricante):

- **RAID 0**: se distribuyen los datos equitativamente entre uno o más discos sin información de paridad o redundancia; no se está ofreciendo tolerancia al fallo. Solo se están repartiendo datos; si el disco falla físicamente la información se pierde y debemos recuperarla desde copias de seguridad. Lo que sí aumenta es el rendimiento, dependiendo de la implementación de RAID0, ya que las operaciones de lectura y escritura se dividirán entre los diferentes discos.




- **RAID 1**: se crea una copia exacta (*mirror)* en un conjunto de dos o más discos (denominado array RAID). En este caso, resulta útil para el rendimiento de lectura (que puede llegar a incrementarse de forma lineal con el número de discos), y en especial por disponer de tolerancia al fallo de uno de los discos, ya que (por ejemplo, con dos discos) se dispone de la misma información. RAID 1 suele ser adecuado para alta disponibilidad, como entornos de 24x7, donde debemos disponer críticamente de los recursos. Esta configuración nos permite también (si el hardware lo soporta) el intercambio en caliente (*hot-swap*) de los discos. Si detectamos el fallo

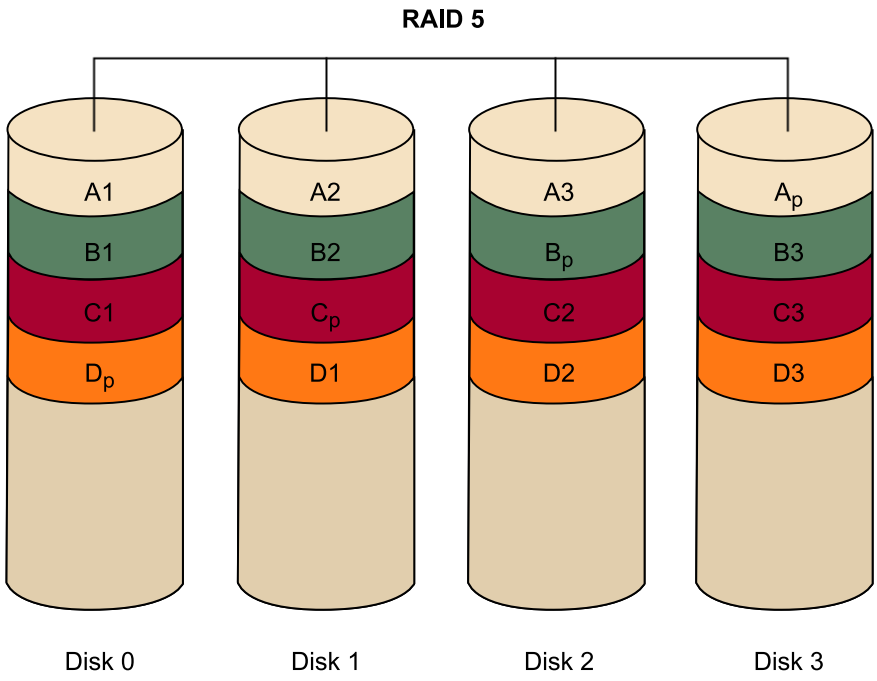
en uno de ellos, podemos sustituirlo, sin apagar el sistema, por un disco nuevo.




- **RAID 2**: en los anteriores se dividen los datos en bloques a repartir. Aquí se divide en bits y se utilizan códigos de redundancia para la corrección de datos. No es prácticamente utilizado, a pesar de las altas prestaciones que alcanzaría, ya que necesita idealmente un número muy alto de discos, uno por bit de datos y varios para el cálculo de la redundancia (por ejemplo, en un sistema de 32 bits, llegaría a usar 39 discos).

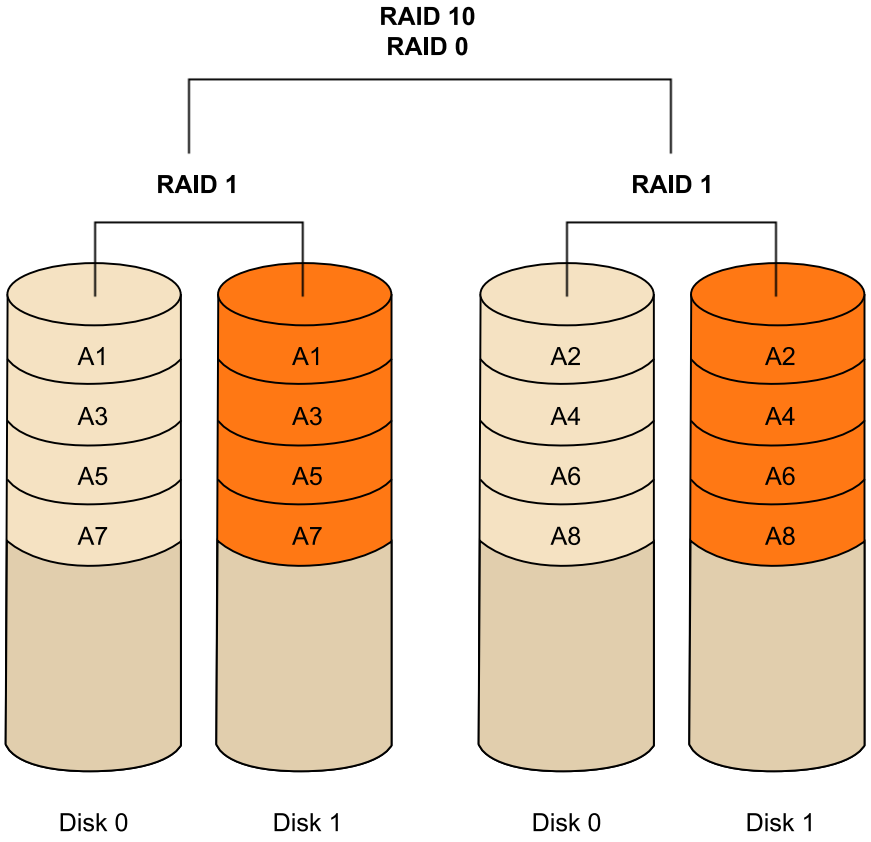
- **RAID 3**: utiliza división en bytes con un disco dedicado a la paridad de los bloques. Tampoco es muy utilizada, ya que según el tamaño de los datos y posiciones no permite accesos simultáneos. RAID 4 es semejante, aunque divide a nivel de bloques en lugar de bytes, lo que permite que sí se puedan servir peticiones simultáneas cuando se solicita un único bloque.

- **RAID 5**: Se usa división a nivel de bloques, distribuyendo la paridad entre los discos. Tiene amplio uso, debido al esquema sencillo de paridad, y a que este cálculo se implementa de forma sencilla por hardware, con buenas prestaciones.




- **RAID 0+1 (o 01)**: un *mirror* de divisiones es un nivel de RAID anidado. Se implementan, por ejemplo, dos grupos de RAID 0, los cuales son usados en RAID 1 para crear *mirror* entre ellos. Una ventaja es que, en caso de fallo, puede reconstruirse el nivel de RAID 0 usado gracias a la otra copia, pero si quieren añadirse discos hay que añadirlos a todos los grupos de RAID 0 de igual forma.

- **RAID 10 (1+0)**: división de *mirrors*, grupos de RAID 1 bajo RAID 0. Así, en cada grupo de RAID 1 puede llegar a fallar un disco sin que se pierdan datos. Claro que esto obliga a reemplazarlos, ya que si no el disco que quede en el grupo se convierte en posible punto de fallo de todo el sistema. Es una configuración que suele usarse para base de datos de altas prestaciones (por la tolerancia a fallos y la velocidad, al no estar basada en cálculos de paridad).




Algunas consideraciones a tener en cuenta sobre RAID en general:

- RAID mejora el *uptime* del sistema, ya que algunos de los niveles permiten que discos fallen y el sistema siga siendo consistente, y dependiendo del hardware, incluso puede cambiarse el hardware problemático en caliente sin necesidad de parar el sistema, cuestión especialmente importante en sistema críticos.

- RAID puede mejorar el rendimiento de las aplicaciones; en especial, en los sistemas con implementaciones de *mirror* es posible que la división de datos permita que las operaciones lineales de lectura se incrementen significativamente, debido a la posibilidad de que los discos ofrezcan, de modo simultáneo, partes de esta lectura, aumentando la tasa de transferencia de datos.

- RAID no protege los datos; evidentemente, la destrucción por otros medios (virus, mal funcionamiento general o desastres naturales) no está protegida. Hemos de basarnos en esquemas de copias de seguridad. Tengamos en cuenta que algunos esquemas protegen contra uno o dos fallos de discos del array, pero si hay más o dependiendo del esquema, directamente (caso RAID 0) se perderán datos.

- No se simplifica la recuperación de datos; si un disco pertenece a un array RAID, tiene que intentar recuperarse en ese ambiente. Se necesita software específico o los controladores hardware para acceder a los datos.

- Por el contrario, no suele mejorar aplicaciones típicas de usuario –sean de escritorio– debido a que estas aplicaciones tienen componentes altos de acceso aleatorio a datos, o a conjuntos de datos pequeños; puede que no se beneficien de lecturas lineales o de transferencias de datos sostenidas. En estos ambientes, es posible que no se note apenas mejoría de prestaciones.

- Algunos esquemas aumentan de velocidad las operaciones de lectura, pero por otra parte penalizan las de escritura (caso RAID 5 por el cálculo de paridad que hay que escribir). Si el uso es básicamente de escritura, habrá que buscar qué esquemas no penalizan o consiguen el ratio de escritura que necesitamos (algunos casos, como RAID 0,1, o algunas modalidades de RAID 10 son equivalentes a escribir en un disco único, o incluso aumentan las prestaciones en este sentido).

- No se facilita el traslado de información; sin RAID es bastante fácil trasladar datos, simplemente moviendo el disco de un sistema a otro. En el caso de RAID es casi imposible (a no ser que dispongamos del mismo hardware controlador) mover un array de discos a otro sistema.

En el caso de GNU/Linux, se da soporte al hardware RAID mediante varios módulos de *kernel*, asociados a diferentes conjuntos de fabricantes o circuitos base, *chipsets*, de estas controladoras RAID. Se permite así al sistema abstraerse de los mecanismos hardware y hacerlos transparentes al sistema y al usuario final. Así, estos módulos de *kernel* nos permiten el acceso a los detalles de estas controladoras, y a su configuración de parámetros de muy bajo nivel, que en algunos casos (especialmente en servidores que soportan carga elevada de E/S), pueden ser interesantes para procesos de *tunning* del sistema de discos que use el servidor. Se busca maximizar las prestaciones del sistema.

La otra posibilidad que analizaremos aquí es la realización de estos procesos mediante componentes software, en concreto el componente software RAID de GNU/Linux.

GNU/Linux dispone en *kernel* del *driver* llamado Multiple Device (*md*), que podemos considerar como el soporte a nivel *kernel* para RAID. Mediante este *driver* podemos implementar niveles de RAID generalmente 0,1,4,5,6 y anidados (por ejemplo, RAID 10) sobre diferentes dispositivos de bloque como discos IDE, SATA o SCSI. También dispone del nivel *linear*, como nivel donde se produce una combinación lineal de los discos disponibles (donde no importa que sean de diferentes tamaños), de manera que se escribe consecutivamente en los discos.

Para la utilización del RAID software en Linux, debemos disponer del soporte RAID en el *kernel*, y en su caso los módulos *md* activos (además de algunos *drivers* específicos según el nivel, ved *drivers* disponibles asociados a RAID, por ejemplo en Debian con *modconf*). El método preferido para la implementación de arrays de discos RAID, mediante el software RAID ofrecido por Linux, es mediante el proceso de instalación del sistema inicial, o bien mediante la utilidad *mdadm*. Esta utilidad nos permite crear los arrays y gestionarlos.

**Webs recomendadas**

Para consultar conceptos de software RAID, ved Linux RAID wiki:

https://raid.wiki.kernel.org/index.php/Linux_Raid

http://www.linuxfoundation.org/collaborate/workgroups/linux-raid

Ved también niveles RAID soportados:

https://raid.wiki.kernel.org/index.php/Introduction#The_RAID_levels

Observemos algunos casos prácticos. Supongamos unos discos SCSI */dev/sda*, */dev/sdb*... en los cuales disponemos de varias particiones disponibles para implementar RAID:

Creación de un array *linear:*

```
# mdadm --create --verbose /dev/md0 --level=linear --raid-devices=2 /dev/sda1 /dev/sdb1
```

donde se genera un array *linear* a partir de las particiones primeras de */dev/sda* y */dev/sdb*, creando el nuevo dispositivo */dev/md0*, que ya puede ser usado como nuevo disco (suponiendo que exista el punto de montaje */mnt/discoRAID*):

```
# mkfs.ext2fs /dev/md0
# mount /dev/md0 /mnt/discoRAID
```

Para un RAID0 o RAID1 podemos cambiar simplemente el nivel (*--level*) a *raid0* o *raid1*. Con *mdadm --detail /dev/md0* podremos comprobar los parámetros del nuevo array creado.

También podemos consultar la entrada *mdstat* en */proc* para determinar los arrays activos, así como sus parámetros. En especial, con los casos con *mirror* (por ejemplo, en los niveles 1, 5...) podremos observar en su creación la construcción inicial del array de las copias, en */proc/mdstat* indicará el nivel de reconstrucción (y el tiempo aproximado de finalización).

*mdadm* dispone de muchas opciones que nos permiten examinar y gestionar los diferentes arrays RAID software creados (podemos ver una descripción y ejemplos en *man mdadm*).

Otra cuestión importante es que los arrays RAID por software no son automáticamente reconocidos en arranque (como sí pasa con el RAID hardware soportado), ya que de hecho dependen de la construcción con *mdadm*. Para que la definición de un array software sea persistente, hace falta registrarla en el fichero de configuración */etc/mdadm.conf* (la ubicación puede depender de la distribución). Un paso sencillo es crearlo automáticamente a partir del resultado de la orden.

```
mdadm --detail --scan (puede añadirse tambien --verbose)
```

Otra consideración importante son las optimizaciones a que se pueden someter los arrays RAID para mejorar su rendimiento, tanto por monitorizar su comportamiento como por optimizar parámetros del sistema de ficheros, para realizar un uso más efectivo de los niveles RAID y sus características.

**Nota**

La optimización de los arrays RAID puede ser una fuente importante de sintonización del sistema. Examinad algunas cuestiones en https://raid.wiki.kernel.org/index.php/Performance o en la propia página man de *mdadm*.

Pasaremos a detallar otro caso de configuración RAID más elaborado basado en la elaboración de un RAID 5.

Este nivel RAID (de como mínimo tres discos) presenta una configuración distribuida de datos y pariedad en los discos que forman el array. Se presenta muy buen rendimiento en lectura, pero disminuye la escritura (respecto a un único disco) ya que hay que calcular la pariedad y distribuirla entre los discos (en casos RAID hardware, este caso de cálculo de pariedad se accelera mediante hardware). Otro dato a tener en cuenta es que la capacidad final obtenida es la suma de N-1 discos, y esta configuración es resistente a un fallo de disco presente en el array, el cual puede reemplazarse y volver a reconstruir el array. El nivel no soporta dos fallos de disco (probabilidad que de hecho puede aumentar si en el array RAID se integra un número elevado de discos), con lo cual, como ya comentamos, disponer de RAID no nos inhibe del proceso de *backup* de datos. Si quisiéramos disponer de más fiabilidad, podríamos movernos a RAID 6 (altamente recomendable frente a RAID5 por fiabilidad, a costa de disponer de un mínimo de 4 discos), que posee cálculo con pariedad dual, a costa de bajar un poco el rendimiento, o a configuraciones con RAID 10, que tienen un buen compromiso entre rendimiento y fiabilidad.

Realizaremos, en este caso, el proceso de construcción con cuatro discos SATA de alta capacidad 1,5TB, obteniendo un almacenamiento final de 4,5TB (aproximadamente). El array RAID es complementario al sistema existente; en casos que tenga que incluir particiones de *boot*, el proceso es más delicado (ved las recomendaciones de la RAID software wiki, comentada anteriormente).

Utilizaremos cuatro discos SATA presentes en el sistema como */dev/sdb*, *sdc*, *sdd*, *sde*. El disco */dev/sda* se supone que incluye el sistema y las particiones de arranque, y no forma parte del RAID. Primero hemos de pasar por la inicializacion de los discos (este proceso borra cualquier contenido previo); definiremos una partición única (en este caso, vamos a integrar todo el almacenamiento disponible; en otros esquemas podrían realizarse varias particiones),

creada con *fdisk*. Fundamentalmente, seleccionamos nueva particion primaria, requisitos por defecto y cambiamos el tipo de partición a "*Linux Raid autodetect*" (código *fd*), haciendo el proceso con *fdisk*, sea *x* cada disco diferente del array, y el paréntesis incluye las opciones mediante teclado de *fdisk*:

```
# fdisk /dev/sdx            (d n p 1 ENTER ENTER t fd w)
```

(para nuestro caso 4 veces con *x=b,c,d,e*)

Respecto a esta inicialización, hay que tener cuidado con los tamaños de disco, ya que *fdisk* con particiones tipo MBR solo soporta particiones hasta 2TB. Si los discos fueran mayores deberíamos movernos a otras herramientas de particionado, como *gparted/parted,* que soportan nuevos tipos de particiones como GPT, que ya no disponen de estas restricciones de tamaño.

Una vez realizada esta inicialización, ya podemos pasar a construir el array:

```
# mdadm --create /dev/md0 --level=6 --verbose --force --chunk=512
--raid-devices=4 /dev/sdb1 /dev/sdc1 /dev/sdd1 /dev/sde1
```

Un parámetro importante en RAID más avanzados es el tamaño del parámetro *chunk* (por defecto, 64 unidad en kb), que tiene especial relevancia en las prestaciones del RAID. Existen estudios que determinan tamaños adecuados de *chunk* en función de la funcionalidad final del RAID (escritura o lectura, tamaño promedio de los accesos, acceso principalmente aleatorio o secuencial, etc.). En general, en RAID6 se recomiendan tamaños de 128 en adelante, e incluso más elevados 512-1024, dependiendo del tamaño promedio de los archivos. Si disponemos de más discos que los mínimos necesarios, también podríamos añadir discos como *spare*, en el comando anterior con, por ejemplo, *--spare-devices=1*. Los discos de respaldo tipo *spare* no forman parte del array RAID inicial, pero si uno de los discos activos falla, cuando el fallo es detectado, el disco es marcado como *bad*, se quita del *array* y la reconstrucción del *array* comienza inmediatamente en el primer disco *spare* disponible.

Una vez lanzado el comando anterior, comenzará la construcción del RAID en segundo plano. Podemos ir consultando */proc/mdstat*, que nos mencionará la velocidad de construcción y el porcentaje, así como una estimación de tiempo para finalizar. Los tiempos de construcción son bastante grandes para altas capacidades de espacio, y pueden ir desde algunas horas hasta días, dependiendo de las capacidades de los discos y máquina.

Podríamos estar viendo en */proc/mdstat*:

```
# cat /proc/mdstat
Personalities : [raid6] [raid5] [raid4]
md0 : active raid6 sdb1[0] sde1[3] sdd1[2] sdc1[1]
   4395406848 blocks level 6, 512k chunk, algorithm 2 [4/3] [UUU_]
```

```
    [==>..................] recovery = 12.6% (37043392/292945152) finish=127.5min
speed=33440K/sec

unused devices: <none>
```

Y una vez finalizado:

```
# cat /proc/mdstat
Personalities : [raid6] [raid5] [raid4]
md0 : active raid6 sdb1[0] sde1[3] sdd1[2] sdc1[1]
   4395406848 blocks level 6, 512k chunk, algorithm 2 [4/4] [UUUU]

unused devices: <none>
```

El siguiente paso es crear un *filesystem* en nuestro recientemente creado array, visto por el sistema como el dispositivo */dev/md0* (este paso podría iniciarse simultáneamente durante la reconstrucción, pero por velocidad y seguridad en algunos pasos críticos iniciales se recomienda realizarlo al final del proceso).

En nuestro caso, vamos a optimizar ligeramente esta creación examinando algunos parámetros; crearemos un *filesystem ext3* en el array completo (es recomendable usar un gestor de volúmenes primero, como LVM, que veremos a continuación, porque nos permitirá crear varias particiones lógicas, que puedan en el futuro expandirse o contraerse según las necesidades).

Para la creación del *filesystem* hay algunas recomendaciones generales que provienen a partir del tamaño de *chunk* (número de datos consecutivos que reside en un disco en KB), que de hecho nos define cómo se accede al array, y de los discos presentes, un posible esquema de creación de un *filesystem ext3*:

```
mkfs.ext3 -v -b 4096 -E stride=128,stripe-width=384 /dev/md0
```

Donde *-b 4096* es el tamaño de bloque de disco, recomendado para *filesystems* muy grandes, y *-E* define opciones del *filesystem* para optimizar su rendimiento. Estas opciones pueden variarse después con el comando *tune2fs*.

En estas opciones suele sugerirse un cálculo relacionado con el *chunk*, que puede ser en nuestro ejemplo:

- *chunk size* = 512kB (colocado en el comando *mdadm* en la creación del array)
- *block size* = 4kB (recomendado para grandes *filesystems*)
- *stride* = *chunk / block* = 512kB / 4k = 128kB
- *stripe-width* = *stride* * ( (*n* discos en el raid6) - 2 ) = 128kB * ( (4) - 2 ) = 128kB * 2 = 256kB

Esto nos permite ajustar los parámetros del sistema de ficheros al uso del *chunk* escogido.

Una vez creado el sistema de ficheros, ya tenemos el array disponible para que pueda ser montado en una ubicación del sistema (suponiendo un directorio previo */mnt/raid6*):

```
# mount -t ext3 /mnt/raid6 /dev/md0
```

Y ya lo tenemos disponible en el sistema. Si queremos hacerlo fijo, recordad introducir los parámetros en */etc/fstab* para que se monte en arranque. Y en este caso de array software es recomendable (aunque algunos *kernels* recientes ya soportan autodetección de RAID software), colocar la información RAID en el fichero */etc/mdadm.conf*, mediante consulta del identificador del array por medio de los comandos *# mdadm –detail –scan* (con o sin *–verbose* si se necesita la identificación de dispositivos):

```
#mdadm --detail --scan --verbose
ARRAY        /dev/md0         level=raid6        num-devices=4         metadata=0.90
UUID=dcc77e17:94093185:66731ad6:6353ec0b
  devices=/dev/sdb1,/dev/sdc1,/dev/sdd1,/dev/sde1
```

En el siguiente reinicio del sistema ya dispondremos del array montado en arranque. También, como punto final, podemos obtener la información del array con *mdadm –detail*:

```
# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
   Version : 0.90
 Creation Time : Sat May 8 09:33:06 2010
   Raid Level : raid6
   Array Size : 4395406848 (4191.79 GiB 4500.90 GB)
 Used Dev Size : 1465135616 (1397.26 GiB 1500.30 GB)
   Raid Devices : 4
  Total Devices : 4
Preferred Minor : 0
   Persistence : Superblock is persistent
```

```
    Update Time : Fri May 21 12:14:31 2010
       State : clean
  Active Devices : 4
Working Devices : 4
   Failed Devices : 0
   Spare Devices : 0
   Layout : left-symmetric
   Chunk Size : 512K

   UUID : dcc77e17:94093185:66731ad6:6353ec0b (local to host kaoscore)
   Events : 0.125

  Number  Major  Minor  RaidDevice  State
   0       8      17         0      active sync  /dev/sdb1
   1       8      33         1      active sync  /dev/sdc1
   2       8      49         2      active sync  /dev/sdd1
   3       8      65         3      active sync  /dev/sde1
```

Respecto al funcionamiento del sistema, hay que examinar tanto este informe como el proporcionado por */proc/mdstat* para controlar de forma periódica (manualmente, mediante *cron*, o por notificaciones mediante mail) el estado del RAID (en este caso activo), para determinar si se produce algun fallo de disco. En este estado el array pasaría a *degraded,* y el sistema perdería su capacidad de tolerancia a un siguiente fallo. Es entonces necesario detectar qué disco está fallando y sustituirlo si no se tienen discos *spare* en el *array*, en cuyo caso comenzaría automáticamente la reconstrucción. Si no se dispone de *spare*, examinamos qué disco es para sustituirlo, para que comience la reconstrucción del *array* (mediante *mdadm* puede eliminarse un disco del *array*y añadir, una vez realizado el cambio de hardware, el nuevo disco). También es posible mediante *mdadm* simular degradaciones o fallos, lo que nos permite testear nuestro *array* delante de condiciones extremas.

Finalmente, destacamos que la creación de arrays RAID es muy interesante para la realización de grandes soportes de discos para entornos empresariales donde se intenta maximizar la tolerancia a fallos, la recuperación rápida delante de problemas y un soporte continuo de servicios sin interrupciones. Es un campo también donde se necesita un entorno cuidadoso de análisis de rendimiento de las soluciones, de los requisitos iniciales del servicio y experimentación con las diferentes soluciones posibles.

## 8.2. Volúmenes lógicos (LVM)

En un momento determinado, surge la necesidad de abstraerse del sistema físico de discos, y de su configuración y número de dispositivos, para que el sistema (operativo) se encargue de este trabajo y no nos tengamos que preocupar

de estos parámetros directamente. En este sentido, puede verse el sistema de volúmenes lógicos como una capa de virtualización del almacenamiento que permite una visión más simple que facilite la utilización fluida y sencilla.

En el *kernel* Linux se dispone de LVM (*logical volume manager*) [War13], que se basó en ideas desarrolladas de gestores de volúmenes de almacenamiento usados en HP-UX (una versión UNIX propietaria de HP). Actualmente existen dos versiones, de las que la LVM2 es la más utilizada, por una serie de prestaciones añadidas que incorpora.

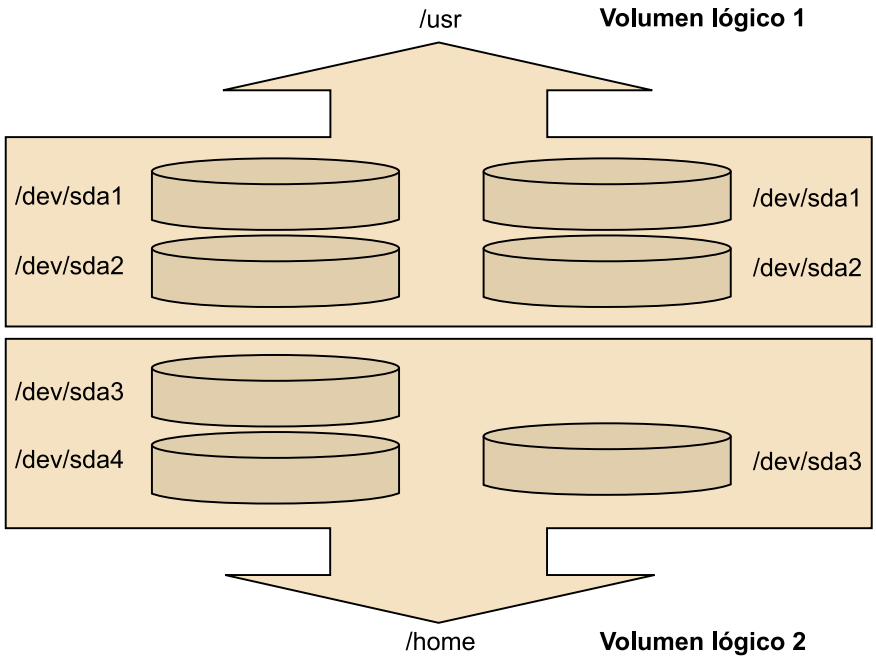
La arquitectura de una LVM consiste típicamente en los componentes (principales):

**1) Volúmenes físicos** (PV): son los discos duros, o particiones de estos, o cualquier otro elemento que aparezca como un disco duro de cara al sistema (por ejemplo, un RAID software o hardware).

**2) Volúmenes lógicos** (LV): es el equivalente a la partición del disco físico. Esta LV es visible en el sistema como un dispositivo de bloques (absolutamente equivalente a una partición física), y puede contener un sistema de ficheros (por ejemplo, el */home* de los usuarios). Los volúmenes tienen más sentido para los administradores, ya que pueden usarse nombres para identificarlos (así podemos utilizar un dispositivo lógico, llamado "*stock*" o "*marketing*" en lugar de *hda6* o *sdc3*).

**3) Grupos de volúmenes** (VG): es el elemento de la capa superior. La unidad administrativa que engloba nuestros recursos, ya sean volúmenes lógicos (LV) o físicos (PV). En esta unidad se guardan los datos de los PV disponibles, y cómo se forman las LV a partir de los PV. Evidentemente, para poder utilizar un grupo VG, hemos de disponer de soportes físicos PV, que se organizen en diferentes unidades lógicas LV.

En la siguiente figura observamos un grupo de volúmenes, donde disponemos de siete PV, en forma de particiones de discos, que se han agrupado para formar dos volúmenes lógicos (que se han acabado utilizando para formar los sistemas de ficheros de */usr* y */home*):




Esquema de un ejemplo de LVM.

Con el uso de los volúmenes lógicos, permitimos un tratamiento más flexible del espacio en el sistema de almacenamiento (que podría tener un gran número de discos y particiones diferentes), según las necesidades que nos aparezcan. Podemos gestionar el espacio, tanto por identificadores más adecuados como por operaciones que nos permitan adecuar las necesidades al espacio disponible en cada momento.

Los sistemas de gestión de volúmenes nos permiten:

**1)** Redimensionar dinámicamente grupos y volúmenes lógicos, aprovechando nuevos PV, o extrayendo algunos de los disponibles inicialmente.

**2)** Instantáneas (*snapshots*) del sistema de archivos (lectura en LVM1 y lectura y/o escritura en LVM2). Esto facilita la creación de un nuevo dispositivo que sea una instantánea en el tiempo de la situación de una LV. Se puede, por ejemplo, crear la instantánea, montarla, probar varias operaciones o configuración nueva de software, u otros elementos, y si no funciona como esperábamos, devolver el volumen original a su estado antes de las pruebas.

**3)** RAID 0 de volúmenes lógicos.

En LVM no se implementan configuraciones de RAID de tipos 1 o 5, si son necesarias (o sea redundancia y tolerancia a fallo). El proceso es utilizar software de RAID o controladora hardware RAID que lo implemente en un determinado nivel de RAID, y luego colocar LVM como capa superior al RAID creado previamente.

Hagamos un breve ejemplo de creación típica (en muchos casos, el instalador de la distribución realiza un proceso parecido, si permitimos un LVM como sistema inicial de almacenamiento). Básicamente, se realiza: 1) la creación de los volumenes físicos (PV), 2) creación del grupo lógico (VG), 3) creación del volumen lógico (LV), y 4) utilización para creación de un sistema de ficheros, y posterior montaje:

**1)** Disponemos, por ejemplo, de tres particiones de diferentes discos. Creamos tres PV (cuidado: los pasos iniciales borran cualquier contenido de los discos) e inicializamos el contenido:

```
# dd if=/dev/zero of=/dev/sda1 bs=1k count=1
# dd if=/dev/zero of=/dev/sda2 bs=1k count=1
# dd if=/dev/zero of=/dev/sdb1 bs=1k count=1

# pvcreate /dev/sda1
Physical volume "/dev/sda1" successfully created
# pvcreate /dev/sda2
Physical volume "/dev/sda2" successfully created
# pvcreate /dev/sdb1
Physical volume "/dev/sdb1" successfully created
```

**2)** Colocamos en un VG creado de los diferentes PV:

```
# vgcreate grupo_discos /dev/sda1 /dev/sda2 /dev/sdb1
Volume group "grupo_discos" successfully created
```

**3)** Creamos la LV (en este caso, de tamaño de 1GB) a partir de los elementos que tenemos en el grupo VG (*-n* indica el nombre del volumen):

```
# lvcreate -L1G -n volumen_logico grupo_discos
lvcreate -- doing automatic backup of "grupo_discos"
lvcreate -- logical volume "/dev/grupo_discos/volumen_logico" successfully created
```

**4)** Y finalmente, creamos un sistema de ficheros (un *xfs* en este caso):

```
# mkfs.xfs /dev/grupo_discos/volumen_logico
```

El cual, por ejemplo, podríamos colocar de espacio de *backup*:

```
mkdir /mnt/backup
mount -t xfs /dev/grupo_discos/volumen_logico /mnt/backup
```

Y disponemos finalmente del dispositivo como un volumen lógico que implementa un sistema de ficheros.

Pongamos otro ejemplo de escenario de LVM, donde cambiamos los esquemas de disco usados por un sistema dinámicamente, porque no conocemos qué imagen final tendrá el sistema a lo largo de su historia.

Supongamos, por ejemplo, un entorno de portátil, donde tenemos de partida un esquema de particiones:

**1)** C:
**2)** D: (incluyendo datos)
**3)** Partición invisible de recuperación del sistema.

Analizando una posible instalación de GNU/Linux, determinamos que la mejor solución es usar la partición 2 previamente habiendo guardado los datos. Pero GNU/Linux suele necesitar como mínimo 2 particiones (*/root* y *swap*), si quisiéramos con este esquema alterarlo, deberíamos definir nuevas particiones, poner alguna como extendida, y mover el resto, o copiar particiones.

En este esquema, para evitar estos problemas decidimos generar volúmenes sobre la partición física 2, que nos permitirán colocar *a posteriori* las particiones de *root* y *swap* asociadas a los volúmenes correspondientes.

Con esto el curso de la acción sería:

**1)** Generamos un PV con la /dev/sda2.
**2)** Generamos un VG "grupo" con la PV anterior.
**3)** Generamos 2 volúmenes a partir del grupo anterior: LV "system" y LV "swap".

La secuencia de comandos podría ser:

```
# pvcreate /dev/sda2
# vgcreate grupo /dev/sda2
# lvcreate -n system -L <tamaño_system>
# lvcreate -n swap -L <tamaño_swap>
```

Con esto */dev/sda2* ahora se nos presentará como dos volúmenes: */dev/grupo/system* y */dev/grupo/swap* que podemos usar en una instalación de GNU/Linux para realizar las particiones *root* y *swap* (siempre que la distribución soporte instalación sobre volúmenes LVM). Con lo cual, estas particiones, una vez formateadas, y *filesystems* de *root* (posiblemente un *ext4*) y *swap*, podríamos proceder a la instalación de un sistema GNU/Linux que residirá sobre los dos volúmenes, que a su vez están sobre la partición física */dev/sda2*.

Ahora supongamos que nos cambia la imagen del sistema final, por ejemplo, a lo largo del tiempo nos damos cuenta de que queríamos utilizar el disco completo para la distribución GNU/Linux que instalamos en el pasado, con lo cual, podríamos recuperar las particiones */dev/sda1* y *sda3*.

Con LVM, esto lo podemos plantear con:

- 1) Nuevos volúmenes físicos PVs con */dev/sda1* y */dev/sda3*.
- 2) Extender el "grupo" VG con los nuevos PV.
- 3) Extender los LV con el nuevo espacio disponible, y los sistemas de ficheros existentes.

Básicamente:

```
# pvcreate /dev/sda1
# pvcreate /dev/sda3
# vgextend group /dev/sda1
# vgextend group /dev/sda3
```

Antes de desmontar los *filesystems* para las redimensiones, y utilizar un liveCD o USB, podríamos en el sistema:

```
# lvextend /dev/grupo/system +<tamaño_sda1>G
# lvextend /dev/grupo/system +<tamaño_sda3>G
```

Añadiendo así todo el tamaño disponible al LV "system", aunque no tendríamos por qué añadir todo, podríamos dejar algo, previendo nuevos volúmenes LV necesarios en el futuro, etc.

Y, finalmente, se debería redimensionar el sistema de ficheros (suponiendo que sea de tipo *ext4*).

```
# resize2fs /dev/grupo/system <tamaño total>
```

En todo caso, como medida de precaución, sería recomendable realizar un *backup* de los datos, antes de proceder a este tipo de procedimientos, ya sea de los datos sensibles a pérdidas, o directamente de los *filesystems* enteros o el mismo disco.

En el siguiente caso de uso utilizando volúmenes, en una distribución Fedora, combinaremos LVM2 con XFS para realizar operaciones de creación de volúmenes, expansión de sistemas de archivos, y uso de *snapshots* de LVM2.

**Nota**

Al igual que en otros casos, las operaciones de este caso son destructivas de los datos anteriores (en nuestro caso utilizando el disco */dev/sdb*).

Comenzamos examinando los dispositivos de bloque disponibles:

```
# lsblk
NAME       MAJ:MIN RM  SIZE RO TYPE MOUNTPOINT
sda          8:0    0   20G  0 disk
├─sda1       8:1    0  500M  0 part /boot
└─sda2       8:2    0 19,5G  0 part
  ├─fedora-root
  │          253:0    0 17,5G  0 lvm  /
  └─fedora-swap
             253:1    0    2G  0 lvm  [SWAP]
sdb          8:16   0    8G  0 disk
```

El disco */dev/sdb* no está en uso: crearemos una partición, con todo el espacio, donde borraremos los datos.

```
# fdisk /dev/sdb

Bienvenido a fdisk (util-linux 2.28).
Los cambios solo permanecerán en la memoria, hasta que decida escribirlos.
Tenga cuidado antes de utilizar la orden de escritura.



Orden (m para obtener ayuda): n
Tipo de partición
   p   primaria (0 primaria(s), 0 extendida(s), 4 libre(s))
   e   extendida (contenedor para particiones lógicas)
Seleccionar (valor predeterminado p): p
Número de partición (1-4, valor predeterminado 1): 1
Primer sector (2048-16777215, valor predeterminado 2048):
Último sector, +sectores o +tamaño{K,M,G,T,P} (2048-16777215, valor predeterminado 16777215):

Crea una nueva partición 1 de tipo 'Linux' y de tamaño 8 GiB.

Orden (m para obtener ayuda): w
Se ha modificado la tabla de particiones.
Llamando a ioctl() para volver a leer la tabla de particiones.
Se están sincronizando los discos.

# dd if=/dev/zero of=/dev/sdb1 bs=1k count=1
1+0 registros leídos
1+0 registros escritos
1024 bytes (1,0 kB, 1,0 KiB) copied, 0,00265721 s, 385 kB/s
```

Pasamos a crear un dispositivo físico, un grupo de volúmenes *volgroup*, y un volumen dentro de él con el 50 % de espacio disponible (4 GB en nuestro caso):

```
# pvcreate /dev/sdb1
  Physical volume "/dev/sdb1" successfully created.
```

```
# vgcreate volgroup /dev/sdb1
  Volume group "volgroup" successfully created

# lvcreate -L4G -n vol volgroup
  Logical volume "vol" created.
```

Creamos un sistema de ficheros XFS sobre el volumen y lo montamos en */mnt/extra*.

```
# mkfs.xfs /dev/volgroup/vol
meta-data=/dev/volgroup/vol      isize=512    agcount=4, agsize=262144 blks
         =                       sectsz=512   attr=2, projid32bit=1
         =                       crc=1        finobt=1, sparse=0
data     =                       bsize=4096   blocks=1048576, imaxpct=25
         =                       sunit=0      swidth=0 blks
naming   =version 2              bsize=4096   ascii-ci=0 ftype=1
log      =internal log           bsize=4096   blocks=2560, version=2
         =                       sectsz=512   sunit=0 blks, lazy-count=1
realtime =none                   extsz=4096   blocks=0, rtextents=0

# mkdir /mnt/extra

# mount -t xfs /dev/volgroup/vol /mnt/extra

# df -k
S.ficheros               bloques de 1K  Usados Disponibles Uso% Montado en
/dev/mapper/volgroup-vol       4184064   32960     4151104   1% /mnt/extra
```

Podemos realizar mientras tanto algunas operaciones con nuestro sistema de ficheros, como copiar archivos temporales/de prueba, para disponer de algunos archivos en el sistema de ficheros.

Procedemos a crear un volumen *snapshot* de LVM, con 1 GB asignado (¡Cuidado!, el tamaño para evitar problemas debería ser el mismo que el *filesystem* original. En este caso estamos presuponiendo que en estos momentos no llega a estar ocupado un 25 % del sistema original. Si el sistema de ficheros origen estuviera lleno deberíamos crear un *snapshot* también de 4 GB):

```
# lsblk /dev/sdb
NAME             MAJ:MIN RM  SIZE RO TYPE MOUNTPOINT
sdb                8:16   0    8G  0 disk
└─sdb1             8:17   0    8G  0 part
  └─volgroup-vol 253:2    0    4G  0 lvm  /mnt/extra

# lvcreate --size 1G -s -n vol_snap /dev/volgroup/vol
  Logical volume "vol_snap" created.
```

```
# lvdisplay
  --- Logical volume ---
  LV Path                /dev/volgroup/vol
  LV Name                vol
  VG Name                volgroup
  LV UUID                yJiHYl-onqI-QR6M-NK85-0Dr1-2Qre-Eu1LtB
  LV Write Access        read/write
  LV Creation host, time localhost.localdomain, 2016-07-11 13:18:09 +0200
  LV snapshot status     source of
                         vol_snap [active]
  LV Status              available
  # open                 1
  LV Size                4,00 GiB
  Current LE             1024
  Segments               1
  Allocation             inherit
  Read ahead sectors     auto
  - currently set to     256
  Block device           253:2

  --- Logical volume ---
  LV Path                /dev/volgroup/vol_snap
  LV Name                vol_snap
  VG Name                volgroup
  LV UUID                LCZqyU-aWb3-mwvV-8yzx-cS4t-KdAH-Jl31wy
  LV Write Access        read/write
  LV Creation host, time localhost.localdomain, 2016-07-11 13:26:01 +0200
  LV snapshot status     active destination for vol
  LV Status              available
  # open                 0
  LV Size                4,00 GiB
  Current LE             1024
  COW-table size         1,00 GiB
  COW-table LE           256
  Allocated to snapshot  0,00%
  Snapshot chunk size    4,00 KiB
  Segments               1
  Allocation             inherit
  Read ahead sectors     auto
  - currently set to     256
  Block device           253:5


# lsblk
NAME                   MAJ:MIN RM  SIZE RO TYPE MOUNTPOINT
sdb                      8:16   0    8G  0 disk
```

```
└─sdb1                    8:17   0    8G  0 part
  ├─volgroup-vol-real   253:3    0    4G  0 lvm
  │ ├─volgroup-vol      253:2    0    4G  0 lvm  /mnt/extra
  │ └─volgroup-vol_snap 253:5    0    4G  0 lvm
  └─volgroup-vol_snap-cow
                        253:4    0    1G  0 lvm
    └─volgroup-vol_snap 253:5    0    4G  0 lvm
```

Creamos punto de montaje y montamos el *snap*. En este caso puede incorporarse una opción de solo lectura *-ro*, si el objetivo es solo hacer una copia de seguridad; la opción *nouuid* es necesaria, sino *mount* no dejaría montar dos sistemas de archivos XFS que tienen el mismo *uuid*. Una alternativa es realizar el comando `xfs_admin -U generate /dev/volgroup/vol_snap` para generar un nuevo *uuid*, pero es recomendable utilizar la primera opción para evitar modificar el volumen de *snapshot*.

```
# mkdir /mnt/snap
# mount -o nouuid /dev/volgroup/vol_snap /mnt/snap

# lvs
  LV       VG       Attr       LSize  Pool Origin Data%  Meta%  Move Log Cpy%Sync Convert
  vol      volgroup owi-aos---  4,00g
  vol_snap volgroup swi-aos---  1,00g      vol    0,20

# lsblk
NAME                    MAJ:MIN RM  SIZE RO TYPE MOUNTPOINT
sdb                       8:16   0    8G  0 disk
└─sdb1                    8:17   0    8G  0 part
  ├─volgroup-vol-real   253:3    0    4G  0 lvm
  │ ├─volgroup-vol      253:2    0    4G  0 lvm  /mnt/extra
  │ └─volgroup-vol_snap 253:5    0    4G  0 lvm  /mnt/snap
  └─volgroup-vol_snap-cow
                        253:4    0    1G  0 lvm
    └─volgroup-vol_snap 253:5    0    4G  0 lvm  /mnt/snap
```

Ahora podemos realizar una copia de seguridad de nuestra partición aprovechando el *snapshot* creado (asumimos que la partición donde está */tmp* tiene espacio suficiente para esta copia de seguridad):

```
# tar -cvzf /tmp/backup_vol.tgz /mnt/snap
```

Cuando la copia de seguridad esté realizada podemos desmontar el *snapshot*, y quitarlo del sistema, para evitarnos la pérdida de prestaciones por mantener la copia original y el *snapshot* activos a la vez.

```
# umount /mnt/snap
# lvremove /dev/volgroup/vol_snap
```

```
Do you really want to remove active logical volume vol_snap? [y/n]: y
  Logical volume "vol_snap" successfully removed
```

Ahora realizamos una extensión del volumen *vol* para aumentar en 2G su tamaño:

```
# lvextend -L+2G /dev/volgroup/vol
Size of logical volume volgroup/vol changed from 4,00 GiB (1024 extents) to 6,00 GiB (1536 extents).
  Logical volume vol successfully resized.
```

Ahora podemos extender el sistema de archivos existente (en nuestro caso XFS) con:

```
# xfs_growfs /mnt/extra

# lsblk /dev/sdb
NAME             MAJ:MIN RM  SIZE RO TYPE MOUNTPOINT
sdb                8:16   0    8G  0 disk
└─sdb1             8:17   0    8G  0 part
  └─volgroup-vol 253:2    0    6G  0 lvm  /mnt/extra

# df -hT /mnt/extra
S.ficheros               Tipo Tamaño Usados  Disp Uso% Montado en
/dev/mapper/volgroup-vol xfs    6,0G    33M  6,0G   1% /mnt/extra
```

# 9. Software: actualización

Para la administración de instalación o actualización de software en nuestro sistema, vamos a depender en primera instancia del tipo de paquetes software que utilice nuestro sistema:

**Ved también**

En el apartado 1, "Herramientas básicas para el administrador", desarrollamos en profundidad estos conceptos.

- **RPM**: paquetes que utiliza la distribución Fedora/Red Hat (y derivadas). Se suelen manejar mediante el comando rpm. Contienen información de dependencias del software con otros. A alto nivel la utilidad principal de actualización es yum.

- **DEB**: paquetes de Debian, se suelen manejar con un conjunto de herramientas que trabajan a diferentes niveles con paquetes individuales o grupos. Entre estas, cabe mencionar *dselect, tasksel, dpkg, apt-get* y *aptitude*.

- **Tar**, o bien los tgz (también *tar.gz*): son puramente paquetes de ficheros unidos y comprimidos mediante comandos estándar como *tar* y *gzip* (se usan los mismos para la descompresión). Estos paquetes no contienen información de dependencias y pueden instalarse en diferentes lugares, si no es que llevan información de ruta (*path*) absoluta.

Para manejar estos paquetes existen varias herramientas gráficas, como RPM: *Kpackage;* DEB: *Synaptic, Gnome*-apt; Tgz: *Kpackage* o desde el propio gestor de ficheros gráficos (en Gnome o KDE). También suelen existir utilidades de conversiones de paquetes. Por ejemplo, en Debian tenemos el comando *alien,* que permite convertir paquetes RPM a DEB. Aunque hay que tomar las debidas precauciones para que el paquete, por tener una distribución destino diferente, no modifique algún comportamiento o fichero de sistema no esperado.

Dependiendo del uso de los tipos de paquetes o herramientas, la actualización o instalación de software de nuestro sistema se podrá producir de diferentes maneras:

**1)** Desde los propios CD de instalación del sistema. Todas las distribuciones buscan el software en sus CD. Pero hay que tener en cuenta que este software no sea antiguo y no incluya, por esta razón, algunos parches como actualizaciones, o nuevas versiones con más prestaciones, con lo cual, si se instala a partir de CD, es bastante común verificar después que no exista alguna versión más reciente disponible en los repositorios oficiales de la distribución, o en alternativos que proporcionen software adicional (siempre con las medidas de seguridad oportunas para establecer que sean repositorios de confianza).

**2)** Mediante servicios de actualización o búsqueda de software, ya sea de forma gratuita, como el caso de la herramienta *apt-get* de Debian, o yum/dnf en Fedora, o servicios de suscripción (de pago o con facilidades básicas), como el Red Hat Network de las versiones Red Hat comerciales.

**3)** Por repositorios de software que ofrecen paquetes de software preconstruidos para una distribución determinada.

**4)** Por el propio creador o distribuidor del software, que ofrece una serie de paquetes de instalación de su software. Podemos no encontrar el tipo de paquetes necesario para nuestra distribución.

**5)** Software sin empaquetamiento o con un empaquetamiento de solo compresión sin ningún tipo de dependencias.

**6)** solo código fuente, en forma de paquete o bien fichero comprimido.

En las actualizaciones basadas en puntos como 3, 4, 5 y 6, es imprescindible mantener cierta seguridad en la distribución, para asegurarse que son paquetes "oficiales", o de una fuente de reputación conocida, así como comprobar la autenticidad de los paquetes mediante firmas o comprobaciones de *hash*. Asimismo, es posible que los paquetes dispongan de actualizaciones frecuentes que tendremos que integrar periódicamente, por ejemplo, las diferentes correcciones o updates, relacionados con seguridad, con correcciones de vulnerabilidades detectadas.

Hay que recordar, además, que Snap/Flatpack, como nuevos formatos de empaquetado nos permitirían instalar paquetes de software en principio independientes de la distribución, y que podremos incorporar a cualquier distribución que soporte el sistema utilizado (sea Snappy o Flatpak). Cabrá esperar cuál es la evolución futura de estos sistemas de empaquetado "universal".

# 10. Trabajos no interactivos

En las tareas de administración, suele ser necesaria la ejecución a intervalos temporales de ciertas tareas, ya sea por programar las tareas para realizarlas en horarios de menor uso de la máquina, o bien por la propia naturaleza periódica de las tareas que se quieran desarrollar.

Para realizar este tipo de trabajos "fuera de horas", como servicios periódicos o programados, hay varios sistemas que nos permiten construir un tipo de agenda de tareas (planificación de ejecución de tareas):

- ***nohup***: es quizás el caso más simple utilizado por los usuarios. Les permite la ejecución de una tarea no interactiva una vez hayan salido de su cuenta. Al salir de la cuenta, el usuario pierde sus procesos, y *nohup* permite dejarlos en ejecución, a pesar de que el usuario se desconecte.

- ***at***: nos deja lanzar una acción para más tarde, programando un determinado instante en el que va a iniciarse, especificándose la hora (*hh:mm*) y fecha, o bien si se hará hoy (*today*) o mañana (*tomorrow*).

```
# at 10pm tarea
```

realizar la tarea a las diez de la noche.

```
# at 2am tomorrow tarea
```

realizar la tarea a las dos de la madrugada.

- ***cron***: permite establecer una lista de trabajos por realizar con su programación; esta configuración se guarda en */etc/crontab*. Concretamente, en cada entrada de este fichero tenemos: minutos y hora en que se va a efectuar la tarea, qué día del mes, qué mes, qué día de la semana, junto con qué (ya sea una tarea, o bien un directorio donde estarán las tareas a ejecutar).

De forma estándar, el contenido es parecido a:

```
25 6 * * * root test -e /usr/sbin/anacron ||
run-parts --report /etc/cron.daily
47 6 * * 7 root test -e /usr/sbin/anacron ||
run-parts --report /etc/cron.weekly
52 6 1 * * root test -e /usr/sbin/anacron ||
run-parts --report /etc/cron.monthl
```

donde se está programando que una serie de tareas van a hacerse: cada día ("*" indica "cualquiera"), semanalmente (el séptimo día de la semana), o mensualmente (el primero de cada mes). Los trabajos serían ejecutados por el comando *crontab,* pero el sistema *cron* supone que la máquina está siempre encendida. Si no es así, es mejor utilizar *anacron,* que verifica si la acción no se realizó cuando habría debido hacerlo, y la ejecuta. En cada línea del anterior fichero se verifica que exista el comando *anacron* y se ejecutan los *scripts* asociados a cada acción, que en este caso están guardados en unos directorios asignados para ello, los *cron*.

También pueden existir unos ficheros *cron.allow, cron.deny*, para limitar quién puede colocar (o no) trabajos en *cron*. Mediante el comando *crontab,* un usuario puede definir trabajos en el mismo formato que hemos visto antes, que se guardarán en */var/spool/cron/crontabs*. En algunos casos, existe también un directorio */etc/cron.d* donde se pueden colocar trabajos y que es tratado como si fuera una extensión del fichero */etc/crontab*. En algunas versiones, el sistema ya especifica sus trabajos periódicos de sistema directamente sobre subdirectorios del */etc* como *cron.hourly/, cron.daily/, cron.weekly y cron.montly/,* donde se colocan los trabajos de sistema que necesitan esta periodicidad.

En sistemas con arranque systemd, este ofrece *systemd-cron*, como un servicio basado en sus posibilidades de temporizadores y calendarios, que le permite usar los directorios estandard *cron.hourly*, *daily*, *monthly* y con *$ systemctl start crond.service* o *stop*, podemos arrancar o parar el servicio. Dependiendo de la distribución y el soporte de systemd, se utiliza esta capa de compatibilidad con el *cron* clásico, o pueden utilizarse la definición de *timers* propios de systemd, para crear tareas usando directamente systemd únicamente. Se recomienda consultar las páginas man de la distribución, referentes a systemd, *systemd.timer*, *cron* y *crond* para conocer los métodos habilitados.

# 11. Taller: prácticas combinadas de los apartados

Comenzaremos por examinar el estado general de nuestro sistema. Vamos a realizar los diferentes pasos en un sistema Debian. Aunque se trata de un sistema Debian, los procedimientos son en su mayor parte trasladables a otras distribuciones, como Fedora/Red Hat (mencionaremos algunos de los cambios más importantes). El hardware consiste en una antigua máquina Pentium 4 a 2.66Mhz con 768 MB y varios discos, DVD y grabador de CD, además de otros periféricos, pero ya iremos obteniendo esta información paso a paso.

En este caso particular hemos seleccionado una máquina bastante antigua para los estándares actuales, precisamente una de las versatilidades de GNU/Linux nos permite recuperar máquinas obsoletas (según otros entornos operativos), y convertirlas en funcionales para tareas determinadas: servidores de ficheros, impresoras, servidores web, *streaming* audio/vídeo, etc.

Veamos primero cómo ha arrancado nuestro sistema la última vez:

```
# uptime

17:38:22 up 2:46, 5 users, load average: 0.05, 0.03, 0.04
```

Este comando nos da el tiempo que lleva el sistema funcionando desde que se arrancó la última vez, 2 horas 46 minutos. En nuestro caso tenemos cinco usuarios. Estos no tienen por qué ser cinco usuarios diferentes, sino que serán las sesiones de usuario abiertas (por ejemplo, mediante un terminal). El comando *who* permite listar estos usuarios. El *load average* es la carga media del sistema en los últimos 1, 5 y 15 minutos.

Veamos el log del arranque del sistema (comando *dmesg*), las líneas que se iban generando en la carga del sistema (se han suprimido diferentes líneas por claridad):

```
Linux version 2.6.20-1-686 (Debian 2.6.20-2) (waldi@debian.org) (gcc version
4.1.2 20061115 (prerelease) (Debian 4.1.1-21)) #1 SMP Sun Apr 15 21:03:57 UTC
BIOS-provided physical RAM map:
 BIOS-e820: 0000000000000000 - 000000000009f800 (usable)
 BIOS-e820: 000000000009f800 - 00000000000a0000 (reserved)
 BIOS-e820: 00000000000ce000 - 00000000000d0000 (reserved)
 BIOS-e820: 00000000000dc000 - 0000000000100000 (reserved)
 BIOS-e820: 0000000000100000 - 000000002f6e0000 (usable)
 BIOS-e820: 000000002f6e0000 - 000000002f6f0000 (ACPI data)
 BIOS-e820: 000000002f6f0000 - 000000002f700000 (ACPI NVS)
 BIOS-e820: 000000002f700000 - 000000002f780000 (usable)
```

```
 BIOS-e820: 000000002f780000 - 0000000030000000 (reserved)
 BIOS-e820: 00000000ff800000 - 00000000ffc00000 (reserved)
BIOS-e820: 00000000fffffc00 - 0000000100000000 (reserved)
0MB HIGHMEM available.

759MB LOWMEM available.
```

Estas primeras líneas ya nos indican varios datos interesantes: la versión del *kernel* Linux es la 2.6.20-1-686, una versión 2.6 revisión 20 a revisión 1 de Debian, y para máquinas 686 (arquitectura Intel x86 32bits). Indica también que estamos arrancando un sistema Debian, con este *kernel* que fue compilado con un compilador GNU gcc versión 4.1.2. A continuación, existe un mapa de zonas de memoria usadas (reservadas) por la BIOS, y a continuación el total de memoria detectada en la máquina: 759 MB, a las que habría que sumar el primer 1 MB, total de 760 MB.

```
Kernel command line: BOOT_IMAGE=LinuxNEW ro root=302 lang=es acpi=force
Initializing CPU#0
Console: colour dummy device 80x25
Memory: 766132k/777728k available (1641k kernel code, 10968k reserved, 619k data,
208k init, 0k highmem)
Calibrating delay using timer specific routine.. 5320.63 BogoMIPS (lpj=10641275)
```

Aquí nos refiere cómo ha sido el arranque de la máquina, qué línea de comandos se le ha pasado al *kernel* (pueden pasarse diferentes opciones, por ejemplo desde el *lilo* o *grub*). Y estamos arrancando en modo consola de 80 x 25 caracteres (esto se puede cambiar). Los *BogoMIPS* son una medida interna del *kernel* de la velocidad de la CPU; hay arquitecturas donde es difícil detectar a cuántos Mhz o GHz funciona la CPU, y por eso se utiliza esta medida de velocidad. Después nos da más datos de la memoria principal, y nos dice para qué se está usando en este momento del arranque.

```
CPU: Trace cache: 12K uops, L1 D cache: 8K
CPU: L2 cache: 512K
CPU: Hyper-Threading is disabled
Intel machine check architecture supported.
Intel machine check reporting enabled on CPU#0.
CPU0: Intel P4/Xeon Extended MCE MSRs (12) available
CPU0: Intel(R) Pentium(R) 4 CPU 2.66GHz stepping 09
```

Además, nos proporciona datos varios de la CPU, el tamaño de las caché de primer nivel, caché interna CPU, L1 dividida en una *TraceCache* del Pentium4 (o *Instruction Cache*), y la caché de datos, y caché unificada de segundo nivel (*L2*), tipo de CPU, velocidad de esta y del bus del sistema.

```
PCI: PCI BIOS revision 2.10 entry at 0xfd994, last bus=3
Setting up standard PCI resources
```

```
...
NET: Registered protocol
IP route cache hash table entries: 32768 (order: 5, 131072 bytes)
TCP: Hash tables configured (established 131072 bind 65536)
checking if image is initramfs... it is
Freeing initrd memory: 1270k freed
fb0: VESA VGA frame buffer device
Serial: 8250/16550 driver $Revision: 1.90 $ 4 ports, IRQ sharing enabled
serial8250: ttyS0 at I/O 0x3f8 (irq = 4) is a 16550A
00:09: ttyS0 at I/O 0x3f8 (irq = 4) is a 16550A
RAMDISK driver initialized: 16 RAM disks of 8192K size 1024 blocksize
PNP: PS/2 Controller [PNP0303:KBC0,PNP0f13:MSE0] at 0x60,0x64 irq 1,12
i8042.c: Detected active multiplexing controller, rev 1.1.
serio: i8042 KBD port at 0x60,0x64 irq 1
serio: i8042 AUX0 port at 0x60,0x64 irq 12
serio: i8042 AUX1 port at 0x60,0x64 irq 12
serio: i8042 AUX2 port at 0x60,0x64 irq 12
serio: i8042 AUX3 port at 0x60,0x64 irq 12
mice: PS/2 mouse device common for all mice
```

Continúan las inicializaciones del *kernel* y dispositivos, menciona la inicialización de protocolos de red. Los terminales, los puertos serie *ttyS0* (sería el *com1*), *ttyS01* (el *com2*), da información de los discos RAM que usamos y detecta dispositivos PS2, teclado y ratón.

```
ICH4: IDE controller at PCI slot 0000:00:1f.1


   ide0: BM-DMA at 0x1860-0x1867, BIOS settings: hda:DMA, hdb:pio
   ide1: BM-DMA at 0x1868-0x186f, BIOS settings: hdc:DMA, hdd:pio
Probing IDE interface ide0...
hda: FUJITSU MHT2030AT, ATA DISK drive
ide0 at 0x1f0-0x1f7,0x3f6 on irq 14
Probing IDE interface ide1...
hdc: SAMSUNG CDRW/DVD SN-324F, ATAPI CD/DVD-ROM drive
ide1 at 0x170-0x177,0x376 on irq 15
SCSI subsystem initialized
libata version 2.00 loaded.
hda: max request size: 128KiB
hda: 58605120 sectors (30005 MB) w/2048KiB Cache, CHS=58140/16/63<6>hda: hw_config=600b
, UDMA(100)
hda: cache flushes supported
hda: hda1 hda2 hda3
kjournald starting. Commit interval 5 seconds
EXT3-fs: mounted filesystem with ordered data mode.
hdc: ATAPI 24X DVD-ROM CD-R/RW drive, 2048kB Cache, UDMA(33)
Uniform CD-ROM driver Revision: 3.20
```

```
Addinf 618492 swap on /dev/hda3.
```

Detección de dispositivos IDE, detecta el chip IDE en el bus PCI e informa de que está controlando dos dispositivos: *hda* y *hdc*, que son respectivamente un disco duro (fujitsu), un segundo disco duro, un DVD Samsung y una grabadora de CD (ya que en este caso se trata de una unidad combo). Indica particiones activas en el disco. Más adelante, detecta el sistema principal de ficheros de Linux, un *ext3* con *journal*, que activa y añade el espacio de *swap* disponible en una partición.

```
usbcore: registered new interface driver usbfs
usbcore: registered new interface driver hub
usbcore: registered new device driver usb
input: PC Speaker as /class/input/input1
USB Universal Host Controller Interface driver v3.0
hub 1-0:1.0: USB hub found
hub 1-0:1.0: 2 ports detected
uhci_hcd 0000:00:1d.1: UHCI Host Controller
uhci_hcd 0000:00:1d.1: new USB bus registered, assigned bus number 2
uhci_hcd 0000:00:1d.1: irq 11, io base 0x00001820
usb usb2: configuration #1 chosen from 1 choice
hub 2-0:1.0: USB hub found
hub 2-0:1.0: 2 ports detected
hub 4-0:1.0: USB hub found
hub 4-0:1.0: 6 ports detected
```

Más detección de dispositivos, USB en este caso (y los módulos que corresponden). Ha detectado dos dispositivos *hub* (con un total de 8 USB *ports*).

```
parport: PnPBIOS parport detected.
parport0: PC-style at 0x378 (0x778), irq 7, dma 1 [PCSPP,TRISTATE,COMPAT,EPP,ECP,DMA]
input: ImPS/2 Logitech Wheel Mouse as /class/input/input2
ieee1394: Initialized config rom entry `ip1394'
eepro100.c:v1.09j-t 9/29/99 Donald Becker
Synaptics Touchpad, model: 1, fw: 5.9, id: 0x2e6eb1, caps: 0x944713/0xc0000
input: SynPS/2 Synaptics TouchPad as /class/input/input3


agpgart: Detected an Intel 845G Chipset
agpgart: Detected 8060K stolen Memory
agpgart: AGP aperture is 128M
eth0: OEM i82557/i82558 10/100 Ethernet, 00:00:F0:84:D3:A9, IRQ 11.
Board assembly 000000-000, Physical connectors present: RJ45
e100: Intel(R) PRO/100 Network Driver, 3.5.17-k2-NAPI
usbcore: registered new interface driver usbkbd
Initializing USB Mass Storage driver...
usbcore: registered new interface driver usb-storage
USB Mass Storage support registered.
```

```
lp0: using parport0 (interrupt-driven).

ppdev: user-space parallel port driver
```

Y la detección final del resto de dispositivos: puerto paralelo, modelo de ratón, puerto *firewire* (ieee1394) tarjeta de red (Intel), un panel táctil, la tarjeta de vídeo AGP (i845). Más datos de la tarjeta de red una intel pro 100, registro de usb como *mass storage* (indica un dispositivo de almacenamiento por usb, como un disco externo) y detección del puerto paralelo.

Toda esta información que hemos visto mediante el comando *dmesg,* también la podemos encontrar volcada en el log principal del sistema */var/log/*messages. En este log, entre otros, encontraremos los mensajes del *kernel* y de los *daemons*, y errores de red o dispositivos, los cuales comunican sus mensajes a un *daemon* especial llamado *syslogd,* que es el encargado de escribir los mensajes en este fichero. Si hemos arrancado la máquina recientemente, observaremos que las últimas líneas contienen exactamente la misma información que el comando *dmesg,* por ejemplo, si nos quedamos con la parte final del fichero (suele ser muy grande):

```
tail 200 /var/log/messages
```

Observamos las líneas de antes, y también algunas informaciones más, como por ejemplo:

```
shutdown[13325]: shutting down for system reboot
kernel: usb 4-1: USB disconnect, address 3
kernel: nfsd: last server has exited
kernel: nfsd: unexporting all filesystems
kernel: Kernel logging (proc) stopped.
kernel: Kernel log daemon terminating.

exiting on signal 15
syslogd 1.4.1#20: restart.

kernel: klogd 1.4.1#20, log source = /proc/kmsg started.
Linux version 2.6.20-1-686 (Debian 2.6.20-2) (waldi@debian.org) (gcc version
4.1.2 20061115 (prerelease) (Debian 4.1.1-21)) #1 SMP Sun Apr 15 21:03:57

kernel: BIOS-provided physical RAM map:
```

La primera parte corresponde a la parada anterior del sistema; nos informa de que el *kernel* ha dejado de colocar información en */proc*, se está parando el sistema... Al principio del arranque nuevo, se activa el *daemon Syslogd* que genera el log y comienza la carga del sistema, que nos dice que el *kernel* comenzará a

escribir información en su sistema, */proc*. Vemos las primeras líneas de *dmesg* de mención de la versión que se está cargando de *kernel*, y luego encontraremos lo que hemos visto con *dmesg*.

En este punto, otro comando útil para saber cómo se ha producido la carga es *lsmod*, que nos permitirá saber qué módulos dinámicos se han cargado con el *kernel* (versión resumida):

```
# lsmod
Module            Size      Used by
nfs               219468    0
nfsd              202192    17
exportfs          5632      1 nfsd
lockd             58216     3 nfs,nfsd
nfs_acl           3616      2 nfs,nfsd
sunrpc            148380    13 nfs,nfsd,lockd,nfs_acl
ppdev             8740      0
lp                11044     0
button            7856      0
ac                5220      0
battery           9924      0
md_mod            71860     1
dm_snapshot       16580     0
dm_mirror         20340     0
dm_mod            52812     2 dm_snapshot,dm_mirror
i810fb            30268     0
vgastate          8512      1 i810fb
eeprom            7184      0
thermal           13928     0
processor         30536     1 thermal
fan               4772      0
udf               75876     0
ntfs              205364    0
usb_storage       75552     0
hid               22784     0
usbkbd            6752      0
eth1394           18468     0
e100              32648     0
eepro100          30096     0
ohci1394          32656     0
ieee1394          89208     2 eth1394,ohci1394
snd_intel8x0      31420     1
snd_ac97_codec    89412     1 snd_intel8x0
ac97_bus          2432      1 snd_ac97_codec
parport_pc        32772     1
snd               48196     6 snd_intel8x0,snd_ac97_codec,snd_pcm,snd_timer
ehci_hcd          29132     0
```

```
ide_cd            36672    0
cdrom             32960    1 ide_cd
soundcore         7616     1 snd
psmouse           35208    0
uhci_hcd          22160    0
parport           33672    3 ppdev,lp,parport_pc
intelfb           34596    0
serio_raw         6724     0
pcspkr            3264     0
pci_hotplug       29312    1 shpchp
usbcore           122312   6 dvb_usb,usb_storage,usbkbd,ehci_hcd,uhci_hcd
intel_agp         22748    1
agpgart           30504    5 i810fb,drm,intelfb,intel_agp
ext3              121032   1
jbd               55368    1 ext3
ide_disk          15744    3
ata_generic       7876     0
ata_piix          15044    0
libata            100052   2 ata_generic,ata_piix
scsi_mod          133100   2 usb_storage,libata
generic           4932     0 [permanent]
piix              9540     0 [permanent]
ide_core          114728   5 usb_storage,ide_cd,ide_disk,generic,piix
```

Vemos que disponemos de los controladores para el hardware que hemos detectado, y de otros relacionados o necesarios por dependencias.

Ya tenemos, pues, una idea de cómo se han cargado el *kernel* y sus módulos. En este proceso puede que ya hubiésemos observado algún error; si hay hardware mal configurado o módulos del *kernel* mal compilados (no eran para la versión del *kernel* adecuada), inexistentes, etc.

El paso siguiente será la observación de los procesos en el sistema, con el comando *ps* (Process Status), por ejemplo (solo se han listado los procesos de sistema, no los de los usuarios):

```
#ps -ef

UID PID PPID C STIME TTY TIME CMD
```

Información de los procesos, *UID*, usuario que ha lanzado el proceso (o con qué identificador se ha lanzado), *PID*, código del proceso asignado por el sistema, son consecutivos a medida que se lanzan los procesos. El primero siempre es el 0, que corresponde al proceso de *init*. *PPID* es el id del proceso padre del actual. *STIME*, tiempo en que fue arrancado el proceso, *TTY*, terminal asignado al proceso (si tiene alguno), *CMD*, línea de comando con que fue lanzado.

```
root     1    0 0 14:52 ?     00:00:00 init [2]
root     3    1 0 14:52 ?     00:00:00 [ksoftirqd/0]
root    143   6 0 14:52 ?     00:00:00 [bdflush]
root    145   6 0 14:52 ?     00:00:00 [kswapd0]
root    357   6 0 14:52 ?     00:00:01 [kjournald]
root    477   1 0 14:52 ?     00:00:00 udevd --daemon
root    719   6 0 14:52 ?     00:00:00 [khubd]
```

Varios *daemons* de sistema, como *kswapd daemon*, que controla el intercambio de páginas con memoria virtual. Gestión de *buffers* del sistema (*bdflush*). Gestión de *journal* de *filesystem* (*kjournald*), gestión de USB (*khubd*). O el demonio de *udev* que controla la conexión en caliente de dispositivos. En general (no siempre) los *daemons* suelen identificarse por una *d* final, y si llevan un *k* inicial, normalmente son hilos (*threads*) internos del *kernel*.

```
root    1567  1 0 14:52 ?     00:00:00 dhclient -e -pf ...
root    1653  1 0 14:52 ?     00:00:00 /sbin/portmap
root    1829  1 0 14:52 ?     00:00:00 /sbin/syslogd
root    1839  1 0 14:52 ?     00:00:00 /sbin/klogd -x
root    1983  1 0 14:52 ?     00:00:09 /usr/sbin/cupsd
root    2178  1 0 14:53 ?     00:00:00 /usr/sbin/inetd
```

Tenemos: *dhclient*, lo que indica que esta máquina es cliente de un servidor DHCP, para obtener su IP; *Syslogd*, *daemon* que envía mensajes al log; el *daemon* de *cups*, como vimos, está relacionado con el sistema de impresión; e *inetd*, que, como veremos en la parte de redes, es una especie de "superservidor" o intermediario de otros *daemons* relacionados con servicios de red.

```
root      2154  1 0 14:53 ?     00:00:00 /usr/sbin/rpc.mountd
root      2241  1 0 14:53 ?     00:00:00 /usr/sbin/sshd
root      2257  1 0 14:53 ?     00:00:00 /usr/bin/xfs -daemon
root      2573  1 0 14:53 ?     00:00:00 /usr/sbin/atd
root      2580  1 0 14:53 ?     00:00:00 /usr/sbin/cron
root      2675  1 0 14:53 ?     00:00:00 /usr/sbin/apache
www-data  2684 2675 0 14:53 ?   00:00:00 /usr/sbin/apache
www-data  2685 2675 0 14:53 ?   00:00:00 /usr/sbin/apache
```

También está *sshd*, servidor de acceso remoto seguro (una versión mejorada que permite servicios compatibles con telnet y ftp); *xfs* es el servidor de fuentes (tipos de letra) de X Window. Los comandos *atd* y *cron* sirven para manejar tareas programadas en un momento determinado. Apache es el servidor web, que puede tener varios hilos activos (*threads*) para atender diferentes peticiones.

```
root    2499 2493 0 14:53 ?         00:00:00 /usr/sbin/gdm
root    2502 2499 4 14:53 tty7      00:09:18 /usr/bin/X :0 -dpi 96 ...
root    2848   1  0 14:53 tty2      00:00:00 /sbin/getty 38400 tty2
```

```
root    2849   1  0 14:53 tty3      00:00:00 /sbin/getty 38400 tty3
root    3941 2847 0 14:57 tty1      00:00:00 -bash
root    16453 12970 0 18:10 pts/2   00:00:00 ps -ef
```

Así, *gdm* es el login gráfico del sistema de escritorio Gnome (la entrada que nos pide el *login* y contraseña); los procesos *getty* son los que gestionan los terminales virtuales de texto (los que podemos ver con las teclas Alt+Fn, o Ctrl +Alt+Fn si estamos en modo gráfico); *X* es el proceso de servidor gráfico de X Window System, imprescindible para que se ejecute cualquier entorno de escritorio por encima de él. Un *shell* abierto (*bash*), y finalmente el proceso que hemos generado al pedir este *ps* desde la línea de comandos.

El comando *ps* tiene muchas opciones de línea de comandos para ajustar la información que queremos de cada proceso, ya sea tiempo que hace que se ejecuta, porcentaje de CPU usado, memoria utilizada, etc. (ved man de *ps*). Otro comando muy interesante es *top*, que hace lo mismo que *ps* pero de forma dinámica; se actualiza cada cierto intervalo; podemos clasificar los procesos por uso de CPU, de memoria, y también nos da información del estado de la memoria global.

**Nota**

Ver man de los comandos para interpretar las salidas.

Otros comandos útiles para uso de recursos son *free* y *vmstat*, que nos dan información sobre la memoria utilizada y el sistema de memoria virtual:

```
# free
             total       used       free     shared    buffers     cached
Mem:        767736     745232      22504          0      89564     457612
-/+ buffers/cache:     198056     569680
Swap:       618492       1732     616760

# vmstat
procs -----------memory----------   ---swap-- -----io-- --system-- ----cpu----
r  b   swpd free     buff     cache   si so bi bo    in   cs us sy   id wa
1  0   1732 22444    89584    457640 0  0  68 137   291  418 7 1    85 7
```

En el comando *free* también se puede observar el tamaño del *swap* presente, aproximadamente de unas 600 MB, que de momento no se está usando intensamente por tener suficiente espacio de memoria física. Todavía quedan unas 22 MB libres (lo que indica una alta utilización de la memoria física y un uso de *swap* próximamente). El espacio de memoria y el *swap* (a partir de los *kernels* 2.4) son aditivos para componer el total de memoria del sistema, haciendo en este caso un total de 1,4 GB de memoria disponible.

# Actividades

**1.** Haced una lectura básica del estándar FHS, que nos servirá para tener una buena guía a la hora de buscar archivos por nuestra distribución.

**Nota**

Ver FHS en:

http://www.pathname.com/fhs

**2.** Para los paquetes RPM, ¿cómo haríais algunas de las siguientes tareas?

**a)** Conocer qué paquete instaló un determinado comando.

**b)** Obtener la descripción del paquete que instaló un comando.

**c)** Borrar un paquete cuyo nombre completo no conocemos.

**d)** Mostrar todos los archivos que estaban en el mismo paquete que un determinado archivo.

**3.** Efectuad las mismas tareas que en la actividad anterior, pero para paquetes Debian, usando herramientas *APT*.

**4.** Actualizad una distribución Debian (o Fedora).

**5.** Instalad en nuestra distribución alguna herramienta genérica de administración, como *Webmin*. ¿Qué nos ofrece? ¿Es fácil comprender las tareas ejecutadas y los efectos que provocan?

**6.** El espacio de *swap* permite complementar la memoria física para disponer de mayor memoria virtual. Dependiendo de los tamaños de memoria física y *swap*, ¿puede llegar a agotarse la memoria? ¿Podemos solucionarlo de otro modo, que no sea añadiendo más memoria física?

**7.** Supongamos que tenemos un sistema con dos particiones Linux, una */* y la otra de *swap*. ¿Cómo solucionaríais el caso de que las cuentas de los usuarios agotasen el espacio de disco? Y en el caso de tener una partición */home* aislada que se estuviera agotando, ¿cómo lo solucionaríais?

**8.** Instalad el sistema de impresión CUPS, definid nuestra impresora para que funcione con CUPS y probad la administración vía interfaz web. Tal como está el sistema, ¿sería recomendable modificar de algún modo la configuración que trae por defecto CUPS? ¿Por qué?

**9.** Analizad el sistema Upstart, o systemd, presentes en una distribución Debian, Ubuntu o Fedora. ¿Qué eventos y *jobs* trae predefinidos? ¿Hay compatibilidad con el *init* de SystemV (*sysvinit*)?

**10.** Examinad la configuración por defecto que traiga el sistema GNU/Linux de trabajos no interactivos por *cron* (o systemd-cron). ¿Qué trabajos y cuándo se están realizando? ¿Alguna idea para nuevos trabajos que haya que añadir?

**11.** Reproducid el análisis del taller (más los otros apartados de la unidad) sobre una máquina disponible; ¿se observan en el sistema algunos errores o situaciones anómalas? En tal caso, ¿cómo orientamos su resolución?

# Bibliografía

**[Bai03] Bailey, E. C.** (2003). RedHat Maximum RPM. Ofrece una amplia visión de los sistemas de paquetes de software de las distribuciones Debian y Fedora/Red Hat.

**[Bas] Mike, G.** "BASH Programming - Introduction HOWTO". *The Linux Documentation Project*.Ofrece una amplia introducción (y conceptos avanzados) a la programación de *shell scripts* en *bash*, así como numerosos ejemplos.

**[Coo] Cooper, M.** (2006). "Advanced bashScripting Guide". *The Linux Documentation Project* (guías). Ofrece una amplia introducción (y conceptos avanzados) a la programación de *shell scripts* en *bash*, así como numerosos ejemplos.

**[Deb] Debian.** "Sitio Seguridad de Debian". Ofrece una amplia visión de los sistemas de paquetes de software de las distribuciones Debian y Fedora/Red Hat.

**[Debb] Comunidad Debian.** "Distribución Debian".

**[Fed] The Fedora Project.** <http://fedoraproject.org>

**[Fri02] Frisch, A.** (2002). *Essential System Administration*. O'Reilly. Administración de GNU/Linux y UNIX. Comenta de forma amplia aspectos de administración local y gestión de sistemas de impresión.

**[Gt] Taylor, G.; Allaert, D.** "The Linux Printing HOWTO". *The Linux Documentation Project*. Ofrece información actualizada de los sistemas de impresión y su configuración, así como detalles de algunas impresoras. Para detalles concretos de modelos de impresora y controladores, podéis dirigiros a <http://www.linuxprinting.org/>

**[Hin00] Hinner, M.** "Filesystems HOWTO". *The Linux Documentation Project*. Información sobre los diferentes sistemas de ficheros disponibles y los esquemas de creación de particiones para la instalación del sistema.

**[Koe] Koehntopp, K.** "Linux Partition HOWTO". *The Linux Documentation Project*. Información sobre los diferentes sistemas de ficheros disponibles y los esquemas de creación de particiones para la instalación del sistema.

**[Lin04b]** (2004). *Filesystem Hierarchy Standard (FHS)*. http://www.pathname.com/fhs

**[Lin11c] Linux Standard Base** (specifications Archive).

**[Linc] Linux Standards Base project.** <http://www.linux-foundation.org/en/LSB>

**[Mor03] Morill, D.** (2003). *Configuración de sistemas Linux*. Anaya Multimedia.

**[Nem06] Nemeth, E.; Snyder, G.; Hein, T. R.** (2006). "Linux Administration Handbook" (2.ª ed.). Prentice Hall. Trata de forma amplia la mayoría de aspectos de administración y es una buena guia genérica para cualquier distribución.

**[Pow12] Powell, Howard** (2012). "ZFS and Btrfs: a Quick introduction to Modern Filesystems". *Linux Journal* (issue 218, pág. 104-111).

**[Qui01] Quigley, E.** (2001). *Linux shells by Example*. Prentice Hall. Comenta los diferentes *shells* de programación en GNU/Linux, así como sus semejanzas y diferencias.

**[Sob10] Sobell, M. G.** (2010). *A Practical Guide to Fedora and Red Hat Enterprise Linux*. Prentice Hall. Es una buena guía de administración local para distribuciones Red Hat y Fedora.

**[SM02] Schwartz, M. y otros** (2002). *Multitool Linux - Practical Uses for Open Source Software*. Addison Wesley.

**[Smi02] Smith, R.** (2002). *Advanced Linux Networking*. Addison Wesley. Administración de GNU/Linux y UNIX. Comenta de forma amplia aspectos de administración local y gestión de sistemas de impresión.

**[Soy12] Soyinka, W.** (2012). *Linux Administration. A Beginner's Guide* (6th Edition). McGraw Hill.

**[Stu] Stutz, M.** "The Linux Cookbook: Tips and Techniques for Everyday Use". *The Linux Documentation Project* (guías). Es una amplia introducción a las herramientas disponibles en GNU/Linux.

**[War13] Ward, Allan** (2013). "How To Use the Logic Volume Manager". *Full Circle Magazine* (issue #80, pág. 12-18).

**[Wm02] Welsh, M. y otros** (2002). *Running Linux 4th edition*. O'Reilly. Administración de GNU/Linux y UNIX. Comenta de forma amplia aspectos de administración local y gestión de sistemas de impresión.

# Administración de red

Remo Suppi Boldrito

PID_00238583

Universitat Oberta de Catalunya

*Se garantiza permiso para copiar, distribuir y modificar este documento según los términos de la GNU Free Documentation License, Version 1.3 o cualquiera posterior publicada por la Free Software Foundation, sin secciones invariantes ni textos de cubierta delantera o trasera. Pueden consultarse los términos de la licencia en http://www.gnu.org/licenses/fdl-1.3.html.*

# Índice

**Introducción**..... 5

**1. Introducción a TCP/IP (TCP/IP suite)**..... 7
1.1. Servicios sobre TCP/IP ..... 7
1.2. ¿Qué es TCP/IP? ..... 11
1.3. Dispositivos físicos (*hardware*) de red ..... 13

**2. Conceptos en TCP/IP**..... 16

**3. ¿Cómo se asigna una dirección Internet?**..... 20
3.1. IPv4 ..... 20
3.2. IPv6 ..... 22
3.3. Subredes y encaminamiento (*routing*) ..... 23

**4. ¿Cómo se debe configurar la red?**..... 27
4.1. Configuración de la interfaz (NIC) ..... 27
4.1.1. Configuraciones avanzadas de la red ..... 31
4.1.2. Configuración de la red en IPv6 ..... 33
4.1.3. Configuración de red en (estilo) Fedora ..... 34
4.1.4. Configuración de una red Wi-Fi (inalámbrica) ..... 35
4.2. Configuración del name resolver ..... 37
4.2.1. Ejemplo de */etc/resolv.conf*..... 37
4.2.2. El archivo *host.conf*..... 38
4.2.3. El archivo */etc/hosts*..... 39
4.3. Configuración del *routing*..... 40
4.4. Configuración de servicios ..... 43
4.4.1. Configuración de inetd ..... 43
4.4.2. Configuración del xinetd ..... 45
4.5. Configuración adicional: protocolos y *networks*..... 48
4.6. Aspectos de seguridad ..... 48
4.7. Opciones del IP ..... 49
4.8. Comandos para la solución de problemas con la red ..... 50

**5. Configuración del DHCP**..... 53
5.1. DHCP: cliente y servidor ..... 53
5.2. DHCP Relay ..... 54

**6. Múltiples IP sobre una interfaz**..... 56

**7. IP *Network Address Translation* (NAT)**..... 58

**8. Udev - *Linux dynamic device management*** ..... 61

**9. *Bridging*** ..... 62

**10. Sistema de nombres de dominio (*Domain Name System, DNS*)** ..... 63
10.1. Servidor de nombres caché ..... 63
10.2. Configuración de un dominio propio ..... 66
10.3. Otros DNS ..... 71

**11. NIS (YP)** ..... 75
11.1. Configuración del servidor ..... 75
11.2. Configuración del cliente ..... 77
11.3. ¿Qué recursos se deben especificar para utilizar el NIS? ..... 78

**12. Servicios de conexión remota: telnet y ssh** ..... 80
12.1. Telnet y telnetd ..... 80
12.2. SSH, *Secure shell* ..... 81
12.2.1. ssh ..... 81
12.2.2. sshd ..... 82
12.2.3. Túnel sobre SSH ..... 83
12.3. VPN SSL (vía tun driver) ..... 84
12.4. Túneles encadenados ..... 85

**13. Servicios de transferencia de ficheros: FTP** ..... 87
13.1. Cliente ftp (convencional) ..... 87
13.2. Servidores FTP ..... 88

**14. Servicios de archivos (NFS, *Network File System*)** ..... 90

**15. OpenLdap (Ldap)** ..... 92

**16. *Virtual private network* (VPN)** ..... 97
16.1. Instalación y prueba en modo *raw* ..... 97
16.2. VPN con intercambio de llaves estáticas ..... 99
16.3. VPN con TLS ..... 101

**17. Configuraciones avanzadas y herramientas** ..... 105

**Actividades** ..... 113

**Bibliografía** ..... 114

**Anexo** ..... 116

# Introducción

**TCP/IP**

V. Cerf *et al.* (1976) en su documento original "Specification of Internet Transmission Control Program" utiliza por primera vez las siglas TCP.

El sistema operativo UNIX (GNU/Linux) se toma como ejemplo de una arquitectura de comunicaciones estándar. Desde el mítico UUCP (servicio de copia entre sistemas operativos UNIX) hasta las redes actuales, UNIX siempre ha mostrado su versatilidad en aspectos relacionados con la comunicación y el intercambio de información. Con la introducción de redes de ordenadores (área local LAN, área amplia WAN o las más actuales, área metropolitana MAN) ofreciendo enlaces multipunto a diferentes velocidades (56kbits/seg hasta 1/10Gbit/seg), han ido surgiendo nuevos servicios basados en protocolos más rápidos, portables entre diferentes ordenadores y mejor adaptados, como el TCP/IP [*transport control program (capa 4 del modelo OSI)/ internet protocol* (capa 3 del modelo OSI)].

Muchos cambios se han producido en los últimos años con el incremento de dispositivos conectados a Internet (que ha tenido un crecimiento exponencial y se han agotado las direcciones de dispositivos IPv4), derivados de la proliferación de teléfonos inteligentes (*smartphones*), tabletas (pero también televisores, consolas de video juegos, coches, etc.), así como las necesidades de ancho de banda que han provocado evoluciones que todavía tardarán algunos años en estabilizarse.

Entre ellas, la más directa es el cambio de protocolo IP que será en su versión 6 (IPv6) y que obligará a cambiar todos los sistemas a los operadores y usuarios para admitir este nuevo protocolo de conexión (y que no es compatible con el anterior si bien pueden coexistir en forma segmentada y a través de puentes de interconexión).

El otro concepto significativo en los entornos de las comunicaciones es el de *Internet de las cosas* ('*Internet of Things*'), que se atribuye a Auto-ID Labs (http://www.autoidlabs.org) con base en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, MIT. La idea es muy simple (si bien su aplicación puede resultar compleja): si todos los artículos (ropa, alimentos, libros, coches, neveras, etc.) tuvieran un dispositivo de identificación y fuera posible su seguimiento remoto, la vida cotidiana de los seres humanos del planeta se transformaría. Esto implicaría que cada artículo podría ser identificado y gestionado remotamente con notables avances en determinados campos pero con muchas incertezas, por otro lado. Por ejemplo, ya no tendríamos que pasar todos los productos por un lector de código de barras en un supermercado para luego volverlos a poner en el carro durante la compra, pero al instante se podría tener información sobre los hábitos de consumo de una persona identificada (por ejemplo, por

su tarjeta de crédito durante el pago), terminaríamos con los artículos desaparecidos pero podríamos tener el seguimiento *on line* del mismo o saber qué hace una persona que lleva unos zapatos con conectividad a la red.

La base de IofT está en IPv6 para poder identificar estos objetos (algo que no se puede hacer con IPv4) y poder codificar entre 100 a 100.000 millones de objetos, así como seguir su movimiento. De acuerdo a los datos de las grandes consultoras en el 2020 habrá entre 25.000 y 30.000 millones de dispositivos conectados a Internet y será necesario desarrollar nuevas tecnologías (o hacer evolucionar las actuales), además de Wi-Fi, Bluetooth, RDFI, NFC, HSDPA como por ejemplo ZigBee, UWB, etc. (las llamadas PAN –Personal Area Network–, para lo cual hay un grupo de trabajo IEEE 802.15 especializado en *wireless personal area networks*, WPAN) para que consuman menos energía y la comunicación sea efectiva. [HeMa, LeCe, daCos, Com, Mal, Cis, Gar, KD].

# 1. Introducción a TCP/IP (TCP/IP suite)

El protocolo TCP/IP sintetiza un ejemplo de estandarización y una voluntad de comunicación a nivel global.

El protocolo TCP/IP es en realidad un conjunto de protocolos básicos que se han ido agregando al principal para satisfacer las diferentes necesidades en la comunicación ordenador-ordenador como son TCP, UDP, IP, ICMP, ARP. [Mal96]

La utilización más frecuente de TCP/IP para el usuario en la actualidad son la conexión remota a otros ordenadores (telnet, SSH[1]), la utilización de ficheros remotos (NFS[2]) o su transferencia (FTP[3], HTTP[4]).

(1)Del inglés *secure shell*.

(2)Del inglés *network file system*.

(3)Del inglés *file transfer protocol*.

(4)Del inglés *hipertext markup protocol*.

## 1.1. Servicios sobre TCP/IP

Los servicios TCP/IP tradicionales (y que hoy en día continúan existiendo o han evolucionado) más importantes son [Gar98]:

**a) Transferencia de archivos**: el FTP permite a un usuario de un ordenador obtener/enviar archivos de un ordenador hacia otro ordenador. Para ello, el usuario deberá tener una cuenta, en el ordenador remoto, identificarse a través de su nombre (*login*) y una palabra clave (*password*) o en ordenadores donde existe un repositorio de información (software, documentación...), el usuario se conectará como anónimo (*anonymous*) para transferir (leer) estos archivos a su ordenador. Esto no es lo mismo que los más recientes sistemas de archivos de red, NFS (o protocolos *netbios* sobre tcp/ip), que permiten virtualizar el sistema de archivos de una máquina para que pueda ser accedido en forma interactiva sobre otro ordenador. Hoy en día es un protocolo poco utilizado ya que protocolos como WebDAV sobre http han permitido que la transferencia de archivos se realice de forma más simple y sin aplicaciones específicas más allá de un navegador y un servidor de http.

**b) Conexión (*login*) remota**: el protocolo de terminal de red (telnet) permite a un usuario conectarse a un ordenador remotamente. El ordenador local se utiliza como terminal del ordenador remoto y todo es ejecutado sobre este permaneciendo el ordenador local invisible desde el punto de vista de la sesión. Este servicio en la actualidad se ha reemplazado por el SHH por razones de seguridad. En una conexión remota mediante telnet, los mensajes circulan tal cual (texto plano), o sea, si alguien "observa" los mensajes en la red, equivaldrá a mirar la pantalla del usuario. SSH codifica la información (que significa un coste añadido a la comunicación), que hace que los paquetes en la red sean

ilegibles a un observador extraño. Con la mejora de las velocidades de red y de los procesadores de los dispositivos no tiene prácticamente impacto sobre la comunicación, en cambio, es extremadamente necesario cuando se envía información confidencial o se desea mantener la privacidad.

**Utilización típica de *TCP/IP remote login***

Hoy en día el *telnet* ha sido sustituido por *ssh*, ya que es inseguro:

**ssh remote_host**

```
GNU/Linux 4.4.0-31-generic x86_64
Last Login: Fri Sep 30 08:00:03 2016 from sys.nteum.org
$
```

**c) eMail**: este servicio permite enviar mensajes a los usuarios de otros ordenadores. Este modo de comunicación se ha transformado en un elemento vital en la vida de los usuarios y permiten que los *e-mails* (correos electrónicos) sean enviados a un servidor central para que después puedan ser recuperados por medio de programas específicos (clientes) o leídos a través de una conexión web.

El avance de la tecnología y el bajo coste de los ordenadores han permitido que determinados servicios se hayan especializado en ello y se ofrecen configurados sobre determinados ordenadores trabajando en un modelo cliente-servidor. Un servidor es un sistema que ofrece un servicio específico para el resto de la red. Un cliente es otro ordenador que utiliza este servicio. Todos estos servicios generalmente son ofrecidos dentro de TCP/IP:

- **Sistemas de archivos en red** (NFS): permite a un sistema acceder a los archivos sobre un sistema remoto en una forma más integrada que FTP. Los dispositivos de almacenamiento (o parte de ellos) son exportados hacia el sistema que desea acceder y este los puede "ver" como si fueran dispositivos locales. Este protocolo permite a quien exporta poner las reglas y las formas de acceso, lo que (bien configurado) hace independiente el lugar donde se encuentra la información físicamente del sitio donde se "ve" la información.

- **Impresión remota**: permite acceder a impresoras conectadas a otros ordenadores.

- **Ejecución remota**: permite que un usuario ejecute un programa sobre otro ordenador. Existen diferentes maneras de realizar esta ejecución: o bien a través de un comando (*rsh*, ssh, *rexec*) o a través de sistemas con RPC[5] que permiten a un programa en un ordenador local ejecutar una función de un programa sobre otro ordenador. Los mecanismos RPC han sido objeto de estudio y existen diversas implementaciones, pero las más comunes son Xerox's Courier y Sun's RPC (esta última adoptada por la mayoría de los UNIX).

(5)Del inglés *remote procedure call.*

- **Servidores de nombre** (*name servers*): en grandes instalaciones existen un conjunto de datos que necesitan ser centralizados para mejorar su utilización, por ejemplo, nombre de usuarios, palabras clave, direcciones de red, etc. Todo ello facilita que un usuario disponga de una cuenta para todas las máquinas de una organización. Por ejemplo, Sun's Yellow Pages (NIS en las versiones actuales de *Sun*) está diseñado para manejar todo este tipo de datos y se encuentra disponible para la mayoría de UNIX. El DNS[6] es otro servicio de nombres pero que guarda una relación entre el nombre de la máquina y la identificación lógica de esta máquina (dirección IP).

- **Servidores de terminales gráficas** (*network-oriented window systems*): permiten que un ordenador pueda visualizar información gráfica sobre un display que está conectado a otro ordenador. El más común de estos sistemas en GNU/Linux es X Window y funciona a través de un *display manager* (dm) o en el caso de sistemas Windows® los *terminal Services* (ahora conocidos como *Remote Desktop Services*) permiten a un usuario acceder a las aplicaciones y datos almacenados en otro ordenador mediante la red.

[6]Del inglés *domain name system.*

No obstante, en la última década han proliferado los servicios que se ofrecen en TCP/IP para dar respuesta a las necesidades tanto de los usuarios individuales como a los servicios de grandes instalaciones. Entre los más importantes para sistemas *nix podemos enumerarlos siguientes:

- **autofs, amd**. Montado automático de discos por la red.

- **arpwatch**. Base de datos sobre las direcciones físicas de los controladores Ethernet (direcciones MAC) que se ven en una red y las direcciones lógicas asociadas a ella (IP).

- **audit**. Permite guardar información remota con fines de auditoría.

- **bluetooth**. Comunicaciones a través del protocolo del mismo nombre.

- **bootparamd/tftp**. Permite a máquinas sin disco obtener los parámetros de red y SO.

- **cups**. Servicio de impresión por red.

- **cvs/subversion**. Sistema de versiones concurrentes.

- **inetd/xinetd**. *Superdaemon* de red que centraliza un conjunto de servicios y aplica filtros.

- **imap/pop**. Servicio de *Internet Message Access Protocol* para el acceso al sistema de correo remoto.

**Nota**

En este apartado describiremos los protocolos/servicios habituales y el resto quedarán para la siguiente asignatura (*Administración Avanzada Gnu/Linux*).

- **dhcp**. *Dynamic Host Configuration* provee de información sobre parámetros de la red a clientes en una subred.

- **firewall**. *Packet Filtering firewall* utilizado para gestionar y filtrar todos los paquetes IP en el *kernel* de Linux (por ejemplo, iptables/shorewall).

- **heartbeat**. *High Availability Services* para incrementar la redundancia en servicios críticos.

- **http**. Servicio que implementa el protocolo http (y otros) para la gestión de servicios web.

- **ipmi**. Gestión remota de máquinas a través de OpenIPMI.

- **ipsec**, **kerberos**, **ssl/ssh**. Protocolos/servicios para permitir comunicaciones codificadas y su autentificación.

- **iscsi**. Gestión y acceso a discos vía el protocol iSCSI sobre una red.

- **ldap**. *Lightweight Directory Access Protocol*, provee servicios de acceso a información en redes de gran tamaño.

- **named**. *Domain Name System* (por ejemplo, bind).

- **netdump**. Envío de información sobre la red para situaciones de diagnóstico cuando un *kernel* deja de funcionar.

- **netfs/nfs/smb**. Montado de disco en red: *Network File System* (NFS), Windows (SMB).

- **ntalk**. Servicio de chat.

- **ntpd**. Servicios de sincronización de relojes.

- **portmap**. *DARPA2RPC- number-mapper* utilizado por *Remote Procedure Call* (RPC) en protocolos como NFS.

- **proxy**. Servicios de *Proxy Caching Server* para http y ftp (por ejemplo, squid).

- **rsync**. *Remote Synchronization* para servicios de resguardo de archivos (*backups*).

- **snmpd**. Implementa *Simple Network Management Protocol* para obtener información/gestionar dispositivos conectados a un red.

- **sqld**. Servicio de bases de datos por red (por ejemplo, mysqld/postgresqld).
- **vncserver**. Servicio para *Virtual Network Computing* y utilización de *Remote Desktop Sharing*.
- **ypbind/ypserv**. Servicios que implementan NIS en sistemas GNU/Linux.
- **zeroconf DNS**. Publica y obtiene información de la red cuando no existe un servicio de DNS (por ejemplo, mdnsresponder).

## 1.2. ¿Qué es TCP/IP?

TCP/IP son en realidad dos protocolos de comunicación entre ordenadores independientes uno del otro.

Por un lado, TCP[7], define las reglas de comunicación para que un ordenador (*host*) pueda 'hablar' con otro (si se toma como referencia el modelo de comunicaciones OSI/ISO se describe la capa 4, ver tabla siguiente). TCP es orientado a conexión, es decir, equivalente a un teléfono, y la comunicación se trata como un flujo de datos (*stream*).

(7)Del inglés *transmission control protocol*.

Por otro lado, IP[8], define el protocolo que permite identificar las redes y establecer los caminos entre los diferentes ordenadores. Es decir, encamina los datos entre dos ordenadores a través de las redes. Corresponde a la capa 3 del modelo OSI/ISO y es un protocolo sin conexión (ver tabla siguiente). [Com01, Rid00, Dra99]

(8)Del inglés *internet protocol*.

Una alternativa al TCP la conforma el protocolo UDP[9], el cual trata los datos como un mensaje (*datagrama*) y envía paquetes. Es un protocolo sin conexión[10] y tiene la ventaja de que ejerce una menor sobrecarga en la red que las conexiones de TCP, pero la comunicación no es fiable (los paquetes pueden no llegar o llegar duplicados).

(9)Del inglés *user datagram protocol*.

(10)El ordenador destino no debe necesariamente estar escuchando cuando un ordenador establece comunicación con él.

Existe otro protocolo alternativo llamado ICMP[11]. ICMP se utiliza para mensajes de error o control. Por ejemplo, si uno intenta conectarse a un equipo (*host*), el ordenador local puede recibir un mensaje ICMP indicando "*host unreachable*". ICMP también puede ser utilizado para extraer información sobre una red. ICMP es similar a UDP, ya que maneja mensajes (datagramas), pero es más simple que UDP, ya que no posee identificación de puertos[12] en el encabezamiento del mensaje.

(11)Del inglés *internet control message protocol*.

(12)Son buzones donde se depositan los paquetes de datos y desde donde las aplicaciones servidoras leen dichos paquetes.

En el modelo de comunicaciones de la OSI[13]/ISO[14], es un modelo teórico adoptado por muchas redes. Existen siete capas de comunicación, de las que cada una tiene una interfaz para comunicarse con la anterior y la posterior:

(13)Del inglés *open systems interconnection reference model*.

| Nivel | Nombre | Utilización |
|---|---|---|
| 7 | Aplicación | SMTP[15], el servicio propiamente dicho |
| 6 | Presentación | Telnet, FTP implementa el protocolo del servicio |
| 5 | Sesión | Generalmente no se utiliza |
| 4 | Transporte | TCP, UDP transformación de acuerdo a protocolo de comunicación |
| 3 | Red | IP permite encaminar el paquete (*routing*) |
| 2 | Link | Controladores (*drivers*) transformación de acuerdo al protocolo físico |
| 1 | Físico | Ethernet, ADSL... envía del paquete físicamente |

(14)Del inglés *international standards organization.*

(15)Del inglés *simple mail transfer protocol.*

Aunque el modelo OSI es el de referencia, muchas veces se prefiere utilizar el modelo TCP/IP que tiene cuatro capas de abstracción (según se define en el RFC 1122) y que frecuentemente se compara con el modelo OSI de siete capas para establecer las equivalencias. El modelo TCP/IP y los protocolos relacionados son mantenidos por la Internet Engineering Task Force (IETF) y la subdivisión en capas que realizan es:

- **Capa 4 o capa de aplicación**. Aplicación, asimilable a las capas 5 (sesión), 6 (presentación) y 7 (aplicación) del modelo OSI. La capa de aplicación debía incluir los detalles de las capas de sesión y presentación OSI. Se creó una capa de aplicación que maneja aspectos de representación, codificación y control de diálogo.
  De acuerdo al diseño de TCP/IP, esta capa maneja los protocolos de alto nivel y aspectos de presentación/codificación y diálogo.

- **Capa 3 o capa de transporte**. Transporte, asimilable a la capa 4 (transporte) del modelo OSI.
  Esta capa está vinculada a protocolos y a parámetros de calidad de servicio con relación a la confiabilidad y control de errores. Es por ello por lo que define dos protocolos *Transmission Control Protocol* (TCP), orientado a comunicación y libre de errores, y *User Datagram Protocol* (UDP), que es sin conexión y por lo tanto, puede haber paquetes duplicados o fuera de orden.

- **Capa 2 o capa de Internet**. Internet, asimilable a la capa 3 (red) del modelo OSI.
  El objetivo de esta capa es enviar paquetes origen desde cualquier red y que estos lleguen a su destino, independientemente de la ruta escogida y de las redes que deben recorrer para llegar. El protocolo específico de esta capa se denomina Internet Protocol (IP), el cual debe decidir la mejor ruta y adecuación de los paquetes para obtener el objetivo deseado.

- **Capa 1 o capa de acceso al medio**. Acceso al medio, asimilable a la capa 2 (enlace de datos o link) y a la capa 1 (física) del modelo OSI.
  Esta capa se ocupa de todos los aspectos que requiere un paquete IP para realizar realmente un enlace físico e incluye los detalles de tecnología (p. ej., LAN, WAN) y los de las capas físicas y de enlace de datos del modelo OSI.

En resumen, TCP/IP es una familia de protocolos (que incluyen IP, TCP, UDP) que proveen un conjunto de funciones a bajo nivel utilizadas por la mayoría de las aplicaciones. [KD, Dra]

Algunos de los protocolos que utilizan los servicios mencionados han sido diseñados por Berkeley, Sun u otras organizaciones. Ellos no forman oficialmente parte de *Internet Protocol Suite*, IPS). Sin embargo, son implementados utilizando TCP/IP y por lo tanto, considerados como parte formal de IPS. Una descripción de los protocolos disponibles en Internet puede consultarse la RFC 1011 (ver referencias sobre RFC [IET]), que lista todos los protocolos disponibles.

Como se mencionó anteriormente, existe una nueva versión del protocolo IPv6, que reemplaza al IPv4. Este protocolo mejora notablemente el anterior en temas tales como mayor número de nodos, control de tráfico, seguridad o mejoras en aspectos de *routing*.

### 1.3. Dispositivos físicos (*hardware*) de red

Desde el punto de vista físico (capa 1 del modelo OSI), el hardware más utilizado para LAN es conocido como Ethernet (o FastEthernet o GigaEthernet). Sus ventajas son su bajo coste, velocidades aceptables: 10, 100, o 1.000 megabits (1.000 megabits = 1Gbits por segundo y actualmente ya hay dispositivos comerciales a 10Gbits/seg) y facilidad en su instalación.

Existen tres modos de conexión en función del tipo de cable de interconexión: grueso (*thick*), fino (*thin*) y par trenzado (*twisted par*).

Las dos primeras están obsoletas (utilizan cable coaxial), mientras que la última se realiza a través de cables (pares) trenzados y conectores similares a los telefónicos (se conocen como RJ45). La conexión par trenzado es conocida como 10baseT, 100baseT o 1000baseT (según la velocidad) y utiliza repetidores llamados *hubs* como puntos de interconexión. La tecnología Ethernet utiliza elementos intermedios de comunicación (*hubs, switchs, routers*) para configurar múltiples segmentos de red y dividir el tráfico para mejorar las prestaciones de transferencia de información. Normalmente, en las grandes instituciones estas LAN Ethernet están interconectadas a través de fibra óptica utilizando tecnología FDDI[16] que es mucho más cara y compleja de instalar, pero se pue-

(16)Del inglés *fiber distributed data interface.*

den obtener velocidades de transmisión equivalentes a Ethernet y no tienen la limitación de la distancia de esta (FDDI admite distancias de hasta 200 km). Su coste se justifica para enlaces entre edificios o entre segmentos de red muy congestionados. [Rid00, KD00]

En el caso de las conexiones domésticas o para pequeñas empresas, la tecnología de redes que ha tenido gran difusión es a través de conexiones por medio de un cable telefónico de cobre (DSL, VDSL o ASDL[17] *Asymmetric Digital Subscriber Line*) o últimamente, por fibra óptica (FTTH, *Fiber to the Home*), donde en cualquier caso es necesario un dispositivo (*router*) que convierta estos protocolos en Ethernet (o en protocolos inalámbricos Wifi). La velocidad es uno de los parámetros de selección entre un tipo u otro de tecnología y el coste comienza a ser asumible para conexiones particulares, sobre todo por la incorporación de servicios de banda ancha, como TV digital o *Video on Demand*, a los ya habituales. Sobre ASDL encontramos opciones desde 12Mbits a 50Mbits, dependiendo de la ubicación de la central y el cliente, y sobre fibra podemos encontrar velocidades entre 30Mbits y 300Mbits. Se debe tener en cuenta que para este tipo de conexiones los valores que se dan son generalmente de bajada, mientras que de subida suelen ser aproximadamente 1/10 del valor de bajada (si bien en algunas operadoras de fibra óptica ofrecen simetría –igual velocidad de subida que de bajada–).

(17)Del inglés *Digital Subscriber Line, Very high bit-rate Digital Subscriber Line, Asymmetric Digital Subscriber Line*.

Existe además otro tipo de hardware menos común, pero no menos interesante como es ATM[18] (no obstante, hoy en día con la disponibilidad y bajo coste de las redes Ethernet de Gigabit ha quedado relegada a pocas instalaciones muy específicas). Este hardware permite montar redes de área local (LAN) con una calidad de servicio elevada y es una buena opción cuando deben montarse redes de alta velocidad y baja latencia, como por ejemplo aquellas que involucren distribución de vídeo en tiempo real.

(18)Del inglés *asynchronous transfer mode*.

Existe otro hardware soportado por GNU/Linux para la interconexión de ordenadores, entre los cuales podemos mencionar: *Frame Relay* o X.25, utilizada en ordenadores que acceden o interconectan WAN y para servidores con grandes necesidades de transferencias de datos (hoy en día utilizado solo con finalidades académicas); *Packet Radio*, interconexión vía radio utilizando protocolos como AX.25, NetRom o Rose, o dispositivos dialing up, que utilizan líneas series, lentas pero muy baratas, a través de un módem analógico o digital (RDSI, DSL, ADSL, etc.).

Para virtualizar la diversidad de hardware sobre una red, TCP/IP define una interfaz abstracta mediante la cual se concentrarán todos los paquetes que serán enviados por un dispositivo físico (lo cual también significa una red o un segmento de esta red). Por ello, por cada dispositivo de comunicación en la máquina tenderemos una interfaz correspondiente en el kernel del sistema operativo.

**Ethernet**

Ethernet en GNU/Linux se llaman con ethx (donde en todas, x indica un número de orden comenzando por 0) o algunas distribuciones las denominan emx o ibx –estas para tarjetas de Infinibad–, la interfaz a líneas series (módem) se llaman por pppx (para PPP) o slx (para SLIP), para FDDI son fddix. Estos nombres son utilizados por los comandos para configurar sus parámetros y asignarles el número de identificación que posteriormente permitirá comunicarse con otros dispositivos en la red.

En GNU/Linux significa tener que incluir los módulos adecuados para el dispositivo (NIC[19]) adecuado (en el *kernel* o como módulos). Esto supone compilar el kernel después de haber escogido con, por ejemplo, `make menuconfig` el NIC adecuado, indicándole como interno o como módulo (en este último caso se deberá compilar el módulo adecuado también).

(19)Del inglés *network interface card*.

***ifconfig -a***

Para ver las interfaces de red disponibles hay que aplicar el comando *ifconfig -a*. Este comando muestra todas las interfaces/parámetros por defecto de cada una.

Si bien este comando continua funcionando, es obsoleto (en la mayoría de las distribuciones) y se recomienda utilizar `ip address` o simplemente `ip a`.

Los dispositivos de red se pueden mirar en el directorio */dev*, que es donde existe un archivo (especial, ya sea de bloque o de caracteres según su transferencia), que representa a cada dispositivo hardware [KD, Dra]. También se puede observar en */proc/net* los dispositivos configurados y toda la información (dinámica) de su estado y configuración. Por ejemplo */proc/net/dev* me da la información instantánea de los paquetes enviados y recibidos y su estatus por cada interfaz (se han omitido las columnas con cero):

| Interface | Receive | | | Transmit | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | bytes | packets | errs | bytes | packets | errs |
| lo | 530998295 | 1272798 | 0 | 530998295 | 1272798 | 0 |
| eth1 | 201192 | 5984 | 0 | 2827048 | 66035 | 0 |
| eth0 | 18723180 | 24837 | 0 | 1123703 | 16419 | 0 |

## 2. Conceptos en TCP/IP

Como se ha observado, la comunicación significa una serie de conceptos que ampliaremos a continuación [Mal, Com]:

- **Internet/intranet**: el término *intranet* se refiere a la aplicación de tecnologías de Internet (red de redes) dentro de una organización, básicamente para distribuir y tener disponible información dentro de la compañía. Por ejemplo, los servicios ofrecidos por GNU/Linux como servicios Internet e intranet incluyen correo electrónico, WWW, *news*, etc. y generalmente son montados sobre direcciones IP privadas (se verá más adelante), por lo cual estas máquinas no son reconocidas desde Internet y su salida hacia Internet es a través de un *router* (en la mayoría de los casos pasa lo mismo con máquinas que tenemos en un entorno doméstico). Si es necesario que alguno de estos servicios tenga acceso desde fuera de la institución, habrá que poner servicios de Proxy o *routers* que puedan redireccionar los paquetes hacia el servidor interno.

- **Nodo**: se denomina nodo (*host*) a una máquina que se conecta a la red (en un sentido amplio, un nodo puede ser un ordenador, una tableta, un teléfono, una impresora, una torre (*rack*) de CD, etc.), es decir, un elemento activo y diferenciable en la red que reclama o presta algún servicio y/o comparte información.

- **Dirección de red Ethernet** (*Ethernet address* o *MAC address*[20]): un número de 48 bits (por ejemplo 00:88:40:73:AB:FF –en octal– 0000 0000 1000 1000 0100 0000 0111 0011 1010 1011 1111 1111 –en binario–) que se encuentra en el dispositivo físico (hardware) del controlador (NIC) de red Ethernet y es grabado por el fabricante del mismo (este número debe ser único en el mundo, por lo que cada fabricante de NIC tiene un rango preasignado). Se utiliza en la capa 2 del modelo OSI y es posible tener $2^{48}$ o 281.474.976.710.656 direcciones MAC posibles.

[20] Del inglés, *media access control*.

- **Host name**: cada nodo debe tener además un único nombre en la red. Ellos pueden ser solo nombres o bien utilizar un esquema de nombres jerárquico basado en dominios (*hierarchical domain naming scheme*). Los nombres de los nodos deben ser únicos, lo cual resulta fácil en pequeñas redes, más dificultoso en redes extensas, e imposible en Internet si no se realiza algún control. Los nombres deben ser de un máximo de 32 caracteres entre a-zA-Z0-9.-, y que no contengan espacios o # comenzando por un carácter alfabético.

**Nota**

Nombre de la máquina: **more /etc/hostname**.

- **Dirección de Internet** (*IP address*): está compuesto por un conjunto de números y dependerá de la versión del protocolo IP, y se utiliza universalmente para identificar los ordenadores sobre una red o Internet. Para la versión 4 (IPV4) está formado por cuatro números en el rango 0-255 (32 bits), separados por puntos (por ejemplo, 192.168.0.1) lo cual posibilita 4.294.967.296 ($2^{32}$) direcciones de host diferentes, lo cual se ha mostrado insuficiente y sobre todo porque cada individuo dispone de más de un ordenador, tableta, teléfono, PDA, etc. Para la versión 6 (IPv6) la dirección es de 128 bits y se agrupan en cuatro dígitos hexadecimales formando 8 grupos, por ejemplo, fe80:0db8:85a3:08d3:1319:7b2e:0470:0534 es una dirección IPv6 válida. Se puede comprimir un grupo de cuatro dígitos si este es nulo (0000). Por ejemplo:
  fe80:0db8:0000:08d3:1319:7b2e:0470:0534=
  fe80:0db8::08d3:1319:7b2e:0470:0534
  Siguiendo esta regla, si dos grupos consecutivos son nulos, se pueden agrupar por ejemplo: fe80:0db8:0000:0000:0000:0000:0470:0534=fe80:0db8::0470:0534. Se debe tener cuidado ya que fe80:0000:0000:0000:1319:0000:0000:0534 no se puede resumir como fe80::1319::0534 porque no se conoce la cantidad de grupos nulos de cada lado. También los ceros iniciales se pueden omitir quedando fe80:0db8::0470:0534 como fe80:db8::470:534. En IPv6, por lo tanto, se admiten 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456 direcciones ($2^{128}$ o 340 sextillones de direcciones), lo cual significa aproximadamente $6{,}7 \times 10^{17}$ (670 mil billones) de direcciones por cada milímetro cuadrado de la superficie de la Tierra, que se demuestra un número suficientemente grande como para no tener las limitaciones de IPv4.
  La traslación de nombres en direcciones IP la realiza un servidor DNS (*Domain Name System*) que transforma los nombres de nodo (legibles por humanos) en direcciones IP (`named` es uno de los servicios que en GNU/Linux realiza esta conversión).

**Nota**

Dirección IP de la máquina: **more /etc/hosts**.

- **Puerto** (*port*): identificador numérico del buzón en un nodo que permite que un mensaje (TCP, UDP) pueda ser leído por una aplicación concreta dentro de este nodo (por ejemplo, dos máquinas que se comuniquen por ssh lo harán por el puerto 22, pero estas mismas máquinas pueden tener una comunicación http por el puerto 80). Se pueden tener diferentes aplicaciones comunicándose entre dos nodos a través de diferentes puertos simultáneamente.

**Nota**

Puertos preasignados en UNIX: **more /etc/services**. Este comando muestra los puertos predefinidos por orden y según soporten TCP o UDP.

- **Nodo *router*** (*gateway*): es un nodo que realiza encaminamientos (transferencia de datos *routing*). Un *router*, según sus características, podrá transferir información entre dos redes de protocolos similares o diferentes y puede ser además selectivo.

**Nota**

Visualización de la configuración del routing:
`netstat -r`.

- ***Domain name system*** (DNS): permite asegurar un único nombre y facilitar la administración de las bases de datos que realizan la traslación entre nombre y dirección de Internet y se estructuran en forma de árbol. Para ello, se especifican dominios separados por puntos, de los que el más alto (de derecha a izquierda) describe una categoría, institución o país (COM, comercial, EDU, educación, GOV, gubernamental, MIL, militar (gobierno), ORG, sin fin de lucro, XX dos letras por país, o en casos especiales tres letras CAT lengua y cultura catalana...). El segundo nivel representa la organización, el tercero y restantes departamentos, secciones o divisiones dentro de una organización (por ejemplo, www.uoc.edu o pirulo@nteum.remix.cat). Los dos primeros nombres (de derecha a izquierda, *uoc.edu* en el primer caso, *remix.cat* (en el segundo) deben ser asignados (aprobados) por el Internet Network Information Center (NIC, órgano mundial gestor de Internet) y los restantes pueden ser configurados/asignados por la institución. Una regla que rige estos nombres es la FQDN (*fully qualified domain name*) que incluye el nombre de un ordenador y el nombre de dominio asociado a ese equipo. Por ejemplo, si tenemos el *host* que tiene por nombre "nteum" y el nombre de dominio "remix.cat.", el FQDN será "«nteum.remix.cat.". En los sistemas de nombre de dominio de zonas, y más especialmente en los FQDN, los nombres de dominio se especificarán con un punto al final del nombre.

  En algunas redes en las que no se dispone de DNS o no se tiene acceso a él, se puede utilizar el archivo */etc/hosts* (que deberá estar en todos los dispositivos de la red) y cumplirá el mismo objetivo, o también se puede instalar el servicio mDNS (por ejemplo, Avahi) que implementa lo que se denomina *zero-configuration networking* (*zeroconf*) para la configuración por multicast de DNS/DNS-SD. Este servicio permite a los programas publicar y descubrir servicios y *hosts* sobre una red local. Por ejemplo, un usuario puede conectar su ordenador a la red local y automáticamente el servicio mDNS descubrirá impresoras, archivos, *hosts*, usuarios o servicios (un equivalente a este servicio de sistemas Mac-W es Bonjour).

  En una política de apertura, el ICANN ha regulado la petición/inclusión de nuevos dominios de orden superior genéricos (gTLDs) orientados por sectores, por ejemplo, ciudades (.barcelona, .miami...), alimentación (.beer, .coffee...), geocultural, música y arte, educación, informática, etc.

**Nota**

Dominio y quién es nuestro servidor de DNS: **more /etc/default domain**; **more /etc/resolv.conf**.

- **DHCP, bootp:** DHCP y bootp son protocolos que permiten a un nodo cliente obtener información de la red (tal como la dirección IP del nodo, la máscara, el *gateway*, DNS, etc.). Muchas organizaciones con gran cantidad de máquinas utilizan este mecanismo para facilitar la administración en grandes redes o donde existe una gran cantidad de usuarios móviles.

- **ARP, RARP:** en algunas redes (como por ejemplo IEEE 802 LAN, que es el estándar para Ethernet), las direcciones IP son descubiertas automáticamente a través de dos protocolos miembros de IPS: ARP[21] y RARP[22]. ARP utiliza mensajes (*broadcast messages*) para determinar la dirección Ethernet (especificación MAC de la capa 3 del modelo OSI) correspondiente a una

[21] Del inglés *address resolution protocol*.

[22] Del inglés *reverse address resolution protocol*.

dirección de red particular (IP). RARP utiliza mensajes de tipo *broadcast* (mensaje que llega a todos los nodos) para determinar la dirección de red asociada con una dirección hardware en particular. RARP es especialmente importante en máquinas sin disco, en las cuales la dirección de red generalmente no se conoce en el momento del inicio (*boot*).

- **Biblioteca de sockets**: en UNIX toda la implementación de TCP/IP forma parte del kernel del sistema operativo (o bien dentro del mismo o como un módulo que se carga en el momento del inicio como el caso de GNU/Linux con los controladores de dispositivos). La forma de utilizarlas por un programador es a través de la API[23] que implementa ese operativo. Para TCP/IP, la API más común es la Berkeley Socket Library (Windows utiliza una librería equivalente que se llama Winsocks). Esta biblioteca permite crear un punto de comunicación (*socket*), asociar este a una dirección de un nodo remoto/puerto (*bind*) y ofrecer el servicio de comunicación (a través de *connect*, *listen*, *accept, send, sendto, recv, recvfrom,* por ejemplo). La biblioteca provee, además de la forma más general de comunicación (familia AF INET), comunicaciones más optimizadas para casos en que los procesos se comunican en la misma máquina (familia AF UNIX). En GNU/Linux, la biblioteca de sockets es parte de la biblioteca estándar de C, Libc, (Libc6 en las versiones actuales), y soporta AF_INET, AF_UNIX en sus protocolos TCP/UDP, así como una serie de otros protocolos, como por ejemplo, AF_IPX (redes Novell), AF_X25 (para X.25), AF_ATMPVC-AF_ATMSVC (para ATM), AF_ROSE (para el *amateur radio protocol*), etc.

[23] Del inglés *application programming interface.*

**Nota**

Tablas de arp: arp -a.

# 3. ¿Cómo se asigna una dirección Internet?

Esta dirección en sus orígenes era asignada por el Internet Network Information Center, que fue el organismo gubernamental de Internet responsable de los nombres de dominio y las direcciones IP (hasta el 18/9/1998), y posteriormente, este rol fue asumido por la Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN).

Para este apartado deberemos separar las definiciones en relación al protocolo IPv4 y el protocolo IPv6.

## 3.1. IPv4

La dirección IP en IPv4 tiene dos campos: el izquierdo representa la identificación de la red y el derecho la identificación del nodo. Considerando lo mencionado anteriormente (4 números entre 0-255, o sea 32 bits o cuatro bytes), cada byte representa o bien la red o bien el nodo. La parte de red es asignada por el ICANN y la parte del nodo es asignada por la institución o el proveedor.

Existen algunas restricciones: **0** (por ejemplo, 0.0.0.0) en el campo de red está reservado para el *routing* por defecto y **127** (por ejemplo, 127.0.0.1) es reservado para la autorreferencia (*local loopback* o *local host*), **0** en la parte de nodo se refiere a esta red (por ejemplo, 192.168.0.0) y **255** es reservado para paquetes de envío a todas las máquinas (*broadcast*) (por ejemplo, 198.162.255.255).

En las diferentes asignaciones se puede tener diferentes tipos de redes o direcciones:

- **Clase A** (*red.host.host.host*): 1.0.0.1 a 126.254.254.254 (126 redes, 16 millones de nodos) definen las grandes redes. El patrón binario es: **0** + 7 bits red + 24 bits de nodos.

- **Clase B** (*red.red.host.host*): 128.1.0.1 a 191.255.254.254 (16K redes, 65K nodos) generalmente se utiliza el primer byte de nodo para identificar subredes dentro de una institución). El patrón binario es **10** + 14 bits de red + 16 bits de nodos.

- **Clase C** (*red.red.red.host*): 192.1.1.1 a 223.255.255.254 (2 millones de bits de redes, 254 de nodos). El patrón binario es **110** + 21 bits red + 8 bits de nodos.

- **Clase D y E** (*red.red.red.host*): 224.1.1.1 a 255.255.255.254 reservado para *multicast* (desde un nodo a un conjunto de nodos que forman parte de un grupo) y propósitos experimentales.

**Redes privadas**

Máquinas que se conectan entre ellas sin tener conexión con el exterior.

Algunos rangos de direcciones han sido reservados para que no correspondan a redes públicas, sino a redes privadas y los mensajes no serán encaminados a través de Internet, lo cual es comúnmente conocido como Intranet. Estas son:

- Clase A: 10.0.0.0 hasta 10.255.255.255
- Clase B: 172.16.0.0 hasta 172.31.0.0
- Clase C: 192.168.0.0 hasta 192.168.255.0.

Un concepto asociado a una dirección IP es el de máscara, que luego nos permitirá definir subredes y realizar el encaminamiento de los paquetes en forma automática entre estas subredes. Para ello, es necesario definir una máscara de red que serán los bits significativos de la subred y que nos permitirá definir si dos IP están dentro de la misma red o no. Por ejemplo, en una dirección IPv4 estática determinada (p. ej., 192.168.1.30), la máscara de red 255.255.255.0 (es decir, 11111111111111111111111100000000 en representación binaria) indica que los primeros 24 bits de la dirección IP corresponden a la dirección de red y los otros 8 son específicos a la máquina. En IPv6 y dado que son 128 bits, solo se expresará la cantidad de 1 (notación que también se utiliza en IPv4), para facilitar su lectura. En el ejemplo anterior, para IPv4 sería 24 y generalmente se pondría 192.168.1.30/24 y en IPv6, por ejemplo, para la dirección fe80:0db8::0470:0534 se podría expresar la máscara como fe80:0db8::0470:0534/96, donde indica que para esta dirección los 96 primeros bits corresponden a la red.

La dirección de *broadcast* es especial, ya que cada nodo en una red escucha todos los mensajes (además de su propia dirección). Esta dirección permite que datagramas, generalmente información de *routing* y mensajes de aviso, puedan ser enviados a una red y todos los nodos del mismo segmento de red los puedan leer. Por ejemplo, cuando ARP busca encontrar la dirección Ethernet correspondiente a una IP, este utiliza un mensaje de *broadcast*, el cual es enviado a todas las máquinas de la red simultáneamente. Cada nodo en la red lee este mensaje y compara la IP que se busca con la propia y le retorna un mensaje al nodo que hizo la pregunta si hay coincidencia. Por ejemplo, en una red 192.168.1.0/24, la dirección de broadcast es 192.168.1.255.

### 3.2. IPv6

Los tipos de direcciones IPv6 pueden identificarse tomando en cuenta los rangos definidos por los primeros bits de cada dirección (el valor que se especifica después de la barra es la máscara equivalente al número de bits que no se consideran de esa dirección):

- **::/128**. La dirección con todo ceros se utiliza para indicar la ausencia de dirección, y no se asigna ningún nodo.

- **::1/128**. Representa la dirección de *loopback* que puede usar un nodo para enviarse paquetes a sí mismo (corresponde con 127.0.0.1 de IPv4). No puede asignarse a ninguna interfaz física.

- **::1.2.3.4/96**. La dirección IPv4 compatible se usa como un mecanismo de transición en las redes duales IPv4/IPv6 (no utilizado).

- **::ffff:0:0/96**. La dirección IPv4 mapeada se usa como mecanismo de transición.

- **fe80::/10**. El prefijo del *link local* especifica que la dirección solo es válida en el enlace físico local.

- **fec0::**. El prefijo local (*site-local prefix*) especifica que la dirección solo es válida dentro de una organización local. La RFC 3879 lo declaró obsoleto y deben ser sustituidos por direcciones Local IPv6 Unicast.

- **ff00::/8**. El prefijo de multicast se usa para las direcciones multicast.

Hay que resaltar que no existen las direcciones de difusión (*broadcast*) en IPv6, y la funcionalidad puede emularse utilizando la dirección multicast FF01::1/128.

Si la dirección es una dirección IPv4 empotrada, los últimos 32 bits pueden escribirse en base decimal como ::ffff:192.168.1.1 o ::ffff:c0a8:0101 y no confundir con ::192.168.89.9 o ::c0a8:0101.

El formato ::ffff:1.2.3.4 se denomina dirección IPv4 mapeada, y el formato ::1.2.3.4, dirección IPv4 compatible.

Las direcciones IPv4 pueden ser transformadas fácilmente al formato IPv6. Por ejemplo, si la dirección decimal IPv4 es 158.109.64.1 (en hexadecimal, 0x9e6d4001), puede ser convertida a 0000:0000:0000:0000:0000:0000:9e6d:4001 o ::9e6d:4001. En este caso se

puede utilizar la notación mixta IPv4 compatible que sería::158.109.64.1. Este tipo de dirección IPv4 compatible se está utilizando muy poco, aunque los estándares no la han declarado obsoleta.

Cuando lo que se desea es identificar un rango de direcciones diferenciable por medio de los primeros bits, se añade este número de bits tras el carácter de barra "/". Por ejemplo:

- fe80:0db8::0470:0534/96 sería equivalente a fe80:0db8::

- fe80:0db8::0674:9966/96 sería equivalente a fe80:0db8:: y también a fe80:0db8::0470:0534/96

Las direcciones IPv6 se representan en el DNS mediante registros AAAA (también llamados *registros de quad-A*, ya que tienen cuatro veces la longitud de los registros A para IPv4) especificados por la RFC 3363 (existe otra visión llamada A6, pero si bien es más genérica también es más compleja y puede complicar aún más la transición entre ipv4 e ipv6).

Uno de los grandes problemas de la transición hacia IPv6 es el agotamiento de las direcciones IPv4 y los problemas que este está ocasionando, y es por ello por lo que algunos países (como India o China) ya han comenzado su migración. Existen una serie de mecanismos que permitirán la convivencia y la migración progresiva, tanto de las redes como de los equipos de usuario, que puede clasificarse en tres grupos: doble pila, túneles, traducción.

**Problemas de la transición hacia IPv6**

Por lo que se refiere a Europa, podéis consultar la pàgina web de RIPE (http://www.ripe.net/internet-coordination/ipv4-exhaustion/ipv4-available-pool-graph) para haceros una idea del problema.

La doble pila hace referencia a una solución de nivel IP con doble pila (RFC 4213), que implementa las pilas de ambos protocolos, IPv4 e IPv6, en cada nodo de la red. Cada nodo con doble pila en la red tendrá dos direcciones de red, una IPv4 y otra IPv6, y como ventajas presenta que es fácil de desplegar y muy soportado, y como inconvenientes, que la topología de red requiere dos tablas de encaminamiento. Los túneles permiten conectarse a redes IPv6 "saltando" sobre redes IPv4 encapsulando los paquetes IPv6 en paquetes IPv4 (teniendo como siguiente capa IP el protocolo número 41 y por ello el nombre de proto-41). Existen muchas tecnologías de túneles disponibles y se diferencian en el método para determinar la dirección a la salida del túnel. La traducción es necesaria cuando un nodo que solo soporta IPv4 intenta comunicar con un nodo que solo soporta IPv6 y básicamente se agrupan en "con estado" (NAT-PT (RFC 2766), TCP-UDP Relay (RFC 3142), Socks-based Gateway (RFC 3089) o "sin estado" (Bump-in-the-Stack, Bump-in-the-API (RFC 276)).

### 3.3. Subredes y encaminamiento (*routing*)

Dos conceptos complementarios a lo descrito anteriormente es el de **subredes** y **routing** entre ellas. Subredes significa subdividir la parte del nodo en pequeñas redes dentro de la misma red para, por ejemplo, mejorar el tráfico. Una subred toma la responsabilidad de enviar el tráfico a ciertos rangos de

direcciones IP extendiendo el mismo concepto de redes A-B-C, pero solo aplicando esta redirección en la parte nodo de la IP. El número de bits que son interpretados como identificador de la subred es dado por una máscara de red (*netmask*) que es un número de 32 bits (igual que la IP).

Quien definirá que paquetes van hacia un lado u otro será el *host* que cumpla con el papel de enrutador (*router*) y que interconectará varios segmentos de redes/redes entre sí. Generalmente se conoce al *router* como puerta de enlace (*gateway*) y se utiliza como el *host* que ayuda a alcanzar el exterior (por ejemplo, Internet) desde la red local.

Para obtener el identificador de la subred, se deberá hacer una operación lógica **Y** (AND) entre la máscara y la IP, lo cual dará la IP de la subred.

Por ejemplo, sea una institución que tiene una red clase B con número 172.17.0.0, y su *netmask* es, por lo tanto, 255.255.0.0. Internamente, esta red está formada por pequeñas redes (una planta del edificio, por ejemplo). Así, el rango de direcciones es reasignado en 20 subnets 172.17.1.0 hasta 172.17.20.0. El punto que conecta todas estas subredes (*backbone*) tiene su propia dirección, por ejemplo 172.17.1.0.

Estas subredes comparten el mismo IP de red, mientras que el tercero es utilizado para identificar cada una de las subredes dentro de ella (por eso se utilizará una máscara de red 255.255.255.0).

El segundo concepto, *routing*, representa el modo en que los mensajes son enviados a través de las subredes.

Por ejemplo, sean tres departamentos con subredes Ethernet:

- Compras (subred 172.17.2.0).
- Clientes (subred 172.17.4.0).
- Recursos humanos, RR.HH., (subred 172.17.6.0).
- Backbone con FFDI (subred 172.17.1.0).

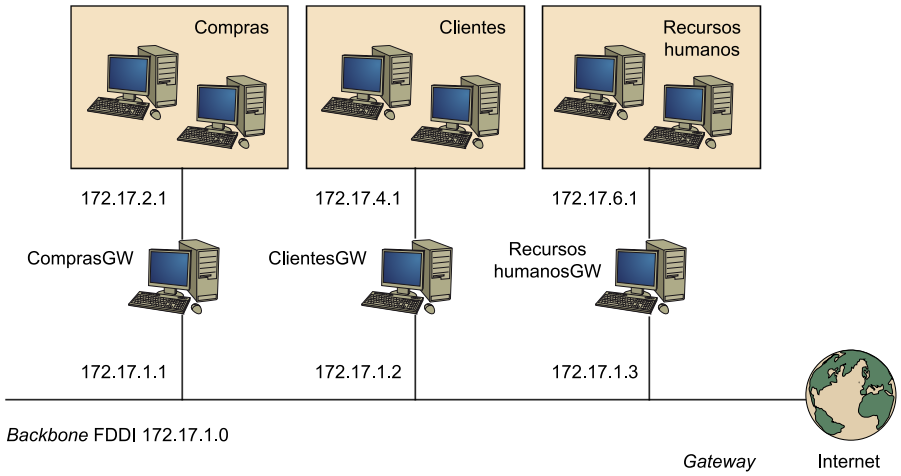
Para encaminar los mensajes entre los ordenadores de las tres redes, se necesitarán tres puertas de intercambio (*gateways*), que tendrán cada una dos interfaces de red para cambiar entre Ethernet y FFDI. Estas serán:

- CromprasGW IPs:172.17.2.1 y 172.17.1.1,
- ClientesGW IPs:172.17.4.1 y 172.17.1.2
- RRHHGW IPs:172.17.6.1 y 172.17.1.3,

es decir, una IP hacia el lado de la subnet y otra hacia el backbone.

Cuando se envían mensajes entre máquinas de compras, no es necesario salir al *gateway*, ya que el protocolo TCP/IP encontrará la máquina directamente. El problema está cuando la máquina Compras0 quiere enviar un mensaje a RRHH3. El mensaje debe circular por los dos gateways respectivos. Cuando Compras0 "ve" que RRHH3 está en otra red, envía el paquete a través del gateway ComprasGW, que a su vez se lo enviará a RRHHGW y que a su vez se lo enviará a RRHH3. La ventaja de las subredes es clara, ya que el tráfico entre todas las máquinas de compras, por ejemplo, no afectará a las máquinas de clientes o de recursos humanos (si bien significa un planteamiento más complejo y caro a la hora de diseñar, y construir la red).

Figura 1. Configuración de segmentos y gateways en una Intranet




IP utiliza una tabla para hacer el routing de los paquetes entre las diferentes redes y en la cual existe un routing por defecto asociado a la red 0.0.0.0. Todas las direcciones que coinciden con esta, ya que ninguno de los 32 bits son necesarios, son enviadas por el *gateway* por defecto (*default gateway*) hacia la red indicada. Sobre comprasGW, por ejemplo, la tabla podría ser:

| Dirección | Máscara | Gateway | Interfaz |
|---|---|---|---|
| 172.17.1.0 | 255.255.255.0 | - | fddi0 |
| 172.17.4.0 | 255.255.255.0 | 172.17.1.2 | fddi0 |
| 172.17.6.0 | 255.255.255.0 | 172.17.1.3 | fddi0 |
| 0.0.0.0 | 0.0.0.0 | 172.17.2.1 | fddi0 |
| 172.17.2.0 | 255.255.255.0 | - | eth0 |

El '-' significa que la máquina está directamente conectada y no necesita *routing*. El procedimiento para identificar si se realiza el *routing* o no, se lleva a cabo a través de una operación muy simple con dos AND lógicos (subred AND mask y origen AND mask) y una comparación entre los dos resultados. Si son

iguales no hay *routing*, sino que se debe enviar la máquina definida como *gateway* en cada máquina para que esta realice el *routing* del mensaje. Por ejemplo, un mensaje de la 172.17.2.4 hacia la 172.17.2.6 significará:

```
172.17.2.4 AND 255.255.255.0 = 172.17.2.0
172.17.2.6 AND 255.255.255.0 = 172.17.2.0
```

Como los resultados son iguales, no habrá *routing*. En cambio, si hacemos lo mismo con 172.17.2.4 hacia 172.17.6.6 podemos ver que habrá un *routing* a través del 172.17.2.1 con un cambio de interfaz (eth0 a ffdi0) a la 172.17.1.1 y de esta hacia la 172.17.1.2 con otro cambio de interfaz (fddi0 a eth0) y luego hacia la 172.17.6.6. El *routing*, por defecto, se utilizará cuando ninguna regla satisfaga la coincidencia. En caso de que dos reglas coincidan, se utilizará aquella que lo haga de modo más preciso, es decir, la que menos ceros tenga. Para construir las tablas de *routing*, se puede utilizar el comando `route` durante el arranque de la máquina, pero si es necesario utilizar reglas más complejas (o *routing* automático), se puede utilizar el RIP[24] o entre sistemas autónomos, el EGP[25] o también el BGP[26]. Estos protocolos se implementan en el comando `gated`.

[24] Del inglés *routing information protocol.*

[25] Del inglés *external gateway protocol.*

[26] Del inglés *border gateway protocol.*

Para instalar una máquina sobre una red existente, es necesario, por lo tanto, disponer de la siguiente información obtenida del proveedor de red o de su administrador:

- Dirección IP del nodo
- Dirección de la red IP
- Dirección de *broadcast*
- Dirección de máscara de red
- Dirección de *router*
- Dirección del DNS

Si se construye una red que nunca tendrá conexión a Internet, se pueden escoger las direcciones que se prefieran, pero es recomendable mantener un orden adecuado en función del tamaño de red que se desee tener y para evitar problemas de administración dentro de dicha red. A continuación, se verá cómo se define la red y el nodo para una red privada (hay que ser cuidadoso, ya que si se tiene la máquina conectada a la red, se podría perjudicar a otro usuario/*host* que tuviera asignada esta dirección).

# 4. ¿Cómo se debe configurar la red?

## 4.1. Configuración de la interfaz (NIC)

En este apartado se verá con un poco más de detalle lo que ya se mencionó en el subapartado 4.6 del módulo "Nivel Usuario" sobre la configuración de la red (ethernet) y de la red Wifi.

Una vez cargado el kernel de GNU/Linux, este ejecuta el *daemon* `systemd` (equivalente al proceso `init` en versiones anteriores) y que de acuerdo a la configuración en */etc/systemd* (o en *usr/lib/systemd*) configurará el sistema. Esta inicialización ejecutará un *script* que permitirá la configuración de la red.

**Ejemplo**

En Debian se ejecuta `/etc/init.d/networking` para la configuración de la interfaz de red (si bien en las últimas versiones se ejecuta systemd, el *script* de configuración de red continúa siendo este; no obstante cambiará en futuras versiones para adecuarlo totalmente a los *scripts* de inicialización de este nuevo *daemon*). El *script* está solo una vez (*/etc/init.d*) y, de acuerdo a los servicios deseados en ese estado, se crea un enlace en el directorio correspondiente a la configuración del nodo-estado (para los servicios de red se puede ver que se arrancan en */etc/rcS.d*, que es el directorio que contiene todos los *scrips* que se arrancan durante el *boot* en la etapa inicial de monousuario durante la inicialización del hardware). Los parámetros por defecto para cada *script* del */etc/init.d/* se encuentran en un directorio específico (por ejemplo, en Debian es */etc/default/* y en Fedora, */etc/sysconfig*).

Los dispositivos de red se crean automáticamente cuando se inicializa el hardware correspondiente. Por ejemplo, el controlador de Ethernet crea las interfaces eth[0..n] secuencialmente cuando se localiza el hardware correspondiente. En el caso de que las interfaces no estén numeradas correctamente (suele ocurrir cuando trabajamos con máquinas virtuales clonadas de otras máquinas virtuales), es necesario borrar el archivo */etc/udev/rules.d/70*net** (o equivalente) que preserva la numeración de los dispositivos de red a través del mecanismo de *udev* (que veremos más adelante).

**Nota**

Consultar **man ifconfig** o **man ip** para las diferentes opciones del comando.

A partir de este momento, se puede configurar la interfaz de red, lo cual implica dos pasos: asignar la dirección de red al dispositivo e inicializar los parámetros de la red al sistema. El comando utilizado para ello es el `ip` (si bien también se puede utilizar el comando `ifconfig` *–interfaz configure–* aunque este es obsoleto). Un ejemplo será:

```
ip addr add 192.168.110.23/24 dev eth0
```

Lo cual indica configurar el dispositivo eth0 con dirección IP 192.168.110.23 y máscara de red 255.255.255.0. Para eliminar la IP asignada, ejecutamos la orden `ip addr del 192.168.110.23/24 dev eth1` (debemos acostum-

brarnos a utilizar el comando `ip`, ya que podremos tener algunas diferencias si configuramos algunas cosas con `ifconfig` –que está obsoleto– y otras con `ip`). Para habilitar la interfaz podemos ejecutar `ip link set eth1 up` y para deshabilitarla `ip link set eth1 down`.

```
ifconfig eth0 192.168.110.23 netmask 255.255.255.0 up
```

**Orden ifconfig**

Se ha anunciado que en futuras distribuciones la instrucción `ifconfig` no estará disponible. Por ejemplo, ya existe una distribución de Ubuntu Docker que no incorpora por defecto el paquete *net-tools*, que es el que contiene `ifconfig`, `ifup`, `ifdown`, entre otros.

En sistemas operativos de la rama Debian todavía se sigue utilizando la orden `ifconfig` o `ifdown/ifup`. Estos últimos son utilizados por los *script* de inicialización para configurar-desactivar la red en forma más simple utilizando el archivo */etc/network/interfaces* para obtener todos los parámetros necesarios (consultar `man interfaces` para su sintaxis).

En GNU/Linux existen diferentes formas de configurar la red para que el administrador no deba en cada *boot* tener que introducir los parámetros de configuración. En Debian, una de las formas es a través de los comandos mencionados anteriormente (`ifup`, `ifdown`) que se ejecutan automáticamente, y el archivo */etc/network/interfaces*. Si se decide utilizar este método, no es necesario hacer nada más.

Para modificar los parámetros[27] de red de la interfaz eth0, se puede hacer:

[27] Consultar *man interfaces* en la sección 5 del manual para más información del formato.

- **ifdown eth0**. Detiene todos los servicios de red. También se puede ejecutar sobre `eth0./etc/init.d/networking stop`, que detiene todos los servicios sobre todas las interfaces de red (o `systemctl stop networking`).

- `vi /etc/network/interfaces` (o el editor que se prefiera, pero es aconsejable el `vi` ya que está en todos los sistemas *nix). Permite editar y modificar los parámetros correspondientes.

- **ifup eth0**. Esta orden permite poner en marcha los servicios de red sobre eth0 (o `/etc/init.d/networking start` o `systemctl networking start`).

Supongamos que desea configurar sobre Debian una interfaz eth0 que tiene una dirección IP fija 192.168.0.123 y con 192.168.0.1 como puerta de enlace (*gateway*). Se debe editar */etc/network/interfaces* de modo que incluya una sección como:

```
auto eth0
iface eth0 inet static
      address 192.168.0.123
      netmask 255.255.255.0
      gateway 192.168.0.1
```

Si tiene instalado el paquete `resolvconf` (en algunas distribuciones, como por ejemplo en Ubuntu, viene instalado por defecto) puede añadir líneas para especificar la información relativa al DNS. Por ejemplo:

```
iface eth0 inet static
      address 192.168.0.123
      netmask 255.255.255.0
      gateway 192.168.0.1
      dns-search remix.cat
      dns-nameservers 195.238.2.21 195.238.2.22
```

En lugar de `auto eth0` también se puede llegar a utilizar, por ejemplo, la orden `allow-hotplug eth0`, que indica la interfaz que se podrá activar con `ifup --allow=hotplug eth0`. Las líneas que comiencen con `allow-` son utilizadas para identificar interfaces que podrían ser activadas por diferentes subsistemas (`allow-auto` y `auto` son sinónimos).

Recordar que si la máquina dispone de varias interfaces de red, se puede repetir la sección previa con el dispositivo correspondiente, pero las tres últimas líneas (*gateway*, *dns-search* y *dns-nameservers*) solo deberán estar **una** vez, ya que son comunes para todas las interfaces.

Después de activar la interfaz, los argumentos de las opciones *dns-search* y *dns-nameservers* quedan disponibles para la inclusión en */etc/resolv.conf*. El argumento remix.cat de la opción *dns-search* corresponde al argumento de la opción *search* en *resolv.conf* y los argumentos 195.238.2.21 y 195.238.2.22 de la opción *dns-nameservers* corresponden a los argumentos de las opciones *nameserver* en *resolv.conf*. En caso de que el paquete *resolvconf* no esté instalado, se puede modificar manualmente el archivo */etc/resolv.conf* (y si está instalado y no se utiliza el */etc/network/interfaces* para configurar los DNS, se puede modificar los archivos que se encuentran en */etc/resolvconf.d*).

**Nota**

Sobre */etc/resolv.conf*, deberéis consultar el manual para las opciones de DNS

`man resolv.conf`.

Una configuración equivalente por DHCP (es decir, un servidor de DHCP que nos pasará los parámetros de configuración de la red) se simplifica a:

```
auto eth0
iface eth0 inet dhcp
```

Si bien el paquete *net-tools* (que incluye órdenes como `arp`, `ifconfig`, `ip-tunnel`, `iwconfig`, `nameif`, `netstat`, `route`) ya no se instala por defecto en alguna distribuciones, en sistemas operativos de la rama Debian todavía se continua utilizando (sobre todo para los *scripts* de inicialización), pero también incluye el comando `ip` (del paquete *iproute2*) que es mucho más versátil y potente (permite establecer túneles, *routing* alternativos, etc.). No obstante, la sintaxis es un poco más compleja. A continuación veremos una serie de ejemplos para la configuración de la red por el comando `ip`:

- **ip addr add 192.168.1.1 dev eth0**. Define una IP a eth0.
- **ip addr show**. Muestra la configuración.
- **ip addr del 192.168.1.1/24 dev eth0** elimina IP de eth0.
- **ip route add default via 192.168.0.1**. Agrega un *gateway*.
- **ip link set eth1 up**. Activa interfaz.
- **ip link set eth1 down**. Desactiva interfaz.
- **ip route show**. Muestra el *routing*.
- **ip route add 10.10.20.0/24 via 192.168.50.100 dev eth0**. Agrega una regla.
- **ip route del 10.10.20.0/24**. Borra una regla.
- **up ip route add 10.10.20.0/24 via 192.168.1.1 dev eth1**. Se agrega para definir una regla estática en */etc/network/interfaces*.

Otra forma de configurar la red (recomendada para usuarios con movilidad y configuraciones estándar) es a través del paquete **Network Manager** (NM). Este paquete consta de una interfaz gráfica (**nm-connection-editor**) para la configuración de los dispositivos de red (y puede coexistir con las configuraciones en */etc/network/interfaces*) o se puede configurar a través de los archivos, teniendo en cuenta que hay que desactivar las interfaces que queremos que gestione el NM en */etc/network/interfaces*. El NM no gestionará interfaces definidas en */etc/network/interfaces* siempre y cuando */etc/NetworkManager/NetworkManager.conf* contenga:

```
[main]
plugins=ifupdown,keyfile
[ifupdown]
managed=false
```

Se deberá cambiar `managed=true` si se desea que NM gestione las interfaces definidas en */etc/network/interfaces*. Siempre que para su configuración se modifique el archivo */etc/NetworkManager/NetworkManager.conf* y luego de modificarlo se deberá recargar este con `nmcli` con `reload` (para aspectos detallados de la configuración consultar `man NetworkManager.conf` o https://wiki.gnome.org/Projects/NetworkManager/SystemSettings). En algunas situaciones el NM puede generar conflictos con algunos dispositivos de red que hayan sido configurados previamente con el NM y luego se desee realizar la

configuración a través de */etc/network/interfaces*, por lo cual se recomienda desinstalar el NM o eliminar los archivos de configuración de la interfaz correspondiente del directorio */etc/NetworkManager/system-connections/*.

Para configuraciones de otros dispositivos de red, como conexiones con PPP (punto a punto) con módem PSTN (*Public Switched Telephone Network*), módem (genérico) ADSL o compatibles con PPPOE (*Point to Point Protocol Over Ethernet*) o PPTP con (*Point-to-Point Tunneling Protocol*), podéis consultar la información del dispositivo específico y http://qref.sourceforge.net/quick/ch-gateway.es.html o http://debian-handbook.info/browse/es-ES/stable/sect.network-config.html#sect.roaming-network-config.

### 4.1.1. Configuraciones avanzadas de la red

Es necesario en GNU/Linux diferenciar entre una interfaz física y una interfaz lógica. Una interfaz física es lo que hasta ahora hemos denominado interfaz (por ejemplo, **eth0**) y una interfaz lógica es un conjunto de valores (a veces llamados *perfiles*) que pueden asignarse a los parámetros variables de una interfaz física. Las definiciones *iface* en */etc/network/interfaces* son, en realidad, definiciones de interfaces lógicas no de interfaces físicas, pero si no se indica nada una interfaz física, será configurada, por defecto, como interfaz lógica.

No obstante, si tenemos un ordenador portátil que utilizamos en sitios diferentes (por ejemplo, casa y trabajo) y necesitamos configuraciones diferentes para la red de cada sitio, podemos hacer uso de las definiciones de interfaz lógica. Primero se deben definir dos interfaces lógicas, como casa y trabajo (en lugar de **eth0** como se hizo anteriormente):

```
iface casa inet static
           address 192.168.1.30
           netmask 255.255.255.0
           gateway 192.168.1.1

iface trabajo inet static
           address 158,.109.65.66
           netmask 255.255.240.0
           gateway 158.109.64.1
```

De esta manera, la interfaz física **eth0** se puede activar para la red de casa con `ifup eth0=casa` y para reconfigurarla para el trabajo con *ifdown eth0; ifup eth0=trabajo*.

El mecanismo es muy potente y se puede ampliar a través de la configuración en función de una serie de condicionantes, utilizando una sección mapping. La sintaxis de una sección *mapping* es la siguiente:

```
   mapping patrón
```

```
            script nombre_script
            [map script]
```

El *script* llamado en la sección *mapping* será ejecutado con el nombre de la interfaz física como argumento y con el contenido de todas las líneas map de la sección. Antes de finalizar, el *script* mostrará el resultado de la transformación por la salida estándar.

Por ejemplo, la siguiente sección mapping hará que ifup active la interfaz eth0 como interfaz lógica casa:

```
    mapping eth0
            script /usr/local/sbin/echo-casa
```

donde */usr/local/sbin/echo-casa* es:

```
#!/bin/sh
echo casa
```

Esto puede ser útil si tenemos, por ejemplo, dos tarjetas de red diferentes (una para casa y otra para el trabajo). El directorio */usr/share/doc/ifupdown/examples/* contiene un *script* de transformación que se puede usar para seleccionar una interfaz lógica, basándose en la dirección MAC (*Media Access Controller*). Primero se debe instalar el *script* en un directorio apropiado con:

```
    install -m770 /usr/share/doc/ifupdown/examples/get-mac-address.sh /usr/local/sbin/
```

A continuación se puede añadir una sección como la siguiente en el archivo */etc/network/interfaces*:

```
    mapping eth0
            script /usr/local/sbin/get-mac-address.sh
            map 02:23:45:3C:45:3C casa
            map 00:A3:03:63:26:93 trabajo
```

Existen otros programas de transformación más sofisticados, como **guessnet**, entre otros. Por ejemplo, en el caso de **guessnet**, se debe instalar el paquete y declarar una sección en */etc/network/interfaces*:

```
    mapping eth0
            script guessnet-ifupdown
            map casa
            map trabajo
```

Ahora al hacer `ifup eth0`, `guessnet` verificará si eth0 tiene que activarse como casa o trabajo, utilizando la información almacenada en las definiciones de las interfaces lógicas.

Es posible también configurar los dispositivos de red para el arranque en caliente a través del paquete `hotplug`. Este tipo de configuración es útil cuando utilizamos dispositivos removibles, como por ejemplo, un módem USB. Más información en [DR][GRD].

### 4.1.2. Configuración de la red en IPv6

En relación con la configuración de IPv6, los sistemas GNU/Linux incorporan esta funcionalidad a través de su implementación en el *kernel* o a través de módulos (en Debian se incluyen en el *kernel* y algunas arquitecturas específicas a través de un módulo llamado ipv6). Herramientas básicas como `ping` y `traceroute` tienen sus equivalentes IPv6, `ping6` y `traceroute6`, disponibles en los paquetes `iputils-ping` y `iputils-tracepath`, respectivamente. Con el archivo */etc/network/interfaces* una red IPv6 se configura en forma similar a IPv4 (verificar previamente que su router es compatible con IPv6 que retransmita datos a la red IPv6 global):

```
iface eth0 inet6 static
    address fe80:0db8::0470:0534
    netmask 64
    # Desactivar autoconfiguración
    # autoconf 0
    # El enrutador se configura automáticamente
    # y no tiene dirección fija (accept_ra 1). Si la tuviera:
    # gateway 2001:db8:1234:5::1 map trabajo
```

Las subredes IPv6 generalmente tienen una máscara de red de 64 bits, lo cual significa que existen 264 direcciones diferentes dentro de la subred y permite a un método llamado *autoconfiguración de direcciones sin estado* (SLAAC, *Stateless Address Autoconfiguration*) selecionar una dirección basada en la dirección MAC de la interfaz de red. De forma predeterminada, si SLAAC está activado en la red, el *kernel* encontrará *routers* IPv6 automáticamente y configurará las interfaces de red.

Este tipo de configuración puede tener consecuencias en la privacidad, ya que si se cambia de red frecuentemente, sería fácil la identificación del dispositivo en estas redes. Las extensiones de privacidad de IPv6 solucionan este problema y asignarán direcciones adicionales generadas aleatoriamente a la interfaz, las cambiarán periódicamente y las utilizarán para conexiones salientes, mientras que las conexiones entrantes podrán utilizar las direcciones generadas por SLAAC. Un ejemplo de esta configuración es activar en */etc/network/interfaces*:

```
iface eth0 inet6 auto
```

```
     # Preferir las direcciones asignadas
      # aleatoriamente para conexiones salientes.
     privext 2
```

Si no se dispone de una conexión IPv6, el método alternativo es utilizar un túnel sobre IPv4. Es importante que los proveedores de túneles IPv6 se ajusten a la RFC 3053 (RFC que describe el procedimiento para solicitar la creación de un túnel IPv6 en un *host* llamado Punto de Presencia o PoP). Existe una gran cantidad de proveedores con implementaciones propias y en base a diferentes objetivos de negocio. Dos de los que se pueden probar son Hurricane Electric Free IPv6 Tunnel Broker o SixXS.

### 4.1.3. Configuración de red en (estilo) Fedora

Red Hat y Fedora utilizan diferente estructura de ficheros para la configuración de la red: */etc/sysconfig/network*. Por ejemplo, para la configuración estática de la red:

```
NETWORKING=yes


HOSTNAME=my-hostname
   Nombre del host definido por el cmd hostname
FORWARD_IPV4=true
   True para NAT firewall gateways y routers. False para cualquier otro caso
GATEWAY="XXX.XXX.XXX.YYY"
   Dirección IP de la Puerta de salida a Internet.
```

Para configuración por DHCP se debe quitar la línea de *gateway*, ya que será asignada por el servidor. Y en caso de incorporar NIS debe agregarse una línea con el servidor de dominio: **NISDOMAIN=NISProject1**.

Para configurar la interfaz **eth0** en */etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0* (reemplazar las X con los valores adecuados):

```
DEVICE=eth0
BOOTPROTO=static
BROADCAST=XXX.XXX.XXX.255
IPADDR=XXX.XXX.XXX.XXX
NETMASK=255.255.255.0
NETWORK=XXX.XXX.XXX.0
ONBOOT=yes    Activará la red en el boot
```

También a partir de FC3 se pueden agregar:

```
TYPE=Ethernet
HWADDR=XX:XX:XX:XX:XX:XX
GATEWAY=XXX.XXX.XXX.XXX
```

```
IPV6INIT=no
USERCTL=no
PEERDNS=yes
```

O si no para configuración por DHCP:

```
DEVICE=eth0
ONBOOT=yes
BOOTPROTO=dhcp
```

Para deshabilitar DHCP, hay que cambiar `BOOTPROTO=dhcp` a `BOOTPROTO=none`. Cualquier cambio en estos ficheros deberá reiniciar los servicios con `service network restart` (o sino también se puede reiniciar con `/etc/init.d/network restart`).

Para cambiar el nombre del *host* se deben seguir estos tres pasos:

**1)** El comando `hostname nombre-nuevo`.

**2)** Cambiar la configuración de la red en */etc/sysconfig/network* editando: HOSTNAME=nombre-nuevo.

**3)** Restaurando los servicios (o haciendo un *reboot*):

- `service network restart` (*o /etc/init.d/network restart*).
- Si la versión del sistema operativo tiene instalado por defecto `systemd` se podrá ejecutar `systemctl restart network`.

Hay que verificar si el nombre está dado de alta en el archivo */etc/hosts*. El hostname puede ser cambiado en tiempo de ejecución recurriendo a la instrucción `sysctl -w kernel.hostname="nombre-nuevo"`.

### 4.1.4. Configuración de una red Wi-Fi (inalámbrica)

Ya se comentó en el módulo "Nivel Usuario" la configuración de la red inalámbrica, pero en este apartado se darán algunos detalles complementarios/alternativos. Para la configuración de interfaces Wi-Fi se utilizan básicamente el paquete **wireless-tools** (además de `ifconfig` o `ip`). Este paquete utiliza el comando `iwconfig` para configurar una interfaz inalámbrica, pero también se puede hacer a través del */etc/network/interfaces* (algunas distribuciones incluyen el paquete *iw*, que es el equivalente a *iproute2*, y que reemplazará a *wireless-tools*; Debian en la última versión incluye ambos).

**Ejemplo: Configurar una WiFi en Debian (similar en FC)**

En este caso mostraremos los pasos para cargar los *drivers* de una tarjeta Intel Pro/Wireless 2200BG como método general, pero en los *kernels* actuales estos *drivers* ya están incluidos en el *kernel*, por lo cual no es necesario realizar estos pasos previos aunque sirve como modo de ejemplo. Normalmente, el software que controla las tarjetas se divide en dos partes: el módulo software que se cargará en el *kernel* a través del comando `modprobe` y el *firmware*, que es el código que se cargará en la tarjeta y que nos da el fabricante (consultar la página de Intel para este modelo o el proyecto Wireless Kernel http://wireless.kernel.org/en/users/Drivers/iwlwifi). Como estamos hablando de módulos, es interesante utilizar el paquete de Debian **module-assistant**, que nos permite crear e instalar fácilmente un módulo (otra opción sería instalar las fuentes y crear el módulo correspondiente). El software (lo encontramos en la página del fabricante y lo denomina ipw2200) lo compilaremos e instalaremos utilizando el comando `m-a` del paquete `module-assistant`.

```
aptget install module-assistant      instalación del paquete
m-a -t update
m-a -t -f get ipw2200
m-a -t -build ipw2200
m-a -t install ipw2200
```

Desde la dirección indicada por el fabricante (en su documentación), se descarga la versión del *firmaware* compatible con la versión del *driver*, se descomprime e instala en */usr/lib/hotplug/firmaware* (donde X.X es la versión del el *firmaware*):

```
tar xzvf ipw2200fw2.4.tgz C /tmp/fwr/
cp /tmp/fwr/*.fw /usr/lib/hotplug/firmware/
```

Con esto se copiarán tres archivos (`ipw2200-bss.fw`, `ipw2200-ibss.fw` y `ipw2200-sniffer.fw`). Luego se carga el módulo con `modprobe ipw2200`, se reinicia el sistema (`reboot`) y a continuación, desde la consola, podemos hacer `dmesg | grep ipw`, este comando nos mostrará algunas líneas similares a las que se muestran a continuación y que indicarán que el módulo está cargado (se puede verificar con `lsmod`):

```
ipw2200: Intel(R) PRO/Wireless 2200/2915 Network Driver, git1.0.8
ipw2200: Detected Intel PRO/Wireless 2200BG Network Connection
...
```

Luego se descarga el paquete `wireless-tools` que contiene `iwconfig` y, entre otras, con `aptget install wireless-tools` y ejecutamos `iwconfig`; saldrá algo parecido a:

```
eth1 IEEE 802.11b ESSID:"Nombre-de-la-Wifi"
```

```
Mode:Managed Frequency:2.437 GHz
Access Point:00:0E:38:84:C8:72
Bit Rate=11 Mb/s TxPower=20 dBm
Security mode:open
...
```

A continuación, se deberá configurar el archivo */etc/network/interfaces*. Seguir el procedimiento indicado en el módulo "Nivel Usuario".

### 4.2. Configuración del name resolver

El siguiente paso es configurar el *name resolver*, que convierte nombres tales como *nteum.remix.cat* en 192.168.110.23.

La forma como el sistema de resolución de nombres actúa viene dada por la línea *hosts* del archivo de configuración */etc/nsswitch.conf*. Esta línea lista los servicios que deberían usarse para resolver un nombre, por ejemplo, **dns**, **files**, **nis**, **nisplus** (ver `man -s 5 nsswitch.conf`). Si se utiliza el servicio **dns**, el comportamiento del sistema de resolución también viene dado por el archivo de configuración */etc/resolv.conf* que contiene las direcciones IP de los servidores de nombres. Su formato es muy simple (una línea de texto por sentencia). Existen tres palabras clave para tal fin: *domain* (dominio local), *search* (lista de dominios alternativos) y *name server* (la dirección IP del *domain name server*).

#### 4.2.1. Ejemplo de */etc/resolv.conf*

```
domain remix.com
search remix.com piru.com
nameserver 8.8.8.8
nameserver 8.8.4.4
```

Esta lista de servidores de nombre a menudo dependen del entorno de red, que puede cambiar dependiendo de dónde esté o se conecte la máquina (en este ejemplo se han configurado dos servidores de nombres que son los Google DNS Public disponibles sin coste y que presentan muy buenas prestaciones y son seguros).

Los programas de conexión a líneas telefónicas (pppd) u obtención de direcciones IP automáticamente (dhclient) son capaces de modificar *resolv.conf* para insertar o eliminar servidores, pero esta característica no siempre funciona adecuadamente y a veces puede entrar en conflicto y generar configuraciones erróneas. El paquete **resolvconf** (por defecto en algunas distribuciones) soluciona de forma adecuada el problema y permite una configuración simple de

los servidores de nombre en forma dinámica. **resolvconf** está diseñado para funcionar sin que sea necesaria ninguna configuración adicional, no obstante, puede requerir alguna intervención para lograr que funcione adecuadamente.

En Debian es un paquete opcional y puede instalarse con los procedimientos habituales. Esto modificará la configuración de */etc/resolv.conf*, que será reemplazada por un enlace a */etc/resolvconf/run/resolv.conf* y el **resolvconf** utilizará un archivo que será generado dinámicamente en */etc/resolvconf/run/resolv.conf*. Se debe tener en cuenta que el **resolvconf** solo es necesario para modificar dinámicamente los *nameserver*, pero si en nuestra red los *nameservers* no cambian frecuentemente, el */etc/resolv.conf* puede ser lo más adecuado.

Cuando **resolvconf** está instalado no es necesario modificar */etc/resolv.conf*, ya que será automáticamente regenerado por el sistema. Si es necesario definir *nameservers*, se podría agregar como *dns-nameservers* en */etc/network/interfaces* (generalmente después de la línea de *gateway*).

### 4.2.2. El archivo *host.conf*

El archivo */etc/host.conf* contiene información específica para la resolución de nombres. Su importancia reside en indicar dónde se resuelve primero la dirección o el nombre de un nodo. Esta consulta puede hacerse al servidor DNS o a tablas locales dentro de la máquina actual (*/etc/hosts*), y su formato incluye las siguientes palabras claves *order*, *trim*, *multi*, *nospoof*, *spoof* y *reorder*, siendo las más habituales las siguientes:

- **order**. Indica el orden de cómo se realizará la búsqueda del nombre (por ejemplo, *bind*, *hosts*, *nis*).

- **multi**. Que puede ser *on*, por lo cual retornará todas las direcciones válidas para un *host* que esté en */etc/hosts file* en lugar de solo devolver el primero (*off*). Si está en *on* puede causar retardos importantes cuando */etc/hosts* sea de gran tamaño.

- **nospoof/spoofalert/spoof** (*on/off*). Relacionado con cuestiones de seguridad con relación a prevenir el *hostname spoofing* realizado por algunas aplicaciones.

**Ejemplo de *letc/host.conf***

```
order hosts,bind
multi on
```

Esta configuración indica que primero se verifique el */etc/hosts* antes de solicitar una petición al DNS y también indica (2.ª línea) que retorne todas las direcciones válidas que se encuentren en */etc/hosts*. Por lo cual, el archivo */etc/hosts* es donde se colocan las direcciones locales o también sirve para acceder a nodos sin tener que consultar al DNS.

La consulta es mucho más rápida, pero tiene la desventaja de que si el nodo cambia, la dirección será incorrecta. En un sistema correctamente configurado, solo deberán aparecer los nodos locales y una entrada para la interfaz *loopback*.

### 4.2.3. El archivo *letc/hosts*

Este archivo actúa como servidor de nombres y es especialmente útil en una red local no exista una alta variabilidad de las IP asignadas a los nombres:

```
127.0.0.1 localhost
192.168.168.254 nteum.remix.local nteum
# Nodos red privada
192.168.168.1 nodo1.remix.local nodo1
192.168.168.2 nodo2.remix.local nodo2
# The following lines are desirable for IPv6 capable hosts
::1     localhost ip6-localhost ip6-loopback
ff02::1 ip6-allnodes
ff02::2 ip6-allrouters
```

Para el nombre de una máquina pueden utilizarse *alias*, que significa que esa máquina puede llamarse de diferentes maneras para la misma dirección IP. En referencia a la interfaz *loopback*, este es un tipo especial de interfaz que permite realizar a nodo conexiones consigo misma (por ejemplo, para verificar que el subsistema de red funciona sin acceder a la red). Por defecto, la dirección IP 127.0.0.1 ha sido asignada específicamente al *loopback* (un comando `ssh 127.0.0.1` conectará con la misma máquina). Su configuración es muy fácil (la realiza generalmente el *script* de inicialización de red). En muchos sistemas (Debian, incluido) se agrega en el archivo */etc/hosts* la siguiente línea: `127.0.1.1 <host_name>`. Esta se crea en aquellos sistemas que no tienen una IP permanente y para evitar que algún programa genere problemas (por ejemplo Gnome). La etiqueta <*host_name*> coincidirá con el nombre de la máquina definido en */etc/hostname*. Para un sistema con IP definida se debe comentar esta línea y se aconseja poner un dominio del tipo *fully qualified domain name (FQDN)* (el que figura en el DNS) o sino se tiene que insertar uno definido como <*host_name*>.<*domain_name*> en lugar de solo poner <*host_name*> (para máquinas que no tienen un registro en un DNS se aconseja poner como domino local o *localdomain*, por ejemplo nteum.local o nteum.localdomain).

Como se mencionó anteriormente, desde la versión 2 de la biblioteca **libc** existe un reemplazo importante con respecto a la funcionalidad del archivo *host.conf*. Esta mejora incluye la centralización de información de diferentes

servicios para la resolución de nombres, lo cual presenta grandes ventajas para el administrador de red. Toda la información de consulta de nombres y servicios ha sido centralizada en el archivo */etc/nsswitch.conf*, el cual permite al administrador configurar el orden y las bases de datos de modo muy simple.

En este archivo cada servicio aparece uno por línea con un conjunto de opciones, donde, por ejemplo, la resolución de nombres de nodo es una de ellas. En este se indica que el orden de consulta de las bases de datos para obtener el IP del nodo o su nombre será primero el servicio de DNS, que utilizará el archivo */etc/resolv.conf* para determinar la IP del nodo DNS, y en caso de que no pueda obtenerlo, utilizará el de las bases de datos local (*/etc/hosts*). Otras opciones para ello podrían ser *nis, nisplus*, que son otros servicios de información que se describirán en unidades posteriores. También se puede controlar por medio de acciones (entre []) el comportamiento de cada consulta, por ejemplo:

```
hosts: files mdns4_minimal [NOTFOUND=return] dns mdns4
```

Esto indica que cuando se realice la consulta al mdns4, si no existe un registro para esta consulta, retorne al programa que la hizo con un cero. Puede utilizarse el '!' para negar la acción, por ejemplo:

```
hosts dns [!UNAVAIL = return] files
```

### 4.3. Configuración del *routing*

Otro aspecto que hay que configurar es el *routing*. Si bien existe el tópico sobre su dificultad, generalmente se necesitan unos requerimientos de *routing* muy simples. En un nodo con múltiples conexiones, el *routing* consiste en decidir dónde hay que enviar y qué se recibe. Un nodo simple (una sola conexión de red) también necesita *routing*, ya que todos los nodos disponen de un *loopback* y una conexión de red (por ejemplo, Ethernet, PPP o SLIP). Como se explicó anteriormente, existe una tabla llamada *routing table*, que contiene filas con diversos campos, pero con tres de ellos sumamente importantes: **dirección de destino**, **interfaz** por donde saldrá el mensaje y **dirección IP**, que efectuará el siguiente paso en la red (*gateway*).

**Nota**

Consulta de tablas de *routing*: `route -n` o también `netstat -r` (o también `ip route`).

El comando *route* permite modificar esta tabla para realizar las tareas de *routing* adecuadas. Cuando llega un mensaje, se mira su dirección destino, se compara con las entradas en la tabla y se envía por la interfaz, en la que la dirección coincide mejor con el destino del paquete. En caso contrario, si está especificado un *gateway*, el mensaje se enviará por la interfaz adecuada.

Consideremos, por ejemplo, que nuestro nodo está en una red clase C con dirección 192.168.110.0 y tiene una dirección 192.168.110.23; y el *router* con conexión a Internet es 192.168.110.3.

En primer lugar, debemos configurar la interfaz:

```
ifconfig eth0 192.168.110.23 netmask 255.255.255.0 up
```

Más adelante, debemos indicar que todos los paquetes con direcciones 192.168.0.* deben ser enviados al dispositivo de red:

```
route add -net 192.1 ethernetmask 255.255.255.0 eth0
```

El *-net* indica que es una ruta de red pero también puede utilizarse *-host* 192.168.110.3. Esta configuración permitirá conectarse a todos los nodos dentro del segmento de red (192.1), pero ¿qué pasará si se desea conectar con otro nodo fuera de este segmento? Sería muy difícil tener todas las entradas adecuadas para todas las máquinas a las cuales se quiere conectar. Para simplificar esta tarea, existe el *default route*, que se utiliza cuando la dirección destino no coincide en la tabla con ninguna de las entradas. Una posibilidad de configuración sería:

```
route add default gw 192.168.110.3 eth0
```

**Nota**

El gw es la IP o nombre de un *gateway* o nodo *router*.

Una forma alternativa de hacerlo es:

```
ifconfig eth0 inet down     deshabilito la interfaz
ifconfig
lo Link encap:Local Loopback  ... (no mostrará ninguna entrada para eth0)
route   ... (no mostrará ninguna entrada en la tabla de rutas)
```

Luego se habilita la interfaz con una nueva IP y una la nueva ruta:

```
      ifconfig eth0 inet up 192.168.0.111 \
      netmask 255.255.0.0 broadcast 192.168.255.255
      route add -net 10.0.0.0 netmask 255.0.0.0 \
      gw 192.168.0.1 dev eth0
```

La barra (\) indica que el comando continúa en la siguiente línea. El resultado:

```
ifconfig
      eth0 Link encap:Ethernet HWaddr 08:00:46:7A:02:B0
      inet addr:192.168.0.111 Bcast: 192.168.255.255 Mask:255.255.0.0
      UP BROADCAST RUNNING MULTICAST MTU:1500 Metric:1
```

```
        ...
        lo Link encap:Local Loopback
        inet addr:127.0.0.1 Mask:255.0.0.0
        ...
  route
  Kernel IP routing table
        Destination Gateway Genmask Flags Metric Ref Use Iface
        192.168.0.0 * 255.255.0.0 U 0 0 0 eth0
        10.0.0.0 192.168.0.1 255.0.0.0 UG 0 0 0 eth0
```

Para más información ver los comandos *ifconfig*(8) y *route*(8). Como hemos indicado anteriormente el comando `route` forma parte del paquete *net-tools*, el cual para algunas distribuciones es obsoleto. Es por ello que el nuevo paquete *iproute2* incluye bajo el mismo comando `ip` todas las posibilidades para configurar el *routing*, por ejemplo: `ip route`.

*default via 10.0.2.2 dev eth0*
*10.0.2.0/24 dev eth0 proto kernel scope link src 10.0.2.15*
*172.16.1.0/24 dev eth1 proto kernel scope link src 172.16.1.1*
*172.16.2.0/24 via 172.16.1.2 dev eth1*

Para añadir una ruta `ip route add` y para borrarla `ip ro del`, por ejemplo:

```
ip route add 10.0.0.0/16 via 172.16.1.1
```

```
ip route del 10.0.0.0/16 via 172.16.1.1
```

Para determinar por dónde se hará el *routing* de un paquete para una determinada IP se puede ejecutar:

```
ip route get 8.8.8.8.
```

*8.8.8.8 via 10.0.2.2 dev eth0 src 10.0.2.15*

Para agregar un *default gateway* se puede ejecutar:

```
ip route add default via 10.0.2.15.
```

Para visualizarlo ejecutamos `ip r` (es equivalente a `ip route show`) y mostrará:

*default via 10.0.2.2 dev eth0*

## 4.4. Configuración de servicios

El siguiente paso en la configuración de la red es la configuración de los servidores y servicios que permitirán a otro usuario acceder a la máquina local o a sus servicios. Los programas servidores utilizarán los puertos para escuchar las peticiones de los clientes, que se dirigirán a este servicio como *IP:port*.

En la mayoría de los sistemas GNU/Linux existe dos alternativas: `inetd` (original y obsoleto) y `xinetd` (reemplazo para *inetd* y con mejores prestaciones/seguridad).

### 4.4.1. Configuración de inetd

Los servidores pueden funcionar de dos maneras diferentes: *standalone* (en esta manera el servicio escucha en el puerto asignado y siempre se encuentra activo) o a través del `inetd`. Hay que tener en cuenta que en muchas instalaciones este paquete *inetd* no está instalado por defecto y se deberá ejecutar la instrucción `apt-get install inetutils-inetd`. No obstante, se recomienda instalar el paquete `xinetd` (`apt-get install xinetd`) que presenta mejores prestaciones/seguridad.

El **inetd** es un servidor que controla y gestiona las conexiones de red de los servicios especificados en el archivo */etc/inetd.conf*, el cual, ante una petición de servicio, pone en marcha el servidor adecuado y le transfiere la comunicación.

Dos archivos importantes necesitan ser configurados. Son estos: */etc/services* y */etc/inetd.conf*. En el primero se asocian los servicios, los puertos y el protocolo y en el segundo, qué programas servidores responderán ante una petición a un puerto determinado. El formato de */etc/services* es *name port/protocol aliases*, donde el primer campo es nombre del servicio, el segundo, el puerto donde atiende este servicio y el protocolo que utiliza, y el siguiente, un alias del nombre. Por defecto existen una serie de servicios que ya están preconfigurados. A continuación se muestra un ejemplo de */etc/services* (# indica que lo que existe a continuación es un comentario):

```
tcpmux          1/tcp           # TCP port service multiplexer
echo            7/tcp
echo            7/udp
discard         9/tcp           sink null
discard         9/udp           sink null
systat          11/tcp          users
...
ftp             21/tcp
ssh             22/tcp          # SSH Remote Login Protocol
```

```
ssh             22/udp       # SSH Remote Login Protocol
telnet          23/tcp
                             # 24 - private
smtp            25/tcp       mail
...
```

El archivo */etc/inetd.conf* es la configuración para el servicio maestro de red (*inetd server daemon*). Cada línea contiene siete campos separados por espacios: *service socket_type proto flags user server_path server_args*, donde service es el servicio descrito en la primera columna de */etc/services*, *socket_type* es el tipo de socket (valores posibles *stream*, *dgram*, *raw*, *rdm*, o *seqpacket*), proto es el protocolo válido para esta entrada (debe coincidir con el de */etc/services*), flags indica la acción que tomar cuando existe una nueva conexión sobre un servicio que se encuentra atendiendo a otra conexión (*wait* le dice a inetd no poner en marcha un nuevo servidor o *nowait* significa que inetd debe poner en marcha un nuevo servidor). User será el usuario con el cual se identificará quién ha puesto en marcha el servicio, *server_path* es el directorio donde se encuentra el servidor y *server_args* son argumentos posibles que serán pasados al servidor. Un ejemplo de algunas líneas de */etc/inetd.conf* es (recordar que # significa comentario, por lo cual, si un servicio tiene # antes de nombre, significa que no se encuentra disponible):

```
...
telnet   stream   tcp   nowait   root   /usr/sbin/tcpd   /usr/sbin/in.telnetd
ftp      stream   tcp   nowait   root   /usr/sbin/tcpd   /usr/sbin/in.ftpd
# fsp    dgram    udp   wait     root   /usr/sbin/tcpd   /usr/sbin/in.fspd
shell    stream   tcp   nowait   root   /usr/sbin/tcpd   /usr/sbin/in.rshd
login    stream   tcp   nowait   root   /usr/sbin/tcpd   /usr/sbin/in.rlogind
# exec   stream   tcp   nowait   root   /usr/sbin/tcpd   /usr/sbin/in.rexecd ...
...
```

A partir de Debian Woody 3.0 r1, la funcionalidad de inetd ha sido reemplazada por **xinetd** (recomendable ya que presenta más opciones con relación a la configuración de servicios y seguridad), el cual necesita el archivo de configuración */etc/xinetd.conf* (ver subapartado siguiente) y el directorio */etc/xinetd.d*.

Además de la configuración de inetd o xinetd, la configuración típica de los servicios de red en un entorno de escritorio o servidor básico podría incluir además:

**Ved también**

Para ver más sobre la configuración típica de los servicios de red en un entorno de escritorio o servidor básico, podéis ver el módulo de servidores (módulo 2) de la asignatura *Administración avanzada de sistemas GNU-Linux*.

- **ssh**: conexión interactiva segura como reemplazo de telnet e incluye dos archivos de configuración */etc/ssh/ssh_config* (para el cliente) y */etc/ssh/sshd_config* (para el servidor).

- **exim**: agente de transporte de correo (MTA), incluye los archivos de configuración: */etc/exim/exim.conf*, */etc/mailname*, */etc/aliases*,

*/etc/email-addresses*.

- **fetchmail**: daemon para descargar el correo de una cuenta POP3, */etc/fetchmailrc*.
- **procmail**: programa para filtrar y distribuir el correo local, *~/.procmailrc*.
- **tcpd**: servicios de filtros de máquinas y dominios habilitados y deshabilitados para conectarse al servidor (*wrappers*): */etc/hosts.allow, /etc/hosts.deny*.
- **DHCP**: servicio para la gestión (servidor) u obtención de IP (cliente), */etc/dhcp3/dhclient.conf* (cliente), */etc/default/dhcp3-server* (servidor), */etc/dhcp3/dhcpd.conf* (servidor). Los directorios/nombre pueden variar en función del paquete instalado.
- **DNS**: servicio de nombres, por ejemplo, `dnsmaq` en */etc/dnsmasq.d*.
- **CVS**: sistema de control de versiones concurrentes, */etc/cvs-cron.conf*, */etc/cvs-pserver.conf*.
- **NFS**: sistema de archivos de red, */etc/exports*.
- **Samba**: sistema de archivos de red y compartición de impresoras en redes Windows, */etc/samba/smb.conf*.
- **CUPS**: sistema de impresión, */etc/cups/**
- **Apache2**: servidor de web, */etc/apache2/**.
- **squid**: servidor *proxy-caché, /etc/squid/**.

### 4.4.2. Configuración del xinetd

**Xinetd** es un *super-daemon* que mejora notablemente la eficacia y prestaciones de *inetd* y *tcp-wrappers*. Una de las grandes ventajas de Xinetd es que puede hacer frente a ataques de DoA[28] a través de mecanismos de control para los servicios basados en la identificación de direcciones del cliente, en tiempo de acceso y tiempo de conexión (*logging*). No se debe pensar que Xinetd es el más adecuado para todos los servicios (por ejemplo, SSH es mejor que se ejecute como *daemon*), ya que muchos de ellos generan una gran sobrecarga al sistema y disponen de mecanismos de acceso seguros que no crean interrupciones en la seguridad del sistema [Xin].

[28] Del inglés *denial-of-access*.

Su configuración es muy simple y se realiza a través del archivo */etc/xinetd.conf* (el cual puede incluir más archivos del directorio */etc/xinetd.d/* para una mejor estructuración). En este archivo encontraremos una sección de *defaults* (pará-

metros que se aplicarán a todos los servicios) y *service* (o archivos que las contienen de *service*), que serán los servicios que se pondrán en marcha a través de Xinetd. Un ejemplo típico de la configuración podría ser que normalmente los *defaults* se colocan en *xinetd.conf* y los *services* en archivos separados en el directorio */etc/xinetd.d*, pero en este ejemplo lo hemos puesto todo junto:

```
# xinetd.conf
# Se aplican a todos los servidores y pueden modificarse para cada servicio
defaults
{
   instances   = 10
   log_type   = FILE /var/log/service.log
   log_on_success  = HOST PID
   log_on_failure  = HOST RECORD
   }

# El nombre del servicio debe encontrarse en /etc/services para obtener el puerto correcto
# Si se trata de un servidor/puerto no estándar, usar "port = X"
service ftp
{
   socket_type  = stream
   protocol   = tcp
   wait   = no
   user   = root
   server   = /usr/sbin/proftpd
   }

service ssh
{
   socket_type  = stream
   protocol   = tcp
   wait   = no
   user   = root
   port   = 22
   server   = /usr/sbin/sshd server_args = -i
   }
# This is the tcp version.
service echo
{
   disable  = yes
   type  = INTERNAL
   id  = echo-stream
   socket_type = stream
   protocol = tcp
   user  = root
   wait  = no
   }
```

```
# This is the udp version.
service echo
{
   disable  = yes
   type  = INTERNAL
   id  = echo-dgram
   socket_type = dgram
   protocol = udp
   user  = root
   wait  = yes
   }
```

Los servicios comentados (#) no estarán disponibles. En la sección *defaults* se pueden insertar parámetros tales como el número máximo de peticiones simultáneas de un servicio, el tipo de registro (*log*) que se desea tener, desde qué nodos se recibirán peticiones por defecto, el número máximo de peticiones por IP que se atenderán, o servicios que se ejecutarán como superservidores (*imapd* o *popd*), como por ejemplo:

```
default {
   instances                        = 20
   log_type                         = SYSLOG
   authpriv log_on_success  = HOST
   log_on_failure                   = HOST
   only_from                        = 192.168.0.0/16
   cps                              = 25 30
   enabled = imaps
   }
```

Un parámetro interesante es *cps*, que limita el número de las conexiones entrantes con 2 argumentos: el primero el número de conexiones por segundo a manejar por el servicio y si es mayor, el servicio quedará deshabilitado por el número de segundos indicado en el segundo argumento. Por defecto son 50 conexiones y un intervalo de 10 segundos que se consideran parámetros adecuados para contener una ataque de DoS.

La sección service, una por cada servicio, puede contener parámetros específicos –y a veces muy detallados– del servicio,como por ejemplo:

```
service imapd
{
   socket_type                      = stream
   wait                             = no
   user                             = root
   server                           = /usr/sbin/imapd
   only_from                        = 0.0.0.0/0 #allows every client
```

```
    no_access                          = 192.168.0.1
    instances                          = 30
    log_on_success                    += DURATION USERID
    log_on_failure                    += USERID
    nice                               = 2
    redirect                           = 192.168.1.1 993
    #Permite redireccionar el tráfico del port 993
    #hacia el nodo 192.168.1.1
    bind                               = 192.168.10.4
    #Permite indicar a qué interfaz está asociado el servicio para evitar
    # problemas de suplantación de servicio.
    }
```

## 4.5. Configuración adicional: protocolos y *networks*

Existen otros archivos de configuración que en la mayoría de los casos no se utilizan pero que pueden ser interesantes. El */etc/protocols* es un archivo que relaciona identificadores de protocolos con nombres de protocolos, así, los programadores pueden especificar los protocolos por sus nombres en los programas.

**Ejemplo de */etc/protocols***

```
ip          0     IP   # internet protocol, pseudo protocol number
#hopopt     0     HOPOPT   # IPv6 Hop-by-Hop Option [RFC1883]
icmp        1     ICMP   # internet control message protocol
```

El archivo */etc/networks* tiene una función similar a */etc/hosts*, pero con respecto a las redes, indica nombres de red con relación a su dirección IP (el comando *route* o *ip route* mostrará el nombre de la red y no su dirección en este caso).

**Ejemplo de */etc/networks***

```
loopnet 127.0.0.0
localnet 192.168.0.0
amprnet 44.0.0.0 ...
```

## 4.6. Aspectos de seguridad

Es importante tener en cuenta los aspectos de seguridad en las conexiones a red, ya que una fuente de ataques importantes se produce a través de la red. Ya se hablará más sobre este tema en la unidad correspondiente a seguridad; sin embargo, hay unas cuantas recomendaciones básicas que deben tenerse en cuenta para minimizar los riesgos inmediatamente antes y después de configurar la red de nuestro ordenador:

**a)** No activar servicios en */etc/inetd.conf* o */etc/xinetd.conf* que no se utilizarán, insertar un "#" antes del nombre para evitar fuentes de riesgo.

**b)** Modificar el archivo */etc/ftpusers* para denegar que ciertos usuarios puedan tener conexión vía ftp con su máquina.

**c)** Modificar el archivo */etc/securetty* para indicar desde qué terminales (un nombre por línea), por ejemplo: tty1 tty2 tty3 tty4, se permite la conexión del superusuario (*root*). Desde los terminales restantes, *root* no podrá conectarse.

**d)** Si se utiliza *inetd* (*xinetd* lo incluye por defecto y solo se debe configurar), entonces hay que agregar el *daemon* `tcpd`. Este servidor es un *wrapper* que permite aceptar-negar un servicio desde un determinado nodo y se coloca en el archivo */etc/inetd.conf* como intermediario de un servicio. El **tcpd** verifica unas reglas de acceso en dos archivos: */etc/hosts.allow /etc/host.deny*

Si se acepta la conexión, pone en marcha el servicio adecuado pasado como argumento, por ejemplo, la línea del servicio de ftp antes mostrada en *inetd.conf: ftp stream tcp nowait root /usr/sbin/tcpd /usr/sbin/in.ftpd*. *tcpd* primero busca el archivo */etc/hosts.allow* y luego */etc/hosts.deny*. El archivo *hosts.deny* contiene la información sobre cuáles son los nodos que no tienen acceso a un servicio dentro de esta máquina. En general, una configuración restrictiva es ALL: ALL, ya que solo se permitirá el acceso a los servicios desde los nodos declarados en el archivo */etc/hosts.allow*.

**e)** El archivo */etc/hosts.equiv* permite el acceso a esta máquina sin tener que introducir una clave de acceso (*password*). Se recomienda no usar este mecanismo y aconsejar a los usuarios no utilizar el equivalente desde la cuenta de usuario a través del archivo *.rhosts*.

**f)** En Debian es importante configurar */etc/security/access.conf*, el archivo que indica las reglas de quién y desde dónde se puede conectar (*login*) a esta máquina. Este archivo tiene una línea por orden con tres campos separados por ':' del tipo *permiso: usuarios:origen*. El primero será un + o - (acceso denegado), el segundo un nombre de usuario/s, grupo o *user@host*, y el tercero un nombre de un dispositivo, nodo, dominio, direcciones de nodo o de redes, o ALL.

**Ejemplo de *access.conf***

Este comando no permite root logins sobre tty1:

```
ALL EXCEPT root:tty1 ...
```

Permite acceder a *u1*, *u2*, *g1* y todos los de dominio remix.cat:

```
+:u1 u2 g1 .remix.com:ALL
```

## 4.7. Opciones del IP

Existen una serie de opciones sobre el tráfico IP que es conveniente mencionar. Su configuración se realiza a través de la inicialización del archivo correspondiente en directorio */proc/sys/net/ipv4/*. El nombre del archivo es el mismo

que el del comando y para activarlos se debe poner un 1 dentro del archivo, y un 0 para desactivarlo. Por ejemplo, si se quiere activar *ip_forward*, se debería ejecutar:

```
echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward
```

Los más utilizados son: *ip_forward* utilizado para el routing entre interfaces o con *IP Masquerading; ip_default_ttl,* que es el tiempo de vida para un paquete IP (64 milisegundos por defecto) *ip_bootp_agent* variable lógica (booleana), que acepta paquetes (o no) con dirección origen del tipo 0.b.c.d y destino de este nodo, *broadcast* o *multicast*.

Estas opciones también se pueden modificar estáticamente a través del archivo */etc/sysctl.conf* (mirar en */etc/sysctl.d/* para variables adicionales y *sysctl.conf* (5) para mayor información).

En caso de que no sea necesario trabajar con IPv6, se pueden deshabilitar haciendo:

```
echo "net.ipv6.conf.all.disable_ipv6 = 1" >> /etc/sysctl.conf
```

Y para mirar los cambios:

```
sysctl -p
net.ipv6.conf.all.disable_ipv6 = 1
```

### 4.8. Comandos para la solución de problemas con la red

Si tiene problemas en la configuración de la red, se puede comenzar verificando la salida de los siguientes comandos para obtener una primera idea:

```
ifconfig                          (o también ip a)
cat /proc/pci
cat /proc/interrupts
dmesg | more
```

Para verificar la conexión a la red, se pueden utilizar los siguientes comandos (se debe tener instalado `netkit-ping`, `traceroute`, `dnsutils`, `iptables` y `net-tools`):

```
ping uoc.edu                          # verificar la conexión a Internet
traceroute uoc.edu                    # rastrear paquetes IP
ifconfig                              # (o ip address) verificar la configuración del host
route -n (o ip route)                 # verificar la configuración de la ruta
dig [@dns.uoc.edu] www.uoc.edu        # verificar registros de www.uoc.edu
                                      # sobre el servidor dns.uoc.edu
iptables -L -n |less                  # verificar filtrado de paquetes (kernel >=2.4)
```

```
netstat -a (o ss -a)                    # muestra todos los puertos abiertos
netstat -l --inet (o ss -l --query=inet) # muestra los puertos en escucha
netstat -ln --tcp (o ss -ln --query=tcp) # mostrar puertos tcp en escucha (numérico)</p>
```

Entre toda ella ampliaremos la explicación de `netstat` (forma parte del paquete *net-tools*) ya que es una de las herramientas que nos muestra un informe instantáneo de la actividad de red. Cuando se ejecuta sin parámetros, nos mostrará todas las conexiones abiertas, que puede ser una lista demasiado detallada, ya que incluye algunos puntos de conexión que no son de red (la comunicación de *dbus*, por ejemplo). No obstante, cuenta con gran cantidad de parámetros para definir la salida. Entre los más utilizados podemos enumerar:

**-t**. Muestra conexiones TCP

**-u**. Muestra conexiones UDP

**-a**. Muestra puertos en Listen (conexiones entrantes)

**-n**. Muestra IP, puertos e ID del usuario

**-p**. Muestra procesos involucrados (útil cuando se ejecuta como *root*)

**-c**. Actualiza dinámicamente la lista de conexiones

Es habitual ejecutar como `netstat -tupan`, pero es recomendable analizar el resto de parámetros para profundizar en los conceptos de monitorización de la red. El comando `ss` (`socket statistics`) es el que se incluye en *iproute2* y que presenta un conjunto de opciones. Entre las más interesantes destacan:

**-n, --numeric:** no resuelve los nombres de los servicios.

**-r, --resolve:** intenta resolver los números de puertos y direcciones.

**-a, --all:** todos los *sockets*.

**-l, --listening:** todos los *sockets* que están escuchando.

**-e, --extended:** información detallada.

**-m, --memory:** información de memoria utilizada.

**-p, --processes:** proceso que utilizan los *sockets*.

**-i, --info:** información interna de TCP.

**-s, --summary:** resumen

Por ejemplo:

```
ss -o state established      # muestra las conexiones establecidas.
ss --query=tcp src *:ssh # muestra las conexiones tcp en que la fuente sea ssh.
ss -ant | awk '{print $NF}' | grep -v '[a-z]' | sort | uniq -c  # muestra el número y
tipo de conexiones activas.
ss -a     # muestra un resumen del estado de los sockets
ss -tlnp     # muestra los puertos en escucha (listen) y el PID del programa
```

# 5. Configuración del DHCP

## 5.1. DHCP: cliente y servidor

DHCP son las siglas de *dynamic host configuration protocol*. Su configuración es muy simple y sirve para que, en lugar de configurar cada nodo de una red individualmente, se pueda hacer de forma centralizada y su administración sea más fácil. La configuración de un cliente es muy fácil, ya que solo se debe instalar el siguiente paquete: *dhcp-client* (por ejemplo, en Debian *isc-dhcp-client*) agregando la palabra *dhcp* en la entrada correspondiente a la interfaz que se desea que funcione bajo el cliente *dhcp* (por ej., */etc/network/interfaces* debe tener `iface eth0 inet dhcp`).

La configuración del servidor requiere un poco más de atención, pero no presenta complicaciones. Primero, para que el servidor pueda servir a todos los clientes DHCP (incluido Windows).

En algunas distribuciones no está habilitado el poder enviar mensajes a la dirección 255.255.255.255. Para probarlo, ejecútese:

```
route add -host 255.255.255.255 dev eth0
```

Si aparece el siguiente mensaje *255.255.255.255: Unknown host*, debe añadirse la siguiente entrada en */etc/hosts*: *255.255.255.255 dhcp* e intentar nuevamente:

```
route add -host dhcp dev eth0
```

La instalación en, p. ej, Debian es `apt-get install isc-dhcp-server`. En general, la configuración de *dhcpd* se puede realizar haciendo la modificación del archivo */etc/dhcp/dhcpd.conf*. Un ejemplo de este archivo es:

```
# Ejemplo de /etc/dhcp/dhcpd.conf:
default-lease-time 1200;
max-lease-time 9200;
option domain-name "remix.cat";
deny unknown-clients;
deny bootp;
option broadcast-address 192.168.11.255;
option routers 192.168.11.254;
option domain-name-servers 192.168.11.1, 192.168.168.11.2;
subnet 192.168.11.0 netmask 255.255.255.0 {
   not authoritative;
```

```
        range 192.168.11.1 192.168.11.254

        host marte {
           hardware ethernet 00:00:95:C7:06:4C;
           fixed address 192.168.11.146;
           option host-name "marte";
           }
        host saturno {
           hardware ethernet 00:00:95:C7:06:44;
           fixed address 192.168.11.147;
           option host-name "saturno";
           }
     }
```

Esto permitirá al servidor asignar el rango de direcciones 192.168.11.1 al 192.168.11.254 tal y como se describe cada nodo. Si no existe el segmento *host* { ... } correspondiente, se asignan aleatoriamente. Las IP son asignadas por un tiempo mínimo de 1.200 segundos y máximo de 9.200 (en caso de no existir estos parámetros, se asignan indefinidamente).

Ejecutaremos */etc/init.d/isc-dhcpserver start* para poner en marcha el servidor o también

```
service isc-dhcp-server start
```

(o `systemctl start isc-dhcp-server`). Con `/usr/sbin/dhcpd -d -f` se podrá ver la actividad del servidor sobre la consola del sistema.

### 5.2. DHCP Relay

Como el protocolo DHCP se realiza sin contar con una dirección de origen y utilizando *broadcast* como destino de las solicitudes (evento de *discovery* generado por el cliente DHCP), no se puede hacer un *routing* hacia otras redes (lo cual es habitual si tenemos las redes segmentadas por otras máquinas haciendo de *routers*), ya que el protocolo DHCP considera que el servidor y el cliente están en la misma red. Para llegar desde una red a otra al servidor de dhcp (y así evitar tener que poner un servidor por cada subred) se puede utilizar un agente intermedio llamado DHCP relay. Un DHCP relay funciona en la máquina que hace de *router* y que recibe las solicitudes de los clientes en formato de *broadcast* y las reenvía como *unicast* a la dirección del servidor DHCP. Su configuración es muy simple y solo se debe instalar el paquete

```
apt-get install isc-dhcp-relay
```

y a continuación configurar el archivo */etc/default/isc-dhcp-relay* agregando *SERVERS="176.16.1.1"* que es la dirección donde se deberán enviar las peticiones. El archivo contiene otras opciones, como definir la interfaz dónde escuchar las peticiones (si no se indica es en todas) y otra de opciones para pasarle al servidor de DHCP.

# 6. Múltiples IP sobre una interfaz

Existen algunas aplicaciones donde es útil configurar múltiples direcciones IP a un único dispositivo de red. Los ISP[29] utilizan frecuentemente esta característica para proveer de características personalizadas (por ejemplo, de World Wide Web y FTP) a sus usuarios. Para ello, el *kernel* debe estar compilado con las opciones de *Network Aliasing* e *IP* (estas opciones ya están activadas por defecto en los kernels actuales).

[29] Del inglés *internet service providers*

Los alias son anexados a dispositivos de red virtuales asociados al nuevo dispositivo con un formato tal como:

```
dispositivo: número virtual
```

Por ejemplo:

```
eth0:0, ppp0:8
```

Una configuración habitual sería en */etc/network/interfaces* asignar por ejemplo tres IP a **eth0**:

```
auto eth0
allow-hotplug eth0
iface eth0 inet static
    address 192.168.1.42
    netmask 255.255.255.0
    gateway 192.168.1.1

auto eth0:0
allow-hotplug eth0:0
iface eth0:0 inet static
    address 192.168.1.43
    netmask 255.255.255.0

auto eth0:1
allow-hotplug eth0:1
iface eth0:1 inet static
    address 192.168.1.44
    netmask 255.255.255.0
```

También se puede hacer a través de la línea de comandos:

```
ifconfig eth0 192.168.1.42 netmask 255.255.255.0 up
ifconfig eth0:0 192.168.1.43 netmask 255.255.255.0 up
```

```
..
```

Lo cual significa que tendremos dos IP 192.168.1.42 y 192.168.1.43 para la misma interfaz. Para borrar un alias, agregar un '-' al final del nombre (por ejemplo, *ifconfig eth0:0- 0*).

Un caso típico es que se desee configurar una única tarjeta Ethernet para que sea la interfaz de distintas subredes IP. Por ejemplo, supongamos que se tiene una máquina que se encuentra en una red LAN 192.168.0.0/24, y se desea conectar la máquina a Internet usando una dirección IP pública proporcionada con DHCP usando su tarjeta Ethernet existente. Por ejemplo, se puede hacer como en el ejemplo anterior o también editar el archivo */etc/network/interfaces*, de modo que incluya una sección similar a la siguiente:

```
iface eth0 inet static
   address 192.168.0.1
   netmask 255.255.255.0
   network 192.168.0.0
   broadcast 192.168.0.255

iface eth0:0 inet dhcp
```

La interfaz **eth0:0** es una interfaz virtual y al activarse, también lo hará su padre, **eth0**.

Una interface "alias" podría no tener *gateway* ni *dns-nameservers* y la asignación dinámica de IP también es posible.

# 7. IP *Network Address Translation* (NAT)

El NAT es un recurso para que un conjunto de máquinas configuradas en una red interna puedan utilizar una única dirección IP como *gateway*. Esto permite que los nodos en una red local, por ejemplo, puedan salir hacia Internet (es decir, aquellos que utilizan una IP privada, por ejemplo, 198.162.10.1); pero no pueden aceptar llamadas o servicios del exterior directamente, sino a través de la máquina que tiene la IP real.

El IP *Network Address Translation* (NAT) es el reemplazo de lo que se conocía como *IP Masquerade* y forma parte del *kernel* (el cual debe estar configurado con IP_ADVANCED_ROUTER, IP_MULTIPLE_TABLES _IP_ROUTE_NAT, IP_FIREWALL y IP_ROUTE_FWMARK, pero es la configuración habitual de los *kernels* actuales).

Hoy en día son pocos los servicios que no pueden ejecutarse en una red privada con acceso del exterior y otros deberán ser configurados en modo PASV (pasivo) para que funcionen; sin embargo, WWW, telnet o irc funcionan adecuadamente.

El caso más habitual, hoy en día, es tener un conjunto de máquinas virtualizadas, con una de ellas haciendo de *gateway* y, por ejemplo, conectada al *host* a través de NAT, y las otras en una red interna privada (que a su vez harán NAT con el *gateway*) pero puede extrapolarse a dispositivos físicos de acuerdo a la configuración del hardware de que dispongamos.

Como vimos, y de acuerdo a la RFC 1918, se pueden utilizar como IP privadas los siguientes rangos de direcciones (IP/ Mask): 10.0.0.0/255.0.0.0, 172.16.0.0/255.240.0.0, 192.168.0.0/255.255.0.0.

Los nodos que deben ser ocultados (*masqueraded*) estarán dentro de esta segunda red. Cada una de estas máquinas debería tener la dirección de la máquina que realiza el *masquerade* como *default gateway* o *router*. Sobre esta máquina (*gateway*) podemos configurar una interfaz para que "mire" hacia la red interna (por ejemplo, **eth1**) y otra, hacia la red externa (por ejemplo, **eth0**):

- *Network route* para Ethernet considerando que la red tiene un IP=192.168.1.0/255.255.255.0:

```
route add -net 192.168.1.0 netmask 255.255.255.0 eth0
```

- *Default route* para el resto de Internet:

```
route add default eth0
```

- Todos los nodos sobre la red 192.168.1/24 serán *masqueraded*:

```
echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward
iptables -t nat -A POSTROUTING -o eth0 -j MASQUERADE
```

Para automatizar el proceso y no tener que ejecutarlo durante cada boot del sistema, podemos hacer:

- Modificar el archivo */etc/sysctl.conf* con `net.ipv4.ip_forward=1` (o con el comando `sysctl net.ipv4.ip_forward=1`).

- Agregar la regla (se puede incluir "source -s" o no):

```
iptables -t nat -A POSTROUTING -s 192.168.0.0/24 -o eth0 \
-j MASQUERADE
```

- Guardar reglas de iptables: `iptables-save > /etc/default/iptables`

- Descargar *script* de init 'iptables' https://github.com/Sirtea/iptables-init-debian.

- Iniciar reglas y test: `/etc/init.d/iptables start`.

- Para mirar las reglas: `iptables -L -n` y `iptables -t nat -L -n`.

- Para verificar que todo esté bien desde una máquina interna ejecutamos la orden `ping google.com`.

- Si es necesario instalarlas en runlevel 2: `update-rc.d [-n] iptables defaults` (mirar donde están las reglas */etc/default/iptables*).

Es necesario recordar que se deberán agregar las reglas de *routing* adecuadas en caso de que sea necesario redirigir los paquetes hacia interfaces internas. Una herramienta útil para observar por dónde están pasando los paquetes y detectar los problemas es el `tcpdump`, que es muy fácil de utilizar.

Existe otra forma de realizar NAT a través del paquete `iproute2` (disponible en Debian). Este paquete contiene un conjunto de herramientas que reemplaza las funcionalidades de `ifconfig`, `route` y `arp`. La herramienta principal del paquete `iproute2` es `ip`, su sintaxis es `ip [opciones] objeto [comando [argumentos]]`. La forma más habitual es el comando `ip route` que administra las entradas de `route` con las tablas de encaminamiento que maneja el núcleo [DR]. Por ejemplo:

- `ip route add 10.0.0.0/24 via 192.168.0.2`. Agregar un camino hacia la red 10.0.0/24 por la puerta de enlace 192.168.0.2.

- `ip route add nat 158.109.64.1 via 192.168.0.3`. Para aplicar NAT antes de transmitir.

Es decir, `ip route add nat <extaddr>[/<masklen>] via <intaddr>` permitirá que un paquete de entrada destinado a *ext-addr* (la dirección visible desde fuera de Internet) transcriba su dirección destino a *int-addr* (la dirección de su red interna por medio de su *gateway/firewall*). El paquete se encamina de acuerdo a la tabla local de *route*. Se pueden trasladar direcciones simples o bloques:

- `ip route add nat 158.109.64.1 via 192.109.0.2`. La dirección interna 192.109.0.2 será accesible como 158.109.64.1.

- `ip route add nat 158.109.64.32/24 via 192.109.0.0`. El bloque 192.109.0.0-31 se trasladará a 158.109.64.32-63.

Este nuevo paquete (`iproute2`) reemplaza los comandos del paquete original (`net-tools`) y las equivalencias son:

| Net-tools | Iproute2 | Definición |
|---|---|---|
| ifconfig(8) | ip addr | (IP or IPv6) configuración de un dispositivo |
| route(8) | ip route | Entrada en la tabla de *routing* |
| arp(8) | ip neigh | Entrada en la tabla de ARP o NDISC |
| ipmaddr | ip maddr | Dirección *multicast* |
| iptunnel | ip tunnel | Tunel sobre IP |
| nameif(8) | ifrename(8) | Renombrado de *network interfaces* |
| mii-tool(8) | ethtool(8) | Parámetros del dispositivo Ethernet |

# 8. Udev - *Linux dynamic device management*

**udev** es el mecanismo que reemplaza el antiguo *device file system* (DevFS) y permite identificar un dispositivo en base a sus propiedades, como por ejemplo, marca, modelo, dispositivo, y además se ejecuta en espacio de usuario. udev permite reglas para especificar qué nombre se le da a un dispositivo y hacer que este, por ejemplo, se visualice como un */dev/mi_nombre*.

**udev** está formado por unos servicios del *kernel services* (que le transfieren los eventos) y el *daemon udevd* (que traslada estos eventos en acciones que pueden ser configuradas mediante reglas). La inicialización se lleva a cabo mediante */etc/rcS.d/udev*, la configuración se almacena en */etc/udev/udev.conf* y las reglas son obtenidas de */run/udev/rules.d*, */etc/udev/rules.d* o */lib/udev/rules.d* (Debian utiliza en su mayor parte */lib/udev/rules.d*).

Uno de los aspectos interesantes de **udev** es que fue diseñado para responder a eventos de *hotplug*, como los que se definen en las interfaces de red con la etiqueta *allow-hotplug* y las definiciones de las reglas para los dispositivos de red se almacenan en */etc/udev/rules.d/70-persistent-net.rules*. Este mecanismo tiene algunos inconvenientes cuando se trabaja con máquinas virtuales clonadas o se cambia un dispositivo, ya que la configuración del dispositivo original está almacenada en este archivo y el sistema lo reconocerá como un nuevo dispositivo y, por lo tanto, lo reenumerará a continuación. Para solucionar este inconveniente, se debe borrar */etc/udev/rules.d/70-persistent-net.rules* y rearrancar el sistema. El comando para realizar la gestión de las reglas y el mecanismo `udev` es `udevadm` (por ejemplo, `udevadm info -a -n /dev/sda`).

**Nota**

Podéis obtener más información al respecto en [HeMa] http://debian-handbook.info/browse/stable/sect.hotplug.html.

Para escribir reglas podéis consultar http://www.reactivated.net/writing_udev_rules.html.

# 9. *Bridging*

El *bridging* es un método para compartir conexiones; por ejemplo, la conexión a Internet entre dos o más ordenadores, lo que es útil si no se dispone de un *router* con más de un puerto de Ethernet o está limitado por este número. Básicamente, se utiliza para que un ordenador que está conectado a Internet pueda, por otro dispositivo de red, conectarse a un segundo ordenador que no tiene conexión a Internet y proveerle de acceso a Internet. En sistemas físicos puede parecer extraño, pero es habitual cuando tenemos un conjunto de máquinas virtualizadas y queremos que todas tengan acceso a Internet.

El comando a utilizar es el `brctl` y está incluido en el paquete **bridge-utils** que deberemos instalar (`apt-get install bridge-utils`). Este nos permitirá configurar y utilizar una nueva interfaz (*bridge*), de la misma forma que **eth0**, **eth1**, etc., la cual no existe físicamente (es virtual) y, de forma transparente, obtendrá los paquetes de una interfaz y los trasladará a la otra.

La forma más simple de crear una interfaz es mediante `brctl addbr br0` y se le pueden agregar los dispositivos físicos con `brctl addif br0 eth0 eth1`.

Para hacerlo a través de */etc/network/interfaces*:

```
iface eth0 inet manual
 iface eth1 inet manual
 # Bridge setup
 iface br0 inet dhcp
        bridge_ports eth0 eth1
```

Si necesitamos configurarla con IP estática, cambiar en *br0*:

```
iface br0 inet static
        bridge_ports eth0 eth1
        address 192.168.1.2
        broadcast 192.168.1.255
        netmask 255.255.255.0
        gateway 192.168.1.1
```

**Nota**

Podéis obtener más información sobre configuración y parámetros (libvirt, wifi, configuración avanzada) en https://wiki.debian.org/BridgeNetworkConnections.

# 10. Sistema de nombres de dominio (*Domain Name System, DNS*)

La funcionalidad del servicio de DNS es convertir nombres de máquinas (legibles y fáciles de recordar por los usuarios) en direcciones IP o viceversa.

A la consulta de cuál es la IP de *nteum.remix.world*, el servidor responderá 192.168.0.1 (esta acción es conocida como *mapping*); del mismo modo, cuando se le proporcione la dirección IP, responderá con el nombre de la máquina (conocido como *reverse mapping*).

El *Domain Name System* (DNS) es una arquitectura arborescente que evita la duplicación de la información y facilita la búsqueda. Por ello, un único DNS no tiene sentido sino como parte del árbol. Una de las aplicaciones más utilizadas que presta este servicio se llama *named*, se incluye en la mayoría de distribuciones de GNU/Linux (`/usr/sbin/named`) y forma parte de un paquete llamado `bind` (actualmente versión 9.x), coordinado por el ISC (Internet Software Consortium). El DNS es simplemente una base de datos, por lo cual, es necesario que las personas que la modifiquen conozcan su estructura, ya que, de lo contrario, el servicio quedará afectado. Como precaución debe tenerse especial cuidado en guardar las copias de los archivos para evitar cualquier interrupción en el servicio. Los servidores DNS, que pueden convertir la mayoría de los nodos de DNS en su IP correspondiente y se les llama servidores DNS recursivos. Este tipo de servidor no puede cambiar los nombres de los nodos de DNS que hay, simplemente se preguntan otros servidores DNS la IP de un nodo DNS dado. Los servidores DNS autorizados pueden gestionar/cambiar las direcciones IP de los nodos DNS que gestionan y normalmente son con los cuales contactará un servidor DNS recursivo con el fin de conocer la IP de un nodo DNS dado. Una tercera variante de los servidores DNS son los DNS caché, que simplemente almacenan la información obtenida de otros servidores DNS recursivos.

## 10.1. Servidor de nombres caché

En primer lugar, se configurará un servidor de DNS para resolver consultas, que actúe como caché para las consultas de nombres (*resolver, caching only server*). Es decir, la primera vez consultará al servidor adecuado porque se parte de una base de datos sin información, pero las veces siguientes responderá el servidor de nombres caché, con la correspondiente disminución del tiempo de respuesta. Para instalar un servidor de esta características, instalamos los paquetes `bind9 y dnsutils` (p. ej., en Debian `apt-get bind9 dnsutils`).

Como se puede observar en el directorio */etc/bind* encontraremos una serie de archivos de configuración entre ellos el principal es named.conf que incluye a otros *named.conf.options, named.conf.local, named.conf.default-zones* (podemos encontrar que esta configuración puede variar entre distribuciones pero es similar). El archivo */etc/bind/named.conf.options* contiene las opciones generales para el servidor y los otros dos archivos nos servirán para configurar nuestras zonas en el servidor de nombres que veremos en el apartado siguiente. Para configurar nuestro *caching only server* debemos considerar que las pregunta en primer lugar las resolveremos nosotros pero como es evidente que no tenemos la respuesta se deberá redirigir la pregunta a servidores de DNS en la red. Para ello, es interesante considerar los de servicios como OpenDNS (http://www.opendns.com/opendns-ip-addresses/) que son las IP: 208.67.222.222 y 208.67.220.220 o bien servicios como los de Google (https://developers.google.com/speed/public-dns/?csw=1) que responden a las direcciones IP: 8.8.8.8 y 8.8.4.4. A continuación realizamos la modificación del archivo */etc/bind/named.conf.options* para quitar los comentarios de la sección *forwarders* poniendo lo siguiente:

```
forwarders {
   // OpenDNS servers
   208.67.222.222;
   208.67.220.220;
   // Podríamos incluir nuestro ISP/router -verificar la IP-
 192.168.1.1;
};
```

Se podrían agregar en el mismo archivo al final y reemplazando las que hay (se puede dejar esta configuración para un segundo paso) opciones de seguridad para que solo resuelva las peticiones de nuestra red:

```
// Security options
listen-on port 53 { 127.0.0.1; 192.168.1.100; };
allow-query { 127.0.0.1; 192.168.1.0/24; };
allow-recursion { 127.0.0.1; 192.168.1.0/24; };
allow-transfer { none; };
// Las siguientes dos opciones ya se encuentran por defecto en el
// archivo pero si no tenemos IPv6 podemos comentar la última.
auth-nxdomain no; # conform to RFC1035
// listen-on-v6 { any; };
```

Se puede verificar la configuración con `named-checkconf`. A continuación modificamos el archivo */etc/resolv.conf* para añadir `nameserver 127.0.0.1` para que las preguntas a DNS la librería *gethostbyname(3)* la realice al propio *host* y el archivo */etc/nsswitch.conf* verificando que la línea *hosts* quede como: `hosts: files dns` indicará el orden que se resolverán las peticiones (primero localmente al */etc/hosts* y luego al servidor DNS). Por último solo resta reiniciar

el servidor con `service bind9 restart` (o `systemctl restart bind9`) y hacer las pruebas de funcionamiento. En nuestro caso hemos ejecutado `dig www.debian.org` –se han omitido líneas para resumir la información–:

```
; <<>> DiG 9.9.5-9+deb8u6-Debian <<>> debian.org
...
;; QUESTION SECTION:
;debian.org. IN A
...
;; ANSWER SECTION:
debian.org. 300 IN A 149.20.20.22
debian.org. 300 IN A 128.31.0.62
...
;; Query time: 227 msec
;; SERVER: 127.0.0.1#53(127.0.0.1)
;; WHEN: Fri Jun 17 10:48:57 BST 2016
```

Donde podemos observar que la *query* ha tardado 227 milisegundos. Si la realizamos por segunda vez (ya ha quedado la consulta almacenada en nuestro servidor caché):

```
; <<>> DiG 9.9.5-9+deb8u6-Debian <<>> debian.org
...
;; QUESTION SECTION:
;debian.org. IN A

;; ANSWER SECTION:
debian.org. 289 IN A 149.20.20.22
debian.org. 289 IN A 140.211.15.34
...
;; Query time: 0 msec
;; SERVER: 127.0.0.1#53(127.0.0.1)
;; WHEN: Fri Jun 17 10:49:08 BST 2016
```

En este caso la consulta ha tardado 0 milisegundos (es decir, un tiempo inferior al que puede contabilizar el comando, que es de 0,001 segundos). verificando que el servidor caché ha funcionado. También podemos hacer la consulta inversa con `nslookup 130.89.148.14` lo cual nos dará el nombre de la máquina que tiene asignada esta IP (en este caso es el servidor al cual está asignado el dominio www.debian.org)

```
Server: 127.0.0.1
Address: 127.0.0.1#53
Non-authoritative answer:
14.148.89.130.in-addr.arpa name = klecker4.snt.utwente.nl.
Authoritative answers can be found from:
. nameserver = l.root-servers.net.
```

```
. nameserver = b.root-servers.net.
. nameserver = j.root-servers.net.
...
```

Es importante considerar si se desea instalar el servidor de DNS en una máquina virtual, al ser un servicio que se debe acceder desde fuera, el servidor DNS (y la mayoría de los servidores) no puede estar en NAT sobre un *host* sino que debe tener IP propia del segmento de red en la cual presta el servicio y por lo tanto el adaptador de red de la máquina virtual debe estar en modo puente (*bridged*). Para configurar los clientes dentro de nuestra red bastará con modificar */etc/resolv.conf* si son GNU/Linux (o modificar */etc/network/interfaces* para agregarlos como `dns-nameservers IP` si es que tiene instalado el paquete `resolvconf`) y en Windows modificar las propiedades IPv4 del adaptador para introducir la IP de nuestro servidor DNS caché.

## 10.2. Configuración de un dominio propio

DNS posee una estructura en forma de árbol y el origen es conocido como "." (ver `/etc/bind/db.root`). Bajo el "." existen los TLD (*Top Level Domains*) como **org**, **com**, **edu**, **net**, etc. Cuando se busca en un servidor, si este no conoce la respuesta, se buscará recursivamente en el árbol hasta encontrarla. Cada "." en una dirección (por ejemplo, nteum.remix.world) indica una rama del árbol de DNS diferente y un ámbito de consulta (o de responsabilidad) diferente que se irá recorriendo en forma recursiva de izquierda a derecha.

Otro aspecto importante, además del dominio, es el `in-addr.arpa` (*inverse mapping*), el cual también está anidado como los dominios y sirve para obtener nombres cuando se consulta por la dirección IP. En este caso, las direcciones se escriben al revés, en concordancia con el dominio. Si nteum.remix.world es la 192.168.0.30, entonces se escribirá como 30.0.168.192, en concordancia con nteum.remix.world para la resolución inversa de IP -> nombre. En este ejemplo utilizaremos un servidor de DNS atiende a una red interna (192.168.0.0/24) y luego tiene una IP pública pero a a fines del ejemplo y poder hacer las pruebas internas la configuraremos en un IP privada de otro segmento (172.16.0.80) y un dominio ficticio (remix.world) pero en el caso de llevar este servidor a producción se debería cambiar por la IP externa que tenga y el dominio correspondiente que se haga obtenido y tengamos a nuestra disposición.

Para configurar un servidor de nombres propio en primer lugar cambiaremos el archivo */etc/bind/named.conf* para definir dos zonas (una interna y otra externa). El archivo quedará como (observad que hemos comentado la línea que incluye named.conf.default-zones ya que la incluiremos después):

```
include "/etc/bind/named.conf.options";
include "/etc/bind/named.conf.local";
//include "/etc/bind/named.conf.default-zones";
include "/etc/bind/named.conf.internal-zones";
```

```
include "/etc/bind/named.conf.external-zones";
```

Modificamos el archivo *named.conf.internal-zones* para indicarle los archivos donde se encontrarán realmente los nombres de las máquinas que en este caso será dos: uno para para resolución nombre -> IP llamado remix.world.lan y otro para la resolución inversa IP -> nombre llamado 0.168.192.db.

```
view "internal" {
   match-clients {
      localhost;
      192.168.0.0/24;
   };
// set zone for internal
   zone "remix.world" {
      type master;
      file "/etc/bind/remix.world.lan";
      allow-update { none; };
   };
// set zone for internal reverse
   zone "0.168.192.in-addr.arpa" {
      type master;
      file "/etc/bind/0.168.192.db";
      allow-update { none; };
   };
include "/etc/bind/named.conf.default-zones";
};
```

De la misma forma modificamos el archivo *named.conf.external-zones* para indicarle los archivos que resolverán esta zona y que también serán dos: remix.world.wan y 80.0.16.172.db para la resolución directa e inversa respectivamente.

```
view "external" {
// define for external section
   match-clients { any; };
// allow any query
   allow-query { any; };
// prohibit recursion
   recursion no;
// set zone for external
   zone "remix.world" {
      type master;
      file "/etc/bind/remix.world.wan";
      allow-update { none; };
   };
// set zone for external reverse
   zone "80.0.16.172.in-addr.arpa" {
```

```
      type master;
      file "/etc/bind/80.0.16.172.db";
      allow-update { none; };
   };
};
```

También se debe modificar el *named.conf.options*:

```
options {
   directory "/var/cache/bind";
// ...
// forwarders {
// 158.109.0.9;
// 158.109.0.1;
// };
// query range you permit
   allow-query { localhost; 192.168.0.0/24; };
// the range to transfer zone files
   allow-transfer { localhost; 192.168.0.0/24; };
// recursion range you allow
// allow-recursion { localhost; 192.168.0.0/24; };

   dnssec-validation auto;
   auth-nxdomain no; # conform to RFC1035
//listen-on-v6 { any; };
};
```

Ahora es necesario definir los archivos que realmente resolverán las IP/nombres de las zonas. Comenzamos por *remix.server.lan*:

```
$TTL 86400
@ IN SOA nteum.remix.world. root.remix.world. (
   2013050601 ;Serial
   3600 ;Refresh
   1800 ;Retry
   604800 ;Expire
   86400 ;Minimum TTL
)

   IN NS nteum.remix.world.
   IN A 192.168.0.30
   IN MX 10 nteum.remix.world.

nteum IN A 192.168.0.30
```

Se debe tener en cuenta el "." al final de los nombres de dominio. El significado de los registros indican: **SOA** (*Start of Authority*) debe estar en todos los archivos de zona al inicio, después de `TTL` (*Time to Live*) que indica el tiempo en segundos que los recursos de una zona serán válidos, el símbolo `@` significa el origen del dominio; **NS**, el servidor de nombres para el dominio, **MX** (*Mail eXchange*), indica a donde se debe dirigir el correo para una determinada zona, y **A** es la Ip que se debe asignar a un nombre. Para el archivo de resolución inversa *0.168.192.db*:

```
$TTL 86400
@ IN SOA nteum.remix.world. nteum.remix.world. (
   2013050601 ;Serial
   3600 ;Refresh
   1800 ;Retry
   604800 ;Expire
   86400 ;Minimum TTL
)

   IN NS nteum.remix.world.
   IN PTR remix.world.
   IN A 255.255.255.0
30 IN PTR nteum.remix.world.
```

Donde podemos observar que los registros tienen un formato como el siguiente: `<último-dígito-IP> IN PTR <FQDN-of-system>` donde PTR (*Registro PoinTeR*) crea un apuntador hacia el nombre de la IP que coincide con el registro. De la misma forma procedemos para la zona externa con el archivo *remix.world.wan*:

```
$TTL 86400
@ IN SOA nteum.remix.world. root.remix.world. (
   2013050601 ;Serial
   3600 ;Refresh
   1800 ;Retry
   604800 ;Expire
   86400 ;Minimum TTL
)

   IN NS nteum.remix.world.
   IN A 172.16.0.82
   IN MX 10 nteum.remix.world.
nteum IN A 172.16.0.82
```

Y su resolución inversa *80.0.16.172.db*:

```
$TTL 86400
@ IN SOA nteum.remix.world. nteum.remix.world. (
```

```
    2013050601 ;Serial
    3600 ;Refresh
    1800 ;Retry
    604800 ;Expire
    86400 ;Minimum TTL
)

    IN NS nteum.remix.world.
    IN PTR remix.world.
    IN A 255.255.255.248
82 IN PTR nteum.remix.world.
```

Ahora solo restaría hacer los cambios oportunos en el archivo */etc/resolv.conf* para incluir `nameserver 192.168.0.30` y reiniciar el servidor con la instrucción `service bind9 restart` (o `systemctl restart bind9`). Se debe mirar */var/log/syslog* para observar si hay errores en el arranque del servidor y corregirlos hasta que su reinicio esté libre de estos (los más comunes son los símbolos utilizados como comentarios, los puntos al final de dominio o espacios antes de los registros A-PTR). Posteriormente podemos probar con la orden `dig nteum.remix.world` y tendremos una salida como:

```
; <<>> DiG 9.9.5-9+deb8u6-Debian <<>> nteum.remix.world
...
;; QUESTION SECTION:
;nteum.remix.world. IN A
;; ANSWER SECTION:
nteum.remix.world. 86400 IN A 192.168.0.30
;; AUTHORITY SECTION:
remix.world. 86400 IN NS nteum.remix.world.
;; Query time: 0 msec
...
```

Si hacemos la petición inversa con `dig -x 192.168.0.30` tendremos:

```
...
;; QUESTION SECTION:
;30.0.168.192.in-addr.arpa. IN PTR
;; ANSWER SECTION:
30.0.168.192.in-addr.arpa. 86400 IN PTR nteum.remix.world.
;; AUTHORITY SECTION:
0.168.192.in-addr.arpa. 86400 IN NS nteum.remix.world.
;; ADDITIONAL SECTION:
nteum.remix.world. 86400 IN A 192.168.0.30
...
```

Un aspecto interesante es poner alias lo cual significa incluir un registro CNAME en *remix.world.lan* como `ftp IN CNAME nteum.remix.world.` Dado que es un servicio esencial es necesario muchas veces disponer de un servicio secundario (*slave*) y bind9 permite crear muy fácilmente servicios de este tipo a partir del servidor primario por transferencia de las tablas (http://www.server-world.info/en/note?os=Debian_8&p=dns&f=5).

### 10.3. Otros DNS

Un servidor de DNS muy interesante, y que se incluye en muchas distribuciones, es **Dnsmasq** que permite en forma simple configurar un servidor DNS (*forwarder*) y un servidor DHCP en el mismo paquete para redes pequeñas/medianas. Este puede atender peticiones de nombres de máquinas que no están en los DNS globales e integra el servidor de DHCP para permitir que máquinas gestionadas por el DHCP aparezcan en el DNS con nombres ya configurados y además soporta gestión de IP dinámicas y estáticas para el DHCP y permite el acceso BOOTP/TFTP para máquinas sin disco y que hacen su inicialización por red.

La forma de configurar rápidamente un DNS para máquinas de dominio propio y que haga de *forwarder* para los dominios externos es utilizando las instrucciones `apt-get update; apt-get install dnsmasq`. Si lo que se desea es un simple DNS, entonces ya está configurado teniendo en cuenta que en el archivo */etc/resolv.conf* tendremos alguna cosa como `nameserver 8.8.8.8`. Con esto podemos probar los externos con `dig debian.org @localhost` (o simplemente `dig debian.org`) pero también responderá a todas las máquinas que tengamos definidas en */etc/hosts* como por ejemplo si tenemos una línea como `192.168.1.37 nteum.remix.world nteum` podremos ejecutar `dig nteum @localhost` y nos responderá con la IP correspondiente. Es por ello que si la red es simple podemos agregar las máquinas en este archivo pero si es una red más compleja podemos utilizar el siguiente archivo de configuración */etc/dnsmasq.conf* que incluye una gran cantidad de opciones para organizar los dominios internos y otros parámetros no solo para la configuración del DNS sino también para el servidor de DHCP. [DNSMQ]

**MaraDNS** es un servidor DNS que puede funcionar como DNS recursivo (caché) o como *authoritative name server* y que se caracteríza por su extremadamente fácil configuración. MaraDNS ha sido optimizado para un pequeño número de dominios en forma simple y eficiente y que permite crear un dominio propio y servirlo sin grandes esfuerzos aunque contiene todos los elementos para configurarlo en forma similar a bind9. En su diseño se ha puesto especial cuidado a la seguridad y utiliza una librería de gestión de cadenas de caracteres que resisten a los principales ataques a los DNS por desbordamiento (*buffer overflows*)[Mara]. EL paquete MaraDNS incluye un DNS autorizado (`maradns`), un servidor DNS recursivo con posibilidades de caché y que se llama Deadwood. La decisión de poner un servidor autorizado o recursivo dependerá de la función que se busque. Si simplemente es para obtener otros sitios en Inter-

net se deberá configurar un servidor recursivo, en cambio se se desea registrar dominios y se tienen una red de ordenadores dentro de este dominio hay que configurar un servidor DNS con autoridad.

Como pruebas de este servicio configuraremos diferentes opciones de MaraDNS para Debian. Aunque en algunas distribuciones antiguas de Debian el paquete estaba incorporado, las versiones incluidas daban problemas. Por eso, la mejor opción es descargarlo y compilarlo desde la página web del autor. Para ello debemos obtener el archivo desde http://maradns.samiam.org/download.html, descomprimirlo (`tar xjvf maradns-x.x.xx.tar.bz2` donde x.x.xx es la versión del software descargado) y dentro de directorio ejecutar `./configure; make` y si no hay errores ejecutar `make install` (esta orden puede dar algunos errores en el sentido de que no consigue generar algunos directorios –básicamente de manuales–, en cuyo caso habrá que crearlos manualmente). Los servidores se instalarán en */usr/local/sbin* y otros archivos complementarios en */usr/local/bin*. Los archivos de configuración ubicados en */etc/mararc y /etc/dwood3rc* y el directorio de configuración */etc/maradns*.

En primer lugar para configurar un DNS recursivo y caché modificar el archivo */etc/dwood3rc* para incluir:

```
bind_address="127.0.0.1"
chroot_dir = "/etc/maradns"
#upstream_servers = {}
#upstream_servers["."]="8.8.8.8, 8.8.4.4"
recursive_acl = "127.0.0.1/16" # Quien puede utilizar la caché

# Parámetros de configuración del servidor
maxprocs = 8 # Maximum number of pending requests
handle_overload = 1 # Send SERVER FAIL when overloaded
maradns_uid = 99 # UID Deadwood runs as
maradns_gid = 99 # GID Deadwood runs as
maximum_cache_elements = 60000

# File cache (readable and writable by the maradns_uid/gid)
cache_file = "dw_cache"
```

También es posible que Deadwood pueda contactar con otros DNS recursivos antes que con los root DNS servers. Para ello quitar el comentario de las líneas upstream_servers (en este caso se han puestos los dns públicos de Google). Luego podremos ejecutar `/usr/local/sbin/Deadwood` o si se quiere ejecutar como *daemon* se deberá utilizar el programa `duende` incluido en el paquete: `/usr/local/bin/duende /usr/local/sbin/Deadwood`.

Para configurar un DNS autorizado debemos modificar el archivo */etc/mararc* con los siguiente valores: cvs2 el dominio que gestionará este servidor y el archivo que tendrá la información en este caso db.local, el directorio donde se encontrará los archivos de configuración (/etc/maradns) y la IP de donde responderá.

```
csv2 = {}
csv2["remix.world."] = "db.local"
ipv4_bind_addresses = "127.0.0.1"
chroot_dir = "/etc/maradns"
```

El archivo */etc/maradns/db.local* simplemente tendrá una línea por cada registro que deseamos que transforme el dns por ejemplo, `nteum.remix.world.192.168.0.30 ~`. Luego se debe poner en marcha el servidor[30] o si se desea ejecutar como *daemon* habrá que usar entonces el programa `/usr/local/bin/duende /usr/local/sbin/maradns`. Una de las cuestiones interesantes es cómo puedo dar servicio de forma authoritative para mis dominios en una Intranet pero además ser recursivo cuando la petición sea a dominios externos? Es decir tengo unos pocos nombres (FQDN) que pertenecen a mi dominio (por ejemplo remix.world) sobre mi Intranet y deseo al mismo tiempo asegurar la resolución de dominio FQDN externos (por ejemplo debian.org). La solución planteada por el autor (Sam Trenholme) pasa por una configuración combinada de MaraDNS 2.x y Deadwood 3.x poniendo en este caso MaraDNS que escuche sobre localhost (127.0.0.1) mientras Deadwood sobre la IP del servidor (192.168.1.37 en nuestro caso). Los archivos de configuración */etc/mararc* y */etc/dwood3rc* serán:

(30) /usr/local/sbin/maradns

```
# Archivo /etc/mararc
# Simplemente indicar que escuche sobre localhost y el dominio que será responsable
ipv4_bind_addresses = "127.0.0.1"
timestamp_type = 2
verbose_level = 3
hide_disclaimer = "YES"
csv2 = {}
csv2["remix.world."] = "db.local"
chroot_dir = "/etc/maradns"

#Archivo /etc/dwood3rc
# Indicarle que además de nuestro dominio donde queremos consultar el resto
root_servers = {}
root_servers["remix.world."] = "127.0.0.1"
root_servers["."]="198.41.0.4, 192.228.79.201, 192.33.4.12, 199.7.91.13,"
root_servers["."]+="192.203.230.10, 192.5.5.241, 192.112.36.4, 128.63.2.53, "
root_servers["."]+="192.36.148.17, 192.58.128.30, 193.0.14.129, 199.7.83.42, "
root_servers["."]+="202.12.27.33"
# Donde escuchará la peticiones = IP del servidor Deadwood
bind_address="192.168.1.37"
```

```
# Habilitar la respuesta de IP privadas
filter_rfc1918=0
# IPs que podrán hacer peticiones
recursive_acl = "192.168.1.0/24"
# Caché de disco para Deadwood
cache_file = "dw_cache"
# Directorio raíz
chroot_dir = "/etc/maradns"
```

Finalmente en nuestras máquinas poner como */etc/resolv.conf* la IP de nuestro servidor `nameserver 192.168.1.37` y poner en marcha ambos servidores (luego de verificar que funciona se pueden poner como *daemons* y bajar el nivel de log con `verbose_level = 1`.

# 11. NIS (YP)

Con el fin de facilitar la administración y dar comodidad al usuario en redes de diferentes tamaños que ejecutan GNU/Linux (o algún otro sistema operativo con soporte para este servicio), se ejecutan servicios de *Network Information Service*, NIS (o *Yellow Pages*, YP, en la definición original de Sun). GNU/Linux puede dar apoyo como cliente/servidor de NIS. La información que se puede distribuir en NIS es la siguiente: usuarios (*login names*), contraseñas (*passwords*, `/etc/passwd`), directorios de usuario (*home directories*) e información de grupos (*group information*, `/etc/group`), redes, hosts, etc., lo cual presenta la ventaja de que, desde cualquier máquina cliente o desde el mismo servidor, el usuario se podrá conectar con la misma cuenta y contraseña y al mismo directorio (aunque el directorio deberá ser montado anteriormente sobre todas las máquinas cliente por NFS o mediante el servicio de `automount`). [Miq, Kuk]

La arquitectura NIS es del tipo cliente-servidor, es decir, existe un servidor que dispondrá de todas las bases de datos y unos clientes que consultarán estos datos en forma transparente para el usuario. Por ello, se debe pensar en la posibilidad de configurar servidores "de refuerzo" (llamados secundarios) para que los usuarios no queden bloqueados ante la caída del servidor principal. Es por ello que la arquitectura se denomina realmente de múltiples servidores (*master+mirrors-clients*).

## 11.1. Configuración del servidor

Para instalar el servidor en una máquina (servidor nis) debemos instalar el paquete *nis* (el cual hará la instalación de todas las dependencias necesarias) con `apt-get install nis`. Durante la instalación nos solicitará un dominio NIS, bajo el cual agrupará todas las máquinas a las que dará servicio. Es recomendable que este dominio NIS no coincida con el dominio Internet ni con el nombre del *host*. Por ejemplo, si el servidor tiene como nombre.dominio *nteum.remix.world* se podría poner como dominio nis NISnteum (se debe tener en cuenta que es sensible a mayúsculas, así que NISNteum es diferente de Nisnteum). Se puede consultar este nombre de dominio con la orden `nisdomainname`, (o también se puede consultar */proc/sys/kernel/domainname*) y se puede reconfigurar con `dpkg-reconfigure nis`. Luego se debe modificar el archivo */etc/default/nis* para modificar la línea `NISSERVER=master` para indicarle el rol de servidor. También (si bien se puede hacer en un segundo paso) se debe ajustar el archivo */etc/ypserv.securenets* para modificar la línea que indica `0.0.0.0 0.0.0.0` que da acceso a todo el mundo y restringirlo a nuestra red, por ejemplo `255.255.255.0 192.168.1.0`.

Por último, se debe modificar el */etc/hosts* para que tengamos la máquina con el nombre definido en */etc/hostname* (se puede cambiar/visualizar con el comando `hostname` o editando el fichero) con una línea FQND como por ejemplo `192.168.1.30 nteum.remix.world nteum`. La configuración del servidor se realiza con el comando `/usr/lib/yp/ypinit -m`; en algunas distribuciones es necesario verificar que existe el archivo `/etc/networks`, que es imprescindible para este *script*. Si este archivo no existe, cread uno vacío con `touch /etc/networks`; este *script* nos solicitará cuáles serán los servidores NIS indicándonos la máquina local por defecto y deberemos terminar con el atajo Crtl+D. Por otro lado, también se puede ejecutar el cliente `ypbind` sobre el servidor; así pues, todos los usuarios entran por NIS indicando en el archivo */etc/default/nis* que exista `NISCLIENT=true`. Para reiniciar el servicio se ejecutará la orden `service nis restart` (o `systemctl restart nis`).

Considerad que a partir de este momento los comandos para cambiar la contraseña o la información de los usuarios, como `passwd`, `chfn` o `adduser`, no son válidos. En su lugar, se deberán utilizar comandos tales como `yppasswd`, `ypchsh` y `ypchfn`. Si se cambian los usuarios o se modifican los archivos mencionados, habrá que reconstruir las tablas de NIS ejecutando el comando `make` en el directorio `/var/yp` para actualizar las tablas.

La configuración de un servidor esclavo es similar a la del maestro, excepto si `NISSERVER = slave` en `/etc/default/nis`. Sobre el maestro se debe indicar que distribuya las tablas automáticamente a los esclavos, poniendo `NOPUSH = "false"` en el archivo `/var/yp/Makefile`. Ahora se debe indicar al maestro quién es su esclavo por medio de la ejecución de:

```
/usr/lib/yp/ypinit -m
```

e introduciendo los nombres de los servidores esclavos. Esto reconstruirá los mapas pero no enviará los archivos a los esclavos. Para ello, sobre el esclavo, ejecutad:

```
/etc/init.d/nis stop (o systemctl stop nis)

/usr/lib/yp/ypinit -s nombre_master_server

/etc/init.d/nis start (o systemctl start nis)
```

Así, el esclavo cargará las tablas desde el maestro. También se podría poner en el directorio `/etc/cron.d` el archivo NIS con un contenido similar a (recordad hacer un `chmod 755 /etc/cron.d/nis`):

```
20 *  * * *  root  /usr/lib/yp/ypxfr_1perhour >/dev/null 2>&1
40 6 * * *    root  /usr/lib/yp/ypxfr_1perday  >/dev/null 2>&1
```

```
55 6,18 * * *    root  /usr/lib/yp/ypxfr_2perday  >/dev/null 2>&1
```

Con ello, se garantizará que todos los cambios del maestro se transfieran al servidor NIS esclavo.

Iniciad el servidor ejecutando el comando `/etc/init.d/nis restart` (o `systemctl restart nis`). Esta sentencia iniciará el servidor (`ypserv`) y el *password daemon* (`yppasswdd`), cuya activación se podrá consultar con la orden `ypwich -d domain`.

**Actualización de las tablas NIS**

Es recomendable que después de usar `adduser o useradd` para agregar un nuevo usuario sobre el servidor, ejecutéis `cd /var/yp; make` para actualizar las tablas NIS (y siempre que se cambie alguna característica del usuario, por ejemplo la palabra clave con el comando `passwd`, solo cambiará la contraseña local y no la de NIS).

Para probar que el sistema funciona y que el usuario dado de alta está en el NIS, podéis hacer `ypmatch userid passwd`, donde `userid` es el usuario dado de alta con `adduser` antes y después de haber hecho el `make`. Para verificar el funcionamiento del sistema NIS podéis usar el *script* de http://tldp.org/HOWTO/NIS-HOWTO/verification.html que permite una verificación más detallada del NIS.

También se puede probar en la misma máquina que un usuario se puede conectar a un domino NIS haciendo: `adduser usuario` y respondiendo a las preguntas, luego hacemos `cd /var/yp; make`. En este momento lo veremos tanto en */etc/passwd* como en NIS con `ypcat passwd`. Luego lo podemos borrar con el comando `userdel usuario` (no utilizar el comando `deluser` sino el `userdel`) que solo lo borrará del */etc/passwd* y no del NIS (hay que tener cuidado de no hacer un `make`, ya que este también lo borrará del NIS). Luego nos podemos conectar como `ssh usuario@localhost` y con ello podremos verificar que el NIS funciona, ya que el acceso solo se podrá hacer por NIS porque por */etc/passwd* no existe este usuario. Con relación a NIS+ (una versión más segura de NIS existente en algunos Unix –por ejemplo Solaris/OpenSolaris o derivados, http://wiki.illumos.org/–). Su desarrollo fue parado en el 2012 dada la falta de interés/recursos de la comunidad, no así NIS/YP, que sigue actualizado y presente en todas las distribuciones (http://www.linux-nis.org/nisplus/)

## 11.2. Configuración del cliente

Un cliente local es el que anexa el ordenador a un dominio NIS ya existente ejecutando `apt-get install nis`.

El procedimiento de instalación del paquete NIS solicitará un dominio (`NIS domainname`). Este es un nombre que describirá el conjunto de máquinas que utilizarán el NIS y que hemos introducido previamente en el servidor (NISnteum en nuestro caso, véase el subapartado anterior). Puede ocurrir que como todavía no se ha configurado la dirección del servidor NIS, el cliente intentará localizarlo enviando un mensaje de *broadcast*. Si no lo encuentra dará (después de un tiempo breve) un mensaje similar al siguiente:

*[....] Starting NIS services: ypbind[....] binding to YP server...failed (backgrounded).*

El cliente NIS usa el comando `ypbind` para encontrar un servidor para el dominio especificado, ya sea mediante `broadcast` (no aconsejado por inseguro) o buscando el servidor indicado en el archivo de configuración `/etc/yp.conf` (recomendable) que puede tener básicamente dos tipos de configuración como las mostradas abajo –solo se debe indicar una de ellas– .

**Sintaxis del archivo `/etc/yp.conf`**

`domain nisdomain server hostname`: indica que se utiliza el *hostname* para el dominio `nisdomain`. En nuestro caso podría ser `domain NISnteum server 192.168.1.30` Se podría tener más de una entrada de este tipo para un único dominio.

`ypserver hostname`: indica que se utiliza *hostname* como servidor introduciendo la dirección IP del servidor NIS. Si se indica el nombre, asegúrese de que se puede encontrar la IP por DNS o que la misma figura en el archivo `/etc/hosts`, ya que, de otro modo, el cliente se bloqueará.

Para iniciar el servicio se debe ejecutar:

`/etc/init.d/nis stop` *para detenerlo*

`/etc/init.d/nis start` *para iniciarlo*

o también con el comando `service nis start|stop` o con el nuevo comando `systemctl start|stop nis`

A partir de este momento, el cliente NIS estará funcionando. Ello se puede confirmar con `rpcinfo -u localhost ypbind`, que mostrará las dos versiones del protocolo activo o, cuando el servidor esté funcionando, se puede utilizar el comando `ypcat mapname` (por ejemplo, `ypcat passwd`, que mostrará los usuarios NIS definidos en el servidor) donde las relaciones entre *mapnames* y las tablas de la base de datos NIS están definidas en `/var/yp/nicknames`.

## 11.3. ¿Qué recursos se deben especificar para utilizar el NIS?

A partir de la inclusión de lib6 en las distribuciones de GNULinux (esto es Debian5 o FC4) es necesario orientar la consulta del *login* a las bases de datos adecuadas con los pasos siguientes:

**1)** Verificar el fichero `/etc/nsswitch.conf` y asegurarse de que las entradas `passwd`, `group`, `shadow` y `netgroup` son similares a:

```
passwd: compat nis
group: compat nis
shadow: compat nis
netgroup: nis
hosts: files dns nis
```

**2)** Consultad la sintaxis de este archivo en `man nsswitch.conf`.

**3)** En algunas configuraciones puede ser necesario agregar al final del fichero */etc/pam.d/common-session* (si no existe ya la línea)

```
session optional pam_mkhomedir.so skel=/etc/skel umask=077
```

para crear de forma automática el directorio home si no existe pero no es lo habitual ya que generalmente se desea que este se monte del servidor NFS.

**4)** Con esta configuración se podrá realizar una conexión local (sobre el cliente NIS) a un usuario que no esté definido en el fichero `/etc/passwd`, es decir, un usuario definido en otra máquina (*ypserver*). Por ejemplo, se podría hacer `ssh -l user localhost`, donde `user` es un usuario definido en *ypserver*.

# 12. Servicios de conexión remota: telnet y ssh

## 12.1. Telnet y telnetd

Telnet es un comando (cliente) utilizado para comunicarse interactivamente con otro *host* que ejecuta el *daemon* `telnetd`, aunque ha caído en desuso ya que la conexión no es cifrada y su contenido puede interceptarse capturando los paquetes de la red. El comando `telnet` se puede ejecutar como `telnet host` o interactivamente como `telnet`, el cual pondrá el *prompt* "telnet>" y luego, por ejemplo, `open host`. Una vez establecida la comunicación, se deberá introducir el usuario y la contraseña bajo la cual se desea conectar al sistema remoto. Se dispone de diversos comandos (en modo interactivo) como `open`, `logout` y `mode` (se deben definir las características de visualización), `close`, `encrypt`, `quit`, `set` y `unset` o se pueden ejecutar comando externos con "!". Se puede utilizar el archivo `/etc/telnetrc` para definiciones por defecto o `.telnetrc` para definiciones de un usuario particular (deberá estar en el directorio *home* del usuario).

El *daemon* `telnetd` es el servidor de protocolo telnet para la conexión interactiva. Generalmente, es el *daemon* `inetd` o `xinetd` que pone en marcha `telned`; se recomienda incluir un `wrapper tcpd` (que utiliza las reglas de acceso en `host.allow` y `host.deny`) en la llamada al `telnetd` dentro del archivo `/etc/inetd.conf` (o en *xinetd.conf* o el archivo correspondiente en *xinetd.d*).

Se debe recordar que, si bien el par `telnet-telnetd` puede funcionar en modo *encrypt* en las últimas versiones (transferencia de datos encriptados, que deben estar compilados con la opción correspondiente), es un comando que ha quedado en el olvido por su falta de seguridad (transmite el texto en claro sobre la red, lo que permite la visualización del contenido de la comunicación desde otra máquina, por ejemplo, con el comando `tcpdump`); no obstante, puede utilizarse en redes seguras o situaciones controladas.

Si no está instalado, se puede utilizar (Debian) `apt-get install telnetd` y después verificar que se ha dado de alta, bien en `/etc/inetd.conf`, bien en `/etc/xinetd.conf` (o en el directorio en que estén definidos los archivos; por ejemplo, `/etc/xinetd.d` según se indique en el archivo anterior con la sentencia `include /etc/xinetd.d`). El fichero `xinetd.conf` o también el archivo `/etc/xinetd.d/telnetd` deberán incluir una sección como[31]:

[31] Cualquier modificación en xinetd.conf deberá arrancar nuevamente el servicio con `service xinetd restart`.

```
service telnet {
disable = no
flags = REUSE
```

```
socket_type = stream
wait = no
user = root
server = /usr/sbin/in.telnetd
log_on_failure += USERID
}
```

**Telnet-SSL**

Se recomienda que en lugar de usar `telnetd` se utilice `telnet-SSL(d)`, que reemplaza a `telnet(d)` utilizando encriptación y autentificación por SSL, o que se utilice SSH (el cual ya es un estándar en todas las distribuciones y entornos) .

## 12.2. SSH, *Secure shell*

Un cambio aconsejable hoy en día es utilizar `ssh` (comando que ya está en todos los sistemas operativos incluido en Windows con putty o moabterm) en lugar de telnet, rlogin o rsh. Estos tres últimos comandos son inseguros (excepto SSLTelnet) por varias razones: la más importante es que todo lo que se transmite por la red, incluidos nombres de usuarios y contraseñas, es en texto plano (aunque existen versiones de telnet-telnetd encriptados, debe coincidir que ambos los sean), de modo que cualquiera que tenga acceso a esa red o a algún segmento de la misma puede obtener toda esta información y luego suplantar la identidad del usuario. La segunda es que estos puertos (telnet, rsh, etc.) son el primer lugar donde un *cracker* intentará conectarse. El protocolo ssh (en su versión OpenSSH) provee una conexión encriptada y comprimida mucho más segura que, por ejemplo, telnet (es recomendable utilizar la versión 2.0 o versiones superiores del protocolo). Todas las distribuciones actuales incorporan el cliente ssh y el servidor sshd por defecto. Es necesario tener actualizada la librería OpenSSL, utilizada por estos programas, ya que recientemente se encontró un problema de seguridad llamado *heartbleed* y que ha sido rápidamente solucionado en la mayoría de las distribuciones GNU/Linux (https://es.wikipedia.org/wiki/Heartbleed).

### 12.2.1. ssh

Para ejecutar el comando, haced:

```
ssh -l user hostname o ssh user@hostname
```

A través de SSH se pueden encapsular otras conexiones como X11 o cualquier otra TCP/IP. Si se omite el parámetro `-l`, el usuario se conectará con el mismo usuario local y en ambos casos el servidor solicitará la contraseña para validar la identidad del usuario. SSH soporta diferentes modos de autentificación (consultad `man ssh`) basados en algoritmo RSA y clave pública. Si el cliente no está instalado, hacer `apt-get install openssh-client`.

Usando el comando `ssh-keygen -t rsa|dsa`, se pueden crear las claves de identificación de usuario. El comando crea en el directorio del `.shh` del usuario los ficheros[32] `id_rsa` y `id_rsa.pub`, las claves privada y pública, respectivamente. El usuario podría copiar la pública (`id_rsa.pub`) en el archivo `$HOME/.ssh/authorized_keys` del directorio `.ssh` del usuario de la máquina remota. Este archivo podrá contener tantas claves públicas como sitios desde donde se quiera conectar a esta máquina de forma remota. La sintaxis es de una clave por línea aunque las líneas tendrán un tamaño considerable. Después de haber introducido las claves públicas del usuario-máquina en este archivo, este usuario se podrá conectar sin contraseña desde esa máquina. También para realizar esta copia se puede utilizar el comando `ssh-copy-id máquina` que copiará las llaves en forma automática y es mucho más simple de utilizar.

[32] Por ejemplo, para el algoritmo de encriptación RSA.

En forma normal (si no se han creado las claves), se le preguntará al usuario una contraseña, pero como la comunicación será siempre encriptada, nunca será accesible a otros usuarios que puedan escuchar sobre la red. Para mayor información, consultad `man ssh`. Para ejecutar remotamente un comando, simplemente haced:

```
ssh -l login_name host_comando_remoto
```

Por ejemplo: `ssh -l user localhost ls -al`

### 12.2.2. sshd

El `sshd` es el servidor (*daemon*) para el `ssh` (si no están instalados, se puede hacer con `apt-get install openssh-client openssh-server`. Juntos reemplazan a `rlogin`, `telnet`, `rsh` y proveen una comunicación segura y encriptada entre dos *hosts* inseguros de la red. Este se arranca generalmente a través de los archivos de inicialización (`/etc/init.d` o `/etc/rc`) y espera conexiones de los clientes. El `sshd` de la mayoría de las distribuciones actuales soporta las versiones 1, 2 y 3 del protocolo SSH. Cuando se instala el paquete, se crea una clave RSA específica del *host* y cuando el *daemon* se inicia, crea otra, la RSA para la sesión, que no se almacena en el disco y que cambia cada hora. Cuando un cliente inicia la comunicación, genera un número aleatorio de 256 bits que está encriptado con las dos claves del servidor y enviado. Este número se utilizará durante la comunicación como clave de sesión para encriptar la comunicación que se realizará a través de un algoritmo de encriptación estándar. El usuario puede seleccionar cualquiera de los algoritmos disponibles ofrecidos por el servidor. Existen algunas diferencias (más seguro) cuando se utiliza la versión 2 (o 3) del protocolo. A partir de este momento, se inician algunos de los métodos de autentificación de usuario descritos en el cliente o se le solicita la contraseña, pero siempre con la comunicación encriptada. Para mayor información, consultad `man sshd`.

Tanto ssh como sshd disponen de un gran conjunto de parámetros que pueden ser configurados según se necesite en los archivos `/etc/ssh/ssh_config` y `/etc/ssh/sshd_config`. En el servidor probablemente algunas de las opciones más utilizadas son `PermitRootLogin yes|no` para permitir la conexión del usuario root o no, `IgnoreRhosts yes` para evitar leer los archivos `$HOME/.rhosts` y `$HOME/.shosts` de los usuarios, `X11Forwarding yes` para permitir que aplicaciones Xwindows en el servidor se visualicen en la pantalla del cliente (muy útil en la administración remota de servidores con el comando `ssh -X host_a_administrar`).

### 12.2.3. Túnel sobre SSH

Muchas veces tenemos acceso a un servidor `sshd` pero por cuestiones de seguridad no podemos acceder a otros servicios que no están encriptados (por ejemplo, un servicio de consulta de mail POP3 o un servidor de ventanas X11) o simplemente se quiere conectar a un servicio al cual solo se tiene acceso desde el entorno de la empresa. Para ello, es posible establecer un túnel encriptado entre la máquina cliente (por ejemplo, con Windows y un cliente ssh llamado `putty` de software libre) y el servidor con `sshd`. En este caso, al vincular el túnel con el servicio, el servicio verá la petición como si viniera de la misma máquina. Por ejemplo, si queremos establecer una conexión para POP3 sobre el puerto 110 de la máquina remota (y que también tiene un servidor `sshd`) haremos:

```
ssh -C -L 1100:localhost:110 usuario-id@host
```

Este comando pedirá la contraseña para el usuario-id sobre *host* y una vez conectado, se habrá creado el túnel. Cada paquete que se envíe desde la máquina local sobre el puerto 1100 se enviará a la máquina remota *localhost* sobre el puerto 110, que es donde escucha el servicio POP3 (la opción `-C` comprime el tráfico por el túnel).

Hacer túneles sobre otros puertos es muy fácil. Por ejemplo, supongamos que *solo* tenemos acceso a un *remote proxy server* desde una máquina remota (*remote login*), no desde la máquina local; en este caso, se puede hacer un túnel para conectar el navegador a la máquina local. Consideremos que tenemos *login* sobre una máquina pasarela (*gateway*), que puede acceder a la máquina llamada *proxy*, la cual ejecuta el *Squid Proxy Server* sobre el puerto 3128. Ejecutamos:

```
ssh -C -L 8080:proxy:3128 user@gateway
```

Después de conectarnos, tendremos un túnel escuchando sobre el puerto local 8080 que reconducirá el tráfico desde *gateway* hacia *proxy* al 3128. Para navegar de forma segura solo se deberá hacer `http://localhost:8080/`.

### 12.3. VPN SSL (vía tun driver)

OpenSSH v4.3 introduce una nueva característica que permite crear *on-the-fly* VPN vía el túnel driver (tun) como un puente entre dos interfaces en diferentes segmentos de red a través de Internet y por lo cual un ordenador (B en nuestro caso) "quedará dentro" de la red del otro ordenador (A) a pesar de estar dentro de otra red. Para analizar este mecanismo, consideraremos que el ordenador A y B están conectados a la red vía ethernet y a su vez a Internet a través de una *gateway* que hace NAT. A tiene IP sobre su red (privada) 10.0.0.100, y B sobre su red (privada) 192.168.0.100 y como dijimos cada uno tiene acceso a internet NAT *gateway*.

A través de OpenSSH conectaremos B a la red de A vía una interfaz túnel ssh. Como hemos definido A ya tiene IP sobre la red A (10.0.0.100) y que se ve desde el gateway externo como dirección 1.2.3.4, es decir esta es la IP pública del servidor `ssh` de A (el router de A deberá hacer un forwarding de 1.2.3.4:22 a 10.0.0.100:22 para que externamente se pueda contactar con servidor `ssh` de A). B deberá tener una IP sobre la red A que será su interfaz tun0 y que le asignaremos 10.0.0.200. B debe también debe tener acceso al servidor `ssh` de A (o bien acceso directo o el puerto 22 debe ser forwarded sobre la red A en la dirección 1.2.3.4). Cuando el túnel esté creado B accederá directamente a la red de A lo cual significa que B "estará" dentro de la red de A).

Los pasos de configuración son los siguientes:

**1)** Activar el IP forwarding: `echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward`

**2)** Túnel: Sobre B `ssh -w 0:0 1.2.3.4` se puede utilizar como opciones además `-NTCf`. Esto crea un tunnel interface tun0 entre cliente (B) y el servidor (A), recordar que A tiene dirección pública (1.2.3.4). Se deberá tener acceso de root a ambos sistemas para que puedan crear las interfaces (en A verificar que se tiene en `sshd_config PermitRootLogin yes` y `PermitTunnel yes`). Se recomienda utilizar SSH *keys* (PKI) y por lo cual se deberá hacer el cambio `PermitRootLogin without-password` y si sobre el cliente no se quiere dar acceso de root se puede utilizar el comando `sudo` (ver `man sudoers`).

**3)** Verificar las interfaces: `ip addr show tun0`

**4)** Configurar las interfaces:

Ordenador A: `ip link set tun0 up ip addr add 10.0.0.100/32 peer 10.0.0.200 dev tun0`

Ordenador B: `ip link set tun0 up ip addr add 10.0.0.200/32 peer 10.0.0.100 dev tun0`

**5)** Probar: sobre B `ping 10.0.0.100` y sobre A `ping 10.0.0.200`

**6)** Routing directo: tenemos un link que conecta B en la red A pero es necesario inicializar el routing.

Sobre B: `ip route add 10.0.0.0/24 via 10.0.0.200` (para permitir enviar desde B a cualquier máquina de la red A).

**7)** Routing inverso: También para que los paquetes vuelvan a B sobre A debemos hacer `arp -sD 10.0.0.200 eth0`

El routing nos asegurará que otras máquinas que están en la red A puedan enviar paquetes a B a través de A. Podemos probar haciendo desde B `ping 10.0.0.123`. Si se desea que todos los paquetes de B vayan a través de A deberemos cambiar el default *gateway* de B pero esto no es simple ya que el propio túnel va por internet. Primero debemos crear un *host-based route* hacia la máquina A (todos los paquetes excepto los que crean el *link* deben ir por el túnel -pero obviamente no los que crean el túnel-). Sobre B: `ip route add 1.2.3.4/32 via 192.168.0.1` En este caso 192.168.0.1 es el *default gateway* para B, es decir el *gateway* sobre la red B que provee conectividad a internet y que nos servirá para mantener el túnel. Luego se podemos cambiar el *default gateway* sobre B: `ip route replace default via 10.0.0.1`. Con lo cual tendremos que 192.168.0.1 es el *default gateway* de la red B y 10.0.0.1 *default gateway* de la red A. Ya que la máquina B está conectada a la red de A le estamos indicando utilizar la red A como *default gateway* en lugar de *default gateway* sobre la red B (como sería habitual). Se puede verificar esto con el comando `tracepath google.com`.

## 12.4. Túneles encadenados

Muchas veces el acceso a redes internas solo es posible a través de un servidor SSH (que están en la DMZ) y desde esta es posible la conexión hacia servidores SSH internos para luego llegar a la máquina SSH de nuestro interés (y si queremos copiar archivos o hacer el *forwarding* de X11 puede ser todo un reto). La forma de hacerlo es primero conectarnos a la M1, luego de esta a la M2 (a la cual solo es posible conectarse desde M1) y desde esta a la M3 (a la cual solo es posible conectarse desde M2). Una forma de facilitar la autentificación es utilizar el *agent forwarding* con el parámetro -A y poniendo nuestra llave pública en todos los *$HOME/.ssh/authorized_keys* así cuando vayamos ejecutando los diferentes comandos la petición de llaves puede ser *forwarded* hacia la máquina anterior y así sucesivamente. los comandos serán `ssh -A m1.org` y desde esta `ssh -a m2.org` y a su vez `ssh -a m3.org`. Para mejorar esto podemos automatizarlo con `ssh -A -t m1.org ssh -A -t m2.org ssh -A m2.org`

(se ha incluido la opción -t para que `ssh` le asigne una pseudo-tty y solo veremos la pantalla final). El applet SSHmenu puede ayudar a automatizar todo esto (http://sshmenu.sourceforge.net/).

Una forma de gestionar efectivamente esta conexión "multisaltos" es a través de la opción `ProxyCommand` de `ssh` (ver `man ssh_config`) que nos permitirá conectarnos de forma más eficiente. Para ello definiremos los siguientes comandos en *$HOME/.ssh/config*:

```
Host m1
   HostName m1.org
Host m2
   ProxyCommand ssh -q m1 nc -q0 m2.org 22
Host m3
   ProxyCommand ssh -q m2 nc -q0 m3.org 22
```

Donde el primer comando (cuando hagamos `ssh m1`) nos conectará a m1.org. Cuando ejecutemos `ssh m2` se establecerá una conexión ssh sobre m1 pero el comando ProxyCommand utilizará en comando nc para extender la conexión sobre m2.org. Y el tercero es una ampliación del anterior por lo cual cuando ejecutemos `ssh m3` es como si ejecutáramos una conexión a m1 y luego ampliáramos esta a m2 y luego a m3.[Muh]

# 13. Servicios de transferencia de ficheros: FTP

El FTP (*File Transfer Protocol*) es un protocolo cliente/servidor (bajo TCP) que permite la transferencia de archivos desde y hacia un sistema remoto. Un servidor FTP es un ordenador que ejecuta el *daemon* `ftpd`.

Algunos sitios que permiten la conexión anónima bajo el usuario *anonymous* son generalmente repositorios de programas. En un sitio privado, se necesitará un usuario y una contraseña para acceder. También es posible acceder a un servidor ftp mediante un navegador y generalmente hoy en día los repositorios de programas se sustituyen por servidores web (p. ej. Apache) u otras tecnologías como Bittorrent (que utiliza redes *peer to peer*, P2P) o servidores web con módulos de WebDav o el propio comando `scp` (*secure copy*) que forma parte del paquete openssh-client o el par `sftp/sftpd` que forman parte de los paquetes `openssh-client` y `openssh-server` respectivamente. No obstante, se continúa utilizando en algunos casos y Debian, por ejemplo, permite el acceso con usuario/contraseña o la posibilidad de subir archivos al servidor (si bien con servicios web-dav también es posible hacerlo).

El protocolo (y los servidores/clientes que lo implementan) de ftp por definición no es encriptado (los datos, usuarios y contraseñas se transmiten en texto claro por la red) con el riesgo que ello supone. Sin embargo, hay una serie de servidores/clientes que soportan SSL y por lo tanto encriptación.

## 13.1. Cliente ftp (convencional)

Un cliente ftp permite acceder a servidores ftp y hay una gran cantidad de clientes disponibles. El uso del ftp es sumamente simple; desde la línea de comando, ejecutad:

```
ftp nombre-servidor
```

O también `ftp` y luego, de forma interactiva, `open nombre-servidor`

El servidor solicitará un nombre de usuario y una contraseña (si acepta usuarios anónimos, se introducirá *anonymous* como usuario y nuestra dirección de correo electrónico como contraseña) y a partir del *prompt* del comando (después de algunos mensajes), podremos comenzar a transferir ficheros.

El protocolo permite la transferencia en modo ASCII o binario. Es importante decidir el tipo de fichero que hay que transferir porque una transferencia de un binario en modo ASCII inutilizará el fichero. Para cambiar de un modo a otro, se deben ejecutar los comandos `ascii` o `binary`. Los coman-

dos útiles del cliente ftp son el `ls` (navegación en el directorio remoto), `get nombre_del_fichero` (para descargar ficheros) o `mget` (que admite `*`), `put nombre_del_fichero` (para enviar ficheros al servidor) o `mput` (que admite `*`); en estos dos últimos se debe tener permiso de escritura sobre el directorio del servidor. Se pueden ejecutar comandos locales si antes del comando se inserta un "`!`". Por ejemplo, `!cd /tmp` significará que los archivos que bajen a la máquina local se descargarán en `/tmp`. Para poder ver el estado y el funcionamiento de la transferencia, el cliente puede imprimir marcas, o *ticks*, que se activan con los comandos `hash` y `tick`. Existen otros comandos que se pueden consultar en la hoja del manual (`man ftp`) o haciendo `help` dentro del cliente.

**Enlace de interés**

En la Wikipedia disponéis de una comparativa de diversos clientes FTP:

http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_FTP_client_software.

## 13.2. Servidores FTP

**Ved también**

El tema de la seguridad del sistema se estudia en el módulo "Administración de seguridad".

El servidor tradicional de UNIX se ejecuta a través del puerto 21 y es puesto en marcha por el *daemon* `inetd` (o `xinetd`, según se tenga instalado). En `inetd.conf` conviene incluir el *wrapper* `tcpd` con las reglas de acceso en `host.allow` y el `host.deny` en la llamada al `ftpd` por el `inetd` para incrementar la seguridad del sistema. Cuando recibe una conexión, verifica el usuario y la contraseña y lo deja entrar si la autentificación es correcta. Un FTP *anonymous* trabaja de forma diferente, ya que el usuario solo podrá acceder a un directorio definido en el archivo de configuración y al árbol subyacente, pero no hacia arriba, por motivos de seguridad. Este directorio generalmente contiene directorios `pub/, bin/, etc/` y `lib/` para que el *daemon* de ftp pueda ejecutar comandos externos para peticiones de `ls`. El *daemon* `ftpd` soporta los siguientes archivos para su configuración:

- **/etc/ftpusers:** lista de usuarios que no son aceptados en el sistema. Un usuario por línea.
- **/etc/ftpchroot:** lista de usuarios a los que se les cambiará el directorio base `chroot` cuando se conecten. Necesario cuando deseamos configurar un servidor anónimo.
- **/etc/ftpwelcome:** anuncio de bienvenida.
- **/etc/motd:** noticias después del *login*.
- **/etc/nologin:** mensaje que se muestra después de negar la conexión.
- **/var/log/ftpd:** *log* de las transferencias.

Si en algún momento queremos inhibir la conexión al ftp, se puede incluir el archivo `/etc/nologin`. El `ftpd` muestra su contenido y termina. Si existe un archivo `.message` en un directorio, el `ftpd` lo mostrará cuando se acceda al mismo.

Es importante prestar atención a que los usuarios habilitados únicamente para utilizar el servicio ftp no dispongan de un *shell* a la entrada correspondiente de dicho usuario en `/etc/passwd` para impedir que este usuario tenga conexión, por ejemplo, por `ssh` o `telnet`. Para ello, cuando se cree el usuario, habrá que indicar, por ejemplo:

```
useradd -d/home/nteum -s /bin/false nteum
```

y luego: `passwd nteum`,

lo cual indicará que el usuario nteum no tendrá *shell* para una conexión interactiva (si el usuario ya existe, se puede editar el fichero `/etc/passwd` y cambiar el último campo por `/bin/false`). A continuación, se debe agregar como última línea `/bin/false` en `/ect/shells`. En [Mou] se describe paso a paso cómo crear tanto un servidor ftp seguro con usuarios registrados como un servidor ftp anonymous para usuarios no registrados. Dos de los servidores no estándares más comunes son el ProFTPD y Vsftpd (ambos incluidos en Debian por ejemplo).

**Enlaces de interés**

Para saber más sobre ProFTPD y Vsftpd podéis visitar las siguientes páginas http://www.proftpd.org y https://security.appspot.com/vsftpd.html.

**Enlaces de interés**

Para configurar un servidor FTP en modo encriptado (TSL) o para tener acceso *anonymous* podéis consultar: http://www.debian-administration.org/articles/228. Por otro lado, para saber más sobre la instalación y configuración de PureFtpd podéis consultar: http://www.debian-administration.org/articles/383.

# 14. Servicios de archivos (NFS, *Network File System*)

El sistema NFS permite a un servidor exportar un sistema de archivo para que pueda ser utilizado de forma interactiva desde un cliente. El servicio se compone básicamente de un servidor (básicamente representado por `nfsd*` y un cliente (representado por `rpc.mountd`) que permiten compartir un sistema de archivo (o parte de él) a través de la red. En la última versión de NFSv4 se incluyen una serie de *daemons* más como *idmapd*, *statd*, además de una serie de módulos para las nuevas funcionalidades de esta versión. En la distribución Debian, instalad `apt-get install nfs-common` (será necesario disponer del paquete *rpcbin* que como se comentó anteriormente es el nuevo *portmap* y generalmente ya está instalado) para el cliente, mientras que el servidor necesita `apt-get install nfs-kernel-server`. El servidor (en Debian) se gestiona a través del *script*`/etc/init.d/nfs-kernel-server` o simplemente con

```
service nfs-kernel-server start|stop
```

(o `systemctl start|stop nfs-kernel-server`). El servidor utiliza un archivo (`/etc/exports`) para gestionar el acceso remoto a los sistemas de archivo y el control de los mismos. Sobre el cliente (u otro usuario a través de `sudo`), el root puede montar el sistema remoto a través del comando:

```
mount -t nfs Ipserver:directorio-remoto directorio_local
```

y a partir de este momento, el directorio-remoto se verá dentro de directorio local (este debe existir antes de ejecutar el `mount`). Esta tarea en el cliente se puede automatizar utilizando el archivo de *mount* automático (`/etc/fstab`) incluyendo una línea; por ejemplo:

```
remix.world:/home /home nfs defaults 0 0.
```

Esta sentencia indica que se montará el directorio `/home` del *host* `remix.world` en el directorio local `/home`. Además, este sistema de archivo se montará con los parámetros por defecto (ver `man mount` apartado `mount options for ntfs` y man nfs para opciones específicas para NFSv4). Los últimos dos ceros indican que el sistema de archivos no debe ser `dumped` y que no se activará el `fsck` sobre él. El archivo `/etc/exports` sirve de ACL (lista de control de acceso) de los sistemas de archivo que pueden ser exportados a los clientes. Cada línea contiene un sistema de ficheros (*filesystem*) por exportar seguido de los clientes que lo pueden montar, separados por espacios en blan-

co. A cada cliente se le puede asociar un conjunto de opciones para modificar el comportamiento (consultad *man exports* para ver un lista detallada de las opciones). Un ejemplo de esto podría ser:

```
# Ejemplo de /etc/exports
/          master(rw) trusty(rw,no_root_squash)
/projects  proj*.local.domain(rw)
/usr       .local.domain(ro) @trusted(rw)
/pub       (ro,insecure,all_squash)
/home      195.12.32.2(rw,no_root_squash) www.first.com(ro)
/user      195.12.32.2/24(ro,insecure)
/home      192.168.1.0/24(rw,sync,fsid=0,no_root_squash,no_subtree_check)
```

La primera línea exporta el sistema de archivos entero (`/`) a `master` y `trusty` en modo lectura/escritura. Además, para `trusty` no hay *uid squashing* (el root del cliente accederá como root a los archivos root del servidor, es decir, los dos root son equivalentes a pesar de ser de máquinas diferentes y se utiliza para máquinas sin disco). La segunda y tercera líneas muestran ejemplos de '*****' y de *netgroups* (indicados por `@`). La cuarta línea exporta el directorio `/pub` a cualquier máquina del mundo, solo de lectura, permite el acceso de clientes NFS que no utilizan un puerto reservado para el NFS (opción `insecure`) y todo se ejecuta bajo el usuario *nobody* (opción `all squash`). La quinta línea especifica un cliente por su IP y en la sexta, se especifica lo mismo pero con máscara de red (/24) y con opciones entre paréntesis sin espacio de separación. Solo puede haber espacios entre los clientes habilitados. La última línea exporta el directorio */home* a todas las máquinas de la red 192.168.0.* en modo syncronizado, de lectura/escritura, con acceso del *root* remoto, *fsid* es la identificación de sistema de archivo y *no_subtree_check* indica que no se hará la verificación de la ruta/archivo en una petición sobre el servidor.

Dos comandos útiles para trabajar con el nfs son el `exportfs` (muestra y nos permite actualizar las modificaciones que se hayan realizado sobre */etc/exports*) y `nfsiostat/nfsstat` que nos permitirá obtener estadísticas de funcionamiento sobre NFS y observar su funcionamiento.

# 15. OpenLdap (Ldap)

LDAP significa *Lightweight Directory Access Protocol* y es un protocolo para acceder a datos basados en un servicio X.500. Este se ejecuta sobre TCP/IP y el directorio es similar a una base de datos que contiene información basada en atributos. El sistema permite organizar esta información de manera segura y utiliza réplicas para mantener su disponibilidad, lo que asegura la coherencia y la verificación de los datos accedidos-modificados.

El servicio se basa en el modelo cliente-servidor, donde existen uno o más servidores que contienen los datos; cuando un cliente se conecta y solicita información, el servidor responde con los datos o con un puntero a otro servidor de donde podrá extraer más información; sin embargo, el cliente solo verá un directorio de información global [Mou, Mal]. Para importar y exportar información entre servidores `ldap` o para describir una serie de cambios que se aplicarán al directorio, el formato utilizado se llama LDIF (LDAP *Data Interchange Format*). LDIF almacena la información en jerarquías orientadas a objetos que luego serán transformadas al formato interno de la base de datos. Un archivo LDIF tiene un formato similar a:

```
dn: o = UOC, c = SP o: UOC
objectclass: organization
dn: cn = Remix Nteum, o = UOC, c = SP
cn: Remix Nteum
sn: Nteum
mail: nteumuoc.edu
objectclass: person
```

Cada entrada se identifica con un nombre indicado como `DN` (*Distinguished Name*). El DN consiste en el nombre de la entrada más una serie de nombres que lo relacionan con la jerarquía del directorio y donde existe una clase de objetos (`objectclass`) que define los atributos que pueden utilizarse en esta entrada. LDAP provee un conjunto básico de clases de objetos: **grupos** (incluye listas desordenadas de objetos individuales o grupos de objetos), **localizaciones** (tales como países y su descripción), **organizaciones y personas**. Una entrada puede, además, pertenecer a más de una clase de objeto, por ejemplo, un individuo es definido por la clase persona, pero también puede ser definido por atributos de las clases `inetOrgPerson`, `groupOfNames` y `organization`.

La estructura de objetos del servidor (llamado *schema*) determina cuáles son los atributos permitidos para un objeto de una clase (que se definen en el archivo */etc/ldap/schema* como `inetorgperson.schema, nis.schema, opeldap.schema, corba.schema`, etc.). Todos los datos se representan como un par atributo = valor, donde el atributo es descriptivo de la información

que contiene; por ejemplo, el atributo utilizado para almacenar el nombre de una persona es `commonName`, o cn, es decir, una persona llamada Remix Nteum se representará por cn: Remix Nteum y llevará asociado otros atributos de la clase persona como `givenname: Remix surname: Nteum mail: nteum@uoc.edu`. En las clases existen atributos obligatorios y optativos y cada atributo tiene una sintaxis asociada que indica qué tipo de información contiene el atributo, por ejemplo, `bin` (*binary*), `ces` (*case exact string*, debe buscarse igual), `cis` (*case ignore string*, pueden ignorarse mayúsculas y minúsculas durante la búsqueda), `tel` (*telephone number string*, se ignoran espacios y '-') y `dn` (*distinguished name*). Un ejemplo de un archivo en formato LDIF podría ser:

```
dn: dc = UOC, dc = com
objectclass: top
objectclass: organizationalUnit

dn: ou = groups, dc = UOC, dc = com
objectclass: top
objectclass: organizationalUnit
ou: groups

dn: ou = people, dc = UOC, dc = com
objectclass: top
objectclass: organizationalUnit
ou: people

dn: cn = Remix Nteum, ou = people, dc = UOC, dc = com
cn: Remix Nteum
sn: Nteum
objectclass: top
objectclass: person
objectclass: posixAccount
objectclass: shadowAccount
   uid:remix userpassword:{crypt}p1pss2ii(0pgbs*do& = )eksd uidnumber:104
   gidnumber:100
   gecos:Remix Nteum
   loginShell:/bin/bash
   homeDirectory: /home/remix
   shadowLastChange:12898
   shadowMin: 0
   shadowMax: 999999
   shadowWarning: 7
   shadowInactive: -1
   shadowExpire: -1
   shadowFlag: 0

dn:
cn = unixgroup, ou = groups, dc = UOC, dc = com
```

```
objectclass: top
objectclass: posixGroup
cn: unixgroup
   gidnumber: 200
   memberuid: remix
   memberuid: otro-usuario
```

Las líneas largas pueden continuarse debajo comenzando por un espacio o un tabulador (formato LDIF). En este caso, se ha definido la base DN para la institución `dc = UOC, dc = com`, la cual contiene dos subunidades: `people` y `groups`. A continuación, se ha descrito un usuario que pertenece a `people` y a `group`. Una vez preparado el archivo con los datos, este debe ser importado al servidor para que esté disponible para los clientes LDAP. Existen herramientas para transferir datos de diferentes bases de datos a formato LDIF [Mal]. Sobre Debian, se debe instalar el paquete `slapd` y `ldap-utils`, que es el servidor de OpenLdap y un conjunto de utilidades para acceder a servidores locales y remotos. Durante la instalación, solicitará un passwd para gestionar la administración del servicio, se generará una configuración inicial y se pondrá en marcha el servicio que se puede verificar con el comando `slapcat` que tomando la información disponible (FQDN de */etc/hosts*) generará algo como:

```
   dn: dc=nteum,dc=org
   objectClass: top
   objectClass: dcObject
   objectClass: organization
   o: nteum.org
   dc: nteum
...

   dn: cn=admin,dc=nteum,dc=org
   objectClass: simpleSecurityObject
   objectClass: organizationalRole
   cn: admin
   description: LDAP administrator userPassword::
    e1NTSEF9TU9jVE1qWllPVFBmd2FiZWJtSjcrY0pYd2wvaTk5aUc=
...
```

Con los comandos `ldapadd` y `ldapdelete` se pueden agregar/borrar registros de la tabla del servicio utilizando normalmente archivos de texto (sobre todo para el `add`) donde estén definidos los nuevos registros. Si bien no es un procedimiento complejo para gestionar el servidor puede ser más adecuado, en los primeros pasos, utilizar algunas de las aplicaciones que permiten gestionar el servidor de un forma más amigable como por ejemplo `phpldapadmin` (administración por medio apache+php), `jxplorer` (aplicación en java), `gosa` o

`lat` (todos ellos en la mayoría de las distribuciones). En nuestro caso instalaremos `phpldapadmin` que combina simplicidad y permite gestionar la mayoría de las opciones del servidor Ldap.

Para instalarlo ejecutamos `apt-get install phpldapadmin` el cual ya reiniciará el servidor apache pero sino lo hace podemos reiniciarlo con la orden `/etc/init.d/apache2 restart` (o `systemctl restart apache2`). Para hacer la conexión, en un navegador introducimos la siguiente dirección `http://localhost/phpldapadmin/`. Saldrá la página de bienvenida y en la banda izquierda podremos hacer el *login* (si el *ServerName* de apache no coincide con el LDAP no pedirá como usuario DN por lo cual le deberemos indicar el correcto cn=admin,dc=nteum,dc=org y la contraseña del servidor LDAP). Una vez conectado al servidor, seleccionamos la raíz (dc=nteum,dc=org) y seleccionamos entre los *templates* que aparecen una *Organizational Unit (ou)* a la que llamaremos `users`, repetimos los pasos (opción `create new entry` desde la raíz) y creamos otra *ou* llamada `groups`. Ahora solamente nos queda crear los usuarios y los grupos y asignar los usuarios a sus grupos. Dentro de la unidad organizativa `groups` crearemos los grupos `ventas` (gid=1001) y `compras` (gid=1002) y en la unidad organizativa `users` crearemos los usuarios `juan pirulo` (uid=1001, ventas, id=jpirulo) y `ana pirulo` (uid=1002, compras, id=apirulo). Para los grupos seleccionamos la OU `groups`, hacemos `create new child` y seleccionamos `Posix Group`. Creamos los dos grupos indicados pero deberemos modificar el `gid` ya que los asigna por defecto a partir de 1.000 y nosotros los queremos diferentes.

Repetimos la operación en `users` seleccionando `User Account`. Aquí nos pedirá los datos de los usuarios (nombre, apellido, grupo, contraseñas, *home directory*, *shell*, etc.) y luego deberemos cambiar el `uid`, ya que los asigna por defecto. A continuación podemos observar nuevamente el contenido ejecutando la instrucción `slapcat` los nuevos datos generados. Phpldapadmin se puede configurar con el archivo

*/usr/share/phpldapadmin/config/config.php*

pero en la mayoría de los casos la configuración por defecto ya es operativa (en algunos casos puede ser necesario adaptar la línea $servers->setValue('server','base',array('dc=nteum,dc=org')); para adecuar a los datos de nuestro servidor).

Para poder configurar un cliente tenemos que instalar los paquetes *libnss-ldap libpam-ldap ldap-utils* ejecutando la orden

```
apt-get install libnss-ldap libpam-ldap ldap-utils,
```

que nos solicitará una serie de información: URI del servidor (ldap://192.168.1.33), el DC (dc=nteum,dc=org), la versión (3), el usuario administrativo (cn=admin, dc=nteum,dc=org) y el `passwd`, nos informará que

hagamos el cambio manual de *nsswitch* (ok), permitir a PAM cambiar los `password` locales (Yes), `enforces login` (No), `admin acount suffix` (cd=admin,dc=nteum, dc=org), y finalmente el `passwd` nuevamente.

A continuación deberemos modificar el archivo */etc/nsswitch.conf* con:

```
passwd: compat ldap
group: compat ldap
shadow: compat ldap
...
netgroup: ldap
```

Por último deberemos modificar el archivo */etc/pam.d/common-password* (quitando de la línea el 'use_authtok')

```
password [success=1 user_unknown=ignore default=die] pam_ldap.so try_first_pass
```

y en */etc/pam.d/common-session* agregar al final (para crear el home directory automáticamente):

```
session optional pam_mkhomedir.so skel=/etc/skel umask=077
```

Luego deberemos reiniciar la máquina (`shutdown -r now`) y ya nos podremos conectar con los usuarios que hemos creado (jpirulo o apirulo) desde la interfaz gráfica. Es interesante configurar LDAP sobre TLS (protocolo cifrado) para dar más seguridad a la conexión (véase los detalles de configuración en http://www.server-world.info/en/note?os=Debian_8&p=openldap&f=4).

# 16. *Virtual private network* (VPN)

Una VPN[33] es una red que utiliza Internet como transporte de datos, pero impide que estos puedan ser accedidos por miembros externos a ella.

(33)Del inglés *virtual private network*.

Tener una red con VPN significa tener nodos unidos a través de un túnel por donde viaja el tráfico y donde nadie puede interactuar con él. Se utiliza cuando se tienen usuarios remotos que acceden a una red corporativa para mantener la seguridad y privacidad de los datos. Para configurar una VPN, se pueden utilizar diversos métodos SSH (SSL), CIPE, IPSec, PPTP y pueden consultarse en las referencias [Bro] [Wil] del proyecto TLDP que, si bien son un poco antiguas, aún nos son útiles porqué muestran los principios y conceptos básicos de la infraestructura VPN.

Para realizar las pruebas de configuración, en este apartado se utilizará la **OpenVPN**, que es una solución basada en SSL VPN, y se puede usar para un amplio rango de soluciones, por ejemplo, acceso remoto, VPN punto a punto, redes WiFi seguras o redes distribuidas empresariales. OpenVPN implementa OSI layer 2 o 3 utilizando protocolos SSL/TLS y soporta autentificación basada en certificados, tarjetas (*smart cards*), y otros métodos de certificación.

OpenVPN no es un servidor *proxy* de aplicaciones ni opera a través de un *web browser*.

## 16.1. Instalación y prueba en modo *raw*

En este apartado utilizaremos una máquina Debian y otra Ubuntu, pero es similar en el resto de las distribuciones. Primero hay que instalar en ambas máquinas OpenVPN: `apt-get install openvpn`. En función de la distribución podrá dar algunos errores, ya que intenta arrancar el servicio, pero como todavía no está configurado muestra algunos avisos. Después, se debe probar en modo *raw* si la conectividad entre servidor y cliente funciona o existe algún impedimento (por ejemplo, un *firewall*). Para comprobarlo, deberemos ejecutar lo siguiente:

- Desde el servidor:

```
openvpn --remote ubub --dev tun1 --ifconfig 10.9.8.1 10.9.8.2
```

- Desde el cliente:

```
openvpn -remote deba -dev tun1 -ifconfig 10.9.8.2 10.9.8.1
```

Ambas máquinas deben estar conectadas (en nuestro caso, el nombre de la máquina cliente es *ubub, 10.9.8.2* –Ubuntu– y su IP en el túnel VPN, y *deba, 10.9.8.1*, el nombre de la máquina servidor y la IP en el túnel VPN). La salida será similar en ambas máquinas; por ejemplo, en el servidor:

```
Thu Jun 12 12:50:31 2014 OpenVPN 2.2.1 x86_64-linux-gnu [SSL] [LZO2] [EPOLL] [PKCS11] [eurephia]
      [MH] [PF_INET6] [IPv6 payload 20110424-2 (2.2RC2)] built on Jun 18 2013
Thu Jun 12 12:50:31 2014 IMPORTANT: OpenVPN's default port number is now 1194, based on
     an official port number assignment by IANA.  OpenVPN 2.0-beta16 and earlier used 5000
  as the default port.
Thu Jun 12 12:50:31 2014 NOTE: OpenVPN 2.1 requires '--script-security 2' or higher to call
     user-defined scripts or executables
Thu Jun 12 12:50:31 2014 ******* WARNING *******: all encryption and authentication features
     disabled -- all data will be tunnelled as cleartext
Thu Jun 12 12:50:31 2014 TUN/TAP device tun1 opened
Thu Jun 12 12:50:31 2014 do_ifconfig, tt->ipv6=0, tt->did_ifconfig_ipv6_setup=0
Thu Jun 12 12:50:31 2014 /sbin/ifconfig tun1 10.9.8.1 pointopoint 10.9.8.2 mtu 1500
Thu Jun 12 12:50:31 2014 UDPv4 link local (bound): [undef]
Thu Jun 12 12:50:31 2014 UDPv4 link remote: [AF_INET]172.16.1.2:1194
Thu Jun 12 12:50:34 2014 Peer Connection Initiated with [AF_INET]172.16.1.2:1194
Thu Jun 12 12:50:35 2014 Initialization Sequence Completed
```

Si hacemos un *ping* sobre el servidor (desde otro terminal) veremos que ambas puntas de túnel funcionan:

- ping 10.9.8.1:

```
PING 10.9.8.1 (10.9.8.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.9.8.1: icmp_req=1 ttl=64 time=0.027 ms
--- 10.9.8.1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 999ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.027/0.045/0.064/0.019 ms
```

- ping 10.9.8.2:

```
PING 10.9.8.2 (10.9.8.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.9.8.2: icmp_req=1 ttl=64 time=0.597 ms
--- 10.9.8.2 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 999ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.597/1.131/1.666/0.535 ms
```

Y también podremos ver la interfaz como *tun1* con `ifconfig`:

```
tun1      Link encap:UNSPEC  HWaddr 00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00
```

```
inet addr:10.9.8.1  P-t-P:10.9.8.2  Mask:255.255.255.255
UP POINTOPOINT RUNNING NOARP MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
RX packets:5 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
TX packets:5 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
collisions:0 txqueuelen:100
RX bytes:420 (420.0 B)  TX bytes:420 (420.0 B)
```

Para terminar la aplicación, simplemente hay que hacer un *Crtl+C* (y veréis cómo desaparece también la interfaz virtual *tun1*). El siguiente paso después de verificada la conectividad es realizar la configuración.

### 16.2. VPN con intercambio de llaves estáticas

Para analizar este servicio, utilizaremos una opción de la OpenVPN llamada *OpenVPN for Static key configurations*, que ofrece una forma simple de configurar una VPN ideal para pruebas o para conexiones punto a punto. Sus ventajas son la simplicidad y que no es necesario un certificado X509 PKI[34] para mantener la VPN. Las desventajas son que solo permite un cliente y un servidor. Al no utilizar el mecanismo de PKI (llave pública y llave privada), puede haber igualdad de claves con sesiones anteriores, debe existir, pues, una llave en modo texto en cada *peer* y la llave secreta debe ser intercambiada anteriormente por un canal seguro.

(34)Del inglés *public key infrastructure*.

Recordemos que nuestro túnel VPN tendrá sobre el servidor IP=10.9.8.1 y el cliente con IP=10.9.8.2. La comunicación será encriptada entre el cliente y el servidor sobre UDP port 1194 (que es el puerto por defecto de OpenVPN). Después de instalar el paquete, se deberá generar la llave estática en */etc/openvpn* y copiarla de forma segura al cliente:

```
cd /etc/openvpn
openvpn --genkey --secret static.key
scp static.key ubub:/etc/openvpn
```

En nuestro caso hemos utilizado el comando *secure copy* (`scp`) para transferir el archivo *static.key* al cliente */ubub*) sobre un canal seguro.

El archivo de configuración del servidor */etc/openvpn/tun0.conf*:

```
dev tun0
ifconfig 10.9.8.1 10.9.8.2
secret /etc/openvpn/static.key
```

El archivo de configuración del cliente */etc/openvpn/tun0.conf*:

```
remote deba
dev tun0
ifconfig 10.9.8.2 10.9.8.1
```

```
secret /etc/openvpn/static.key
```

Antes de verificar el funcionamiento de la VPN, debe asegurarse en el *firewall* que el puerto 1194 UDP está abierto sobre el servidor y que la interfaz virtual *tun0* usada por OpenVPN no está bloqueada ni sobre el cliente ni sobre el servidor. Tengamos en mente que el 90 % de los problemas de conexión encontrados por usuarios nuevos de OpenVPN están relacionados con el *firewall*.

Para verificar la OpenVPN entre dos máquinas, hay que recordar de cambiar las IP y el dominio por el que tenga en su configuración, y luego ejecutar tanto del lado servidor como del cliente (*--verb 6* mostrará información adicional a la salida y puede evitarse en posteriores ejecuciones):

```
openvpn --config /etc/openvpn/tun0.conf --verb 6
```

El cual dará una salida similar a:

```
Thu Jun 12 13:59:58 2014 us=359502 OpenVPN 2.2.1 x86_64-linux-gnu [SSL] [LZO2] [EPOLL] [PKCS11]
      [eurephia] [MH] [PF_INET6] [IPv6 payload 20110424-2 (2.2RC2)] built on Jun 18 2013
.
Thu Jun 12 13:59:58 2014 us=361008 TUN/TAP device tun0 opened
Thu Jun 12 13:59:58 2014 us=361049 TUN/TAP TX queue length set to 100
Thu Jun 12 13:59:58 2014 us=361081 do_ifconfig, tt->ipv6=0, tt->did_ifconfig_ipv6_setup=0
Thu Jun 12 13:59:58 2014 us=361113 /sbin/ifconfig tun0 10.9.8.1 pointopoint 10.9.8.2 mtu 1500
Thu Jun 12 13:59:58 2014 us=363861 Data Channel MTU parms [ L:1544 D:1450 EF:44 EB:4 ET:0 EL:0 ]
Thu Jun 12 13:59:58 2014 us=363927 Local Options String: 'V4,dev-type tun,link-mtu 1544,tun-mtu
     1500,proto UDPv4,ifconfig 10.9.8.2 10.9.8.1,cipher BF-CBC,auth SHA1,keysize 128,secret'
Thu Jun 12 13:59:58 2014 us=363947 Expected Remote Options String: 'V4,dev-type tun,link-mtu
     1544,tun-mtu 1500,proto UDPv4,ifconfig 10.9.8.1 10.9.8.2,cipher BF-CBC,auth SHA1,keysize
       128,secret'
..
Thu Jun 12 14:00:37 2014 us=657976 Peer Connection Initiated with [AF_INET]172.16.1.2:1194
Thu Jun 12 14:00:37 2014 us=658000 Initialization Sequence Completed
```

Para verificar su funcionamiento se puede ejecutar, por ejemplo, un *ping 10.9.8.1* desde el cliente, con lo cual veremos su respuesta y además en la consola del servidor un mensaje de la actividad del túnel similar a:

```
Thu Jun 12 14:06:54 2014 us=604089 TUN READ [84]
Thu Jun 12 14:06:54 2014 us=604113 UDPv4 WRITE [124] to [AF_INET]172.16.1.2:1194:  DATA len=124
Thu Jun 12 14:06:55 2014 us=604293 UDPv4 READ [124] from [AF_INET]172.16.1.2:1194:  DATA len=124
Thu Jun 12 14:06:55 2014 us=604342 TUN WRITE [84]
Thu Jun 12 14:06:55 2014 us=604370 TUN READ [84]
Thu Jun 12 14:06:55 2014 us=604395 UDPv4 WRITE [124] to [AF_INET]172.16.1.2:1194:  DATA len=124
```

Para agregar compresión sobre el link, debe añadirse la siguiente línea a los dos archivos de configuración **comp-lzo** y para proteger la conexión a través de un NAT *router/firewall* y seguir los cambios de IP a través de un DNS, si uno de los *peers* cambia, agregar a los dos archivos de configuración:

```
keepalive 10 60
ping-timer-rem
persist-tun
persist-key
```

**Nota**

Podéis obtener más información al respecto en la web de OpenVPN: http://openvpn.net/index.php/open-source/documentation/miscellaneous/78-static-key-mini-howto.html

Como hemos visto, la ejecución anterior es en consola, por lo que queda la consola bloqueada con la ejecución de la VPN; pero una vez depurada, es necesario poner en marcha como *daemon* y para ello es necesario agregar al archivo de configuración */etc/openvpn/tun0.conf* la palabra *daemon* y cambiar en el archivo */etc/default/openvpn* la línea de AUTOSTART="tun0" para indicarle el nombre de nuestra VPN (también se puede poner "all" que ejecutará todos los archivos de configuración */etc/openvpn/*.conf*). Luego queda ponerla en marcha en ambos lados (`service openvpn start`) y probar con un `ifconfig` que existe el *tun0* y con un `ping` su funcionalidad.

Una vez establecida la conexión, podemos utilizarla para conectarnos como si se tratara de cualquier otra IP; por ejemplo, desde el servidor podemos hacer un `ssh 10.9.8.2` que nos conectará al cliente por `ssh` pero a través del túnel encriptado (con el `ssh` no es necesario, ya que encripta la comunicación, pero se utiliza a modo de ejemplo).

## 16.3. VPN con TLS

Si bien como prueba de concepto una VPN con llave estática es muy adecuada, ya que tiene una configuración simple y no necesita de infraestructura PKI, tiene los inconvenientes de la escalabilidad (un servidor y un cliente). La llave, que es la misma, existe en texto en cada *peer* y debe ser copiada por un canal previo seguro. La configuración con TLS nos permitirá resolver estos inconvenientes si bien su configuración y puesta en marcha será algo más compleja.

En primer lugar debemos copiar el *script* que nos permitirá generar las llaves:

```
cd /etc/openvpn
mkdir easy-rsa
cp -R /usr/share/doc/openvpn/examples/easy-rsa/2.0/* easy-rsa/
```

Después, modificar */etc/openvpn/easy-rsa/vars* para reflejar su localización:

```
export KEY_COUNTRY="SP"
```

```
export KEY_PROVINCE="BCN"
export KEY_CITY="Bellaterra"
export KEY_ORG="Nteum"
export KEY_EMAIL="root@deba"
```

Y, finalmente, ejecutar:

```
cd /etc/openvpn/easy-rsa;
mkdir keys; touch keys/index.txt; echo 01 > keys/serial
. ./vars
./clean-all
```

Recordar que los archivos *.key son confidenciales, los archivos *.crt y *.csr pueden ser enviados por canales inseguros (por ejemplo, por email) y que cada ordenador deberá tener su par *certificate/key*.

Con esto ya podemos crear la entidad certificadora (CA) que generará los archivos */etc/openvpn/easy-rsa/keys/ca.crt* y */etc/openvpn/easy-rsa/keys/ca.key*:

```
./build-ca
```

A continuación, generaremos una *inntermediate certificate authority certificate/key* que creará los archivos *server.crt* y *server.key* en */etc/openvpn/easy-rsa/keys/* firmados por la CA:

```
./build-key-server server
```

A continuación se deben generar los archivos Diffie-Hellamn (necesarios en la comunicación SSL/TLS) y, seguidamente, las llaves para el cliente (*ubub* en nuestro caso):

```
./build-dh
./build-key ubub
```

Este último paso generará en el directorio */etc/openvpn/easy-rsa/keys/* los archivos *ubub.crt* y *ubub.key*, los cuales deberán ser copiados en el mismo directorio (*/etc/openvpn/easy-rsa/keys/*) del cliente y también el certificado de la ca (*ca.crt*). Con esto ya podemos probar la conexión desde consola.

Se debe tener en cuenta que el primer comando hay que ejecutarlo en el servidor y el segundo en el cliente, y que es una única línea tanto para el servidor como para el cliente:

```
openvpn --dev tun1 --ifconfig 10.9.8.1 10.9.8.2 --tls-server --dh /etc/openvpn/easy-rsa/keys
    /dh1024.pem --ca /etc/openvpn/easy-rsa/keys/ca.crt --cert /etc/openvpn/easy-rsa/keys
 /server.crt --key /etc/openvpn/easy-rsa/keys/server.key --reneg-sec 60 --verb 5
```

```
openvpn --remote deba --dev tun1 --ifconfig 10.9.8.2 10.9.8.1 --tls-client --ca /etc/openvpn
    /easy-rsa/keys/ca.crt --cert /etc/openvpn/easy-rsa/keys/ubub.crt --key /etc/openvpn
 /easy-rsa/keys/ubub.key --reneg-sec 60 --verb 5
```

La salida será equivalente a la que vimos en el punto anterior y ahora con el `ifconfig` tendremos un dispositivo *tun1*. Desde otra terminal podemos realizar un `ping` para comprobar su funcionalidad. Observar el texto remarcado que se deberá reemplazar con los archivos que generéis para su configuración.

A continuación, crearemos los archivos de configuración en el servidor y el cliente para que arranque en forma automática. Primero, el directorio de *log*

```
mkdir -p /etc/openvpn/log/; touch /etc/openvpn/log/openvpn-status.log
```

y, luego, editaremos */etc/openvpn/server.conf*:

```
port 1194
proto udp
dev tun
ca      /etc/openvpn/easy-rsa/keys/ca.crt    # generated keys
cert    /etc/openvpn/easy-rsa/keys/server.crt
key     /etc/openvpn/easy-rsa/keys/server.key  # keep secret
dh      /etc/openvpn/easy-rsa/keys/dh1024.pem
server 10.9.8.0 255.255.255.0  # internal tun0 connection IP
ifconfig-pool-persist ipp.txt
keepalive 10 120
comp-lzo         # Compression - must be turned on at both end
persist-key
persist-tun
status log/openvpn-status.log
verb 3  # verbose mode
client-to-client
```

A continuación, se deberá modificar la entrada AUTOSTART="server" del archivo */etc/default/openvpn* para iniciar el servicio (`service openvpn start`). Sobre el cliente, crearemos el archivo */etc/openvpn/client.conf*:

```
client
dev tun
port 1194
proto udp
remote deba 1194             # VPN server IP : PORT
nobind
ca /etc/openvpn/easy-rsa/keys/ca.crt
cert /etc/openvpn/easy-rsa/keys/ubub.crt
key /etc/openvpn/easy-rsa/keys/ubub.key
```

```
comp-lzo
persist-key
persist-tun
verb 3
```

También tenemos que modificar la entrada AUTOSTART="client" en el archivo */etc/default/openvpn* para poner en marcha el servicio con la siguiente instrucción: `service openvpn start`. Veremos que se ha creado la interfaz *tun0* y que responde al `ping` de los diferentes comandos sobre la IP del túnel del servidor. A partir de este servidor y con pequeños cambios podremos utilizar las Apps OpenVPN para iOS y para Android o para renviar el tráfico IP a través del túnel VPN.

**Nota**

Podéis ver los detalles de estas acciones en https://wiki.debian.org/OpenVPN

En ciertas ocasiones es necesario que los clientes puedan configurarse su conexión a la VPN por lo cual una interfaz gráfica puede ayudar. Existen dos paquetes como *pluguins* en el NetworkManager que reducen la complejidad a la hora de configurar los clientes: `network-manager-openvpn` y para los que trabajen de escritorios Gnome, `network-manager-openvpn-gnome`. En primer lugar, se deben generar desde el servidor los certificados para el nuevo cliente y enviárselos por un canal seguro (sobre todo el archivo .key), posteriormente, se debe instalar uno de los dos paquetes (tener en cuenta que el segundo reemplazará al primero si este está instalado). Con estos *pluguins*, y una vez arrancado el NetworkManager, será muy fácil configurar el cliente para que este gestione la conexión a la VPN.

**Nota**

Podéis obtener más información al respecto en https://wiki.gnome.org/Projects/NetworkManager/Admins.

# 17. Configuraciones avanzadas y herramientas

Existe un conjunto de paquetes complementarios (o que sustituyen a los convencionales) y herramientas que o bien mejoran la seguridad de la máquina (recomendados en ambientes hostiles), o bien ayudan en la configuración de red (y del sistema en general) de modo más amigable.

Estos paquetes pueden ser de gran ayuda al administrador de red para evitar intrusos o usuarios locales que se exceden de sus atribuciones (generalmente, no por el usuario local, sino a través de una suplantación de identidad) o bien ayudar al usuario novel a configurar adecuadamente los servicios.

En este sentido, es necesario contemplar:

**1) Configuración avanzada de TCP/IP**: a través del comando *sysctl* es posible modificar los parámetros del kernel durante su ejecución o en el inicio para ajustarlos a las necesidades del sistema. Los parámetros susceptibles de modificar son los que se encuentran en el directorio */proc/sys/* y se pueden consultar con `sysctl -a`. La forma más simple de modificar estos parámetros es a través del archivo de configuración */etc/syscntl.conf* (recordar siempre de hacer una copia de los ficheros de configuración; por ejemplo, se puede hacer con la instrucción `cp /etc/syscntl.conf /etc/syscntl.conf.org` para poder retornar la configuración a su estado anterior en caso de problemas). Después de la modificación, se debe volver a arrancar la red:

```
/etc/init.d/networking restart              (o systemctl restart networking)
```

En este apartado veremos algunas modificaciones para mejorar las prestaciones de la red (mejoras según condiciones) o la seguridad del sistema (consultar las referencias para más detalles) [Mou]:

```
net.ipv4.icmp_echo_ignore_all = 1
```

No responde paquetes ICMP, como por ejemplo el comando `ping`, que podría significar un ataque DoS (*Denial-of-Service*).

```
net.ipv4.icmp_echo_ignore_broadcasts = 1
```

Evita congestiones de red no respondiendo el *broadcast*.

```
net.ipv4.conf.all.accept_source_route = 0
```

```
net.ipv4.conf.lo.accept_source_route = 0
net.ipv4.conf.eth0.accept_source_route = 0
net.ipv4.conf.default.accept_source_route = 0
```

Inhibe los paquetes de *IP Source routing* que podrían representar un problema de seguridad.

```
net.ipv4.tcp_syncookies = 1
net.ipv4.conf.all.accept_redirects = 0
```

Permite rechazar un ataque DoS por paquetes SYNC que consumiría todos los recursos del sistema forzando a hacer un *reboot* de la máquina.

```
net.ipv4.conf.lo.accept_redirects = 0
net.ipv4.conf.eth0.accept_redirects = 0
net.ipv4.conf.default.accept_redirects = 0
```

Útil para evitar ataques con *CMP Redirect Acceptance* (estos paquetes son utilizados cuando el routing no tiene una ruta adecuada) en todas las interfaces.

```
net.ipv4.icmp_ignore_bogus_error_responses = 1
```

Envía alertas sobre todos los mensajes erróneos en la red.

```
net.ipv4.conf.all.rp_filter = 1
net.ipv4.conf.lo.rp_filter = 1
net.ipv4.conf.eth0.rp_filter = 1
net.ipv4.conf.default.rp_filter = 1
```

Habilita la protección contra el *IP Spoofing* en todas las interfaces.

```
net.ipv4.conf.all.log_martians = 1
net.ipv4.conf.lo.log_martians = 1
net.ipv4.conf.eth0.log_martians = 1
net.ipv4.conf.default.log_martians = 1
```

Generará *log* sobre todos los *Spoofed Packets*, *Source Routed Packets* y *Redirect Packets*.

Los siguientes parámetros permitirán que el sistema pueda atender mejor y más rápido las conexiones TCP.

```
net.ipv4.tcp_fin_timeout = 40,          Por defecto, 60.
net.ipv4.tcp_keepalive_time = 3600,      Por defecto, 7.200.
net.ipv4.tcp_window_scaling = 0
net.ipv4.tcp_sack = 0
```

```
net.ipv4.tcp_timestamps = 0,        Por defecto, todos a 1 (habilitados).
```

**2) Iptables**: **Netfilter** es un conjunto de funcionalidades integradas en el *kernel* de Linux para interceptar y gestionar los paquetes de red. El principal componente de este es `iptables`, que funciona como una herramienta de cortafuegos (*firewall*) permitiendo no solo las acciones de filtro sino también de traslación de direcciones de red (NAT) –como ya se utilizó en el apartado correspondiente de este módulo– o redirecciones/registro de las comunicaciones. Este tema se verá en detalle en la asignatura "Administración avanzada", pero aquí daremos unos mínimos conceptos sobre este paquete. Con el comando iptables podemos gestionar las reglas haciendo, por ejemplo:

```
iptables -L              Para listar las reglas
iptable -t nat -L        Ídem anterior pero las de NAT
iptables -A Type -i Interf -p prot -s SrcIP --source-port Ps -d DestIP --destination-port Pd -j Action
                         Insertar una regla
iptables-save > /etc/iptables.rules
                         Salvar las reglas definidas
iptables-restore < /etc/iptables.rules
                         Restaurar reglas previamente salvadas
```

Un ejemplo del archivo /etc/iptables.rules podría ser (# indica comentario):

```
*filter
# Permitir todo el tráfico de loopback (lo0) y denegar el resto de 127/8
-A INPUT -i lo -j ACCEPT
-A INPUT ! -i lo -d 127.0.0.0/8 -j REJECT
# Aceptar todas las conexiones entrantes previamente establecidas
-A INPUT -m state --state ESTABLISHED, RELATED -j ACCEPT
# Aceptar todo el tráfico saliente
-A OUTPUT -j ACCEPT
# Permitir HTTP y HTTPS desde cualquier lugar
-A INPUT -p tcp --dport 80 -j ACCEPT
-A INPUT -p tcp --dport 443 -j ACCEPT
# Permitir las conexiones de SSH
# Normalmente utiliza el puerto 22, verificarlo en el archivo /etc/ssh/sshd_config.
 -A INPUT -p tcp -m state --state NEW --dport 22 -j ACCEPT
# Responder al ping icmp
-A INPUT -p icmp -m icmp --icmp-type 8 -j ACCEPT
# Rechazar todo el tráfico restante de entrada.
-A INPUT -j REJECT
-A FORWARD -j REJECT
COMMIT
```

La sintaxis puede parecer un poco extraña pero es fácil de aprender. En este caso las reglas se han puesto para que actúe como *firewall* y, como deberán ser cargadas por la instrucción `iptables-restore`, no incluyen la instrucción `iptables` al inicio de cada regla y es necesario el *commit* al final. En este ejemplo solo aceptamos tráfico entrante de *ping*, *http*, *htpps* y *ssh*, y bloqueamos todo el tráfico restante de entrada. En cuanto al tráfico de salida, se deja que salga todo sin restricciones. Se pueden salvar las reglas en un archivo, cargarlas y, por ejemplo desde otra máquina, probar la conectividad o ejecutar algún programa como `nmap` que nos mostrará los puertos abiertos en la máquina configurada con `iptables`.

**Nota**

Podéis obtener más información al respecto en https://wiki.debian.org/es/iptables.

**3) GnuPG**: GnuPG es una implementación completa del estándar OpenPGP definido por la RFC 4880. GnuPG (o GPG) permite cifrar y firmar datos de todo tipo y cuenta con un sistema de gestión de llaves muy versátil, así como de los módulos de acceso para todo tipo de directorios de claves públicas. GPG puede funcionar en línea de comandos o integrado a herramientas por medio de sus librerías y también proporciona soporte para S/MIME (*Secure/Multipurpose Internet Mail Extensions*).

Para crear el par de llaves se debe ejecutar `gpg --gen-key` respondiendo a las preguntas que nos hará.

**Nota**

Podéis obtener más información al respecto en https://wiki.debian.org/Keysigning y en http://moser-isi.ethz.ch/gpg.html.

Para visualizar las llaves creadas, ejecutar

```
gpg --list-keys o gpg -v -fingerprint
```

lo cual nos dará un resultado como:

```
pub   2048R/119EDDEA 2014-06-13
Key fingerprint = 6644 5BF2 9926 441C A211  B684 DA35 616A 119E DDEA
uid                  Remo Suppi (Universitat Autònoma de Barcelona) <Remo.Suppi@uab.cat>
sub   2048R/C8A79D4F 2014-06-13
```

Lo siguiente es crear un certificado de revocación ya que, si bien ahora no es importante, cuando la llave pública esté en un servidor y se quiera destruir (por diferentes cuestiones), la única forma es revocarla. Para ello, debemos ejecutar `gpg -a --gen-revoke` y copiar la información entre [BEGIN] y [END] en un archivo y ponerlo a resguardo, ya que con este se podrá anular la llave pública.

Después, se debe hacer "pública" la llave pública en algún servidor, como por ejemplo *pgp.mit.edu*; para ello, ejecutar

```
gpg --keyserver=x-hkp://pgp.mit.edu -a --send-keys 119EDDEA,
```

donde el último número es el *Key-id* que hemos obtenido de la clave. Para incorporar una llave pública de otro usuario a nuestro *key-ring*, haremos

```
gpg --import <file>
```

o preguntarle al `key-server gpg --search-keys <description>`, con lo cual obtendremos la llave necesaria para luego usarla para encriptar datos para ese usuario, por ejemplo. Usaremos `gpg --delete-key <description>` para borrarla.

GPG resuelve el problema de la necesidad de intercambio de claves con antelación con el mecanismo de llaves públicas y privadas, pero con ello aparece un nuevo problema: si recibo (por ejemplo, desde un servidor de claves) una llave pública de alguien, ¿cómo sé que esta llave pertenece realmente a la persona a la que se dice que pertenece? Cualquiera podría crear una llave en mi nombre y usarlo ¡y nadie se daría cuenta de que no soy yo! Es por ello por lo que se debe ser cuidadoso al aceptar otras llaves y garantizar que esa llave es de una determinada persona y que estoy seguro (comprobándolo con el *Key-ID* y el *fingerprint*). Un mecanismo fácil es firmar una llave y cuantos más usuarios conocidos firmen esta llave más (todos) estaremos seguros de que pertenece al usuario que conocemos (es lo que se denomina *key-signing*). Yo puedo firmar otra llave (con la mía) para garantizar que esa llave pertenece a quien estoy seguro que es, y también si recibo una llave pública de alguien que no sé quién es pero está firmada por varias personas que conozco, entonces puedo confiar en que esta llave pertenece a esa persona (confianza).

Para firmar una llave pública debe estar en el *key-ring* y ejecutar la orden `gpg --edit-key <description>`, donde "description" puede ser el nombre/email o cualquier dato o parte de la llave que queremos firmar. Después entraremos en modo comando e indicamos `sign -> grado de confianza (0-3) -> Y -> passwd -> save`.

Ahora se debería subir nuevamente esta llave pública al servidor con la nueva firma: `gpg -a --send-keys <key-ID>`. Para actualizar las llaves que tenemos en nuestro *key-ring*, debemos hacer `gpg --refresh-keys`. Para encriptar un archivo, deberíamos hacer `gpg -e -a -r <description> file`, el cual se llamará *file.asc*; ya que hemos incluido el *-a* que indica que la salida debe ser ASCII, si no existe, se generará en binario como *file.gpg*. Para desencriptar se deberá hacer `gpg -d -o archivo_salida file.asc` que pedirá el *passwd* y lo generará en *archivo_salida*.

Para utilizarlo en el correo u otras aplicaciones, es conveniente integrar `gpg` con la aplicación utilizada, por ejemplo, para incluir `gpg` en `thunderbird` y poder firmar/encriptar correos deberemos instalar una extensión llamada `enigmail`.

**Nota**

Podéis obtener más información sobre `enigmail` en su página web.

**4) Logcheck**: una de las actividades de un administrador de red es verificar diariamente (más de una vez por día) los archivos *log* para detectar posibles ataques/intrusiones o eventos que puedan dar indicios sobre estas cuestiones. Esta herramienta selecciona (de los archivos *log*) información condensada de

problemas y riesgos potenciales y luego la envía al responsable, por ejemplo, a través de un correo. El paquete incluye utilidades para ejecutarse de modo autónomo y recordar la última entrada verificada para las subsiguientes ejecuciones. La lista de archivos que se tienen que monitorizar se almacena en */etc/logcheck/logcheck.logfiles* y la configuración por defecto es adecuada (si se modificó gran parte del archivo */etc/syslog.conf*). Logcheck puede funcionar en tres modalidades:

- *Paranoid*. Este modo es muy detallado y debería limitarse a casos específicos como *firewalls*.
- *Server*. Es el modo por defecto y es el recomendado para la mayoría de los servidores.
- *Workstation*. Es el modo adecuado para estaciones de escritorio.

Esta herramienta permite una configuración total de los filtros y de las salidas si bien puede ser complicado reescribirlos. Las reglas se pueden clasificar en "intento de intrusión" (*cracking*), almacenadas en */etc/logcheck/cracking.d/*; "alerta de seguridad" almacenadas en */etc/logcheck/violations.d/*, y las que son aplicadas al resto de los mensajes.

**Nota**

Podéis obtener más información al respecto en [HeMa] http://debian-handbook.info/browse/es-ES/stable/sect.supervision.html.

5) **PortSentry** y **Tripwire**. PortSentry forma parte de un conjunto de herramientas que proporcionan servicios de seguridad de nivel de *host* para GNU/Linux. PortSentry, LogSentry y Hostsentry protegen contra escaneos de puertos y detectan indicios de actividad sospechosa. Tripwire es una herramienta que ayudará al administrador notificando sobre posibles modificaciones y cambios en archivos para evitar posibles daños (mayores). Esta herramienta compara las diferencias entre los archivos actuales y una base de datos generada previamente para detectar cambios (inserciones y borrado), lo cual es muy útil para detectar posibles modificaciones de archivos vitales, como por ejemplo, en archivos de configuración.

**6) Tcpdump** y **Wireshark**: Tcpdump es una herramienta muy potente que está en todas las distribuciones y que nos servirá para analizar los paquetes de red. Este programa permite el volcado del tráfico de red de una red y puede analizar la mayoría de los protocolos utilizados hoy en día (IPv4, ICMPv4, IPv6, ICMPv6, UDP, TCP, SNMP, AFS BGP, RIP, PIM, DVMRP, IGMP, SMB, OSPF, NFS.). Wireshark es otra herramienta (más compleja) que dispone de una interfaz gráfica para analizar paquetes y permite también decodificarlos y analizar su contenido (actúa como *network sniffer*). Ambas herramientas se instalan bajo el procedimiento habitual y vienen preconfiguradas en casi todas las distribuciones.

Dada la importancia de analizar los paquetes hacia y saber adónde van, mostraremos algunos comandos habituales de tcpdump:

- **tcpdump**. Parámetros por defecto -v o -vv para el nivel de información mostrada, -q salida rápida.
- **tcpdump -D**. Interfaces disponibles para la captura.
- **tcpdump -n**. Muestra IP en lugar de direcciones.
- **tcpdump -i eth0**. Captura el tráfico de eth0.
- **tcpdump udp**. Solo los paquetes UDP.
- **tcpdump port http**. Solo los paquetes del puerto 80 (web).
- **tcpdump -c 20**. Solo los 20 primeros paquetes.
- **tcpdump -w capture.log**. Envía los datos a un archivo.
- **tcpdump -r capture.log**. Lee los datos de un archivo.
- **tcpdump host** *www.uoc.edu*. Solo los paquetes que contengan esta dirección.
- **tcpdump src** *192.168.1.100 and dst 192.168.1.2 and port ftp*. Muestra los paquetes ftp que vayan desde 192.168.1.100 a 192.168.1.2.
- **tcpdump -A**. Muestra el contenido de los paquetes.

**Nota**

Los datos capturados no son texto, por lo cual se puede o bien utilizar el mismo para su lectura u otra herramienta como Wireshark para realizar su lectura y decodificación.

**7) Webmin**: esta herramienta permite configurar y añadir aspectos relacionados con la red a través de una interfaz web. Si bien se continúa su desarrollo en muchas distribuciones, no se incluye por defecto. Para ejecutarla, una vez instalada desde un navegador hay que llamar a la URL *https://localhost:10000*, que solicitará la aceptación del certificado SSL y el usuario (inicialmente *root*) y su clave (*passwd*).

**8) System-config-***: en Fedora (y, también en menor medida, en Debian) existe una gran variedad de herramientas gráficas que se llaman *system-config-"algunacosa"* y donde "alguna-cosa" es para lo cual están diseñadas. En general, si se está en un entorno gráfico, se puede llegar a cada una de ellas por medio de un menú.

**9) Otras herramientas**:

- **Nmap**: explorar y auditar con fines de seguridad una red.
- **OpenVas**: análisis de vulnerabilidades.
- **Snort**: sistema de detección de intrusos, IDS.
- **Netcat**: utilidad simple y potente para depurar y explorar una red.
- **MTR**: programa que combina la funcionalidad de traceroute y ping y es muy adecuada como herramienta de diagnóstico de red.
- **Hping2**: genera y envía paquetes de ICMP/UDP/TCP para analizar el funcionamiento de una red.

**Ved también**

Algunas de estas herramientas serán tratadas en el módulo de administración de seguridad en la asignatura *Administración avanzada de sistemas GNU-Linux*.

# Actividades

**1.** Definid los siguientes escenarios de red:
**a.** Máquina aislada.
**b.** Pequeña red local (4 máquinas, 1 *gateway*).
**c.** 2 redes locales segmentadas (2 conjuntos de 2 máquinas, un *router* cada una y un gateway general).
**d.** 2 redes locales interconectadas (dos conjuntos de 2 máquinas + *gateway* cada una).
**e.** Una máquina con 2 interfaces conectada a Internet con NAT a un router y a una red privada1, una segunda máquina con dos interfaces conectada a red privada1 y la otra a una red privada2, una tercera máquina conectada a red privada2.
**f.** 2 máquinas conectadas a través de una red privada virtual.

Indicar las ventajas/desventajas de cada configuración, para qué tipo de infraestructura son adecuadas y qué parámetros relevantes se necesitan (tanto para IPv4 como para IPv6).

**2.** Utilizando máquinas virtuales, realizar la configuración y monitorización y test de conexión (por ejemplo, `ping`, `dig` y `apt-get update`) de las propuestas del punto anterior y en cada máquina de la arquitectura propuesta.

**3.** Realizar los experimentos anteriores sobre IPv6 utilizando ping6 y un túnel (por ejemplo, http://www.gogo6.net/freenet6/tunnelbroker) para mostrar la conectividad hacia Internet.

**4.** Configurad un servidor DNS como caché y con un dominio propio.

**5.** Configurad un servidor/cliente NIS con dos máquinas exportando los directorios de usuario del servidor por NFS.

**6.** Configurad un servidor SSH para acceder desde otra máquina sin contraseña.

# Bibliografía

Todas las URL han sido visitadas en junio de 2016.

**[Apachessl] SSL/TLS Strong Encryption: An Introduction.** <http://httpd.apache.org/docs/2.2/ssl/ssl_intro.html#cryptographictech>

**[Bro] Bronson, Scott** (2001). "VPN PPP-SSH". *The Linux Documentation Project*, 2001.

[Bro] *Comparison of FTP client software* <http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_FTP_client_software>

**[Cis] Cisco** (2005). "TCP/IP Overview White Paper".

**[Com] Comer, Douglas** (2013). *Internetworking with TCP/IP Volume One*. Addison-Wesley.

**[daCos] Costa, F. da.** "Intel Technical Books, Rethinking the Internet of Things".

**[Deb] Debian.org.** *Debian Home*. <http://www.debian.org>

**[DNS] Langfeldt, N.** *DNS HOWTO*. <http://tldp.org/HOWTO/DNS-HOWTO.html>

**[DNSMQ] DNSMasq.** *DNS forwarder and DHCP server*. <https://wiki.debian.org/HowTo/dnsmasq>

**[DR] Debian.** "Debian Reference Manual. Network Setup Chapter 5".

**[Gar98] Garbee, Bdale** (1998). *TCP/IP Tutorial*. N3EUA Inc.

**[Gnu] Gnupg.org.** GnuPG Web Site.

**[GRD] Debian.** "Guía de referencia Debian Capítulo 10. Configuración de red".

[HandB] *Servicios de red: Postfix, Apache, NFS, Samba, Squid, LDAP* <http://debian-handbook.info/browse/es-ES/stable/network-services.html>

**[HeMa] Hertzog, R.; Mas, R.** (2015). "El libro del administrador Debian 8". ISBN: 979-10-91414-08-1. Libro electrónico disponible en español: https://debian-handbook.info/browse/es-ES/stable/index.html (ISBN: 979-10-91414-09-8)

**[IET] IETF.** "Repositorio de Request For Comment desarrollado por Internet Engineering Task Force (IETF) en el Network Information Center (NIC)".

**[ITE] Instituto de Tecnologías Educativas.** *Redes de área local: Aplicaciones y Servicios Linux*. <http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/85/cd/linux/indice.htm>

**[KD] Kirch, Olaf; Dawson, Terry** (2000). *Linux Network Administrator's Guide*. O'Reilly Associates [como *e-book* (*free*) en Free Software Foundation, Inc].

**[Kuk] Kukuk, T.** *The Linux NIS(YP)/NYS/NIS+ HOWTO -obs:EOL-*. <http://tldp.org/HOWTO/NIS-HOWTO/verification.html>

**[LeCe] Leiner, B.; Cerf, V.; Clark, D. y otros.** "Brief History of the Internet".

**[Mal] Mallett, Fred** (1996). *TCP/IP Tutorial*. FAME Computer Education.

**[Mal] Pinheiro Malère, L. E.** *Ldap. The Linux Documentation Project*. <http://tldp.org/HOWTO/LDAP-HOWTO/>

**[Mara] Trenholme, S.** *MaraDNS - A small open-source DNS server*. <http://maradns.samiam.org/>

**[Miq] NIS HOWTO.** <http://www.linux-nis.org/>

**[Mou01] Mourani, Gerhard** (2001). *Securing and Optimizing Linux: The Ultimate Solution*. Open Network Architecture, Inc.

**[Muh] Transparent Multi-hop SSH.** <http://sshmenu.sourceforge.net/articles/transparent-mulithop.html>

**[OVPN] OpenVPN.** "OpenVPN: Instalación y configuración".

**[Proftpd] Proftpd.** <http://www.debian-administration.org/articles/228>

**[SW] Server-World.** <http://www.server-world.info/en/note?os=Debian_8>

**[Wil02] Wilson, Matthew D.** (2002). "VPN". *The Linux Documentation Project*.

# Anexo

### Controlando los servicios vinculados a red en FCx

Un aspecto importante de todos los servicios es cómo se ponen en marcha. Fcx (desde la FC6) incluye una serie de utilidades para gestionar los servicios -daemons- (incluidos los de red). Como ya se ha visto en el apartado de administración local, el *runlevel* es el modo de operación que especifica que daemons se ejecutarán. En FC podemos encontrar: runlevel 1 (monousuario), runlevel 2 (multiusuario), runlevel 3 (multiusuario con red), runlevel 5 (X11 más (runlevel 3). Típicamente se ejecuta el nivel 5 o 3 si no se necesitan interfaces gráficas. Para determinar qué nivel se está ejecutando, se puede utilizar `/sbin/runlevel` y para saber qué nivel es el que se arranca por defecto `cat /etc/inittab` | grep :initdefault: que nos dará información como id:5:initdefault: (tambien se puede editar el */etc/inittab* para cambiar el valor por defecto).

Para visualizar los servicios que se están ejecutando, podemos utilizar `/sbin/chkconfig –list` y para gestionarlos podemos utilizar **system-config-services** en modo gráfico o `ntsysv` en la línea de comandos. Para habilitar servicios individuales podemos utilizar `chkconfig`. Por ejemplo, el siguiente comando habilita el servicio `crond` para los niveles 3 y 5: */sbin/chkconfig* ***--level 35 crond on.***

Independientemente de cómo se hayan puesto en marcha los servicios, se puede utilizar `/sbin/service –status-all` o individualmente `/sbin/service crond status` para saber cómo está cada servicio. Y también gestionarlo (start, stop, status, reload, restart); por ejemplo, `service crond stop` para pararlo o `service crond restart` para reiniciarlo.

Es importante **no deshabilitar los siguientes servicios** (a no ser que se sepa lo que se está haciendo): acpid, haldaemon, messagebus, klogd, network, syslogd. Los servicios más importantes vinculados a la red (aunque no se recogen todos, sí la mayoría de ellos en esta lista no exhaustiva) son:

- **NetworkManager**, **NetworkManagerDispatcher**: es un *daemon* que permite cambiar entre redes fácilmente (Wifi y Ethernet básicamente). Si solo tiene una red no es necesario que se ejecute.

- **Avahi-daemon**, **avahi-dnsconfd**: es una implementación de *zeroconf* y es útil para detectar dispositivos y servicios sobre redes locales sin DNS (es lo mismo que *mDNS)*.

- **Bluetooth**, **hcid**, **hidd**, **sdpd**, **dund**, **pand**: Bluetooth red inalámbrica es para dispositivos portátiles (*NO ES* wifi, 802.11). Por ejemplo, teclados, mouse, teléfonos, altavoces/auriculares, etc.

- **Capi**, **isdn**: red basada en hardware *ISDN*.

- **Iptables**: es el servicio de *firewall* estándar de Linux. Es totalmente necesario por seguridad si se tiene conexión a red *(cable, DSL, T1)*.

- **Ip6tables**: es el servicio de *firewall* estándar de Linux pero para el protocolo y redes basadas en Ipv6.

- **Netplugd**: puede monitorizar la red y ejecutar comando cuando su estado cambie.

- **Netfs**: se utiliza para montar automáticamente sistemas de archivos a través de la red (NFS, Samba, etc.) durante el arranque.

- **Nfs, nfslock:** son los daemon estándar para compartir sistemas de archivos a través de la red en sistemas operativos estilo Unix/Linux/BSD.

- **Ntpd**: servidor de hora y fecha a través de la red.

- **Portmap:** es un servicio complementario para NFS (*file sharing*) y/o NIS (*authentication*).

- **Rpcgssd**, **rpcidmapd**, **rpcsvcgssd:** se utiliza para NFS v4 (nueva versión de NFS).

- **Sendmail**: este servicio permite gestionar los mails (MTA) o dar soporte a servicios como IMAP o POP3.

- **Smb**: este daemon permite compartir ficheros sobre sistemas *Windows*.

- **Sshd**: SSH permite a otros usuarios conectarse interactivamente de forma segura a la máquina local.

- **Yum-updatesd:** servicio de actualizaciones por red de FC.

- **Xinetd:** servicio alternativo de **inetd** que presenta un conjunto de características y mejoras, como por ejemplo lanzar múltiples servicios por el mismo puerto (este servicio puede no estar instalado por defecto).

View publication stats