

# Introducción al Kernel Linux

Manuel Prieto Matías

Grupo ArTeCS

Dpto. Arquitectura de Computadores y Automática

Universidad Complutense de Madrid

Version 0.1



Copyright ©2009-2010 Manuel Prieto Matias

This work is licensed under the Creative Commons **Attribution-Share Alike 3.0 Spain License**. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/es/> or send a letter to Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California, 94105, USA.

Esta obra está bajo una licencia **Reconocimiento-Compartir Bajo La Misma Licencia 3.0 España** de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/es/> o envíe una carta a Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



## Índice

<b>1. Perspectiva histórica</b>	<b>4</b>
1.1. La historia de Unix . . . . .	4
1.2. La irrupción de Linux . . . . .	7
1.3. El nuevo papel de Unix . . . . .	8
<b>Referencias</b>	<b>10</b>

# 1. Perspectiva histórica

## 1.1. La historia de Unix

En sus orígenes, Linux pretende ser simplemente un clon de Unix para la arquitectura i386 de Intel. Es interesante por lo tanto, tener algunas nociones de la historia de Unix, ya que nos ayudara a entender cual es el origen de muchos de los proyectos que han contribuido/contribuyen a la popularidad del Kernel Linux. Entre los hitos más destacables de dicha historia podemos destacar los siguientes [DOS99, Ant09]:

- **Multics – Multiplexed Information and Computing Service – (1965).** El antecesor más directo de Unix es Multics, un proyecto desarrollado conjuntamente por investigadores del M.I.T., el Computer Science Research Center de Bell Telephone Laboratories y la división de grandes computadores de General Electric (GE-Computers). Estaba liderado por el Profesor Fernando J. Corbató, del M.I.T., y su objetivo era la construcción de un Sistema Operativo multiusuario de tiempo compartido para el GE-645, un mainframe de General Electric (GE). El objetivo era ambicioso si tenemos en cuenta que hasta el momento, el modo de operación habitual era tipo batch. Sin embargo, las grandes expectativas iniciales del proyecto se convierten pronto en frustración ante las dificultades para construir, a corto plazo, un sistema tan ambicioso que fuese económicamente viable. Dichas dificultades provocan el abandono del proyecto por parte del Bell Labs en 1969, aunque el desarrollo continúa y llega a ser comercializado por Honeywell, que adquiere la división de GE en 1970. Es utilizado en centros de datos institucionales (gubernamentales y universidad) y por grandes corporaciones industriales como Ford, General Motors o Renault. Honeywell decide abandonar el desarrollo de Multics en 1985 y en 1986 vende su división de computación a Bull, que desde entonces se encarga exclusivamente de tareas de mantenimiento. El último sistema Multics operativo estaba instalado en el Departamento de Defensa Nacional del Gobierno Canadiense y estuvo funcionando hasta Octubre de 2000. El código fuente fue liberado en 2007 por Bull [mul].
- **Unix (1969).** En el verano de 1969, Ken Thompson y Dennis Ritchie, ingenieros de Bell Labs que habían participado en el proyecto Multics, diseñan un sistema de ficheros que finalmente evolucionará en Unix<sup>1</sup>. Al igual que Multics, su interés está también en construir un sistema operativo interactivo, pero desde el primer momento su plataforma objetivo son los computadores de bajo coste del momento. Thompson implementa el nuevo sistema en un DEC PDP-7 para testear el diseño. En 1971, Unix es portado a DEC PDP-11 y en 1973 Thompson re-escribe el sistema en lenguaje C<sup>2</sup>. Aunque el kernel y la I/O siguen estando en ensamblador, esta decisión de implementación facilita notablemente la portabilidad y es uno de los aspectos que marcan su rápida evolución posterior. La promoción de Unix se acelera tras su anuncio en 1974 en *Communications de ACM* [RT74], donde Thompson y Ritchie describen el diseño del sistema de ficheros y la interfaz de usuario (el *shell*). Los principales logros de aquel primer Unix, en palabras de sus propios autores son:

*Perhaps the most important achievement of Unix is to demonstrate that a powerful operating system for interactive use need not be expensive either in equipment or in human effort: it can run on hardware costing as little as \$40,000, and less than two man-years were spent on the main system software. We hope, however, that users find that the most important characteristics of the system are its simplicity, elegance, and ease of use [RT74].*

A nivel de producción, este Unix primitivo se utiliza internamente por el departamento de

<sup>1</sup>Inicialmente lo llaman Unics por contraposición a Multics – Multiplexed Information and Computing Service –, pero pronto cambian su nombre a Unix por el significado de la palabra unic en inglés.

<sup>2</sup>El Lenguaje de programación C fue creado en 1972 por Dennis Ritchie, inspirado a su vez en el lenguaje B desarrollado por Ken Thompson.

patentes de Bell Labs como sistema de procesamiento de textos gracias a la herramienta de formateo de textos `roff` (antecesor de `troff`) y el editor `ed`.

- **Unix V6 (1976).** La primera versión de Unix que se utiliza extensamente fuera de los Laboratorios Bell es Unix V6. AT&T autorizó a distintas Universidades a utilizar el código fuente y adaptarlo a sus necesidades. Destaca su utilización en el Computer Systems Research Group (CSRG) de la Universidad de California en Berkeley. Con permiso de AT&T, John Lions de la Universidad de South Wales en Australia, edita en 1976 un libro con el código comentado – el núcleo del kernel UNIX V6 para un número limitado de periféricos tenía una extensión de unas 9000 líneas de código fuente –, al que tienen acceso los usuarios con licencia de Unix V6. Se convierte en una obra de referencia durante bastantes años. Fue reeditada en el año 1996, actualizando la implementación de UNIX V6 a la arquitectura x86 [Lio96].
- **Berkeley Unix BSD (1977).** En 1977 Bill Joy, un estudiante de doctorado en el CSRG de Berkeley, distribuye mediante cintas la versión **1x.BSD** -*Berkeley Software Distribution*-. Se trata de Unix V6, al que se añaden un compilador de Pascal y un nuevo editor de textos. La versión **2x.BSD** (1978) incorporaba el C-Shell y el popular editor `vi`, desarrollados por el propio Bill Joy. Las distribuciones BSD cobran especial relevancia cuando AT&T, por motivos comerciales, retira la licencia para uso académico en Unix V7. Con posterioridad se fueron liberando diversas versiones de la serie 3BSD y 4BSD. En 1984 se libera 4.2BSD, en el que se incluye la implementación de la pila TCP/IP que ha sido utilizada posteriormente como referencia. 4.3BSD se libera en 1986 e incluye una implementación de un servidor de nombres (DNS). A nivel comercial tuvo gran influencia en Sun Microsystems SunOS, ya que Bill Joy es uno de los co-fundadores de esta compañía en 1982. La estación de trabajo Sun-1 utilizaba una versión de BSD que denominaron SunOS [McK99].
- **Unix V7 (1979).** Con la versión V7 Unix se porta a la arquitectura VAX. Se incluyen numerosas mejoras entre las que destaca el Bourne Shell (`sh`) [Dah09], que aporta al Shell un completo lenguaje de scripting<sup>3</sup>, un compilador de C siguiendo el estándar de facto K&R y los protocolos y herramientas de comunicación que integran el sistema `uucp` (*Unix-to-Unix Copy*). El kernel sólo ocupa unos 40Kb y el interfaz de llamadas al sistema consta de 60 funciones (`exit`, `chdir`, `chmod`, `chown`, `chroot`, `close`, `creat`, `dup`, `dup2`, `exec`, `exit`, `fork`, `fstat` ... ).  
El desarrollo fue realizado por el Computer Research Group (CRG) de Bell Labs, aunque un segundo grupo, el Programmer's WorkBench (PWB), también aportó ideas como los pipes con nombre o `scs`, la primera herramienta para control de versiones.  
Como hemos comentado anteriormente, AT&T cambia la política de licencias con esta versión, y a partir de entonces las licencias académicas o de investigación de UNIX prohíben explícitamente que se estudie el código fuente.
- **Xenix.** Microsoft compra en 1979 una licencia de Unix V7 a AT&T, y en 1980, anuncia Xenix, una versión de Unix para los micros de 16 bits la época. Santa Cruz Operation (SCO) lo porta a la arquitectura IBM PC en 1983. Durante algunos años fue el Unix más popular en los computadores de la familia x86, pero Microsoft pierde interés en su promoción cuando empieza el desarrollo de OS/2 para IBM. En 1987, transfiere la propiedad de Xenix a SCO.
- **Unix System III (1982) y System V (1983).** Varias compañías portaron UNIX a otras arquitecturas. Junto a ellas fueron surgiendo diversas mejoras. Basándose en Unix

---

<sup>3</sup>El Shell de Ken Thompson incluido en el Unix original se utilizaba fundamentalmente como interprete interactivo aunque incluía algunas posibilidades muy rudimentarias para scripting mediante comandos `if` y `goto`.

V7, e incorporando las distintas mejoras, AT&T's UNIX System Group (USG) publica en 1982 una variante denominada Unix System III. En 1983 sale al mercado Unix System V, la primera distribución con soporte. System V tiene gran influencia en HP-UX, IBM's AIX y Sun's Solaris.

- **Proyecto GNU (1983).** El proyecto GNU surge en 1983 a iniciativa de Richard Stallman. GNU es un acrónimo recursivo que significa *GNU's Not Unix*. Stallman abandona el M.I.T. con el objetivo de desarrollar un sistema operativo compatible con Unix utilizando exclusivamente Software Libre (Free Software). En 1985 Stallman crea la *Free Software Foundation* y redacta la licencia *GNU General Public License (GNU GPL)*. Se parte de software ya disponible como Tex, o más adelante, el sistema X Window y se van añadiendo componentes. Entre el software que comenzó a crear el propio Richard Stallman destaca el compilador de C (GCC) y el editor (Emacs).

A comienzo de los 90, el único componente incompleto del proyecto es el Kernel. Se decide implementar un núcleo propio al que llamaron GNU HURD utilizando un diseño microkernel basado en Mach. Mach es un proyecto de investigación desarrollado por la Universidad de Carnegie Mellon entre 1985-1994 que tiene por objetivo adaptar BSD al paradigma microkernel. La razón por la que se opta por el diseño microkernel es facilitar la depuración ya que supuestamente bajo este modelo los servidores del sistema operativo se ejecutan en modo usuario y pueden depurarse como cualquier otra aplicación de usuario (en este caso utilizando el GNU Debugger GDB). La practica sin embargo demostró que no era tan sencillo [Sta99].

- **X/Open (1984) y POSIX (1988).** En los 80 empiezan a aparecer numerosas críticas respecto a la supuesta portabilidad de los sistemas Unix. Había proliferado muchas variantes y la mayor parte de los fabricantes intentaban promocionar sus extensiones propias tratando de impedir que sus clientes se pasaran a la competencia (esencialmente se trataba de estrategias en busca de mercado cautivo). En 1984 nace **X/Open**, una iniciativa de las compañías (europeas) para favorecer la interoperabilidad en la que se unen inicialmente Bull, Olivetti y Siemens entre otros (Nokia, Ericsson, Philips se unen posteriormente). Nace con el ello el concepto de sistemas abiertos – **Open Systems** –.

El IEEE también se hace eco de estos problemas y comienza a trabajar en un estándar a mediados de los 80. En 1988 se publica **POSIX.1** (*Portable Operating System Interface [for Unix]*).

- **Minix V1 (1987).** Otra iniciativa destacable que surge del ámbito académico es Minix. Andrew Tanenbaum, de la Vrije Universiteit en Amsterdam, decide escribir un nuevo sistema operativo con fines educativos compatible con UNIX desde el punto de vista del usuario. Le llama Minix OS: *Minimal Unix-like OS*. Implementación inicial para arquitectura IBM PC – 16-bit modo real i8088 / disquetera –. Se convierte en la nueva referencia para la docencia de Sistemas Operativos [Tan87].

- **Unix Wars (1987-1996).** En parte como respuesta a la iniciativa X/Open, *Unix System Laboratories (USL)*, subsidiaria de AT&T, comienza a trabajar en 1987 con Sun en un sistema que unifique las dos ramas más importantes de Unix. En 1988 crean el consorcio Unix International (UI) y el producto de esta colaboración es **Unix System V Release 4.0**, que sale al mercado en 1989 y en el que se combinan características de System V Release 3, BSD, SunOS y Xenix.

El resto de fabricantes principales de UNIX, temerosos de la alianza entre AT&T y Sun, crean en 1988 la **Open Software Foundation (OSF)**, en la que participan entre otros IBM, HP, Bull y DEC. En 1989, como fruto de esta alianza, crean Motif (un interfaz gráfico de usuario) para competir con OPEN LOOK de Sun/AT&T. En 1991 liberan la implementación de referencia OSF/1 para competir con SVR5, que es utilizada por DEC

meses después en el DEC OSF/1.

Destacar también por su trascendencia futura que OSF/1 adopta la versión 2.5 del kernel **Mach**.

- **Net-1 (1989), Net-2 (1991) y 386BSD (1992)**. Hasta la versión 4.3BSD-Tahoe de la distribución de Berkeley, liberada en 1988, esta distribución no era libre, ya que sólo se estaba “cualificado” para acceder a ella si se había adquirido previamente una licencia de las fuentes de UNIX a AT&T. El coste de esta licencia era cada vez más elevado con lo que en junio de 1989, miembros del CSRG liberan la parte de Unix relacionada con TCP/IP, que no incluía código original de AT&T. Se crea para su distribución la famosa licencia BSD, y el medio de difusión que se utiliza son cintas, que se venden al precio de 1000\$ cada unidad. Se llamó Networking Release 1 (**Net-1**). El interés que despertó Net-1 llevó a Keith Bostic, uno de los investigadores del CSRG, a proponer la reescritura de todo el código UNIX original, haciéndose para ello un llamamiento público. En 1991 se libera la Networking Release 2 (**Net-2**), con casi todo el código del kernel y todas las utilidades de un sistema Unix completo. Poco después, a comienzos de 1992 Bill Jolitz completa el código que faltaba (6 ficheros) para tener un sistema operativo propio BSD para la arquitectura i386, el **386BSD**, surgiendo a partir de entonces variaciones de la familia BSD.

También a raíz de Net-2, se crea la compañía *Berkeley Software Design, Incorporated* (**BSDI**), que se dedica a vender su propia versión y ofrecer soporte. Como respuesta, USL pone en 1991 una demanda judicial a BSDI primero, y a la propia Universidad de California en Berkeley después, por distribuir ilegalmente su propiedad intelectual. En 1993, la compañía Novell adquiere USL, junto con su propiedad intelectual, y en 1994 llega a un acuerdo extrajudicial con la Universidad de California. Como resultado del acuerdo se libera 4.4BSD-Lite, utilizada como base por los proyectos de la familia BSD. El CSRG desaparece en 1995 tras liberar 4.4BSD-Lite Release 2. En la actualidad el desarrollo de BSD continua, con las distribuciones (entre otras) **FreeBSD**, **NetBSD** y **OpenBSD** (entre otros) [McK99].

### 1.2. La irrupción de Linux

Linux surge como iniciativa de Linus Torvalds precisamente en el momento en el que:

1. El mundo Unix vive la competencia entre la OSF y Unix Internacional.
2. Se crean serias dudas sobre el futuro de la distribución BSD, a raíz del juicio interpuesto por SUL contra la Universidad de California en Berkeley, mientras que el proyecto GNU carece de un kernel para sistemas de producción.

Quién es Linus Torvalds? Es un estudiante de Informática en la University of Helsinki. Esta aprendiendo la arquitectura del i386 y utiliza Minix, aunque no comparte ciertas decisiones de su diseño y desea incluir mejoras. La licencia de Minix no lo permite y decide construir en 1991, como hobby, su propio clon de Unix para procesadores Intel 80386. Comienza desarrollando un emulador de terminal sencillo, que utiliza para conectarse a sistemas Unix de su Universidad. A finales de 1991, distribuye una versión preliminar a través de Internet. Linux consigue atraer a muchos desarrolladores y gracias a los términos de su licencia se convierte en un proyecto de desarrollo colaborativo.

Clave importante para la popularidad del kernel Linux ha sido y es la utilización de una licencia GNU GPL<sup>4</sup>. Cualquiera puede acceder libremente al código fuente del kernel Linux, hacer modificaciones y distribuir (no necesariamente de forma gratuita) sus propias versiones del kernel. La única restricción está en que si alguien distribuye cualquier modificación ó trabajo

---

<sup>4</sup>Actualmente el Kernel Linux se distribuye con licencia GPL versión 2.0



derivado tiene que mantener esta licencia, garantizándose de este modo los mismos derechos a los receptores, en particular la posibilidad de acceder al código fuente.

Pero no podemos olvidarnos tampoco de las contribuciones de otros desarrolladores, muchos de ellos casi anónimos, que han aportado valiosos componentes del sistema. El concepto de **distribución/distro** aparece en 1992, tan sólo unos meses después de la liberación de la primera versión. La idea es distribuir junto al Kernel, herramientas para su instalación y mantenimiento, así como una selección de aplicaciones pre-compiladas listas para usar. La pionera fue MCC Interim Linux, de la Universidad de Manchester. Unos meses después aparece SLS (Softlanding Linux System), en la que se basa Patrick Volkerding en 1993 para crear **Slackware**, la distro más popular durante los primeros años de Linux y todavía activa. También en 1993, Ian Murdock crea **Debian GNU/Linux**, que en poco tiempo se convierte en la distro con mas desarrolladores voluntarios. Las primeras distribuciones comerciales con soporte, **S.u.S.E** y **RedHat**, aparecen en 1994<sup>5</sup>. En la figura 1 se muestra la evolución de las distros más populares.

Fundamentales para el éxito de GNU/Linux han sido también la calidad de los entornos de escritorio **KDE** y **GNOME**. Las primeras distribuciones de Linux ya utilizaban un entorno de ventanas, el sistema X-Windows, gracias al proyecto Xfree86<sup>6</sup>, pero con KDE y GNOME se produce un salto de calidad importante. El proyecto KDE<sup>7</sup> nace en 1996 y nuevamente, su origen es la iniciativa de un estudiante universitario, Matthias Ettrich, de la Eberhard Karls University of Tübingen. Su objetivo es desarrollar un entorno de escritorio que fuese fácil de manejar y en el que todas las aplicaciones tuvieran un interfaz consistente. Humorísticamente comentaba que quería que su novia dejase de tener dificultades manejando un interfaz gráfico en Linux. La versión 1.0 se libera en 1998. Con objetivos semejantes nace en 1997 el proyecto GNOME de Miguel de Icaza. Tiene una mejor acogida inicial que KDE por parte de la Free Software Foundation y compañías como Red Hat, ya que la biblioteca en la que esta basada KDE, Qt<sup>8</sup>, no era inicialmente software libre. GNOME 1.0 se libera en 1999.

### 1.3. El nuevo papel de Unix

Desde mediados de los 90, la presión que significó la aparición de Windows NT y la popularidad de GNU/Linux<sup>9</sup> han ido restando cuota de mercado al propio Unix. De hecho, desde 1999, compañías “Unix” tradicionales como HP empezaron a ofrecer soporte de Linux en sus servidores.

Qué es Unix en la actualidad? esencialmente se trata de una especificación. La competencia con Microsoft puso fin a la guerra de los Unix, que se materializa con la definición de la especificación Single Unix y la creación del consorcio Open Group.

Como comentamos anteriormente, en 1993 Novell adquirió USL a AT&T y al año siguiente, además de llegar a una acuerdo extrajudicial con la Universidad de California respecto a BSD, transfiere todos los derechos de la marca registrada Unix al consorcio X/Open, que será el encargado de crear la especificación Single Unix (**SUS: Single Unix Specification**).

También en 1994, Unix International y OSF se fusionan en una nueva OSF. La unificación definitiva entre los distintos estándares se produce en 1996 con la fusión de X/Open y OSF. Fruto de esta fusión se crea el consorcio *Open Group*, que es el propietario actual de la marca

<sup>5</sup>RedHat fue creada por Marc Ewing en 1994, pero la compañía Red Hat Software no se funda hasta 1995 por Bob Young, que compra la distro Red Hat a Marc Ewing.

<sup>6</sup>En 1991, Thomas Roel, por entonces estudiante de la Technische Universität München, porta una versión del sistema X Window (X11R4) a un PC con arquitectura 386. La evolución de esta primera implementación fue el proyecto Xfree86 iniciado en 1992. Gracias a Xfree86, Linux y las distribuciones BSD pueden distribuirse con un entorno de ventanas.

<sup>7</sup>El nombre escogido se asemeja a CDE -Common Desktop Environment-, un entorno basado en Motif promovido por el consorcio X/Open y que por entonces era utilizado en los sistemas Unix.

<sup>8</sup>Qt fue desarrollado por la compañía noruega Trolltech. Actualmente es propiedad de Nokia, quien distribuye versiones de Qt con licencia GPL v2, GPL v3 y LGPL.

<sup>9</sup>Es frecuente referirse a Linux para hablar exclusivamente del kernel y GNU/Linux para denotar el sistema operativo completo, aunque dado el gran numero de contribuciones procedentes de compañías como Red Hat, IBM o HP, podríamos llamarlo GNU/Red Hat/IBM/HP/Linux ...



registrada Unix y el responsable de la certificación SUS que define en la actualidad a un sistema Unix (<http://www.opengroup.org>).

Bajo la especificación Single Unix, **un sistema es Unix si se comporta como Unix**, independientemente de cual sea su código fuente. La versión 3 de SUS se publicó en 2001, unificándose con ella el estándar POSIX del IEEE y la especificación del Open Group. SUS version 3 es aprobado como estándar internacional en 2003 (ISO/IEC 9945). La última especificación es del año 2008 (ISO/IEC 9945:2008).

Sistemas Operativos que han recibido la certificación SUS y a los que no se suele considerar como Unix son el OS X Leopard de Mac (certificado Unix SUS 03 en 2007), en el que se integra un kernel híbrido con partes de Mach y otros componentes de las distribuciones BSD<sup>10</sup>, y el z/OS de IBM, que descende de sistema MVS para mainframes de IBM.

Comentar por último que en 1995, Novell vendió a Santa Cruz Operation algunos de los derechos adquiridos con la compra de USL (el código de Unix System V entre otros) y otros desarrollos propios. Este hecho es el origen de la polémica suscitada en 2003, cuando SCO reclama por vía judicial a varias compañías (AutoZone, IBM, DaimlerChrysler y Novell), la violación de derechos de copyright. SCO alega la incorporación indebida de código del SVRx en Linux. Los jueces no compartieron las peticiones realizadas de SCO (aunque todavía hay algunas reclamaciones y alegaciones pendientes), que en 2007 se acoge al capítulo 11 de la ley de protección por bancarrota.

En la figura 2 se indica la relación entre los distintos Unix.

---

<sup>10</sup>Paradójicamente el Leopard es el primer derivado de las distribuciones BSD que puede llamarse Unix.

## Referencias

- [Ant09] Gary Anthes. Unix turns 40: The past, present and future of a revolutionary OS. *Computerworld*, 4th July 2009.
- [Dah09] Howard Dahdah. The A-Z of programming languages: Bourne shell, or sh. *Computerworld*, 5th March 2009.
- [DOS99] Chris DiBona, Sam Ockman, and Mark Stone, editors. *Open Sources: Voices from the Open Source Revolution*. O'Reilly & Associates, Inc., Sebastopol, CA, USA, 1999.
- [Lio96] John Lions. *Lions' Commentary on UNIX 6th Edition, with Source Code*. Peer-to-Peer Communications, 1996.
- [LuAU09] Andreas Lundqvist and Donjan Rodic und Aleksandar Urosevic. GNU/Linux distro timeline – distribution cladogram, version 9.3. <http://futurist.se/gldt/>, 7th March 2009.
- [McK99] Marshall Kirk McKusick. *Twenty Years of Berkeley Unix. From AT&T-Owned to Freely Redistributable*, chapter 3 in *Open Sources: Voices from the Open Source Revolution*. Oreilly, Sebastopol, CA, USA, January 1999.
- [mul] Multics: Multiplexed Information and Computing Service. Información en The Multicians web site. <http://www.multicians.org/multics.html>.
- [RT74] Dennis M. Ritchie and Ken Thompson. The UNIX time-sharing system. *Communications of ACM*, 17(7):365–375, 1974.
- [Sta99] Richard Stallman. *The GNU Operating System and the Free Software Movement*, chapter 5 in *Open Sources: Voices from the Open Source Revolution*. Oreilly, Sebastopol, CA, USA, January 1999.
- [Tan87] Andrew S. Tanenbaum. *Operating Systems: Design and Implementation*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ 07632, USA, 1987.

## Referencias

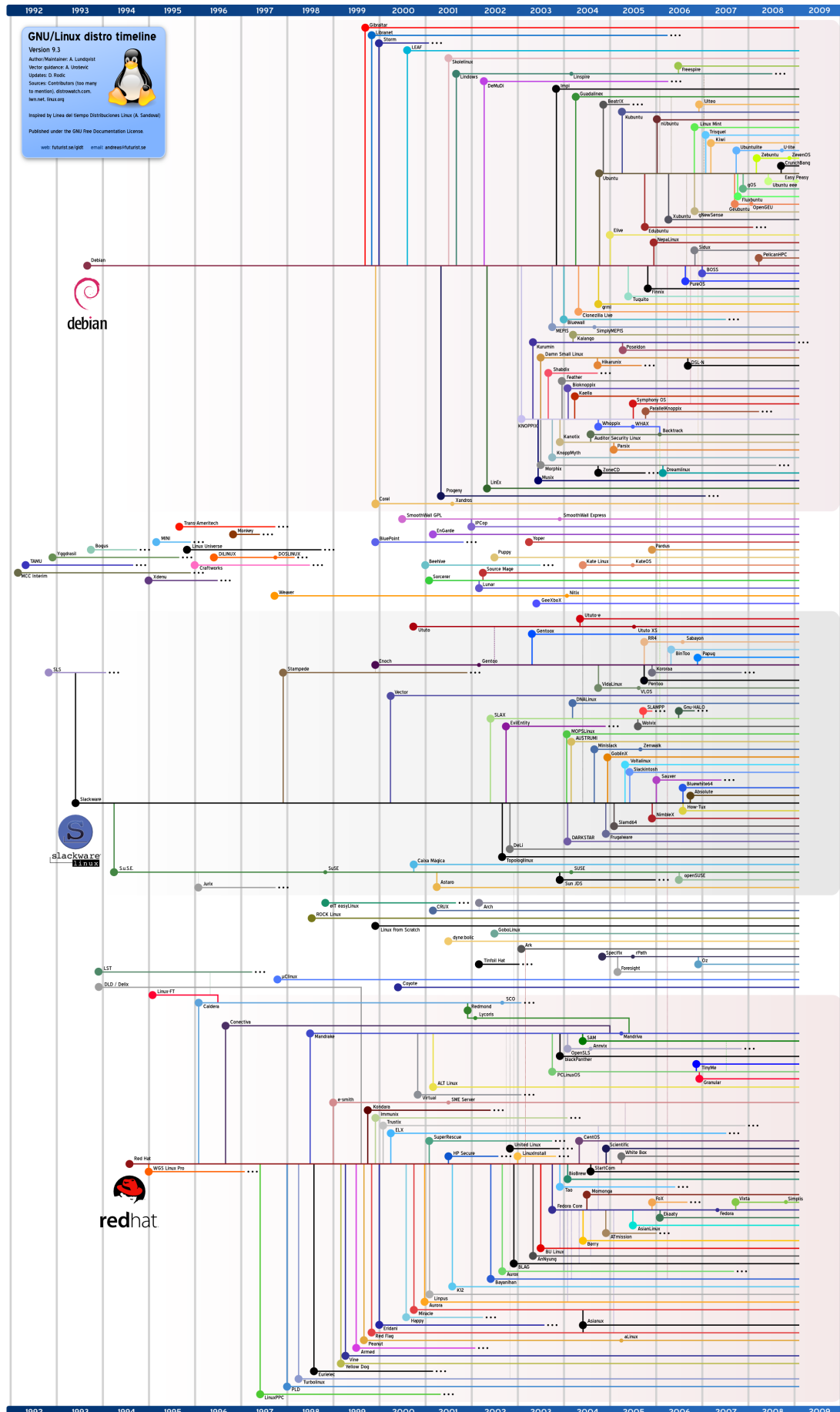


Figura 1: Distribuciones basadas en el Kernel Linux [LuAU09].

## Referencias

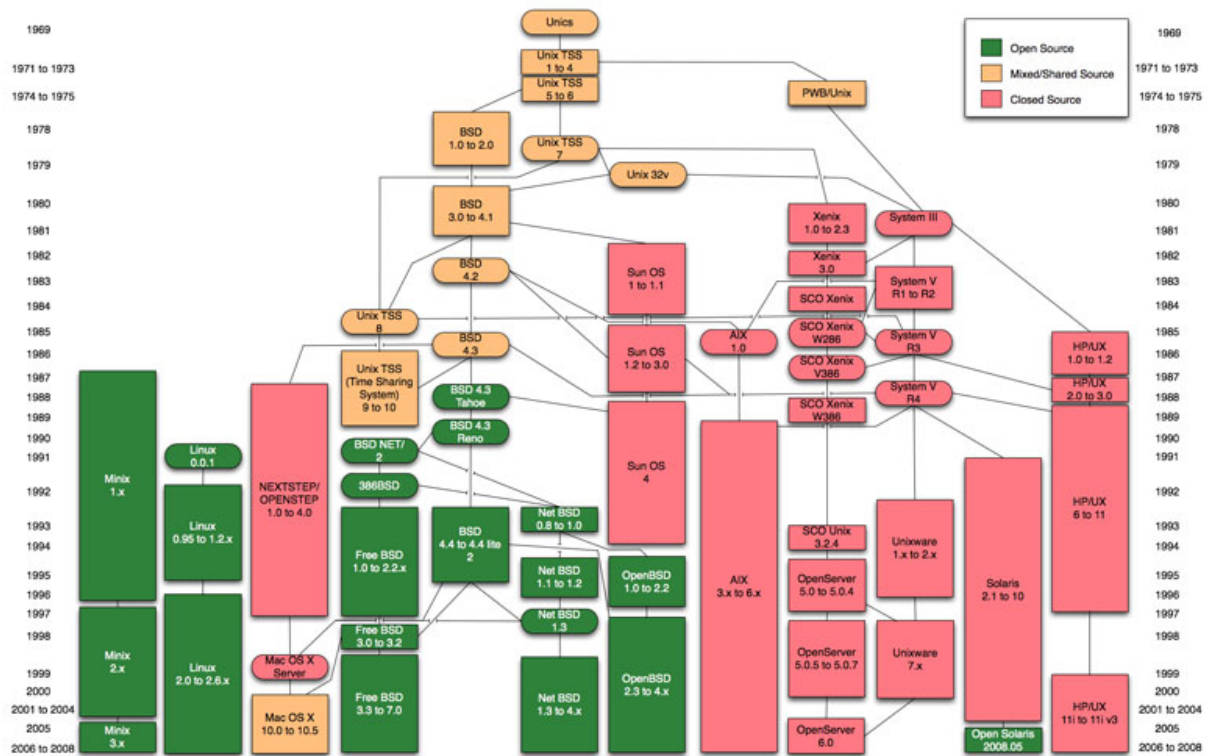


Figura 2: Evolución de Unix [Ant09].