

The Filesystem Hierarchy Standard

Una tarea pendiente o un sueño imposible?

Reynaldo H. Verdejo Pinochet

Estudiante

Departamento de Ingeniería Eléctrica
Universidad de Concepción, Chile

rverdejo@udec.cl

The Filesystem Hierarchy Standard: Una tarea pendiente o un sueño imposible?

por Reynaldo H. Verdejo Pinochet

© 2003 Reynaldo H. Verdejo Pinochet

Se garantiza el derecho de copiar, distribuir y/o modificar este documento bajo las normas establecidas por la licencia de documentación libre de GNU, Versión 1.2 o cualquier versión posterior publicada por la Free Software Foundation; sin secciones invariables, sin textos de tapa o contratapa. Una copia de la licencia se incluye en la sección titulada "GNU Free Documentation Licence", una traducción no oficial de la versión 1.1 de la misma puede ser encontrada aquí (<http://gugs.sindominio.net/licencias/fdl-es.html>)

Tabla de contenidos

1. Introducción	1
1.1. Un poco de historia	1
1.2. El autor	1
2. Clasificación de los datos, un paso necesario.....	2
2.1. Datos estáticos y datos dinámicos	2
2.2. Datos compartibles y no compartibles	2
3. El sistema de archivos raíz '/'	3
3.1. Datos necesarios para arrancar el sistema	3
3.2. Datos necesarios para reparar el sistema.....	3
3.3. Datos necesarios para restaurar el sistema	3
3.4. Estructura	3
4. La jerarquía /usr	5
4.1. Requerimientos.....	5
4.2. Opciones.....	5
4.3. Subjerarquías de importancia	6
4.3.1. /usr/local la 'Jerarquía Local'	6
4.3.2. /usr/sbin.....	6
4.3.3. /usr/share.....	6
4.3.4. /usr/src.....	7
5. Otras jerarquías de importancia	8
5.1. /etc	8
5.2. /dev	8
5.3. /lib.....	8
5.4. /var.....	8
6. La organización de las páginas de manual	9
7. Respetando el estándar	10
8. Más información	11
9. Agradecimientos.....	12
10. GNU Free Documentation Licence.....	13

Capítulo 1. Introducción

Comunidades tan amplias y cosmopolitas como la nuestra, deben, para asegurar un mínimo de orden, establecer una serie de normas estándares, sin ellas, solo el caos acompañaría a nuestros esfuerzos por hacer de la aparente simple acción de compartir, una forma de mirar al mundo y de enfrentar nuestras probables diferencias. En este documento, se presenta al lector una suerte de resumen de las normas establecidas por el FHS en su versión 2.3 (beta), tentativa de normalización estructural del sistema de archivos de todos los OS basados en Unix. El texto en gran parte de sus pasajes corresponde a una traducción al español y a una reestructuración del documento original. Se recomienda encarecidamente al lector darse el tiempo de revisar los enlaces que se ofrecen al final de este texto.

1.1. Un poco de historia

Ya en 1993 se reconocía la imperativa necesidad de definir una serie de normas estándares para organizar el sistema de archivos de Linux, así, el 14 de febrero de 1994 vio la luz lo que sería la primera versión del FSSTND, Revisiones posteriores del documento fueron lanzadas en Octubre del mismo año y en Marzo de 1995.

Avanzado el año 1995 y con la ayuda de la comunidad BSD y otras de similar relevancia se decidió ampliar el objetivo original, la nueva idea era la de generalizar la meta, ya no se trataba de estructurar el estándar exclusivamente en torno a Linux, sino de definir un conjunto de normas para la organización de contenidos de los sistemas de archivos de todos los unices existentes, así nace el FHS (Filesystem Hierarchy Standard), el cambio de nombre es un recurso casi literario, había que dejar en claro que la meta no era la misma.

En este documento, centraremos nuestra discusión sobre los contenidos del FHS en su versión 2.3 (beta) lanzada en Septiembre del 2003, trataré de introducirlos al tema en general, sin entrar en detalles.

1.2. El autor

Mi nombre es Reynaldo H. Verdejo P., hace ya mucho tiempo comencé a navegar por las tranquilas y cálidas aguas de esta comunidad, hace poco en todo caso, me dí cuenta que no puedes pasarte la vida en un barco que no es tuyo, sin pagar ni siquiera el ticket de abordaje, este documento y otros esfuerzos particulares de desarrollo y difusión son modestas muestras de mi intento por retribuir en parte el esfuerzo que han hecho otros por hacer mi trabajo más productivo y mi vida de estudiante y activista un poco más fácil de llevar.

Capítulo 2. Clasificación de los datos, un paso necesario

Antes de pensar en discutir algunos de los interesantes tópicos del FHS revisaremos la clasificación de datos que se usó y continua usando en su construcción.

2.1. Datos estáticos y datos dinámicos

Esta primera clasificación nos permite dividir los datos en dos grupos claramente identificables, uno, el de los datos que varían sin la intervención del administrador del sistema (Dinámicos), el otro, el de los datos que solo pueden variar bajo la acción directa del mismo (Estáticos).

Es necesario hacer notar que una mala comprensión de esta simple regla nos podría hacer pensar, por ejemplo, que todos los archivos de texto son de carácter 'Dinámico', este principio es totalmente errado, basta con pensar en los archivos de configuración de /etc (mas adelante en este mismo documento), siendo en su totalidad archivos de texto plano, son generalmente modificables solo por el administrador de sistemas, lo que los deja inmediatamente fuera de esta categoría.

2.2. Datos compartibles y no compartibles

Esta clasificación es un poco más compleja, pero su regla de definición es bastante clara. Datos compartibles son aquellos cuya naturaleza los hace susceptibles de ser compartidos, casi todo dato puede ser compartido pero para solo algunos de ellos la acción de compartir tiene algún sentido, por ejemplo, los datos en /dev (mas adelante en este mismo documento) tienen sentido solo para el host que los alberga, por ende, compartirlos carece de cualquier lógica y son así considerados, datos 'no' compartibles. Los datos compartibles, por otro lado, son aquellos que pueden ser compartidos con otros hosts, los directorios 'home' de los usuarios y sus respectivos contenidos, son claros ejemplos de este tipo.

En unix y los sistemas basados en él, solía darse el caso en que datos compartibles y no compartibles habitaban la misma jerarquía, lo que hacía extremadamente difícil el compartir datos. En gran medida /var 'nace' tratando de solucionar este problema, adoptando gran parte de la funcionalidad que tenía /usr y permitiendo que este último sea montado con permisos de solo lectura o incluso desde un 'medio' físicamente no modificable.

Capítulo 3. El sistema de archivos raíz '/'

Los datos contenidos en '/' deben ser suficientes para realizar 3 operaciones críticas: arrancar, reparar y recuperar el sistema.

3.1. Datos necesarios para arrancar el sistema

En un sistema que cumpla con las normas establecidas por el FHS, los datos alojados en su sistema de archivos raíz deben ser suficientes para completar los procesos involucrados en el 'arranque' del mismo. Ejemplos claros de este tipo de datos son las utilidades que permiten 'montar' otros sistemas de archivos así como también lo son los datos del cargador de arranque.

3.2. Datos necesarios para reparar el sistema

Si se desea cumplir con lo impuesto por el FHS, los datos albergados en el sistema de archivos raíz deben ser suficientes para que un administrador experimentado 'repare' el sistema. Se encuentran claramente en esta categoría los binarios que intervienen en la comprobación y reparación de daños no físicos del sistema de archivos que el host utilice, utilitarios de edición de archivos de texto plano, algún visor de archivos, etc.

3.3. Datos necesarios para restaurar el sistema

Las operaciones de restauración, involucran generalmente la lectura desde respaldos hechos en cinta, discos, etc.; de ser este el caso, las utilidades que permitan leer desde estos dispositivos externos deben encontrarse en el sistema de archivos raíz, así como los binarios necesarios para copiar estos datos al sistema de archivos del host.

3.4. Estructura

El FHS exige que los siguientes directorios (o enlaces a los mismos) estén presentes en el sistema de archivos raíz:

- /bin "Comandos binarios esenciales"
- /boot "Archivos estáticos del cargador de arranque"
- /dev "Archivos de dispositivo"
- /etc "Archivos de configuración del sistema, específicos del host"
- /lib "Librerías compartidas esenciales y módulos del kernel"
- /media ¹ "Puntos de montaje para medios removibles (floppy, cdrom, cdrecorder y zip debieran existir aquí)"
- /mnt "Puntos de montaje temporal"
- /opt "Software opcionales de aplicación"

- /sbin “Binarios esenciales del sistema”
- /srv² “Datos que el sistema ‘ofrece’ a otros (www, ftp, rsync, cvs)”
- /tmp “Archivos temporales”
- /usr “Jerarquía secundaria”
- /var “Datos variables”

/bin no puede contener directorios y deben residir aquí los binarios requeridos cuando no se ha montado ningún otro sistema de archivos el resto puede ser alojado en /usr/bin. /boot contiene todos los datos que el kernel necesita antes de comenzar a ejecutar programas de modo usuario, es decir, todos los datos involucrados en el proceso de arranque, archivos de mapa de sector y sectores de arranque maestro (guardados). Quedan fuera de esta categoría los archivos de configuración del gestor de arranque (/etc) y el instalador del mapa. EL kernel del sistema operativo debe ubicarse en /boot o en /. /dev debe contener la utilidad MAKEDEV en caso de ser creados manualmente los archivos descriptores de dispositivo. /etc debe solo contener archivos de configuración³ y contener el directorio /opt. /sbin es el responsable de sostener los binarios necesarios para realizar las 3 operaciones básicas ya discutidas.⁴ /tmp debe existir y ser accesible para programas que necesiten de datos temporales, es decir, datos cuyo contenido no necesariamente es el mismo tras invocaciones sucesivas. Se recomienda borrar todo archivo alojado en /tmp tras el arranque del sistema. Se agregan a esta estructura algunas opciones específicas para los sistemas operativos que han de regirse por este estándar. Pueden existir y de ser así, DEBEN residir en /, en caso de estar instalados sus subsistemas relacionados

- /root Directorio 'home' para el administrador de sistemas.
- /home Directorio 'home' para el resto de los usuarios del sistema, cabe hacer notar que este directorio puede ser perfectamente montado desde otros sistemas de archivos, sean estos locales o remotos.
- /lib<xxxx> Cuando se trata de sistemas que soportan mas de un formato de binarios, sus librerías específicas deben tener un lugar particular en '/'

Una práctica bastante común en el mundo GNU/Linux, impulsada erróneamente por algunas distribuciones, es agregar a esta estructura puntos de montaje temporal para otros sistemas de archivos cuando el FHS expresa claramente que estos debieran estar ubicados bajo /mnt o /media es así como no es raro encontrarse aquí con /floppy, /cdrom, etc.

Notas

1. Novedad en esta versión del estándar
2. Novedad en esta versión del estándar
3. Un archivo de configuración, es un archivo local que contiene datos que modifican de una u otra manera la operación de un programa, debe ser estático y no puede ser un binario ejecutable
4. Arrancar, Reparar, Restaurar

Capítulo 4. La jerarquía /usr

Esta jerarquía es la segunda en nivel de importancia y complejidad, contiene datos 'compatibles' y de solo lectura, una costumbre que se hace cada vez menos común pero que persiste en algunos programadores y empaquetadores es crear subdirectorios directamente bajo /usr para sus programas, cuando los consideran 'muy grandes', ésta práctica atenta contra el estándar y debe ser abandonada. En gran medida bajo /usr el sistema se duplica a si mismo, repite la estructura presentada por / con la excepción de solo algunos directorios relevantes.

4.1. Requerimientos

El FHS plantea la siguiente lista de directorios como necesarios bajo /usr , la no presencia de alguno de ellos atenta directamente contra el mismo.

- bin
- include
- lib
- local
- sbin
- share

Es bastante común observar la presencia del directorio 'man' directamente sobre usr, esta práctica es una clara violación al estándar y debe ser abandonada, Muchas distribuciones de GNU/Linux han incluido históricamente este directorio, así como /usr/doc , ambos deben ser removidos y usar /usr/share para este tipo de datos. La presencia de X11R6 como directorio, directamente sobre usr, se considera una excepción al estándar y no una falta, básicamente por ser una costumbre histórica y bien documentada. La jerarquía user ha sido la que ha experimentado más cambios durante la discusión del FHS, ya antes de esto, con la creación de /var, se le había quitado parte de su funcionalidad histórica para favorecer un esquema en el que tuviese una misión claramente definida.

4.2. Opciones

Se plantean como opcionales, es decir, pueden existir y en tal caso DEBEN residir en /usr, los siguientes directorios:

- /X11R6
- /games
- /lib<xxxx>
- /src

Los siguientes enlaces simbólicos pueden existir para guardar la compatibilidad con sistemas mas antiguos, hasta que todos aprendan a usar /var :-)

- /usr/spool -> /var/spool
- /usr/tmp -> /var/tmp
- /usr/spool/locks -> /var/lock

Bajo /usr hay directorios de singular relevancia para el funcionamiento del sistema en modo multiusuario, entre estos, /usr/bin que contiene un conjunto de binarios disponibles para ser usados por cualquier usuario del sistema. Podemos destacar que en general, /usr/bin existe en la mayoría de las distribuciones analizadas, además, se respeta la regla de no crear directorios bajo este.

4.3. Subjerarquías de importancia

Bajo /usr existen una serie de directorios que sería interesante revisar con un poco más de atención.

4.3.1. /usr/local la 'Jerarquía Local'

Esta ubicación debe ser utilizada por el administrador de sistemas cuando pretende instalar software de orientación local, debe protegerse de modo que no sea afectada por actualizaciones rutinarias al software de sistema, el FHS sugiere que /usr/local PUEDE ser usado para compartir aplicaciones con otros hosts de la red de área local. Se exigen aquí los siguientes directorios o enlaces simbólicos a los mismos.

- bin
- etc¹
- games
- include
- lib
- man
- sbin
- share
- src

Si el sistema en cuestión soporta más de un formato binario la estructura /lib<nombre> y /usr/lib<nombre> debe duplicarse en /usr/local. /usr/local/etc puede ser un enlace simbólico a /etc/local, para el lector agudo que de seguro extraña la no presencia de /usr/etc, hago notar que ese directorio no debe existir, así lo plantea el estándar y los programas que usen /usr deben utilizar /etc para sus archivos de configuración.

4.3.2. /usr/sbin

Aquí deben residir los binarios no esenciales que SOLO usará el administrador de sistemas, la regla puede resultar difícil de comprender, quizás sea esclarecedor decir que este es el 'hogar' de muchos sino 'todos' los demonios de sistema.

4.3.3. /usr/share

Este directorio esta destinado a almacenar datos que son independientes de la arquitectura del host, estos datos deben ser de carácter estático o de solo lectura. El FHS sugiere que esta ubicación puede compartirse en caso de ser necesario. Se permite y recomienda a los programas (y por ende a los programadores) crear directorios bajo /usr/share para almacenar datos que no serán modificados (aun así DEBEN usar /usr/local/share en caso de estar instalados localmente). Es importante no confundir esta última sugerencia, los datos que los programas almacenan o leen en o desde /usr/share deben ser datos estáticos, por ejemplo, un programa de entretenimiento que necesite guardar información volátil como puntuaciones o etapas NO puede hacerlo aquí, sino en /var/games. Los requerimientos de contenido para /usr/local/share son los mismos que para /usr/share, se agrega aquí una nueva normativa, /usr/local/share/man y /usr/local/man deben ser sinónimos, es decir, uno de ellos debe ser un enlace simbólico al otro, no se especifica cual. Se considera la presencia de los siguientes directorios.

- dict
- docs
- games
- info
- locale
- nls
- sgml
- terminfo
- tmac
- xml²
- zoneinfo

4.3.4. /usr/src

Cuando se necesite estudiar algún código fuente, se recomienda que ésta sea la ubicación en que descansen los mismos mientras se realiza esta tarea, en todo caso se solicita que /usr/src no sea utilizado para compilar. Es necesario detenernos en este momento para mencionar que no solo son nuestros programas los que pueden elegir si adherir o no a estas normas, sino también nuestra documentación y textos de estudio, es frecuente encontrarnos con documentos que recomiendan ciertos trabajos de compilación sean hechos en /usr/src, un ejemplo seguramente por todos conocido es el Kernel-HOWTO disponible en cualquier mirror de TLDP (<http://www.tldp.org/>)³.

Notas

1. Novedad en esta versión del estándar
2. Novedad en esta versión del estándar
3. 'The Linux documentation project' ó El proyecto de documentación de Linux

Capítulo 5. Otras jerarquías de importancia

5.1. /etc

Aquí residen los archivos de configuración del sistema, son usados por el administrador y/u otros programas para almacenar y leer datos que alteran de una u otra forma su funcionamiento. El FHS prohíbe la existencia de binarios en este directorio, esta regla es respetada por la mayoría de los unices existentes.

5.2. /dev

Aquí residen los archivos de dispositivo, es la marca registrada de los sistemas basados en unix. El FHS exige la existencia de los escripts MAKEDEV y/o MAKEDEV.local en caso de necesitarse crear manualmente estos archivos.

5.3. /lib

Contiene librerías esenciales para ejecutar los binarios de /bin y /sbin , contiene también, en caso de existir, los módulos del kernel.

5.4. /var

Contiene solo datos de carácter variable, en esta categoría están especialmente incluidos los archivos y directorios de 'spooling' (mail, impresión) y los archivos y directorios de 'logging' (mensajes del kernel, etc). /var tiene un comportamiento mixto, hay en el, datos compartibles y datos no compartibles, un ejemplo del primer caso son los datos que componen la 'cola' de emails, un ejemplo de los segundos son los archivos bajo /var/lock. Se recomienda a los programadores y usuarios en general, no crear directorios directamente sobre /var.

Capítulo 6. La organización de las páginas de manual

La documentación de un sistema es tan importante como el software disponible en el, las páginas de manual (en adelante, manpages) en unix merecen un capítulo aparte. Las manpages contienen información sobre el uso de los comandos binarios y algunos archivos de datos que residen en las jerarquías / y /usr, están ubicadas principalmente en subdirectorios bajo /usr/share/man siguiendo la siguiente normativa de organización. <directorio de manual>/<local>/man<sección>/<arquitectura> La explicación de tan particular estructura es la siguiente:

- Directorio de manual

Tope de la estructura, en nuestro caso, /usr/share/man

- Local

Especifica el idioma y juego de caracteres en que está expresada la información contenida.

- Sección

Las manpages se agrupan en 8 secciones, cada una de las cuales define una categoría de información.

1. Páginas de manual de programas de uso común, la mayoría de los comandos que los usuarios de un sistema ocupan tiene su documentación aquí.
2. Documentación sobre las llamadas a sistema, instrucciones dadas al kernel directamente.
3. Funciones de librería y rutinas asociadas.
4. Archivos especiales y descriptores de dispositivo
5. Documentación sobre formatos de archivo
6. Juegos y programas educativos
7. Documentación sobre programas difíciles de clasificar, miceláneos
8. Documentación referente a programas que solo el administrador de sistemas ocupa

- Arquitectura

Arquitectura para la cual los datos disponibles tienen relevancia.

El estándar exige que estas normas de organización de manpages sean estrictamente cumplidas para asegurar el correcto funcionamiento de tan importante sistema de documentación.

Capítulo 7. Respetando el estándar

La comunidad tanto de desarrolladores como de usuarios debe poner especial empeño en cumplir con lo establecido por el FHS, sin nuestro apoyo y consentimiento, el estándar, no es más que un conjunto de ideas en papel. Siendo la principal fortaleza de el software libre la carencia de unidades centralizadas de control puede ser también su némesis, en el caso particular de los sistemas basados en unix, que han incorporado desde su génesis ideas tendientes al establecimiento de un sistema de desarrollo abierto, el escenario no es tan distinto como quisiéramos, basta con pensar en el siguiente principio fundamental:

“no hay peor código que el que no se revela a los ojos de un hacker experimentado como ‘comprensible’ y no hay peor sistema que el que no se presenta en el quehacer cotidiano de un buen usuario como ordenado y eficiente.”

El orden, nos permite predecir el comportamiento de un software determinado y su relación con nuestro sistema. Cuando los principios y normativas del FHS se cumplen, no es difícil encontrar lo que buscamos ni intervenir en el funcionamiento del mismo sin mayor esfuerzo.

Haremos aquí un llamado a los a veces olvidados documentadores, ustedes están en la mejor posición para crear en los usuarios y administradores de sistema una conciencia de respeto a estas normas, es grave encontrarnos con un usuario que no respeta las mismas cuando tiene la posibilidad de hacerlo, mas grave aún es percibir este mismo comportamiento en un administrador, pero lo que es inaceptable es encontrarnos con documentación que incita y hace que el lector desinformado incorpore como suyas las malas costumbres del documentador, enseñar es una tarea difícilísima, tómensela con la seriedad que merece.

Estamos frente a una idea poderosa y útil, sin embargo, todo esfuerzo comunitario debe encontrar en sus usuarios el reflejo de su empeño. Hay mucho camino ya recorrido, lamentablemente, la meta aún se siente lejos. El título de este trabajo quiere mostrar a manera de reflexión el posible fracaso o triunfo de de esta iniciativa, sintamos al FHS como una tarea pendiente y no como un sueño imposible.

Hagamos entonces, de nuestro servidor o computador de escritorio una declaración en pro del orden, no hay necesidad de encontrarnos en un grupo específico, seas tu un usuario común o un hacker anónimo, haz de tu sistema un lugar apto para tu trabajo diario, haz de tu sistema un lugar del cual aprender, y emular.

Capítulo 8. Más información

Hay muchos lugares donde encontrar información relevante sobre el FHS, si deseas conocer el texto completo, el sitio oficial es el siguiente:

<http://www.pathname.com/fhs/>

Existe una lista donde hackers del mundo discuten y preparan la siguiente version del estandar (2.3), la suscripción a la lista es abierta, su dirección es la siguiente:

freestándards-fhs-discuss@lists.sourceforge.net

Más información sobre el funcionamiento de la lista se puede encontrar en:

<http://lists.sourceforge.net/lists/listinfo/freestándards-fhs-discuss>

Los editores del FHS son, Rusty Russell y Daniel Quinlan y se supone lanzarán este mes la versión 2.3 del estándar

Capítulo 9. Agradecimientos

A Rusty Russell y Daniel Quinlan por su esfuerzo e iniciativa, a Jorge Bustos por su continuo apoyo y por prestarme ánimo para luchar con esos fantasmas inexistentes, a Italo Foppiano por presentarme el 'otro' lado, a mi familia por enseñarme a aprender y a ti lector, por permitirme servirte de guía improvisado y por aguantar hasta el final.

La revisión ortográfica de esta versión del documento la realizaron Elizabeth Karen Hodges Gajardo y Felipe Francisco Undurraga González.

Concepción, 16 de Octubre del 2003

Capítulo 10. GNU Free Documentation Licence

Copyright (C) 2000,2001,2002 Free Software Foundation, Inc.
59 Temple Place, Suite 330, Boston, MA 02111-1307 USA
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. Secondly, 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.

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 for under this License. Any other attempt to copy, modify, sublicense or distribute the Document is void, and will automatically terminate your rights under this License. However, parties who have received copies, or rights, from you under this License will not have their licenses terminated so long as such parties remain in full compliance.

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.

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 License, Version 1.2 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 "GNU Free 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 the Front-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.