

Utilización y Administración avanzada de sistemas GNU/Linux y aplicaciones Software Libre para estudiantes universitarios

El Servicio SAMBA

Fernando Carrasco Castrillón

Utilización y Administración avanzada de sistemas GNU/Linux y aplicaciones Software Libre para estudiantes universitariosEl Servicio SAMBA

por Fernando Carrasco Castrillón

Copyright (c) 2.007 Fernando Carrasco Castrillón <fcarrasco@linuxmail.org>.

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".

Historial de revisiones

Revisión 1.0 10-04-2007 Revisado por: Fernando Carrasco Castrillón

Tabla de contenidos

1. Introducción	1
1.1. Compilación del Kernel	1
1.2. Lanzar Samba.....	1
1.3. Seguridad.....	2
1.4. smbpasswd	3
1.5. Conexión de una máquina cliente Windows	3
1.6. Utilidad swat (Samba Web Administration Tool)	3
2. Configuración de Samba	4
2.1. El archivo <code>/etc/samba/smb.conf</code>	4
2.1.1. Variables utilizables en <code>smb.conf</code>	4
2.1.2. Sección <code>[global]</code>	5
2.1.3. Sección <code>[homes]</code>	6
2.2. Optimización de Samba	7
2.3. Compartiendo una unidad Windows con máquinas Linux	7
2.4. Compartiendo una impresora de Windows con máquinas GNU/Linux	8
2.5. Compartiendo una impresora de GNU/Linux con máquinas Windows	8
A. GNU Free Documentation License.....	11
A.1. PREAMBLE	11
A.2. APPLICABILITY AND DEFINITIONS	11
A.3. VERBATIM COPYING.....	12
A.4. COPYING IN QUANTITY	13
A.5. MODIFICATIONS.....	13
A.6. COMBINING DOCUMENTS.....	15
A.7. COLLECTIONS OF DOCUMENTS	15
A.8. AGGREGATION WITH INDEPENDENT WORKS.....	16
A.9. TRANSLATION	16
A.10. TERMINATION.....	16
A.11. FUTURE REVISIONS OF THIS LICENSE	17
A.12. ADDENDUM: How to use this License for your documents.....	17

Capítulo 1. Introducción

Samba es un conjunto de aplicaciones que permiten establecer una arquitectura *Cliente/Servidor* para la compartición de recursos en sistemas heterogéneos.

Importante: SMB (Server Message Block) es un protocolo definido por Microsoft e Intel en 1.987 y permite el intercambio de servicios (acceso a discos duros, impresoras y puertos serie) y se encuentra implementado en todos los entornos Windows. Los equipos que utilizan SMB pueden trabajar como clientes ó como servidores, aunque generalmente los clientes serán máquinas con sistema operativo de Microsoft.

SMB es totalmente independiente del medio de transporte, y esto hace que pueda trabajar sobre TCP/IP, NetBEUI ó IPX/SPX. La base de este protocolo (RFC 1001, RFC 1002) son bloques de mensajes, a los cuáles se les denomina SMBs, y que tanto el servidor como el cliente utilizan para comunicarse. Inicialmente fue escrito para UNIX pero ha sido portado a OS/2, VMS y NetWare. Dentro de UNIX funciona sobre Solaris, SCO, HP-UX, GNU/Linux y otros.

Samba es un servidor SMB gratuito (Licencia GNU) desarrollado por Andrew Tridgell. Samba permite que Linux actúe como servidor SMB permitiendo a máquinas Windows acceder a recursos compartidos tales como impresoras ó discos duros. La mayoría de las distribuciones actuales incluyen Samba en su conjunto de paquetes suministrados.

Importante: En el cliente Windows, es necesario instalar TCP/IP y el Cliente para redes Microsoft.

1.1. Compilación del Kernel

Habilitar (ó compilar como módulos) las siguientes opciones:

1. File Systems -> DOS/FAT/NT Filesystems -> MSDOS fs support
2. File Systems -> DOS/FAT/NT Filesystems -> VFAT (Windows 95) fs support
3. File Systems -> Network File Systems -> SMB file system support (to mount ...)
4. File Systems -> Network File Systems -> CIFS support (advanced network ...)

1.2. Lanzar Samba

smbd es el daemon Samba propiamente dicho. Escucha las peticiones de los clientes por el puerto 139/tcp. El segundo daemon, **nmbd** es un servidor de nombres de NetBIOS para soporte de clientes, es decir, permite la resolución de nombres en NetBIOS.

La configuración de Samba se realiza a partir del fichero `/etc/samba/smb.conf`, que lee el demonio correspondiente cuando se inicia GNU/Linux. Este fichero está dividido en una serie de secciones, como se verá más adelante. Una vez realizados los cambios pertinentes en este fichero, se debe administrar **smbd** con:

```
/etc/init.d/smb start | stop | status | restart.
```

Para administrar **nmbd**, ejecutar `/etc/init.d/nmb start | stop | status | restart`.

Otra forma de administrar y lanzar Samba consiste en acceder a *YaST -> Servicios de red -> Servidor Samba*. Esta forma permite, de forma visual, realizar cambios en la configuración de Samba sin manipular directamente el archivo `/etc/samba/smb.conf`, aunque todos los cambios que se realicen se guardarán posteriormente en dicho archivo.

smbd únicamente permite que GNU/Linux sea servidor (no cliente). Para que actúe como cliente se utilizarán otras utilidades.

Hay cuatro cosas que pueden hacerse con Samba:

1. Compartir una unidad de GNU/Linux con máquinas Windows.
2. Compartir una unidad de Windows con máquinas GNU/Linux.
3. Compartir una impresora GNU/Linux con máquinas Windows.
4. Compartir una impresora Windows con máquinas GNU/Linux.

El rendimiento del servidor, en cuanto a tiempo se refiere, es inferior al de otras aplicaciones de este tipo.

1.3. Seguridad

Todo lo indicado en este apartado supone que cada usuario que desee utilizar alguno de los servicios suministrados por Samba debe tener una cuenta de usuario en el servidor GNU/Linux. Además, este nombre de usuario debe ser el mismo en la máquina Windows que en la máquina GNU/Linux y también este nombre de usuario debe añadirse al conjunto de usuarios que Samba puede manipular mediante el comando **smbpasswd**.

En el caso de que no se quiera una conexión autenticada, para conectarse a Samba, pueden seguirse los siguientes pasos:

1. Copiar el archivo `/usr/share/doc/packages/samba/Registry/*_PlainPassword.reg` a la máquina Windows. Evidentemente, habrá que copiar el archivo correspondiente a la versión de Windows deseada.
2. Desde la máquina Windows, doble clic sobre el archivo anterior.
3. Reiniciar la máquina Windows.

4. La sección [homes] del `smb.conf` se sustituye por la [%U] y su contenido puede ser:

1.4. smbpasswd

Si se usa, se debe inicializar *encrypt passwords = yes* . Permite añadir usuarios al fichero de configuración `/etc/samba/smbpasswd` o cambiar la contraseña ya existente.

```
smbpasswd -a <usuario> añade un usuario
smbpasswd <usuario> cambia la contraseña de <usuario>
```

1.5. Conexión de una máquina cliente Windows

```
create mode = 750
browseable = yes
comment = Directorio de %U
directory = /home/%U
```

1.6. Utilidad swat (Samba Web Administration Tool)

Existe la posibilidad de administrar Samba desde un navegador Web utilizando swat. Se consigue tecleando la siguiente URL:

```
http://<IPServidorWeb>:901
```

Cuando se arranque, esta página Web pedirá la contraseña del root.

Para activar **swat**, hay que acceder al *YaST -> Centro de Control -> Servicios de red (inetd)* y activar el servicio correspondiente. Asimismo, se debe modificar el siguiente fichero `/etc/xinet.d/swat` en su parámetro *only_from* de tal forma que apunte a la IP desde la cuál se va a administrar Samba.

Importante: Evidentemente, habrá que reiniciar **xinetd** tras hacer cambios en este fichero.

Capítulo 2. Configuración de Samba

2.1. El archivo `/etc/samba/smb.conf`

El archivo `/etc/samba/smb.conf` es la columna vertebral del Servidor Samba. Este fichero determina qué recursos del sistema se quieren compartir y qué restricciones se desea aplicar sobre ellos. Este fichero se divide en secciones, las cuáles quedan delimitadas por el nombre de la sección, que debe estar entre corchetes. Su estructura es muy parecida a la de los ficheros `.INI` de MS Windows. Cada una de las secciones de este archivo describe un servicio determinado, a excepción de tres secciones que no describen ningún servicio y que son opcionales:

1. Sección `[global]`, en esta sección se definen los parámetros globales del servidor, es decir, que afectarán a todos los servicios del servidor.
2. Sección `[homes]`, define el acceso a las cuentas de usuario, y el espacio en disco que tienen reservado en el servidor, generalmente en `/home/<usuario>`. Proporciona un método sencillo para que los usuarios que tienen una cuenta en el servidor Samba (Linux) accedan sin configurar apenas nada.
3. Sección `[printers]`, que engloba a todas las impresoras, de forma que el servidor utiliza estos parámetros para las impresoras instaladas en el servidor (en `/etc/printcap`).

Todos los recursos compartidos se definen en secciones separadas que comienzan con el nombre con el que el recurso compartido va a ser visible desde la red, encerrado entre corchetes (y que no puede tener más de 12 caracteres).

Dentro de la configuración es posible utilizar variables para expandirla y añadirle complejidad, con lo que se pueden definir comportamientos dependientes de la máquina del cliente, del usuario que accede al servicio, etc.

Después de hacer cualquier modificación, es importante ejecutar el programa **testparm**, para probar que la configuración no tiene errores. Si este programa no da aviso de que hay problemas, devuelve la lista de servicios disponibles en el servidor.

smbstatus es un programa que devuelve la lista de todas las conexiones activas a Samba en el servidor local.

2.1.1. Variables utilizables en `smb.conf`

1. `%S`, nombre del servicio actual, si lo hay.
2. `%P`, directorio raíz del servicio actual, si lo hay.
3. `%u`, nombre de usuario del servicio actual.
4. `%g`, grupo principal de `%u`.

5. %U, nombre de sesión del usuario (el que desea el cliente).
6. %G, grupo principal de %U.
7. %H, directorio raíz (home) del usuario %u.
8. %v, versión de Samba.
9. %h, nombre del servidor donde Samba está ejecutándose.
10. %m, nombre NetBios de la máquina cliente.
11. %L, nombre NetBios del servidor.
12. %M, nombre de Internet de la máquina cliente.
13. %d, número de proceso del servidor actual.
14. %a, arquitectura de la máquina cliente. Sólo reconoce algunas: Samba, WfWg, WinNT y Win95. Cualquier otra cosa la reconoce como *UNKNOWN*.
15. %I, dirección IP de la máquina cliente.
16. %T, fecha y hora actuales.

2.1.2. Sección [global]

A continuación, se detallan los parámetros más importantes de la sección.

1. *workgroup*, indica el nombre del grupo de trabajo (o dominio) en el que se quiere que funcione Samba. Ejemplo:

```
workgroup = NetSystems2000
```
2. *encrypt passwords* = *no*, evita que los passwords no se pasen como texto plano. Ponerlo a *yes* si se tienen clientes W98 ó NT4/2000.
3. *server string*, es una cadena de caracteres que describe a la máquina, y que aparecerá como comentario en los clientes Windows. Ejemplo:

```
server string = NetSystems 2000 Internet Server ...
```
4. *log file*, permite que se cree un fichero de log por cada máquina que se conecta. Ejemplo:

```
log file = /var/log/samba.log.%m
```
5. *security*, indica el tipo de seguridad que empleará el servidor y puede tomar tres valores:
 - a. *user*, que requiere que la máquina cliente se identifique con un nombre de usuario y una contraseña válida antes de conectarse al recurso compartido. Es el valor más adecuado.
 - b. *Share*, que sólo espera una contraseña válida para conectarse a un recurso.
 - c. *Server*, que es igual que el *user* pero la autenticación del usuario se relega a otra máquina Windows NT.

Importante: En el caso de que se opte por este valor, habrá que añadir otra línea al `/etc/smb.conf`, que es:

```
password server = <máquina>
```


Ejemplo:

```
security = user
```

6. *domain controller*, que permite especificar un controlador principal de dominio, en el caso de que lo haya. Ejemplo:

```
domain controller = mintserver
```

7. *netbios name*, es el nombre bajo el que el servidor Samba aparecerá en los clientes Windows. Ejemplo:

```
netbios name = SuSE10Linux
```

8. *wins support*, indica si se desea que el servidor Samba actúe como un servidor WINS.
9. *wins server* = *<host>*, indica qué máquina actúa como servidor WINS. Es decir, se supone que la máquina que ejecute Samba actuará como cliente WINS.

2.1.3. Sección [homes]

1. *guest ok*, si un servicio tiene este parámetro habilitado, Samba no pedirá password para él. Ejemplo:

```
guest ok = yes
```

2. *valid users*, limita el acceso a un servicio a los usuarios que pertenezcan a la lista. Ejemplo:

```
valid users = juan, pepe, antonio
```

3. *hosts allow*, permite restringir las máquinas que podrán acceder a un determinado servicio. Ejemplo:

```
hosts allow = 192.168.30
```

permite que todas las máquinas de esa subred accedan mientras que *hosts allow* = *192.168.30.100*
permite que sólo esa máquina acceda.

Importante: Puede aparecer también en un servicio.

4. *comment*, permite añadir un comentario al recurso que luego puede verse desde el Explorador de Windows.
5. *browseable*, define si un recurso es visto cuando se listen los recursos compartidos por el equipo.
6. *writable*, permite que los equipos que se conecten al recurso puedan escribir en él, crear carpetas, borrar, etc.
7. *path* = *<ruta>*, permite indicar el directorio físico real al cuál se accederá cuando se acceda al recurso compartido. Hay que tener cuidado con la máscara de permisos que tenga este directorio porque dependiendo de ella, dicho directorio pudiera no verse adecuadamente desde las máquinas Windows.

8. *printable*, permite imprimir en un recurso que sea una impresora.
9. *public*, define si un recurso es visible sólo para los usuarios autenticados (*public* = no) o para cualquiera que se conecte al equipo con Samba (*public* = yes).
10. *create mode*, permite especificar la máscara de permisos que tendrán los archivos que se vayan a crear en un determinado recurso.

Importante: *directory mode* hace exactamente lo mismo, pero para directorios.

2.2. Optimización de Samba

Es posible afinar el rendimiento del servidor Samba leyendo los ficheros existentes en el directorio `/usr/share/doc/packages/samba`.

2.3. Compartiendo una unidad Windows con máquinas Linux

El programa `smbclient` es un cliente para servidores SMB implementado en UNIX. Este programa tiene un interface que recuerda bastante al del FTP. Este programa permite realizar todas las pruebas que se deseen sobre todos los servicios existentes en la máquina Windows.

Para que `smbclient` funcione bien, hay que asegurarse de que el archivo `/etc/samba/smb.conf`, en su sección `[global]` tenga correctamente inicializado el parámetro `workgroup`. También hay que tener en cuenta que para utilizar `smbclient` no es preciso que esté arrancado el demonio de Samba. Aunque funciona de las dos formas, es mejor especificar el nombre del host que su dirección IP como primer parámetro de `smbclient`.

Ejemplo:

```
smbclient //<host>/<carpeta> -U<usuario>
```

La validación de la contraseña de `<usuario>`, la realiza Windows, lo cuál implica que no es necesario crear este usuario en la máquina GNU/Linux.

También es posible montar directorios compartidos de Windows en el sistema de ficheros de GNU/Linux, aunque para esto es necesario tener el kernel recompilado para que soporte esta característica (sistema de archivos `smbfs`).

Ejemplo:

```
mount -t smbfs -o username=Administrador //nsportatil/volcadoCD /mnt/discovfat
```

...permite montar el directorio `\VolcadoCD` de la máquina `nsportatil`, cuyo propietario es el usuario (de MS Windows) `Administrador`. La validación de la contraseña de este usuario la realiza Windows, lo cuál implica que no es necesario crear este usuario en la máquina GNU/Linux. Para que este comando funcione, en el archivo `/etc/samba/smb.conf` se debe tener correctamente inicializado el parámetro `workgroup` en la sección `[global]`.

Para desmontar este tipo de sistema de ficheros, se puede utilizar el comando `smbumount` `<punto_montaje>` ó bien, el comando `umount` habitual.

2.4. Compartiendo una impresora de Windows con máquinas GNU/Linux

A partir de este punto se comentará cómo imprimir desde CUPS hacia impresoras compartidas sobre máquinas Windows. Para poder completar este apartado, no es preciso tener arrancado el demonio de Samba.

Desde *YaST* -> *Hardware* -> *Impresora* -> *Cambiar...* -> *Añadir* -> *Mostrar más tipos de conexión* -> *Siguiente* -> *Impresión SMB* -> *Siguiente*, teclear el nombre de la máquina Windows donde está la impresora compartida, el nombre de la impresora compartida, el nombre del usuario y su contraseña. Si se desea, probar el acceso remoto a la impresora SMB.

Luego, pulsar *Siguiente* y seleccionar el modelo de la impresora compartida. Pulsar *Siguiente*. Seleccionar una de las colas de impresión ofrecidas y pulsar sobre *Probar impresión* para lanzar una página de prueba. Una vez realizada correctamente la impresión, pulsar *Aceptar* para que se añadan las colas de impresión. Pulsar *Finalizar* para detener el asistente. Pulsar *Continuar*. Pulsar *Aceptar*.

2.5. Compartiendo una impresora de GNU/Linux con máquinas Windows

Para utilizar los servicios de impresión de Samba, hay que comprobar primeramente que la impresora está instalada y funcionando. Esto se puede verificar desde *YaST* -> *Hardware* -> *Impresora*.

Importante: Todo lo explicado en este apartado es válido a partir de la versión 2.2 de Samba (que utiliza el sistema de impresión CUPS, Common UNIX Printing System), puesto que en anteriores versiones, se empleaba otro mecanismo de impresión.

La configuración del servicio de impresión se realiza en el fichero `/etc/samba/smb.conf` en la sección `[printers]`. El nombre de sección debe ser *printers* y no otro cualquiera. El contenido de esta sección será el siguiente:

```
[printers]
comment = Impresora GNU/Linux
path = /tmp
printable = Yes
public = yes
guest ok = yes
writable = no
create mode = 0755
browseable = no
client driver = yes
printer admin = root, @ntadmins
```

Asimismo, en la sección `[global]` de este mismo fichero, se deben añadir las siguientes líneas:

```
load printers = yes
printing = CUPS
printcap = CUPS
printcap name = CUPS
```

Importante: Por defecto, los drivers de impresión que se instalan sobre Windows suponen modo RAW, lo cual implica que deben renderizar los trabajos de impresión y dejarlos listos para ser enviados al dispositivo de impresión.

Es posible configurar CUPS para que acepte trabajos de impresión en modo RAW, siendo responsabilidad del cliente Samba (es decir, la máquina Windows) la renderización del trabajo de impresión. Dicha configuración se realiza del siguiente modo:

1. Editar el archivo `/etc/cups/mime.types` y descomentar la línea *#application-octet...*
2. Editar el archivo `/etc/cups/mime.convs` y descomentar la línea *#application-octet...*
3. Añadir una impresora RAW utilizando un interface Web. Abrir mozilla y teclear la URL, `http://localhost:631` (`http://localhost:631/`). Pinchar sobre el botón *Administration* y luego sobre el botón *Add Printer*. Sobre la pantalla *Add new printer*, teclear *raw* por ejemplo (en realidad, este será el nombre de la cola) sobre el campo Name y localhost sobre el campo Location. Teclear, si se desea, una descripción para la cola.

En la pantalla Device for raw seleccionar del combo la impresora detectada por YaST. En la pantalla Model/driver for raw seleccionar Raw y en la siguiente pantalla, seleccionar Raw queue. Siguiendo estos pasos se habrá creado una cola de impresión llamada raw en el fichero `/etc/printcap`.

4. Lo siguiente será instalar el driver de impresión sobre la máquina Windows. Seleccionar *Inicio -> Configuración -> Impresoras -> Agregar Impresora...* Posteriormente, seleccionar Impresora Local. En la selección del puerto de impresora, seleccionar *Crear nuevo puerto -> Local Port* y después

teclea el nombre de la cola de impresión creada en la máquina GNU/Linux en el punto anterior en la forma `\\<host>\<cola>`. Posteriormente se pedirá la selección del modelo de impresora concreto conectado a la máquina GNU/Linux para proceder a la instalación de su correspondiente driver en la máquina Windows.

Ejemplo:

El nombre de la cola de impresión en el caso actual sería `\\SuSELinux\raw`, suponiendo que la máquina GNU/Linux corriendo sobre Samba (y con la impresora conectada) se llama SuSELinux y también suponiendo que la cola se haya denominado raw.

Apéndice A. GNU Free Documentation License

A.1. 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.

A.2. 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.

A.3. 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.

A.4. 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.

A.5. 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:

GNU FDL Modification Conditions

- 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.

A.6. 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".

A.7. 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.

A.8. 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.

A.9. 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.

A.10. 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.

A.11. 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.

A.12. 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:

Sample Invariant Sections list

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:

Sample Invariant Sections list

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.