

# Conceptos básicos de Snapper

## DESCRIPCIÓN

En este artículo se describen los conceptos básicos de la herramienta Snapper, que se usa para crear y gestionar instantáneas del sistema de archivos Btrfs.

## INTENCIÓN

Este artículo proporciona una descripción básica de Snapper, sus interfaces compatibles y sus objetivos principales. También informa sobre los ajustes por defecto para las instantáneas en SUSE Linux Enterprise Server.

## ESFUERZO

Comprender qué es Snapper y aprender su configuración por defecto lleva unos 20 minutos.

## REQUISITOS

- Privilegios de root o sudo
- Snapper debe estar instalado. Está disponible en SUSE Linux Enterprise Server por defecto.
- Un tamaño de partición raíz (/) de al menos 16 GB. El tamaño de la partición root depende del producto. Se recomienda encarecidamente que tenga 50 GB o más.

## Nota

Este artículo es la primera entrega de la serie de artículos sobre Snapper. En los artículos siguientes, trataremos casos de uso habituales, por ejemplo cómo deshacer cambios, volver a una versión anterior del sistema, crear y gestionar instantáneas manualmente, limpiar instantáneas automáticamente, etc. Cada artículo se basa en el conocimiento adquirido de los anteriores, lo que proporciona una comprensión cada vez mayor de la herramienta Snapper.

Fecha de publicación: 11 Dic 2025

## Contenido

- 1 Conceptos esenciales de los subvolúmenes y las instantáneas de Btrfs 3
- 2 ¿Qué es Snapper? 3
- 3 Configuración por defecto de Snapper 7
- 4 Información adicional 12
- 5 Información legal 12
- A GNU Free Documentation License 13

# 1 Conceptos esenciales de los subvolúmenes y las instantáneas de Btrfs

Los subvolúmenes Btrfs son sistemas de archivos que se pueden montar por separado dentro de una partición física. El sistema de archivos Btrfs está configurado con subvolúmenes por defecto. Las instantáneas de Btrfs son un tipo de subvolumen que comparte datos con otro subvolumen. Se crean utilizando las capacidades de copia en escritura de Btrfs, lo que permite crearlas rápidamente con un uso mínimo de espacio en disco. Las instantáneas se pueden utilizar para capturar el estado de un sistema de archivos en un momento determinado y para volver a un estado anterior si es necesario.

Un subvolumen Btrfs tiene su propia jerarquía independiente de archivos y directorios. A diferencia de los volúmenes lógicos LVM, que funcionan en el nivel de bloques, los subvolúmenes Btrfs se basan en extensiones de archivos. Una instantánea también se considera un subvolumen que incluye el contenido inicial del subvolumen original. Los subvolúmenes aparecen como directorios y se pueden manipular como cualquier otro directorio, por ejemplo, se les puede cambiar el nombre o trasladarlos.

Uno de los objetivos principales de los subvolúmenes es que se incluyan o excluyan explícitamente de las instantáneas. Cuando se utiliza una instantánea para revertir el sistema a un estado anterior, debemos asegurarnos de que los datos como los directorios personales de los usuarios, el contenido del servidor Web y FTP o los archivos de registro no se pierdan ni se sobrescriban durante una reversión. Esto se consigue excluyendo determinados subvolúmenes Btrfs de las instantáneas. Encontrará más información y la lista de subvolúmenes excluidos en la [Sección 3.3, "Subvolúmenes excluidos de las instantáneas"](#).

## 2 ¿Qué es Snapper?

Snapper es una herramienta que ayuda a crear y gestionar instantáneas del sistema de archivos. Las instantáneas del sistema de archivos permiten conservar una copia del estado de un sistema de archivos en un momento determinado. Snapper puede crear y comparar instantáneas, revertir de un instantánea a otra y admite cronologías automáticas de instantáneas. Snapper nunca modifica el contenido de las instantáneas.

La configuración estándar de Snapper está diseñada para permitir deshacer los cambios del sistema. Sin embargo, también puede utilizarse para crear copias de seguridad en disco de los datos del usuario. Como base para esta funcionalidad, Snapper utiliza dos tipos de sistemas de archivos:

- Btrfs, un sistema de archivos de copia en escritura para Linux que admite de forma nativa instantáneas del sistema de archivos de subvolúmenes.
- Volúmenes LVM de provisión ligera formateados con XFS y ext4.



## Nota

También puede arrancar desde instantáneas Btrfs.

## 2.1 ¿Qué puede hacer Snapper?

Snapper tiene una interfaz de línea de comandos que permite crear, suprimir y comparar instantáneas, así como deshacer los cambios realizados entre ellas.

Con Snapper, puede realizar las siguientes tareas:

- deshacer los cambios del sistema realizados por zypper.
- Restaurar archivos desde instantáneas anteriores.
- Realizar una reversión del sistema arrancando desde una instantánea.
- Crear y gestionar manualmente instantáneas en el sistema en ejecución.
- Realizar una limpieza automática de instantáneas.

## 2.2 Tipos de instantáneas

Las instantáneas se pueden clasificar según dos aspectos: los eventos de activación y el momento de creación.

### TIPOS DE INSTANTÁNEAS SEGÚN LOS EVENTOS DE ACTIVACIÓN

Aunque las instantáneas en sí no difieren en un sentido técnico, se distingue entre tres tipos de instantáneas en función de los eventos que las activan.

## Instantáneas de instalación

Cada vez que se instalan uno o más paquetes, se crean instantáneas de esta manera:

- La instantánea `0 single` siempre existe en Snapper. Siempre se refiere al estado actual del sistema, como se indica en la columna `Description`. Esta instantánea captura el estado del sistema justo después de que el proceso de instalación haya concluido.
- La instantánea `1 single` para la partición raíz (`/`) se toma automáticamente con el nombre `first root filesystem`. Esta instantánea se toma después del primer conjunto de actualizaciones o configuraciones del sistema.
- La instantánea `2 single` se toma automáticamente con el nombre `after installation`. Esta instantánea se crea hacia el final del proceso de instalación y se marca como `important`. Representa el estado del sistema después de que se haya completado toda la configuración inicial.

Las instantáneas antiguas se suprimen automáticamente. Por defecto, se conservan las diez últimas instantáneas importantes y las últimas diez “normales” (incluidas las instantáneas de administración). Las instantáneas de instalación están habilitadas por defecto. Para inhabilitar manualmente las instantáneas de instalación, desinstale el paquete `snapper-zypp-plugin`.

## Instantáneas de administración

Cada vez que realice cambios en el sistema, se creará un par de instantáneas: una antes del cambio de sistema (“pre”) y la otra después (“post”). Las instantáneas antiguas se suprimen automáticamente. Por defecto, se conservan las diez últimas instantáneas importantes y las últimas diez “normales” (incluidas las instantáneas de instalación). Las instantáneas de administración están habilitadas por defecto.

## Instantáneas de cronología

Se crea una sola instantánea cada hora. Las instantáneas de cronología están habilitadas por defecto, excepto para el sistema de archivos raíz. Los intervalos por defecto para las instantáneas de cronología son cada hora, diarias, semanales, mensuales y anuales. Para modificar estos intervalos, los usuarios deben modificar directamente los temporizadores `systemd` de Snapper, ya que no se pueden configurar dentro del propio Snapper. Las instantáneas antiguas se suprimen automáticamente. Por defecto, se conserva la primera instantánea de los últimos diez días, meses y años.



## Importante: excepción para los tipos de instantáneas de instalación y administración

Los tipos de instantáneas de instalación y administración no se aplican a los sistemas transaccionales.



## Nota

Las instantáneas de cronología y de administración se pueden habilitar o inhabilitar de forma independiente.

### TIPOS DE INSTANTÁNEA SEGÚN EL MOMENTO DE CREACIÓN

En las instantáneas de administración e instalación, Snapper reconoce tres tipos diferentes: pre (previas), post (posteriores) y single (únicas). No difieren físicamente, pero Snapper las gestiona de manera diferente.

#### pre

Es una instantánea de un sistema de archivos *antes* de una modificación. Cada instantánea pre se corresponde con una instantánea post. Esto se usa, por ejemplo, para las instantáneas automáticas.

#### post

Es una instantánea de un sistema de archivos *después* de una modificación. Cada instantánea post se corresponde con una instantánea pre. Esto se usa, por ejemplo, para las instantáneas automáticas.

#### single

Es una instantánea independiente. Esto se usa, por ejemplo, para las instantáneas automáticas horarias. Este es el tipo por defecto al crear instantáneas.

Esta lista muestra las instantáneas directamente después de una instalación nueva de un sistema con una partición raíz de más de 16 GB:

#	Type	Pre #	Date	User	Used Space	Cleanup	Description
0	single			root			current

```

1 | single | | Thu Mar 24 12:14:34 2022 | root | 32.44 MiB | | first root
filesystem |
2 | single | | Thu Mar 24 12:25:55 2022 | root | 280.40 MiB | number | after
installation | important=yes
45 | pre | | Mon Apr 25 17:58:45 2022 | root | 27.52 MiB | number |
zypp(zypper) | important=yes
46 | post | 45 | Mon Apr 25 18:00:07 2022 | root | 39.04 MiB | number |
| important=yes

```

## 2.3 Creación de instantáneas

Cuando se crea una instantánea, tanto la instantánea como el sistema original apuntan a los mismos bloques del sistema de archivos. Por lo tanto, inicialmente una instantánea no ocupa espacio adicional en el disco. Si se modifican los datos del sistema de archivos original, los bloques de datos modificados se copian, mientras que los bloques de datos antiguos se conservan para la instantánea. Por lo tanto, una instantánea ocupa tanto espacio como los datos modificados. Con el tiempo, la cantidad de espacio que se le asigna a una instantánea va aumentando. Como consecuencia, es posible que suprimir archivos de un sistema de archivos `Btrfs` que contiene instantáneas *no* libere espacio en disco.



### Nota: ubicación de la instantánea

Las instantáneas siempre residen en la misma partición o subvolumen en el que se han tomado. No es posible almacenar instantáneas en un sistema de archivos diferente.

Como resultado, las particiones que contienen instantáneas deben ser más grandes que las que no las contienen. La cantidad exacta depende en gran medida del número de instantáneas que conserve y de la cantidad de modificaciones de datos. Como regla general, asigne a las particiones el doble de espacio del habitual. Para evitar que los discos se queden sin espacio, las instantáneas antiguas se van borrando automáticamente.

## 3 Configuración por defecto de Snapper

Obtenga más información sobre la configuración por defecto de Snapper y sus ajustes por defecto.

Snapper se configura como una herramienta para deshacer y recuperar cambios en el sistema. Por defecto, la partición root (/) de SUSE Linux Enterprise Server tiene el formato `Btrfs`. Si la partición root (/) es lo suficientemente grande (más de 16 GB aproximadamente), la toma de instantáneas se habilita automáticamente. Por defecto, las instantáneas están inhabilitadas en las particiones que no sean /.

### Importante

No se recomienda activar las instantáneas manualmente después de que el sistema se haya instalado con instantáneas. Si se habilita Snapper después de la instalación, se producirá una configuración diferente a la que se describe aquí.

### Sugerencia: comprobación del tamaño de la partición raíz

El tamaño de la partición root es específico del producto. Para averiguar el espacio en disco que ocupa la partición root, ejecute:

```
> df -h
```

## 3.1 Ajustes por defecto de Snapper

De forma predeterminada, Snapper en SUSE Linux Enterprise Server se configura automáticamente durante la instalación del sistema si se cumplen los siguientes requisitos:

- Tamaño de la partición raíz: más de 16 GB
- Sistema de archivos de la partición raíz: `Btrfs`

Las instantáneas se crean solo para la partición root y algunos directorios se excluyen mediante subvolúmenes. Para obtener la lista de subvolúmenes excluidos, consulte la [Sección 3.3, “Subvolúmenes excluidos de las instantáneas”](#). Para obtener información detallada sobre los tipos de instantáneas, el momento y las ocasiones en las que se crean, consulte la [Sección 2.2, “Tipos de instantáneas”](#).

Snapper proporciona algoritmos de limpieza automática de instantáneas para evitar quedarse sin espacio en la partición root. Estos algoritmos diferencian entre instantáneas de cronología e instantáneas *numeradas* (pares de instantáneas de administración y de instalación). El comportamiento de limpieza se puede configurar según los siguientes criterios:

- Límite de número: el sistema se puede configurar para que elimine automáticamente las instantáneas antiguas cuando se alcance un número determinado de instantáneas.
- Límite de antigüedad: las instantáneas antiguas se pueden suprimir si superan una determinada antigüedad, al tiempo que se conserva un número de instantáneas para cada período de tiempo (cada hora, día, mes o año).
- Pares de instantáneas Pre y post: los pares de instantáneas pre y post que no tengan diferencias se pueden suprimir automáticamente.

Para las instantáneas numeradas, que incluyen pares de instantáneas de administración e instalación, la limpieza se controla mediante parámetros como `NUMBER_CLEANUP`, `NUMBER_LIMIT`, `NUMBER_LIMIT_IMPORTANT` y `NUMBER_MIN_AGE`. Los valores por defecto son 2–10 para `NUMBER_LIMIT` y 4–10 para `NUMBER_LIMIT_IMPORTANT`, lo que significa que solo se conservan las instantáneas más recientes.

Para las instantáneas de cronología, la limpieza se basa en el número de instantáneas que se deben conservar para cada tipo (por hora, día, semana, mes o año). Por ejemplo, las últimas 24 instantáneas horarias, la primera instantánea diaria de los últimos siete días, la primera instantánea realizada el último día del mes durante los últimos doce meses, etc. Los parámetros incluyen `TIMELINE_CLEANUP`, `TIMELINE_MIN_AGE` y parámetros de intervalo como `TIMELINE_LIMIT_DAILY`, `TIMELINE_LIMIT_HOURLY`, etc.

Puede revertir a una instantánea existente en cualquier momento arrancando desde la instantánea correspondiente y activándola posteriormente.



### Nota: inhabilitación automática y manual de Snapper

Si la partición raíz tiene menos de 16 GB, la creación automática de instantáneas como se describe anteriormente está inhabilitada por defecto. En tal caso, puede crear instantáneas manualmente. Controle el espacio disponible en disco.

Para inhabilitar las instantáneas automáticas incluso si la partición raíz tiene el tamaño suficiente, inhabilite las instantáneas manualmente durante la instalación en el paso de configuración de la partición.

## 3.2 Snapper en la raíz

Si Snapper está configurado para funcionar en la raíz, todos los subvolúmenes Btrfs se excluyen por defecto.

El comportamiento por defecto de Snapper se define en un archivo de configuración específico para cada partición o subvolumen Btrfs. Estos archivos de configuración se encuentran en [/etc/snapper/configs/](#).



### Aviso: habilitación de Snapper en el sistema instalado

Si inhabilitó Snapper durante la instalación, es posible habilitarlo más tarde. Sin embargo, habilitar Snapper después de la instalación da como resultado diferencias en el diseño del subvolumen y las variables, entre otras cosas. Se recomienda encarecidamente decidir si necesita instantáneas en su sistema *antes* de iniciar la instalación.

## 3.3 Subvolúmenes excluidos de las instantáneas

El caso de uso principal de las instantáneas es revertir el sistema a un estado anterior. Por lo tanto, hay ciertos subvolúmenes (directorios) para los que la instantánea está inhabilitada.

La siguiente lista contiene directorios que se excluyen de las instantáneas. Según el producto y la arquitectura, es posible que no todos estén disponibles en el sistema.

[/boot/grub2/i386-pc](#), [/boot/grub2/x86\\_64-efi](#), [/boot/grub2/powerpc-ieee1275](#), [/boot/grub2/s390x-emu](#)

No se admite la reversión de la configuración del cargador de arranque. Los directorios mostrados anteriormente son específicos de la arquitectura. Los dos primeros directorios están presentes en equipos AMD64/Intel 64, los dos últimos en IBM POWER y en IBM Z, respectivamente.

[/home](#)

Si [/home](#) no se encuentra en una partición independiente, se excluye para evitar la pérdida de datos creados por el usuario cuando se produce una reversión.

[/opt](#), [/usr/local](#)

Estos directorios se utilizan al instalar manualmente productos de otros fabricantes. Se excluye para evitar la desinstalación de estas instalaciones cuando se produce una reversión.

### /srv

Contiene datos de los servidores Web y FTP. Se excluye para evitar la pérdida de datos cuando se produce una reversión.

### /tmp

Todos los directorios que contienen archivos temporales y cachés se excluyen de las instantáneas.

### /var

Este directorio incluye muchos archivos de variable en /var/opt, incluidos registros, cachés temporales y productos de otros fabricantes, y es la ubicación por defecto de las imágenes y las bases de datos de la máquina virtual. Por lo tanto, este subvolumen se crea para excluir todos estos datos de variable de las instantáneas y tiene inhabilitada la copia de escritura.

### /run

Este directorio contiene datos de tiempo de ejecución de la aplicación y se excluye de las instantáneas para reducir el tamaño de la instantánea y evitar incluir información potencialmente confidencial.



## Sugerencia

La lista de subvolúmenes es específica del producto. Para ver qué subvolúmenes se crean en / y, por lo tanto, ver qué directorios se excluyen del comportamiento de instantáneas por defecto, ejecute:

```
> sudo btrfs subvolume list /
```



## Nota: ¿por qué hay un límite de espacio?

Al crear una instantánea, no se crean copias de datos físicos. Una instantánea solo consta de punteros a los bloques de datos respectivos. Siempre que la instantánea sea coherente con el sistema actual, casi no ocupará espacio de disco adicional (aparte de los metadatos que contiene). Sin embargo, si se modifica un archivo en el sistema, los datos originales se registran en la instantánea. Con el tiempo, a medida que se acumulen más cambios y la instantánea difiera del sistema activo, el tamaño de la instantánea aumentará en consecuencia.

Para evitar que los discos se llenen (y que el sistema deje de funcionar), se recomienda tener un tamaño mínimo del sistema de archivos raíz. El tamaño requerido depende del uso del sistema:

- La frecuencia de creación de instantáneas
- La duración durante la cual se conservan las instantáneas
- La tasa de cambios en el sistema

En general, cuantas más instantáneas tenga, más tiempo se conservarán y, cuanto más frecuentemente cambie el sistema, más grande deberá ser la partición root.

## 4 Información adicional

Para obtener más información sobre el sistema de archivos Btrfs, consulte <https://documentation.suse.com/sles/15-SP5/html/SLES-all/cha-filefilesystems.html#sec-filefilesystems-major-btrfs> y <https://wiki.archlinux.org/title/btrfs>.

Para obtener más información sobre los volúmenes LVM, consulte <https://documentation.suse.com/sles/15-SP5/html/SLES-all/part-lvm.html>.

## 5 Información legal

Copyright© 2006–2025 SUSE LLC y colaboradores. Reservados todos los derechos.

Está permitido copiar, distribuir y modificar este documento según los términos de la licencia de documentación gratuita GNU, versión 1.2 o (según su criterio) versión 1.3. Esta información de copyright y licencia deberán permanecer inalterados. En la sección titulada “GNU Free Documentation License” (Licencia de documentación gratuita GNU) se incluye una copia de la versión 1.2 de la licencia.

Para obtener información sobre las marcas comerciales de SUSE, consulte <https://www.suse.com/company/legal/>. Todas las marcas comerciales de otros fabricantes son propiedad de sus respectivas empresas. Los símbolos de marcas comerciales (®, ™, etc.) indican marcas comerciales de SUSE y sus filiales. Los asteriscos (\*) indican marcas comerciales de otros fabricantes.

Toda la información recogida en esta publicación se ha compilado prestando toda la atención posible al más mínimo detalle. Sin embargo, esto no garantiza una precisión total. Ni SUSE LLC, ni sus filiales, ni los autores o traductores serán responsables de los posibles errores o las consecuencias que de ellos pudieran derivarse.

## A GNU Free Documentation License

Copyright (C) 2000, 2001, 2002 Free Software Foundation, Inc. 51 Franklin St, Fifth Floor, Boston, MA 02110-1301 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 non-commercially. 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 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 non-commercially, 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 <https://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

```
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.