

Primeros Pasos
V2.10.0-pre0-6259-g34c07071bf

Índice general

1. Acerca de LinuxCNC	1
1.1. Architecture - Context diagram	2
1.2. The Operating System	3
1.3. Conseguir ayuda	3
1.3.1. Web Forum	3
1.3.2. IRC	4
1.3.3. Mailing List	4
1.3.4. Web Forum	4
1.3.5. Wiki de LinuxCNC	4
1.3.6. Reportar errores	4
2. Requisitos del sistema	5
2.1. Minimum Requirements	5
2.2. Kernel and Version requirements	6
2.2.1. Preempt-RT with <i>linuxcnc-ospace</i> package	6
2.2.2. RTAI with <i>linuxcnc</i> package	6
2.2.3. Xenomai with <i>linuxcnc-ospace</i> package	6
2.2.4. RTAI with <i>linuxcnc-ospace</i> package	6
2.3. Problematic Hardware	7
2.3.1. Laptops	7
2.3.2. Video Cards	7
3. Obteniendo LinuxCNC	8
3.1. Descargar la imagen	8
3.1.1. Descarga normal	8
3.1.2. Descargar usando <i>zsync</i>	9
3.1.3. Verificar la imagen	9
3.2. Escribir la imagen en un dispositivo de arranque	10
3.2.1. Imagen para Raspberry Pi	10
3.2.2. Imagen para AMD-64 (x86-64, PC) usando herramientas de GUI	10

3.2.3. Línea de comandos - Linux	10
3.2.4. Línea de comandos - MacOS	10
3.3. Probando LinuxCNC	11
3.4. Installing LinuxCNC	12
3.5. Actualizando LinuxCNC	12
3.6. Problemas de instalación	12
3.7. Métodos alternos de instalación	12
3.7.1. Installing on Debian Trixie (with Preempt-RT kernel)	13
3.7.2. Installing on Debian Trixie (with experimental RTAI kernel)	14
3.7.3. Instalación en Raspbian 12	14
4. Ejecutando LinuxCNC	15
4.1. Invocando LinuxCNC	15
4.2. Selector de configuración	15
4.3. Next steps in configuration	18
4.4. Simulator Configurations	18
4.5. Configuration Resources	18
4.5.1. When the copy happens	18
4.5.2. Forcing a copy from a RIP build	18
5. Actualizando LinuxCNC	20
5.1. Upgrade to the new version	20
5.1.1. Configuración de fuentes apt	21
5.1.2. Upgrading to the new version	22
5.1.2.1. Debian Bullseye, Bookworm and Trixie	23
5.1.3. Ubuntu	23
5.2. Updating without Network	23
5.3. Updating Configuration Files for 2.9	24
5.3.1. Manejo estricto de intérpretes enchufables	24
5.3.2. Canterp	24
5.3.3. Spindle limits in the INI	24
5.4. Updating Configuration Files for 2.10.y	24
5.5. New HAL components	25
5.5.1. Non-Realtime	25
5.5.2. En tiempo real	25
5.6. New Drivers	25
6. Glosario	26
7. Sección legal	32
7.1. Términos de derechos de autor	32
7.2. Licencia GNU de Documentation Libre	32

El Equipo de LinuxCNC



Este manual es un trabajo en progreso. Si puede ayudar con redacción, edición o preparación gráfica, comuníquese con cualquier miembro del equipo de redacción o únase y envíe un correo electrónico a emc-users@lists.sourceforge.net.

Derechos de autor © 2000-2025 LinuxCNC.org

Se otorga permiso para copiar, distribuir y/o modificar este documento bajo los términos de la Licencia de Documentación Libre GNU, versión 1.1 o cualquier versión posterior publicada por la Fundación de Software Libre; sin secciones invariantes, sin textos en la portada frontal y sin textos en la contraportada. Se incluye una copia de la licencia en la sección titulada "Licencia de Documentación Libre GNU".

Si no encuentra la licencia, puede solicitar una copia a:

Free Software Foundation, Inc.
51 Franklin Street
Fifth Floor
Boston, MA 02110-1301 USA.

(La versión en idioma inglés es autoritaria)

LINUX® es la marca registrada de Linus Torvalds en los EE. UU. y otros países. La marca registrada Linux® se utiliza de conformidad con una sublicencia de LMI, el licenciataria exclusivo de Linus Torvalds, propietario de la marca en un base mundial.

El proyecto LinuxCNC no está afiliado a Debian®. *Debian* es una marca registrada propiedad de Software in the Public Interest, Inc.

El proyecto LinuxCNC no está afiliado a UBUNTU®. *UBUNTU* es una marca registrada propiedad de Canonical Limited.

Capítulo 1

Acerca de LinuxCNC

LinuxCNC (the Enhanced Machine Control) is a software system for computer control of machine tools such as milling machines and lathes, robots such as puma and scara and other computer controlled machines up to 9 axes. LinuxCNC is free software with open source code. Current versions of LinuxCNC are entirely licensed under the GNU General Public License and Lesser GNU General Public License (GPL and LGPL).

To lower the entry-hurdle, LinuxCNC provides: * easy discovery and testing without installation with the Live Image, * easy installation from the Live Image, * easy to use graphical configuration wizards to rapidly create a configuration specific to the machine, * directly availability as regular packages of recent releases of Debian (since Bookworm) and Ubuntu (since Kinetic Kudu).

LinuxCNC provides a graphical user interface with many flavours to choose from to match your personal preferences and technical needs. Advanced users may directly exploit * graphical interface creation tools (Glade, Qt), * the interpreter for *G-code* (the RS-274 machine tool programming language), * operation of low-level machine electronics such as sensors and motor drives, * an easy to use *breadboard* layer for quickly creating a unique configuration for your machine, * un PLC en software programable con diagramas de escalera.

Under the hood, LinuxCNC provides * a realtime motion planning system with look-ahead, * support for non-Cartesian motion systems is provided via custom kinematics modules. Available architectures include hexapods (Stewart platforms and similar concepts) and systems with rotary joints to provide motion such as PUMA or SCARA robots. * support for a variety of hardware interfaces. The control can operate true servos (analog or PWM) with the feedback loop closed by the LinuxCNC software at the computer, or open loop with step-servos or stepper motors. * Motion control features include: cutter radius and length compensation, path deviation limited to a specified tolerance, lathe threading, synchronized axis motion, adaptive feedrate, operator feed override, and constant velocity control. * LinuxCNC runs on Linux using real-time extensions.

LinuxCNC expects G-code that if not entered manually is provided by another software, which supports CAM (Computer Automated Manufacturing) and determines what tool shall be used at what speed for what geometry. Many prominent CAD (Computer Automated Design) tools that determine the desired final shape of your work piece (or the assembly of multiple work pieces that area to be produced individually) offer a CAM module.

1.1. Architecture - Context diagram

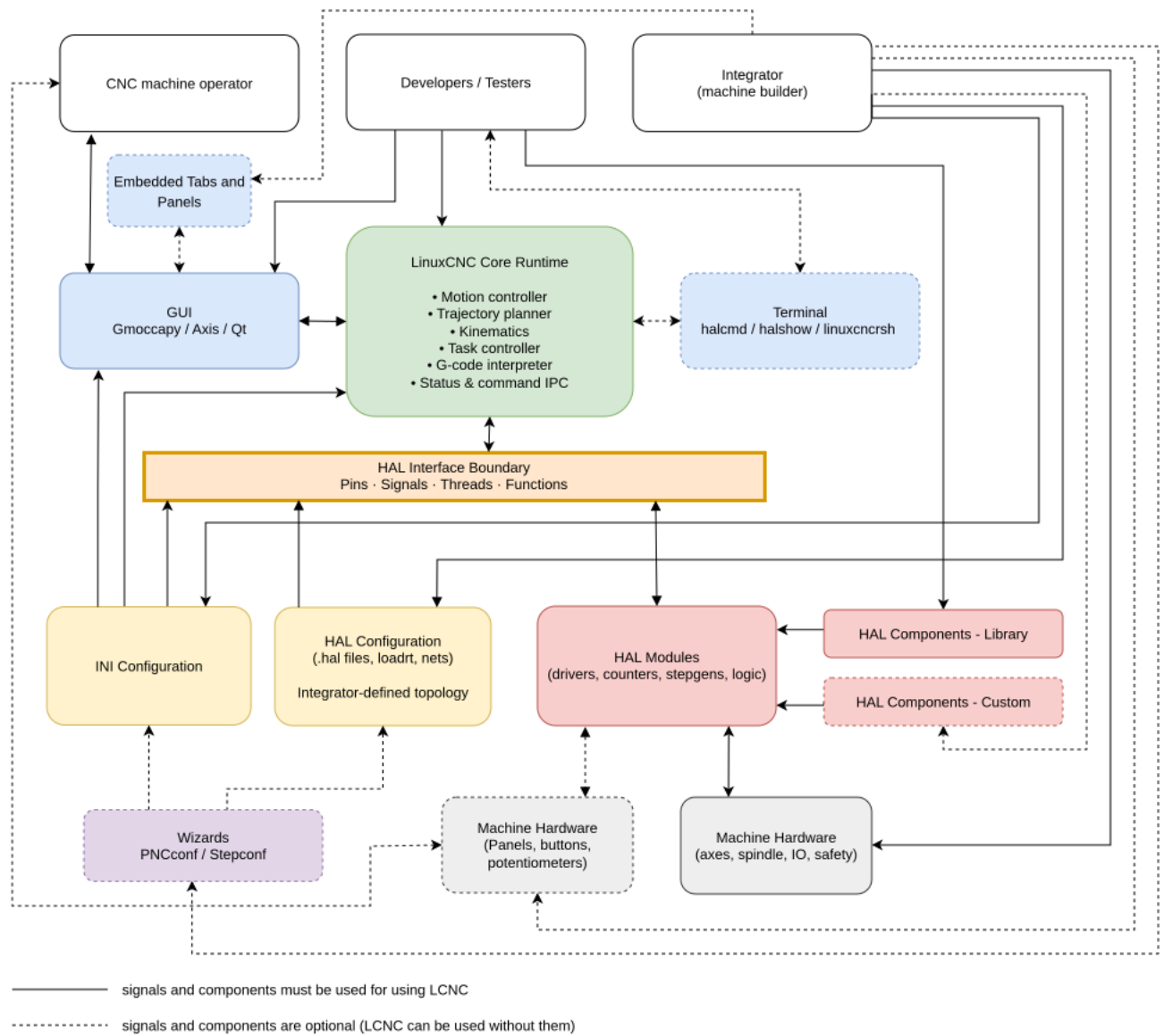


Figura 1.1: Roles of operators, integrators, developers and hardware

The diagram presents the components and players of the LinuxCNC ecosystem and how they interact. It is not intended to help you understand the functionality of LinuxCNC. Please refer to the following chapters for this.

Operator

Once a machine is set up, its operator will only use one of the many graphical user interfaces that LinuxCNC and external groups are providing. The requirements for the operator are determined by how the integrator has set up the machine. The integrator has the option of setting up the machine so that the operator only presses one button to start the machining process, or leaves the GUI in its default state and the operator will fully control the CNC machine using the GUI

functionality and G,M,O-codes. The integrator may or may not create a physical or virtual panel for the operator with various buttons and various indicators.

Integrator

It is on an integrator (machine builder) to ensure that the LinuxCNC configuration matches the hardware setup both in the wiring and the protocols spoken on those wires. The integrator can choose whether to set up the machine using the Wizard or to configure it manually. If the Wizard is used, the integrator's knowledge of LinuxCNC is minimal. It is enough to understand the machine hardware. If the integrator wants to use the maximum potential of LinuxCNC, he must be able to create or edit configuration files manually. To do this, it is enough to have knowledge of HAL, INI configuration and ideally the creation of custom HAL components or embedded panels. This knowledge will allow the connection of various hardware combinations with LCNC. Using INI, the integrator selects the GUI (Gmoccapy, Axis, Qt, ...), kinematics, number of axes, parameters (velocities, acceleration, distance, ...). Using HAL, the integrator selects the hardware control method (velocity mode / position mode, on-off control / analog control, without / with feedback, ...). Using a suitable HAL module, various components can be controlled via various buses (PCI, USB, Ethernet, EtherCAT, Modbus RTU/TCP, Parallel port, ...)

Developer

The LinuxCNC developers may be coming up with drivers for new hardware or other new features in the GUI and anything in between a mouse click and a motor turning. For testing, monitoring or possibly also the communication between multiple machines, also a text-based interface to LinuxCNC is available. Since LinuxCNC is an Open-source project, you can modify it in any way you like, provided you meet the very benevolent license conditions. You can create these modifications for the official LinuxCNC community, or for your own needs. Both paths have their advantages and disadvantages. If you offer your modification or improvement to the official developers, if they are interested, they can help you improve it even more and you will receive feedback. If you keep your modification to yourself, you do not have to worry about whether it will interest the official developers, but it may be a problem in the future if someone unfamiliar with these modifications were to maintain the machine you built (modifications, updates, fixes, ...). Of course, the developers modify all the code that is part of LinuxCNC, but the diagram only shows the links for which the developer's skills are necessary (C, C++, Python, Bash, GTK, Glade, QT, Linux OS, GitHub, PC hardware, ...)

Wizard

Wizards are standalone programs that LinuxCNC and external groups are providing. They can work without other LinuxCNC components. The main output of Wizards are configuration files (*.ini, *.hal and others). Therefore, it is possible to do your first machine setup using the Wizard and only later, after a deeper study of the LCNC configuration, can you edit the files generated by the Wizard.

1.2. The Operating System

LinuxCNC is available as ready-to-use packages for Debian distributions.

1.3. Conseguir ayuda

1.3.1. Web Forum

A web forum can be found at <https://forum.linuxcnc.org> or by following the link at the top of the linuxcnc.org home page.

This is quite active but the demographic is more user-biased than the mailing list. If you want to be sure that your message is seen by the developers then the mailing list is to be preferred.

1.3.2. IRC

IRC stands for Internet Relay Chat. It is a live connection to other LinuxCNC users. The LinuxCNC IRC channel is #linuxcnc on libera.chat.

The simplest way to get on the IRC is to use the embedded web client client [from libera](#).

Some IRC etiquette

- Ask specific questions... Avoid questions like "Can someone help me?".
- If you're really new to all this, think a bit about your question before typing it. Make sure you give enough information so someone can answer your question or solve your problem.
- Tenga paciencia al esperar una respuesta; a veces lleva tiempo formular una respuesta, o todos pueden estar ocupados en el trabajo o en otra cosa.
- Configure su cuenta IRC con su nombre único para que las personas sepan quién es usted. Si usa el cliente java, use el mismo nombre cada vez que inicie sesión. Esto ayuda a las personas a recordar quién es usted y si ha estado conectado antes, muchos recordarán las discusiones pasadas, lo que ahorrará tiempo a todos.

Sharing Files

The most common way to share files on the IRC is to upload the file to one of the following or a similar service and paste the link:

- *Para texto:* <https://pastebin.com/>, <https://gist.github.com/>, <https://0bin.net>, <https://paste.debian.net/>
- *Para imágenes:* <https://imagebin.org/>, <https://imgur.com/>, <https://bayimg.com/>
- *Para archivos:* <https://filedropper.com/>, <http://filefactory.com/>, <http://1fichier.com/>

1.3.3. Mailing List

An Internet Mailing List is a way to put questions out for everyone on that list to see and answer at their convenience. You get better exposure to your questions on a mailing list than on the IRC but answers take longer. In a nutshell you e-mail a message to the list and either get daily digests or individual replies back depending on how you set up your account.

Puede suscribirse a la lista de correo emc-users en: <https://lists.sourceforge.net/lists/listinfo/emc-users>.

1.3.4. Web Forum

A web forum can be found at <https://forum.linuxcnc.org/> or by following the link at the top of the <https://linuxcnc.org/> home page.

This is quite active but the demographic is more user-biased than the mailing list. If you want to be sure that your message is seen by the developers then the mailing list is to be preferred.

1.3.5. Wiki de LinuxCNC

A Wiki site is a user maintained web site that anyone can add to or edit.

El sitio Wiki LinuxCNC mantenido por usuarios contiene abundante información y consejos en: <http://wiki.linuxcnc.org/>

1.3.6. Reportar errores

Report bugs on the LinuxCNC Github [github bug tracker](#).

Capítulo 2

Requisitos del sistema

2.1. Minimum Requirements

The minimum system to run LinuxCNC and Debian / Ubuntu may vary depending on the exact usage. Stepper systems in general require faster threads to generate step pulses than servo systems. You can use the Live CD to test the software before committing to a permanent installation on a computer. Keep in mind that the Latency Test numbers are more important than the processor speed for software step generation. More information on the Latency Test is [here](#). In addition, LinuxCNC needs to be run on an operating system that uses a specially modified kernel, see [Kernel and Version Requirements](#).

Se puede encontrar información adicional en el sitio wiki de LinuxCNC: [Requerimientos de hardware](#)

LinuxCNC and Debian Linux should run reasonably well on a computer with the following minimum hardware specification. These numbers are not the absolute minimum but will give reasonable performance for most stepper systems.

- 1.2 GHz 64-bit x86 processor or Raspberry Pi 4 or better.
- 512 MB en RAM, 4 GB con GUI para evitar sorpresas
- No es necesario disco duro para LiveCD, 8 GB o más para una instalación permanente
- Tarjeta gráfica capaz de una resolución de al menos de 1024x768, que no use controladores propietarios NVidia o ATI fglrx. Los chipsets de gráficos integrados más modernos parecen estar bien en general.
- Conexión a internet (no es estrictamente necesaria, pero resulta muy útil para realizar actualizaciones y contactar con la comunidad de LinuxCNC)

Minimum hardware requirements change as Linux distributions evolve so check the [Debian](#) web site for details on the Live CD you're using. Older hardware may benefit from selecting an older version of the Live CD when available.

Si planeas no depender de una distribución de programas ejecutables ya preparados ("binarios") y/o pretendes contribuir al árbol de código fuente de LinuxCNC, entonces es muy probable que quieras una segunda computadora para hacer la compilación. Aunque LinuxCNC y tus desarrollos pudieran ser ejecutados al mismo tiempo con respecto a espacio en disco, RAM e incluso velocidad del procesador, una máquina atareada tendrá peores latencias, así que es improbable que quieras compilar tu código fuente y producir virutas el mismo tiempo.

2.2. Kernel and Version requirements

LinuxCNC requiere un kernel modificado para uso con tiempo real para controlar hardware real de máquinas. Sin embargo, puede ejecutarse en un núcleo estándar en modo de simulación para fines tales como verificar el código G, probar archivos de configuración y aprendizaje del sistema. Para trabajar con estas versiones de kernel se distribuyen dos versiones de LinuxCNC. Los nombres de los paquetes son "linuxcnc" y "linuxcnc-ospace".

The realtime kernel options are preempt-rt, RTAI and Xenomai.

Puede descubrir la versión del kernel de su sistema con el comando:

```
uname -a
```

Si ve (como arriba) `-rt-` en el nombre del kernel, entonces está ejecutando el preempt-rt kernel y debería instalar la versión "ospace" de LinuxCNC. También debe instalar uspace para configuraciones "sim" en kernels que no son en tiempo real.

If you see `-rtai-` in the kernel name then you are running RTAI realtime. See below for the LinuxCNC version to install.

2.2.1. Preempt-RT with *linuxcnc-ospace* package

Preempt-RT is the newest of the realtime systems, and is also the version that is closest to a mainline kernel. Preempt-RT kernels are available as precompiled packages from the main repositories. The search term "PREEMPT_RT" will find them, and one can be downloaded and installed just like any other package. Preempt-RT will generally have the best driver support and is the only option for systems using the Mesa ethernet-connected hardware driver cards. In general preempt-rt has the worst latency of the available systems, but there are exceptions.

2.2.2. RTAI with *linuxcnc* package

RTAI ha sido el pilar de las distribuciones LinuxCNC durante muchos años. Generalmente dará el mejor rendimiento en tiempo real, en términos de baja latencia, pero podría tener un soporte de periféricos pobre y no tantas resoluciones de pantallas. Un Kernel RTAI está disponible desde el repositorio de paquetes de LinuxCNC. Si instaló desde la imagen Live/Install, el cambio de núcleo y sabor de LinuxCNC se describe en [Installing-RTAI].

2.2.3. Xenomai with *linuxcnc-ospace* package

Xenomai is also supported, but you will have to find or build the kernel and compile LinuxCNC from source to utilise it.

2.2.4. RTAI with *linuxcnc-ospace* package

También es posible ejecutar LinuxCNC con RTAI en modo de espacio de usuario. Como con Xenomai, necesitará compilar desde las fuentes para hacer esto.

2.3. Problematic Hardware

2.3.1. Laptops

Los computadores portátiles, en general, no son buenos para la generación de pasos por software en tiempo real. De nuevo, la prueba de latencia ejecutada por un periodo de tiempo prolongado te dará la información necesaria para determinar si resulta apropiado su uso.

2.3.2. Video Cards

Si tu instalación arranca con una resolución de 800 x 600, en la mayoría de los casos eso significa que Debian no reconoció apropiadamente tu monitor o tarjeta de vídeo. Esto se puede remediar a veces instalando controladores o creando / editando archivos Xorg.conf.

Capítulo 3

Obteniendo LinuxCNC

Esta sección describe la forma recomendada de descargar y hacer una nueva instalación de LinuxCNC. Para los mas atrevidos, también hay [métodos alternativos de instalación](#). Si su máquina tiene una instalación existente que desea actualizar, vaya a la sección [Actualizando LinuxCNC](#).

nota

Para operar maquinaria, LinuxCNC requiere un kernel especial con extensiones para tiempo real. Existen tres posibilidades: preempt-rt, RTAI o Xenomai. Además hay dos versiones de LinuxCNC que funcionan con estos kernels. Para más detalles, vea la tabla mas abajo. No obstante, para pruebas de código y simulaciones es posible ejecutar la aplicación `linux-ospace` en un kernel de stock de la distribución.

Las instalaciones nuevas de LinuxCNC se crean fácilmente utilizando una imagen Live/Install. Esta es una imagen ISO híbrida del sistema de archivos que se puede grabar en un dispositivo de almacenamiento USB o un DVD para arrancar una computadora. En el momento del arranque se le dará la opción de arrancar el sistema "Live" (para ejecutar LinuxCNC sin hacer ningún cambio permanente en tu computadora) o arrancar un Instalador (para instalar LinuxCNC y su sistema operativo en el disco duro de tu computadora).

A grandes razgos, el proceso es como:

1. Descargar la imagen Live/Install.
2. Grabar la imagen en un dispositivo de almacenamiento USB o DVD.
3. Arrancar el sistema Live para probar LinuxCNC.
4. Arrancar el instalador para instalar LinuxCNC.

3.1. Descargar la imagen

Esta sección describe algunos métodos para descargar una imagen Live/Install.

3.1.1. Descarga normal

Software for LinuxCNC to download is presented on the project's [Downloads page](#). Most users will aim for the disk image for Intel/AMD PCs, the URL will resemble https://www.linuxcnc.org/iso/linuxcnc_2.9.8-amd64.hybrid.iso.

Para la Raspberry Pi, se proporcionan múltiples imágenes para manejar las diferencias entre las RPi4 y RPi5.

nota

No uses la distribución normal de Raspbian para LinuxCNC que pudiera estar incluida en tu kit de inicio de RPi, esa no tendrá el núcleo de tiempo real y no podrás migrar desde Raspbian a la imagen del kernel de Debian.

3.1.2. Descargar usando zsync

zsync es una aplicación de descarga que reanuda eficientemente descargas interrumpidas y transfiere de manera eficiente archivos de gran tamaño con pequeñas modificaciones (si tienes una copia local anterior). Considera que necesita usar el protocolo http y no https. Usa zsync si tu descarga de la imagen se interrumpe frecuentemente usando el método de [descarga normal](#).

zsync en Linux

1. Instalar zsync usando Synaptic o ejecutando lo siguiente en una [terminal](#)

```
sudo apt-get install zsync
```

2. Luego, ejecute este comando para descargar el iso a tu computadora

```
zsync https://www.linuxcnc.org/iso/linuxcnc_2.9.8-amd64.hybrid.iso
```

Por favor, no olvides confirmar la suma de verificación (checksum) del iso descargado como se describe a continuación, ya que no se garantiza la autenticidad del servidor con el protocolo http.

zsync en Windows Hay una versión para Windows de zsync. Funciona como una aplicación de consola y puede descargarse desde <https://www.assembla.com/spaces/zsync-windows/documents> .

3.1.3. Verificar la imagen

(Este paso no es necesario si usaste zsync)

1. Después de la descarga, verifique la suma de comprobación de la imagen para garantizar su integridad.

```
md5sum linuxcnc-2.9.8-amd64.iso
```

ó

```
sha256sum linuxcnc-2.9.8-amd64.iso
```

1. Luego, compare las sumas de verificación

```
amd64 (PC)
md5sum: cf77d61fcba9641d7205ac33751e5f38
sha256sum: 72eab92d7c34c238b0429054dc52d240df8dc5f083e769a39194cfac3e4984e8
arm64 (Pi)
md5sum: 4547e8a72433efb033f0a5cf166a5cd2
sha256sum: ff3ba9b8dfb93baf1e2232746655f8521a606bc0fab91bffc04ba74cc3be6bf0
```

Verificar md5sum en Windows o Mac Windows does not come with an md5sum program, but there are alternatives. More information can be found at: [How To MD5SUM](#)

3.2. Escribir la imagen en un dispositivo de arranque

La imagen LinuxCNC Live/Install es una imagen ISO híbrida que se puede grabar directamente a un dispositivo de almacenamiento USB (unidad flash) o un DVD y se usa para arrancar un ordenador. La imagen es demasiado grande para caber en un CD.

3.2.1. Imagen para Raspberry Pi

The Raspberry Pi image is a complete SD card image and should be written to an SD card with the [Raspberry Pi Imager App](<https://www.raspberrypi.com/software/>). Note that the imager app can open the .zip file directly, no need to expand.

3.2.2. Imagen para AMD-64 (x86-64, PC) usando herramientas de GUI

Descarga e instala Balena Etcher desde <https://etcher.balena.io/#download-etcher> (Linux, Windows, Mac) y escribe la imagen descargada en una unidad USB.

Si tu imagen no arranca, por favor intenta también con [Rufus](#). Se ve más complicado pero parece ser más compatible con varios BIOS.

3.2.3. Línea de comandos - Linux

1. Conecte un dispositivo de almacenamiento USB (por ejemplo, una unidad flash o un dispositivo similar).
2. Determine the device file corresponding to the USB flash drive. This information can be found in the output of `sudo dmesg` after connecting the device. `cat /proc/partitions` may also be helpful.
3. Use el comando `dd` para escribir la imagen en su dispositivo de almacenamiento USB. Por ejemplo, si su dispositivo de almacenamiento aparece como `/dev/sde`, use este comando:

```
dd if=linuxcnc_2.9.8-amd64.hybrid.iso of=/dev/sde bs=4k status=progress
```

3.2.4. Línea de comandos - MacOS

1. Abra una ventana de terminal teclee

```
diskutil list
```

2. Inserte el USB y anote el nombre del nuevo disco que aparece, p. Ej. `/dev/disk5`.
3. Desmunte el USB. El número encontrado arriba debe ser sustituido en lugar de la N.

```
diskutil unmountDisk /dev/diskN
```

4. Transfiera los datos con `dd`, como en Linux. Tenga en cuenta que el nombre del disco tiene una "r" agregada al principio.

```
sudo dd if=linuxcnc_2.9.8-amd64.hybrid.iso of=/dev/rdiskN bs=1m status=progress
```

Grabar la imagen en un DVD en Linux

1. Inserte un DVD en blanco en su grabadora. Aparecerá una ventana con *CD/DVD Creator* o *Choose Disc Type*. Cierre eso, ya que no lo usaremos.
2. Busque la imagen descargada con el navegador de archivos.
3. Haga clic con el botón derecho en el archivo de imagen ISO y elija *Escribir en Disco*.
4. Seleccione la velocidad de escritura. Se recomienda que escriba a la menor velocidad posible.
5. Comience el proceso de grabación.
6. Si aparece una ventana para *elegir un nombre de archivo para la imagen del disco*, simplemente elija *Aceptar*.

Escribir la imagen en un DVD en Windows

1. Descargue e instale *Infra Recorder*, un programa de grabación de imagen gratuito de código abierto: <https://infrarecorder.org/> .
2. Inserte un DVD en blanco en la unidad y seleccione *No hacer nada* o *Cancelar* si aparece el diálogo de ejecución automática.
3. Abra *Infra Recorder*, y seleccione el menú *Acciones*, luego *Grabar imagen*.

Escribir la imagen en un DVD en Mac OSX

1. Descargue el archivo .iso
2. Haga clic derecho en el archivo en la ventana *Finder* y seleccione "Grabar en disco" (La opción de grabar en disco solo aparecerá si la máquina tiene un unidad óptica instalada o conectada)

3.3. Probando LinuxCNC

Con el dispositivo de almacenamiento USB conectado o el DVD en la unidad de DVD, apague el ordenador y vuelva a encenderlo. Esto arrancará el ordenador con la imagen *Live/Install* y elija la opción de arranque *Live*.

nota

Si el sistema no se inicia desde el DVD o la memoria USB, podría ser necesario cambiar el orden de arranque en el BIOS de la PC.

Una vez que el ordenador se haya iniciado, puede probar *LinuxCNC* sin instalarlo. No puede crear configuraciones personalizadas o modificar la mayoría de ajustes del sistema en una sesión en vivo, pero puede (y debe) correr el test de latencia.

Para probar *LinuxCNC*: desde el menú *Aplicaciones/CNC*, seleccione *LinuxCNC*. Se abrirá un cuadro de diálogo desde el cual puede elegir una de entre muchas configuraciones de muestra. En este punto, solo tiene sentido elegir una configuración "sim". Algunas de las configuraciones de muestra incluyen en pantalla máquinas simuladas en 3D, busque "Vismach" para verlas.

Para ver si su ordenador es adecuado para la generación de pulsos de pasos por software ejecute la prueba de latencia como se muestra [aquí](#).

Hasta el momento en que se escribió este documento, la imagen en vivo solo esta disponible con el kernel *preempt-rt* y su correspondiente *LinuxCNC*. En algún hardware podría no dar una latencia suficientemente buena. Una versión experimental esta disponible usando el kernel en tiempo real *RTAI* que suele dar una mejor latencia.

3.4. Installing LinuxCNC

Para instalar LinuxCNC desde el LiveCD, seleccione *Instalación (Gráfica)* al arrancar.

3.5. Actualizando LinuxCNC

Con la instalación normal, si tiene conexión a internet, el Administrador de actualizaciones le notificará de las actualizaciones de LinuxCNC y le permitirá actualizar fácilmente sin conocimientos de Linux. Está bien actualizar todo, excepto el sistema operativo, cuando se le pida.



aviso

No actualices el sistema operativo a una nueva versión mayor (upgrade) si se solicita hacerlo. En cambio, debes aceptar las actualizaciones menores de versión (*updates*), especialmente las de seguridad.

3.6. Problemas de instalación

In rare cases you might have to reset the BIOS to default settings if during the Live CD install it cannot recognize the hard drive during the boot up.

3.7. Métodos alternos de instalación

La manera más fácil y preferida de instalar LinuxCNC es usar la imagen Live/Install tal como se ha descrito arriba. Ese método es tan simple y confiable como hemos podido, y es adecuado tanto para usuarios principiantes como para usuarios experimentados. Sin embargo, esto normalmente reemplazará cualquier sistema operativo existente. Si tienes archivos en la PC destino que quieras mantener, entonces usa uno de los métodos descritos en esta sección.

Además, para usuarios experimentados que estén familiarizados con la administración de sistemas Debian (encontrar imágenes de instalación, manipular fuentes apt, cambiar variantes del kernel, etc.), las nuevas instalaciones son compatibles con las siguientes plataformas: ("amd64" significa "64 bits", y no es específico de los procesadores AMD; funcionará en cualquier sistema x86 de 64 bits)

Debian Trixie	amd64 y arm64	preempt-rt	linuxcnc- uspace	machine control & simulation
Debian Trixie	amd64	RTAI	linuxcnc	control de máquina
Distribution	Architecture	Kernel	Package name	Typical use
Debian Bookworm	amd64 y arm64	preempt-rt	linuxcnc-uspace	machine control & simulation
Debian Bookworm	amd64	RTAI	linuxcnc	control de máquina
Debian Bullseye	amd64	preempt-rt	linuxcnc-uspace	machine control & simulation
Cualquiera	Cualquiera	Stock	linuxcnc-uspace	SOLO simulación

nota

LinuxCNC v2.9 no es compatible con Debian 9 o versiones anteriores.

Kernels preempt-RT Los kernels Preempt-rt están disponibles para Debian desde el archivero regular de debian.org. El paquete se llama `linux-image-rt-*`. Simplemente instale el paquete de la misma manera que cualquier otro paquete desde el administrador de paquetes Synaptic o con `apt-get` en la línea de comandos.

Kernels RTAI Los kernels RTAI están disponibles para su descarga desde el archivador linuxcnc.org en linuxcnc.org. Las fuentes de apt son:

- Debian Trixie: `deb http://linuxcnc.org trixie base`
- Debian Bookworm: `deb http://linuxcnc.org bookworm base`
- Debian Bullseye: `deb http://linuxcnc.org bullseye base`
- Debian Buster: `deb http://linuxcnc.org buster base`

LinuxCNC con el kernel RTAI ahora está disponible para sistemas operativos de 64 bits, pero hay unos pocos sistemas sobrevivientes que no pueden correr un sistema operativo de 64 bits.

3.7.1. Installing on Debian Trixie (with Preempt-RT kernel)

1. Install Debian Trixie (Debian 13), amd64 version. You can download the installer here: <https://www.debian.org/distrib/>
2. Después de quemar el iso y arrancar, si no quiere el escritorio Gnome, seleccione *Opciones avanzadas > Entornos de escritorio alternativos* y elija el que le guste. Luego seleccione *Instalar o 'Instalación gráfica'*.

**aviso**

No ingrese una contraseña de root; si lo hace, sudo queda deshabilitado y no podrá completar los siguientes pasos.

3. Ejecute lo siguiente en una [terminal](#) para actualizar la máquina con los paquetes más recientes.

```
sudo apt-get update
sudo apt-get dist-upgrade
```

nota

It is possible to download a version of LinuxCNC directly from Debian (currently version 2.9.4) but a more up-to-date version (2.9.8) can be installed from the LinuxCNC repository.

4. Instale el kernel y los módulos Preempt-RT

```
sudo apt-get install linux-image-rt-amd64
```

5. Reinicie y seleccione el kernel de Linux 6.1.0-10-rt-amd64. La versión exacta del kernel podría ser diferente, observe el sufijo "-rt". Esto podría estar oculto en el submenú "Opciones avanzadas para Debian Bookworm" en Grub. Cuando usted inicie sesión, verifique que el siguiente comando informe PREEMPT RT.
-

```
uname -v
```

6. Abra el menú de Aplicaciones > Sistema > Administrador de Paquetes Synaptic, busque *linux-image* y haga clic derecho en el original no rt y seleccione *Marcar para eliminación completa*. Reinicie. Esto es para forzar al sistema a arrancar desde el kernel RT. Si prefiere retener ambos kernels, no es necesario eliminar los otros, pero se necesitarán cambios de la configuración de arranque de Grub que van más allá del alcance de este documento.
7. Agrega la llave de firma del archivero de LinuxCNC a tu llavero apt descargando [el script de instalación de LinuxCNC](<https://www.linuxcnc.org/linuxcnc-install.sh>). Necesitarás hacer al script ejecutable para correrlo:

```
chmod +x linuxcnc-install.sh
```

Entonces podrás ejecutar el instalador:

```
sudo ./linuxcnc-install.sh
```

3.7.2. Installing on Debian Trixie (with experimental RTAI kernel)

1. This kernel and LinuxCNC version can be installed on top of the Live DVD install, or alternatively on a fresh Install of Debian Trixie 64-bit as described above.
2. Puedes agregar la llave de firma del archivero de LinuxCNC e información del repositorio descargando y ejecutando el script de instalación como se describió arriba. Si se detecta un kernel RTAI se detendrá antes de instalar algún paquete.
3. Actualice la lista de paquetes desde linuxcnc.org

```
sudo apt-get update
```

4. Remove the existing uspace version of LinuxCNC and install the new realtime kernel, RTAI and the RTAI-version of LinuxCNC.

```
sudo apt-get purge linuxcnc-ospace  
sudo apt-get purge linuxcnc-doc*  
sudo apt-get install linuxcnc
```

Reinicia la máquina, asegurándote que el sistema arranque desde el nuevo kernel 5.4.258-rtai.

3.7.3. Instalación en Raspbian 12

No lo hagas. Las latencias son muy malas con el kernel predeterminado; y el kernel PREEMPT_RT (la RT es importante) de Debian no arranca en la Pi (a partir de 1/2024). Por favor refiérase a las imágenes .iso proporcionadas en línea con la [página de descargas de LinuxCNC](#). Puedes crearlas por ti mismo siguiendo los scripts proporcionados [en línea](#).

Capítulo 4

Ejecutando LinuxCNC

4.1. Invocando LinuxCNC

Después de la instalación, LinuxCNC comienza como cualquier otro programa de Linux: ejecútelo desde una [terminal](#) mediante el comando `linuxcnc`, o selecciónelo en el menú *Aplicaciones > CNC*.

4.2. Selector de configuración

Al iniciar LinuxCNC (desde el menú CNC o desde la línea de comandos sin especificar un archivo INI), se inicia el cuadro de diálogo Selector de Configuración.

El diálogo Selector de Configuración permite al usuario elegir una de las configuraciones existentes (Mis Configuraciones) o seleccionar una nueva (Configuraciones de Muestra) para copiarla a su directorio de inicio. Las configuraciones copiadas aparecerá en Mis configuraciones en la próxima invocación del Selector de Configuración.

El selector de configuración ofrece una selección de configuraciones organizada así:

- *Mis configuraciones* - Configuraciones de usuario ubicadas en `linuxcnc/configs` en tu directorio home.
- *Configuraciones de ejemplo* - Estas configuraciones, cuando se seleccionan, se copian en `linuxcnc/configs`. Una vez que copie una configuración a su directorio local, el lanzador lo ofrecerá como *Mis configuraciones*. Los nombres bajo los cuales se presentan dichas configuraciones locales corresponden al de los directorios dentro del directorio `configs/`:
 - *sim* - Configuraciones que incluyen hardware simulado. Pueden ser usadas para probar o aprender cómo funciona LinuxCNC.
 - *by_interface* - Configuraciones organizadas por tipo de GUI.
 - *by_machine* - Configuraciones organizadas por tipo de máquina.
 - *apps* - Aplicaciones que no requieren iniciar `linuxcnc` pero pueden ser útiles para pruebas o aplicaciones como [PyVCP](#) o [GladeVCP](#).
 - *attic* - Configuraciones obsoletas o históricas.

The sim configurations are often the most useful starting point for new users and are organized around supported GUIs:

- *axis* - Keyboard and Mouse GUI
-

- *craftsman* - GUI de pantalla táctil (¿ya no se mantiene?)
- *gmoccap* - Touch Screen GUI
- *gscreen* - Touch Screen GUI
- *pyvcp_demo* - Panel de control virtual Python
- *qtaxis* - Touch Screen GUI, axis lookalike
- *qtdragon* - Touch Screen GUI
- *qtdragon_hd* - Touch Screen GUI, high definition
- *qtplasmac* - Touch Screen GUI, for plasma tables
- *qttouchy* - Touch Screen GUI
- *tklinuxcnc* - GUI de teclado y mouse (ya no se mantiene)
- *touchy* - Touch Screen GUI
- *woodpecker* - Touch Screen GUI

A GUI configuration directory may contain subdirectories with configurations that illustrate special situations or the embedding of other applications.

The *by_interface* configurations are organized around common, supported interfaces like:

- general mechatronics
- mesa
- parport
- pico
- pluto
- servotogo
- vigilant
- vitalsystems

Related hardware may be required to use these configurations as starting points for a system.

The *by_machine* configurations are organized around complete, known systems like:

- boss
- cooltool
- scortbot erIII
- sherline
- smithy
- tormach

A complete system may be required to use these configurations.

Las *apps* típicas son cualquiera de:

1. Utilerías que no requieren iniciar linuxcnc
-

2. Demostraciones de aplicaciones que pueden usarse con linuxcnc

- info - Crea un archivo con información del sistema que puede ser útil para diagnóstico de problemas.
- gladevcp - Example GladeVCP applications.
- halrun - Starts halrun in an [terminal](#).
- latency - Applications to investigate latency
 - latency-histogram-1 - histogram for single servo thread
 - latency-histogram - histogram
 - latency-test - standard test
 - latency-plot - stripchart
- parport - Applications to test parport.
- pyvcp - Example pyvcp applications.
- xhc-hb04 - Applications to test an xhc-hb04 USB wireless MPG

nota

Under the Apps directory, only applications that are usefully modified by the user are offered for copying to the user's directory.

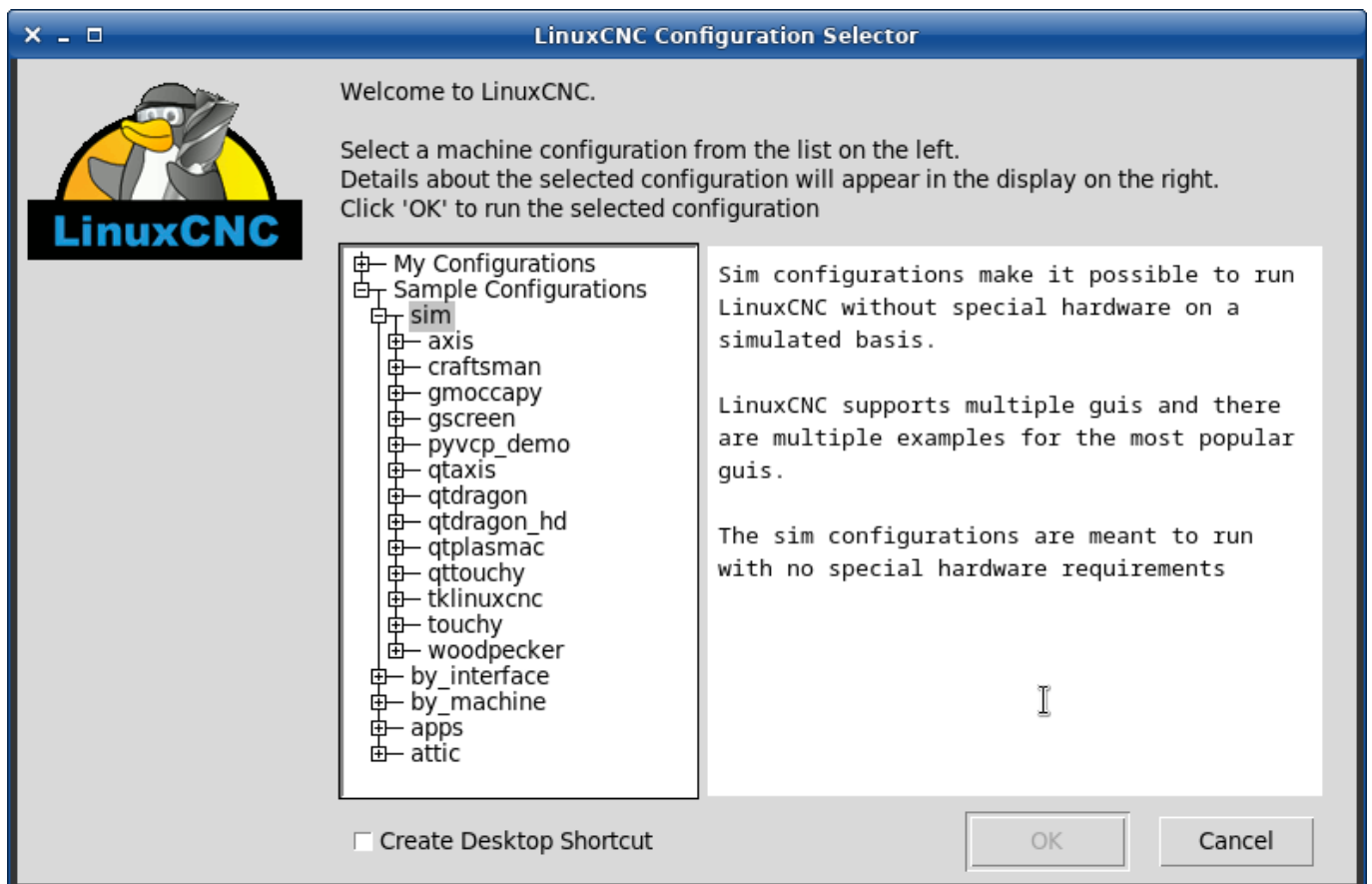


Figura 4.1: Selector de configuración de LinuxCNC

Click any of the listed configurations to display specific information about it. Double-click a configuration or click OK to start the configuration.

Select *Create Desktop Shortcut* and then click *OK* to add an icon on the Ubuntu desktop to directly launch this configuration without showing the Configuration Selector screen.

When you select a configuration from the Sample Configurations section, it will automatically place a copy of that config in the `~/linuxcnc/configs` directory.

4.3. Next steps in configuration

After finding the sample configuration that uses the same interface hardware as your machine (or a simulator configuration), and saving a copy to your home directory, you can customize it according to the details of your machine. Refer to the Integrator Manual for topics on configuration.

4.4. Simulator Configurations

All configurations listed under Sample Configurations/sim are intended to run on any computer. No specific hardware is required and real-time support is not needed.

These configurations are useful for studying individual capabilities or options. The sim configurations are organized according to the graphical user interface used in the demonstration. The directory for axis contains the most choices and subdirectories because it is the most tested GUI. The capabilities demonstrated with any specific GUI may be available in other GUIs as well.

4.5. Configuration Resources

The Configuration Selector copies all files needed for a configuration to a new subdirectory of `~/linuxcnc/configs` (equivalently: `/home/username/linuxcnc/configs`). Each created directory will include at least one INI file (`iniflename.ini`) that is used to describe a specific configuration.

4.5.1. When the copy happens

For the following cases the Configuration Selector copies the chosen sample configuration to `~/linuxcnc/configs`:

- **Package install (deb, rpm, distro packages):** sample configurations live under a system path and are not writable.
- **The file is not in the directory tree of CONFIG_DIR** (environmental variable)
- **The file is in a directory included in LINUXCNC_AUX_EXAMPLES** (environmental variable)

For **Run-In-Place (RIP) builds** the source tree is normally writable by the user who built it, so the selector runs the configuration directly from the source tree without copying. Edits made through the configuration apply to the files in the RIP tree.

4.5.2. Forcing a copy from a RIP build

To test the copy-and-run path from a RIP build (or to keep a personal copy of a sample configuration outside the source tree), set the `debug_pickconfig` environment variable before launching LinuxCNC:

```
debug_pickconfig=1 linuxcnc
```

With this set, the selector copies the chosen sample configuration to `~/linuxcnc/configs` even though the RIP source tree is writable.

File resources within the copied directory will typically include one or more INI file (filename.ini) for related configurations and a tool table file (toolfilename.tbl). Additionally, resources may include HAL files (filename.hal, filename.tcl), a README file for describing the directory, and configuration specific information in a text file named after a specific configuration (inifilename.txt). That latter two files are displayed when using the Configuration Selector.

The supplied sample configurations may specify the parameter HALFILE (filename.hal) in the configuration INI file that are not present in the copied directory because they are found in the system HAL file library. These files can be copied to the user configuration directory and altered as required by the user for modification or test. Since the user configuration directory is searched first when finding HAL files, local modifications will then prevail.

The Configuration selector makes a symbolic link in the user configuration directory (named hallib) that points to the system HAL file library. This link simplifies copying a library file. For example, to copy the library `core_sim.hal` file in order to make local modifications:

```
cd ~/linuxcnc/configs/name_of_configuration
cp hallib/core_sim.hal core_sim.hal
```

Capítulo 5

Actualizando LinuxCNC

Updating LinuxCNC to a new minor release (ie to a new version in the same stable series, for example from 2.9.7 to 2.9.8) is an automatic process if your PC is connected to the internet. You will see an update prompt after a minor release along with other software updates. If you don't have an internet connection to your PC see [Updating without Network](#).

5.1. Upgrade to the new version

Esta sección describe cómo actualizar LinuxCNC de la versión 2.8.x a la nueva versión 2.9.y. Se supone que tiene una instalación 2.8 existente que quiere actualizar.

To upgrade LinuxCNC from a version older than 2.8, you have to first [upgrade your old install to 2.8](#), then follow these instructions to upgrade to the new version.

If you do not have an old version of LinuxCNC to upgrade, then you're best off making a fresh install of the new version as described in the section [Getting LinuxCNC](#).

Furthermore, if you are running Ubuntu Precise, Debian Wheezy or Debian Buster it is well worth considering making a backup of the "linuxcnc" directory on removable media and performing a [clean install of a newer OS and LinuxCNC version](#) as these releases were EOL in 2017, 2018 and 2022 respectively. If you are running on Ubuntu Lucid then you will have to do this, as Lucid is no longer supported by LinuxCNC (it was EOL in 2013).

To upgrade major versions like 2.8 to 2.9 when you have a network connection at the machine you need to disable the old linuxcnc.org apt sources in the file /etc/apt/sources.list and add a new linuxcnc.org apt source for 2.9, then upgrade LinuxCNC.

The details will depend on which platform you're running on. Open a [terminal](#) then type `lsb_release -ic` to find this information out:

```
lsb_release -ic
Distributor ID: Debian
Codename:      Trixie
```

You should be running on Debian Bullseye, Bookworm or Trixie or Ubuntu 20.04 "Focal Fossa" or newer. LinuxCNC 2.9.y will not run on older distributions than these.

You will also need to check which realtime kernel is being used:

```
uname -r
6.1.0-10-rt-amd64
```

Si ve (como arriba) `-rt-` en el nombre del kernel, entonces está ejecutando el `preempt-rt` kernel y debería instalar la versión "uspace" de LinuxCNC. También debe instalar `uspace` para configuraciones "sim" en kernels que no son en tiempo real.

Si ve `-rtai-` en el nombre del kernel entonces está ejecutando RTAI tiempo real. Consulte a continuación la versión de LinuxCNC a instalar. Los paquetes RTAI están disponibles para Bookworm y Buster pero no actualmente para Bullseye.

5.1.1. Configuración de fuentes apt

- Abra la ventana Fuentes de software. El proceso para hacer esto se diferencia ligeramente en las tres plataformas soportadas:
 - Debian:
 - Haga clic en Menú de aplicaciones, luego en Sistema, luego en Administrador de paquetes Synaptic.
 - In Synaptic, click on the Settings menu, then click Repositories to open the Software Sources window.
 - Ubuntu Precise:
 - Click on the Dash Home icon in the top left.
 - In the Search field, type "software", then click on the Ubuntu Software Center icon.
 - In the Ubuntu Software Center window, click on the Edit menu, then click on Software Sources... to open the Software Sources window.
 - Ubuntu Lucid:
 - Click the System menu, then Administration, then Synaptic Package Manager.
 - In Synaptic, click on the Settings menu, then click on Repositories to open the Software Sources window.
- In the Software Sources window, select the Other Software tab.
- Delete or un-check all the old linuxcnc.org entries (leave all non-linuxcnc.org lines as they are).
- Click the Add button and add a new apt line. The line will be slightly different on the different platforms:

Cuadro 5.1: Tabla resumen de las variantes de sistema operativo y su configuración de repositorio correspondiente. La configuración puede realizarse en la GUI del administrador de paquetes o en el archivo `/etc/apt/sources.list`.

SO / Versión tiempo real	Repositorio
Debian Bullseye - preempt	deb https://linuxcnc.org bullseye base 2.9-uspace
Debian Bookworm - preempt	deb https://linuxcnc.org bookworm base 2.9-uspace
Debian Bookworm - RTAI	deb https://linuxcnc.org bookworm base 2.9-rt
Debian Trixie - preempt	deb https://linuxcnc.org trixie base 2.9-uspace
Debian Trixie - RTAI	deb https://linuxcnc.org trixie base 2.9-rt



Figura 5.1: Captura de pantalla de una configuración de repositorio con el administrador de paquetes Synaptic.

- Click Add Source, then Close in the Software Sources window. If it pops up a window informing you that the information about available software is out-of-date, click the Reload button.

5.1.2. Upgrading to the new version

Ahora su computadora sabe dónde obtener la nueva versión del software. A continuación tenemos que instalarlo.

The process again differs depending on your platform.

5.1.2.1. Debian Bullseye, Bookworm and Trixie

Debian uses the Synaptic Package Manager.

- Open Synaptic using the instructions in [Setting apt sources](#) above.
- Click the Reload button.
- Use the Search function to search for `linuxcnc`.
- The package is called "linuxcnc" for RTAI kernels and "linuxcnc-uspace" for preempt-rt.
- Haga clic en la casilla de verificación para marcar los paquetes `linuxcnc` y `linuxcnc-doc-*` para actualización. El administrador de paquetes puede seleccionar un número de paquetes adicionales que también se instalarán, para satisfacer las dependencias que tiene el nuevo paquete `linuxcnc`.
- Haga clic en el botón Aplicar y deje que su computadora instale el nuevo paquete. El viejo paquete `linuxcnc` se actualizará automáticamente al nuevo.

5.1.3. Ubuntu

- Click on the Dash Home icon in the top left.
- In the Search field, type "update", then click on the Update Manager icon.
- Click the Check button to fetch the list of packages available.
- Click the Install Updates button to install the new versions of all packages.

5.2. Updating without Network

Para actualizar sin una conexión de red, necesita descargar un paquete `.deb` y luego instalarlo con `dpkg`. Los `.deb` se pueden encontrar en <https://linuxcnc.org/dists/>.

Tiene que profundizar en el enlace anterior para encontrar el `deb` correcto para su instalación. Abra una [terminal](#) y escriba `lsb_release -ic` para encontrar el nombre de su sistema operativo.

```
> lsb_release -ic
Distributor ID: Debian
Codename:      trixie
```

Pick the OS from the list then pick the major version you want like `2.9-rt` for RTAI or `2.9-uspace` for preempt-rt.

Next pick the type of computer you have: `binary-amd64` for 64-bit PC or `binary-arm64` (64bit) for Raspberry Pi.

Next pick the version you want from the bottom of the list like `linuxcnc-uspace_2.9.8_amd64.deb` (choose the latest by date). Download the `deb` and copy it to your home directory. You can rename the file to something a bit shorter with the file manager like `linuxcnc_2.9.8.deb` then open a terminal and install it with the package manager with this command:

```
sudo dpkg -i linuxcnc_2.9.8.deb
```

5.3. Updating Configuration Files for 2.9

5.3.1. Manejo estricto de intérpretes enchufables

Si sólo ejecutas código G normal y no sabes qué es un intérprete enchufable entonces esta sección no te afecta.

Una prestación de LinuxCNC que se usa rara vez es el soporte de intérpretes enchufables, controlados por la configuración INI no documentada [TASK]INTERPRETER.

Versiones de LinuxCNC anteriores a 2.9.0 manejaban una configuración incorrecta de [TASK]INTERPRETER que caía en automático de vuelta al uso del intérprete de código G predeterminado.

Desde 2.9.0, un valor incorrecto de [TASK]INTERPRETER provocará que LinuxCNC se niegue a arrancar. La situación se arregla eliminando dicha configuración del archivo INI, para que LinuxCNC use el intérprete de código G predeterminado.

5.3.2. Canterp

Si sólo ejecutas código G normal y no usas el intérprete enchufable canterp entonces esta sección no te afecta.

En el extremadamente improbable evento de usar canterp, debes saber que el módulo has sido movido de /usr/lib/libcanterp.so a /usr/lib/linuxcnc/canterp.so, y por lo tanto se necesita modificar la configuración correspondiente [TASK]INTERPRETER de libcanterp.so a canterp.so.

5.3.3. Spindle limits in the INI

Ahora es posible agregar configuraciones a la sección [SPINDLE] del archivo INI

MAX_FORWARD_VELOCITY = 20000 La velocidad máxima del husillo (en rpm)

MIN_FORWARD_VELOCITY = 3000 La velocidad de husillo mínima (en rpm)

MAX_REVERSE_VELOCITY = 20000 This setting will default to MAX_FORWARD_VELOCITY if omitted.

MIN_REVERSE_VELOCITY = 3000 This setting is equivalent to MIN_FORWARD_VELOCITY but for reverse spindle rotation. It will default to the MIN_FORWARD_VELOCITY if omitted.

INCREMENT = 200 Sets the step size for spindle speed increment / decrement commands. This can have a different value for each spindle. This setting is effective with AXIS and Touchy but note that some control screens may handle things differently.

HOME_SEARCH_VELOCITY = 100 - Accepted but currently does nothing

HOME_SEQUENCE = 0 - Accepted but currently does nothing

5.4. Updating Configuration Files for 2.10.y

Touchy: las entradas de Touchy MACRO ahora deben ser colocadas en la sección [MACROS] de INI, en vez de la sección [TOUCHY]. Esto es parte de un proceso de encomunar las configuraciones INI entre GUIs.

5.5. New HAL components

5.5.1. Non-Realtime

mdro mqtt-publisher pi500_vfd pmx485-test qtplasmac-cfg2prefs qtplasmac-materials qtplasmac-plasmac2 qtplasmac-setup sim-torch svd-ps_vfd

5.5.2. En tiempo real

anglejog div2 enum filter_kalman flipflop homecomp limit_axis mesa_uart millturn scaled_s32_sums tof ton

5.6. New Drivers

A framework for controlling ModBus devices using the serial ports on many Mesa cards has been introduced. http://linuxcnc.org/docs/2.9/html/drivers/mesa_modbus.html

A new GPIO driver for any GPIO which is supported by the gpiod library is now included: http://linuxcnc.org/docs/2.9/html/drivers/hal_gpio.html

Capítulo 6

Glosario

Una lista de términos y su significado. Algunos términos tienen un significado general y varios significados adicionales para usuarios, instaladores y desarrolladores.

Tornillo Acme

Un tipo de tornillo de avance que tiene el roscado en forma Acme. Las roscas Acme tienen un poco menos de fricción y desgaste que los roscados triangulares, pero los husillos de bolas tienen aún menos. La mayoría de las herramientas de máquina manuales tienen tornillos de avance Acme.

Eje

Una de las partes movibles controladas por computadora de la máquina. Para una típica fresadora vertical, la mesa es el eje X, el carro transversal es el eje Y, y la rodilla o caña es el eje Z. Los ejes angulares como en mesas giratorias son referidos como A, B y C. Los ejes lineales adicionales con relación a la herramienta se denominan U, V y W respectivamente.

AXIS (GUI)

Una de las interfaces gráficas de usuario disponibles para los usuarios de LinuxCNC. Cuenta con uso de menús y botones de ratón a la vez que automatiza y oculta algunos de los controles más tradicionales de LinuxCNC. Es la única interfaz de código abierto que muestra completamente la ruta de la herramienta tan pronto como se abre un archivo.

GMOCCAPY (GUI)

Una interfaz gráfica de usuario disponible para los usuarios de LinuxCNC. Cuenta con el aspecto y sensación de un control industrial y puede usarse con pantalla táctil, teclado y mouse. Admite pestañas incrustadas y mensajes al usuario controlados mediante HAL, ofrece bastantes estados HAL para controlarse con el hardware. GMOCCAPY es muy personalizable.

Holgura mecánica

La cantidad de "juego" o movimiento perdido que ocurre en un cambio de dirección en un tornillo de avance, o en otros sistemas de conducción de movimiento mecánico. Puede ser el resultado de tuercas aflojadas en tornillos de avance, deslizamiento de bandas, fatiga de cable, desgaste en acoplamientos giratorios, y otras piezas donde el sistema mecánico no está "apretado". La holgura mecánica provocará movimientos imprecisos, o en el caso de movimiento causado por fuerzas externas (piensa en una herramienta de corte jalando la pieza de trabajo) resultará en rotura de herramientas de corte debido al incremento repentino de viruta en el cortador cuando jala la pieza de trabajo a lo largo de la distancia de holgura.

Compensación de holgura mecánica

Cualquier técnica que intente reducir el efecto de holgura mecánica sin eliminarla de hecho del sistema mecánico. Esto se hace típicamente con software en el controlador. Esto puede corregir el lugar final de descanso de la parte en movimiento, pero no servirá para resolver problemas relacionados con cambios de dirección al estar en movimiento (piensa en interpolación circular),

ni para resolver movimiento provocado por fuerzas externas (piensa en una herramienta de corte jalando la pieza de trabajo).

Tornillo de bolas

Un tipo de tornillo de avance que usa pequeñas bolas de acero endurecido entre la tuerca y el tornillo para reducir la fricción. Los tornillos de bolas tienen fricción y holgura mecánica muy bajos, pero son normalmente muy costosos.

Tuerca de bolas

Una tuerca especial diseñada para usarse con tornillo de bolas. Contiene un pasaje interno para recircular la bolas de un lado a otro del tornillo.

CNC

Control numérico por computadora. El término general se usa para referirse al control computarizado de maquinaria. En lugar de que un operador humano dé vueltas a una manivela para mover una herramienta de corte, CNC usa una computadora y motores para mover la herramienta, con base en un programa de parte.

Halcompile

Una herramienta para construir, compilar e instalar componentes HAL de LinuxCNC.

Configuración (sustantivo)

Un directorio que contiene un conjunto de archivos de configuración. Las configuraciones personalizadas se guardan normalmente en el directorio del usuario `home/linuxcnc/configs`. Los archivos incluyen a los tradicionales de LinuxCNC INI y HAL. Una configuración también puede contener varios archivos generales que describan herramientas, parámetros y conexiones NML.

Configuración (verbo)

La acción de configurar LinuxCNC, de tal manera que coincida con el hardware en una máquina herramienta.

Máquina de medición por coordenadas

Una máquina de medición por coordenadas se usa para realizar varias mediciones precisas en partes. Estas máquinas pueden usarse para crear datos CAD de partes de las que no se encuentran sus diagramas, o para digitalizar para moldear un prototipo hecho a mano, o para verificar la precisión de partes maquinadas o moldeadas.

Unidades de visualización

Las unidades lineales y angulares usadas para mostrarse en pantalla.

DRO

Un lector digital (Digital Read Out) es un sistema de dispositivos de medición de posición anexos a las guías de una máquina herramienta, el cual está conectado a una pantalla numérica que muestra la posición actual de la herramienta con respecto a un punto de referencia. Los DROs son muy populares en máquinas herramientas operadas a mano porque miden la verdadera posición de la herramienta sin holgura mecánica, incluso si la máquina tiene tornillos Acme aflojados. Algunos DROs usan codificadores lineales de cuadratura para recolectar información de posición desde la máquina, y algunos usan métodos similares a un solucionador, los cuáles aún siguen en funcionamiento.

EDM

Es un método para quitar material de metales duros o difíciles de maquinar, o donde las herramientas rotatorias no puedan crear la forma deseada con una buena relación costo-beneficio. Un excelente ejemplo son las matrices rectangulares, donde son deseables las esquinas interiores afiladas, que no se pueden lograr con fresado por el límite del diámetro de la herramienta. Una máquina EDM de *hilo* puede crear esquinas interiores con un radio tan solo un poco más grande que el radio del alambre. Una EDM *penetradora* puede hacer esquinas interiores con un radio poco más grande que el radio de la esquina del electrodo inmerso.

EMC

El Controlador de Máquina Mejorado. Inicialmente un proyecto de NIST. Renombrado a LinuxCNC en 2012.

EMCIO

El módulo dentro de LinuxCNC que maneja las E/S de propósito general, no se relaciona con el movimiento real de los ejes.

EMCMOT

El módulo dentro de LinuxCNC que maneja el movimiento real de la herramienta de corte. Se ejecuta como un programa en tiempo real y controla directamente los motores.

Codificador

Un dispositivo para medir posición. Normalmente un dispositivo opto-mecánico, del cual sale una señal en cuadratura. La señal puede contarse con hardware especial, o directamente con el puerto paralelo con LinuxCNC.

Alimentación

Movimiento controlado y relativamente lento de la herramienta en uso al hacer un corte.

Velocidad de alimentación

La velocidad a la que ocurre el movimiento de corte. En modo automático o MDI, la velocidad de alimentación es comandada con una palabra F. F10 significa diez unidades de máquina por minuto.

Retroalimentación

Un método (p. ej. señales de un codificador en cuadratura) por el cual LinuxCNC recibe información sobre la posición de los motores.

Porcentaje de alimentación

Un cambio manual controlado por el operador en la velocidad a la que se mueve la herramienta durante el corte. A menudo usado para permitirle al operador ajustar herramientas que están algo aburridas, o cualquier otra que requiera que se "ajuste" la velocidad de alimentación.

Número de punto flotante

Un número que tiene un punto decimal. (12.300) En HAL se le conoce como float.

Códigos G

El término general usado para referirse a la parte más común de lenguaje de programación. Existen diversos dialectos de código G, LinuxCNC usa RS274/NGC.

GUI

Interfaz gráfica de usuario.

En general

Un tipo de interfaz que permite comunicaciones entre una computadora y un humano (en la mayoría de los casos) mediante la manipulación de iconos y otros elementos (widgets) en una pantalla de computadora.

LinuxCNC

Una aplicación que presenta una pantalla gráfica al operador de una máquina permitiendo la manipulación de la máquina y del correspondiente programa controlador.

HAL

Capa de Abstracción de Hardware. Al más alto nivel, es simplemente una manera de permitir que una serie de bloques de construcción sean cargados e interconectados para ensamblar un sistema complejo. Muchos de los bloques de construcción son controladores de dispositivos de hardware. Sin embargo, HAL puede hacer más que solo configurar controladores de hardware.

Casa

Una ubicación específica en el espacio de trabajo de la máquina que se usa para asegurar que tanto la computadora como la máquina real estén de acuerdo en la posición de la herramienta.

Archivo INI

Un archivo de texto que contiene la mayoría de la información que configura LinuxCNC para una máquina en particular.

Instancia

Uno puede tener una instancia de una clase o de un objeto particular. La instancia es el objeto real creado en tiempo de ejecución. En la jerga de programación, el objeto "Lassie" es una instancia de la clase "Perro".

Coordenadas de articulación

Especifican los ángulos entre la articulaciones individuales de la máquina. Ver también Cinemática

Trote

Movimiento manual de un eje de la máquina. Trotar mueve el eje ya sea una cantidad fija por cada pulsación de tecla, o a una velocidad constante mientras se mantenga presionada la tecla. En modo manual, la velocidad de trote puede especificarse desde la interfaz gráfica.

espacio de kernel

Código ejecutándose dentro del kernel, lo opuesto a código ejecutándose en el espacio de usuario. Algunos sistemas en tiempo real (como RTAI) corren código en tiempo real en el kernel y código en tiempo no-real en el espacio de usuario, mientras que otros sistemas (como Preempt-RT) corren códigos tanto en tiempo real como en tiempo no-real en el espacio de usuario.

Cinemática

La relación de posición entre las coordenadas mundiales y las coordenadas de la articulación de una máquina. Hay dos tipos de cinemáticas. Las cinemáticas directas se usan para calcular las coordenadas mundiales desde las coordenadas de la articulación. La cinemáticas inversas se usan exactamente para el propósito opuesto. Considere que las cinemáticas no toman en cuenta las fuerzas, momentos, etc. en la máquina. Sólo es para posicionamiento.

Tornillo de avance

Un tornillo que es girado por un motor para mover una mesa u otra parte de una máquina. Los tornillos de avance son comúnmente tornillos de bolas o tornillos Acme; aunque también se pueden usar tornillos convencionales de cuerda triangular cuando la precisión y su tiempo de vida no son tan importantes como el bajo costo.

Unidades de máquina

Las unidades lineares y angulares usadas para la configuración de la máquina. Estas unidades se especifican y usan en el archivo INI. Los pines HAL y parámetros también son generalmente en unidades de máquina.

MDI

Entrada de Datos Manual. Es un modo de operación donde el controlador ejecuta líneas individuales de código G al ser tecleadas por el operador.

NIST

Instituto Nacional de Estándares y Tecnología. Una agencia del Departamento de Comercio en los Estados Unidos.

NML

El Lenguaje de Mensaje Neutral proporciona un mecanismo para manejar distintos tipos de mensajes en el mismo búfer, así como una simplificación de la interfaz para codificar y decodificar búfers en un formato neutral y el mecanismo de configuración.

Offsets

Una cantidad arbitraria agregada al valor de algo para igualarlo a un valor deseado. Por ejemplo, los programas en código G a menudo se escriben alrededor de un punto conveniente, como X0, Y0. Se pueden usar offsets de fijación para alterar el punto de ejecución actual de ese programa en código G para ajustar la verdadera ubicación de la prensa y mordaza. Los offsets de herramienta pueden usarse para cambiar la longitud "incorrecta" de una herramienta para igualarla con su longitud real.

Programa de parte

Una descripción de una parte, en un lenguaje que el controlador pueda entender. Para LinuxCNC ese lenguaje es RS274/NGC, comúnmente conocido como código G.

Unidades de programa

Las unidades lineares y angulares usadas en un programa de parte. Las unidades de programa lineares no necesariamente tienen que ser las mismas que las unidades lineares de máquina. Ver G20 y G21 para más información. Las unidades angulares de programa siempre se expresan en grados.

Python

Lenguaje de programación de propósito general de muy alto nivel. Usado en LinuxCNC para la GUI Axis, para la herramienta de configuración StepConf y para varios scripts de programación en código G.

Movimiento rápido

Movimiento de la herramienta rápido y posiblemente menos preciso. Usado comúnmente para movimientos entre cortes. Si la herramienta topa con la pieza de trabajo o la fijación durante un movimiento rápido, probablemente ¡será algo malo!

Velocidad rápida

La velocidad a la cual ocurre un movimiento rápido. En modo automático o MDI, la velocidad rápida es normalmente la velocidad máxima de la máquina. A menudo es deseable limitar la velocidad rápida cuando se prueba por primera vez un programa en código G.

Tiempo real

Software destinado a alcanzar tiempos límite sumamente estrictos. En Linux, con tal de cumplir con esa exigencia, es necesario instalar un kernel en tiempo real como RTAI o Preempt-RT, y compilar el software de LinuxCNC para ejecutarse en ese ambiente especial de tiempo real. Un software en tiempo real puede ejecutarse en el kernel o en el espacio de usuario, dependiendo de las facilidades que ofrezca el sistema.

RTAI

Interfaz de Aplicación en Tiempo Real, ver <https://www.rtai.org/>, las extensiones de tiempo real para Linux que puede usar LinuxCNC para alcanzar desempeño de tiempo real.

RTLINUX

Ver <https://es.wikipedia.org/wiki/RTLinux>, una extensión antigua de tiempo real para Linux que LinuxCNC solía usar para alcanzar desempeño de tiempo real. Obsoleta, reemplazada por RTAI.

RTAPI

Una interfaz portable para sistemas operativos en tiempo real incluyendo pthreads de RTAI y POSIX con extensiones de tiempo real.

RS-274/NGC

El nombre formal para el lenguaje usado en programas de parte de LinuxCNC.

Servo motor

En general, cualquier motor que se use con retroalimentación de detección de errores para corregir la posición de un actuador. También, un motor especialmente diseñado para brindar desempeño mejorado en tales aplicaciones.

Bucle de servo

Un bucle de control usado para control de posición o velocidad de un motor equipado con un dispositivo de retroalimentación.

Número entero con signo

Un número entero que puede tener signo positivo o negativo. En HAL es normalmente un [s32](#), pero también podría ser [s64](#).

Husillo

La parte de una máquina herramienta que gira para hacer el corte. En una fresadora, el husillo sostiene la herramienta de corte. En un torno, el husillo sostiene la pieza de trabajo.

Porcentaje de velocidad del husillo

Un cambio manual controlado por el operador en la velocidad a la que gira la herramienta durante el corte. A menudo usado para permitir al operador ajustar la vibración causada por los dientes del cortador. El porcentaje de velocidad manual del husillo al que se ha configurado LinuxCNC para controlar la velocidad del husillo.

StepConf

Un asistente de configuración de LinuxCNC. Es capaz de manejar diversas máquinas basadas en comandos de movimiento por paso y dirección. Escribe una configuración completa después de que el usuario contesta algunas preguntas acerca de la computadora y la máquina donde correrá LinuxCNC.

Motor a pasos

Un tipo de motor que gira a pasos fijos. Contando los pasos, es posible determinar cuánto ha girado el motor. Si la carga excede la capacidad de torque del motor, se saltarán uno o más pasos, provocando errores de posición.

TASK

El módulo dentro de LinuxCNC que coordina la ejecución en general e interpreta el programa de parte.

Tcl/Tk

Un lenguaje de secuencias de comandos y conjunto de herramientas de widgets gráficos con el que se han escrito diversos GUIs y asistentes de selección de LinuxCNC.

Atravesar

Un movimiento en línea recta desde el punto inicial hasta el punto final.

Unidades

Ver "Unidades de máquina", "Unidades de visualización" o "Unidades de programa".

Entero sin signo

Un número entero que no tiene signo. En HAL es normalmente un [u32](#) pero también podría ser un [u64](#).

Coordenadas mundiales

Es el marco de referencia absoluto. Da coordenadas en términos de un marco de referencia fijo ligado a un punto (generalmente la base) de una máquina herramienta.

Capítulo 7

Sección legal

Las traducciones de este archivo proporcionadas en el árbol de código fuente no son legalmente vinculantes.

7.1. Términos de derechos de autor

Copyright (c) 2000-2022 LinuxCNC.org

Se otorga permiso para copiar, distribuir y/o modificar este documento bajo los términos de la Licencia de Documentación Libre GNU, versión 1.1 o cualquier versión posterior publicada por la Fundación de Software Libre; sin secciones invariantes, sin textos en la portada frontal y sin textos en la contraportada. Se incluye una copia de la licencia en la sección titulada "Licencia de Documentación Libre GNU".

7.2. Licencia GNU de Documentation Libre

Licencia de Documentación Libre GNU Versión 1.1, Marzo 2000

Derechos de autor © 2000 Free Software Foundation, Inc. 51 Franklin Street, Fifth Floor, Boston, MA 02110-1301 USA. Todos están permitidos para copiar y distribuir copias físicas de este documento licencia, pero no esta permitido modificarlo.

0. PREÁMBULO

El propósito de esta licencia es hacer a un manual, libro de texto u otro documento escrito "libre" en el sentido de libertad: garantizar a todos la libertad efectiva para copiarlo y redistribuirlo, modificándolo o no, ya sea comercialmente o no. Secundariamente, La Licencia preserva para el autor y el editor un forma de obtener crédito por su obra, mientras no se le considere responsable por las modificaciones hechas por otros.

Esta Licencia es un tipo de "izquierdo de copia", lo cual significa que las obras derivadas del documento deben por si mismos ser libres en el mismo sentido. Complementa la Licencia GNU de Público General, la cual es una licencia de izquierdo de copia diseñada para software libre.

Hemos diseñado esta Licencia con el fin de usarla para manuales de software libre, por que el software libre necesita documentación libre: un programa libre debe venir con manuales que proporcionen las mismas libertades de las que goza el software. Pero esta Licencia no esta limitada a manuales de software; puede ser usada para cualquier obra en texto, independientemente del tema o de si es publicado como libro impreso. Recomendamos esta Licencia principalmente para obras cuyo propósito es la instrucción o la referencia.

1. APLICABILIDAD Y DEFINICIONES

Esta Licencia aplica a cualquier manual u otra obra que contenga un aviso del titular de los derechos de autor manifestando que puede ser distribuido bajo los términos de esta Licencia. El "Documento", a continuación, se refiere a cualquier manual u obra del tipo. Cualquier miembro del público es un licenciante, y es referido como "usted".

Una "Versión modificada" del Documento se refiere a cualquier obra que contenga el Documento o una porción de él, ya sea copia literal o con modificaciones y/o traducciones a otro idioma.

Una "Sección secundaria" es un apéndice con nombre o una sección de tema principal del Documento que trata exclusivamente con la relación entre el editor o autores del Documento con el tema general del Documento (o con materias relacionadas) y contiene nada que pudiera caer directamente dentro del tema general. Por ejemplo, si el Documento es en parte un libro de texto de matemáticas, una Sección secundaria no puede explicar algo de matemáticas. La relación puede ser una conexión histórica con el tema o con materias relacionadas, o de posición legal, comercial, filosófica, ética o política con respecto a ellas.

Las "Secciones invariantes" son ciertas Secciones secundarias cuyos títulos están designados como ser de Secciones invariantes en el aviso que manifiesta que el Documento esta liberado bajo esta Licencia.

Los "Textos de portada" son ciertos pasajes cortos de texto enlistados como textos de portada o de contraportada en el aviso que manifiesta que el Documento esta liberado bajo esta Licencia.

Una copia "Transparente" del Documento se refiere a una copia legible por una máquina, representada en un formato cuya especificación esta disponible para el público en general, cuyo contenido puede ser visto y editado directamente con editores de texto genéricos o (para imágenes compuesta por pixeles) programas de pintura genéricos o (para dibujos) algún editor de dibujo ampliamente disponible, y que es adecuado para entrar en formateadores de texto o para traducción automática a una variedad de formatos adecuados para entrar en formateadores de texto. Una copia hecha en un formato de archivo contrario a uno Transparente cuyo marcado ha sido diseñado para frustrar o desalentar modificaciones subsecuentes por los lectores no es Transparente. A una copia que no es "Transparente" se le denomina "Opaca".

Ejemplos de formatos adecuados para copias Transparentes incluyen ASCII plano sin marcado, formato de entrada Textinfo, formatos de entrada LaTeX, SGML o XML usando un DTD disponible públicamente, y HTML simple conforme a estándar designado para modificación humana. Los formatos opacos incluyen PostScript, PDF, formatos propietarios que solo pueden ser leídos y editados por procesadores de palabras propietarios, SGML o XML para el cual el DTD y/o las herramientas de proceso no están generalmente disponibles, y el HTML generado por máquina producido por algún procesador de palabras de propósito único de salida.

La "Página de título" se refiere, para un libro impreso, a la página del título en sí, además de las páginas siguientes las cuales son necesarias para contener legiblemente, el material que esta Licencia requiere que aparezca en el título de la página. Para obras en formatos que no tengan una página de título como tal, "Página de título" se refiere al texto cerca de la aparición más prominente del título de la obra, precediendo el comienzo del cuerpo del texto.

2. COPIA LITERAL

Puede copiar o distribuir el Documento por cualquier medio, ya sea comercial o no, siempre que esta Licencia, el aviso de derechos de autor y el aviso de la licencia que manifiesta que esta Licencia aplica a todo el Documento, estén reproducidos en todas las copias, y que usted no agregue cualquier otra condición a las de esta Licencia. Usted no puede tomar medidas técnicas para obstruir o controlar la lectura o copia posterior de las copias que haga o distribuya. No obstante, puede aceptar compensación a cambio de copias. Si usted distribuye una cantidad suficientemente grande de copias, debe también cumplir la condiciones de la sección 3.

También puede prestar copias, bajo las mismas condiciones citadas arriba, y puede mostrar copias públicamente.

3. COPIA EN CANTIDAD

Si usted publica copias impresas del Documento en cantidad superior a 100, y el aviso de licencia del Documento requiere Texto de portada, usted debe cubrir las copias con cubiertas que contengan clara y legiblemente, todos estos Textos de portada: Textos de portada frontal en la cubierta frontal y Textos de contraportada en la cubierta trasera. Ambas cubiertas también deben clara y legiblemente identificarlo a usted como el editor de dichas copias. La cubierta frontal debe presentar el título completo con todas sus palabras igualmente prominentes y visibles. Usted puede agregar otro material en las cubiertas en adición. Copias con cambios limitados a las cubiertas pueden ser tratadas como copias literales en otros aspectos mientras conserven el título del Documento y satisfagan estas condiciones.

Si los textos obligatorios para cualquier cubierta son demasiado voluminosos para caber legiblemente, usted debe colocar los primeros enlistados (tantos como quepan razonablemente) en la cubierta actual, y continuar con el resto dentro de las páginas adyacentes.

Si usted publica o distribuye copias Opacas del Documento en cantidad mayor a 100, usted debe incluir una copia Transparente legible para una máquina junto con cada copia Opaca, o declarar dentro o con cada copia Opaca una ubicación de computadora-red accesible públicamente conteniendo la copia Transparente completa del Documento, libre de material adicional, donde el público general usuario de la red tenga acceso para descargar anónimamente sin cargo alguno usando protocolos de red estándar públicos. Si usted usa la última opción, debe tomar razonablemente pasos prudentes, cuando comience la distribución de copias Opacas en cantidad, para garantizar que esta copia Transparente se mantenga accesible en la ubicación declarada hasta por lo menos un año después de la última vez que distribuyó una copia Opaca (directamente o a través de sus agentes o minoristas) de esa edición al público.

Se solicita, mas no se requiere, que contacte a los autores del Documento mucho antes de redistribuir cualquier número grande de copias, para darles oportunidad de proporcionarle una versión actualizada del Documento.

4. MODIFICACIONES

Usted puede copiar y distribuir una Versión modificada del Documento bajo las condiciones de las secciones 2 y 3 de arriba, dado que usted emite la Versión modificada bajo esta Licencia precisamente, con la Versión modificada cumpliendo el rol de Documento, con lo que se otorga licencia de distribución y modificación de la Versión modificada a quien posea una copia de ella. Adicionalmente, usted debe hacer esto en la Versión modificada:

- A. Usar en la Página de título (y en las cubiertas, si las hay) un título distinto al del Documento y al de aquellos en versiones previas (que deberían, en caso de existir, estar enlistadas en la sección de Historial del Documento). Usted puede usar el mismo título que una versión previa si el editor original de la versión le otorga permiso.
- B. Listar en la Página de título, como autores, a una o mas personas o entidades responsables de autoría de las modificaciones en la Versión modificada, junto con por lo menos cinco de los autores principales del Documento (todos los autores principales si son menos de cinco).
- C. Mencionar en la Página de título el nombre del editor de la Versión modificada, como el editor.
- D. Preservar todos los avisos de derechos de autor del Documento.
- E. Agregar un aviso de derechos de autor para sus modificaciones adyacentes a los otros avisos de derechos de autor.
- F. Incluir inmediatamente después de los avisos de derechos de autor, un aviso de licencia otorgando el permiso público para usar la Versión modificada bajos los términos de esta Licencia, en la forma en que se muestra en el Addendum abajo.
- G. Preservar en ese aviso de licencia las listas completas de Secciones invariantes y Textos de portada obligatorios indicados en el aviso de licencia del Documento.
- H. Incluir una copia sin alteraciones de esta Licencia.
- I. Preservar la sección titulada "Historial" y su título, y agregarle un elemento que mencione por lo menos el título, año, autores nuevos, y editor de la Versión modificada como esté en la Página de título. Si en el Documento no hay sección titulada "Historial", crear una mencionando título, año, autores y editor del Documento como esté en su Página de título, y luego agregar un elemento describiendo la Versión modificada como se establece en la oración previa.
- J. Conservar la ubicación de red, en caso de haberla, proporcionada en el Documento para acceso público a una Copia transparente del Documento, así como las ubicaciones de red proporcionadas en el Documento para versiones previas en las que este basado. Estas pueden colocarse en la sección de "Historial". Usted puede omitir una ubicación de red para una obra

que ha sido publicada por lo menos cuatro años antes que el Documento mismo, o si el publicador de la versión en cuestión otorga el permiso. K. Preservar el título de cualquier sección titulada "Agradecimientos" o "Dedicatorias", y preservar en la sección toda la esencia y tono de cada uno de los reconocimientos de colaboración y/o las dedicatorias ahí dadas. L. Preservar todas las Secciones invariantes del Documento, sin alterar su texto ni sus títulos. Los números de sección o equivalentes no se consideran parte de los títulos de la sección. M. Eliminar cualquier sección titulada como "Endosos". Tales secciones pueden no ser incluidas en la Versión modificada. N. No retitule cualquier sección existente como "Endosos" o que conflictúe con el título de cualquier Sección invariante.

Si la Versión modificada incluye nuevas secciones de materia frontal o apéndices que califiquen como Secciones secundarias y no contienen material copiado del Documento, usted puede optar por designar algunas o todas esas secciones como invariantes. Para hacer eso, agregue sus títulos a la lista de Secciones invariantes en el aviso de licencia de la Versión modificada. Estos títulos deben ser distintos a los de cualquier otra sección.

Usted puede agregar a sección titulada "Endosos", siempre que contenga nada más que endosos de su Versión modificada por varios participantes, por ejemplo, declaraciones de revisión de pares o de que el texto ha sido aprobado por una organización como la definición autorizada de un estándar.

Usted puede agregar un pasaje de hasta cinco palabras como Texto de portada, y un pasaje de hasta 25 palabras como Texto de Contraportada, al final de la lista de Textos de cubierta en la Versión modificada. Solo un pasaje de Texto de portada y uno de Texto de contraportada pueden ser añadidos por (o a través de acuerdos hechos con) una entidad cualquiera. Si el Documento ya incluye un texto de cubierta para la misma cubierta, añadido previamente por usted o por acuerdo realizado con la misma entidad por parte de la que usted actúa, usted no puede añadir otro; pero puede reemplazar uno anterior con la autorización explícita del editor que lo agregó.

El(los) autor(es) y editor(es) del Documento no conceden, por medio de esta Licencia, permiso para usar sus nombres para publicitar o afirmar o implicar el endoso de cualquier Versión modificada.

5. COMBINANDO DOCUMENTOS

Usted puede combinar el Documento con otros documentos liberados bajo esta Licencia, bajo los términos definidos en la sección 4 de arriba para versiones modificadas, siempre que usted incluya en la combinación a todas las Secciones invariantes de todos los documentos originales, sin modificar, y listándolas todas como Secciones invariantes de su obra combinada en su aviso de licencia.

La obra combinada solo necesita contener una copia de esta Licencia, y múltiples Secciones invariantes idénticas pueden ser reemplazadas con una sola copia. Si hay múltiples Secciones invariantes con el mismo nombre pero con distinto contenido, haga que el título de tales secciones sea único agregando al final de él, entre paréntesis, el nombre del autor original o editor de la sección si se es conocido, o de otro modo, cualquier número único. Haga los mismos ajustes a los títulos de sección en la lista de Secciones invariantes en el aviso de licencia de la obra combinada.

En la combinación, usted debe combinar cualquier sección titulada "Historial" en los distintos documentos originales, formando una sección titulada "Historial"; del mismo modo, combinar cualquier sección titulada "Agradecimientos" y cualquier sección titulada "Dedicatorias". Usted debe eliminar todas las secciones tituladas "Endosos."

6. COLECCIONES DE DOCUMENTOS

Usted puede hacer una colección consistente de el Documento y otros documentos liberados bajo esta Licencia, y reemplazar las copias individuales de esta Licencia en los varios documentos con una sola copia que este incluida en la colección, siempre que usted siga las reglas de esta Licencia para copias literales de cada uno de los documentos en todos los otros aspectos.

Usted puede extraer un documento individual de tal colección, y distribuirlo individualmente bajo esta Licencia, siempre que inserte una copia de esta Licencia en el documento extraído, y siga esta Licencia en todos los otros aspectos en relación a copia literal de ese documento.

7. AGREGACIÓN CON OBRAS INDEPENDIENTES

Una compilación del Documento o sus derivados, con otros documentos separados e independientes u obras, en un volumen de un medio de almacenamiento o distribución, no cuenta en su totalidad como una Versión modificada del Documento, siempre que no se reclame derechos de autor de compilación para la compilación. A dicha compilación se le denomina un "agregado", y esta Licencia no aplica para los otras obras auto-contenidas así compiladas con el Documento, por estar así compilados, si no son por si mismas, obras derivadas del Documento.

Si es aplicable el requisito de Texto de cubierta de la sección 3 a esas copias del Documento, entonces si el Documento es menor a un cuarto del agregado entero, los Textos de cubierta del Documento pueden ser colocados en las cubiertas que envuelvan solo al Documento dentro del agregado. De otro modo, deberán aparecer en las cubiertas que envuelven al agregado completo.

8. TRADUCCIÓN

A la traducción se le considera un tipo de modificación, así que usted puede distribuir traducciones del Documento bajo las términos de la sección 4. Reemplazar Secciones invariantes con traducciones requiere un permiso especial de los propietarios de los derechos de autor, pero puede incluir traducciones de algunas o todas la Secciones invariantes además de la versiones originales de esas Secciones invariantes. Usted puede incluir una traducción de esta Licencia siempre que usted incluya la versión original en Inglés de esta Licencia. En caso de un desacuerdo entre la traducción y la versión original en Inglés de esta Licencia, la versión original en Inglés prevalecerá.

9. TERMINACIÓN

Usted no puede copiar, modificar, sublicenciar o distribuir el Documento salvo lo dispuesto expresamente en esta Licencia. Cualquier otro intento de copiar, modificar, sublicenciar o distribuir el Documento es nulo, y terminará automáticamente sus derechos bajo esta Licencia. No obstante, aquellas partes que hayan recibido copias, o derechos de usted, bajo esta Licencia no tendrán por terminadas sus licencias mientras tales partes queden en pleno cumplimiento.

10. REVISIONES FUTURAS DE ESTA LICENCIA

La Fundación de Software Libre puede publicar nuevas versiones revisadas de la Licencia GNU de Documentación Libre de vez en cuando. Tales versiones nuevas serán similares en el espíritu de la versión presente, pero pueden diferir en detalle para encausar nuevos problemas o preocupaciones. Ver <https://www.gnu.org/copyleft/>.

A cada versión de la Licencia se le da un número de versión distintivo. Si el Documento especifica una versión particular numerada de esta Licencia "o cualquier versión posterior" aplica a él, usted tiene la opción de seguir los términos y condiciones ya sea de esa versión especificada o de cualquier otra versión posterior que haya sido publicada (no como borrador) por la Fundación de Software Libre. Si el Documento no especifica un número de versión de esta Licencia, usted puede elegir cualquier versión ya publicada (no como borrador) por la Fundación de Software Libre.

ADDENDUM: Cómo usar esta Licencia para sus documentos

Para usar esta Licencia en un documento que usted haya escrito, incluya una copia de la Licencia en el documento y coloque los siguientes avisos de derechos de autor justo después de la página de título:

Derechos de autor (c) AÑO SU NOMBRE. Se otorga permiso para copiar, distribuir y/o modificar este documento bajo la términos de la Licencia GNU de Documentación Libre, versión 1.1 o cualquier versión posterior publicada por la Fundación de Software Libre; siendo las Secciones invariantes LISTA DE TITULOS, con los Textos de portada siendo LISTA, y los Textos de contraportada siendo LISTA. Se incluye una copia de la Licencia en la sección titulada "Licencia GNU de Documentación Libre".

Si no tiene Secciones invariantes, escriba "sin Secciones invariantes" en lugar de declarar cuáles son invariantes. Si no tienen Textos de portada escriba "sin Textos de portada" en lugar de "Textos de portada siendo LISTA"; del mismo modo para Textos de contraportada.

Si su documento contiene ejemplos no triviales de código de programa, recomendamos liberar esos ejemplos en paralelo bajo la licencia de software libre de su elección, como la Licencia GNU de Público General, para permitir su uso en software libre.