

Primeros Pasos
V2.10.0-pre0-5438-g4a1d7cca75

Índice general

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

3.2.3. Línea de comandos - Linux	9
3.2.4. Línea de comandos - MacOS	9
3.3. Probando LinuxCNC	10
3.4. Installing LinuxCNC	11
3.5. Actualizando LinuxCNC	11
3.6. Problemas de instalación	11
3.7. Métodos alternos de instalación	11
3.7.1. Installing on Debian Trixie (with Preempt-RT kernel)	12
3.7.2. Installing on Debian Trixie (with experimental RTAI kernel)	13
3.7.3. Instalación en Raspbian 12	13
4. Running LinuxCNC	14
4.1. Invoking LinuxCNC	14
4.2. Selector de configuración	14
4.3. Next steps in configuration	17
4.4. Simulator Configurations	17
4.5. Configuration Resources	17
5. Actualizando LinuxCNC	18
5.1. Upgrade to the new version	18
5.1.1. Configuración de fuentes apt	19
5.1.2. Upgrading to the new version	20
5.1.2.1. Debian Bullseye, Bookworm and Trixie	21
5.1.3. Ubuntu	21
5.2. Updating without Network	21
5.3. Updating Configuration Files for 2.9	22
5.3.1. Manejo estricto de intérpretes enchufables	22
5.3.2. Canterp	22
5.3.3. Spindle limits in the INI	22
5.4. Updating Configuration Files for 2.10.y	22
5.5. New HAL components	23
5.5.1. Non-Realtime	23
5.5.2. En tiempo real	23
5.6. New Drivers	23
6. Glosario	24
7. Legal Section	30
7.1. Copyright Terms	30
7.2. GNU Free Documentation License	30

El Equipo de LinuxCNC



This handbook is a work in progress. If you are able to help with writing, editing, or graphic preparation please contact any member of the writing team or join and send an email to emc-users@lists.sourceforge.net

Copyright © 2000-2025 LinuxCNC.org

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.1 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 do not find the license you may order a copy from:

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

(The English language version is authoritative)

LINUX® is the registered trademark of Linus Torvalds in the U.S. and other countries. The registered trademark Linux® is used pursuant to a sublicense from LMI, the exclusive licensee of Linus Torvalds, owner of the mark on a world-wide basis.

The LinuxCNC project is not affiliated with Debian®. *Debian* is a registered trademark owned by Software in the Public Interest, Inc.

The LinuxCNC project is not affiliated with UBUNTU®. *UBUNTU* is a registered trademark owned by Canonical Limited.

Capítulo 1

Acerca de LinuxCNC

1.1. The Software

- LinuxCNC (el Control de Máquina Mejorado) es un sistema de software para control por computadora de máquinas herramientas (como fresadoras y tornos), robots (como puma y scara) y otras máquinas de hasta 9 ejes.
 - LinuxCNC es un software gratuito con código fuente abierto. Las versiones actuales de LinuxCNC están completamente licenciadas bajo la Licencia Pública General de GNU (GPL) y Licencia Pública General Reducida (LGPL).
 - 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,
 - disponibilidad directa como paquetes normales en lanzamientos recientes de Debian (desde Bookworm) y Ubuntu (desde Kinetic Kudu),
 - una interfaz gráfica de usuario (en realidad, varias interfaces para elegir),
 - graphical interface creation tools (Glade, Qt),
 - un intérprete para *código G* (el lenguaje de programación de máquinas herramienta RS-274),
 - a realtime motion planning system with look-ahead,
 - 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.
 - No proporciona herramientas de dibujo (CAD - Diseño asistido por computadora) ni funciones de generación de código G a partir de dibujos (CAM - Fabricación automatizada por computadora).
 - It can make coordinated moves with up to 9 axes and up to 16 extra axes can be controlled individually.
 - It supports 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.
- El soporte para sistemas de movimiento no cartesianos se proporciona mediante módulos cinemáticos personalizados. Las arquitecturas disponibles incluyen hexapodos (plataformas Stewart y conceptos similares) y sistemas con articulaciones rotativas para proporcionar movimiento como robots PUMA o SCARA.
- LinuxCNC runs on Linux using real time extensions.

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.

The user maintained LinuxCNC Wiki site contains a wealth of information and tips at: <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

Los requerimientos mínimos de hardware para ejecutar LinuxCNC en Debian / Ubuntu pueden variar dependiendo del uso que se le dará al sistema. Los sistemas basados en motores a pasos requieren procesadores mas rápidos para generar trenes de pulsos en comparación con los servomecanismos retroalimentados. Usando el Live CD, usted puedes probar el software antes de instalarlo en la computadora. Tenga en cuenta que los resultados del test de latencia son mas importantes que la velocidad del procesador para la generación de pasos por software. Encontrara mas información sobre el test de latencia [aquí](#). Además, LinuxCNC debe ejecutarse en un sistema operativo que utiliza un kernel especialmente modificado, ver [Requisitos de versión y kernel](#).

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-uspace".

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 "uspace" 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-uspace* 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-uspace* 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-uspace* 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. Desmonte 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 Troxie	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 debian 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

Running LinuxCNC

4.1. Invoking LinuxCNC

After installation, LinuxCNC starts just like any other Linux program: run it from the [terminal](#) by issuing the command *linuxcnc*, or select it in the *Applications -> CNC* menu.

4.2. Selector de configuración

When starting LinuxCNC (from the CNC menu or from the command line without specifying an INI file) the Configuration Selector dialog starts.

The Configuration Selector dialog allows the user to pick one of their existing configurations (My Configurations) or select a new one (from the Sample Configurations) to be copied to their home directory. Copied configurations will appear under My Configurations on the next invocation of the Configuration Selector.

The Configuration Selector offers a selection of configurations organized:

- *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* - Configurations that include simulated hardware. These can be used for testing or learning how LinuxCNC works.
 - *by_interface* - Configurations organized by GUI.
 - *by_machine* - Configurations organized by machine.
 - *apps* - Applications that do not require starting linuxcnc but may be useful for testing or trying applications like [PyVCP](#) or [GladeVCP](#).
 - *attic* - Obsolete or historical configurations.

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.

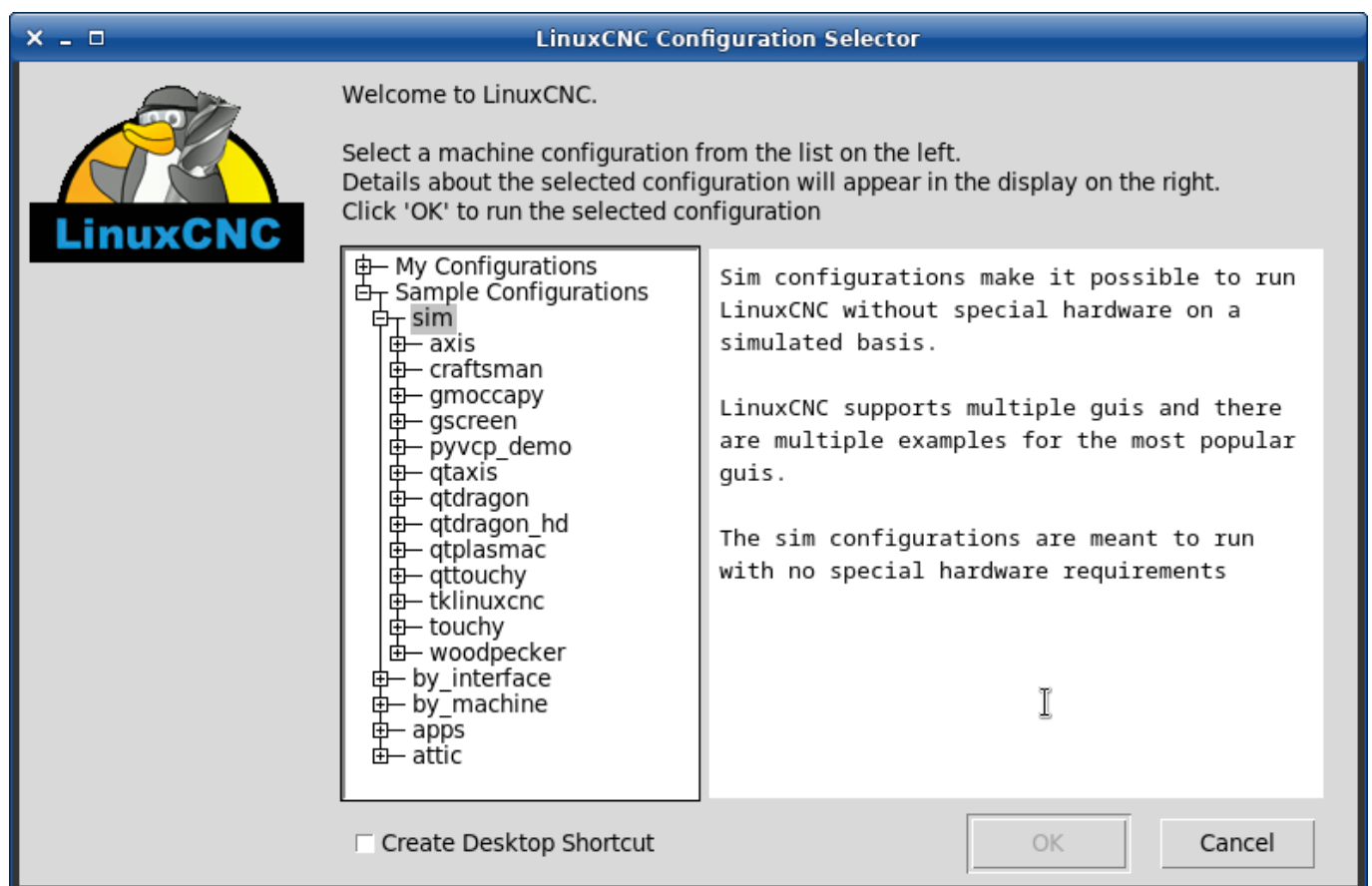


Figura 4.1: Selector de configuración de LinuxCNC

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 (`inifilename.ini`) that is used to describe a specific configuration.

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

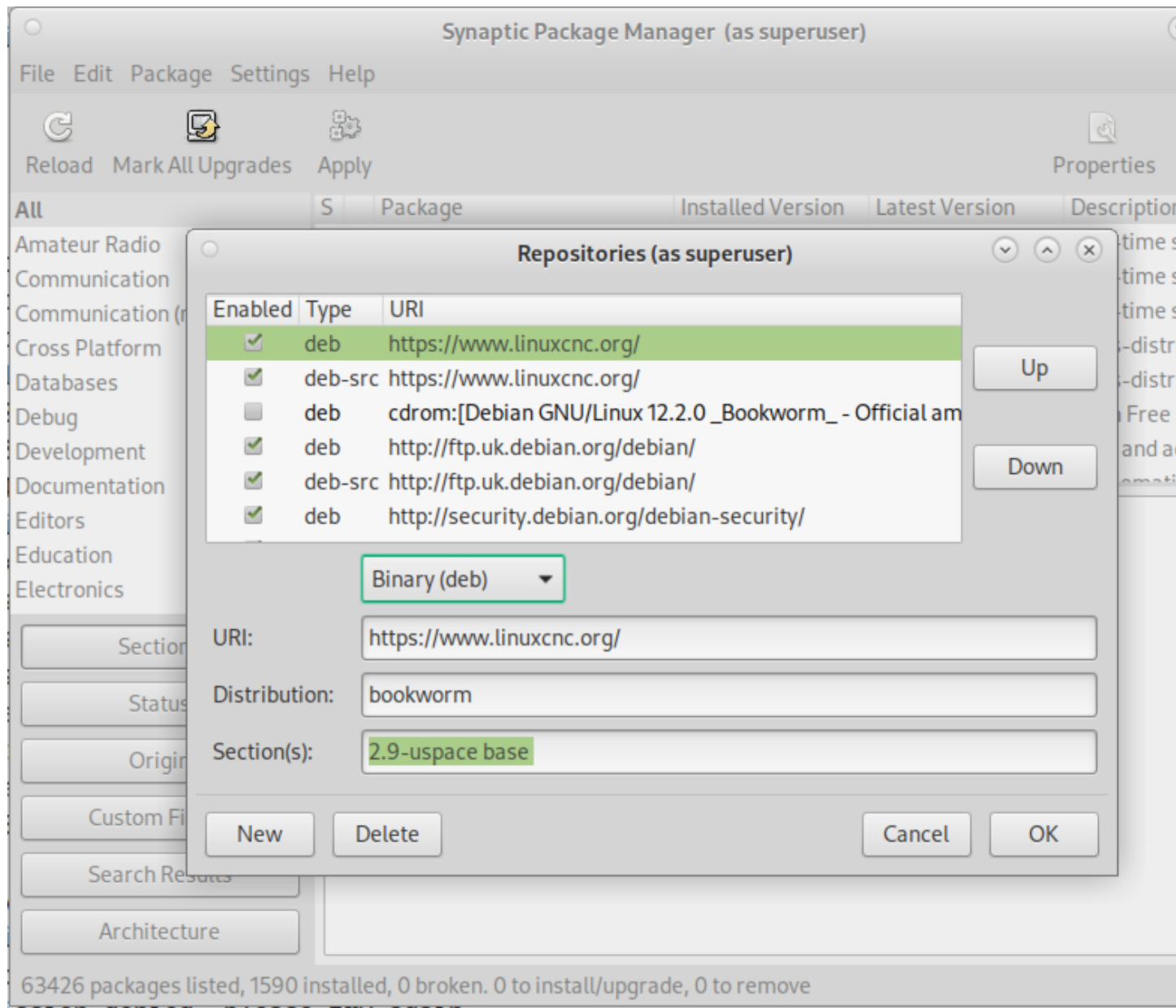


Figura 5.1: Captura de pantalla de una configuración de repositorio con el administrador de paquetes Synaptic.

- 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-ospace" 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-ospace 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-ospace_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

It is now possible to add settings to the [SPINDLE] section of the INI file

MAX_FORWARD_VELOCITY = 20000 The maximum spindle speed (in rpm)

MIN_FORWARD_VELOCITY = 3000 The minimum spindle speed (in 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 esta 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 mas 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

Legal Section

Translations of this file provided in the source tree are not legally binding.

7.1. Copyright Terms

Copyright (c) 2000-2022 LinuxCNC.org

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.1 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".

7.2. GNU Free Documentation License

Licencia de Documentación Libre GNU Versión 1.1, Marzo 2000

Copyright © 2000 Free Software Foundation, Inc. 51 Franklin Street, 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. PREÁMBULO

The purpose of this License is to make a manual, textbook, or other written document "free" in the sense of freedom: to assure everyone the effective freedom to copy and redistribute it, with or without modifying it, either commercially or noncommercially. Secondly, this License preserves for the author and publisher a way to get credit for their work, while not being considered responsible for modifications made by others.

This License is a kind of "copyleft", which means that derivative works of the document must themselves be free in the same sense. It complements the GNU General Public License, which is a copyleft license designed for free software.

We have designed this License in order to use it for manuals for free software, because free software needs free documentation: a free program should come with manuals providing the same freedoms that the software does. But this License is not limited to software manuals; it can be used for any textual work, regardless of subject matter or whether it is published as a printed book. We recommend this License principally for works whose purpose is instruction or reference.

1. APLICABILIDAD Y DEFINICIONES

This License applies to any manual or other work that contains a notice placed by the copyright holder saying it can be distributed under the terms of this License. The "Document", below, refers to any such manual or work. Any member of the public is a licensee, and is addressed as "you".

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. (For example, 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.

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 "Transparent" copy of the Document means a machine-readable copy, represented in a format whose specification is available to the general public, whose contents can be viewed and edited directly and 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 has been designed to thwart or discourage subsequent modification by readers is not Transparent. 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 designed for human modification. Opaque formats include PostScript, PDF, 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 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.

2.COPIA TEXTUAL

You may copy and distribute the Document in any medium, either commercially or noncommercially, provided that this License, the copyright notices, and the license notice saying this License applies to the Document are reproduced in all copies, and that you add no other conditions whatsoever to those of this License. You may not use technical measures to obstruct or control the reading or further copying of the copies you make or distribute. However, you may accept compensation in exchange for copies. If you distribute a large enough number of copies you must also follow the conditions in section 3.

You may also lend copies, under the same conditions stated above, and you may publicly display copies.

3. COPIA EN CANTIDAD

If you publish printed copies 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 publicly-accessible computer-network location containing a complete Transparent copy of the Document, free of added material, which the general network-using public has access to download anonymously at no charge using public-standard network protocols. 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. MODIFICACIONES

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 less than five).
- 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", and 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. In any section entitled "Acknowledgements" or "Dedications", preserve the section's title, 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 as "Endorsements" or to conflict in title with any Invariant Section.

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. COMBINANDO DOCUMENTOS

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.

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. COLECCIONES DE DOCUMENTOS

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. AGREGACIÓN CON TRABAJOS INDEPENDIENTES

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, does not as a whole count as a Modified Version of the Document, provided no compilation copyright is claimed for the compilation. Such a compilation is called an "aggregate", and this License does not apply to the other self-contained works thus compiled with the Document, on account of their being thus compiled, if they 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 quarter of the entire aggregate, the Document's Cover Texts may be placed on covers that surround only the Document within the aggregate. Otherwise they must appear on covers around the whole aggregate.

8. TRADUCCIÓN

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 provided that you also include the original English version of this License. In case of a disagreement between the translation and the original English version of this License, the original English version will prevail.

9. TERMINACIÓN

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. REVISIONES FUTURAS DE ESTA LICENCIA

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: Cómo usar esta Licencia para tus documentos

To use this License in a document you have written, include a copy of the License in the document and put the following copyright and license notices just after the title page:

Copyright (c) YEAR YOUR NAME. Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.1 or any later version published by the Free Software Foundation; with the Invariant Sections being LIST THEIR TITLES, with the Front-Cover Texts being LIST, and with the Back-Cover Texts being LIST. A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License".

If you have no Invariant Sections, write "with no Invariant Sections" instead of saying which ones are invariant. If you have no Front-Cover Texts, write "no Front-Cover Texts" instead of "Front-Cover Texts being LIST"; likewise for Back-Cover Texts.

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.
