

Práctica 1:

Instalación de Raspbian en la Raspberry Pi

Fundamentos de Sistemas Embebidos

Autor: José Mauricio Matamoros de Maria y Campos

Versión 2025

1. Objetivo

El alumno aprenderá a instalar un sistema operativo basado en Linux, como sistema operativo embebido, en una tarjeta microcontroladora.

2. Introducción

Raspberry Pi OS es el sistema operativo más popular para Raspberry Pi, además de ser el único con soporte oficial. Raspberry Pi OS es una distribución de Linux basada en Debian, optimizado para la Raspberry Pi y que permite a esta operar como una PC. La distro incorpora terminal y navegador web entre otros programas.

3. Material

Para esta práctica se necesitará:

- Una tarjeta de memoria microSD de al menos 4 GB (se recomiendan 8GB)
- Una computadora capaz de leer y escribir tarjetas microSD (o bien un adaptador para la misma) y conexión a internet para descargar la imagen de Raspbian.
- Una Raspberry Pi 2B o posterior
- Un monitor con soporte para HDMI o cable convertidor de HDMI a VGA/DVI
- Cable adaptador μ HDMI a HDMI (sólo Raspberry Pi 4)
- Un teclado USB
- Un mouse USB
- Una fuente de alimentación de 5V@2A con adaptador microUSB (o adaptador USB-C para Raspberry Pi 4)

Importante: Si no cuenta con monitor, teclado y mouse, aún es posible instalar Raspbian en la Raspberry Pi. Consulte el ??.

4. Instrucciones

1. Grabe una imagen de Raspberry Pi OS Lite en una memoria micro SD siguiendo los pasos descritos en las [subsecciones 4.1 y 4.2](#).
Alternativamente puede usar una imagen de Ubuntu Core.
2. Configure su Raspberry Pi tal como se indica en la ??
3. Conéctese a la red cableada del laboratorio como explica la ??
4. Finalmente ejecute los comandos de la ?? para actualizar el sistema

Instalar Raspbian en la Raspberry Pi es sencillo. Basta con descargar Raspbian (ahora Raspberry Pi OS) y grabar la imagen de disco en una tarjeta de memoria microSD, desde la cual arrancará el sistema operativo.

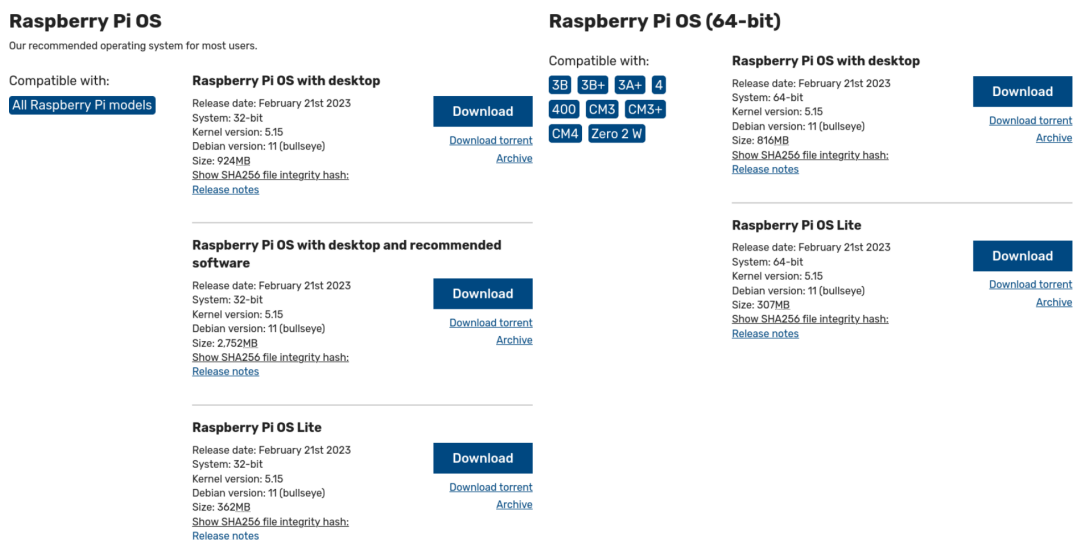


Figura 1: Versiones disponibles (o sabores) de Raspbian

4.1. Paso 1: Descargar Raspbian

Ingrese a <https://www.raspberrypi.com/software/operating-systems/> y descargue alguna de las imágenes de Raspbian disponibles (véase [Figura 1](#)). Si se descargó un archivo `img.xz`, habrá que descomprimirlo para extraer la imagen.

Importante

Si tiene una Raspberry Pi 3 o 4 descargue la versión de 64 bits. Es más eficiente.

La versión a descargar dependerá de la capacidad de la memoria microSD y la cantidad de recursos de la tarjeta Raspbian. Para tarjetas de 4GB se aconseja el sabor *Raspberry Pi OS with desktop*, mientras que usuarios con Raspberries de sólo 512MB de RAM querrán instalar *Raspberry Pi OS Lite*.

Ligas de acceso rápido se proporcionan a continuación por conveniencia:

- [Raspberry Pi OS Lite 64 bits](#)
- [Raspberry Pi OS Lite 32 bits](#)

4.2. Paso 2: Escribir imagen en la microSD

Si no lo ha hecho, introduzca la memoria microSD en la computadora. La memoria será reparticionada y cada partición será reformateada, por lo que se aconseja respaldar la información.

Escribir la imagen de Raspbian en la microSD requiere de un programa externo según el sistema operativo.

4.2.1. Escribir imagen usando Linux

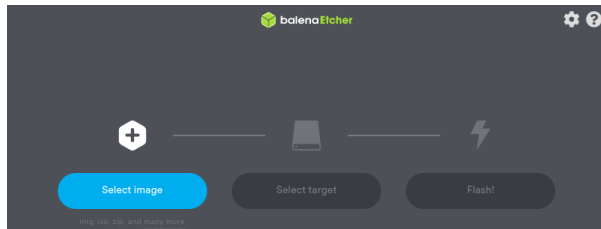
Descargue [Etcher](#) en `~/Downloads`. el archivo `AppImage` ya es ejecutable por lo que sólo hace falta darle permisos de ejecución y ejecutarlo; por ejemplo:

```
$ cd ~/Downloads
$ wget https://github.com/balena-io/etcher/releases/download/v1.14.3/balenaEtcher-1.14.3-x64.AppImage
$ chmod +x balenaEtcher-1.14.3-x64.AppImage
$ ./balenaEtcher-1.14.3-x64.AppImage
```

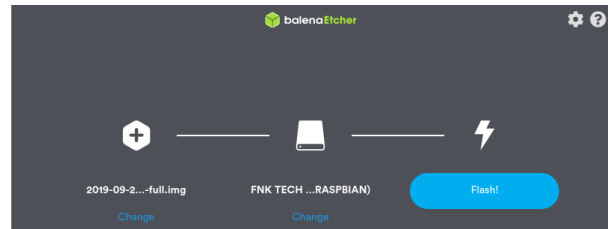
A continuación, siga los pasos de Etcher para grabar la imagen (véase [Figura 2](#))

1. Seleccione la imagen `IMG` de Raspbian

2. Seleccione el medio en el cual se grabará la imagen de Raspbian (punto de montaje de la microSD)
3. De click en *Flash!* para empezar el proceso de grabado



(a) Selección de imagen a grabar



(b) Listo para grabar la imagen

Figura 2: Escritura de la imagen IMG de Raspbian en la microSD con Etcher

Advertencia

Tenga cuidado de no seleccionar su disco duro. Este proceso destruirá toda la información del medio seleccionado.

Cuando la escritura de datos en la microSD termine, notará que ésta ha sido reparticionada en `boot` (partición de arranque tipo *FAT32*) y `rootfs` (partición raíz tipo *EXT4*).

Si no cuenta con monitor, teclado o mouse, consulte el [Apéndice D](#). De otro modo, desmonte la tarjeta microSD e insértela en la Raspberry Pi.

4.2.2. Escribir imagen usando Linux (usuarios expertos)

Advertencia

Esta sección es sólo para usuarios avanzados de Linux.

Si no sabe lo que hace, corre el riesgo de **borrar TODA la información de su disco duro**.

En linux es posible descomprimir la imagen y grabarla al vuelo con `xz` y `dd`. El primer paso consiste en insertar la memoria micro SD en su sistema y localice la unidad con `lsblk` o `fdisk -l`.

Ubíquese en el directorio de donde descargó la imagen de Raspberry Pi OS y ejecute el siguiente comando como superusuario:

```
# xz -dc <IMAGEN> | dd of=/dev/<SDCARD> iflag=fullblock bs=1M status=progress
```

donde `<IMAGEN>` es el nombre del archivo comprimido con la imagen de raspbian que descargó anteriormente, y `/dev/<SDCARD>` es la unidad lógica que representa a la memoria microSD (no una partición) tal como `/dev/sdc` o `/dev/mmcblk`.

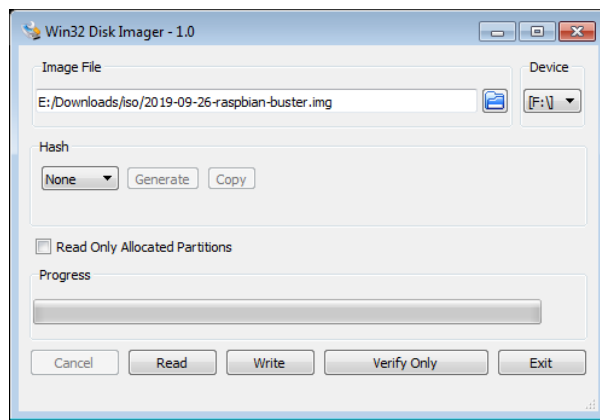
Listo. La copia tardará aproximadamente entre 3 y 5 minutos dependiendo de la velocidad de su memoria microSD. Espere a que termine, la velocidad que verá en el indicador de progreso es la de lectura, no la de escritura.

4.2.3. Escribir imagen usando Windows

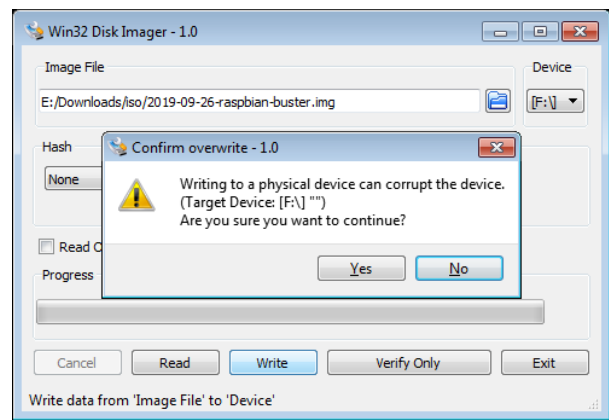
Descargue e instale [Win32 Disk Imager](#). Si no ha descomprimido la imagen de Raspbian, proceda a hacerlo con un programa que descomprima archivos Zip como [7zip](#) (Windows 7 y posterior deberá soportar descompresión zip).

A continuación, siga los pasos de Win32 Disk Imager para grabar la imagen (véase [Figura 3](#))

1. Seleccione la imagen IMG de Raspbian en *Image File*
2. Seleccione la unidad en la cual se grabará la imagen de Raspbian (letra asignada a la microSD) en *Device*
3. De click en *Write* para iniciar el proceso de escritura.
4. Win32 Disk Imager mostrará una advertencia, de click en *Yes* para continuar.



(a) Selección de imagen a grabar



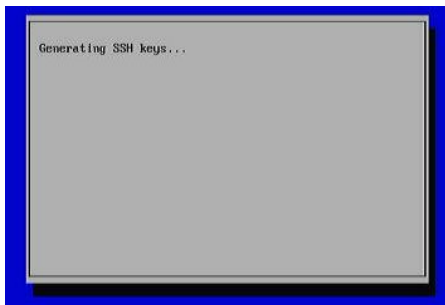
(b) Listo para grabar la imagen

Figura 3: Escritura de la imagen IMG de Raspbian en la microSD con Win32 Disk Imager

Cuando la escritura de datos en la microSD termine, Windows asignará una letra al nuevo volumen de datos de la microSD, llamada `boot`. Desmonte la tarjeta microSD e insértela en la Raspberry Pi.

4.3. Paso 3: Configurar Raspberry Pi OS

Para configurar Raspbian, la Raspberry Pi deberá tener una tarjeta de memoria microSD con una imagen de Raspbian precargada y estar conectada a un monitor vía el puerto HDMI incorporado. Además, se precisa de un teclado USB para realizar el proceso de configuración. A continuación, conecte la Raspberry Pi y espere entre 1 y 3 minutos a que el sistema operativo cargue.



(a) Generación de llaves SSH



(b) Reinicio y arranque



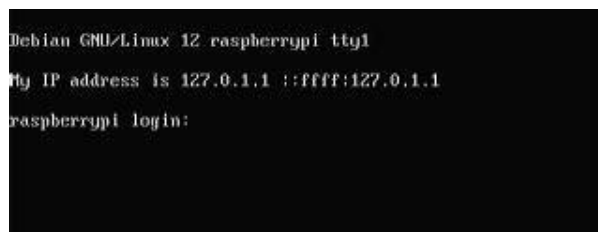
(c) Ingreso de usuario principal



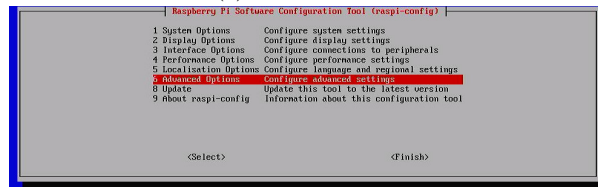
(d) Confirmación de contraseña

Figura 4: Asistente de configuración de Raspbian

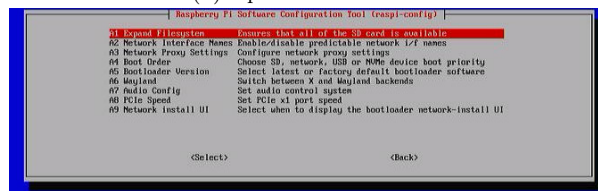
Una vez terminado el proceso de arranque, siga el asistente para configurar Raspbian, tal como se muestra en la [Figura 4](#). Tendrá que elegir un nombre de usuario y una contraseña para el mismo. Se recomienda la combinación pi para el usuario y raspberry para la contraseña.



(a) Inicio de sesión



(b) Opciones avanzadas



(c) Expandir sistema de archivos

Figura 5: Asistente de configuración de Raspbian

Finalmente, es necesario expandir la partición de Raspbian a su máxima capacidad. Para ello, inicie sesión en la terminal y ejecute la herramienta de configuración `sudo raspi-config` (véase [Figura 5](#)), seleccione la opción 7, *Opciones avanzadas* (Advanced Options), y luego la opción A1, *Extender el sistema de archivos* (Expand Filesystem). Seleccione finalizar y reinicie la raspberry.

4.4. Paso 4: Configurar la red cableada eth0

La versión actual de Raspberry Pi OS utiliza el paquete `network-manager` como gestor de red. Al igual que los administradores de escritorio, éste se basa en perfiles para gestionar las conexiones, mismos que se almacenan en `/etc/NetworkManager/system-connections/`. A continuación se procederá a crear un archivo de configuración para la red cableada del laboratorio usando direcciones IP fijas.

Evite colisiones

Cuando dos máquinas tienen la misma dirección IP e una red se produce una colisión y ninguna puede conectarse.

Para evitar colisiones utilice la dirección IP de la computadora de la cual tomó prestado el cable ethernet.

Para configurar la red cableada siga los siguientes pasos:

1. Cambie a modo superusuario con `sudo su`
2. Cree el archivo `/etc/NetworkManager/system-connections/eth0.nmconnection` con el comando

```
# touch /etc/NetworkManager/system-connections/eth0.nmconnection
```

Recuerde que los entornos linux son sensibles al uso de mayúsculas y minúsculas.

3. Edite el archivo `/etc/NetworkManager/system-connections/eth0.nmconnection` con `vim` o `nano`

```
# nano /etc/NetworkManager/system-connections/eth0.nmconnection
```

4. El archivo está vacío. Ingrese el texto que se muestra a continuación, reemplazando en `address1` el la dirección `192.168.0.200` por la dirección IP de la máquina de la cual tomó prestado el cable ethernet.

```
[connection]
id=eth0
type=ethernet
autoconnect-priority=0
interface-name=eth0

[ethernet]

[ipv4]
address1=192.168.0.200/24,192.168.0.254
dns=192.168.0.254;132.248.204.1;132.248.10.2;
method=manual

[ipv6]
addr-gen-mode=default
method=disabled
```

Tenga cuidado de no dejar espacios al rededor del caracter igual (=).

5. Guarde cambios y conecte el cable de red.
6. Ejecute el comando `ifconfig`

```
# ifconfig
```

Si todo sale bien, deberá ver en pantalla la dirección IP asignada, una salida similar a la siguiente:

```
eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet 192.168.0.200 netmask 255.255.255.0 broadcast 192.168.0.255
    ether xx:xx:xx:xx:xx:xx txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 0 bytes 0 (0 B)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 0 bytes 0 (0 B)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0
```

Si se desean usar direcciones DHCP (automáticas) en lugar de una IP estática, basta con establecer `method=auto` bajo `[ipv4]` y omitir los campos `address1` y `dns`.

Alternativamente es posible realizar la configuración con un asistente gráfico invocando el comando `nmtui-edit`, pero estos métodos para muggles con menos ki que Yamcha se reservan para la Facultad de Contaduría y Administración, por lo que no serán revisados en este manual.

4.5. Paso 5: Actualizar el sistema

Actualizar el sistema es una tarea trivial una vez que se ha conectado a internet. Para esto, ejecute los siguientes comandos como superusuario:

```
# apt update
# apt upgrade
```

Listo! Su sistema está actualizado.

5. Ejercicios

1. [6pt] Grabe la imagen del sistema operativo Raspberry Pi OS en la memoria microSD y configure el sistema. Entregue como evidencia una fotografía o captura de pantalla del sistema funcionando.
2. [4pt] Conecte el sistema a una red alámbrica y actualícelo. Entregue como evidencia una fotografía o captura de pantalla del sistema actualizado.
3. [+2pts] Realice la configuración del sistema de forma desacoplada en un sistema anfitrión con Linux y después actualícelo de forma remota utilizando SSH. Entregue como evidencia un breve video donde se observe al sistema ser configurado de forma desacoplada y actualizarse vía SSH. La duración del video no deberá exceder de 30 segundos.

A. Configuración sin teclado ni monitor

Es posible configurar la Raspberry Pi sin teclado ni monitor desde un sistema externo. Este proceso requiere modificar los archivos en la μ SD, particularmente las configuraciones en el directorio `/etc` localizado en la partición `rootfs` cuyo sistema de archivos es `ext4`.

Por este motivo este proceso sólo puede llevarse a cabo desde un sistema basado en Unix con soporte para sistema de archivos `ext4`.

Supóngase que la microSD está asociada a `/dev/mmcblk0`, las particiones `boot` y `rootfs` serán entonces `/dev/mmcblk0p1` y `/dev/mmcblk0p2` respectivamente. El proceso de montado de la partición `rootfs` es como sigue:

```
$ mkdir /media/[user]/rootfs
# mount /dev/mmcblk0p2 /media/[user]/rootfs
$ cd /media/[user]/rootfs
```

Los archivos de configuración estarán entonces en `/media/[user]/rootfs/etc` y la partición de arranque en `/media/[user]/rootfs/boot`.

Nota: los comandos marcados con `#` deben ejecutarse con permisos de super usuario (i.e. *root*, o mediante *sudo*).

A continuación el estudiante querrá configurar el acceso a la Raspberry Pi vía SSH. Para esto tendrá primero que configurar una red (véanse [Apéndices B y C](#)) y luego seguir los pasos de la [Apéndice D.1](#).

B. Configuración de la red alámbrica `eth0` con IP estática

Importante

Configurar la red alámbrica requiere de la modificación de archivos en la partición `rootfs`, por lo que sólo puede hacerse desde un sistema basado en Unix con soporte para sistema de archivos `ext4` (véase el [Apéndice A](#)) o directamente en la Raspberry Pi con monitor y teclado.

Para configurar la red alámbrica, siga los pasos detallados en la [Subsección 4.4](#) pero tomando en cuenta que el archivo `eth0.nmconnection` tendrá una ruta relativa al punto de montaje de la partición `rootfs` en el sistema anfitrión; por ejemplo `/media/[user]/rootfs/etc/NetworkManager/system-connections/eth0.nmconnection`.

C. Configuración de la red inalámbrica sin monitor

Para configurar la red inalámbrica sin un monitor necesita crear un archivo llamado `wpa_supplicant.conf` en la raíz de la partición `boot`.

Cree un archivo el archivo `wpa_supplicant.conf` con el siguiente texto:

```
ctrl_interface=DIR=/var/run/wpa_supplicant GROUP=netdev
update_config=1
country=MX

network={
    ssid="<NOMBRE DE LA RED INALÁMBRICA>"
    psk="<CONTRASEÑA>"
    key_mgmt=WPA-PSK
}
```

O, si la red no tiene contraseña:

```
ctrl_interface=DIR=/var/run/wpa_supplicant GROUP=netdev
update_config=1
country=MX

network={
    ssid="<NOMBRE DE LA RED INALÁMBRICA>"
    key_mgmt=NONE
}
```

Si su red inalámbrica no tiene servidor DHCP requerirá de una IP estática. Para esto es necesario modificar el archivo `dhcpcd.conf` tal como se describe en el [Apéndice B](#), reemplazando `eth0` por `wlan0`.

D. Configuración de acceso remoto via SSH

En caso de que no se cuente con un monitor es posible configurar SSH para controlar de forma remota su Raspberry Pi OS.

D.1. Habiliar conexiones SSH

Para habilitar SSH, se necesita crear un par de archivos: i) un archivo vacío llamado `SSH` y ii) un archivo llamado `userconf.txt` con el usuario y contraseña para conexiones SSH; ambos en la raíz de la partición `boot`.

Siga los pasos del [Apéndice A](#) para montar la *muSD* con Raspberry Pi OS y acceda al directorio de `boot`, por ejemplo:

```
| $ cd /media/[user]/boot
```

donde `[user]` es el nombre de usuario que utiliza en su sistema Linux.

A continuación cree un archivo `SSH` vacío con

```
| $ touch SSH
```

Posteriormente use `nano` para crear el archivo `userconf.txt` y escriba el siguiente texto:

```
| pi:$6$9Qp0F2A1l6JhvGmB$JLOIQjLdBIGrAbI6iM1.byIomaIshgHlNTB51oHUSNbTW3D516hEnPr6HEBtMo/0IKw1Gkc7.FlFOhaMwPKB1/
```

Esta cadena habilitará iniciar sesión con el usuario `pi` y la contraseña `raspberrypi`.

Teclear la cadena encriptada es un proceso tedioso y propenso a errores, por lo que una forma más simple de hacer esto es ejecutar el comando

```
| echo "pi:${openssl passwd -6}" > /media/[user]/boot/userconf.txt
```

Con lo que podrá definir cualquier usuario y contraseña que desee.

Una vez completado este proceso, desmonte la memoria microSD e insértela en la Raspberry Pi.

D.2. Configurar Raspbian vía SSH

Para configurar Raspbian via SSH, la Raspberry Pi deberá estar conectada a la red local vía un cable Ethernet y tener una tarjeta de memoria microSD con una imagen de Raspbian precargada.

A continuación, conecte la Raspberry Pi y espere entre 1 y 3 minutos a que el sistema operativo cargue. Utilice un escaner de IP o consulte su enrutador para conocer la IP asignada a la Raspberry Pi.

| Client Name | Interface | IPv4 Address | MAC Address | Expires Time | |
|-------------|-----------|---------------|-------------------|--------------|--------|
| PC | Wireless | 192.168.1.112 | 00:00:00:00:00:00 | 21:43:42 | Delete |
| raspberrypi | LAN | 192.168.1.126 | B8:27:EB:FB:F8:93 | 23:45:26 | Delete |

Figura 6: Dirección IP de una Raspberry Pi

Una vez conozca la dirección IP de la Raspberry Pi, conéctese a ésta mediante SSH. Secure Shell le advertirá que no puede verificar la autenticidad del certificado, por lo que pedirá que confirme la conexión tecleando `yes`, como se muestra a continuación.

```
| $ ssh pi@192.168.1.126

The authenticity of host '192.168.1.126 (192.168.1.126)' can't be established.
ECDSA key fingerprint is SHA256:lnrpQeTIb+Gzg4aIJ0WE+V0aLUQgDnQbxOGraWf0Kso.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no)?
```

Teclee `yes` y presione Enter. De inmediato se le solicitará la contraseña

Warning: Permanently added '192.168.1.126' (ECDSA) to the list of known hosts.

pi@192.168.1.126's password:

Telee raspberry, la contraseña por default en Raspbian, y presione Enter. Se concretará la conexión.

```
Linux raspberrypi 4.19.75-v7+ #1270 SMP Tue Sep 24 18:45:11 BST 2019 armv7l
```

```
The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;  
the exact distribution terms for each program are described in the  
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.
```

```
Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent  
permitted by applicable law.
```

```
Last login: Thu Feb  6 18:28:53 2020
```

```
SSH is enabled and the default password for the 'pi' user has not been changed.  
This is a security risk - please login as the 'pi' user and type 'passwd' to set a new password.
```

Finalmente, para configurar su Raspbian, ejecute `sudo raspi-config` para iniciar la herramienta de configuración (véase [Figura 7](#)). Se aconseja definir el idioma, localización, y cambiar la contraseña del usuario por defecto *pi*.

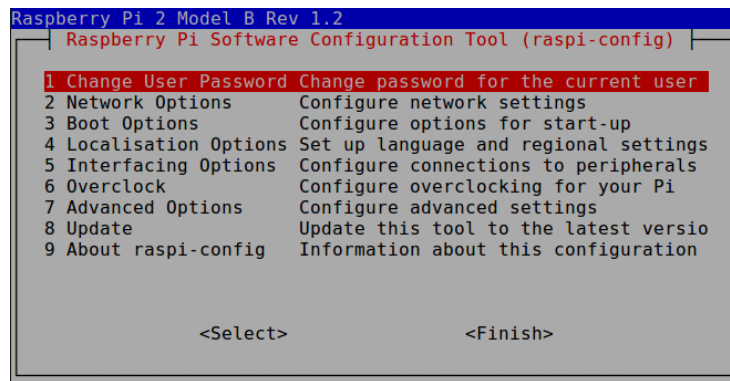


Figura 7: Herramienta de configuración de Raspbian