

# Práctica 1:

## Instalación de Raspbian en la Raspberry Pi

### Fundamentos de Sistemas Embebidos

Autor: José Mauricio Matamoros de Maria y Campos

## 1. Objetivo

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

## 2. Introducción

Raspbian es el sistema operativo más popular para Raspberry Pi, además de ser el único con soporte oficial. Raspbian 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. Instrucciones

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.

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  $\mu$ 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 ??.

### 3.1. Paso 1: Descargar Raspbian

Ingresa 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.

## Raspberry Pi OS

Our recommended operating system for most users.

Compatible with:

[All Raspberry Pi models](#)

### Raspberry Pi OS with desktop

Release date: February 21st 2023  
System: 32-bit  
Kernel version: 5.15  
Debian version: 11 (bullseye)  
Size: 924MB  
[Show SHA256 file integrity hash:](#)  
[Release notes](#)

[Download](#)  
[Download torrent](#)  
[Archive](#)

## Raspberry Pi OS (64-bit)

Compatible with:

[3B](#) [3B+](#) [3A+](#) [4](#)  
[400](#) [CM3](#) [CM3+](#)  
[CM4](#) [Zero 2 W](#)

### Raspberry Pi OS with desktop

Release date: February 21st 2023  
System: 64-bit  
Kernel version: 5.15  
Debian version: 11 (bullseye)  
Size: 816MB  
[Show SHA256 file integrity hash:](#)  
[Release notes](#)

[Download](#)  
[Download torrent](#)  
[Archive](#)

---

### Raspberry Pi OS Lite

Release date: February 21st 2023  
System: 64-bit  
Kernel version: 5.15  
Debian version: 11 (bullseye)  
Size: 307MB  
[Show SHA256 file integrity hash:](#)  
[Release notes](#)

[Download](#)  
[Download torrent](#)  
[Archive](#)

Figura 1: Versiones disponibles (o sabores) de Raspbian

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 with desktop](#)
- [Raspberry Pi OS Lite](#)

## 3.2. 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.

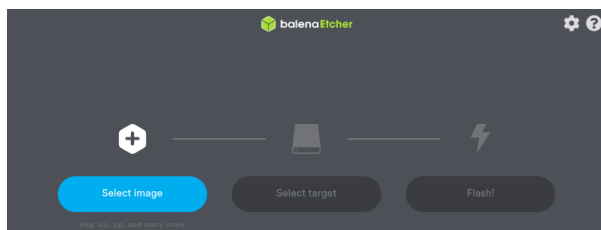
### 3.2.1. Escribir imagen usando Linux

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

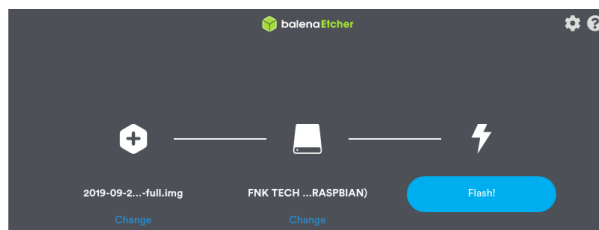
```
$ cd ~/Downloads
$ wget https://github.com/balena-io/etcher/releases/download/v1.14.3/balenaEtcher-1.14.3-x64.AppImage
$ chmod +x balenaEtcher-1.14.3-x64.AppImage
$ ./balenaEtcher-1.14.3-x64.AppImage
```

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`).

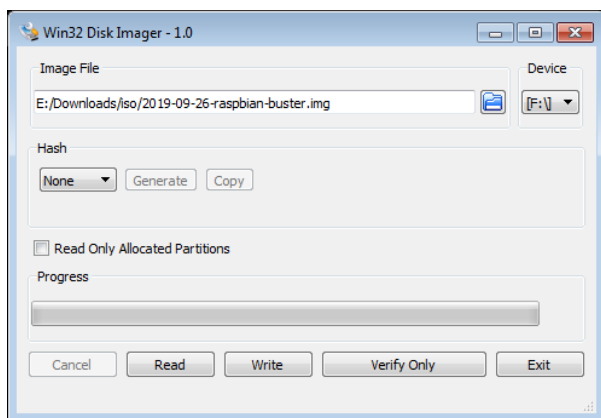
Si no cuenta con monitor, teclado o mouse, consulte el [Apéndice D](#). De otro modo, desmonte la tarjeta microSD e insértela en la Raspberry Pi.

### 3.2.2. Escribir imagen usando Windows

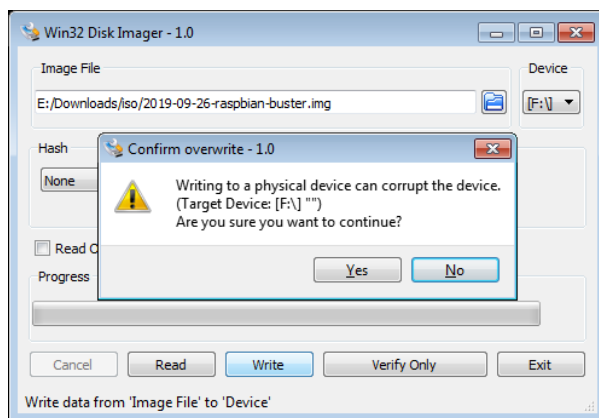
Descargue e instale [Win32 Disk Imager](#). Si no ha descomprimido la imagen de Raspbian, proceda a hacerlo con un programa que descomprima archivos Zip como [7zip](#) (Windows 7 y posterior deberá soportar descompresión zip).

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.

### 3.3. Paso 3: Configurar Raspbian

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 y apuntador (mouse) 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.

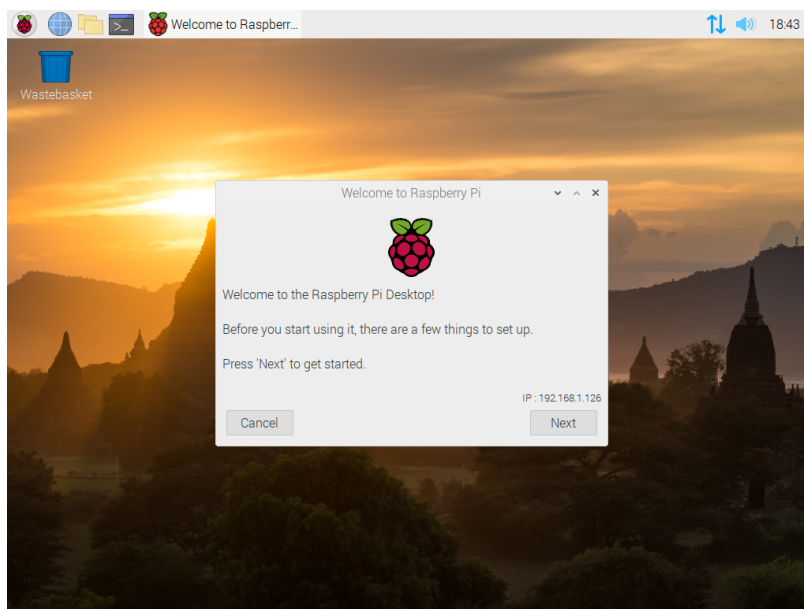


Figura 4: Escritorio de Raspbian

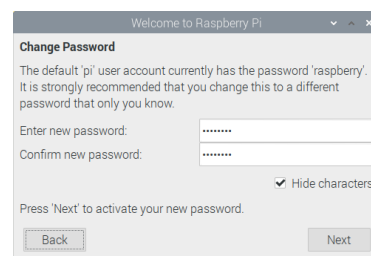
Una vez terminado el proceso de arranque, siga el asistente para configurar Raspbian, tal como se muestra en la Figura 5.



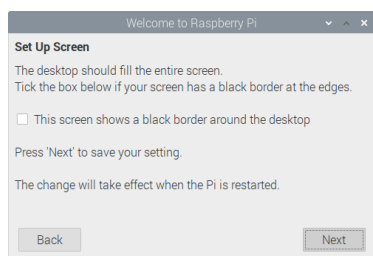
(a) Inicio del Asistente de Configuración



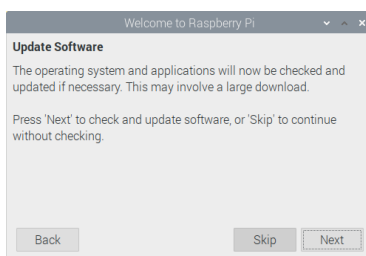
(b) Selección de idioma y datos de localización



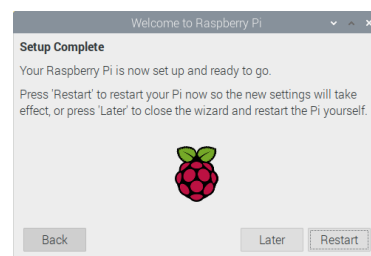
(c) Cambio de contraseña del usuario principal *pi*



(d) Calibración de pantalla



(e) Actualización de Software  
Requiere conexión a internet



(f) Fin del asistente y reinicio

Figura 5: Asistente de configuración de Raspbian

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

## 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  $\mu$ 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 montaje 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`).

## 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.

Raspberry Pi OS puede venir precargado con `dhcpcd` o con `network-manager`. Las versiones con `dhcpcd` (mayo de 2023 y anteriores) son preferidas en sistemas embebidos y su configuración se detalla en el [Apéndice B.1](#).

### B.1. Configuración de la red alámbrica `eth0` con IP estática bajo `dhcpcd`

Ejecute los pasos detallados a continuación. Tome en cuenta que los comandos marcados con `#` deben ejecutarse con permisos de super usuario (i.e. *root*, o mediante `sudo`).

1. Abra el archivo `dhcpcd.conf` localizado en el directorio `etc` de la partición `rootfs` de la  $\mu$ SD con un editor de texto. Si trabaja directamente en la Raspberry Pi la ruta es `/etc/dhcpcd.conf`.
2. Localice la línea `# Example static IP configuration:`. Verá un código similar al siguiente:

```
# Example static IP configuration:
#interface eth0
#static ip_address=192.168.0.10/24
#static ip6_address=fd51:42f8:caae:d92e::ff/64
#static routers=192.168.0.1
#static domain_name_servers=192.168.0.1 8.8.8.8 fd51:42f8:caae:d92e::1
```

3. Edite la configuración anterior de la siguiente manera:

```
# Example static IP configuration:
interface eth0
static ip_address=192.168.0.110/24
static routers=192.168.0.254
static domain_name_servers=132.248.204.1 132.248.10.2 8.8.8.8
```

donde

- `static ip_address` es la dirección IP de la Raspberry Pi, seguido de el código de la máscara de sub red (`24 = 255.255.255.0`).
- `static routers` es la dirección IP del punto de acceso de la red local, su puerta a la Internet.
- `static domain_name_servers` es la dirección de los servidores de resolución de nombres para acceder a la Internet.

### Importante

Coordínese con sus compañeros de clase para que cada Raspberry Pi tenga una dirección IP diferente, ya que de otro modo habrá una colisión y ninguna tendrá acceso a la red.  
Se recomienda usar la IP de la computadora cuyo cable utiliza.

Finalmente reinicie la Raspberry Pi.

## B.2. Configuración de la red alámbrica **eth0** con IP estática con Network-Manager

1. Cree un archivo llamado `eth0` en el directorio `etc/network/interfaces.d` de la partición `rootfs` de la `μSD` con un editor de texto. Si trabaja directamente en la Raspberry Pi la ruta es `/etc/network/interfaces.d`.
2. El contenido del archivo debe ser el siguiente:

```
auto eth0
allow-hotplug
iface eth0 inet static
    address 192.168.0.110/24
    gateway 192.168.0.254
```

donde

- `address` es la dirección IP de la Raspberry Pi, seguido de el código de la máscara de sub red (`24 = 255.255.255.0`).
- `gateway` es la dirección IP del punto de acceso de la red local, su puerta a la Internet.

### Importante

Coordínese con sus compañeros de clase para que cada Raspberry Pi tenga una dirección IP diferente, ya que de otro modo habrá una colisión y ninguna tendrá acceso a la red.

Nótese que en este caso no se añaden las direcciones IP de los servidores DNS. Esto es debido a que `network-manager` realiza la búsqueda de los servidores DNS de forma manual (y arbitraria).

Finalmente reinicie la Raspberry Pi.

## 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`. 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 creación del archivo `wpa_supplicant.conf` en la raíz de la partición `boot` es como sigue:

```
$ mkdir /media/[user]/boot
# mount /dev/mmcblk0p1 /media/[user]/boot
$ touch /media/[user]/boot/wpa_supplicant.conf
```

donde [user] es el nombre de usuario que utiliza en su sistema Linux. Si no conoce el nombre de dispositivo de su  $\mu$ SD pruebe con el comando `lsblk`.

Nótese que los comandos marcados con # deben ejecutarse con permisos de super usuario (i.e. *root*, o mediante `sudo` en Ubuntu).

A continuación proceda a editar el archivo `wpa_supplicant.conf`

```
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 *mu*SD 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$9Qp0F2A116JhvGmB$JLOIQjLdBIgRABi6iM1.byIomaIshgH1NTB51oHUSNbTW3D516hEnPr6HEBtMo/0IKw1Gkc7.FlFOhaMwPKB1/
```

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

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:
```

Teclee *raspberrypi*, 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*.

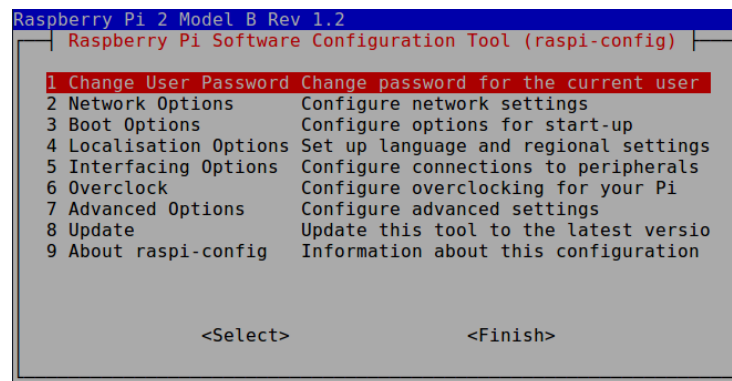


Figura 7: Herramienta de configuración de Raspbian