

Fundamentos de Sistemas Embebidos

Proyecto Final: Emulador de Consola de Videojuegos en un sistema embebido

Autor: Gómez Serna Carlos David

14 de junio de 2023

1.- Objetivo

El alumno aprenderá a instalar y ejecutar un emulador de videojuegos en una tarjeta microcontroladora. Así mismo, configurara la tarjeta para que a través de un medio extraíble exporte la cantidad de ROMS deseada a la misma.

2.- Introducción

Se creará un Sistema Embebido con base a lo aprendido a lo largo del curso. En este reporte, se creará un sistema de entretenimiento utilizando la tarjeta Raspberry Pi y funcionara como una consola de videojuegos y emulará juegos de NES.

3.- Antecedentes

Se asume que contamos con una tarjeta Raspberry Pi con sistema operativo Raspbian. Además de tener conocimientos sobre programación en Python y buen manejo del sistema Linux

4.- Materiales

- Una tarjeta de memoria microSD de al menos 4 GB (se recomiendan 8GB)
- Una computadora capaz de leer y escribir tarjetas microSD y conexión a internet para descargar la imagen de Raspbian.
- Una Raspberry Pi 2B
- Un monitor con soporte para HDMI

- Una memoria extraíble USB al menos 4 GB
- Un Control Genérico de videojuegos para computadora USB
- Una fuente de alimentación 5V@1A con adaptador microUSB

5.- Instalación

5.1. Instalación de la Imagen del Sistema Raspbian

Antes de comenzar con la instalación del emulador, primero debemos cargar el sistema operativo Raspbian a la Raspberry Pi. Para este trabajo utilizaremos una versión ligera del sistema el cual se puede descargar de este enlace <https://downloads.raspberrypi.org> Así mismo, para escribir la imagen en Windows utilizaremos el siguiente programa llamador Ether el cual se puede descargar del siguiente enlace <https://etcher.balena.io> Una vez descargado, ejecutamos el archivo, y nos pedirá seleccionar la imagen y la ubicación donde queremos descomprimirlo el cual será nuestra tarjeta SD. Posteriormente, insertamos la micro SD en la Raspberry y hacemos las configuraciones necesarias para instalar el sistema operativo. Es importante guardar nuestro usuario y contraseña, así como conectarnos a una red inalámbrica.

Nota: La instalación puede tardar unos minutos dependiendo de la conexión a internet.

5.2. Establecer un enlace con SecureShell (SSH)

5.2.1. Configurar SSH

Para poder configurar la Raspberry necesitamos establecer una conexión a SSH, por lo que es importante estar conectado a una red Wifi. Después debemos de activar el acceso a la conexión de SSH ingresando los siguientes comandos.

- `sudo systemctl enable ssh`
- `sudo systemctl start ssh`

Una vez configurado el acceso debemos fijar la IP de raspberry, por lo que en nuestro navegador debemos ingresar la dirección ip para entrar a la administración del Modem y añadimos la Dirección IP con el siguiente comando.

- `ifconfig`

5.2.2. Conexión SSH desde Linux o Mac

Se debe de tener presente que para hacer la conexión de SSH debemos verificar que sistema operativo vamos a utilizar. En caso de que se este utilizando una maquina con Linux o Mac tenemos que abrir una terminal y ejecutamos el siguiente comando

- `pi@[direccionIP]`

Donde [direccionIP] corresponde a la dirección asignada de nuestra tarjeta. Al conectarse y ejecutar el comando se nos mostrara un aviso, indicándonos que escribamos “yes” o “no”. Presionamos enter y escribimos “Yes” y nuevamente pulsamos Enter.

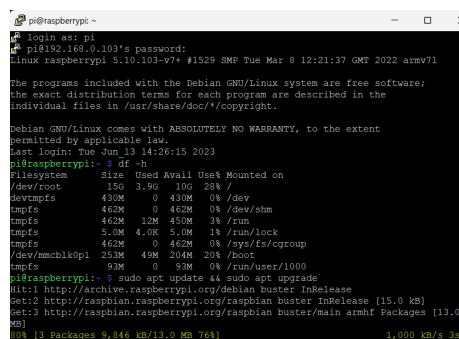
Posteriormente, nos pedirá escribir la contraseña del usuario de nuestra Raspberry Pi. La ingresamos y presionamos Enter nuevamente y nos aparecerá algo como esto. Indicándonos que nuestra Raspberry Pi se conecto correctamente por SSH.

- `pi@raspberrypi:`

5.2.3. Conexión SSH desde Windows

Para hacer la conexión SSH desde Windows se necesita descargar un cliente SSH llamado Putty. Al descargarlo, solo tenemos que ejecutar el programa y en la parte de “Host Name” ingresamos la dirección IP que le asignamos anteriormente a la Raspberry y le damos clic a “OPEN”. Posteriormente nos aparecerá una terminal.

Cabe mencionar que nos aparecerá un cuadro de dialogo en el que nos advierte sobre la seguridad del SSH. Hacemos clic en “Sí” y en la terminal nos pedirá que iniciemos sesión en la Raspberry por lo que ingresamos el nombre de usuario, también nos pedirá la contraseña. En ambos casos pulsamos enter y en la terminal nos tendría que aparecer algo como esto



```
pi@raspberrypi ~  
login as: pi  
pi@192.168.0.103's password:  
Linux raspberrypi 5.10.103-v7+ #1529 SMP Tue Mar 8 12:21:37 GMT 2022 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: Tue Jun 13 14:26:15 2023  
pi@raspberrypi:~$ df -h  
Filesystem      Size  Used Avail Use% Mounted on  
/dev/root       15G   3.9G   10G  28% /  
devtmpfs        430M   0   430M   0% /dev  
tmpfs            462M   0   462M   0% /dev/shm  
tmpfs            462M  12M   450M   3% /run  
tmpfs            5.0M  4.0K   5.0M   1% /run/lock  
tmpfs            462M   0   462M   0% /sys/fs/cgroup  
/dev/mmcblk0p1  253M  49M   204M  20% /boot  
tmpfs            53M   0   53M   0% /run/user/1000  
pi@raspberrypi:~$ sudo apt update && sudo apt upgrade  
Hit:1 http://archive.raspberrypi.org/debian Buster InRelease  
Get:2 http://raspbian.raspberrypi.org/raspbian Buster InRelease [15.0 kB]  
Get:3 http://raspbian.raspberrypi.org/raspbian Buster/main armhf Packages [13.0  
MB]  
0B [2 Packages 5.846 kB/13.0 kB 76%]  
1,000 kB/s 3s
```

Figura 1: Terminal de Putty

- `pi@raspberrypi:`

Lo que nos indica que nuestra conexión fue exitosa y ya podremos manejar nuestra tarjeta desde la terminal.

5.3. Instalación para RetroPie.

Para instalar RetroPie en nuestra tarjeta necesitamos algunos paquetes para su configuración, por lo que abrimos una terminal y ejecutamos el siguiente comando

- `sudo apt install git lsb-release`

Una vez instalado, descargamos la ultima versión del set up de RetroPie clonando el repositorio de git utilizando el siguiente comando

- `cd`
- `git clone --depth=1 https://github.com/RetroPie/RetroPie-Setup.git`

Para ejecutar el script, ejecutamos el siguiente comando.

- `cd RetroPie-Setup`
- `chmod +x retropie_setup.sh`
- `sudo ./retropie_setup.sh`

Se nos abrirá un menú como el siguiente. Indicando que ya podemos instalar los paquetes necesarios para nuestro emulador.

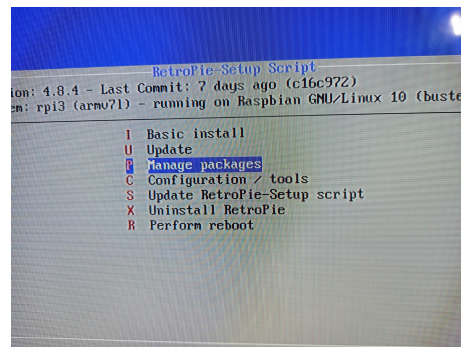
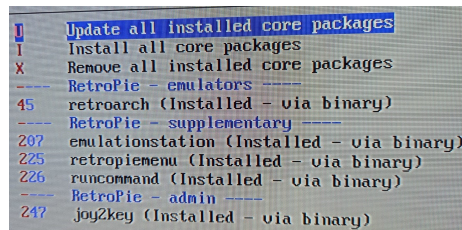


Figura 2: Script de RetroPie

NOTA: El proceso de instalación suele tardar entre 20 a 45 minutos por lo que es importante revisar que los archivos se estan descargando correctamente para evitar fallas a futuro.

5.4. Configuración de RetroPie

El objetivo de esta práctica es emular juegos de NES por lo que es importante revisar el manual de instalación para evitar una instalación errónea y lentificar el sistema. En el menu de configuración nos vamos a la opción de "Manage Packages" se nos mostrara un menu con varios paquetes que son importantes para la emulación por lo que se recomienda descargarlos todos.



```
U Update all installed core packages
I Install all core packages
X Remove all installed core packages
----- RetroPie - emulators -----
45 retroarch (Installed - via binary)
----- RetroPie - supplementary -----
207 emulationstation (Installed - via binary)
225 retropiemenu (Installed - via binary)
226 runcommand (Installed - via binary)
----- RetroPie - admin -----
247 joy2key (Installed - via binary)
```

Figura 3: Script de RetroPie

Una vez terminada la instalación, vamos a la opción de emuladores y seleccionamos el paquete *lr-nestopia*.

que nos permite tener un mejor tiempo de carga así como una buena optimización al leer las ROM. Así mismo, para cargar los juegos directamente de la memoria USB sin afectar la memoria sd, utilizaremos la opción *usbromservice*.

que se encuentra en la sección *RetroPie - supplementary*.

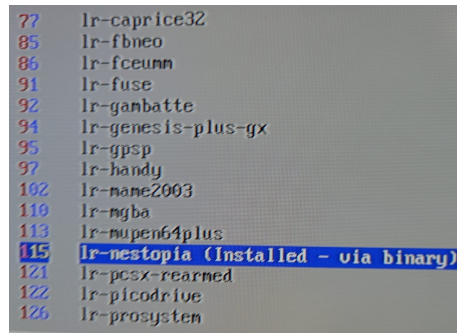


Figura 4: Emulador NES

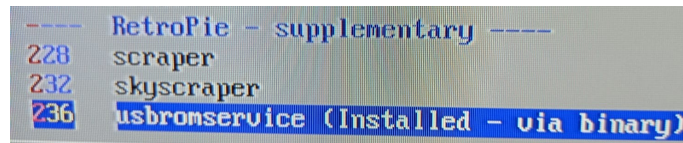


Figura 5: Servicio Memoria USB

Una vez concluida la instalación ya tendremos nuestro emulador listo pero aun no esta configurado correctamente por lo que iniciaremos el emulador. Cuando lo iniciemos nos aparecera un cuadro de dialogo para configurar el dispositivo. Es muy importante hacer este procedimiento con cuidado ya que el emulador detecta cualquier tecla al momento de asignar los controles y si se ttiene un error puede causar un mal funcionamiento del dispositivo. En este caso, utilizaremos un mando generico por lo que se recomienda asignar primero los botones correspondientes de arriba, abajo, izquierda y derecha para una mayor comodidad.

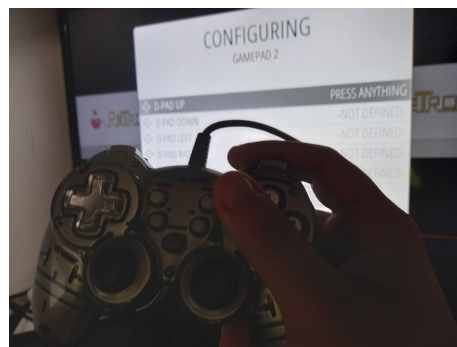


Figura 6: Configuración de Mando

Posteriormente, el sistema nos pedira que asignemos una tecla especial para realizar tareas fuera del emulador, como reiniciar, pausar el sistema o salir.



Figura 7: Ventana de configuracion

5.5. Instalación de ROMS.

Para cargar las ROM a nuestro emulador necesitamos una memoria USB (De preferencia vacia) en ella crearemos una carpeta llamada *retropie* y le agregaremos los juegos desados, los juegos los podemos descargar del siguiente enlace: <https://www.romsgames.net/roms/nintendo/>

Una vez creada la carpeta, conectamos nuestra memoria a la raspberry pi teniendo el emulador abierto el cual creara varias carpetas que son necesarias para nuestro programa. Una vez que se haya terminado este proceso, retiramos la USB y la conectamos a la computadora. En ella podremos ver que se han creado 3 carpetas, nos dirigimos a la carpeta con el nombre ROM y nos mostrara los juegos con las extensiones que soporta el emulador que en nuestro caso son .nes, .snes y .fds

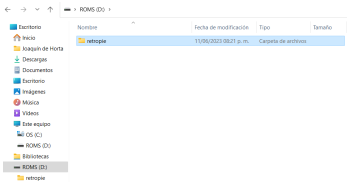


Figura 8: Carpeta RetroPie



Figura 9: USB previamente configurada

	Aladdin.nes	18/01/2003 09:55 p. m.	Archivo NES	513 KB
	ContraForce.nes	19/08/2005 12:30 p. m.	Archivo NES	257 KB
	KirbysAdventure.nes	14/05/2002 11:02 a. m.	Archivo NES	769 KB
	Legend of Zelda.nes	20/06/2000 05:57 p. m.	Archivo NES	129 KB
	MarioBros.nes	05/04/2010 10:52 p. m.	Archivo NES	25 KB
	MegaMan.nes	20/06/2000 05:58 p. m.	Archivo NES	129 KB
	Metroid.nes	20/06/2000 05:58 p. m.	Archivo NES	129 KB
	PacMan.nes	22/03/2019 10:20 p. m.	Archivo NES	25 KB
	SuperMarioBros.nes	20/06/2000 06:00 p. m.	Archivo NES	81 KB
	SuperMarioBros2.nes	19/08/2005 01:37 p. m.	Archivo NES	257 KB
	SuperMarioBros3.nes	21/06/2000 12:30 a. m.	Archivo NES	385 KB
	Tetris.nes	23/03/2019 12:03 a. m.	Archivo NES	49 KB

Figura 10: Carpeta con juegos de Nes

Procedemos a insertar nuevamente la memoria con la cantidad de ROM deseadas a nuestra Raspberry Pi e indmediatamente los juegos comenzaran a copiarse a nuestra SD, una vez concluido el proceso retiramos nuestra USB y podremos ver los juegos ya cargados al sistema

5.5.1 Instalación de ROMS desde una USB

Para nuestro proposito, configuraremos la USB para que las ROM se carguen directamente de ella. Crearemos una carpeta llamada *retropie-mount* en la USB, posteriormente la conectamos a nuestra Raspberry y automaticamente cargara una imagen del emulador el cual iniciara el sistema y ejecutara los juegos que se almacenan en la USB sin necesidad de que se copien a la tarjeta SD

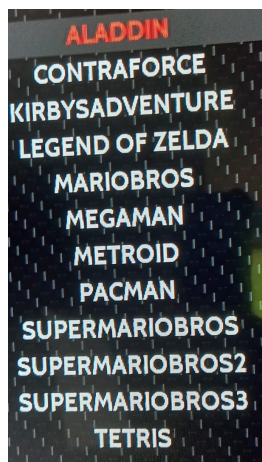


Figura 11: Juegos en el emulador

5.6. Iniciar emulador directamente

Para que nuestra Raspberry Pi funcione como una consola de videojuegos, necesitaremos arrancar la emulación directamente al momento de encender la tarjeta y a su vez crear un menú personalizado

5.6.1 Ocultar las imágenes de arranque y agregar una imagen personalizada.

Abriremos una terminal y comprobaremos la versión con el siguiente comando

- `lsb_release -a`

Es muy importante que la versión de nuestra Raspberry PI sea “búster” para que podamos cambiar la interfaz de arranque.

Una vez comprobada nuestra versión, guardaremos una imagen de nuestro interés en el escritorio (La imagen debe estar en formato png y no tener una resolución demasiado alta).

Renombraremos la imagen como “splash.png” y en la terminal escribimos los siguientes comandos para reemplazar la imagen de arranque actual por nuestra imagen

- `sudo rm /usr/share/plymouth/themes/pix/splash.png`
- `sudo mv /Desktop/splash.png /usr/share/plymouth/themes/pix/splash.png`

Reiniciamos la Raspberry con el siguiente comando para que los cambios queden aplicados.

- `sudo reboot`

Para eliminar otras imágenes de arranque como la paleta de colores o la carga del Kernel aplicaremos los siguientes comandos.

Para ocultar la paleta de colores, en la terminal escribiremos el siguiente comando

- `sudo cp /boot/config.txt /boot/config.txt.back`
- `sudo nano /boot/config.txt`

Se nos abrirá un archivo de texto y añadimos lo siguiente

disablesplash=1

Para guardar presionamos “CTRL + X”, luego “Y” y después pulsamos Enter para guardar. Finalmente reiniciamos la tarjeta para aplicar y revisar los cambios efectuados.

Para ocultar las imágenes del kernel, ejecutamos el siguiente comando en la terminal

- `sudo cp /boot/cmdline.txt /boot/cmdline.txt.back`
- `sudo nano /boot/cmdline.txt`

Al igual que paso con la imagen del arcoíris, se nos abra un archivo de texto e ingresamos lo siguiente al final de la línea de texto

logo.nologo quiet

Así mismo, en la línea de texto cambiamos el valor de “console”

console=tty1 = console=tty3

Aplicamos los cambios y reiniciamos la tarjeta. Si no hay ningún problema, al arrancar solo nos aparecerá nuestra imagen.

5.6.2. Cargar emulador directamente del sistema.

Para que la Raspberry Pi inicie directamente con el emulador, ejecutamos nuevamente el script de retropie con el siguiente comando

- `cd RetroPie-Setup`
- `chmod +x retropie_setup.sh`
- `sudo ./retropie_setup.sh`

Nos dirigimos a “Configuración”, después a “tolos” y a “autostart”. Se nos desplegará una serie de opciones de arranque. Seleccionamos la opción “Start Emulation Station at Boot” y reiniciamos nuestra tarjeta para aplicar los cambios. Posteriormente, podremos ver que la Raspberry Pi inicia directamente con el emulador y ya se encuentra totalmente configurado para su ejecución.

6.- Ejercicios

1. Cargar al menos 15 ROMS en la SD de la Raspberry Pi [5pts]
2. Instalar otro emulador de su preferencia y comparar el rendimiento con *lr-nestopia*. Mencione las diferencias entre emuladores en cuanto a rendimiento e interfaz [5pts]

7.- Video demostrativo

<https://youtu.be/sIH-vTYyf4o>

8.- Repositorio en Git

<https://github.com/David9924/FSEM-2023-2---Proyecto-Final.git>

9.- Conclusiones

En la realización de este proyecto aplicamos lo aprendido a lo largo del curso para crear un sistema embebido. En este caso una consola de videojuegos retro que emule juegos de NES. Sin embargo, presentamos ciertas dificultades que nos hicieron recurrir a utilizar el software RetroPie para poder crear nuestro propio emulador pero manteniendo nuestros objetivos para implementar de manera manual todo lo que nos pedia como cambiar la interfaz de arranque o cargar los juegos desde una memoria USB.

10.- Referencias

Raspberry Pi Foundation. (2021). USB gadget mode - Ethernet. Raspberry Pi Documentation. <https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/raspberrypi/usb/README.md>

Electronics Hub. (2019). Raspberry Pi Bridge Mode. <https://www.electronicshub.org/raspberry-pi-bridge-mode/>

Project, R. (n.d.). Running ROMs from a USB drive - RetroPie Docs. <https://retropie.org.uk/docs/Running-ROMs-from-a-USB-drive/>

Cabello, M. (2017, December 5). Controlar Raspberry Pi mediante SSH - ManuSoft.es. ManuSoft.es. <https://www.manusoft.es/raspberry-pi/controlar-raspberry-pi-mediante-ssh/Conexion-SSH-desde-PuttyWindows>

Project, R. (n.d.-a). Raspberry Pi - RetroPie Docs. <https://retropie.org.uk/docs/Manual-Installation/>

Eurek. (2019). Cambiar el “Splash Screen” por defecto o pantalla de arranque. EUREK - Wiki. <https://wiki.eurek.org/cambiar-el-splash-screen-por-defecto-o-pantalla-de-arranque/>

[RetroPie, 2022]Project, R. (n.d.-a). FAQ - RetroPie Docs. <https://retropie.org.uk/docs/FAQ/how-do-i-boot-to-the-desktop-or-kodi>