

Primeros pasos con la Raspberry Pi

A. Introducción

Todo sistema electrónico necesita una unidad de procesamiento que determine las acciones que deben ejecutar los actuadores en base a las medidas de los sensores y a la evolución temporal del proceso que se pretenda controlar. Esa unidad de procesamiento puede ser un microcontrolador —por ejemplo, una placa Arduino¹—, un ordenador de placa única o SBC (del inglés Single Board Computer) como la Raspberry Pi2, o directamente un PC.

Aunque en todos los casos la lógica es básicamente idéntica, las diferencias de hardware imponen algunas restricciones que afectan a la implementación del sistema de control. En esta práctica se familiarizará con la Raspberry Pi, que es la unidad de procesamiento que utilizará de ahora en adelante en el proyecto de la asignatura.

Si quiere trabajar en su portátil, lo cual es bastante recomendable para que pueda practicar con la Raspberry Pi en casa —recuerde que se puede llevar la placa siempre que se acuerde de traerla de vuelta para la siguiente clase —, asegúrese de tener Visual Studio Code instalado así como la extensión Remote - SSH4.

B. Especificaciones de la Raspberry Pi

Existen varios modelos de Raspberry Pi. La tarjeta que se le entregó se corresponde con el modelo más reciente, la Raspberry Pi 4 Model B. Algunas de sus características principales se muestran en la Tabla 1:

Tabla 1. Especificaciones de la Raspberry Pi 4 Model B.

Característica	Valor
Procesador	SOC (<i>system on a chip</i>) Broadcom BCM2711 Cuatro núcleos Cortex-A72 (ARM v8) de 64-bits @ 1,5 GHz
Memoria RAM	4 GB LPDDR4 (también disponible con 1 GB, 2 GB y 8 GB)
Conectividad	Wi-Fi de 2,4 GHz y 5,0 GHz IEEE 802.11b/g/n/ac Bluetooth 5.0, BLE (<i>Bluetooth Low Energy</i>) Gigabit Ethernet 2x puertos USB 3.0 (azules) 2x puertos USB 2.0 (negros)
Pines de entrada/salida (GPIO)	Cabezal de 40 pines (retrocompatible con modelos anteriores)
Vídeo y sonido	2x puertos micro HDMI (hasta 4Kp60) Interfaz serie para pantallas MIPI DSI de 2 canales Interfaz serie para cámaras MIPI CSI de 2 canales
Soporte para tarjetas SD	Ranura Micro SD. La tarjeta almacena el sistema operativo y los datos.
Alimentación (mín. 3 A) ⁵	5 V _{DC} a través del conector USB-C etiquetado como POWER IN. 5 V _{DC} a través del cabezal GPIO. Alimentación a través de Ethernet (PoE). Requiere un HAT PoE.

Llegado a este punto, su profesor le entregará una tarjeta micro D con una instalación de Raspberry Pi OS, la distribución oficial basada en Debian GNU/Linux. En la tarjeta debería haber una etiqueta amarilla con un texto de la forma XX, donde XX es un número (por ejemplo, 24).

Ese será el nombre único que le permitirá identificar su Raspberry Pi en la red y distinguirla de la de sus compañeros. Inserte la tarjeta con la etiqueta hacia abajo en la ranura que hay en la parte inferior de la Raspberry Pi antes de continuar.

C. Conexión mediante escritorio remoto

La forma más directa de trabajar con la Raspberry Pi es conectar un monitor externo al puerto micro HDMI etiquetado como HDMI0 —el contiguo al USB-C de alimentación— y un teclado y un ratón a cualquiera de los puertos USB tipo A. Esta solución es buena si la Raspberry Pi va a estar permanentemente en la misma ubicación. Sin embargo, si necesita transportarla de un lugar a otro resulta bastante engorroso tener que conectar y desconectar tantos cables antes y después de cada uso.

Por ese motivo, en el proyecto vamos a acceder de manera remota.

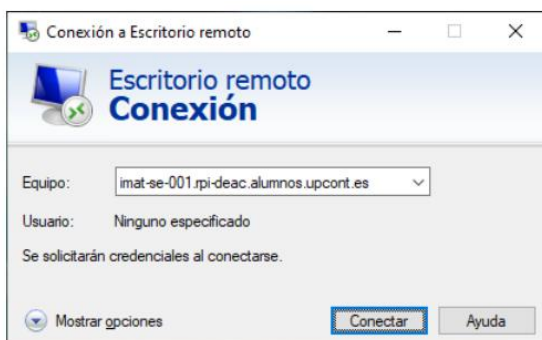
La tarjeta micro SD que ha recibido está ya configurada para que la Raspberry Pi se conecte automáticamente a la red comillas en cuanto se enchufa la fuente de alimentación USB-C. El sistema tardará unos segundos en arrancar, durante los cuales el LED ACT parpadeará a distintas velocidades.

Mientras espera, en el ordenador de sobremesa de su puesto abra la aplicación Conexión a Escritorio remoto de Windows6 e introduzca el nombre de su equipo (Tabla 2). Si prefiere usar su portátil.

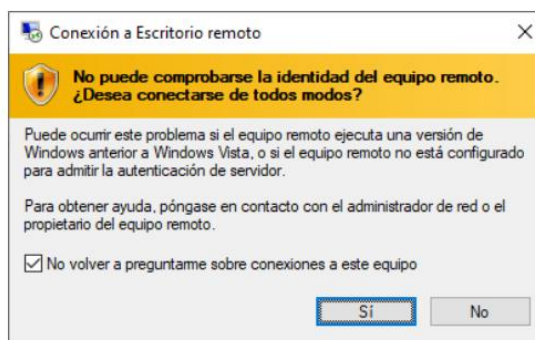
Asegúrese antes de que está conectado a la red comillas. Cuando ACT se apague haga clic en Conectar (Figura 1(a)). Aparecerá una ventana con una comprobación de seguridad (Figura 1(b)). Marque la opción “No volver a preguntarme sobre conexiones a este equipo” y pulse Sí . A continuación, introduzca el usuario y la contraseña que se especifican en la Tabla 2 en el diálogo de la Figura 2(a). La primera vez que se conecte después de arrancar la tarjeta, Raspberry Pi OS le pedirá que vuelva a escribir la contraseña de nuevo.

Tabla 2. Información necesaria para la conexión mediante Escritorio remoto. <número> debe reemplazarse por el

Propiedad	Valor
Nombre del equipo (<i>hostname</i>)	En Comillas: imat-se-<número>.rpi-deac.alumnos.upcont.es En cualquier otro sitio: imat-se-<número>
Usuario	pi
Contraseña	se@iMAT2023



(a)



(b)

Figura 1. Interfaz de la aplicación “Conexión a Escritorio remoto” con un ejemplo del nombre que hay que introducir en la universidad (a) y diálogo de seguridad (b).

Para conectarte, las credenciales son:

Hostname: imat-rpi-0XX.rpi-deac.alumnos.upcont.es

IP fija: 10.120.107.XX

Usuario: pi

Contraseña: imat@ICAI2023

Donde XX es el número de 2 dígitos que identifica tu placa (etiqueta amarilla).

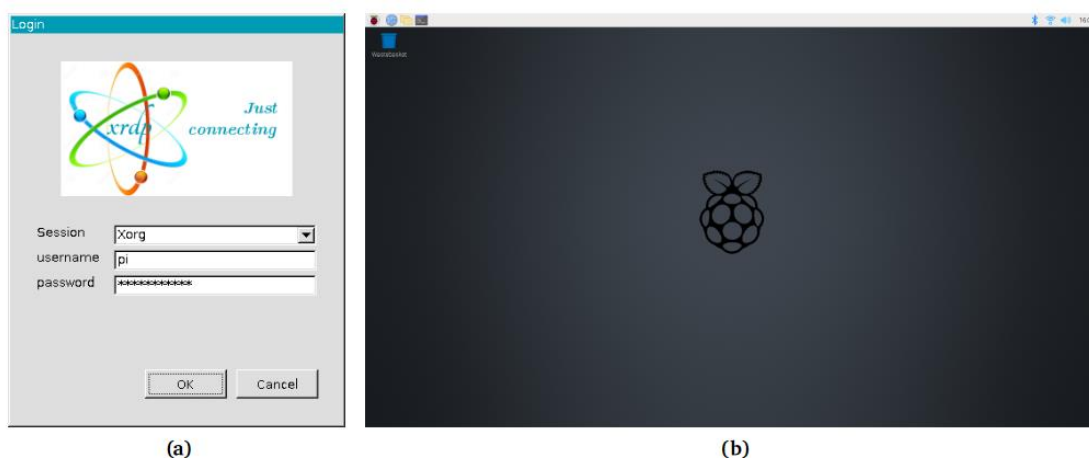


Figura 2. Diálogo para introducir las credenciales de usuario (a) y escritorio de Raspberry Pi OS (b).

Si no ha habido ningún problema, debería estar frente a una pantalla idéntica a la de la Figura 2(b).

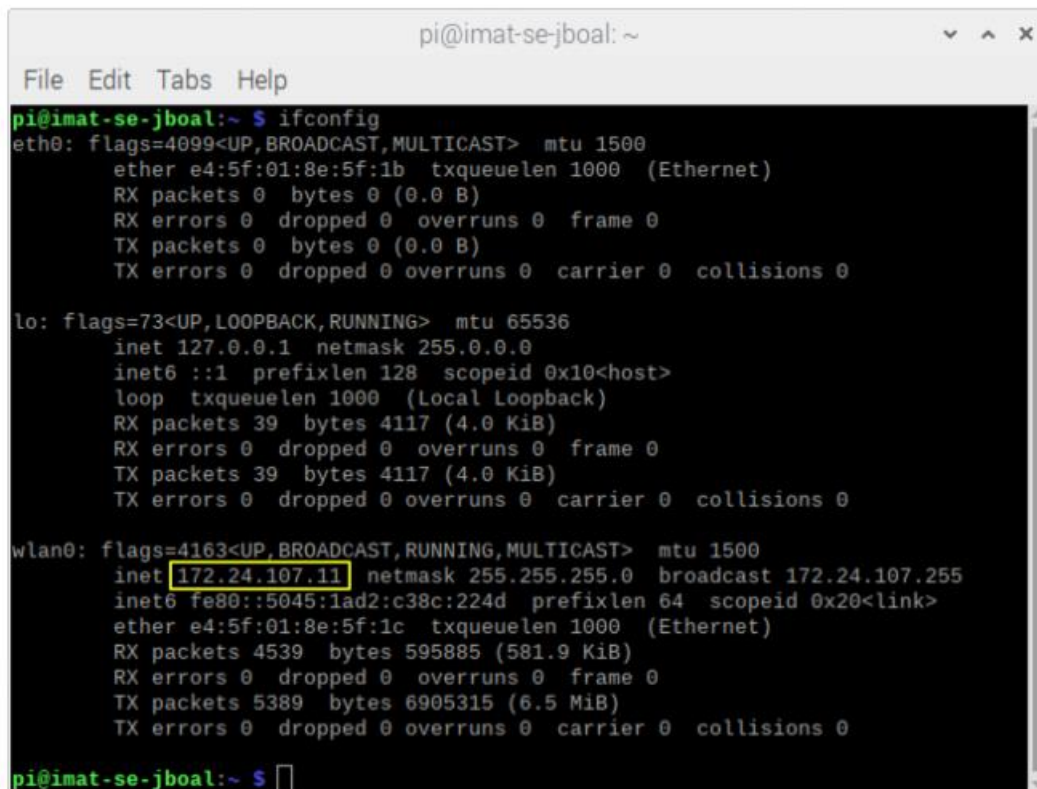
Como ve, la interfaz es parecida a la de cualquier otro sistema operativo. El botón con forma de frambuesa de la esquina superior izquierda es el menú principal desde el que se pueden lanzar aplicaciones y apagar la tarjeta de forma segura.

- Observación: En general es mala idea desconectar la alimentación directamente para apagar la Raspberry Pi. Si tiene que hacerlo porque no es capaz de conectarse de manera remota, espere a que el LED ACT no esté iluminado para reducir el riesgo de dañar la micro SD. Esperar a que el LED se apague antes de desenchufar también es la forma correcta de proceder si apaga la tarjeta correctamente a través de la interfaz gráfica o desde el Terminal, como se explica más adelante.

Familiarícese con el sistema operativo todo lo que quiera. Luego abra un Terminal presionando sobre el último icono del lado izquierdo de la barra de tareas y escriba el comando `ifconfig`. Como la conexión al servidor DNS de la universidad es un poco inestable, conviene anotar al principio de cada sesión la dirección IP que le ha asignado el router al adaptador inalámbrico de su Raspberry Pi

(la interfaz wlan0 en la Figura 3). El servidor DNS traduce el nombre de su tarjeta a esa dirección IP local única que es la que permite a la aplicación de escritorio remoto localizarla en la red. Por tanto, si dispone de esa información podrá comunicarse con la Raspberry Pi aunque el servidor DNS esté caído reemplazando el nombre del equipo por la IP en la Figura 1(a).

Figura 3. Dirección IP local asignada por el router al adaptador inalámbrico.



```
pi@imat-se-jboal: ~  
File Edit Tabs Help  
pi@imat-se-jboal:~ $ ifconfig  
eth0: flags=4099<UP,BROADCAST,MULTICAST> mtu 1500  
    ether e4:5f:01:8e:5f:1b txqueuelen 1000 (Ethernet)  
    RX packets 0 bytes 0 (0.0 B)  
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0  
    TX packets 0 bytes 0 (0.0 B)  
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0  
  
lo: flags=73<UP,LOOPBACK,RUNNING> mtu 65536  
    inet 127.0.0.1 netmask 255.0.0.0  
    inet6 ::1 prefixlen 128 scopeid 0x10<host>  
    loop txqueuelen 1000 (Local Loopback)  
    RX packets 39 bytes 4117 (4.0 KiB)  
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0  
    TX packets 39 bytes 4117 (4.0 KiB)  
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0  
  
wlan0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500  
    inet 172.24.107.11 netmask 255.255.255.0 broadcast 172.24.107.255  
    inet6 fe80::5045:1ad2:c38c:224d prefixlen 64 scopeid 0x20<link>  
    ether e4:5f:01:8e:5f:1c txqueuelen 1000 (Ethernet)  
    RX packets 4539 bytes 595885 (581.9 KiB)  
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0  
    TX packets 5389 bytes 6905315 (6.5 MiB)  
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0  
  
pi@imat-se-jboal:~ $
```

D. Configuración de credenciales Wi-Fi

Como medida de respaldo adicional, la Raspberry Pi está configurada para conectarse también a una segunda red denominada Skynet que los profesores desplegarán si no se consigue conectar a comillas.

La única pega de esa red es que carece de acceso a Internet. Por si lo necesitara, y para que pueda utilizar la Raspberry Pi fuera de la universidad, vamos a añadir su móvil a la lista de redes inalámbricas conocidas. Si quiere también puede aprovechar para poner la contraseña del router de su casa, pero quizá no quiera compartir esa información con su compañero...

Escriba `sudo nano /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf` en el Terminal y añada una nueva red con el formato del Código 1 antes de las ya existentes pero debajo del campo `country=ES`. Use para sangrar a la derecha un nivel el contenido que hay dentro de las llaves. A continuación, presione Ctrl + X para salir. Se le preguntará si quiere guardar. Pulse Y seguido de Enter para hacerlo.

```
network={  
    ssid="<Nombre de la red Wi-Fi>" # Por ejemplo, ssid="Telefono"  
    psk="<Contraseña>" # Por ejemplo, psk="123456".  
    priority=3  
}
```

Código 1. Configuración de una red inalámbrica en wpa_supplicant.conf.

La red que acaba de añadir tiene más prioridad (3) que las anteriores. Esto significa que si el punto de acceso de su móvil está disponible cuando la Raspberry Pi arranque, se conectará a él antes que a las demás redes. Actívelo, conecte su portátil a su móvil y reinicie la Raspberry Pi. Aunque puede reiniciar a través de la interfaz gráfica, vamos a aprender a hacerlo desde el Terminal con el comando `sudo reboot`.

Al cabo de unos segundos debería poder acceder por Escritorio remoto desde su portátil y confirmar en el símbolo O de la esquina superior derecha que la Raspberry Pi está conectada a su teléfono.

- Observación: Si no consigue acceder a la Raspberry Pi cuando el punto de acceso de su teléfono está activo, puede deberse a que su móvil no resuelve los nombres de los equipos a direcciones IP. En ese caso, necesita descubrir la dirección que le ha sido asignada y conectarse usando esa IP directamente en lugar del nombre del equipo. En algunos móviles la IP de los equipos conectados se puede ver en la pantalla de configuración del hotspot, pero en otros hace falta una aplicación de terceros. Una alternativa gratuita es “Network Analyzer”⁷, que está disponible para Android y iOS.

El proceso para añadir la red inalámbrica de su casa es análogo. No obstante, si no quiere mostrar en texto plano su contraseña, puede sustituirla por una clave alfanumérica equivalente que es más difícil de memorizar copiando la salida del comando `wpa_passphrase <ssid>`. Si en casa tampoco pudiera acceder usando el hostname, conéctese al router para descubrir la IP.

E. Conexión a través de SSH

Salvo que necesite mostrar algún tipo de imagen en el proyecto, normalmente no utilizaremos la conexión de escritorio remoto, sino que nos bastará con un Terminal. Para poder abrir un terminal remoto, la tecnología más habitual es utilizar un túnel SSH (de Secure SHell). En macOS y Linux ya viene instalado y se puede invocar desde cualquier Terminal con los comandos `ssh <usuario>@<hostname>` o `ssh <usuario>@<ip>`. En cambio, en Windows hace falta una aplicación como PuTTY⁸. Afortunadamente para usted, Visual Studio Code permite conectarse fácilmente por SSH desde cualquier sistema operativo siempre que se haya instalado la extensión Remote-SSH.

Abra Visual Studio Code y lance la interfaz de comandos con `Ctrl + + P` ⁹. A continuación, seleccione la opción Remote-SSH: Connect to Host.... A medida que escriba, Visual Studio Code irá filtrando los resultados coincidentes (Figura 4(a)). Finalmente, introduzca el usuario y el nombre de su Raspberry Pi separados por una arroba (Figura 4(b)).

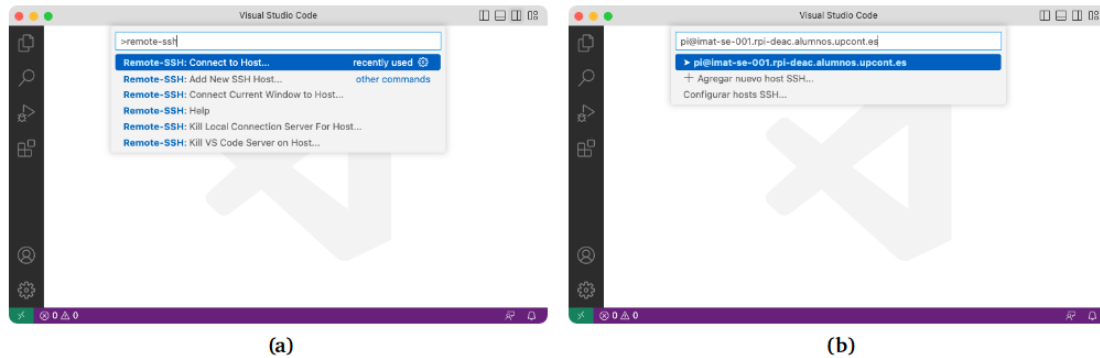


Figura 4. Comando de conexión por SSH en VS Code (a) y diálogo para introducir el usuario y el hostname (b).

La primera vez tardará alrededor de un minuto porque Visual Studio Code tiene que realizar algunas configuraciones para hacer su experiencia de usuario más cómoda. Las siguientes conexiones solo requerirán unos pocos segundos. Para que este proceso funcione, es necesario que su ordenador y la Raspberry Pi estén conectados a una red con acceso a Internet.

Una vez dentro debería ver una pantalla como la de la Figura 5. En la esquina inferior izquierda sobre fondo verde se indica el equipo al que está conectado y en la parte inferior hay un Terminal que le permite interactuar con el sistema operativo usando comandos estándar de Linux. Por ejemplo, para apagar de forma segura la Raspberry Pi hay que escribir `sudo shutdown -h now`. ¡No lo haga aún!

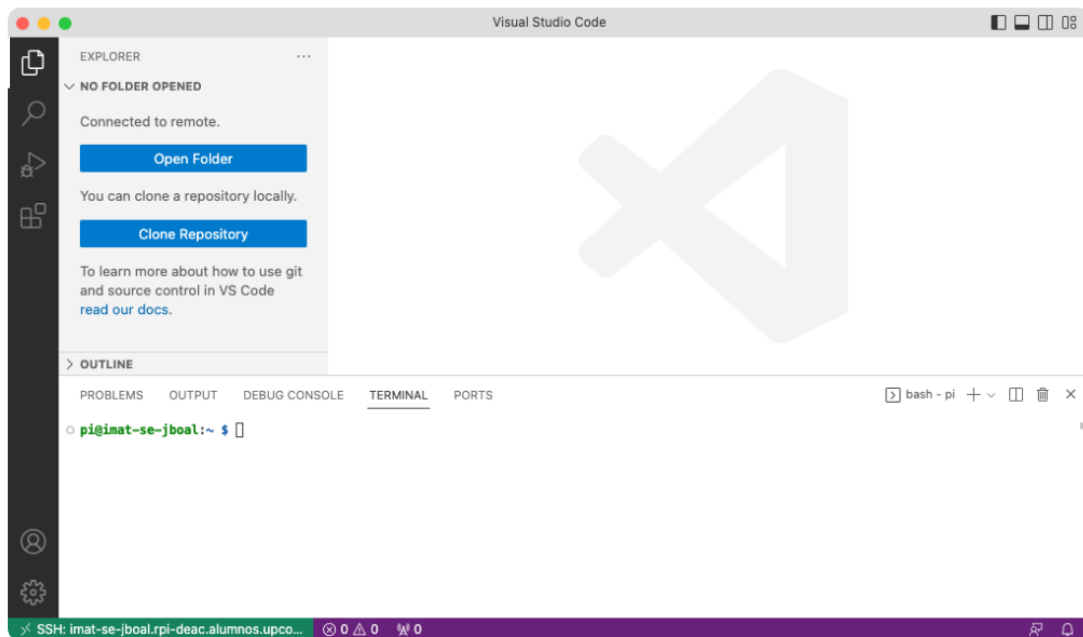


Figura 5. Interfaz de Visual Studio Code una vez establecida la conexión SSH.

F. Links importantes

- <https://marketplace.visualstudio.com/items?itemName=ms-python.python>
- <https://marketplace.visualstudio.com/items?itemName=njpwerner.autodocstring>
- <https://techet.net/netanalyzer/>
- <https://www.putty.org/>
- En macOS es + + P .
- <https://www.arduino.cc/>
- <https://www.raspberrypi.org/>
- <https://code.visualstudio.com/>
- <https://marketplace.visualstudio.com/items?itemName=ms-vscode-remote.remote-ssh>