

Pràctica 3) Raspberry Pi 3B (Arquitectura ARM)

Fase I - Instal·lació i configuració inicial

a) Descarrega la imatge del sistema operatiu [Raspbian Pi OS with desktop and recommended software](#) des de la pàgina oficial del projecte **Raspberry Pi**.

b) Descomprimeix el fitxer **2023-05-03-raspbios-bullseye-armhf-full.img.xz** i a continuació:

- Comprova la integritat del fitxer:
 - Des de Linux → **sha256sum 2023-05-03-raspbios-bullseye-armhf-full.img.xz**
 - Des de Windows → **certutil -hashfile 2023-05-03-raspbios-bullseye-armhf-full.img.xz SHA256**
 - El resultat ha de ser el mostrat a [Show SHA256 file integrity hash](#) de **Raspberry Pi OS with desktop and recommended software** de la [pàgina de descarrega](#).
- Crema la imatge **2023-05-03-raspbian-bullseye-armhf-full.img** sobre la targeta SD. Pots utilitzar l'ordre **dd** de **Linux** que ja està instal·lada per defecte, o et pots descarregar el programa [Win32DiskImager](#) des de la web de SourceForge per poder realitzar aquesta tasca des de **Windows**. o utilitzar [l'eina de Windows 10/11 de enregistrar imatge de disc](#).

c) Endolla al connector HDMI de la **Raspberry Pi 3B** (que ha d'estar apagada!!!!) una pantalla (que també ha d'estar apagada!!!), un teclat a un connector USB i un ratolí a un altre connector USB. Posa en marxa la **Raspberry Pi 3B**. Encén la pantalla. Comprova que pots accedir al sistema amb un l'entorn gràfic. Fes la configuració inicial que et demana per pantalla:

- Introdueix les dades de localització.
- Crea un nou usuari del sistema de nom **gx**, a on **x** és el teu número de grup. Per exemple, el **grup 3** ha de tenir el nom **g3**. La seva contrasenya serà **FjeClot2324@** (assegura't de la contrasenya no amagant els caràcters quan els estàs escrivint).
- Assegura't que la mida de la pantalla és correcta.
- Configura la WiFi de l'escola i aconsegueix una adreça IP.
- **No** cal actualitzar el programari. Es pot fer en un altre moment més endavant.
- Reinicia la **Raspberry Pi 3B**

d) Accedeix a l'interpret d'ordres i comprova si treballes amb el teclat correcte. En cas contrari:

- Fes clic a la icona del menú principal (barra superior -> primera icona a l'esquerra) i selecciona **Preferències** → **Raspberry Pi Configuration** → **Localisation** → **Keyboard**. Canvia el teclat per **Layout = Spanish, Variant = Catalan(Spain, with middle-dot L)**

e) Comprova que les interfície Ethernet i Wifi estan actives i tenen un adreça IP assignada i que les IP estan dins de la subxarxa de l'escola. Executa l'ordre: **ip a**

f) Comprova la teva connectivitat a internet fent un ping a l'adreça IP **1.1.1.1** i a **www.google.com**.

g) Activa el servei **SSH**. Per activar el servei **SSH** cal posar en marxa el servidor **openssh-server** i comprovar que funciona seguint aquest passos:

- Obre el menú principal de la **Raspberry Pi 3B**. Selecciona **Preferències** --> **Raspberry Pi Configuration** --> **Interfaces** --> **SSH** i habilita el servidor escollint **Enable** i després **OK**.
- Executa l'ordre **systemctl status ssh** i comprova que el servei **SSH** està **actiu**.
- Comprova executant l'ordre **sudo netstat -atupn** que el servidor escolta pel port **22/tcp**.

h) Activa el servei **VNC** (el servei VNC permetre compartir escriptoris entre ordinadors). Per activar el servei **VNC** cal posar en marxa el servidor **realvnc-vnc-server** i comprovar que funciona seguint aquest passos:

- Executa **sudo raspi-config** i selecciona **Interfacing Options --> VNC** i . Has de respondre a **Sí** a la pregunta *Would you like the VNC Server to be Enabled?* de la següent pantalla.
- Comprova que surt una pantalla informativa indicant que **VNC Server** ha esta habilitat i a continuació selecciona **Finish** a la següent pantalla.
- Executa **systemctl status vncserver-x11-serviced** i comprova que el servei **VNC** està **actiu**.
- Comprova executant l'ordre **sudo netstat -atupn** que el servidor escolta pel port **5900/tcp**.

i) Canvia el nom de sistema de la teva **Raspberry Pi 3B**. Fes que sigui **rpigx**, a on **x** és el teu número de grup. Per exemple, el grup 3 ha de tenir el nom **rpig3**. Executa **sudo raspi-config** i selecciona **System Options** → selecciona **Hostname**. Hauràs de reiniciar la **Raspberry Pi 3B** perquè el canvi tingui efecte.

j) Accés al **servidor VNC** des del teu portàtil:

- Per accedir al servidor VNC des del teu portàtil, descarrega instal·la el client **VNC Viewer** per Linux/Windows/Mac [des d'aquesta web](#).
- Connecta el teu portàtil a la mateixa WiFi que la **Raspberry Pi 3B**.
- Configura el **servidor VNC** per treballar amb autenticació via **VNC password** anant a l'eina de configuració i control del **servidor VNC** (icona **VNC** a la barra superior a la dreta), i accedint a *Menú --> Options --> Security --> Authentication*. Escribeu un password per accedir al servidor **VNC**. A la secció *Encryption* selecciona *Always on*.
- Utilitzant **VNC Viewer**, connecta el teu portàtil al **servidor VNC** del la **Raspberry Pi 3B** i accedeix a l'entorn gràfic de la **Raspberry Pi 3B** amb l'adreça IP trobada a l'apartat **e**). No cal preocupar-se pels missatge que diuen que no es pot comprovar la identitat del servidor.

k) Accés al **servidor SSH** des del teu portàtil:

- Per accedir al servei SSH pots utilitzar el client **ssh** de Linux o Windows (per Windows també pots utilitzar el client **putty**).
- Connecta el teu portàtil a la mateixa WiFi que la **Raspberry Pi 3B**. Connectat amb un client SSH des del teu portàtil al servei SSH de la **Raspberry Pi 3B** amb l'adreça IP trobada a l'apartat **d**).

l) Aturant la **Raspberry Pi 3B**:

- Atura el sistema executant **sudo poweroff**
- Treu l'alimentació completament i espera uns segons.
- Treu el cable Ethernet (si està connectat).
- Treu el connector HDMI
- Treu teclat i ratolí

Fase II - Afegint maquinari a la GPIO de la Raspberry Pi 3B

Part 1: Pantalla I2C OLED SSD1306 0,96" 128x64 pixel

a) Abans de començar:

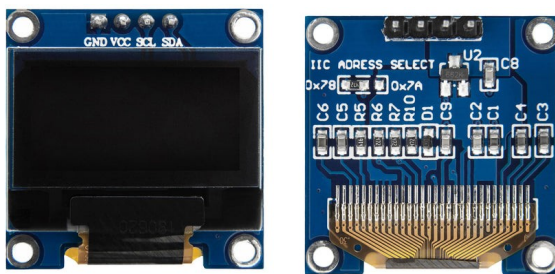
- La **GPIO** de la **Raspberry Pi 3B** és un connector que permet connectar maquinari extern a la placa mare de la **Raspberry Pi 3B**. A la figura de l'apartat **c**) podeu veure a on es troba aquest connector i el propòsit de cada pin.
- El **bus de comunicacions I2C** permet la comunicació entre un maquinari extern connectat a la GPIO de la **Raspberry Pi 3B** i la **CPU** de la **Raspberry Pi 3B**. Per accedir al bus de comunicacions **I2C** el maquinari extern s'ha de connectar amb els pins **SDA** i **SCL** de la **GPIO** de la **Raspberry Pi 3B**. A la figura de l'apartat **c**) podeu veure que els pins **SDA** i **SCL** de la **GPIO** són el **3** i el **4**. També podem veure a on es troben d'aquests pins a la serigrafia de la pantalla OLED.

b) Atura la **Raspberry PI 3B**, desconnecta l'alimentació.

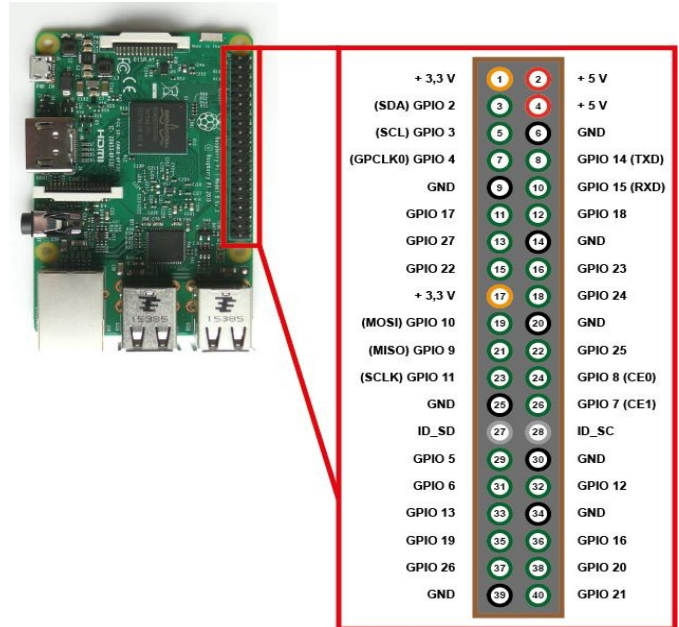
c) Connecta la **pantalla I2C OLED SSD1306 0,96" 128x64 pixels** a la **GPIO** de la **Raspberry Pi 3B** unint correctament als 2 costats de la connexió els pins d'alimentació (V_{CC} o V_{DD}), GND, SDA i SCL. La pantalla **OLED** té una serigrafia que indica que és cada pin.

Module PCB	Desc	GPIO Header Pins
VCC	3.3V	P1-01
GND	Ground	P1-06
SCL	I2C SCL	P1-05
SDA	I2C SDA	P1-03

Connexionat de Display OLED SSD1306 a la GPIO de Raspberry Pi 3B



Pins del Display OLED SSD1306



Pins del GPIO de la Raspberry Pi 3B

d) Torna a connectar l'alimentació i posa en marxa el sistema. **Habilita** la interfície o bus de **comunicacions I2C** de la **GPIO** de la **Raspberry PI 3B**. Executa el programa **rspi-config** i habilita **el bus I2C** a la secció **Interface Options** → **I5 I2C**.

e) Instal·la el programari per poder treballar amb el bus **I2C** de la **Raspberry PI 3B**. Executa:

```
sudo apt-get install -y i2c-tools
sudo apt-get install -y python3-smbus
```

f) Comprova que a la llista de mòduls (drivers) que es carreguen durant l'arrancada del sistema trobes el mòdul **i2c_dev**. Obre el fitxer **/etc/modules** i comprova que el mòdul **i2c-dev** està a la llista. Tot i que el mòdul és diu **i2c_dev** dins del fitxer **/etc/modules** es diu **i2c-dev**.

g) Reinicia el sistema.

h) Comprova que:

- El driver I2C s'ha carregat executant **lsmod | grep i2c_dev**. Si no surt res per pantalla, és que no s'ha carregat.
- Comprova que dins del directori **/dev** ha aparegut el nou fitxer de dispositiu **i2c-1** (o **i2c-2**). Si ha aparegut, la **Raspberry PI 3B** té una interfície per comunicar-se amb el mòdul **OLED SSD1306**.

i) Instal·la les eines de sistema i el programari necessari de **python3** per poder posteriorment instal·lar la biblioteca **Adafruit Blinka python3** necessària per poder controlar pantalles **OLED** i altre maquinari. Potser aquest programari ja ha estat instal·lat prèviament o venia per defecte dins del sistema. Executa:

```
sudo apt-get -y update
sudo apt-get -y install python3-pip
sudo pip3 install --upgrade setuptools
```

j) Instal·la dins del directori personal del vostre usuari de sistema la biblioteca **Adafruit Blinka python3** necessària per poder controlar pantalles **OLED** i altre maquinari. Primer descarreguem un paquet necessari per instal·lar **Blinka**:

```
cd ~  
sudo pip3 install --upgrade adafruit-python-shell
```

k) Descarrega ara el programa en **python3** que fa de manera automàtica tot el procés de configurar i instal·lar correctament **Blinka**: Executa l'ordre (compte, es una única ordre en 2 línies, no són 2 ordres):

```
wget https://raw.githubusercontent.com/adafruit/Raspberry-Pi-Installer-Scripts/  
master/raspi-blinka.py
```

i l'executa el programa:

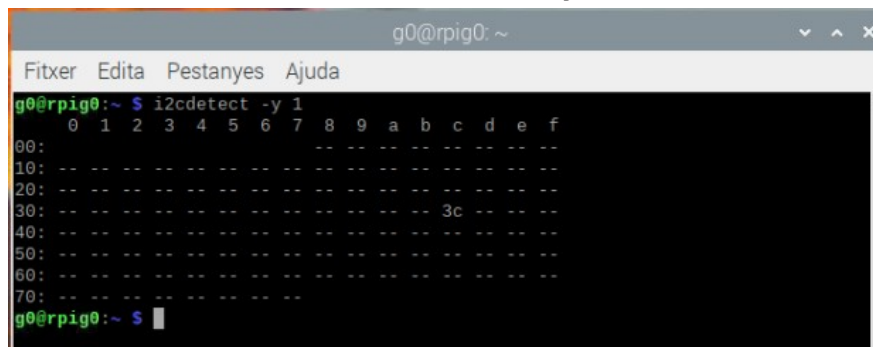
```
sudo python3 raspi-blinka.py
```

NOTA: Pot trigar uns **20-25 minuts** en executar-se perquè fa un **upgrade** de paquets de software del sistema. Si s'ha fet un **upgrade** previament llavors trigarà molt poc en executar-se. Com més recent sigui l'upgrade, menys trigarà en executar-se.

l) Quan et demani reiniciar la **Raspberry Pi 3B**, ho acceptes.

m) Una **adreça I2C** serveix per **identificar** un **dispositiu** connectat al bus **I2C** de la **Raspberry**. Comprova l'**adreça I2C** en hexadecimal que el fabricant va assignar al teu mòdul **OLED** executant:

```
i2cdetect -y 1
```



```
g0@rpi0: ~  
Fitxer Edita Pestanyes Ajuda  
g0@rpi0:~$ i2cdetect -y 1  
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 a b c d e f  
00: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --  
10: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --  
20: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --  
30: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- 3c -- -- -- --  
40: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --  
50: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --  
60: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --  
70: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --  
g0@rpi0:~$
```

En aquest cas, l'adreça **I2c** és la **0x3c**.

n) Ara anem a instal·lar biblioteques específiques d'**Adafruit** per la pantalla **OLED** :

```
sudo pip3 install adafruit-circuitpython-ssd1306  
sudo pip3 install psutil  
sudo reboot  
sudo apt-get install python3-pil
```

o) Ara instal·larem i executarem un script en python3 que pot enviar dades a la pantalla **OLED**. Executa l'ordre:

```
git clone https://github.com/mklements/OLED_Stats.git
```

i a continuació:

```
cd OLED_Stats  
python3 stats.py &
```

I es mostrarà per pantalla alguna cosa similar a això:



Aquest programa ens mostra:

- Adreça IP de la Raspberry Pi
- Carrega de la CPU
- Temperatura de la CPU
- Memòria total i utilitzada per la Raspberry Pi.
- Espai de disc utilitzat i total disponible

p) Si volem tenir la pantalla amb aquestes dades disponibles des de l'inici del sistema, cal que **stats.py** s'executi durant el procés d'arrancada. Per tant, modifica el fitxer de configuració **crontab** del teu usuari. Fes que el servei de tasques planificades **cron** s'executi **stats.py** cada cop que s'inicia la **Raspberry Pi 3B**. Executa:

```
crontab -e
```

i indica que vols treballar amb el programa **nano**.

q) A continuació afegeix al final la següent línia:

```
@reboot cd ~/OLED_Stats && python3 stats.py &
```

Això farà que cada cop que és fa una arrancada o un reinici del sistema s'executi en 2n terme el programa **stats.py** per poder mostrar per pantalla **OLED** l'estat de la **Raspberry Pi**.

q) Ara atura completament la **Raspberry Pi 3B** i treu l'alimentació. Comprova que quan tornis a posar-la en marxa es visualitzin les dades a la pantalla **OLED** de manera automàtica.

r) Comprova que l'estat de la Raspberry s'actualitza periòdicament. Posa en marxa el navegador i comprova l'increment de l'us de memòria RAM, carrega de la CPU i temperatura de la CPU.

s) Aturant la **Raspberry Pi 3B**:

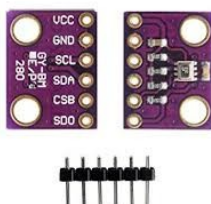
- Atura el sistema executant **sudo poweroff**
- Treu l'alimentació completament i espera uns segons.
- Treu el sensor BME280
- Treu el cable Ethernet (si està connectat).
- Treu el connector HDMI
- Treu teclat i ratolí

Part 2: Sensor de temperatura, pressió i humitat relativa I2C BME280/BMP280

a) Atura la **Raspberry PI 3B**, desconnecta l'alimentació i desconnecta la **pantalla OLED**. Comenta la línia del fitxer de crontab d'usuari que vas creara a l'apartat **p)** del punt 4 de la pràctica.

b) Connecta el mòdul del sensor de pressió, temperatura i humitat relativa **BME280/BMP280** a la **GPIO** de la **Raspberry Pi 3B** unint correctament als 2 costats de la connexió els pins d'alimentació V_{CC} (o V_{DD}), GND, SDA i SCL. El mòdul del sensor **BME280/BMP280** té una serigrafia que indica que és cada pin.

Module PCB	Desc	GPIO Header Pins
VCC	3.3V	P1-01
GND	Ground	P1-06
SCL	I2C SCL	P1-05
SDA	I2C SDA	P1-03



Connexionat de Display sensor BME280 / BMP280 a la GPIO de Raspberry Pi 3B

Sensor BME280

c) Comprovarem l'adreça I2C que el fabricant va assignar al teu mòdul **BME280** executant:

```
i2cdetect -y 1
```

```
pi@rpig10: ~  
Fitxer Edita Pestanyes Ajuda  
pi@rpig10:~ $ i2cdetect -y 1  
 0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  a  b  c  d  e  f  
00: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --  
10: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --  
20: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --  
30: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --  
40: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --  
50: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --  
60: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --  
70: -- -- -- -- -- 76 -- -- -- -- -- -- -- -- --  
pi@rpig10:~ $
```

que en aquest cas és la **0x76**.

d) Com que les biblioteques i eines d'Adafruit ja han estat instal·lades prèviament, ara només hem d'instal·lar biblioteques específiques d'Adafruit pel mòdul **BME280/BMP280**. Des del directori personal de teu usuari del sistema executa:

```
sudo pip3 install adafruit-circuitpython-bme280
```

e) Descarrega i executa el programa [bme280_chipid.py](http://www.collados.org/asix2/m05/uf1/bme280_chipid.py) dins de la carpeta personal del usuari del sistema. Executa les ordres:

```
wget http://www.collados.org/asix2/m05/uf1/bme280_chipid.py
```

```
python3 bme280_chipid.py
```

i comprova el valor **CHIP ID** que el fabricant va assignar al teu mòdul **BME280/BMP280**. Segurament serà el valor serà un **0x58** o un **0x60**.

f) Sí el teu **CHIP ID** és **0x58** el teu sensor és un **BMP280** que mesura temperatura i pressió atmosfèrica però **no** mesura la humitat relativa. Si el teu CHIP ID és un **0x60**, és un **BME280** que mesura temperatura, pressió atmosfèrica i també humitat relativa.

g) Modifica amb **Geany** o **nano** el fitxer `/usr/local/lib/python3.9/dist-packages/adafruit_bme280/basic.py` per indicar l'**adreça** i **identificador** del teu mòdul **BME280**. Has de buscar a els paràmetres:

- `_BME280_ADDRESS` (línia 53) → Assigna l'adreça **I2C** real del teu mòdul.
- `_BME280_CHIPID` (línia 54) → Assigna l'identificador de chip real del teu mòdul.

h) Dins del directori personal del teu usuari de sistema, descarrega el programa en **python3** de nom [estat_atmosfera.py](http://www.collados.org/asix2/m05/uf1/estat_atmosfera.py). Executa:

```
wget http://www.collados.org/asix2/m05/uf1/estat_atmosfera.py
```

i) Modifica el valor de la variable `bme280.sea_level_pressure` a la línia 13 d'acord del programa amb les dades que dona [Metocat per Barcelona](#) el dia que estiguis mostrant la pràctica. Esborra la línia 22 que mostra la hipotètica altitud en funció de la pressió atmosfèrica.

j) Executa el programa `estat_atmosfera.py`:

```
python3 estat_atmosfera.py
```

Comprova que per pantalla es mostra la **temperatura**, **humitat** i **pressió relativa** a l'aula així:

```
grup00@asix2-grup00:~ $ python3 estat_atmosfera.py
Data i hora: 20-10-23 09:37:33 <br>
Temperatura: 30.8 &#176;C <br>
Humitat: 36.5 % <br>
Pressió atmosfèrica: 989.8 hPa <br>
```

NOTA: La cadena "Pressió atmosfèrica" i símbol de graus Celsius ° es mostren adaptats per poder visualitzar-se correctament posteriorment dins del navegador.

k) Instal·la el servidor web **apache2** executant:

```
sudo apt-get -y install apache2
```

l) Fes que el grup amb permisos especials sobre la carpeta **/var/www/html** sigui **www-data** i que els permisos per aquest grup siguin de **lectura/escriptura/execucio** sobre **/var/www/html**. Executa:

```
sudo chgrp www-data /var/www/html  
sudo chmod g+rx /var/www/html
```

m) Fes al teu usuari de sistema membre del grup **www-data**. Executa:

```
sudo gpasswd -a gx www-data
```

NOTA: Recorda que **x** és el teu número de grup.

i després, fes un **logout** i un nou **login** del teu usuari perquè els canvis sobre su pertinença a **www-data** siguin definitius.

o) Modifica el fitxer de configuració **crontab** del teu usuari. Fes que el servei de tasques planificades **cron** executi del programa **estat_atmosfera.py** cada **1 minut** i després desi els resultats dins d'un fitxer de nom **estat_atmosfera.html** del directori **/var/www/html**. Executa:

```
crontab -e
```

i indica que vols treballar amb el programa **nano**. A continuació afegeix al final la següent línia:

```
# ** * * * * python3 ~/estat_atmosfera.py > /var/www/html/estat_atmosfera.html
```

p) Comprova l'adreça **IP** de la teva **Raspberry Pi 3B** i. Executa: **ip a**

q) Accedeix des d'un portàtil amb el navegador a la pàgina **estat_atmosfera.html** de la **Raspberry Pi 3B** per mitjà de l'adreça:

```
http://<ip_raspberry_pi_3b>/estat_atmosfera.html
```

i el resultat ser`similar a aquest:



r) Comprova que els valor canvien cada minut.

s) Aturant la **Raspberry Pi 3B**:

- Atura el sistema executant **sudo poweroff**
- Treu l'alimentació completament i espera uns segons.
- Treu el sensor BME280
- Treu el cable Ethernet (si està connectat).
- Treu el connector HDMI
- Treu teclat i ratolí

Lliurament de la part pràctica

1- Comprovacions de Fase I:

- a) Accés a Raspberry Pi 3 amb pantalla, teclat i ratolí
- b) Mostra el nom de sistema de la Raspberry i del nou usuari creat
- c) Accés a Raspberry Pi 3 via ssh
- d) Accés a Raspberry Pi 3 via VNC
- e) Lliurament amb **100%** nota → **29/09/23** de **15.00h** a **16.50h**. Posteriorment un **70%**.

2- Comprovacions de Fase II - Part 1:

- a) Mostra que **stats.py** s'executa durant l'arrancada de la Raspberry Pi 3B.
- b) Comprova que l'adreça IP presentada a la pantalla OLED és igual a l'adreça IP del sistema.
- c) Comprova l'increment d'ús de RAM, carrega de CPU i temperatura de CPU obrint el navegador.
- d) Desconnecta correctament la pantalla OLED.
- e) Lliurament amb **100%** nota → **6/10/23** de **15.00h** a **16.50h**. Posteriorment un **70%**.

3- Comprovacions de Fase II - Part 2:

- a) Mostra que es detecta el mòdul BME280, la seva adreça I2C i el seu identificador de chip.
- b) Mostra la temperatura, humitat relativa i pressió a l'aula des del terminal.
- c) Mostra la temperatura, humitat relativa i pressió a l'aula des del navegador d'un portàtil.
- d) Desconnecta correctament el sensor.
- e) Lliurament amb **100%** nota → **20/10/23** de **15.00h** a **16.50h**. Posteriorment un **70%**.