

Informe de la Pràctica 5: Busos de Comunicació I (Introducció i I2C)

1. Introducció

L'objectiu principal d'aquesta pràctica és entendre el funcionament dels **busos de comunicació** entre perifèrics, tant interns com externs al microcontrolador. En concret, aquesta primera pràctica se centra en el **bus I2C**, utilitzant l'ESP32 com a dispositiu mestre.

Aquesta pràctica forma part d'un conjunt de quatre on es treballaran diversos busos (I2C, SPI, I2S i USART), implementant aplicacions pràctiques amb cadascun d'ells per comunicar l'ESP32 amb dispositius externs com pantalles OLED, sensors, etc.

2. Fonaments Teòrics

2.1 Tipus de Busos

Els busos de comunicació poden ser:

- **Paral·lels:** transmeten múltiples bits simultàniament. Són ràpids però requereixen moltes línies físiques.
- **Sèries:** transmeten dades bit a bit. Encara que més lents, són molt més eficients per distàncies llargues i menys línies.

2.2 El Bus I2C

El bus **I2C** (Inter-Integrated Circuit), desenvolupat per Philips, és un bus de comunicació **síncron i en sèrie**, que funciona amb només dues línies: **SCL (clock)** i **SDA (dades)**. Es basa en una arquitectura **mestre-esclau**, on el mestre inicia i controla la comunicació amb els esclaus.

Característiques:

- Cada dispositiu té una **adreça única**.
- El mestre envia un bit per indicar si vol llegir o escriure.
- Es poden connectar múltiples dispositius al mateix bus.
- Funciona habitualment a **100 kHz o 400 kHz**.

Avantatges:

- Poc cablejat necessari.
- Fàcil implementació amb molts perifèrics.

Desavantatges:

- Comunicació **half-duplex**.
 - Velocitat limitada.
 - No hi ha comprovació del contingut del missatge, només si ha arribat.
-

3. Exercicis Pràctics

3.1 Exercici Pràctic 1 – Escàner I2C

Objectiu: Detectar automàticament tots els dispositius I2C connectats al bus.

Funcionament:

- El programa recorre totes les possibles adreces I2C (de 1 a 127).
- Per cada adreça, intenta establir comunicació.
- Si un dispositiu respon, es mostra la seva adreça hexadecimal per pantalla.

Sortida observada al port sèrie:

```
Scanning...
I2C device found at address 0x3C !
done

Scanning...
I2C device found at address 0x3C !
done
```

- Es mostren les adreces dels dispositius I2C trobats.
- En cas de no detectar cap dispositiu, s'indica que no n'hi ha cap connectat.
- Es repeteix l'escaneig cada 5 segons.

Aquest exercici permet comprovar si els dispositius estan correctament connectats i si funcionen amb el bus I2C de l'ESP32 (per defecte, GPIO21 per SDA i GPIO22 per SCL).

3.2 Exercici Pràctic 2 – Ús d'un dispositiu I2C

Objectiu: Mostrar informació en un display OLED mitjançant I2C.

Funcionament:

- S'ha utilitzat una pantalla OLED amb controlador **SSD1306**, que s'ha inicialitzat mitjançant la biblioteca `Adafruit_SSD1306`.
- Un cop establerta la connexió, s'ha mostrat un text al display com a prova de funcionament.

Resultats:



- A la imatge següent es pot veure el missatge “Hola Manu” en pantalla, que confirma que la pantalla rep les ordres correctament des de l’ESP32:

Aquest exercici mostra com interactuar amb perifèrics I2C i la seva integració amb biblioteques externes, destacant la importància de la inicialització correcta i la lectura periòdica de dades.

4. Exercici Extra (opcional)

Objectiu: Desenvolupar un dispositiu que mesuri la **freqüència cardíaca** i la **saturació d’oxigen (SpO₂)** amb el sensor MAX30102 i ho mostri en temps real a la pantalla OLED.

Funcionament:

- El sensor MAX30102 llegeix dades dels LEDs infrarojos i vermells.
- Amb aquestes dades, s'utilitza un algorisme per calcular la **freqüència cardíaca** (en BPM) i la **SpO₂**.
- Els valors es mostren simultàniament al monitor sèrie i al display OLED.

Resultats:

- El sistema mesura correctament els valors i els mostra de forma clara.
- A la següent captura es pot veure el resultat al monitor sèrie i al display OLED:

```
Freq. Cardíaca: 62 BPM | Oxigen: 97 %  
Freq. Cardíaca: 98 BPM | Oxigen: 99 %  
Freq. Cardíaca: 65 BPM | Oxigen: 96 %  
Freq. Cardíaca: 66 BPM | Oxigen: 96 %  
Freq. Cardíaca: 80 BPM | Oxigen: 99 %  
Freq. Cardíaca: 68 BPM | Oxigen: 99 %  
Freq. Cardíaca: 84 BPM | Oxigen: 96 %  
Freq. Cardíaca: 67 BPM | Oxigen: 97 %  
Freq. Cardíaca: 76 BPM | Oxigen: 95 %  
Freq. Cardíaca: 68 BPM | Oxigen: 98 %  
█
```



Aquest exercici demostra una aplicació pràctica i real de l'I2C, integrant lectura de sensors i visualització remota.

5. Anàlisi de Resultats

- El bus I2C ha mostrat ser una eina molt útil per comunicar diferents dispositius amb l'ESP32.
 - El display OLED ha respost correctament i ha mostrat textos amb precisió.
 - El sensor biomètric ha pogut calcular i mostrar valors reals i estables, validant la integració entre hardware i programari.
-

6. Conclusions

Aquesta pràctica ha estat clau per entendre el funcionament i el potencial del bus I2C. S'ha demostrat que amb pocs recursos es poden implementar sistemes útils per aplicacions mèdiques, domòtiques i IoT en general. La integració d'un sensor amb un display permet crear sistemes interactius, visuals i útils en temps real.