

# Informe de la Pràctica 7: Buses de comunicació III

## 1. Introducció

L'objectiu principal d'aquesta pràctica és comprendre el funcionament de la reproducció d'àudio digital utilitzant l'ESP32 i una targeta SD externa com a mitjà d'emmagatzematge. Aquesta pràctica permet posar en pràctica els coneixements del bus SPI per a la lectura de fitxers WAV des de la SD i la seva reproducció utilitzant un convertor digital-analògic (DAC) integrat o extern. Es treballa la lectura seqüencial de dades d'àudio i la seva reproducció en temps real, integrant aspectes de gestió de fitxers i control de flux de dades.

---

## 2. Fonaments Teòrics

### 2.1 Reproducció d'Àudio Digital

La reproducció d'àudio digital implica extreure dades codificades (generalment en format PCM) d'un fitxer i enviar-les a un DAC que les convertirà en un senyal analògic apte per ser escoltat mitjançant altaveus o auriculars. Els principals paràmetres d'un fitxer WAV són:

- **Freqüència de mostreig:** número de mostres per segon (Hz).
- **Resolució de bits:** quantitat de bits per mostra.
- **Canals:** mono o estèreo.

### 2.2 Targeta SD i SPI

Per accedir a una targeta SD, es fa servir el protocol SPI per comunicar l'ESP32 amb la targeta. Es requereixen les següents línies:

- **MISO (Master In Slave Out):** dades de la SD cap a l'ESP32.
- **MOSI (Master Out Slave In):** dades de l'ESP32 cap a la SD.
- **SCK (Serial Clock):** senyal de rellotge generada pel mestre.
- **CS (Chip Select):** selecció de la targeta SD.

Avantatges del SPI en aquest context:

- Alta velocitat de transmissió necessària per reproduir àudio en temps real.
  - Implementació directa amb les biblioteques SD i audio de l'ESP32.
- 

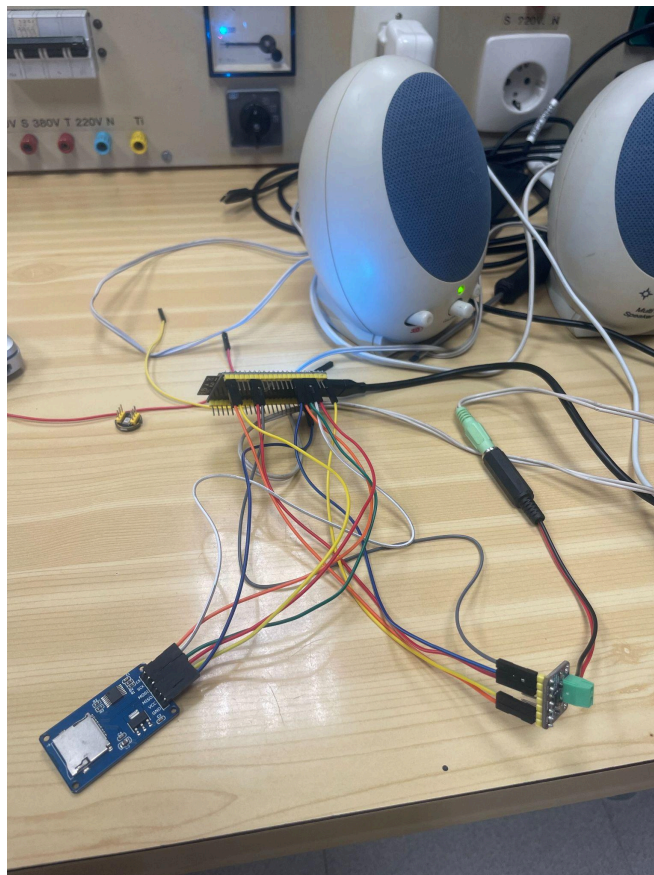
### 3. Exercicis Pràctics

#### 3.1 Exercici Pràctic 1 – Reproducció de Melodia amb Tons

**Objectiu:** Reproduir una melodia predefinida amb l'ESP32 i mostrar per monitor sèrie les notes i durades.

**Funcionament:**

- Es defineixen arrays amb les freqüències i durades de les notes musicals.
- Es genera la sortida PWM per a cada nota.
- Al monitor sèrie es mostra cada nota amb la seva freqüència i durada.



## Resultats:

```
entry 0x403c98d0
🎵 Iniciant melodia en bucle amb volum x1.5
🎵 Nota 440.00 Hz (300 ms)
🎵 Nota 440.00 Hz (300 ms)
🎵 Nota 392.00 Hz (300 ms)
🎵 Nota 440.00 Hz (300 ms)
🎵 Nota 349.23 Hz (300 ms)
🎵 Nota 392.00 Hz (500 ms)
🎵 Nota 293.66 Hz (300 ms)
🎵 Nota 349.23 Hz (300 ms)
🎵 Nota 329.63 Hz (300 ms)
```

```
🎵 Nota 329.63 Hz (300 ms)
🎵 Nota 261.63 Hz (500 ms)
🔄 Repetint melodia...

🎵 Nota 440.00 Hz (300 ms)
🎵 Nota 440.00 Hz (300 ms)
🎵 Nota 392.00 Hz (300 ms)
```

- La melodia es reproduceix correctament.
- El monitor sèrie mostra les notes amb els missatges corresponents.
- Al final de la melodia, es repeteix automàticament amb el missatge "Repetint melodia..."

---

### 3.2 Exercici Pràctic 2 – Reproducció d'Arxiu WAVE des de Targeta SD

**Objectiu:** Reproduir un fitxer WAVE des d'una targeta SD externa utilitzant l'ESP32.

**Funcionament:**

- Es connecta la targeta SD a l'ESP32 utilitzant les línies SPI.
- S'utilitza la biblioteca SD per inicialitzar la targeta i accedir al sistema de fitxers.
- Es comprova que la targeta es llegeix correctament.
- Es carrega el fitxer WAV i es llegeixen les dades d'àudio per blocs.
- Les dades es processen i s'envien al DAC per reproducció en temps real.
- Es mostra per monitor sèrie l'estat de lectura i reproducció.

**Resultats:**

- La targeta SD ha estat inicialitzada correctament.
- El fitxer WAV s'ha obert i processat sense errors.
- S'ha reproduït l'àudio amb claredat a través de l'altaveu connectat.
- Al monitor sèrie es mostra el progrés de lectura i reproducció del fitxer.

---

## 4. Anàlisi de Resultats

El sistema ha aconseguit reproduir l'àudio des de la targeta SD amb èxit, sense interrupcions ni talls perceptibles. La taxa de lectura del bus SPI ha estat suficient per mantenir el flux d'àudio continu. La sortida al monitor sèrie ha permès verificar en temps real l'estat de la reproducció.

---

## **5. Conclusions**

Aquesta pràctica ha permès comprendre el procés complet de reproducció d'àudio digital des d'una targeta SD utilitzant l'ESP32. S'ha treballat la integració de protocols de comunicació SPI, la gestió de fitxers i la conversió digital-analògica. El sistema ha demostrat ser capaç de reproduir arxius WAV amb qualitat i estabilitat, establint les bases per desenvolupar aplicacions multimèdia amb microcontroladors.