# **Raspberry Pi per prototips IoT. Projecte final**

# Manu Cañete

# Novembre 2024.

# ViDS (*Virtual Drum Set*)

## Introducció

El Tomàs (Tom per amics i familiars) es un apassionat de la música. Ha tocat diferents instruments, des de els mes clàssics como la guitarra espanyola o el piano passant pels sons mes rockers de la guitarra elèctrica i el baix. Però sens dubte el seu favorit es la bateria. De fet, fa uns mesos ha format amb el amics una banda de música per gaudir tocant versions dels clàssics del blues, rock y pop. I com no, el Tom toca la bateria. Tres cops per setmana assagen en un petit local cedit per hores pel ajuntament del poble. I això vol dir carregar amb la bateria per anar al local d’assaig, muntar-la per assajar i tornar a desmuntar-la per tornar a casa. Una feinada. El Tom es mira amb certa enveja els companys que toquen la guitarra, el baix o el cantant, que tenen molts menys problemes logístics.

Una freda i plujosa tarda de diumenge que no convidava a sortir de casa, el Tom feia zàping a la tele sense decidir-se per cap programa. Per un moment es va aturar al “30 minuts” de TV3, on parlaven de la prometedora tecnologia d’Internet de les Coses, les seves possibilitats i la revolució que de ben segur portarà a terme. I de entre un munt de sensors, actuadors, xarxes sense fils, programaris i demés, el Tom s’hi va fixar en unes plaques que eren com potents ordinadors, de petites dimensions i preus continguts. “Amb aquests miniordinadors, la comunitat *maker* ha fet de tot, des de prototips de vehicles autònoms, fins a impressores 3D”, comentava el presentador del ‘30 minuts’. I al Tom se li va encendre un llum: potser no es podria fer una bateria virtual per assajar? Segurament no seria perfecta i tindria les seves limitacions però estalviarà temps i reduirà les possibilitats de que la bateria rebi un cop durant els múltiples trasllats de casa al local d’assajos i del local a casa. I dit i fet, aquella mateixa tarda es va posar a buscar mes informació i a contactar amb grups de persones amb coneixements i experiència en el món de l’IoT. En qüestió de dies ja tenia un esborrany del projecte, amb materials, objectius i fases de implementació.

## Descripció del producte

Sistema de bateria virtual que identifiqui els moviments de les mans del músic i reprodueixi el so de l’element corresponent de la bateria (plats, caixa, tambors...). Com a millora i en funció del tems i materials disponibles, es poden afegir també els moviments dels peus.

## Objectius del projecte.

1. Posada en marxa del diferents sensors i actuadors connectats a una Raspberry Pi (veure apartat de materials), creant llibreries adients en llenguatge Python.
2. Desenvolupar el programari principal en Python, identificant quin paradigma es el mes adient per un òptim funcionament del sistema (multi processos, multi fil, interrupcions, events)
3. Reciclat de components com pantalles gràfiques i altaveus provinents d’aparells espatllats per incorporar-los al projecte.

## Fases de desenvolupament.

Amb l’objectiu de disposar d’un pla de treball que permeti avaluar correctament l’avanç del projecte, s’han definit 4 fases, cadascuna amb les seves feines i fites a assolir.

* **Fase 1: Materials**. Identificació del sensors i actuadors necessaris, fulls de característiques, esquemes bàsics de connexions, alimentació necessària, establiment del requisits globals del sistema, cerca de materials complementaris, etc.
* **Fase 2. Proves bàsiques del elements del sistema**. Posada en marxa de cadascun del sensors i actuadors seleccionats, validació i substitució per altres si no compleixen amb els requisits necessaris. Esquemàtic global de la solució, llibreries Python de cada sensor/actuador.
* **Fase 3. Construcció del prototip de Producte Mínim Viable .** El resultat d’aquesta fase ha de ser un prototip mínim funcional, que permeti tant veure el seu funcionament, com identificar els punts de millora a implementar en següents fases.
* **Fase 4. Implementació de millores.** Sobre el prototip de la fase anterior s’implementaran tant les millores detectades com les noves característiques identificades, en un procés cíclic de prova-error-millora.

Dintre dels objectius del curs es preveu completar com a mínim la fase 3 i dependent del temps disponible i les dificultats trobades, realitzar alguna part de la fase 4.

## Materials necessaris.

Inicialment s’han identificat els següents materials necessaris que es validaran durant la primera fase del projecte.

* 1 x Raspberry Pi 3 Model B+
* 2 x Acceleròmetre
* 2 x Giroscopi
* 2 x brunzidor passiu (o altaveus)
* 1 x Display alfanumèric
* 2 x DAC (mínim 8 bits)
* 1 x Bread Board i/o placa prototips
* LEDs, resistències, condensadors, cables de connexió...

## Desenvolupament

### Acceleròmetre + giroscopi: Mòdul GY-521

* + Alimentació: 3V3
  + Processador: MPU6050
  + Comunicació I2C (AD0 = 0..1)
  + Llibreries: GPIO, I2C, MPU6050

[**https://chatgpt.com/c/67339f95-6980-8000-ab46-f813d784a0e2**](https://chatgpt.com/c/67339f95-6980-8000-ab46-f813d784a0e2)

**1. ¿Dónde está el conector de audio en la Raspberry Pi?**

El conector de audio está en la placa de la Raspberry Pi en forma de **jack de 3.5 mm**. Este puerto suele estar ubicado junto a los conectores de video HDMI y USB. En la Raspberry Pi 4, por ejemplo, lo verás al lado del conector HDMI y está marcado como un puerto de audio y video.

**2. ¿Qué tipo de conector es y qué señales soporta?**

Este conector es un **jack de 3.5 mm TRRS** (Tip-Ring-Ring-Sleeve), que es el mismo tipo de conector usado en auriculares con micrófono integrado. Aunque principalmente se usa para el audio estéreo, este conector también soporta señal de video compuesto.

Las funciones de cada sección del conector son:

* **Tip (T)**: Señal de audio izquierdo.
* **Ring 1 (R)**: Señal de audio derecho.
* **Ring 2 (R)**: Señal de video compuesto (en caso de que se utilice esta función).
* **Sleeve (S)**: Tierra (masa).

Es decir, el puerto ofrece tanto salida de audio estéreo como una señal de video compuesto (de calidad estándar, SD) que se puede conectar a una televisión o monitor compatible con entrada de video RCA.

**3. Funcionalidades del conector de audio de la Raspberry Pi**

Este conector ofrece algunas funcionalidades importantes:

* **Salida de Audio Estéreo**: Puedes usar el conector para enviar audio a altavoces externos, auriculares o sistemas de sonido. Aunque la calidad del DAC (convertidor digital a analógico) integrado en las Raspberry Pi más antiguas es básica, cumple con los requisitos para reproducción de audio estándar. Las versiones modernas (como la Raspberry Pi 4) tienen un DAC mejorado para una salida de audio de mayor calidad.
* **Salida de Video Compuesto (AV)**: Si necesitas usar un televisor o monitor que no tenga HDMI (por ejemplo, algunos televisores antiguos), este conector te permite usar video compuesto. Necesitarás un cable de 3.5 mm a RCA para conectar la señal de video a la entrada RCA amarilla de una TV.

**4. Limitaciones de la salida de audio de la Raspberry Pi**

Si bien este conector es conveniente, hay algunas limitaciones en términos de calidad de audio:

* **Calidad de Sonido**: En las Raspberry Pi más antiguas, la calidad de sonido puede tener algo de ruido o interferencias, ya que el DAC es bastante básico. Esto ha sido mejorado en la Raspberry Pi 4, pero sigue siendo menos ideal para aplicaciones que requieren alta fidelidad de audio.
* **Salida Estéreo Básica**: La salida es estéreo (dos canales), lo cual es suficiente para la mayoría de aplicaciones de audio básicas. Sin embargo, si necesitas un audio de calidad profesional o un sonido envolvente, este conector no será suficiente.

**5. Alternativas al conector de audio de 3.5 mm en la Raspberry Pi**

Si necesitas mejor calidad de audio, o si planeas usar la Raspberry Pi para aplicaciones de sonido más avanzadas, existen algunas alternativas:

* **DACs USB (como el PCM2704)**: Puedes usar un DAC USB para obtener una calidad de audio mucho mejor. Estos dispositivos convierten digitalmente el audio y lo transmiten de manera más precisa. Son fáciles de conectar y generalmente compatibles con la Raspberry Pi sin necesidad de configuraciones complejas.
* **HATs de Audio**: Hay módulos adicionales (conocidos como HATs o Hardware Attached on Top) que puedes conectar a los pines GPIO de la Raspberry Pi y que ofrecen DACs de alta calidad, salidas de audio RCA o incluso salida óptica.
* **HDMI**: Si el dispositivo de reproducción de audio (como una televisión o receptor) acepta HDMI, la salida de audio digital se puede transmitir directamente a través del HDMI. Esto ofrece una mayor calidad, ya que el sonido permanece en formato digital hasta que llega al dispositivo de salida, que usualmente tiene un DAC de mejor calidad que el integrado en la Raspberry.

**6. ¿Cómo elegir entre el conector de audio y otras opciones?**

* **Aplicaciones básicas de audio** (como música o sonido básico en proyectos): El conector de 3.5 mm puede ser suficiente.
* **Reproducción de audio de alta calidad**: Usar un DAC USB o un HAT de audio es la mejor opción.
* **Salida de video sin HDMI**: Si usas un televisor o monitor sin entrada HDMI, el conector de 3.5 mm proporciona la señal de video compuesto que necesitas.

**En resumen**

El conector de audio de 3.5 mm en la Raspberry Pi es una opción versátil y fácil de usar, tanto para audio estéreo como para video compuesto en ciertos modelos. Sin embargo, para mejorar la calidad del audio o conectar sistemas avanzados de sonido, es recomendable utilizar opciones adicionales como un DAC USB o HAT de audio.

4o

**Tú dijiste:**

¿Puedes aclararme si existe ese conector de audio en la raspberry pi 3 model B?

**ChatGPT Plus**

ChatGPT

Sí, la **Raspberry Pi 3 Model B** incluye un conector de audio y video de 3.5 mm, el cual se encuentra en el borde de la placa, cerca de los puertos HDMI y USB. Este conector es similar al de otros modelos de Raspberry Pi y cumple con funciones de **audio estéreo** y **video compuesto**.

**Características del conector de 3.5 mm en la Raspberry Pi 3 Model B:**

* **Tipo de conector**: Es un conector TRRS (Tip-Ring-Ring-Sleeve), lo que significa que tiene cuatro contactos.
* **Funciones de los contactos**:
  + **Audio Estéreo**: Salida de audio en dos canales (izquierdo y derecho) para conectar auriculares, altavoces o sistemas de sonido estéreo.
  + **Video Compuesto**: En el caso de que necesites conectar la Raspberry Pi a un televisor o monitor que solo acepte video compuesto (y no HDMI), puedes hacerlo a través de este conector con un cable adecuado (jack de 3.5 mm a RCA).

**Calidad de Audio**

La calidad del audio en la salida de 3.5 mm en la Raspberry Pi 3 Model B es funcional para tareas básicas, pero no es de alta fidelidad. En muchos casos, los usuarios prefieren usar un DAC USB externo o un HAT de audio para obtener una mejor calidad de audio, especialmente en aplicaciones multimedia o proyectos de sonido avanzados.

**Conclusión**

En resumen, sí, la Raspberry Pi 3 Model B tiene un conector de audio y video de 3.5 mm. Es útil para aplicaciones simples de audio estéreo y salida de video compuesto, pero para mejor calidad de audio, especialmente en aplicaciones más exigentes, puede ser recomendable usar un DAC USB o un accesorio HAT de audio.

4o

**Tú dijiste:**

¿podrias repetir el ejemplo de antes, pero enviando el sonido del archivo WAV por el conector de audio que ya existe en el RaspBerry Pi 3 model B+?

**ChatGPT Plus**

ChatGPT

¡Por supuesto! En la Raspberry Pi 3 Model B+, puedes reproducir el archivo de audio .wav directamente a través del conector de audio de 3.5 mm sin necesidad de un DAC USB.

A continuación, te muestro cómo hacerlo:

**1. Configurar la salida de audio al conector de 3.5 mm**

Para asegurarte de que el audio se envía por el conector de audio analógico (y no por HDMI), es necesario cambiar la salida de audio predeterminada de la Raspberry Pi.

Para esto, puedes usar la terminal de la Raspberry Pi y ejecutar el siguiente comando:

**bash**

amixer cset numid=3 1

Aquí:

* numid=3 selecciona el dispositivo de salida de audio.
* 1 indica que la salida de audio se enviará al conector de 3.5 mm (analógico).
  + Si quieres cambiarlo a HDMI, usarías amixer cset numid=3 2.

**2. Código en Python para reproducir el archivo .wav por el conector de 3.5 mm**

Ahora que el audio está configurado para salir por el conector analógico, puedes usar Python para reproducir el archivo .wav. Aquí tienes un ejemplo utilizando pydub y sounddevice:

**Instalar las bibliotecas necesarias**

Si aún no las tienes, instala pydub y sounddevice:

**bash**

pip install pydub sounddevice numpy

sudo apt install ffmpeg # Necesario para manejar archivos de audio con pydub

**Código de Python**

Aquí está el código para reproducir un archivo .wav usando el conector de 3.5 mm de la Raspberry Pi:

**python**

import sounddevice as sd

import numpy as np

from pydub import AudioSegment

# Cargar el archivo de audio .wav

archivo\_audio = "tu\_audio.wav" # Reemplaza con el nombre de tu archivo

# Cargar el archivo de audio usando pydub

audio = AudioSegment.from\_wav(archivo\_audio)

# Convertir el audio a un array numpy (esto es necesario para usar sounddevice)

audio\_np = np.array(audio.get\_array\_of\_samples())

# Obtener la frecuencia de muestreo del archivo

frecuencia\_muestreo = audio.frame\_rate

# Reproducir el audio a través del conector de 3.5 mm

print("Reproduciendo audio por el conector de 3.5 mm...")

sd.play(audio\_np, samplerate=frecuencia\_muestreo)

sd.wait() # Esperar hasta que termine la reproducción

print("Reproducción terminada.")

**Explicación del Código**

1. **Cargar el archivo .wav**: Usamos pydub.AudioSegment.from\_wav para cargar el archivo de audio.
2. **Convertir el archivo a numpy**: sounddevice requiere el archivo en formato numpy, por lo que convertimos el audio a un array de numpy.
3. **Configurar la frecuencia de muestreo**: Esto garantiza que el audio se reproduzca a la velocidad correcta.
4. **Reproducir el audio**: sd.play envía el audio al dispositivo de salida predeterminado, que en este caso será el conector de 3.5 mm, gracias al ajuste previo con amixer.

**Notas Finales**

Con este código y configuración, el archivo .wav debería reproducirse a través del conector de audio de 3.5 mm de la Raspberry Pi 3 Model B+.