Título de la práctica

Índice

[1 Introducción 1](#_Toc92570126)

[2 Estrategia y algoritmos 1](#_Toc92570127)

[3 Diagramas 3](#_Toc92570128)

[3.1 Diagrama de bloques 3](#_Toc92570129)

[4 Funcionamiento del programa e interfaz 3](#_Toc92570130)

[4.1 ESP32 4](#_Toc92570131)

[4.2 STM32F4 4](#_Toc92570132)

[5 Distribución del trabajo 4](#_Toc92570133)

# Introducción

El objetivo del trabajo es el diseño en STM32CubeIDE y la implementación en el microprocesador STM32F407 de un filtrado de audio y separación de frecuencias graves y agudas con la placa STM32 conectada a través de Bluetooh mediante la placa ESP32.

El programa cuenta con las siguientes opciones:

* **Filtro paso bajo:** Audio filtrado a través de un filtro paso bajo para eliminar los sonidos agudos de la señal introducida. Los sonidos agudos del audio serán representados además visualmente por un LED de color rojo.
* **Filtro paso alto:** Audio filtrado a través de un filtro paso alto para eliminar los sonidos graves de la señal introducida. Los sonidos agudos del audio serán representados además visualmente por un LED de color azul.
* **Filtro left and right:** Audio filtrado a través de un filtro paso bajo a 20 kHz para eliminar el ruido a altas frecuencias que puede provocar interferencias en la señal introducida. Además, este filtro hace cumplir el teorema del muestreo necesario para realizar este programa.

# Estrategia y algoritmos

La estrategia seguida durante el desarrollo del proyecto ha sido la de dividir las tareas y clasificarlas por nivel de dificultad. De esta forma, conseguimos aumentar la complejidad del trabajo de forma progresiva, asegurándonos de que cada paso se realiza correctamente para que todo encaje a la hora de unir los diferentes bloques que componen el proyecto y, al mismo tiempo, que sea más sencillo aislar los errores. Las tareas y funcionalidades a desarrollar han sido las siguientes:

## Configuración de la placa ESP32

Se ha configurado a través de la librería A2DP utilizando el estándar de interfaz de bus serie I2S.

Lo que se ha tenido en cuenta a la hora de escoger esta placa es que tiene un coste y un consumo bajos, cuenta con un conversor DAC y nos permite recibir señales de audio en tiempo real a través de Bluetooth. La otra opción era usar la HC-06 (vista en clase), pero tiene peores prestaciones y no se puede programar con Arduino.

Código de la configuración de la entrada:

Interfaz de usuario gráfica, Texto, Aplicación

Descripción generada automáticamente

Código de la configuración del conversor DAC:

Interfaz de usuario gráfica, Texto, Aplicación

Descripción generada automáticamente

## Diseño y programación de la interrupción que realiza el procesado de las señales y la interrupción para cambiar el filtro de la señal de audio.

# Diagramas

## Diagrama de bloques

Diagrama

Descripción generada automáticamente

El programa cuenta con un total de ocho entidades, distribuidas en dos grupos. Un primer grupo compuesto por dos entidades destinadas a la gestión de la entrada (A2DP y DAC), realizada por la placa de Bluetooh ESP32 y, un segundo grupo formado por cuatro entidades que permiten el funcionamiento del programa (ADC, DMA, TIMER y procesado de señales) y, dos entidades que gestionan la salida (DAC y PWM).

* **Gestor de entradas:** El gestor de entradas utiliza el perfil Bluetooth A2DP para recibir la señal de audio a través del protocolo I2S y un conversor DAC de 8 bits para transformar la señal digital emitida por la ESP32 a una señal analógica captada por la STM32, ya que la señal analógica ha sido la opción más viable y manejable a la hora de realizar este proyecto (se ha intentado hacer con señal digital pero no se consiguió avanzar en el trabajo).
* **Funcionamiento del proyecto:** La señal analógica vuelve a ser transformada a digital para conectarse al DMA. Se trata de un DMA circular a modo de buffer de entrada que recibe la señal de audio a través de una interrupción general. Esta interrupción procesa la señal a través del filtro aplicado y se la pasa al gestor de salidas.
* **Gestor de salidas:** El gestor de salidas cuenta con un conversor DAC para transmitir la señal de audio a través de un altavoz y, además, se utilizan señales PWM para controlar la intensidad de dos LEDs en función de dicha señal.

# Funcionamiento del programa e interfaz

El programa cuenta con un total de ocho entidades, distribuidas en dos grupos. Un primer grupo compuesto por dos entidades destinadas a la gestión de la entrada (A2DP y DAC), realizada por la placa de Bluetooh ESP32 y, un segundo grupo formado por cuatro entidades que permiten el funcionamiento del programa (ADC, DMA, TIMER y procesado de señales) y, dos entidades que gestionan la salida (DAC y PWM).

* **Gestor de entradas:** El gestor de entradas utiliza el perfil Bluetooth A2DP para recibir la señal de audio a través del protocolo I2S y un conversor DAC de 8 bits para transformar la señal digital emitida por la ESP32 a una señal analógica captada por la STM32, ya que la señal analógica ha sido la opción más viable y manejable a la hora de realizar este proyecto (se ha intentado hacer con señal digital pero no se consiguió avanzar en el trabajo).
* **Funcionamiento del proyecto:** La señal analógica vuelve a ser transformada a digital para conectarse al DMA. Se trata de un DMA circular a modo de buffer de entrada que recibe la señal de audio a través de una interrupción general. Esta interrupción procesa la señal a través del filtro aplicado y se la pasa al gestor de salidas.
* **Gestor de salidas:** El gestor de salidas cuenta con un conversor DAC para transmitir la señal de audio a través de un altavoz y, además, se utilizan señales PWM para controlar la intensidad de dos LEDs en función de dicha señal.

# Distribución del trabajo

La distribución del trabajo se ha dividido por bloques principalmente, aunque todos han intervenido en todas las partes del trabajo con el objetivo de aumentar la lluvia de ideas de la entidad, su correcto funcionamiento y sus futuras ampliaciones.

**David Abad Pérez** se ha dedicado principalmente al diseño y a la programación de la interrupción HAL\_ADC\_ConvCpltCallback(ADC\_HandleTypeDef \*AdcHandle) que realiza el procesado de las señales y la interrupción para cambiar el filtro de la señal de audio.

**Abel Bagué Madrigal** se ha dedicado principalmente a la búsqueda de los parámetros para los filtros de audio aplicados y el diseño de las funciones de filtro paso bajo, paso alto, left y right. Además, ha diseñado e implementado un método debouncer para el botón de cambio de filtro.

**Jesús Marcos Torero** se ha dedicado principalmente a la configuración de la placa Bluetooh ESP32 a través de la librería A2DP utilizando los protocolos I2S y a la comprobación del programa con el microchip ESP32 ya que era el único miembro del grupo que disponía de este chip.

Por otro lado, las mejoras realizadas por el equipo fueron la introducción de un botón para cambiar el filtro aplicado y los LEDs para comprobar visualmente el filtrado del audio y la separación de los sonidos graves y agudos

Por último, los problemas resueltos han sido la introducción de un DMA circular para poder transmitir los datos de 2 en 2 de forma continua, la introducción del filtro paso bajo a 20kHz para eliminar el ruido y por último poner un temporizador a las interrupciones de la DMA para bajar la ƒ a 80kHz y poder hacer un filtro normalizado.