**TRABAJO DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS INDUSTRIALES**

**CURSO 2021/22**

**Parte MICROCONTOLADORES:**

**PLATAFORMA AUTOESTABILIZABLE**

**Integrantes:**

Gómez-Pamo González-Cela, Jorge 54637

González Alday, Javier Pío 54639

González Denia, Adrián 54647

**Grupo de clase:** A404

ÍNDICE

[Introducción 3](#_Toc93320469)

[Fotos del sistema 3](#_Toc93320470)

[Código del sistema 3](#_Toc93320471)

[Configuración del STM32CubeIDE 3](#_Toc93320472)

[Explicación por partes del código utilizado 3](#_Toc93320473)

[Conclusiones 3](#_Toc93320474)

# Introducción

El proyecto consiste en un estabilizador de dos ejes. Se dispone de una maqueta que contendrá una base en la que se sostendrá la placa STM32F407, sujeta a dos ejes que incorporarán servomotores para compensar el giro e inclinación de la base.

Para ello se usará el acelerómetro integrado en la placa STM para detectar la inclinación de la misma y mediante unos servomotores se estabilizará la plataforma que sostiene la placa. Por otra parte, se propondrá también el control de los servomotores con un potenciómetro, pudiendo intercambiar entre los modos de funcionamiento con la pulsación de un botón.

## Fotos del sistema

A continuación se muestran varias fotos e imágenes de los bocetos y maqueta del proyecto.

FOTOS AQUÍ.

# Código del sistema

Como se ha mencionado anteriormente, el control de servomotores se realizará mediante dos modos diferentes:

Como modo por defecto se utilizará el modo de estabilización. Para ello se configura un temporizador en modo PWM, habilitando un canal para cada servomotor. Se utiliza como referencia la inclinación del acelerómetro, siendo la posición de reposo del servomotor la inclinación nula. En función del giro del mismo, se configurará la señal PWM que modificará la posición del servomotor.

Como segundo modo de funcionamiento, se realiza una lectura de un potenciómetro para el movimiento de cada servomotor, utilizando un conversor ADC y la misma señal PWM que en función del giro del potenciómetro llevará al servomotor a una posición concreta.

Para el cambio de modo de funcionamiento se usará el botón de usuario de la placa. Puesto que se requiere rapidez en el cambio de lectura, se configurará el botón como una interrupción.

## Configuración del STM32CubeIDE

De esto se encarga Pío

## Explicación por partes del código utilizado

* **Variables globales utilizadas**
  + **Comunicación SPI**
    - uint8\_t spiTxBuf[2]
    - uint8\_t spiRxBuf[2]
  + **Actualización del acelerómietro:** Obtención de los valores de aceleración en los tres ejes.
    - volatile int16\_t accel\_x
    - volatile int16\_t accel\_y
    - volatile int16\_t accel\_z
  + **Lectura del potenciómetro:** Obtención del valor entero según la posición del joystick, en el eje x, será necesario añadir un offset debido a la calibración.
    - int16\_t adcval\_x
    - int16\_t adcval\_y
  + **Modificación del ancho de pulso LEDS PWM:** Regulación del encendido de leds por PWM en función de la inclinación de la placa.
    - int16\_t lights\_x
    - int16\_t lights\_x
  + **Modificación del ancho de pulso SERVOMOTORES PWM:** Regulación de la posición de los servomotores por PWM en función de la inclinación de la placa.
    - int16\_t angle\_x
    - int16\_t angle\_x
* **Funciones declaradas del código**

Para la realizar las conversiones necesarias en cuanto a la recepción de lecturas tanto del acelerómetro, como del potenciómetro al ancho de pulso del PWM con un periodo predefinido, se han utilizado dos funciones de mapeo.

Mapeo del acelerómetro:

Esta función se encarga de realizar la conversión de los datos obtenidos por el acelerómetro al ancho del pulso del PWM en el modo de funcionamiento de estabilización. Retorna un valor concreto dentro del periodo definido que establece la posición del servomotor.

Se establece una histéresis en el origen, donde se considera que cualquier valor dentro de dicho rango es estable, por lo que no es necesario mover los motores.

Mapeo del ADC:

Análogo al mapeo del acelerómetro, se encarga de realizar la conversión de los datos obtenidos por el convertidor al ancho del pulso del PWM en el modo de funcionamiento de estabilización. Retorna un valor concreto dentro del periodo definido que establece la posición del servomotor.

INTRODUCIR FOTO DE FUNCIONES MAP

* **Lectura del acelerómetro**

Para el uso del acelerómetro (LIS3DSH) se utilizará comunicación serie SPI, cuyos registros de lectura y escritura y los pines de conexión se pueden obtener de la hoja de características. La lectura de estos registros se ha realizado por polling, ya que se ha considerado que su lectura es más rápida que la dinámica del sistema. De la lectura del acelerómetro se obtiene la inclinación de la placa, que se usará como referencia para la estabilización de la plataforma.

PONER EL CÓDIGO CON QUE SE INICIALIZA Y LEE EL ACELERÓMETRO

* **Control de los servomotores**

El control de los servomotores se realizará mediante distintos canales de PWM. Se utilizará las variables “lights” que mediante el mapeo mencionado anteriormente tendrán el valor del ancho del pulso necesario para indicar la posición del servomotor.

Se actualizará el ancho de pulso del PWM con las siguientes funciones:

PONER FOTO FUNCION SETCOMPARE

* **Lectura de los potenciómetros**

Se emplea un conversor ADC y la misma señal PWM que en función del giro del potenciómetro llevará al servomotor a una posición concreta.

La lectura del conversor será por polling, single channel, continous conversión mode, y se le asignará a las variables “adcval” el valor obtenido de la conversión.

Posteriormente se mapearán estos valores para su conversión al ancho de pulso PWM.

PONER FOTO FUNCION POLLFORCONVERSION

* **Cambio de modo de funcionamiento**

Para el cambio de modo de funcionamiento se usará el botón de usuario de la placa. Puesto que se requiere rapidez en el cambio de lectura, se configurará el botón como una interrupción.

Para ello se emplea el siguiente callback:

PONER FOTO CALLBACK

* **Encendido de leds**

En el encendido de leds se ha utilizado del mismo modo un temporizador en modo PWM y las mismas variables de “lights”, de tal forma que permite un alumbrado incremental en función de la inclinación de la placa.

PONER FOTO CODIGO //ENCENDIDO DE LAS LEDS POR PWM

# Conclusiones

El proceso de diseño y programación del sistema ha seguido un desarrollo lineal. Se ha partido de una base sencilla que consistía en la estabilización de la base de la maqueta en un solo eje, utilizando comunicaciones serie SPI para el acelerómetro y el servomotor en el eje, dejando el segundo eje libre para posibles mejoras. Una vez obtenido el prototipo funcional, se procede a la ampliación del proyecto.

Primero, se añade el segundo modo de funcionamiento, pudiendo girar la base de forma manual con la lectura de un potenciómetro.

Para poder introducir el modo de funcionamiento, sin que choque con modo de estabilización, se ha establecido que se cambie de modo con la pulsación del botón de usuario de la placa. A esto se le añade también el encendido de los leds de la placa con un PWM, tal que cuando más inclinación tenga la base, más se iluminarán.

Para finalizar, con el último prototipo funcional con ambos modos de funcionamiento, se propone la adición del segundo eje con las mismas funcionalidades que el primero.

Aunque en el primer modo de funcionamiento se ha conseguido una dinámica algo brusca del sistema, se ha podido concluir que en esto se debe a 2 causas principales: los servomotores y el acelerómetro utilizados. En primer lugar, debido a la holgura de los engranajes de los servos, unido a su velocidad, es posible que se provoquen arranques algo bruscos. Esto último se une a que, en segundo lugar, el acelerómetro de la placa, ante variaciones bruscas de orientación, provoca a su salida valores de pico muy altos en los transitorios. Esto provoca que los servomotores reciban instantáneamente valores muy elevados, de ahí también los movimientos bruscos.

Como solución a estos problemas propuestos, se proponen un par de soluciones.

* Utilización de otros servomotores con un mayor par y menor velocidad.
* Aplicación de un filtro paso bajo al acelerómetro del sistema, evitando los transitorios elevados.

Enlace al repositorio del proyecto: