

# **TRABAJO FIN DE GRADO**

**-“Diseño, programación e implementación de interruptor electrónico con sensor magnético para el control de los sistemas electrónico y de ignición de avión acrobático de radiocontrol”-**

**RUBÉN BLANCO FERNÁNDEZ**

Grado en Ingeniería de Tecnologías Específicas de Telecomunicación,  
ETSIT, Universidad de Valladolid

## Índice de Contenidos

DATOS DEL PROYECTO .....	3
INTRODUCCIÓN .....	4
PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO .....	6
DISEÑO .....	7
CÓDIGO (PROGRAMA) .....	9
SIMULACIONES .....	11
MONTAJE EN CIRCUITO REAL CON PROTOBOARD .....	12
DISEÑO DEL CIRCUITO EN PLACA PCB .....	13
REFERENCIAS .....	14

## **DATOS DEL PROYECTO**

El TFG cuya memoria se presenta a continuación lleva por título “Diseño, programación e implementación de interruptor electrónico con sensor magnético para el control de los sistemas electrónico y de ignición de avión acrobático de radiocontrol”.

Se trata de un proyecto desarrollado por Rubén Blanco Fernández, como trabajo de fin de grado del Grado en Ingeniería de Tecnologías Específicas de Telecomunicación, mención en sistemas electrónicos, de la ETSIT, Universidad de Valladolid, bajo la tutorización de Jesús Arias.

## **INTRODUCCIÓN**

El aeromodelismo es una afición y un deporte derivado de la técnica de construcción y vuelo de aeroplanos de pequeño, mediano y gran tamaño, denominados aeromodelos, que han sido preparados para volar sin tripulación. En 1936 la «Federación de Aeronáutica Internacional» lo incorporó como una sección de la aviación deportiva, publicando un código deportivo internacional.

La faceta científica de esta afición comprende el estudio de la aerodinámica, la mecánica, el diseño y proyecto de modelos de aviones y su construcción. Mientras que la parte deportiva consiste en hacer volar a los aparatos de distintas maneras, según el tipo de aeromodelo.

Los aeromodelos suelen hacerse a escala, bien como réplica lo más exacta posible de otros existentes, bien exclusivamente para aeromodelismo o incluso diseños de prueba para futuros aviones reales.

[1]

El aeromodelismo es una de mis aficiones, y en las maquetas teledirigidas de las que dispongo cabe hacer una mejora en el sistema de control de la ignición y del sistema electrónico del avión propiamente dicho.

Este sistema de control será diseñado e implantado en un avión acrobático de tren fijo, ala intermedia, propulsado por un único motor monocilíndrico de combustión de explosión de 2 tiempos con una cilindrada de entre 30 y 50 centímetros cúbicos, propulsado por una hélice de paso fija de diámetro entre 16 y 23 pulgadas fabricada en madera tratada o carbono, como se puede apreciar en las imágenes 1 y 2.

Esto es lo que se ha realizado en este TFG y que se documenta a continuación en la memoria.



Imagen 1 [2]



Imagen 2 [2]

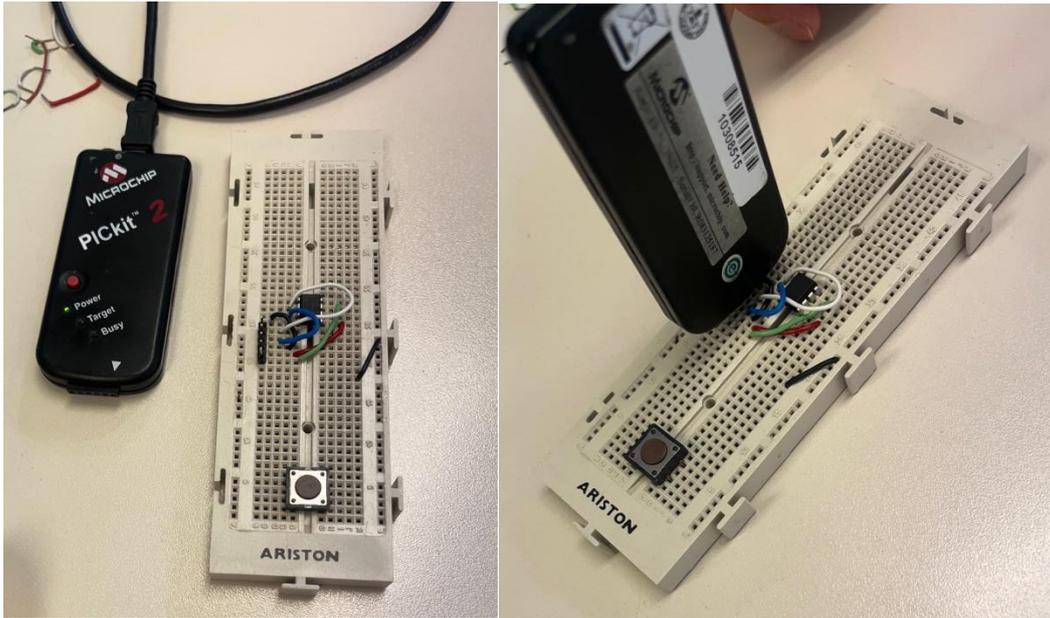
## **PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO**

Se pretende realizar un interruptor electrónico de manera que al acercar un imán a un sensor, y solo cuando permanezca cerca durante al menos 3 segundos, si la electrónica del avión estaba apagada, se encienda, y si estaba encendida, se apague, así como la ignición debe encenderse si estaba apagada y apagarse si estaba encendida.

El objetivo de esto es lograr un sistema práctico de encendido de la electrónica del avión y de la ignición, sin necesidad de conectar para encender y desconectar para apagar. De esta manera, ambos sistemas pueden ser conectados antes de ir al campo de vuelo, y una vez allí tan solo es necesario acercar durante 3 segundos el imán para encenderlos, y luego para apagarlos, no siendo necesario tampoco desconectar físicamente cada vez que se finalice un vuelo si después se va a realizar otro.

El motivo de que el imán se deba acercar durante al menos 3 segundos es evitar apagados indeseados.





Figuras 4 y 5 [2]-Programación del PIC

## **CÓDIGO (PROGRAMA)**

El funcionamiento principal del programa se basa en un bucle que decrementa el valor de una variable, a la que he llamado “vueltas”, mientras el valor de la entrada es “0”, es decir, mientras el imán esté acercado al interruptor magnético. El bucle está diseñado de tal manera que la variable llegue al valor “0” cuando el imán lleve 3 segundos pegado al interruptor magnético. Al llegar a “0”, se cambia el valor lógico de las salidas utilizando una instrucción XOR. De esta manera, si las salidas antes tenían 5V, pasarán a tener 0V, y viceversa (inicialmente en las salidas hay 0V). En el momento en que se separe el imán, se reinicia el valor de la variable “vueltas” al valor inicial.

Para lograr el comportamiento deseado, antes de nada ha sido necesario configurar adecuadamente las entradas, salidas, OPTION\_REG, así como configurar un perro guardián. Y para ello, se ha debido cambiar entre bancos de registros con el registro STATUS, ya que este PIC posee dos bancos de registros, el 0 y el 1.

A continuación, se presenta el código completo del programa:

```

1 ;=====
2 ; Main.asm file generated by New Project wizard
3 ;
4 ; Created:   mar nov 14 2023
5 ; Processor: PIC12F683
6 ; Compiler:  MPASM (Proteus)
7 ;=====
8
9 ;=====
10 ; DEFINITIONS
11 ;=====
12
13 #include p12f683.inc           ; Include register definition file
14
15 __config 0xCC
16
17     radix dec
18
19 ;=====
20 ; VARIABLES
21 ;=====
22     cblock 0x70
23     vueltas
24     estado
25
26     endc
27 ;=====
28 ; RESET and INTERRUPT VECTORS
29 ;=====
30
31     ; Reset Vector
32 RST    code 0x0
33        goto Start
34
35 ;=====
36 ; CODE SEGMENT
37 ;=====
38
39 PGM    code
40 Start
41     bsf     STATUS, 5           ; BANCO 1
42     clrf   ANSEL
43     movlw  0xf8
44     movwf  TRISIO
45     movlw  0x07
46     movwf  OPTION_REG
47
48     bcf     STATUS,5           ; Banco 0
49
50     MOVLW  0x7
51     MOVWF  CMCON0
52
53     ; Write your code here
54
55     clrf   GPIO
56 l0     MOVLW  182
57        MOVWF  vueltas
58 Loop   SLEEP
59        btfsc  GPIO, 4           ; entrada: pin 4
60        MOVWF  vueltas
61        DECFSZ vueltas, f
62        goto  Loop
63        movlw  6                 ;0b110 para pines 1 y 2
64        xorwf  GPIO,f
65
66
67
68     goto l0
69
70 retardo
71     return
72 ;=====
73     END
74

```

Figura 6 [2]

## SIMULACIONES

El programa ha sido diseñado y simulado utilizando el programa Proteus, versión Proteus 8 Professional. Para ello se introdujo como elemento de pruebas el respectivo PIC12F683 y un pulsador para conectar o no a tierra (0Voltios) nuestra entrada, es decir, para simular el acercamiento o no del imán al sensor. El modelo del PIC fue cargado con el código mostrado en el apartado anterior, y, para mayor seguridad del correcto funcionamiento de la simulación, se añadió un pull-up en la patilla del master clear.

Todo esto puede ser apreciado en la figura mostrada a continuación (figura 7)

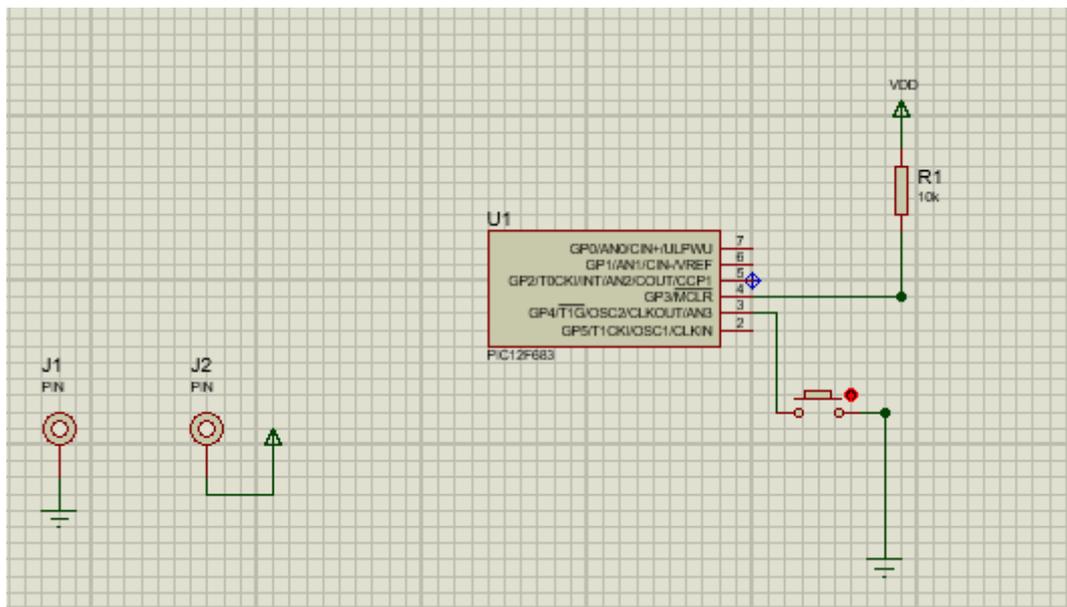


Figura 7 [2]- Esquemático de las simulaciones

## MONTAJE EN CIRCUITO REAL CON PROTOBOARD

Una vez comprobado el correcto funcionamiento del programa en las simulaciones, se programó el PIC con el código antes mostrado, se montó el circuito completo explicado en el segundo apartado de esta memoria en una placa protoboard, y finalmente se incorporó al aeromodelo. Ya instalado el circuito final al aeromodelo, se comprobó que al acercar 3 segundos el imán al sensor, tanto la ignición como la electrónica del aeromodelo cambiaban simultáneamente de estado entre encendido y apagado. Por lo tanto, el funcionamiento era el deseado, habiendo cumplido así el objetivo de TFG.

La siguiente figura muestra el circuito completo en la protoboard incorporado en el aeromodelo:



Figura 8 [2]

## DISEÑO DEL CIRCUITO EN PLACA PCB

Para dar por concluido el proyecto, cabe realizar el diseño de nuestro circuito completo en una placa de circuito impreso, PCB, para que así pudiera ser fabricado en una de estas placas y de esta manera poder incorporarse realmente a un aeromodelo.

Esto es lo que se ha realizado, como puede observarse en la figura 9, utilizando la herramienta Proteus, interconectando las huellas que esta herramienta nos ofrece para el esquemático ya antes mostrado en la figura 3, y por supuesto, siguiendo las reglas de diseño que marca la tecnología.

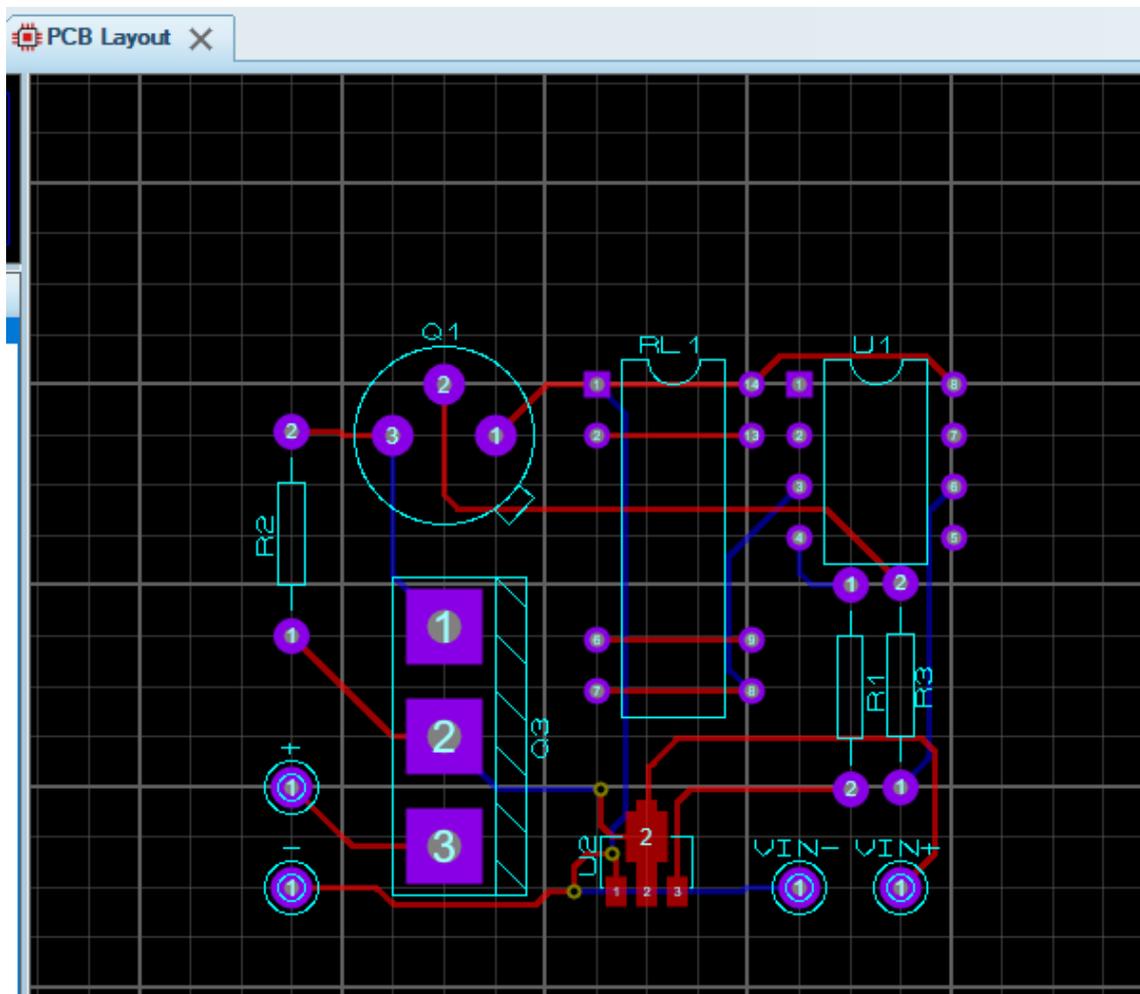


Figura 9 [2]

Este diseño podría ser enviado a una empresa que fabricara la placa PCB para nosotros, y posteriormente montar nuestro circuito sobre ella e instalarla en nuestra aeronave.

## **REFERENCIAS**

[1].- “Aeromodelismo”. Wikipedia. Consultado 13/2/2024. URL:  
<https://es.wikipedia.org/wiki/Aeromodelismo>

[2].- Imagen propia.

[3].- PIC12F683 Datasheet. Microchip.

[4].- MCP1702 Datasheet. Microchip.

[5].- STP80NF55 Datasheet. STMicroelectronics.