

1.- Título: Ortesats

2.- Resumen: Ha sido llevado a cabo el diseño y construcción de un pequeño satélite que cabe en las dimensiones de una lata con el que tomar datos de presión y temperatura durante su descenso.

3.- Introducción y propósito del trabajo: Somos un grupo de 3 estudiantes de 4º ESO del IES de Ortigueira. Nuestro equipo surge dentro del marco del Club de Ciencias, buscábamos un proyecto con el que poder llevar a cabo el desarrollo al completo de un proceso tecnológico y este nos pareció interesante y motivador, en definitiva, todo un reto. Además, nos une un interés común por el estudio del espacio, y por las competencias STEM.

4.- Estudio del estado del arte, materiales, diseño y programación: Esta misión consiste en captar medidas de Presión y Temperatura cada segundo en el descenso del Cansat, dado que el módulo sensor para medir estos parámetros (sensor BME-280) también mide la humedad atmosférica, también será analizado dicho dato.

Para la transmisión de datos en tiempo real el sistema será el LoRa Radio, que es el que integra la placa Adafruit Feather M0 RFM69.

La antena receptora elegida tiene una ganancia de 7dB y 433 MHz.

Se han realizado varios prototipos del paracaídas probando diferentes materiales y medidas, así como diferentes prototipos para la cápsula con la impresora 3D.

Como ya ha sido comentado, se empleará el sensor BME280 para llevar a cabo las medidas de presión y temperatura, y también la humedad. Dicho sensor utiliza comunicación SPI para intercambiar datos con el microcontrolador de Adafruit Feather M0 RFM69.

Se utilizará Adafruit Feather M0 RFM69 tanto para la sonda, como para la estación de tierra, la comunicación en tiempo real se realizará mediante LoRa Radio.

Para la alimentación de la placa Adafruit se empleará una pila Lipo 1200 mAh de 3,7V.

Software de la Misión: La programación se ha hecho con el IDE de Arduino.

Para la comunicación entre la placa de la sonda y la de la estación de tierra se ha optado por la comunicación directa con Lora, para comunicar entre 2 dispositivos.

En la sonda el sensor envía los datos por SPI a la placa Adafruit que por serie envía a la tarjeta Lora que enviará a la otra tarjeta Lora de la estación base y por el puerto serie (USB) al ordenador de la estación base.

Diseño Mecánico del CanSat: Se trabajará el diseño e impresión 3D, porque resulta lo más barato a la hora de poder hacer diferentes diseños y además porque facilita la posibilidad de modificar el diseño tantas veces como sea necesario. Para ello, se ha diseñado con FreeCAD e imprimido con la impresora del aula.

Diseño exterior: El diseño exterior es de 5,6 mm de grosor, ha sido realizado en PLA azul de

0,75mm. Ha sido sometido a pruebas de impacto y ha sido suficiente para proteger el diseño. Toda la superficie cuenta con un diseño abierto en forma de panal de abeja reforzado para que a la vez que facilita la toma de medidas por parte del sensor BME, sea lo suficientemente resistente a la hora del impacto contra el suelo.

Además se han practicado sendas aberturas en un lateral para poder acceder al encendido/apagado de la cámara y en la base para la toma de imágenes durante el descenso

Detalles de diseño:

- Tapa: la tapa ha sido imprimida en PLA azul de 0,75mm.

Diámetro exterior = 65,5mm

Diámetro interior = 46,5mm

Grosor = 4mm

En la superficie se han practicado 2 agujeros con el fin de dejar espacio para incrustar el microinterruptor, y con el de dejar salida al exterior al cable que actuará de antena emisora.

Diseño Mecánico de la Estación de Tierra: Se ha programado para poder ejecutar desde un ordenador portátil. Ya que se van a recibir los datos del Cansat a través de la red Lora, se utilizará un módulo Adafruit Feather M0 RFM69 en modo escucha para recibir datos a través del serial.

Para incrementar el alcance de la recepción se ha optado por emplear una antena de varilla con conector BNC de 433 Mhz que se conectará al módulo Lora y este a su vez por USB al PC.

Placas PCB CanSat y Estación de Tierra: Se ha incluido un microinterruptor de conmutador doble accesible desde la tapa del cansat para facilitar el encendido y apagado.

Programación: Se inicializa el sensor y se pasan los valores separados por comas con salto de línea final, tanto en local a la MicroSD como a la estación de tierra a través del Lora.

El código del Arduino de la estación de tierra, solo recibe los datos por puerto softwareserial del módulo Adafruit por Lora y los pasa por puerto serie USB. El programa de Processing guarda los datos en un archivo de texto en local, luego separa los valores por comas en una lista y los reparte a los diferentes sistemas de visualización en tiempo real.

Paracaídas: Se realizan una serie de cálculos que se explican a continuación.

Una vez realizados dichos cálculos, se opta por realizar pruebas prácticas de prototipos con el peso adecuado y con diferentes diámetros y formas, calculando el tiempo de caída para comprobar que cumple con las velocidades de bajada.

Se ha utilizado un diseño colorido de arcoiris que facilite su localización en el momento del aterrizaje.

Cálculo de las dimensiones del paracaídas y del venthole: Para relacionar la velocidad de impacto con el suelo de un objeto sostenido por un paracaídas con el tamaño de este último, se usaron las fórmulas

$$F=m \cdot a \text{ y } F_{roz} = k v^2$$

A partir de estas fórmulas, y sabiendo que, al alcanzar una velocidad máxima de caída, la fuerza de rozamiento tendrá que ser igual a la fuerza de atracción gravitatoria, se puede deducir que

$k \cdot v_{\max}^2 = m \cdot g$, por lo tanto, $A^2 \cdot v_{\max}^2 = m \cdot g$

donde es fácil despejar el área del paracaídas para obtener que

$$A = \sqrt{2 \cdot m \cdot g} \cdot v_{\max}^2$$

pero, como el paracaídas tendrá un pequeño agujero en el interior, de un 5% del área, la fórmula final resulta ser

$$A_{\text{total}} = 10095 \cdot \sqrt{2 \cdot m \cdot g} \cdot v_{\max}^2$$

Sólo resta sustituir los parámetros por sus valores en el caso que nos interesa, resultando, de esta forma

$$A_{\text{total}} = 0'083 \text{ m}^2 \Rightarrow r_{\text{total}} = 0'163 \text{ m}$$

$$A_{\text{hole}} = 5100 A = 0,00415 \text{ m}^2 \Rightarrow r_{\text{hole}} = 0'0363 \text{ m}$$

Longitud de las cuerdas: La longitud de la cuerda a emplear es 1.2 veces el diámetro de la circunferencia del paracaídas, tomando como fuente el siguiente vídeo <https://youtu.be/p23Ty83wVDM>, perteneciente al canal Joyplanes RC con una amplia experiencia en aeromodelos avalada por un experto en ingeniería aeronáutica.

$$L_{\text{cuerdas}} = 0,39 \text{ m}$$

El tipo de cuerda empleada, según recomendación en Joyplanes RC ha sido nylon utilizado en el vuelo de cometas y paracaídas, dadas sus características de resistencia, ligereza y buena respuesta antienrollamiento durante el descenso.

Se ha agarrado en las 8 uniones de tela del paracaídas, a la parte superior de la lata y colocada doblemente.

Sistema de sujeción: Se han empleado barrel de pesca para unir la cuerda al paracaídas.

5.- Resultado: Durante el simulacro llevado a cabo, se ha conseguido llevar a cabo la toma de datos y se ha logrado una velocidad de descenso que entra dentro de las previsiones iniciales.

BIBLIOGRAFÍA

Guías Cansat de ESERO <http://esero.es/cansat/>

Adafruit :

<https://learn.adafruit.com/adafruit-feather-m0-radio-with-rfm69-packet-radio>

<https://cdn-learn.adafruit.com/downloads/pdf/adafruit-bme280-humidity-barometric-pressure-temperature-sensor-breakout.pdf>

<https://cdn-learn.adafruit.com/downloads/pdf/adafruit-micro-sd-breakout-board-card-tutorial.pdf>

Aeromodelismo: <https://joyplanes.com/es/>

<https://www.edu.xunta.gal/centros/cafi/aulavirtual/course/view.php?id=2514>