



EQUIPO BIOBOOM

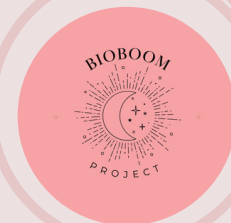


+ Informe PDR

Nadia Grau López - Alma Martínez Pérez
Isabel Carrillo Gras - Carla Gálvez García
Candela Larrosa Pérez - Alejandro Úbeda Martínez

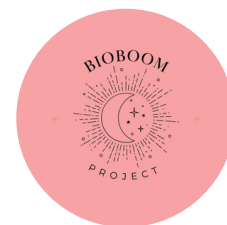
Nombre del mentor: Fernando Haro Martínez
Centro educativo: ÍES Paco Ruiz
Comunidad Autónoma: Comunidad Valenciana

ÍNDICE



1- Introducción	03
2- Misión primaria y secundaria	04
2.1 Misión primaria	04
2.1.1 Medida de presión atmosférica y temperatura	04
2.1.2 Diseño del paracaídas	12
2.1.3 Análisis de datos	13
2.2 Diseño de la carcasa	14
2.3 Misión secundaria.....	15
3- Planificación	19
4- Presupuestos	20
5- Plan de difusión y patrocinio	22
6- Bibliografía	23

1



INTRODUCCIÓN



El equipo Bioboom, está formado por seis integrantes: Alma, Nadia, Isabel, Carla, Candela y Alejandro.

Somos estudiantes de 2º de bachillerato de ciencias en el instituto Paco Ruíz, ubicado en Bigastro, Alicante. Para organizarnos con las tareas del proyecto nos hemos dividido en parejas de la siguiente manera:

- Nadia y Alma se encargan de la programación y la comunicación del CANSAT.
- Alejandro y Candela, trabajan en el diseño del dispositivo.
- Carla e Isabel gestionan las redes sociales y la difusión del proyecto.

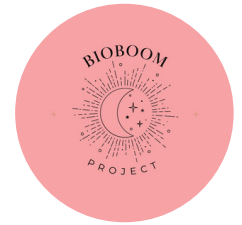
Nuestro proyecto, se desarrolla en horario escolar en las clases de optativa de trabajo experimental de física y química, que son cuatro horas a la semana, mientras que fuera del horario escolar invertimos una media horaria de dos horas a la semana. Así es como llevamos a cabo las prácticas necesarias para la realización del proyecto CANSAT.

Este año hemos aprendido lo básico de programación y hemos hecho otros experimentos como óptica. Gracias a esto, hemos mejorado nuestro conocimiento y también nuestra capacidad de trabajar en equipo. Queremos participar en este proyecto porque nos parece una gran oportunidad para usar lo que hemos aprendido en un reto real. Además, nos interesa conocer más sobre como se lleva a cabo una misión espacial y ganar experiencia en un área nueva.

Nuestro objetivo es diseñar y construir un CANSAT que funcione correctamente y pueda recoger datos mientras caen y aterrizan. Lo que hace único a nuestro proyecto es su diseño creativo, una programación eficiente para enviar datos en tiempo real y un enfoque científico para estudiar la cobertura vegetal en función de la luz reflejada.

Con este proyecto, esperamos desarrollar nuestras habilidades y el interés por la investigación espacial.

2



MISIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA

A continuación se describe cómo se van a lograr los objetivos de la misión primaria y secundaria: sensores utilizados, sistema de comunicación, microcontrolador, tipo de paracaídas, etc.

2.1 MISIÓN PRIMARIA

En primer lugar utilizamos el sensor de temperatura y presión BMP280. Consiste en un sensor que mide tanto la temperatura como la presión atmosférica y se conecta al microcontrolador a través del protocolo I2C.

Existe la posibilidad de que parte de la información que enviamos a tierra se pierda. Decidimos enviar un paquete de información por segundo, pero puede que en algunos momentos no captemos la señal con la antena, por lo que los datos quedarán almacenados en la tarjeta SD del satélite. Mientras desciende, el satélite continuará emitiendo, y la base de tierra guardará la información de los paquetes que reciba.

Una vez que el satélite aterrice, procederemos con el procesamiento de la información en tierra. Se graficará la relación entre los datos de presión y temperatura del sensor, y con esa información, calcularemos la altitud del Cansat en cada momento. También analizaremos cómo evolucionan los parámetros de presión y temperatura a medida que cambia la altura.

2.1 MEDIDA DE PRESIÓN ATMOSFÉRICA Y TEMPERATURA

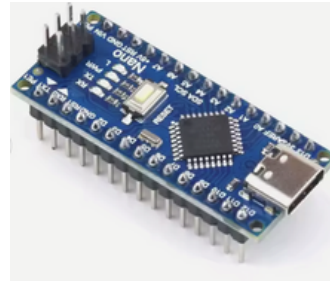
El sistema mide la presión atmosférica y la temperatura utilizando sensores como el BMP180/BMP280 y el DHT11/DHT22, cuyos datos son procesados por un microcontrolador (ARDUINO NANO) y enviados a través de un módulo RFM69HW a un receptor en tierra. El sistema se alimenta de una fuente externa y transmite los datos cada segundo, con opciones de mejoras como integrar un GPS y/o un buzzer.

2.1.1 LISTADO DE COMPONENTES



ARDUINO NANO

- Controlador Mini, compatible con arduino CH340, 16Mhz, ATMEGA328P
- Voltaje: 5 – 12 V
- Dimensiones: 44 x 19 mm
- Precio: 5,99 EUR (x2)



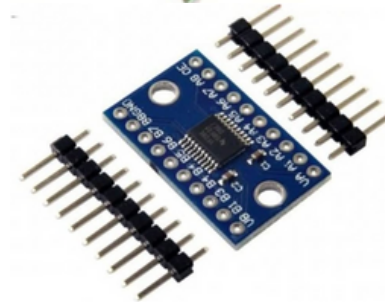
RFM69HW

- Módulo de radiofrecuencia RFM69HW-433S2
- Voltaje: 1.8 – 3.6V
- Interfaz SPI
- Dimensiones: 11x6x0.1 mm
- Precio: 4,98 EUR (x2)



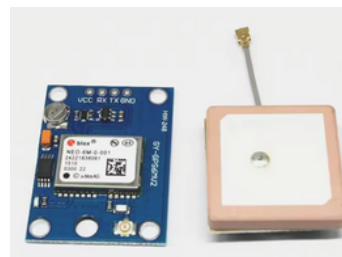
HW-221

- Convertidor bidireccional de voltaje
- Voltaje: 5V – 3.3V
- Dimensiones: 25 x 15 mm
- Precio: 1,40 EUR (x2)



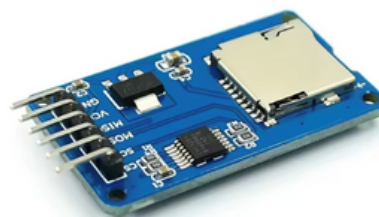
MÓDULO GPS NEO-6MV2

- GPS, 9600 baud
- Voltaje: 3 – 5V
- Interfaz UART
- Dimensiones: 36 x 25.9 mm
- Precio: 0,79 EUR



LECTOR DE TARJETAS MICRO SD

- Interfaz: SPI
- Voltaje: 4.5V – 5.5 V (Regulador 3.3V incorporado)
- Dimensiones: 42 x 12 mm
- Precio: 1,08 EUR





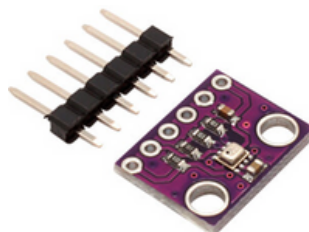
BATERÍA ION LITIO 14430

- Batería ion-litio 1050 mAh
- Voltaje: 3,6 - 3,7V
- Dimensiones: 42,63 x 14.4 mm
- Precio: 6.85 EUR



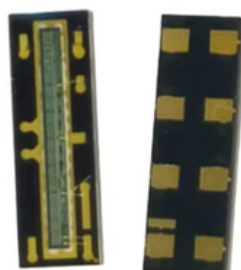
BMP280

- Sensor de presión y temperatura
- Voltaje: 1,71 – 3.6 V
- Interfaz I2C
- Dimensiones: 15,3 x 11,5 x 2,5 mm
- Precio: 1,07 EUR



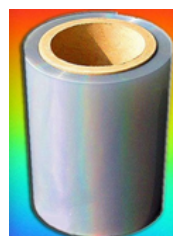
TSL1401CL

- Sensor de imagen lineal CCD de 128 píxeles
- Interfaz: analógica y de pulsos de reloj (CLK y SI)
- Voltaje: 3.3V – 5V
- Dimensiones: 3,18 x 8,89 mm
- Precio: 8,05 EUR



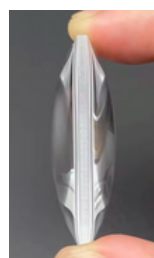
RED DIFRACCIÓN

- Red difracción 500 líneas/mm
- Precio: 13 EUR



LENTE BICONVEXA

- Lente biconvexa vidrio óptico K9
- Distancia focal: 30 mm
- Dimensiones: D23 F30 C5.5 E2
- Precio: 3,89 EUR



SMA HEMBRA

- SMA hembra, 90° para PCB
- Dimensiones: 13.1 x 14.7 x 6 mm
- Precio: 0,42 EUR (x2)





ANTENA 433 MHZ

- 3dBi SMA conector macho
- Dimensiones 50 mm
- Precio: 3,59 EUR



TELA PARACAÍDAS

- -Tela poliéster Ripstop
- Gramaje: 35 g/m2
- Precio: 14,39 EUR/m



QUITA VUELTAS

- Rodamiento con bolas de acero.
- Resistencia: 12 Kg
- Precio: 0,254 EUR



SEPARADORES HEXAGONALES

- Separadores de latón M2.5 mm
- Longitud: 7, 15, 25, 30 mm
- Precio: 0,36 EUR/u.

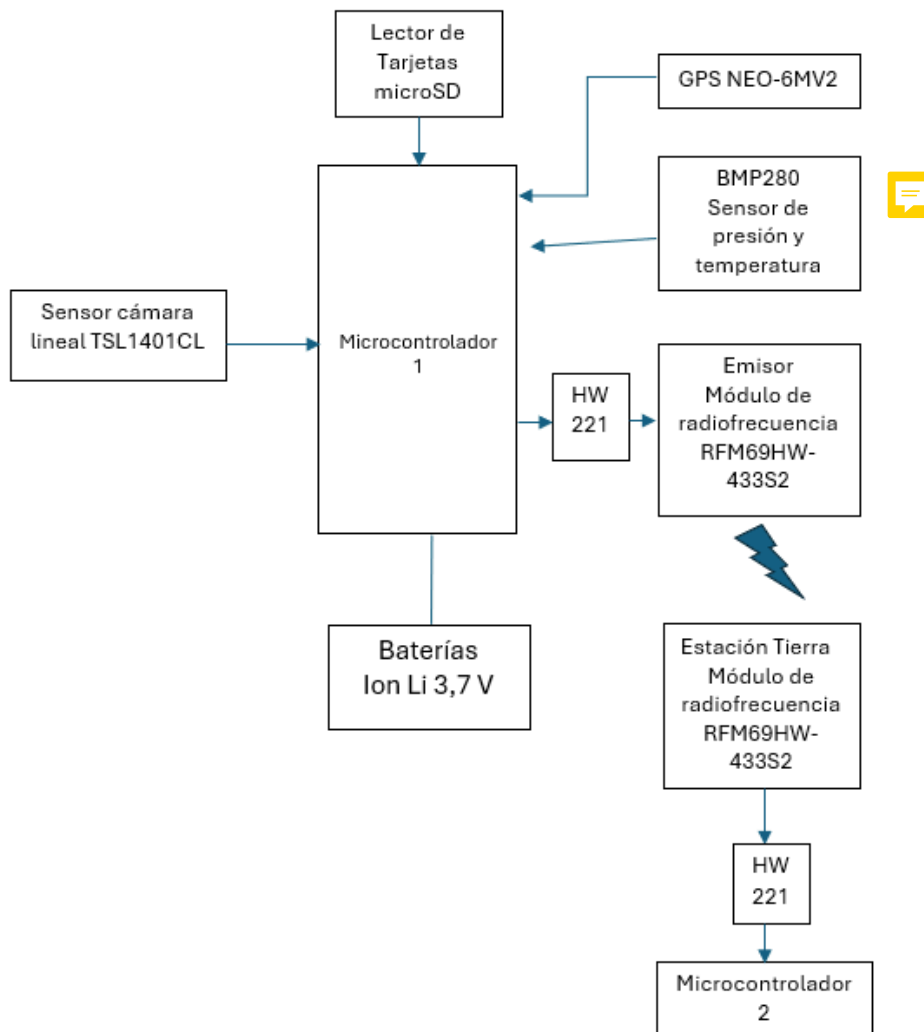


HOJA DE FIBRA DE VIDRIO G10 FR4

- Dimensiones: 200 x 200 x 1.5 mm
- Precio: 8,39 EUR



DIAGRAMA DE BLOQUES



Misión primaria: Medida de presión y temperatura

- BMP280 (Sensor de presión y temperatura): Obtiene la presión atmosférica y la temperatura del entorno. La presión permite estimar la altitud del CanSat.
- Microcontrolador 1: Se encarga de leer y procesar los datos del sensor BMP280.
- Módulo de radiofrecuencia RFM69HW-433S2: Envía los datos obtenidos a la estación en tierra.
- Lector de tarjetas microSD: Permite almacenar los datos en caso de pérdida de comunicación.
- Batería de Ion Li 3.7V: Alimenta todos los sistemas.

Misión secundaria: Observación nadir para análisis de cobertura vegetal, cuerpos de agua y superficies

- Sensor cámara lineal TSL1401CL: Captura imágenes en una sola línea de píxeles desde la vista nadir (mirando hacia abajo). Se usa para analizar la reflectancia de la superficie terrestre.

- Procesamiento de imagen: Se analizan las diferencias en la intensidad de luz reflejada para calcular índices como el NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada) y otros indicadores espectrales que permiten:
 - Distinguir vegetación saludable de vegetación seca o escasa (por diferencias en la absorción de luz roja e infrarroja).
 - Identificar cuerpos de agua (dado que el agua absorbe más radiación en ciertas longitudes de onda).
 - Diferenciar suelo desnudo y carreteras (por las diferencias en la reflectancia en comparación con vegetación o agua).
- Microcontrolador 2: Procesa las imágenes del sensor TSL1401CL y envía la información a la estación en tierra.
- HW221: Convertidor lógico bidireccional de 3.3V a 5V

Comunicación con la Estación Tierra

- Módulo de radiofrecuencia RFM69HW-433S2: Se encarga de transmitir todos los datos del CanSat a la estación en tierra.
- GPS NEO-6MV2: Proporciona la ubicación en tiempo real del CanSat, permitiendo correlacionar las mediciones con coordenadas geográficas

ESQUEMA ELÉCTRICO

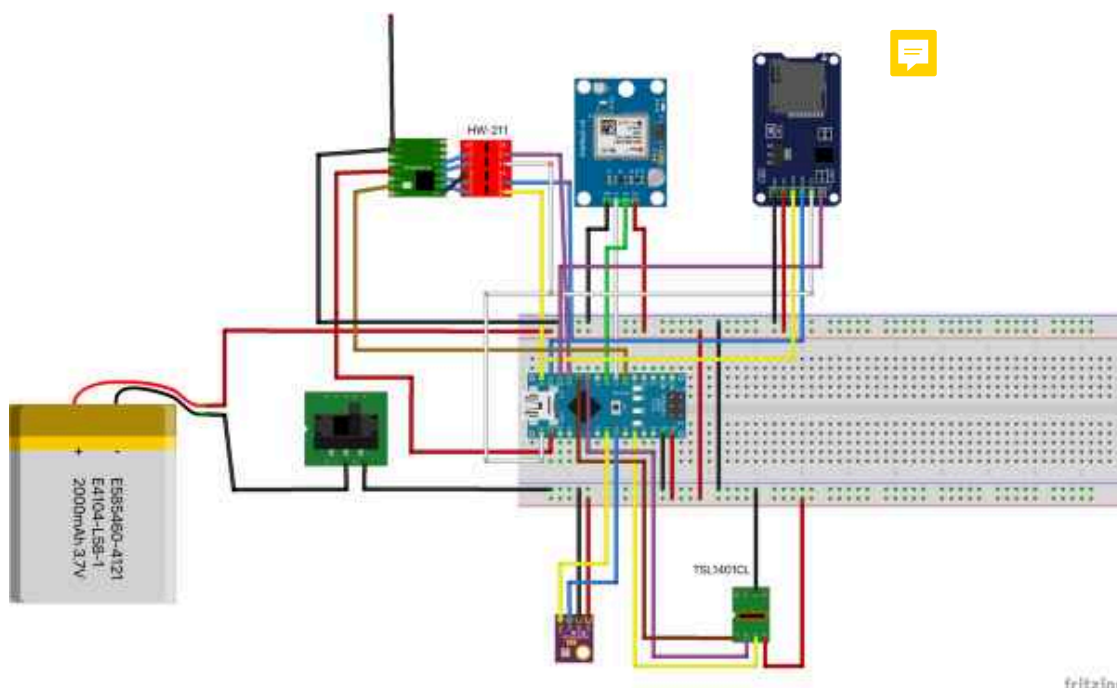
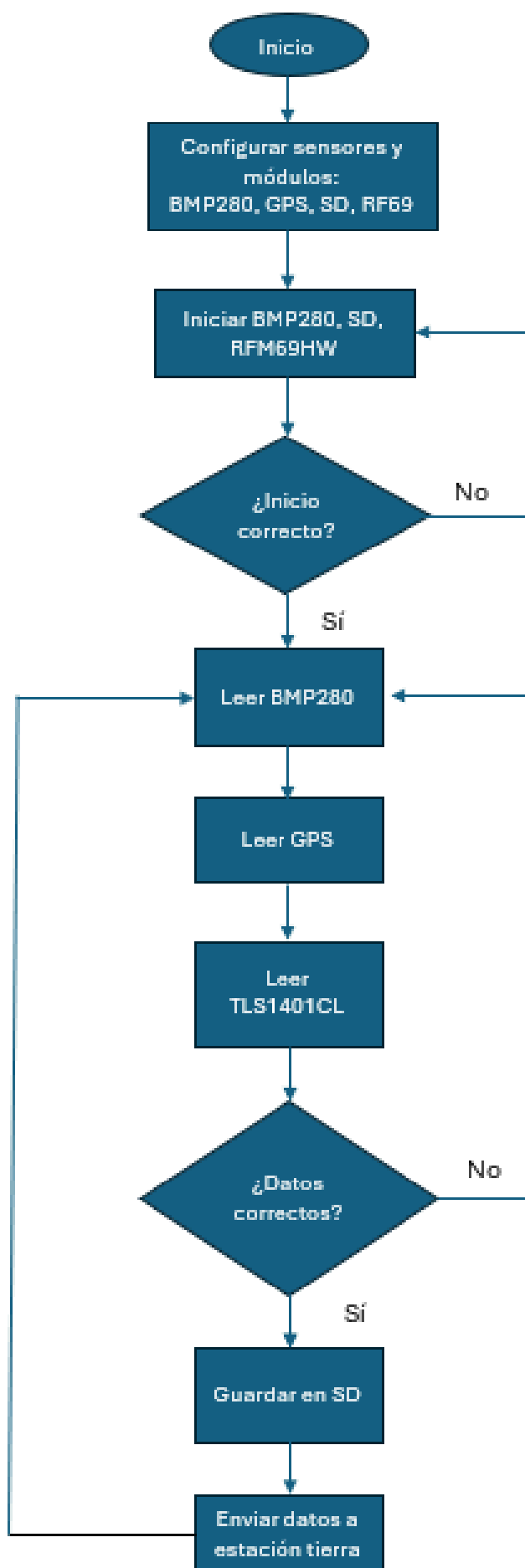


DIAGRAMA FLUJO DEL PROGRAMA



FOTOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS



The screenshot shows the Arduino IDE interface. At the top, the 'Tools' menu is open, and 'Arduino Nano' is selected. The 'Upload' button is visible. The sketch file is named 'BMP280.ino'. The code in the editor is as follows:

```
8  while(1) delay(10);
9  }
10 Serial.println("BMP280 iniciado correctamente");
11 }
12 void loop() {
13 //leer datos BMP280
14 float tempBMP = bmp.readTemperature();
15 float pressureBMP = bmp.readPressure()/100.0F;//convierte en hPa
16 Serial.println("BMP -> Temp:");
17 Serial.print(tempBMP, 2);
18 Serial.print("°C, Presión:");
19 Serial.print(pressureBMP, 2);
20 Serial.println(" hPa ");
21 //Separar lecturas
22 Serial.println("_____");
23 delay(5000);
24 }
```

Below the code editor, the 'Serial Monitor' is open, showing the output of the sketch. The first line of output is 'BMP -> Temp: 54.16°C, Presión:1008.57 hPa'. The second line of output is 'BMP -> Temp: 60.28°C, Presión:1008.40 hPa'. The 'Serial Monitor' window has a 'Message (Enter to send message to 'Arduino Nano' on 'COM3')' input field. At the bottom of the IDE, there is a 'NEW SKETCH' button. The Windows taskbar is visible at the bottom of the screen, showing the search bar and several application icons.

2.1.2 DISEÑO DEL PARACAÍDAS



CÁLCULOS DE PARACAÍDAS:



Masa Cansat= 300 g (0,3 kg)- 350 g (0,35 kg)



- F_D = fuerza de arrastre
- C_d = Coeficiente de arrastre= 0,8
- $\rho_{\text{aire}} = 1,22 \frac{kg}{m^3}$
- $v_{cte} = 8 m/s$

$$F_D = \frac{1}{2} \times \text{Área} \times C_d \times \rho_{\text{aire}} \times v^2$$

$$F_D = m \times g$$

$$\left\{ \begin{array}{l} m \times g = \frac{1}{2} \times \text{Área} \times C_d \times \rho_{\text{aire}} \times v^2 \end{array} \right.$$

$$\text{Área} = \frac{2 \times m \times g}{C_d \times \rho_{\text{aire}} \times v^2}$$

$$300g = \frac{2 \times 0,3 \times 9,8}{0,8 \times 1,22 \times 8^2} = 0,0941 m^2$$

$$350g = \frac{2 \times 0,35 \times 9,8}{0,8 \times 1,22 \times 8^2} = 0,10 m^2$$

Dependiendo del peso final del Cansat ajustaremos el Área final del paracaídas.

DISEÑO PARACAÍDAS EN CRUZ

$$L = 3,6 \times W$$

$$\text{Área efectiva} = 0,10/0,0941$$

$$\text{Área real} = \frac{\text{Área efectiva}}{C_d}$$

$$\text{Areal} = 2L \times w \times w^2;$$

$$A_r = 2 \times 3,6 \times w \times w^2$$

$$A_r = 6,2 w^2; \quad w = \sqrt{\frac{A_r}{6,2}}$$

$$\text{Areal} = \frac{0,0941}{0,8} = 0,117625$$

$$w1 = \sqrt{\frac{A_r}{6,2}} = \sqrt{\frac{0,117625}{6,2}} = 0,1377380637$$

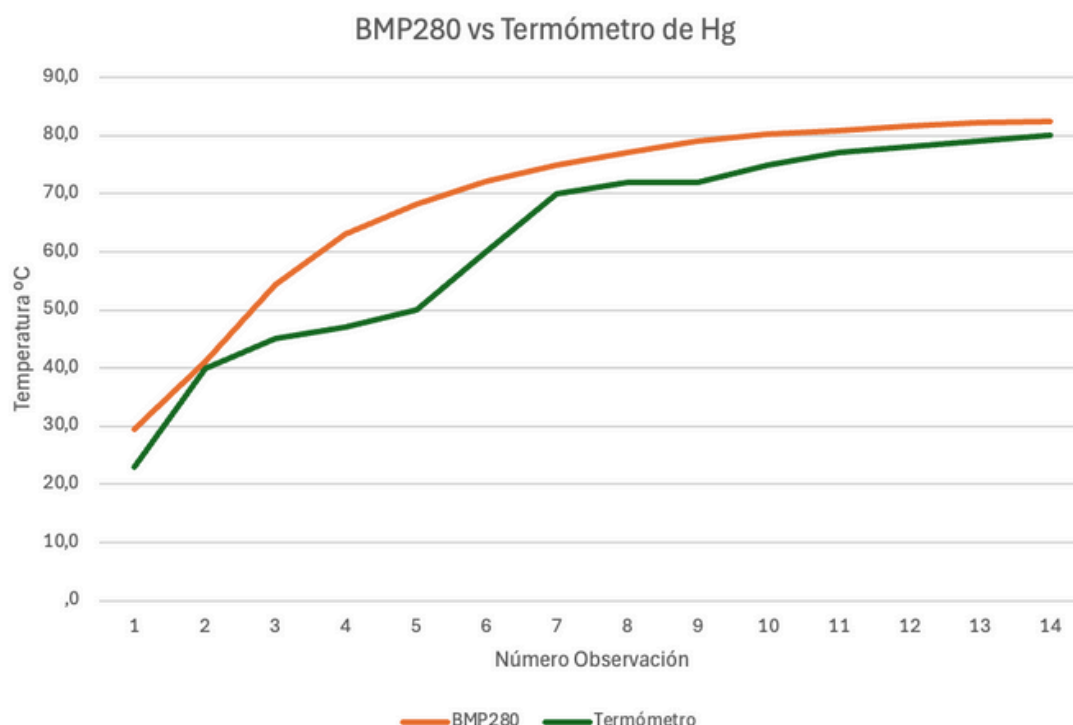
$$\text{Areal} = \frac{0,10}{0,8} = 0,125$$

$$w2 = \sqrt{\frac{A_r}{6,2}} = \sqrt{\frac{0,125}{6,2}} = 0,1419904586$$

$$L = 3,6 \times w1 = 3,6 \times 0,1377380637 = 0,4958570293$$

$$L = 3,6 \times w2 = 3,6 \times 0,1419904586 = 0,511165651$$

2.1.3 ANÁLISIS DE DATOS



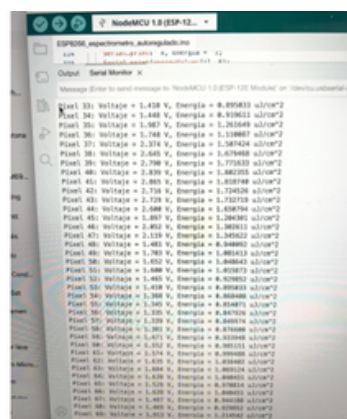
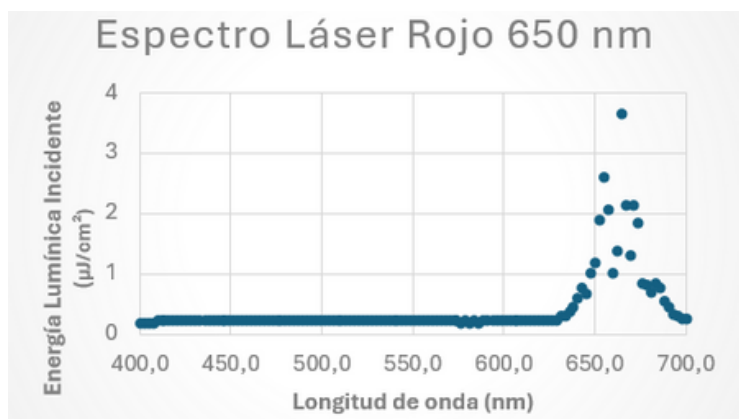
Datos obtenidos por el prototipo de espectrómetro

Como parte del desarrollo de nuestra misión secundaria, hemos implementado un prototipo de espectrómetro utilizando los mismos componentes que se emplearán en el CanSat. Este prototipo está compuesto por:

- Sensor TSL1401CL
- Red de Difracción de 500 líneas/mm
- Lente de 30 mm de distancia focal

Mediciones Realizadas

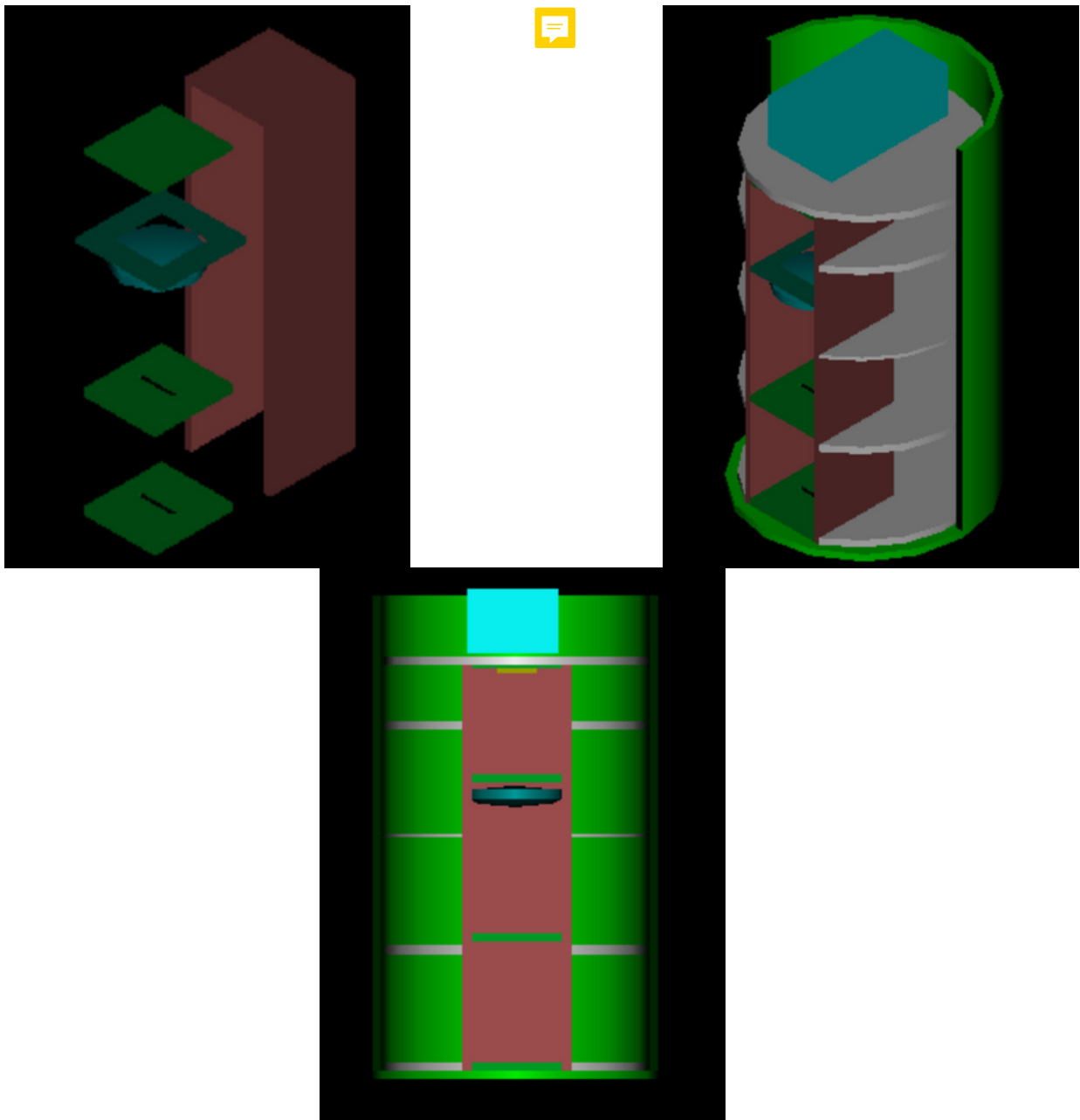
En esta prueba mostramos el espectro de un láser rojo. Los resultados muestran un pequeño desplazamiento en el espectro capturado, que se puede ajustar de dos formas:



1. **Desplazando físicamente el sensor** para alinear mejor el espectro con los píxeles.
2. **Asignando manualmente las longitudes de onda a los píxeles correspondientes**, calibrando el sistema con fuentes de referencia conocidas, como láseres.

El sistema actual tiene una **resolución de 128 píxeles**, lo que permite discriminar longitudes de onda en el rango de **400 a 700 nm**, proporcionando aproximadamente **2.34 nm por píxel**.

2.2 DISEÑO DE LA CARCASA



2.3 MISIÓN SECUNDARIA

ANÁLISIS ESPECTRAL DE SUPERFICIES TERRESTRES CON UN ESPECTRÓMERO EN UN CANSAT



• CONTEXTO CIENTÍFICO Y MOTIVACIÓN DE LA MISIÓN



La observación de la tierra mediante sensores remotos es una técnica ampliamente utilizada en la exploración espacial. Las agencias espaciales como la **Agencia Espacial Europea (ESA)** han desarrollado misiones para el estudio de la superficie terrestre a través del análisis espectral. Un ejemplo relevante es la **misión Copernicus Sentinel-2**, cuyo objetivo principal es el monitoreo de la cobertura vegetal, cuerpos de agua y la caracterización del suelo mediante imágenes en el espectro visible e infrarrojo cercano.

Inspirándonos en esta tecnología, nuestra misión secundaria se centra en **la observación nadir de la superficie terrestre utilizando un espectrómetro a bordo de un CanSat**. A través del análisis espectral, podremos identificar distintos tipos de cobertura terrestre, como vegetación, cuerpos de agua, suelo desnudo y carreteras.

Este proyecto es una demostración a pequeña escala del uso de sensores espectrales en plataformas orbitales y puede ser un primer paso para futuras aplicaciones en satélites de observación terrestre.

• OBJETIVO DE LA MISIÓN



El **objetivo principal** de nuestra misión secundaria es realizar un **análisis espectral de la superficie terrestre** utilizando un espectrómetro a bordo del CanSat. La misión buscará:

- **Analizar la cobertura vegetal** mediante índices como **NDVI** y **SAVI**.
- **Identificar cuerpos de agua** comparando la reflectancia en diferentes longitudes de onda.
- **Diferenciar superficies como suelo desnudo y carreteras** en función de sus firmas espectrales.

Para lograrlo, inspirados por la presentación de María Passas, del Instituto de Astrofísica de Andalucía, nos hemos decidido a desarrollar nuestro propio espectrómetro “**ultra low-cost**”. Para lo cual fabricaremos un **espectrómetro lineal casero** basado en el **sensor TSL1401CL** con una **red de difracción de 500 líneas/mm**, que nos permitirá capturar el espectro reflejado por el terreno en el rango visible e infrarrojo cercano.



• ELEMENTOS CLAVES PARA LA MISIÓN

1. Sistema de Espectroscopía

Sensor TSL1401CL: Detector lineal de 128 píxeles, capaz de captar el espectro reflejado sobre la superficie terrestre.

Red de Difracción de 500 líneas/mm: Descompone la luz reflejada en sus componentes espectrales.

Lente de 30 mm de distancia focal: Enfoca la luz reflejada en el sensor para una correcta captura de datos.

2. Sistema de calibración

Láseres de referencia:

- Verde (532 nm)
- Rojo (650 nm)
- Púrpura (405 nm)

Linterna de infrarrojo cercano (850 nm): Permite evaluar la respuesta de espectrómetro en el NIR.

Estos elementos permitirán identificar con precisión las longitudes de onda captadas por el sensor y corregir desviaciones de datos.

Hipótesis Científica y Datos Para Recoger.

Hipótesis de la Misión

Si analizamos la luz reflejada por la superficie terrestre en diferentes longitudes de onda utilizando un espectrómetro en un CanSat, podremos distinguir entre vegetación, agua, suelo desnudo y carreteras basándonos en sus firmas espectrales.

Datos a analizar

Antes del lanzamiento

- Calibración del espectrómetro con los láseres de referencia.
- Pruebas de alineación óptica y dispersión espectral.

Durante el vuelo

- Captura del espectro reflejado en modo nadir (mirando hacia abajo).
- Registro de variaciones espectrales en diferentes fases del vuelo.

Después del aterrizaje

- Procesamiento de los datos espectrales recogidos.
- Generación de mapas espectrales de la zona de aterrizaje.

Relación con una misión real de la ESA

Nuestra misión secundaria está inspirada en la misión **Copernicus Sentinel-2 de la ESA**, que captura imágenes multiespectrales para el análisis del medio ambiente terrestre. Nuestro CanSat replica, a menor escala, la capacidad de **observación espectral de la Tierra** que Sentinel-2 utiliza para aplicaciones ambientales y científicas.



Diferencia de nuestro prototipo inicial con el CanSat

Para el CanSat, el espectrómetro estará diseñado para abarcar un rango espectral más amplio (**450 a 850 nm**). Esto significa que la resolución disminuirá ligeramente, alcanzando aproximadamente **3.13 nm por píxel**.

Si bien esto implica una menor capacidad para distinguir longitudes de onda muy cercanas, el rango extendido permitirá captar señales en el infrarrojo cercano (NIR), fundamentales para identificar vegetación y otras superficies terrestres.

Para los cálculos de posicionamiento, inclinación de la rejilla y amplitud del espectro proyectado, hemos utilizado la fórmula de la difracción:

$$d \cdot \sin(\theta) = n \cdot \lambda$$

Donde:

d = distancia entre las líneas de la red de difracción (1/500 mm para nuestra rejilla)

θ = es el ángulo de incidencia de la luz difractada.

n = orden de difracción, que puede tomar valores enteros ... -2, -1, +1, +2 ...

λ = longitud de onda de la luz

Para centrar el espectro en el sensor del espectrómetro de nuestro CanSat, hemos calculado que con una **lente de 30 mm de distancia focal** y una **inclinación de la rejilla de difracción de 5°**, el espectro proyectado se alinea correctamente con el eje óptico del sistema. Esta inclinación permite capturar el rango espectral deseado sin perder información en los extremos del sensor (**7 mm de amplitud**).

Nuestro espectrómetro implementa un **algoritmo de ajuste dinámico del tiempo de exposición**, que modifica el tiempo de integración en función de los valores obtenidos por el convertidor analógico-digital (ADC) del sensor.

La **responsividad (R)** es una propiedad del sensor que define la relación entre el **voltaje de salida y la energía lumínica incidente**.

Para nuestro sensor:

$$R = 35 \frac{V}{\frac{\mu J}{cm^2}}$$

La energía lumínica incidente en cada píxel se calcula como:

$$E = \frac{V}{R \cdot t}$$

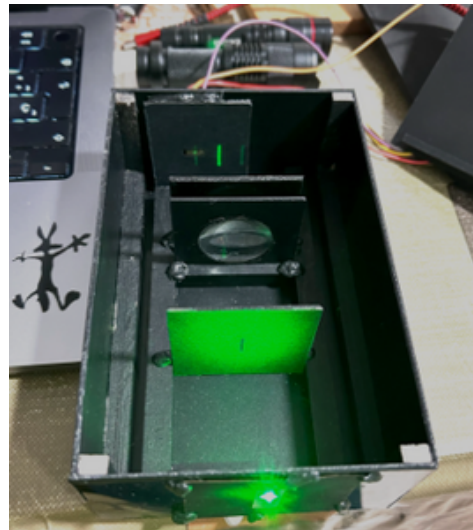
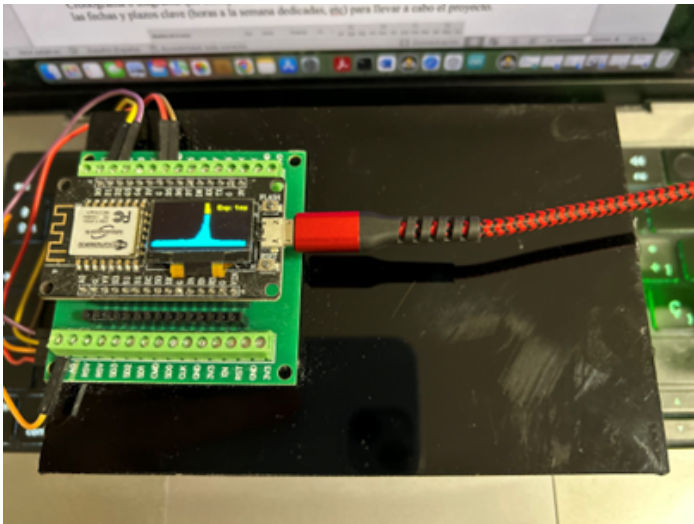
Donde:

- E: Es la energía lumínica incidente (
- V: Es el voltaje medido por el sensor
- R: Es la Responsividad del sensor
- T: tiempo de exposición en segundos.



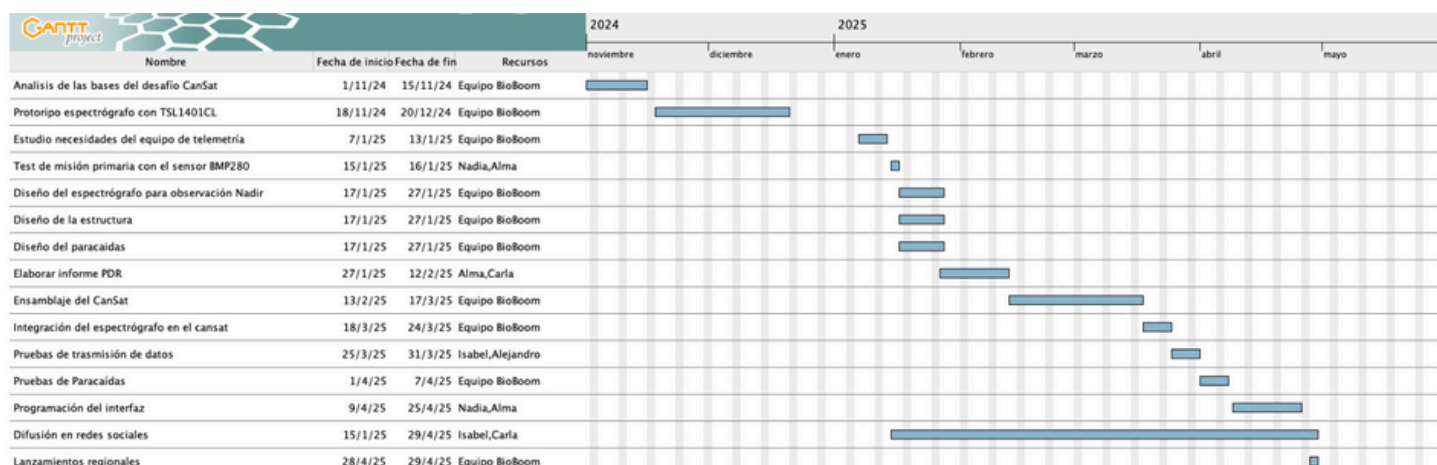
Este algoritmo evita que el sensor **se sature** en condiciones de alta luminosidad y **aumenta la exposición** en condiciones de baja luz, garantizando una lectura óptima de la señal en diferentes condiciones de iluminación

Imágenes de la prueba con láser verde



3

PLANIFICACIÓN



4

PRESUPUESTO



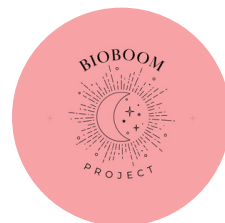
Descripción	Unidades	Precio	Total
Arduino Nano	2	5,99	11,98
RFM69HW	2	4,98	9,96
HW-221	2	1,40	2,80
Módulo GPS NEO-6MV2	1	0,79	0,79
Lector de tarjetas Micro SD	1	1,08	1,08
Batería ion litio 14.430	1	6,85	6,85
BMP280	1	1,07	1,07
TSL1401CL	1	8,05	8,05
Red Difracción	1	13	13
Lente Biconvexa	1	3,89	3,89



Descripción	Unidades	Precio	Total
SMA Hembra	2	0,42	0,84
Tela paracaídas	1	14,39	14,39
Quita vueltas	1	0,254	0,254
Separadores hexagonales	1	0,36	0,36
Hoja de fibra de vidrio G10 FR4	1	8,39	8,39
-	-	-	TOTAL: 87,294

5

PLAN DE DIFUSIÓN Y PATROCINIO



¡Apoya nuestro proyecto CanSat y se parte de la innovación espacial!

Somos Bioboom, un equipo del IES Paco Ruíz (Bigastro), apasionado de estudiantes que estamos desarrollando un CanSat, un satélite en miniatura del tamaño de una lata de refresco, para competir en el desafío CanSat . Nuestro objetivo es diseñar, construir y lanzar nuestro CanSat para recopilar datos científicos y demostrar tecnologías innovadoras en el campo aeroespacial.

Para lograrlo, necesitamos el apoyo de empresas y patrocinadores que crean en el talento joven y la exploración espacial. Tu patrocinio nos ayudará a cubrir costos de materiales, herramientas, pruebas y el lanzamiento de nuestra misión. A cambio, ofrecemos:

- La visibilidad de tu marca en nuestras redes sociales, sitio web y material promocional.
- La presencia en eventos y ferias científicas, mostrando tu compromiso con la educación y la tecnología. X Certamen de Ciencias, Benejúcar 4 y 5 de abril.
- La colaboración en la formación de futuros ingenieros y científicos, inspirando a las próximas generaciones.

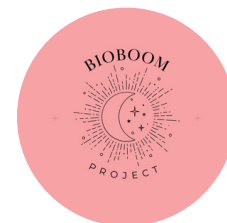
Únete a nosotros y lleva tu marca más allá de la Tierra.

¡Hagamos historia juntos en la exploración espacial!

Contáctanos:

Por vía Instagram: bioboom_project

6



BIBLIOGRAFÍA

ESPECTRÓMERO:

https://electronoobs.com/eng_arduino_tut179.php

CÁLCULO DE ÍNDICES DE VEGETACIÓN NDVI Y SAVI A PARTIR DE IMÁGENES: MULTIESPECTRALES OBTENIDAS CON UN DRON:

https://www.researchgate.net/publication/351837842_Calculo_de_Indices_de_Vegetacion_NDVI_y_SAVI_a_Partir_de_Imagenes_Multiespectrales_Obtenidas_con_un_Dron

<https://www.gisandbeers.com/calculo-del-indice-vegetacion-savi/>

<https://mappinggis.com/2020/07/los-6-indices-de-vegetacion-para-completar-el-ndvi/>

MÓDULO DE TRANSMISIÓN:

[https://www.tecneu.com/blogs/tutoriales-de-electronica/tutorial-uso-del-modulo-rfm69hcx-con-arduino?](https://www.tecneu.com/blogs/tutoriales-de-electronica/tutorial-uso-del-modulo-rfm69hcx-con-arduino?srsltid=AfmBOoqmMMpueA0keLVNzhC5MC23halpolAZ1wRn0D13Bg95zprMMNLu)

[srsltid=AfmBOoqmMMpueA0keLVNzhC5MC23halpolAZ1wRn0D13Bg95zprMMNLu](https://www.tecneu.com/blogs/tutoriales-de-electronica/tutorial-uso-del-modulo-rfm69hcx-con-arduino?srsltid=AfmBOoqmMMpueA0keLVNzhC5MC23halpolAZ1wRn0D13Bg95zprMMNLu)

PARACAÍDAS:

<https://www.youtube.com/watch?v=X2egYw8kd3s>