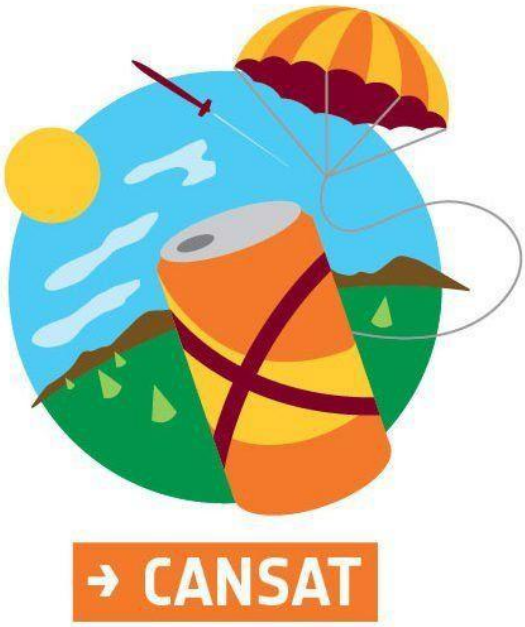
PARQUE de las CIENCIAS
ANDALUCÍA - GRANADA

Spain esero EUROPEAN SPACE EDUCATION RESOURCE OFFICE
A collaboration between ESA & national partners

esa

CANSAT 2020

Informe de Revisión Crítica del Diseño (CDR)



Equipo: Arstotska51

Institut Bernat el Ferrer

Mentor: Berta Sanahuja

INSTITUT BERNAT EL FERRER

ibercivis

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES

FECYT FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

Índice

Contenido

1.- Introducción/antecedentes: 4

2.-Proyecto CanSat 4

2.1.- Objetivos misión primaria 4

2.1.1.-Hardware 4

2.1.2.- Software 7

2.2.- Objetivos misión secundaria 8

2.2.1.-Hardware 8

Software 11

3.- Diagrama de bloques 14

4.- Plan B 15

5.- Diseño Mecánico del CanSat 16

6.- Diseño Mecánico de la Estación de Tierra 21

7.- Diseño eléctrico 24

7.1.- Sistema de alimentación del CanSat 25

7.2.- Sistema de Transmisión y recepción de datos 26

8.- Programación 27

8.1.- Lenguaje de Programación 27

9.- Sistemas Implicados en la Estación de tierra 27

10.- Sistema de Aterrizaje 30

11.- Presupuesto Detallado 32

12.- Financiación y apoyo técnico 33

13.- Difusión y divulgación del proyecto 34

15.- Bibliografía 34

1.- Introducción/antecedentes:

Alumnos de 4t de ESO que dentro de la materia de Tecnología han optado por la realización de este proyecto.

Se ha aprovechado que un grupo de alumnos de Bachillerato también participa en el proyecto para poder compartir algunos conocimientos.

2.-Proyecto CanSat

2.1.- Objetivos misión primaria

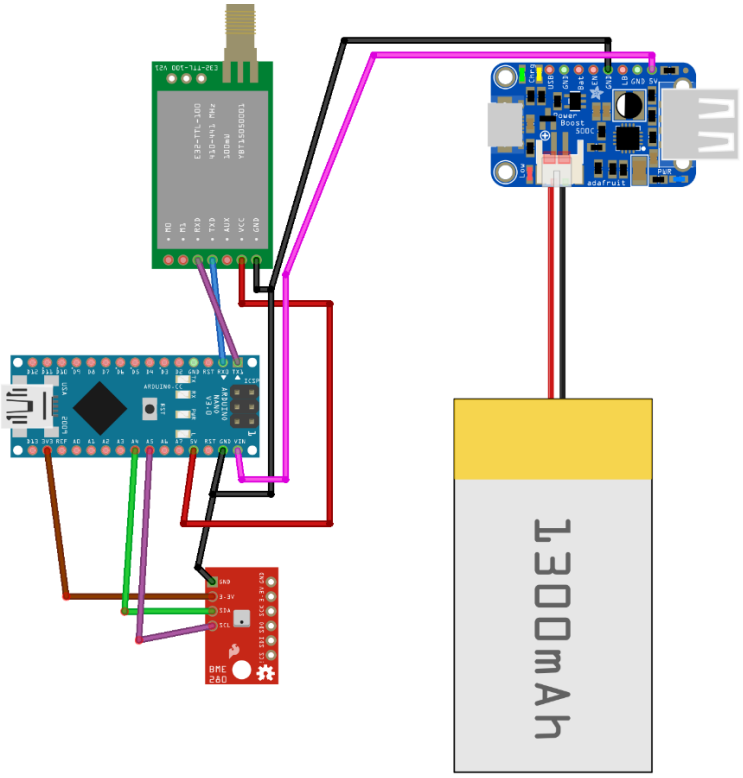
Los objetivos de la misión primaria según requisitos son la medida de la presión atmosférica y la temperatura. En nuestro caso al utilizar un mismo módulo sensor para medir estos dos parámetros, también hemos añadido a la misión primaria la medición de la humedad atmosférica, ya que el modulo elegido también media este parámetro (sensor BME-280).

Para la transmisión de datos en tiempo real se ha optado por el sistema Lora en conexión directa entre dos dispositivos (no LoraWan) el sistema Lora trabaja en la banda de 868MHz.

2.1.1.-Hardware

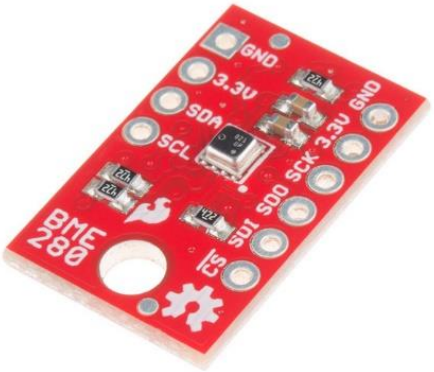
Las medidas del misión primaria son presión atmosférica i temperatura.

Para medir estas magnitudes, usaremos un sensor BME280, el cual obtiene estos datos (temperatura y presión) y también la humedad, con este sensor concluimos la misión primaria obligatoria para participar en el proyecto. Este sensor utiliza comunicación I2C o SPI para intercambiar datos con un microcontrolador, pero nosotros escogimos conectarlo en el I2C porque en el SPI se conectará el lector SD para almacenar los datos extraídos.



Hardware misión primaria

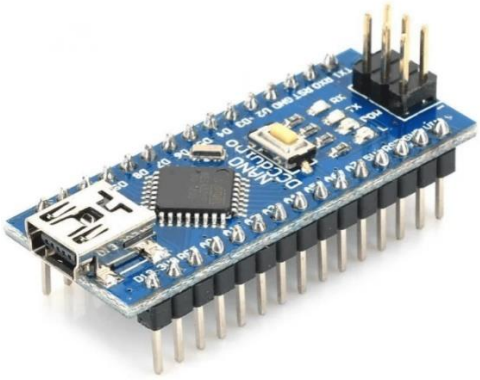
Sensor BME-280 conectado por I2C a nuestra placa.



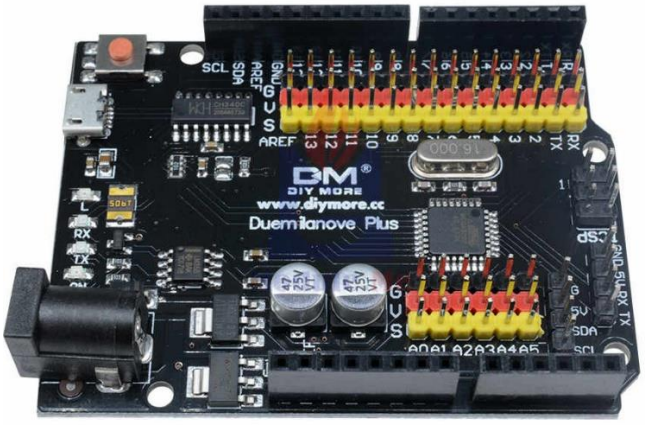
sensor BME-280

Utilizaremos un Arduino nano para la sonda y un Arduino Duemilanove plus para la

estación de tierra, la comunicación en tiempo real se realizará mediante Lora con dos módulos SX1276 Lora Radio Wireless 868 MHz UART 868 MHz 3dBi SMA Antena.



Arduino nano



Arduino Duemilanove Plus

SX1276 Lora Radio Wireless 868MHz

Para la alimentación de la placa Arduino nano utilizaremos una pila Lipo 18650 de 3,7V que con un Convertidor Voltaje DC-DC Step-Up 2A MT3608 aumentaremos a unos 8V y nos protegerá la batería Lipo de descargas.

MT3608

2.1.2.- Software

La programación de la placa Arduino nano y de la Duemilanove se ha hecho con el mismo IDE de Arduino que utiliza C++.

Para la programación de la placa se ha adaptado el test de ejemplo del sensor BME-280 y se envían los datos por el puerto serie del Arduino nano (pines 0 y 1) a la placa Lora que conecta por serie (para hacer pruebas por el serie USB se deben desconectar los pines 0 y 1 que van al SX1276.

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, adaptando los ejemplos de la placa SX1276 para comunicar entre 2 dispositivos.

En la sonda el sensor envía los datos por I2C al Arduino nano que por serie envia a la tarjeta Lora que enviará a la otra tarjeta Lora de la estación base y por serie en puerto creado por software (pines 2 y 3) a la Duemilanove que los pasa por el puerto serie (USB) al ordenador de la estación base.

Para la misión completa se ha adaptado un entorno de captación de datos de la estación base con Processing mostrando en un entorno amigable los datos en pantalla y guardando los datos en un archivo para su posterior procesado e interpretación.

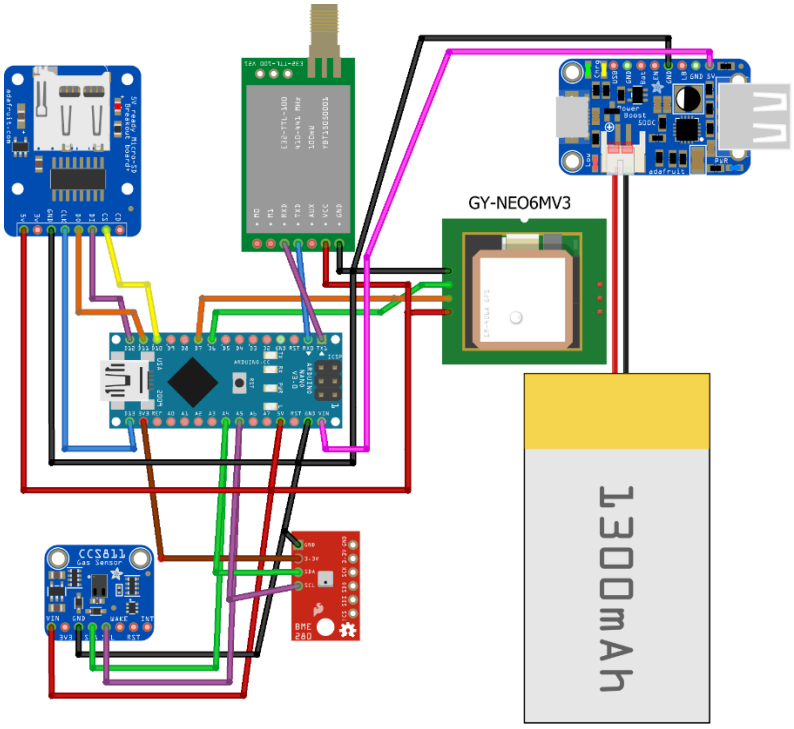
2.2.- Objetivos misión secundaria

Para la misión secundaria decidimos medir CO_2 y partículas volátiles en suspensión (algunas de tamaño nanoscópico). Esto nos viene motivado por un proyecto que hicieron nuestros compañeros del curso pasado que crearon un medidor portátil e hicieron un estudio.

http://ves.cat/eo67

2.2.1.-Hardware

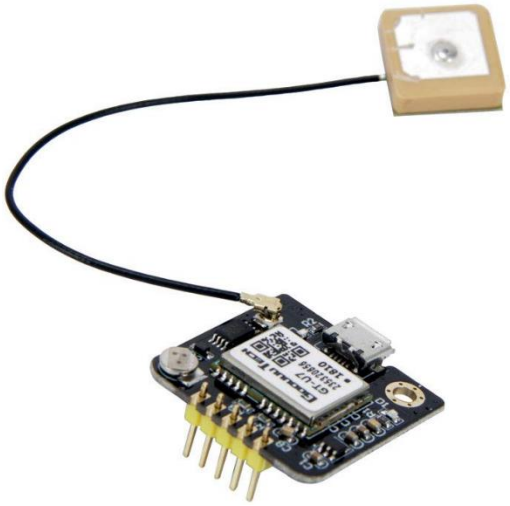
El circuito completo de la sonda es:



Esquema sonda Arstotska51

Los componentes que utilizamos en la misión secundaria son:

GT-U7 Receptor GPS con conexión por puerto serie.



GT-U7 Receptor GPS

Sensor CCS811 para medir CO_2, partículas volátiles en suspensión (TVOC) y temperatura. Se conecta por I2C.

Sensor CCS811 – CO_2 y TVOC

Módulo de Tarjeta Micro SD con Interfaz SPI que utilizaremos para guardar los datos captados en local por si falla la comunicación en tiempo real con Lora.

Módulo micro SD SPI

Como medida extraordinaria y para la detección visual en la bajada y en el suelo, se ha incorporado una baliza luminosa potente con un led Cree de 3W para visión diurna.

Baliza luminosa 3W

Colocación baliza en la base

Software

El software se ha adaptado al programa de la misión primaria sumando los datos obtenidos de los sensores de la misión secundaria.

Además, se suma la grabación de datos en memoria local con el módulo de microSD por SPI. El programa básicamente es un Datalogger que utiliza la librería SD.h. Todos los datos de los sensores se grabarán separados por comas con un salto de línea al final.

Los datos se pasan a Lora junto a los de la misión primaria y a la tarjeta SD separados por comas para que el programa de la estación de tierra lo muestre en pantalla y lo guarde en archivo.

El sensor CCS811 de CO_2 i TVOC se comunica por I2C, adaptamos su test que utiliza la librería Adafruit_CCS811.h y pasamos a la SD y a Lora los valores de CO_2 y de TVOC separados por comas.

El sensor GPS se comunica por serie con el Arduino nano, para esto debemos utilizar la librería softwareserial.h y crear otro puerto serie virtual, en nuestro caso en los pines D6 i D7.

Los datos del GPS están en el formato:

$GPRMC,044235.000,A,4322.0289,N,00824.5210,W,0.39,65.46,020619,,,A*44

044235.000 representa la hora GMT (04:42:35)

"A" es la indicación de que el dato de posición está fijado y es correcto. "V" sería no válido.

4322.0289 representa la longitud (43º 22.0289´)

N representa el Norte

00824.5210 representa la latitud (8º 24.5210´)

W representa el Oeste

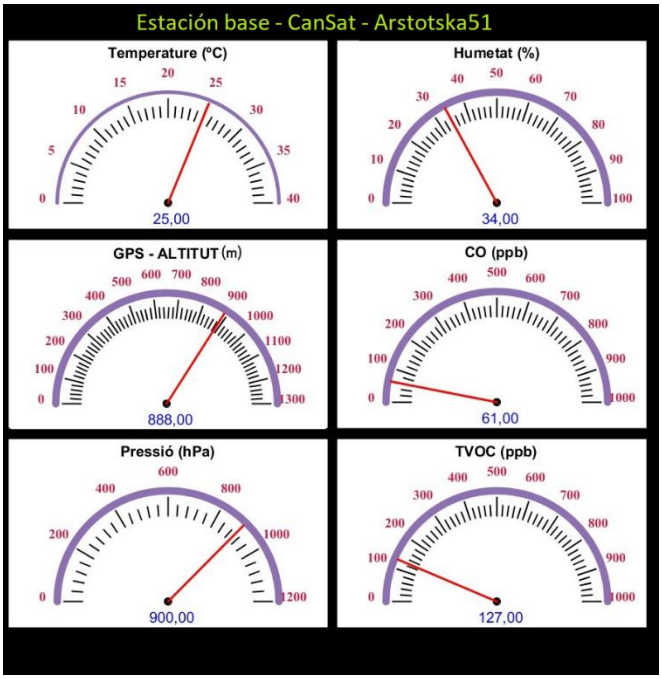
0.39 representa la velocidad en nudos

65.46 representa la orientación en grados

020619 representa la fecha (2 de junio del 2019)

Los datos se envían junto con los anteriores a la SD y a la transmisión Lora, también separados por comas.

Como misión secundaria se ha adaptado un programa realizado con Processing para la visualización de los datos en tiempo real y su guardado en archivo local en el PC de la estación base.



Pantalla estación tierra con Processing

3.- Diagrama de bloques

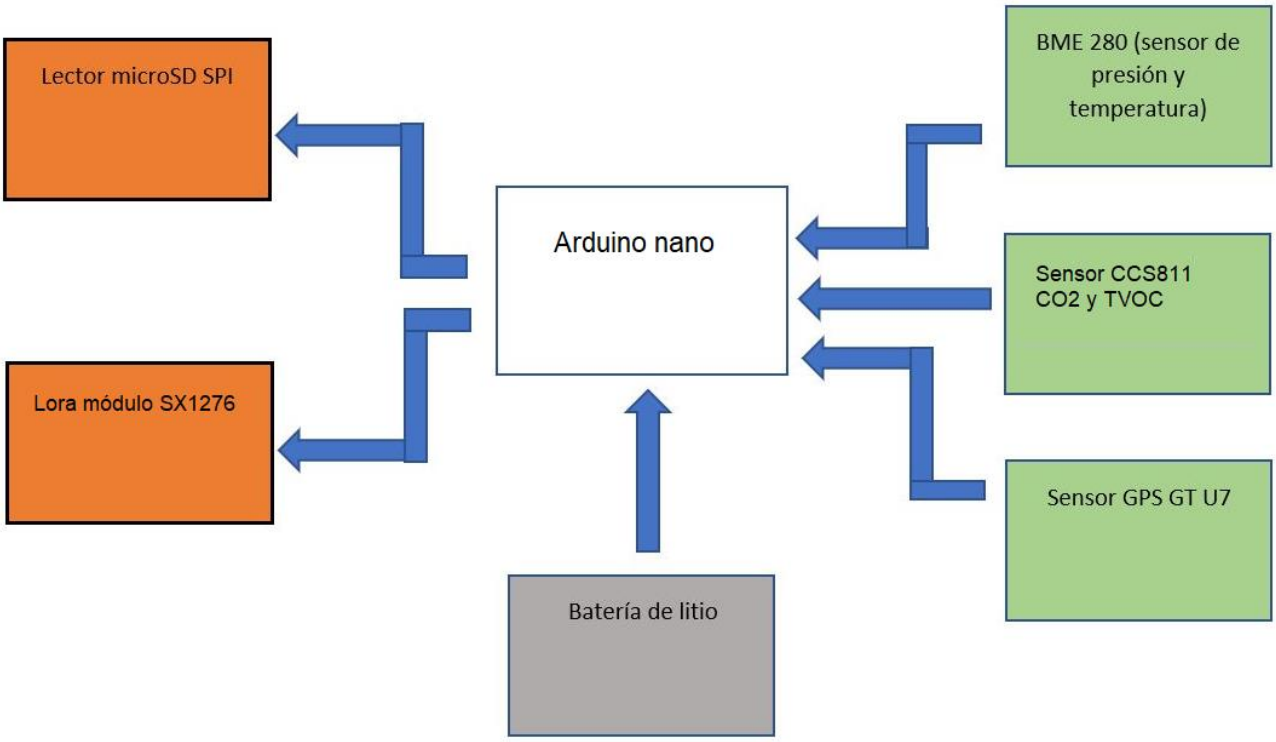


Diagrama de bloques de la sonda

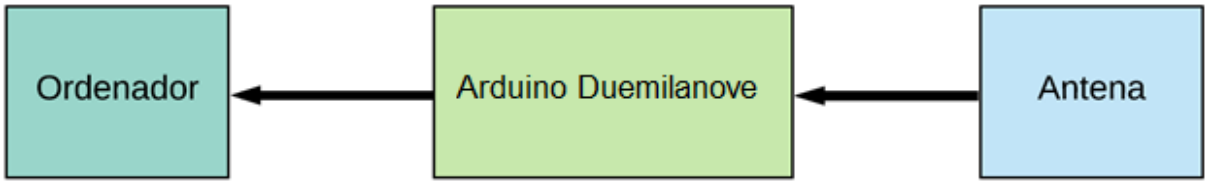


Diagrama de bloques de la estación de tierra

4.- Plan B

El plan B es bastante flexible y depende de donde se encuentren los fallos el día del lanzamiento.

Tenemos preparados códigos con diferentes combinaciones de sensores por si se tuviera que eliminar algún sensor.

Para fallos en la comunicación Lora adoptada, se tiene preparado Arduino nano con conexión con módulo nRF24L01+PA+LNA Antena Wireless de 2,4 – 2,5 GHz por si hubiese problemas.

Módulos nRF24L01 2,4GHz plan B

En fallos en el programa de la estación de tierra, se puede captar directamente los datos recibidos en el terminal del puerto serie de Arduino (aunque nuestro entorno visual es más intuitivo).

Tenemos preparado otro paracaídas por si se tuviese que cambiar, así como otra carcasa impresa en 3D.

De todas formas, esperamos no utilizar para nada el plan B.

5.- Diseño Mecánico del CanSat

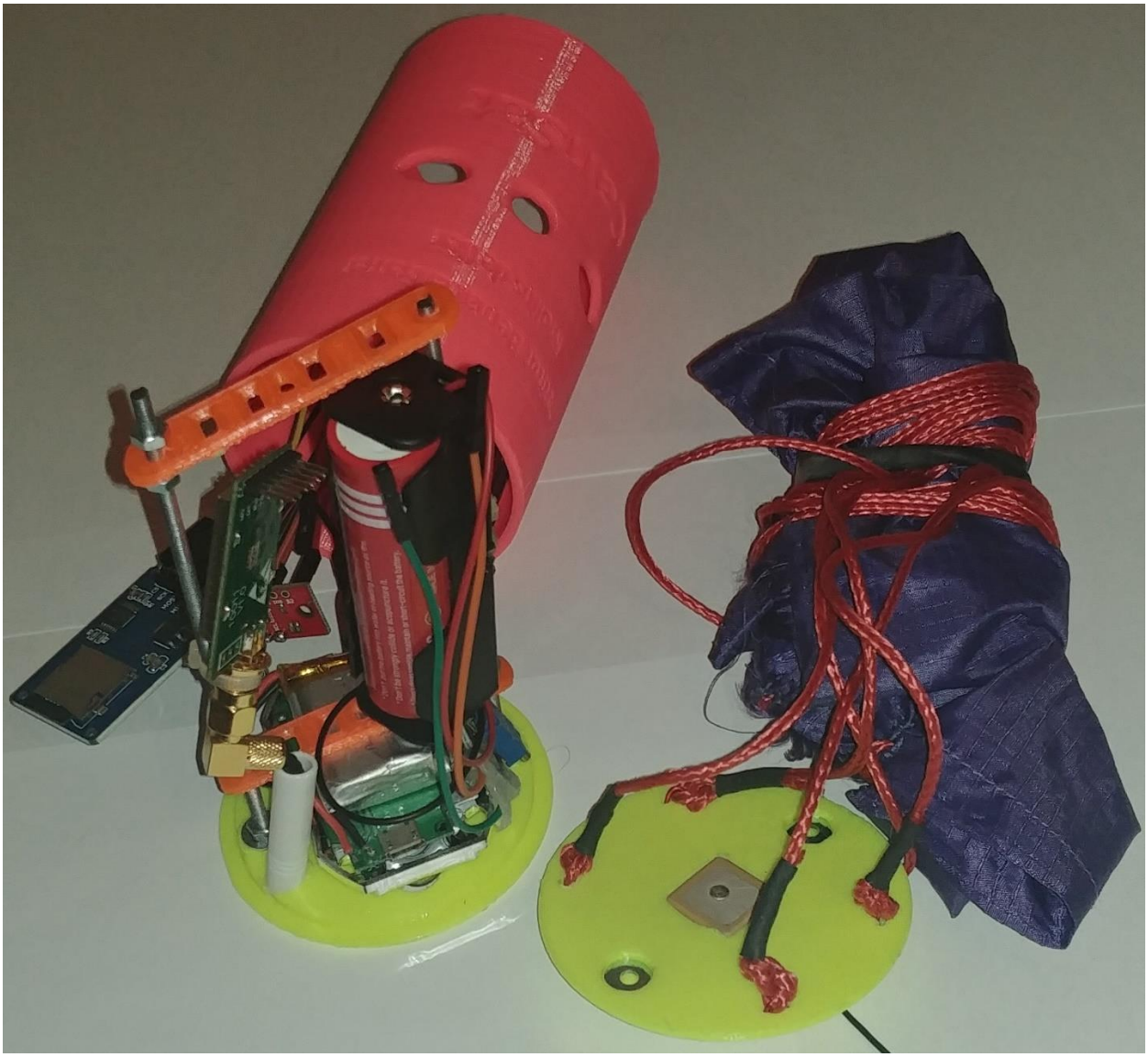
Aprovechando la experiencia en diseño 3D de nuestros alumnos en otros proyectos i la disposición de diferentes impresoras hemos optado per el diseño de todas las partes mecánicas en 3D y su impresión en PLA.

Toda la carcasa se sujeta con 2 espárragos internos de métrica 3 y diferentes tuercas y arandelas para la sujeción de las tapas y de los componentes internos.

Se ha tenido en cuenta el alojamiento superior de la antena GPS i en la base la Antena del módulo Lora con espacio para el led i la óptica de la baliza autónoma.

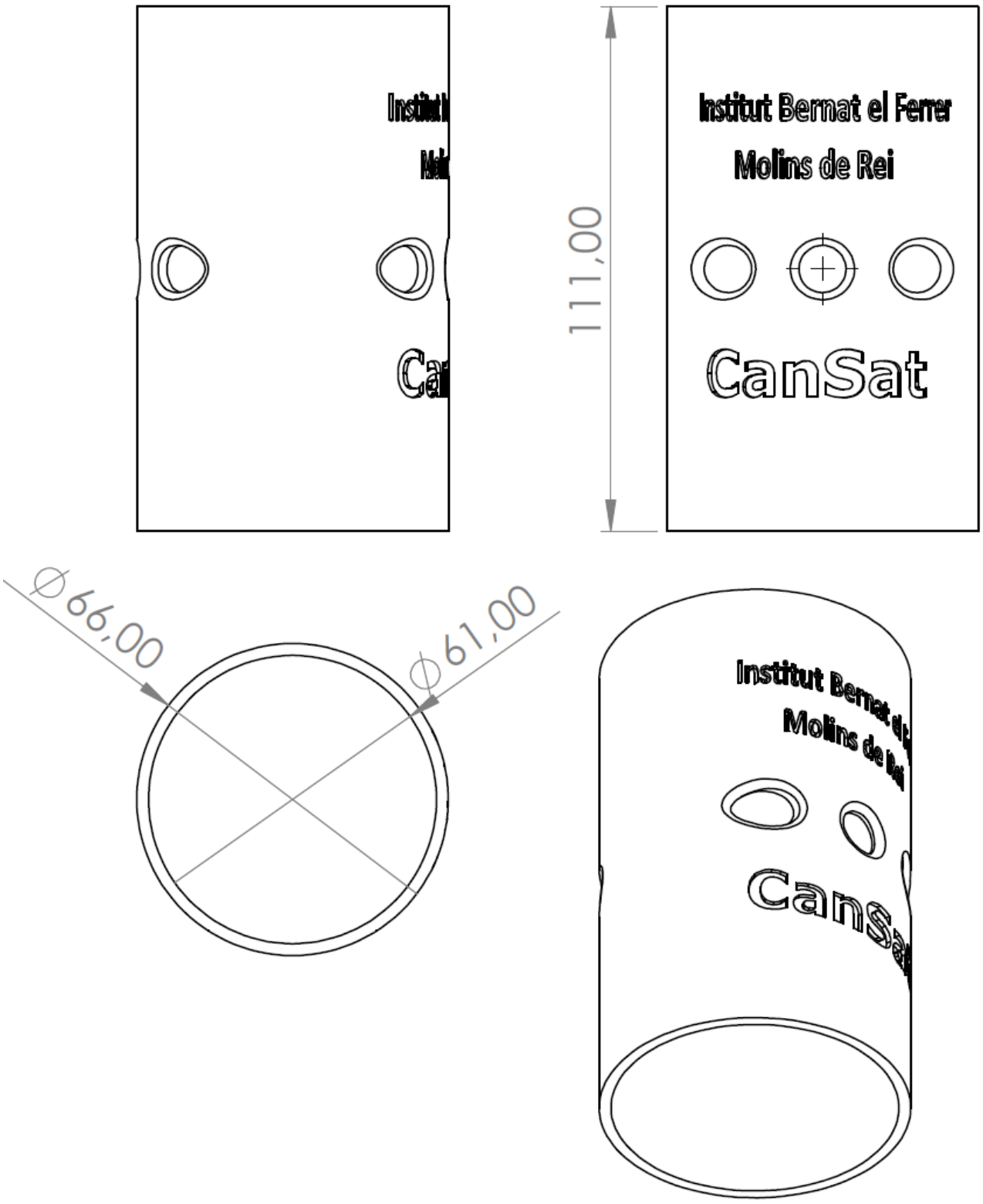
La estructura dispone de ventilación para la entrada de aire para la captación de los sensores.

Estructura externa



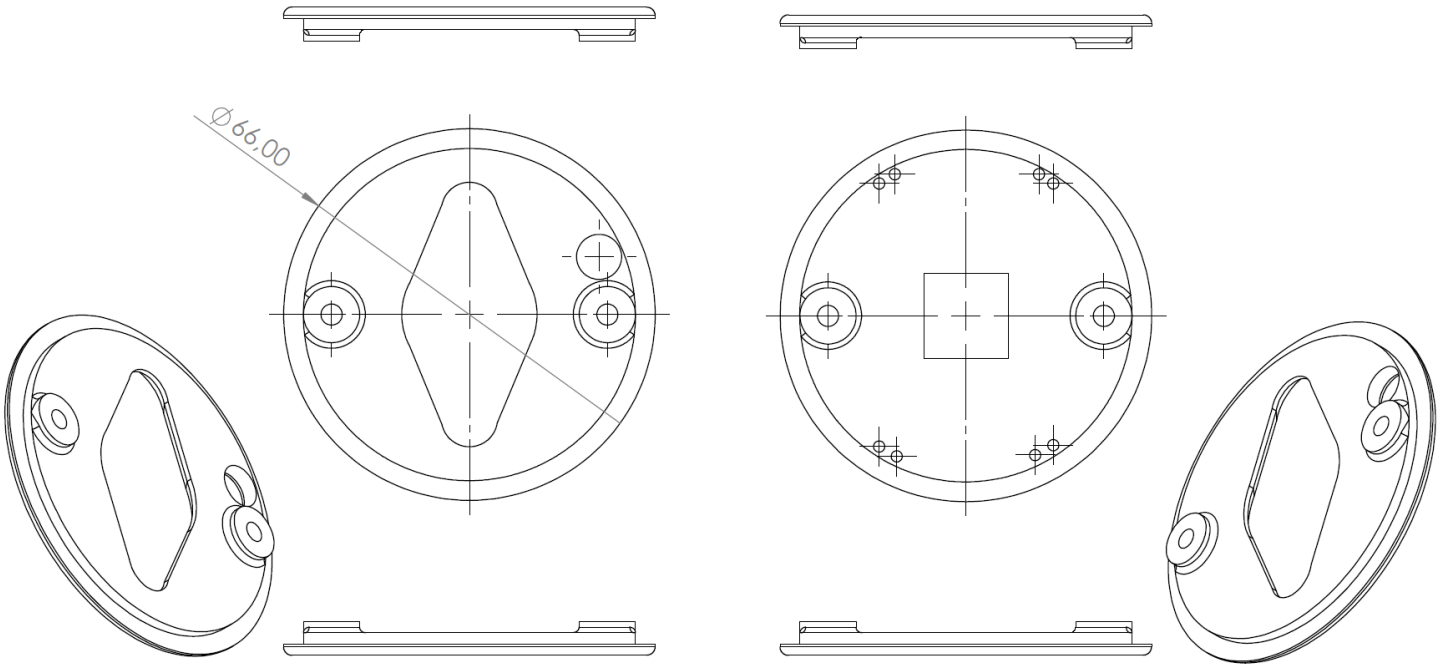
Estructura con espárragos métrica 3

Vista isométrica del ensamblaje 3D



Estructura: alzado, perfil y planta

Colaboradores de organización:



Tapa inferior y superior

6.- Diseño Mecánico de la Estación de Tierra

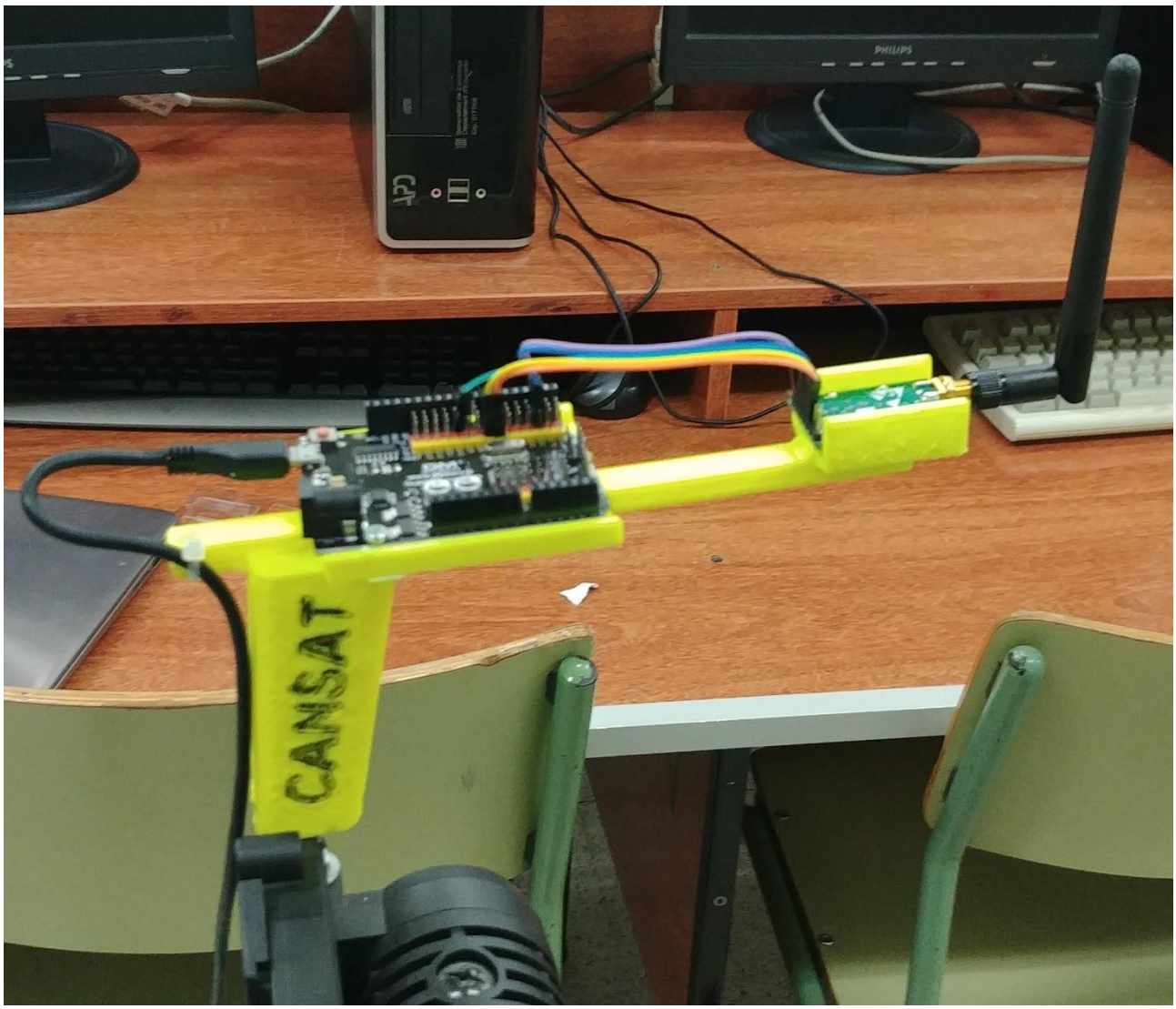
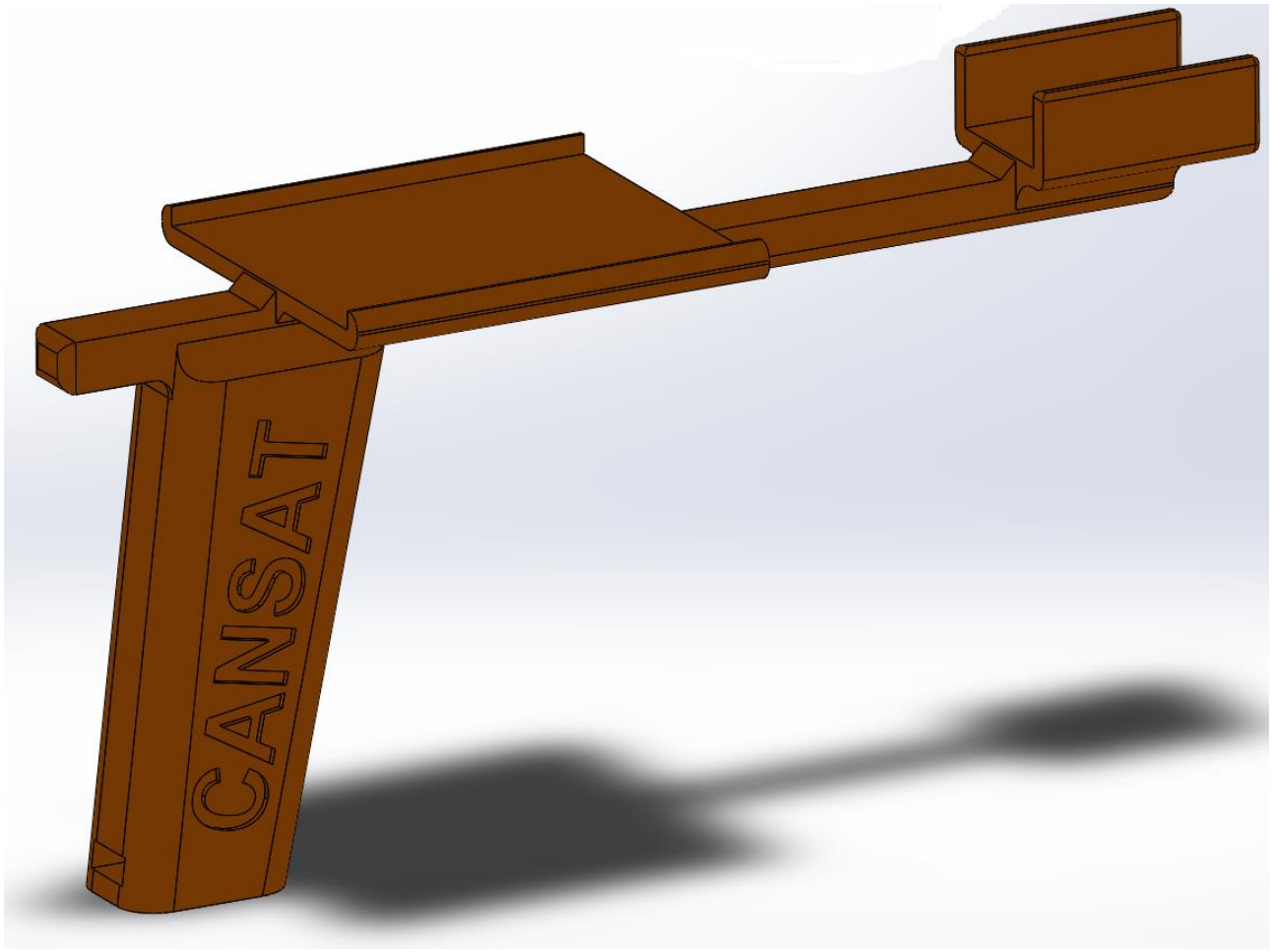
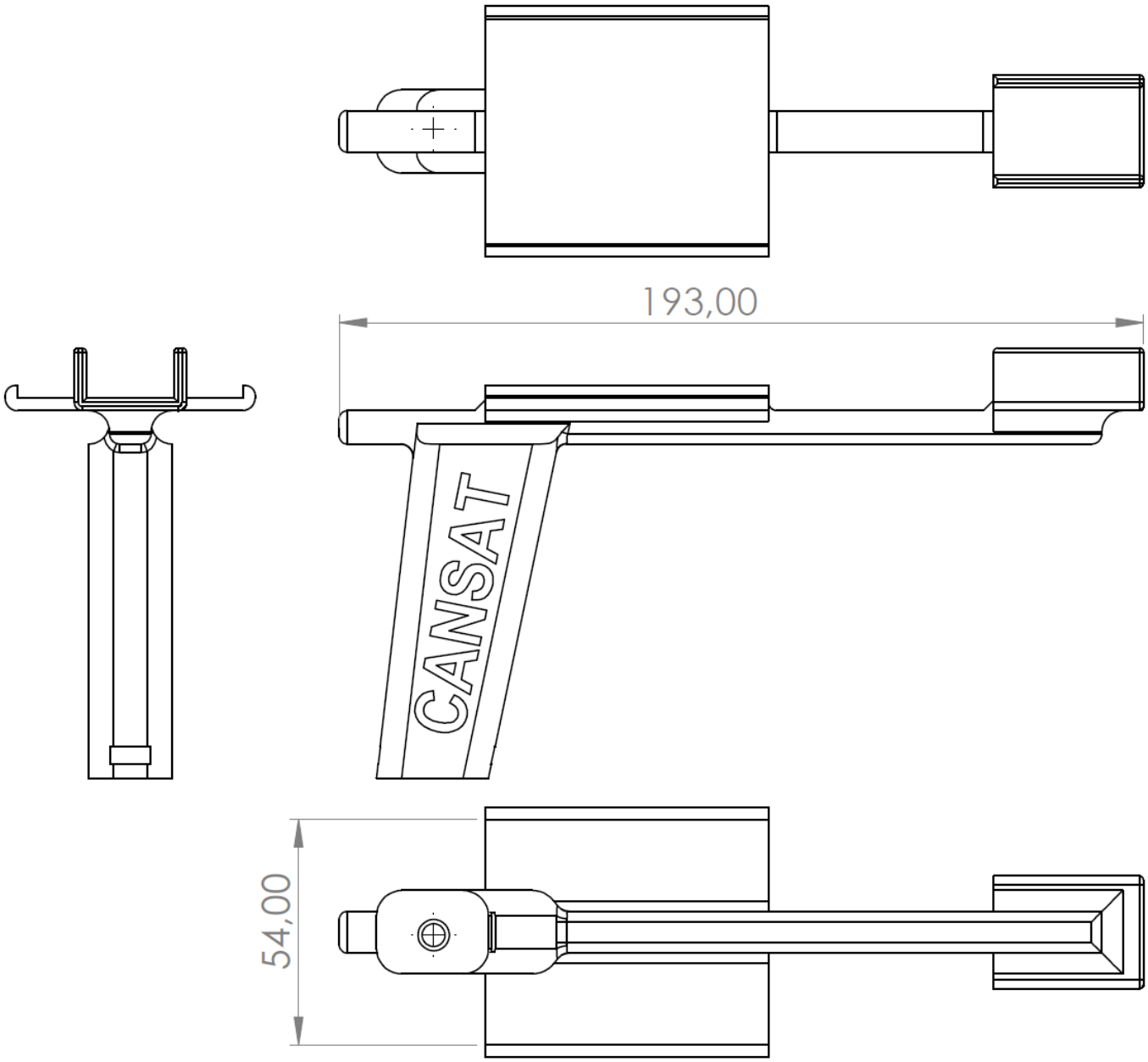


Imagen estación de tierra

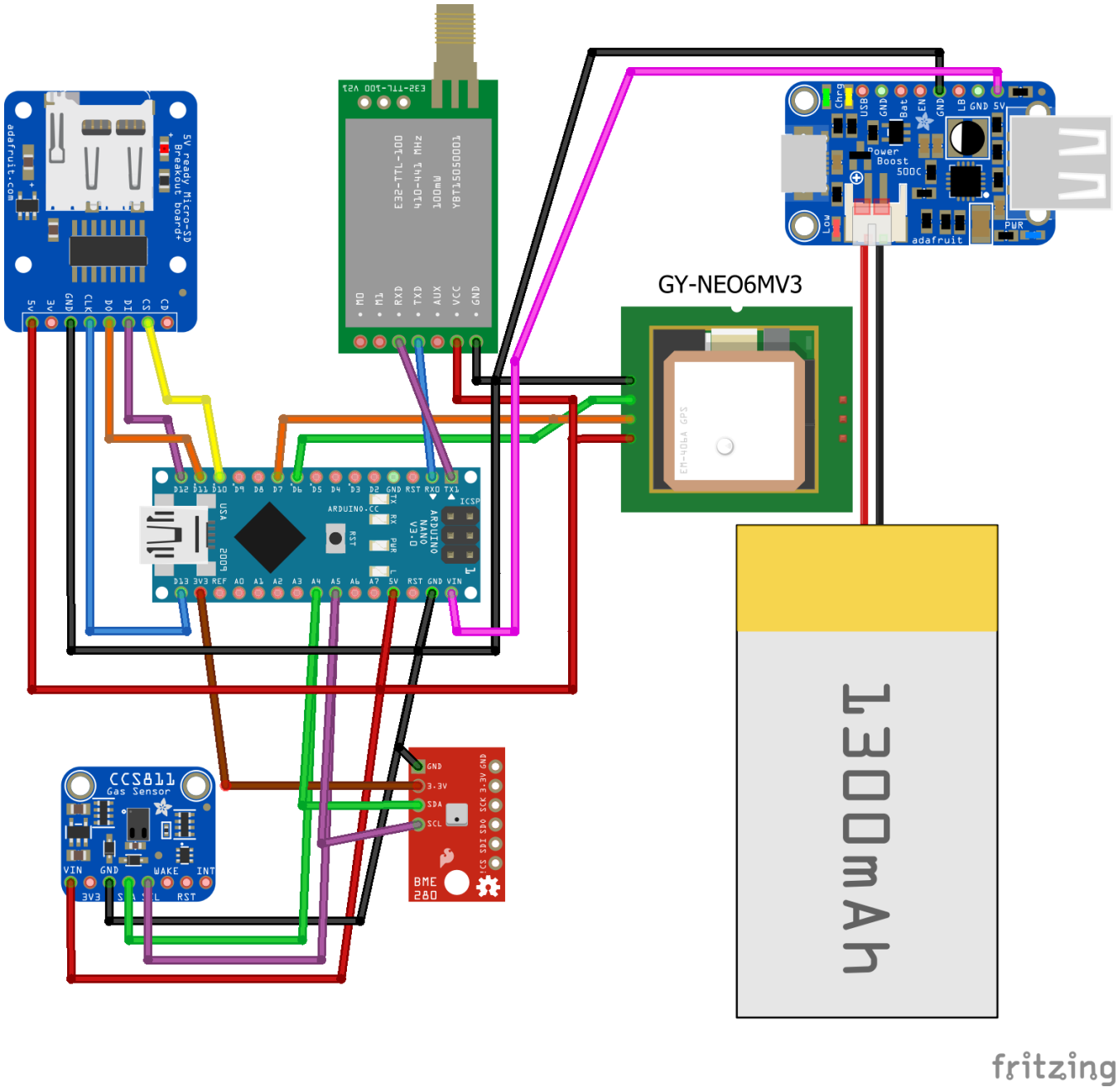


Vista isométrica estación de tierra

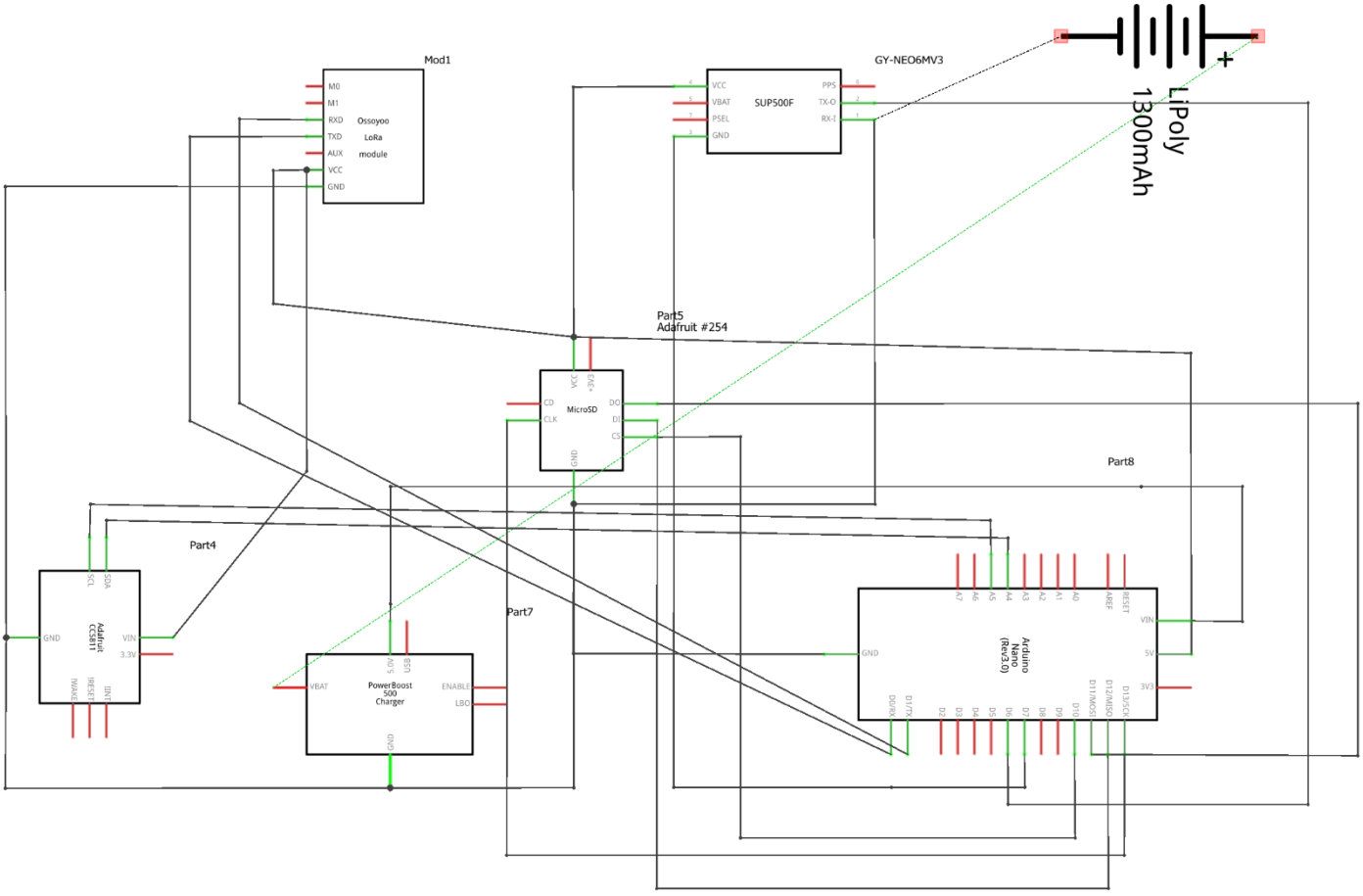


4 vistas estación tierra

7.- Diseño eléctrico



Esquema eléctrico visual (Fritzing)



Esquema eléctrico

7.1.- Sistema de alimentación del CanSat

Alimentaremos a la placa Arduino nano a 8V mediante un Convertidor Voltaje DC-DC Step-Up 2A MT3608 que está conectado a una batería Lipo de litio 18650 de 3000 mAh de 3,7V. El MT3608 también servirá para proteger a la batería en la descarga.

batería Litio 18650 3000 mAh

Soporte para batería 18650

7.2.- Sistema de Transmisión y recepción de datos

Como ya se ha visto a lo largo del proyecto se ha utilizado el sistema Lora en conexión directa entre dos dispositivos (no LoraWan).

Utilizamos dos módulos SX1276 Lora Radio Wireless 868MHz que se conectan mediante puerto serie.

El sistema Lora es un sistema que tiene muchas ventajas para la transmisión a larga distancia e Internet de las cosas.

Alta tolerancia a las interferencias.

Alta sensibilidad para recibir datos (-168dB).

Basado en modulación "chirp".

Bajo Consumo (hasta 10 años con una batería*).

Largo alcance 10 a 20km.

Baja transferencia de datos (hasta 255 bytes).

Conexión punto a punto.

Frecuencias de trabajo: 868 Mhz en Europa (es la que utilizaremos), 915 Mhz en América, y 433 Mhz en Asia.

8.- Programación

Se ha explicado a lo largo del proyecto.

Se inicializan los sensores y se pasan los valores de todos los sensores 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 Duemilanove de la estación de tierra, solo recibe los datos por puerto softwareserial del módulo SX1276 por Lora i los pasa por puerto serie USB al programa de Processing.

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.

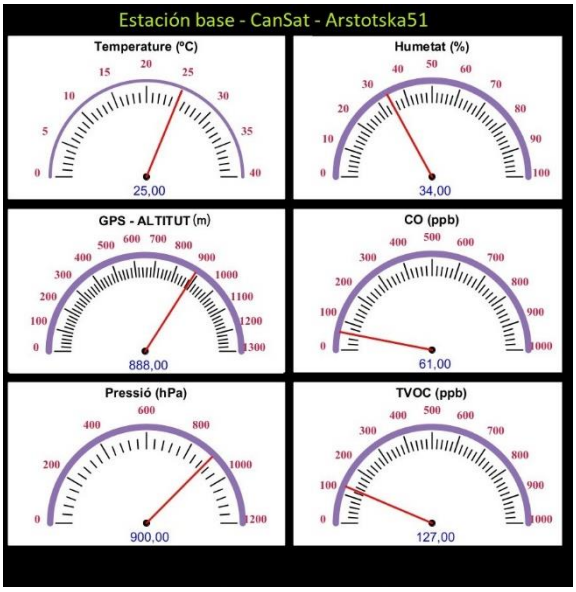
8.1.- Lenguaje de Programación

Tanto la programación de la placa Arduino nano de la sonda como la de la estación base están desarrolladas en lenguaje C++ del IDE de Arduino.

El programa del PC de la estación de tierra está desarrollado en C++ de Processing.

9.- Sistemas Implicados en la Estación de tierra

La estación de tierra dispone de una placa Arduino Duemilanove conectada por puerto softwareserial con el módulo SX1276. La placa Arduino está conectada a un PC con el programa Processing de captación de datos en tiempo real y guardado en archivo.



Programa en Processing

Se ha diseñado un soporte para la captación en trípode o manual.

Captación en trípode foto 1

Captación en trípode foto 2

10.- Sistema de Aterrizaje

Se realizan los cálculos incluidos en la guía.

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 realizan diferentes modelos y al final se opta por el diseño redondo semiesférico.

Construcción paracaídas – Foto 1

Construcción paracaídas – Foto 2

Construcción paracaídas – Foto 3

11.- Presupuesto Detallado

Cantidad	Denominación	Precio (€)	Precio total (€)
1	LiPoly Battery (3000mAh)	7	7
1	SUP500F GPS	5,5	5,5
1	Soporte Lipo 18650	1,1	1,1
1	Arduino nano	4,7	4,7

1	Arduino Duemilanove Plus	4,9	4,9
1	BME280 Breakout	12,66	12,66
1	Adafruit CCS811	15,6	15,6
1	Adafruit MicroSD card breakout board	1,49	1,49
1	Micro SD 16Gb	3	3
0,3	Kilo PLA bobina 1,75mm	16	4,8
1	Cable micro USB 1,2m	2,8	2,8
1	Cable mini USB 1,2m	2,8	2,8
0,3	Esparrago 1m métrica 3	0,50	0,15
20	Tuerca métrica 3	0,03	0,6
20	Arandela Métrica 3	0,03	0,6
3	Metro cuerda rojo nylon	0,08	0,24
0,2	Funda retráctil 4mm	1,8	0,36
1	Tela impermeable para cometa m^2	4,2	4,2
4	Cables dupont hembra-hembra	1,3	5,2
15	Bridas plástico 3mm x 15cm	0,04	0,6
1	Baliza autónoma Led Cree 3W + Óptica	6,8	6,8
		Total:	**85,10€**

Coincide con lo previsto.

12.- Financiación y apoyo técnico

La financiación ha sido íntegramente del departamento de Tecnología de nuestro Instituto.

No hemos tenido ningún apoyo técnico, sólo hemos contado con nuestro profesor de Tecnología Raúl Ventura.

Hemos tenido que asistir al taller en horas fuera del horario escolar para poder finalizar

el proyecto.

13.- Difusión y divulgación del proyecto

Hemos realizado una página web dentro del servidor de nuestro Instituto para compartir nuestro proyecto y mostrar los vídeos de la creación.

https://moodle.bernatelferrer.cat/course/view.php?id=1380

Nombre corto:

http://ves.cat/eskB

También se nos muestra en el Twitter del Instituto @bernatelferrer, de nuestro profesor @raulventur2cat y el Facebook e Instagram del Instituto.

15.- Bibliografía

guías Cansat ESERO

http://esero.es/cansat/