

Informe Crítico de Diseño (Critical Design Review).

EQUIPO IES Blas Infante 1
Mentor Profesor D. José Vicente Galadí García
IES BLAS INFANTE (Córdoba, Andalucía)

CanSat 2023/2024

1.-Introducción	3
1.1.- Organización y roles del equipo	3
1.2.- Objetivos de la misión	4
2.- Descripción del Proyecto CanSat	5
2.1.-Esquema de la misión	5
2.2.-Proyecto Científico	6
2.3.- Diseño mecánico / estructural	7
2.4.- Diseño eléctrico	8
2.5.- Software	9
2.6.- Sistema de recuperación	13
2.7.- Estación de Tierra	13
3.- Planificación	14
3.1- Planificación del proyecto CanSat	14
3.2- Estimación de recursos	15
3.2.1.- Presupuesto	15
3.2.2.- Apoyo Externo	15
3.3.- Pruebas Realizadas	16
4.- Programa de Difusión y Patrocinio	16
5. - Bibliografía/Referencias/Recursos utilizados	16

Introducción

1.1 Organización y roles del equipo.

El proyecto es realizado por parte del grupo de estudiantes de la materia de Tecnología e Ingeniería de 1º de Bachillerato del IES Blas Infante (Córdoba) y dirigido por el profesor del Departamento de Tecnología e Informática, D. José Vicente Galadí García.

El alumnado es

- Aperador Pérez, Daniel (Difusión)
- Baños Molera, Fernando (Diseño electrónica)
- Cantador Vargas, Jesús (Programación)
- Cumplido Jiménez, Rafael José (Diseño 3D)
- Fiérrez del Castillo, Rafael (Paracaídas)

Se ha planificado una cantidad de 4 horas por semana durante desde septiembre de 2022. Tras formar en FreeCad y Arduino, se paralizó la actividad en noviembre para dar otros contenidos de la materia. Se retomó la implementación del Cansat en marzo y se está prolongando hasta la fecha final de lanzamiento (7 de mayo).

El alumnado tiene experiencia previa programando tarjetas de Arduino con Tinkercad, Visualino, Arduino IDE y modelando en 3D con Tinkercad y FreeCAD. Si bien el centro ha concursado en la convocatoria 2022-2023, para este alumnado es su primera vez participando en un campeonato regional.

1.2 Objetivos de la misión.

Para el alumnado la motivación es investigar más sobre este campo de la Tecnología y vivir una experiencia inolvidable y enriquecedora que les aporte conocimientos, despertando así en ellos una mayor curiosidad científica y empoderamiento para la consecución de desafíos tecnológicos. Para el profesorado es una manera para impartir los contenidos de la materia a través de la preparación y participación en el concurso. Es por esto que éste es uno de los 4 grupos de 5 alumnos formados por lo/as 20 alumnos/as de la materia. La intención es diseñar y construir el CanSat como parte de las actividades curriculares de Tecnología e Ingeniería I.

Una vez aclarado que la intención es que la actividad sea realizada por todo el alumnado de la materia como parte de los contenidos de la misma y en el horario de la misma forzando la implicación de todos ellos/as (y no en horas diferentes de las escolares, lo que se reveló inviable el curso pasado), vamos a mantener los objetivos de la misión en unos mínimos: en la convocatoria pasada pecamos de exceso de ambición. Y este año la intención es que se consigan estos objetivos en un tiempo asumible, al contrario de lo que nos pasó en la edición anterior subsanando errores como...

- No dar la importancia debida al peso de la lata.
- No dar la importancia debida a la superficie necesaria de la tela del paracaídas.
- Confiar en que la lata que venía en el kit básico nos permitiría introducir una tarjeta Arduino One con una tarjeta Shell con el resto de componentes.
- Considerar que una Shell artesana podría servir sin dar errores de conexión.

En consecuencia, y partiendo de esta intención de objetivos mínimos, vamos a tomar medidas de temperatura, presión y altura con el BMP 280 y del nivel de CO₂ y de las partículas volátiles en suspensión con un Sensor CCS811. Hemos desechado, a fin de no complicar la Shield del Arduino UNO y por los problemas encontrados en la comunicación I2C, la posibilidad de incorporar sensores GPS o giroscopios.

Representaremos los datos de altura, para extrapolar la variación de velocidad y de aceleración, calculando la tensión máxima sufrida en las 8 cuerdas del paracaídas. También compararemos los datos de altura con la presión, la temperatura y la presencia de CO₂ y de partículas volátiles para observar su variación con la altura.

2. Descripción del proyecto CanSat.

2.1 Esquema de la misión.

Conta de...

- una pila alcalina de 9 voltios (o dos, dependerá de, primeramente, la necesidad de añadir más lastre al CanSat para alcanzar el peso mínimo, y, secundariamente, del espacio disponible en el Cansat)...
- con la que alimentaremos el Arduino Uno...
- y la Shield con...
- el sensor de temperatura, presión y altura (BMP280),...
- el sensor de CO₂ y partículas volátiles (CCS811),...
- el emisor de radio APC220.
- y un DPST de conmutadores DIP, interruptor doble que permite aislar las líneas RX y TX del Arduino durante la reprogramación del mismo.

Convendría disponer de la frecuencia asignada a no tardar mucho para poder programar los dos APC220 (emisor y receptor): una vez soldado el emisor a la Shield ya no podremos reprogramar las frecuencias. Agradeceríamos que esta frecuencia se nos comunicara directamente y no se hiciera pública para no sufrir bromas en formas de interferencias en las comunicaciones como el año pasado.

Datos a recopilar:

- Temperatura, presión, altura, CO en ppm y Compuestos orgánicos volátiles (COVs) en ppb y cálculo del CO₂ equivalente.

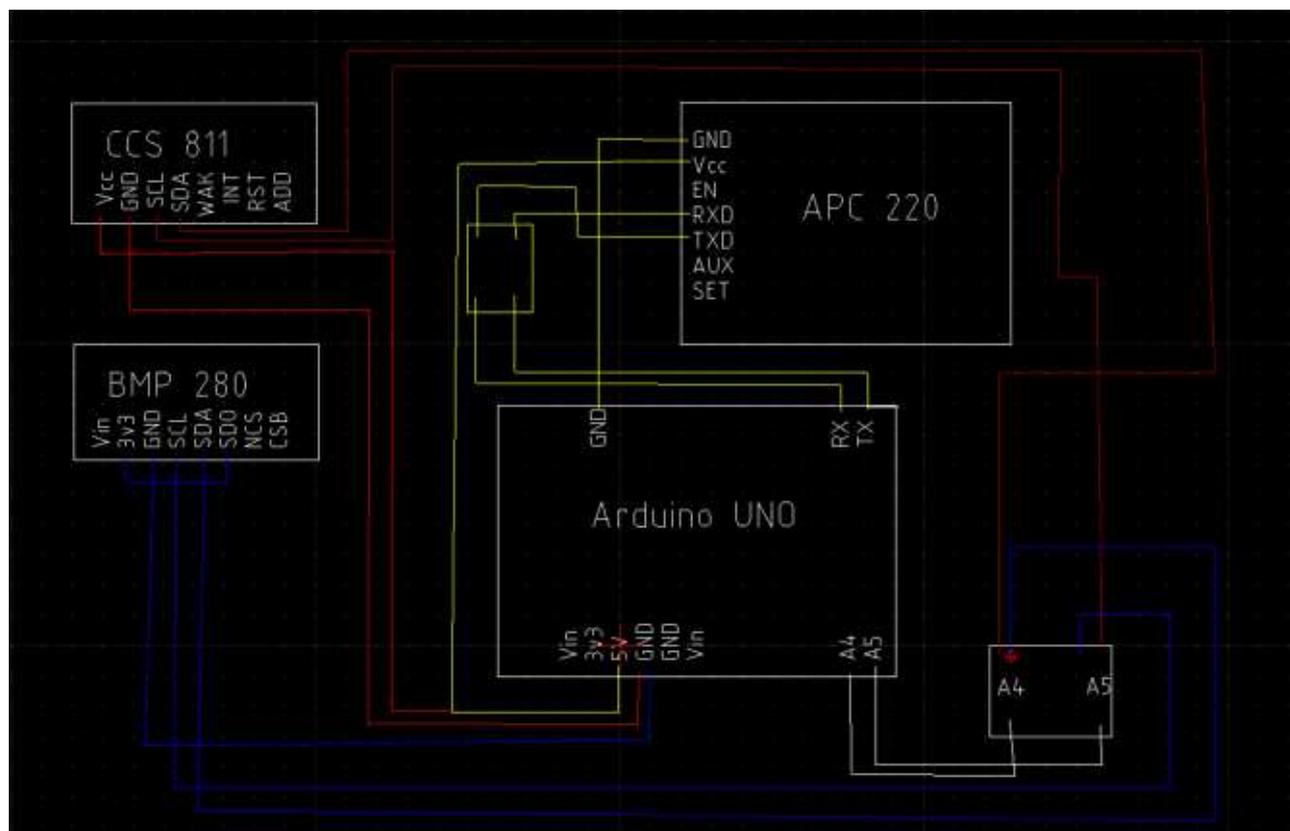
Resultados a obtener de los datos.

- Cálculo de velocidades, aceleraciones y tensión máxima en cuerdas del paracaídas.
- Variación del CO₂ en función de la presión y de la temperatura.

2.2.-Proyecto Científico

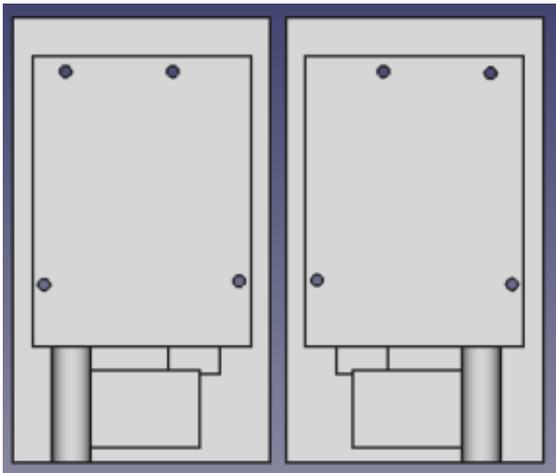
La intención es comprobar que, en un hipotético planeta, disponemos de atracción gravitatoria, densidad del aire, presión atmosférica en superficie y niveles de CO, CO₂ y COVs comparables con nuestro planeta.

El circuito eléctrico se muestra en la siguiente imagen. No se incluye el APC220 y el adaptador TTL-USB que conforman la estación de tierra, ni la antena Yagi.

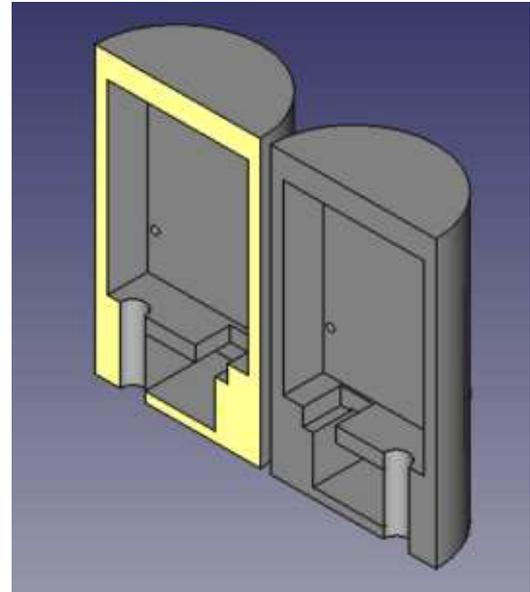


2.3 -Diseño mecánico estructural

Se muestra la primera versión del chasis del CanSat. Se puede ver el hueco para el Arduino Uno y el Shield (probablemente sea menos grueso en la versión definitiva), el hueco para la pila de 9 voltios, los agujeros pasantes para los tornillos que unirán las dos medias latas y fijarán la tarjeta Arduino



Uno y el Shield al cuerpo de la lata. Se han previsto también huecos para la clavija de



alimentación y para el puerto USB.

La versión definitiva incluirá también:

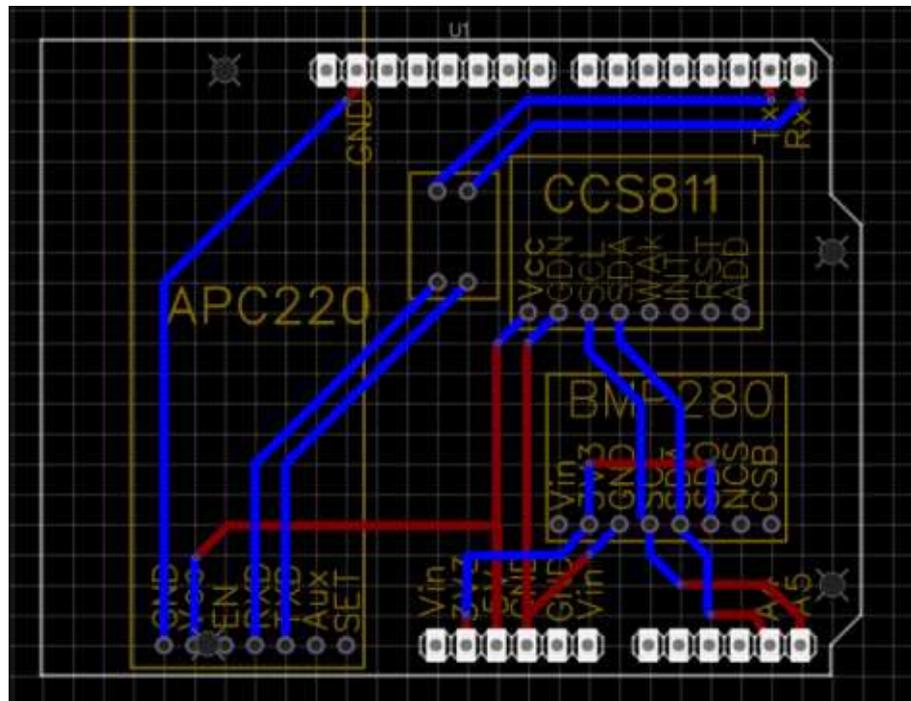
- rejillas para la ventilación interior,
- una ventana alargada para que asome la antena.
- 8 pequeños agujeros en la cara superior para fijar las 8 cuerdas del paracaídas.
- Cambiar la forma cilíndrica del hueco de la clavija de alimentación eléctrica por una forma troncocónica que permita desenchufar y enchufar la clavija sin desmontar el conjunto.
- Una ventanita para abrir y cerrar el doble interruptor de las líneas RX-TX sin desmontar.
- Huecos cilíndricos y hexagonales para los tornillos y tuercas de métrica 3 que unirán el conjunto.
- Huecos para lastre (plomada para caña de pescar). Las últimas medidas de peso se quedan muy por debajo de los 300 gramos exigidos. La lata mostrada tiene relleno de rejilla. Esto es, la versión definitiva será maciza incrementando su peso.



2.4 -Diseño eléctrico.

Ya se ha hablado suficientemente del diseño eléctrico. Con que ahora solo aportaremos un pantallazo del diseño del Shield para imprimir en EasyEda. Se pueden percibir los sensores y emisor de radio, interruptores, etc, serigrafiados sobre la cara superior en amarillo. En rojo podemos ver las pistas de la cara superior. Y en azul las pistas de la cara inferior. En gris, los taladros para soldar los pines de componentes, espaldines, etc, y a menor tamaño los huecos para alojar los pasos entre caras.

También intentaremos imprimir el Shield en el centro mediante los kits de revelado de PCB que la Junta envió hace...30 años!!! Y que están sin utilizar.



2.5- Software

Se incluye el código que está por reformar y simplificar. Ahora mismo está dando problemas en la comunicación I2C. La intención es eliminar todas las comprobaciones y mensajes de error, que enredan el programa. También queremos cambiar muchos Serial.println por otros Serial.print combinados con “;” para poder pegar del monitor serie a una hoja de cálculo CSV.

```
#include <Adafruit_CCS811.h>

#include <Adafruit_BMP280.h>

/*****

This is a library for the BMP280 humidity, temperature & pressure sensor

Designed specifically to work with the Adafruit BMP280 Breakout

----> http://www.adafruit.com/products/2651

These sensors use I2C or SPI to communicate, 2 or 4 pins are required to interface.

Adafruit invests time and resources providing this open source code, please support Adafruit and open-source hardware by purchasing products from Adafruit!

Written by Limor Fried & Kevin Townsend for Adafruit Industries. BSD license, all text above must be included in any redistribution

*****/

#include <Wire.h>

#include <SPI.h>

#include <Adafruit_BMP280.h>

#include "Adafruit_CCS811.h"

#define BMP_SCK (13)

#define BMP_MISO (12)

#define BMP_MOSI (11)

#define BMP_CS (10)

Adafruit_BMP280 bmp; // I2C

//Adafruit_BMP280 bmp(BMP_CS); // hardware SPI

//Adafruit_BMP280 bmp(BMP_CS, BMP_MOSI, BMP_MISO, BMP_SCK);

Adafruit_CCS811 ccs;

void setup() {

  Serial.begin(9600);

  while ( !Serial ) delay(100); // wait for native usb

  Serial.println(F("BMP280 test"));

  unsigned status;

  //status = bmp.begin(BMP280_ADDRESS_ALT, BMP280_CHIPID);
```



```
status = bmp.begin();

if (!status) {

  Serial.println(F("Could not find a valid BMP280 sensor, check wiring or "
    "try a different address!"));

  Serial.print("SensorID was: 0x"); Serial.println(bmp.sensorID(),16);

  Serial.print("    ID of 0xFF probably means a bad address, a BMP 180 or BMP 085\n");

  Serial.print("    ID of 0x56-0x58 represents a BMP 280,\n");

  Serial.print("    ID of 0x60 represents a BME 280.\n");

  Serial.print("    ID of 0x61 represents a BME 680.\n");

  while (1) delay(10);

  Serial.begin(9600);

  Serial.println("CCS811 test");

  // Wait for the sensor to be ready

  while(!ccs.available());

  /* Default settings from datasheet. */

  bmp. setSampling(Adafruit_BMP280::MODE_NORMAL, /* Operating Mode. */

    Adafruit_BMP280::SAMPLING_X2, /* Temp. oversampling */

    Adafruit_BMP280::SAMPLING_X16, /* Pressure oversampling */

    Adafruit_BMP280::FILTER_X16, /* Filtering. */

    Adafruit_BMP280::STANDBY_MS_500); /* Standby time. */

}

void loop() {

  Serial.print(F("Temperatura = "));

  Serial.print(bmp.readTemperature());

  Serial.println(" *C");

}

  Serial.print(F("Pressure = "));

  Serial.print(bmp.readPressure());

  Serial.println(" Pa");

}

  Serial.print(F("Approx altitude = "));

  Serial.print(bmp.readAltitude(1013.25)); /* Adjusted to local forecast! */

  Serial.println(" m");
```

```
Serial.println();  
  
delay(2000);  
  
{  
  if(ccs.available()){  
    if(!ccs.readData()){  
      Serial.print("CO2: ");  
      Serial.print(ccs.getCO2());  
      Serial.print("ppm, TVOC: ");  
      Serial.println(ccs.getTVOC());  
    }  
    else{  
      Serial.println("ERROR!");  
      while(1);  
    }  
  }  
  delay(500);  
}
```

2.6 - Sistema de recuperación

Se hará un paracaídas octagonal que es lo más sencillo, pero con un radio muy inferior al del año pasado. El año pasado el paracaídas era demasiado grande, y el peso apenas cumplía el mínimo establecido. El resultado fue que el aire se lo llevó demasiado lejos y que no se pudo localizar.

Así pues, el radio del paracaídas y de su agujero interior se dimensionarán de acuerdo a los cálculos propuestos en la convocatoria de formación.

$$A = \frac{2 \cdot m \cdot g}{\rho \cdot C_d \cdot v^2}; \frac{2 \cdot 0,3 \cdot 9,81}{1,22 \cdot 0,8 \cdot 8^2}; \frac{5,886}{62,464} = 0,09 \text{ m}^2$$

Se adjuntan los cálculos del área del paracaídas a partir de una velocidad de 8 m/s y una masa de 300 g y del coeficiente de los paracaídas octogonales.

$$A = 2 \times (1 + \sqrt{2}) \times l^2; l = \sqrt{\frac{A}{2 \times (1 + \sqrt{2})}}; l = \sqrt{0 \frac{,09}{2 \times (1 + \sqrt{2})}}; l = 0,136 \text{ m}$$

Una vez obtenida el área se procede a calcular el lado del octógono.

$$\text{Lado sobrante del cuadrado de tela: } \sqrt{\frac{l^2}{2}}; \sqrt{\frac{0,136^2}{2}} = 0,096 \text{ m}$$

A continuación, como se va a recortar el octógono a partir de un cuadrado en el que se inscribe, procedemos a calcular el lado del cuadrado.

$$\text{Lado del cuadrado para hacer cuadrado: } 2 \times 0,096 + 0,136 = 0,328 \text{ m}$$

El diámetro del spin hole será del 20% del diámetro total.

Para la construcción del paracaídas se ha partido de una tela especial Nylon Ripstop. En cada vértice se encuentran anudadas las cuerdas a unos agujeros hecho con la punta de un soldador para derretir los bordes y que no se deshilache la tela. Las cuerdas se han hecho a partir de hilo para cometas.

Para encontrar el CanSat, consideramos la posibilidad de marcar con una guía sobre un trípode la dirección del horizonte donde cayó. Y guiar al grupo que la busca llevando éste un globo atado a un cordel y comunicándose por teléfono móvil con alguien de controla la desviación del grupo de búsqueda desde la guía sobre el trípode

2.7- Estación de tierra.

Basta con el receptor APC 220 combinado con el convertidor TTL-USB y una antena Yagi hecha con varilla roscada de métrica 4, tubo de PVC y agarraderas impresas en 3D.





CANSAT
SPAIN



Planificación

3.1. Planificación del proyecto CanSat

Nombre de la tarea	Duración en días	Inicio	Final	Horas dedicadas
Proyecto cansat	106	18/11/2023	19/04/2024	76
Preparación en tinkercad + vis	30	18/09/2023	18/10/2023	18
Preparación en freecad	28	18/10/2023	15/11/2023	20
Preparación sobre circuitos	22	16/1/2024	7/2/2024	14
Organización de equipos	0	08/03/2024	08/03/2024	0
Visión general del proyecto	2	11/03/2024	12/03/2024	2
Misión secundaria + código	7	13/03/2024	20/03/2024	4
Cálculo del paracaídas/misión	1	21/03/2024	21/03/2024	1
Misión tercera + configuración	4	1/04/2024	5/04/2024	6
Comprobación de radio en la c	1	10/04/2024	10/04/2024	1
Programar el otro sensor	5	12/04/2024	17/04/2024	4
Unión de los códigos	4	15/04/2024	19/04/2024	4
Misión 6	2	8/04/2024	9/04/2024	2

3.2. Estimación de recursos

3.2.1 Presupuesto

Materiales	Precio
Tarjeta Arduino 1	29,04
BMP280	1,6
CCS811	14,71
APC 220	63,97
Pila 9v	4,14
Cable pelado pila 9v	4,3
DPST Commutator DIP	3,43
Shield de arduino	11,99
Nylon Ripstop	4
Hilo de cometa	1,87
Resina 3D	5,6
Total	144,65

En tanto que actividad obligatoria e incluida en la programación de la materia, no se contempla más financiación que aquella de la que dispone el departamento y sin que corra a cargo del alumnado únicamente el alquiler del minibús para el desplazamiento al campo de lanzamiento. Cabe la posibilidad de que se impriman camisetas identificativas del centro.

3.2.2 Apoyo externo

La actividad se difundirá desde el blog del instituto,

<https://iesbi.es/723-san-valentin-en-el-blas>

el blog de ciencias del instituto

<https://paciencialadelblas.blogspot.com/>

y se hará una presentación del proyecto los días 2 y 3 de mayo en el IES Fidiana en el marco del III CONGRESO CIENTÍFICO INTERNACIONAL EUROCIENCIA JOVEN

<https://www.fidiciencia.com/inscripci%C3%B3n-congreso-eurociencia-joven>

3.2. Pruebas realizadas

Se han realizado pruebas de emisión y recepción de radio, que, sin salir de la ciudad, devuelven una distancia de recepción emisión de 400 metros. Con la ayuda de la antena Yagi, y en una distancia directa y sin obstáculos, esperamos mejorarla.

Tenemos también pendiente las pruebas con el paracaídas.

4. Plan de difusión y patrocinio.

La actividad se difundirá desde el blog del instituto,

<https://iesbi.es/723-san-valentin-en-el-blas>

el blog de ciencias del instituto

<https://paciencialadelblas.blogspot.com/>

y se hará una presentación del proyecto los días 2 y 3 de mayo en el IES Fidiana en el marco del III CONGRESO CIENTÍFICO INTERNACIONAL EUROCIENCIA JOVEN

<https://www.fidiciencia.com/inscripci%C3%B3n-congreso-eurociencia-joven>

Aparte, se difundirá el Twitch del día de la competición para que pueda ser seguido por compañeros de clase.

5. Bibliografía/Referencias/Recursos utilizados

En el siguiente enlace está el material de la formación CanSat, los cuáles hemos utilizado para hacer este trabajo.

[https://youtube.com/playlist?](https://youtube.com/playlist?list=PLWFcgMVza2A91OVVN7AwcoGZPvIa6JOpf&feature=shared)

[list=PLWFcgMVza2A91OVVN7AwcoGZPvIa6JOpf&feature=shared](https://youtube.com/playlist?list=PLWFcgMVza2A91OVVN7AwcoGZPvIa6JOpf&feature=shared)

<https://drive.google.com/drive/folders/1vvgURScjAZqpcbWZ2HOAFapRe3uPGwWA?usp=sharing>

En los siguientes enlaces están los tutoriales que nos han ayudado a terminar el trabajo.

<https://www.youtube.com/watch?v=2xAPTJkrap8>

https://naylampmechatronics.com/blog/45_tutorial-mpu6050-acelerometro-y-giroscopio.html

<https://www.luisllamas.es/arduino-orientacion-imu-mpu-6050/>