

Informe de Revisión Crítica del Diseño (CDR)

Leucosat

I.E.S. REGO DE TRABE

Beatriz Mendez Mareque

Índice

- 1. Introducción**
- 2. Organización del Equipo LeucoSat**
- 3. Proyecto CanSat**
 - 3.1. Misión Primaria**
 - 3.2. Misión Secundaria**
 - 3.3. Hardware y software elegidos.**
- 4. Programación.**
- 5. Diseño Mecánico**
 - 5.1 Estructura**
 - 5.2 Paracaídas**
- 6. Diseño eléctrico**
 - 6.1. CanSat. Diseño eléctrico**
 - 6.2. Estación de Tierra**
- 7. Planificación y Presupuesto .**
- 8. Difusión del proyecto y Plan de Financiación.**
- 9. Últimos ajustes y Plan de actuación del lanzamiento.**
- 10. Bibliografía**

1. INTRODUCCIÓN

Este documento contiene información sobre el proyecto Cansat realizado por el grupo de estudiantes LeucoSat. En él se describe el trabajo realizado por el equipo que va desde el diseño exterior de la lata hasta la realización de programas.

2. ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO LEUCOSAT



Fig1. Equipo LeucoSAT

El equipo LeucoSat está formado por seis estudiantes de 4º de la ESO del Instituto Público IES Rego de Trabe en Culleredo, A Coruña.

Todos cursan la materia de Tecnología y tienen en común que les gusta la ciencia y los nuevos retos.

- **Asignación de tareas:**

Xoel ha comenzado por el estudio del envase. Está diseñando un envase con forma de lata para luego poder probar qué nos convendría más, si una lata prefabricada o una impresa en 3D. Es el experto del grupo en diseño e impresión 3D.

Samuel, Luis Alberto y Fran están centrados en aprender mucha programación de Arduino para poder realizar con éxito las misiones. Les apasiona la programación.

Jorge y Hugo, están diseñando, cortando y probando paracaídas con distintas formas y enganches. Son los únicos del equipo que saben coser. Además de conseguir sponsors.

Fran se encarga de escribir los informes y la difusión.

Aunque las tareas están repartidas a todos les gusta cambiar de vez en cuando y probar las distintas actividades. Así ha sido durante estas semanas, cada uno de los componentes tiene una especialización, pero todos han colaborado en todas las tareas. El diagrama de Gantt presentado inicialmente ha sufrido modificaciones. En general se han dilatado los tiempos en casi todas las tareas planificadas.

PROYECTO	INICIO	FIN	PROGRESO GENERAL				
CANSAT.LEUCOSAT.Galicia	20-ene	06-mar	20%				
	20- ene	27-ene	3-feb	10-feb	17-feb	24-feb	2-mar
TAREAS	semana1	semana2	semana3	semana4	semana5	semana6	semana7
Definir Tareas							
Definir Misiones							
Determinar <u>hardware</u>							
Diseño paracaídas							
Pruebas paracaídas							
Construcción definitiva paracaídas							
Determinar <u>hardware</u>							
Estudio entorno de programación							
Montaje <u>hardware</u>							
Pruebas de <u>software</u>							
Diseño Lata 3D							
Impresión 3D							
Montaje con paracaídas							
Montaje con <u>hardware</u>							
Pruebas finales							
Presentación							

Fig.2 Diagrama de Gantt

3. PROYECTO CANSAT

Un CanSat es una simulación de un satélite real integrado dentro del volumen y la forma de una lata de refrescos. El CanSat se lanza a una altitud aproximada de un kilómetro y es ahí donde comienzan las misiones realizadas por el equipo de LeucoSat y que son detalladas a continuación.

3.1. Misión Primaria:

Tras la liberación y durante el descenso, el CanSat deberá medir los siguientes parámetros:

- Temperatura del aire

- Presión atmosférica

y transmitir los datos por telemetría a la estación terrena al menos una vez por segundo.

3.2. Misión Secundaria:

La misión secundaria del CanSat es decisión del equipo.

El equipo inicialmente planteó varias opciones

a) "La Música de la Atmósfera" . Este proyecto consta de dos fases. La primera consiste en recabar y enviar junto con los datos de la misión primaria los valores de humedad y la altura calculada en función de la presión medida. En la segunda fase se aplica un proceso de sonificación a todos los datos obtenidos, de modo que podamos "escuchar" los cambios en los parámetros atmosféricos y, a lo mejor, obtener una pieza con interés musical.

b) Medir la cantidad de CO₂ en la atmósfera y comparar las medidas tomadas con datos más antiguos.

c) Incorporar una cámara tipo AstroPI.

Finalmente el equipo optó por realizar la misión secundaria "La música de la Atmósfera". El resultado de esta misión será la obtención de una pieza sonora polifónica en la que distintos instrumentos interpretan melodías que evolucionan con la variación de los valores de temperatura, presión, humedad y altura obtenidos durante el descenso del satélite.

Una de las motivaciones para escoger esta misión secundaria es que personas invidentes o con dificultades de visión puedan acceder a los datos obtenidos durante la misión principal. No en vano en los últimos años la sonificación de datos se ha convertido en una herramienta clave para favorecer la accesibilidad a científicos con discapacidad visual.

3.3. Hardware y Software elegido

Para llevar a cabo las misiones planteadas se han seleccionado los siguientes componentes:

- Dos placas Adafruit Feather M0 RFM69 Packet Radio - 433MHz

Una de ellas para que actúe de emisor y otra para que actúe de receptor.

La placa, Adafruit Feather M0 RFM69 (433 MHz), es un microcontrolador con un módulo de radio de 433 MHz incorporado. Está equipado con un procesador ATSAM21G18 ARM Cortex M0, sincronizado a 48 MHz y a 3.3V. Este chip tiene 256K de FLASH y 32K de RAM y viene con USB incorporado.

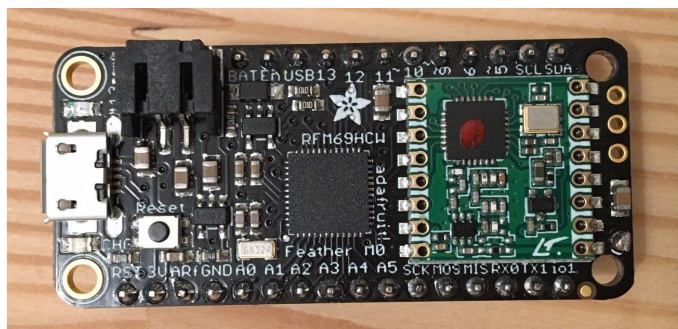


Fig.3 Microcontrolador Adafruit Feather M0 RFM69

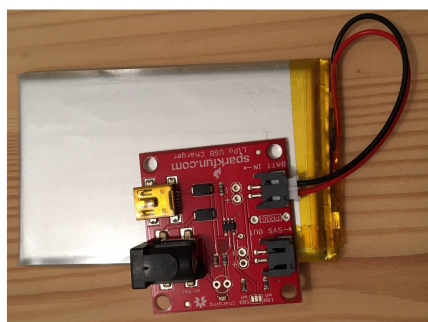


Fig.4 Batería recargable y cargador utilizados

Esta placa no necesita una batería y funcionará bien directamente desde el conector micro USB. Sin embargo, para los proyectos portátiles dispone de un conector para batería recargable de 3.7v. lo que la hace ideal para el CanSat.

Una parte fundamental en todo dispositivo informático es el microprocesador. En este caso se precisa una placa con capacidad y rapidez para poder leer los datos que arrojan los sensores para posteriormente enviarlos a la estación tierra donde serán procesados, almacenados y reutilizados para realizar la misión secundaria.

La elección de esta placa en concreto se debe a varias causas:

- Tiene un buen microprocesador con un buen módulo de radio.
 - Tamaño adecuado al proyecto.
 - El precio entra dentro de lo admitido .
 - Utiliza el lenguaje de Arduino para su programación. IDE.
 - Compatible con múltiples sensores.
 - Dispone de 10 entradas analógicas.
- Sensor de temperatura, humedad y presión: BME280. Adafruit.



Fig. 5 Sensor BME 280

Se trata de un sensor ambiental con medidas de temperatura, presión barométrica y humedad. Es una buena solución para la detección de bajo costo para medir humedad con una precisión de $\pm 3\%$, presión barométrica con precisión absoluta de ± 1 hPa y temperatura con precisión de ± 1.0 ° C. Además se usa con un microcontrolador lógico de 3V o 5V. Todo esto lo convierte en el sensor perfecto para la placa anteriormente mencionada y el proyecto de LeucoSat.

- Dos antenas de emisión y recepción de 3dB y 5dB respectivamente.

Inicialmente se han utilizado para las pruebas iniciales dos cables de 16,5 cm a modo de antena. Hace dos semanas, el equipo ha decidido cambiarlas por dos antenas comerciales con mayor ganancia.

- Para el transmisor una antena de 3dBi de ganancia (Frecuencia de Trabajo 433MhZ).
- Para el Emisor una antena de 5dBi de ganancia (Frecuencia de Trabajo 433MHz).

Se valoró hacer una antena direccional para esta frecuencia pero la desechamos por falta de tiempo.

El Software sirve para poder unir y dar sentido al Hardware expuesto.

Se han programado las placas con el IDE de Arduino. Lenguaje que el equipo LeucoSat manejaba un poco antes de ponerse a trabajar.

Se han realizado los programas de emisión y recepción de datos en este entorno de Arduino adaptado a las placas de Adafruit .

Las misiones de CanSat son misiones que se realizan como sistemas automáticos y de control. Para aportar más claridad al desarrollo de la misión se plantea el siguiente diagrama de bloques:

En él se describe como el sensor toma los datos de la atmósfera y los traduce en impulsos eléctricos que llegan al microprocesador AdaFruit Feather M0, y los envía a través del módulo de Radio Frecuencia Emisor al módulo de RF Receptor. De ahí llegan al microprocesador que se encuentra en tierra y que arroja a través del monitor serie los datos solicitados.



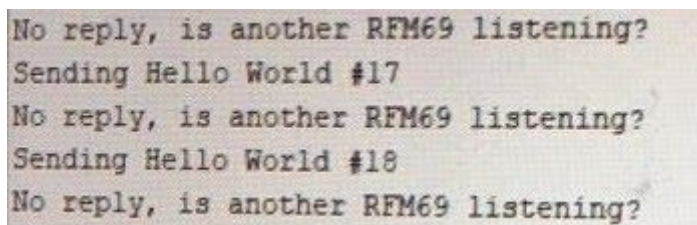
Fig. 6. Diagrama de bloques

4. PROGRAMACIÓN.

Tal y como se ha mencionado anteriormente la misión primaria está íntegramente programada en IDE de Arduino. Se ha escogido este lenguaje de programación por su uso extendido en gran variedad de placas, por que hay muchos recursos, de fácil acceso, de consulta en internet, y que permite una programación fiable en los retos planteados.

Se tomaron como base los programas ejemplo de la página de Adafriut para emitir y recibir datos. Inicialmente los programas TX/RX enviaban frases genéricas, de prueba.

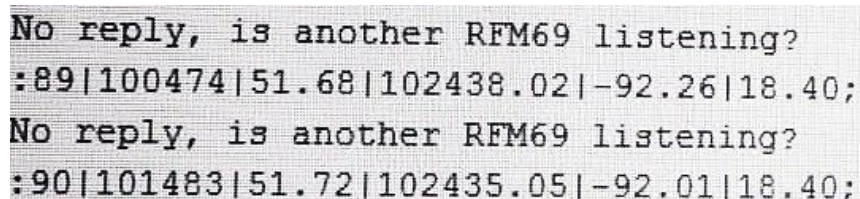
El primer éxito, fue conseguir que se enviara un mensaje



```
No reply, is another RFM69 listening?
Sending Hello World #17
No reply, is another RFM69 listening?
Sending Hello World #18
No reply, is another RFM69 listening?
```

Fig. 7. Pruebas con el módulo emisor

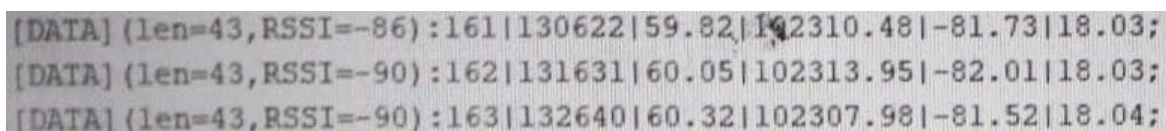
El segundo paso que se enviaran los datos del sensor.



```
No reply, is another RFM69 listening?
:89|100474|51.68|102438.02|-92.26|18.40;
No reply, is another RFM69 listening?
:90|101483|51.72|102435.05|-92.01|18.40;
```

Fig. 8 Pruebas de captura de datos del sensor BME 280

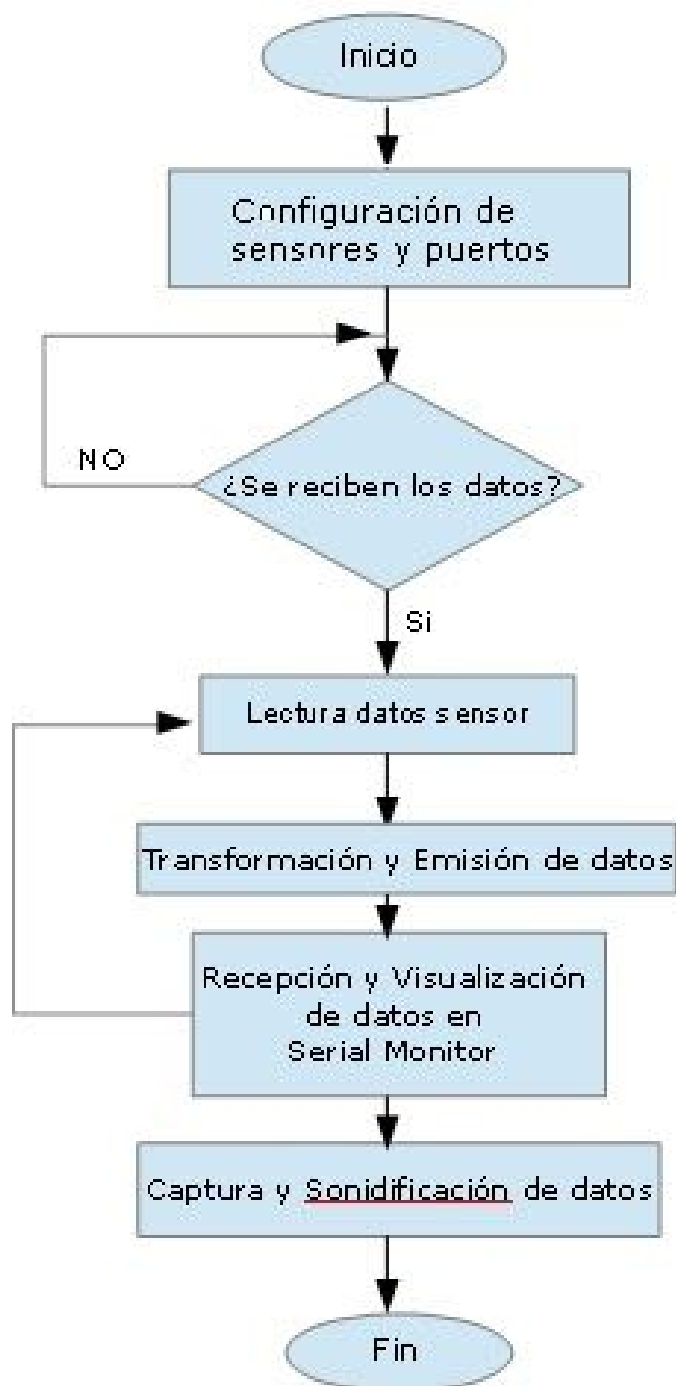
Y por último, se recibieron estos datos:



```
[DATA] (len=43,RSSI=-86):161|130622|59.82|102310.48|-81.73|18.03;
[DATA] (len=43,RSSI=-90):162|131631|60.05|102313.95|-82.01|18.03;
[DATA] (len=43,RSSI=-90):163|132640|60.32|102307.98|-81.52|18.04;
```

Fig. 9. El módulo receptor recibe los datos capturados por el sensor BME 280

Para el desarrollo del en el proyecto se utilizó el siguiente diagrama de flujo:



En el diagrama de flujo están representadas las dos misiones. Como en casi todos los programas se tienen que definir los parámetros necesarios para los

sensores, los puertos y las variables. Una vez que todo está correctamente configurado los datos tomados por el sensor comienzan a llegar al módulo receptor vía radiofrecuencia y se muestran en el monitor serie.

Y aquí empieza la misión secundaria.

Para poder realizar la misión es necesario rescatar y procesar los datos que van apareciendo en el monitor serie. Inicialmente se planteó programar en arduino aumentando el código de nuestro programa, pero esta solución daba muchos problemas, por lo que tras una búsqueda por diversos foros se optó por el programa CoolTerm, de fácil manejo y sencillo de entender. Este programa permite leer los datos que se dirigen al puerto serie y exportarlos como un fichero txt para, posteriormente, incorporarlos a una hoja de cálculo.

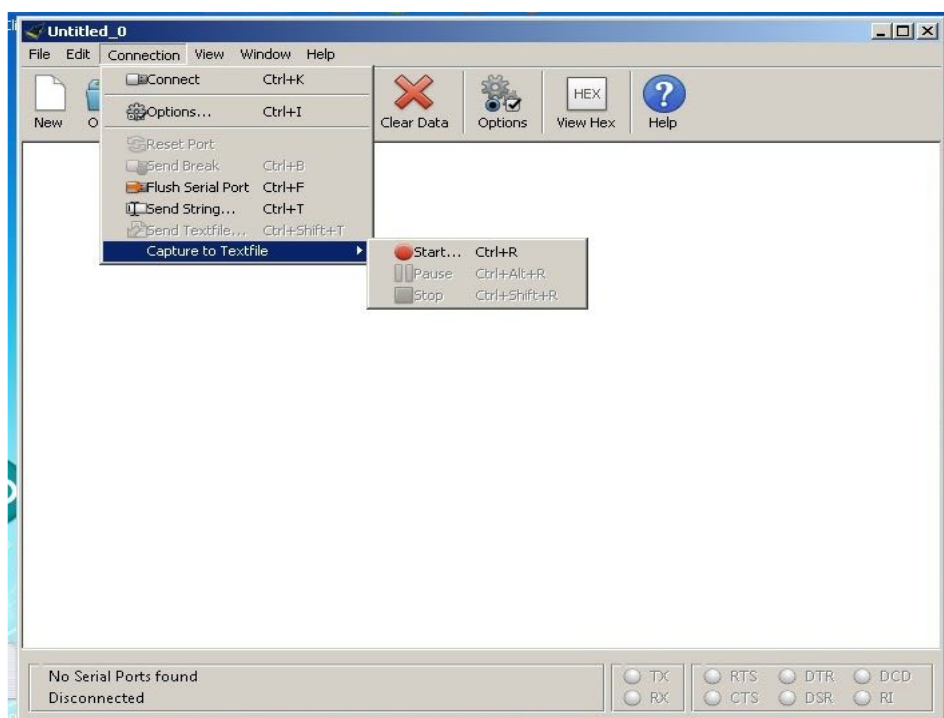


Fig. 10: Captura de la pantalla de inicio del programa Coolterm

Como se puede observar existe una opción "Capture to Textfile" que permite dirigir directamente los datos que aparecen en el monitor serie a un archivo de texto.

Una vez tenemos los datos de las variables atmosféricas y la altura tomados por el CanSat en su descenso los introducimos en el programa "**Sonification Sandbox**", que convierte los datos numéricos dispuestos en el eje Y en notas musicales, mientras que en el eje X se representan los valores de tiempo.

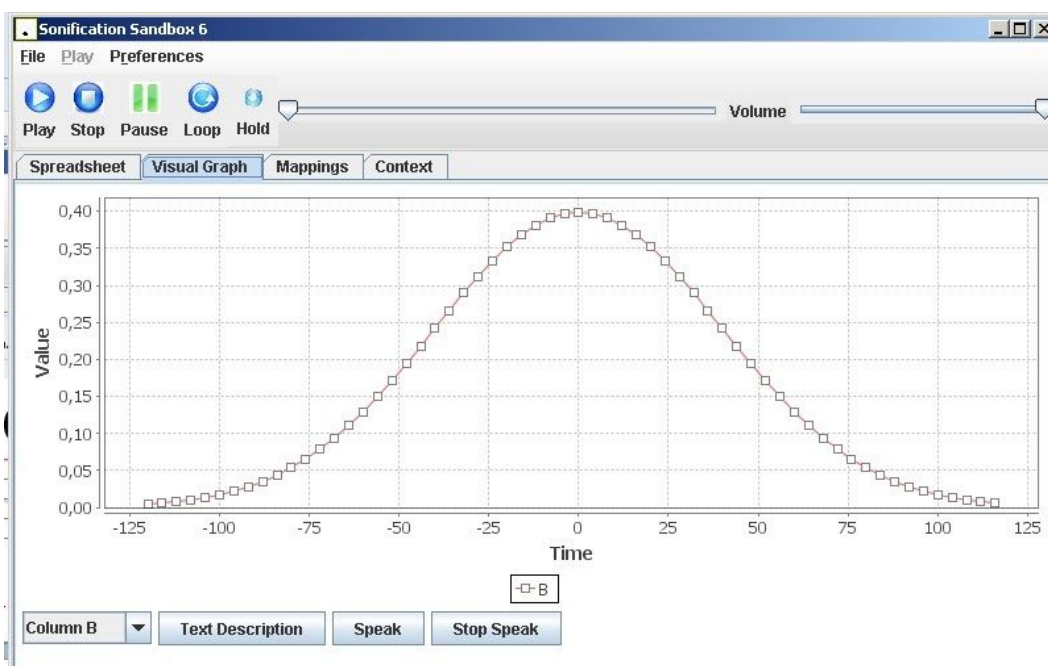
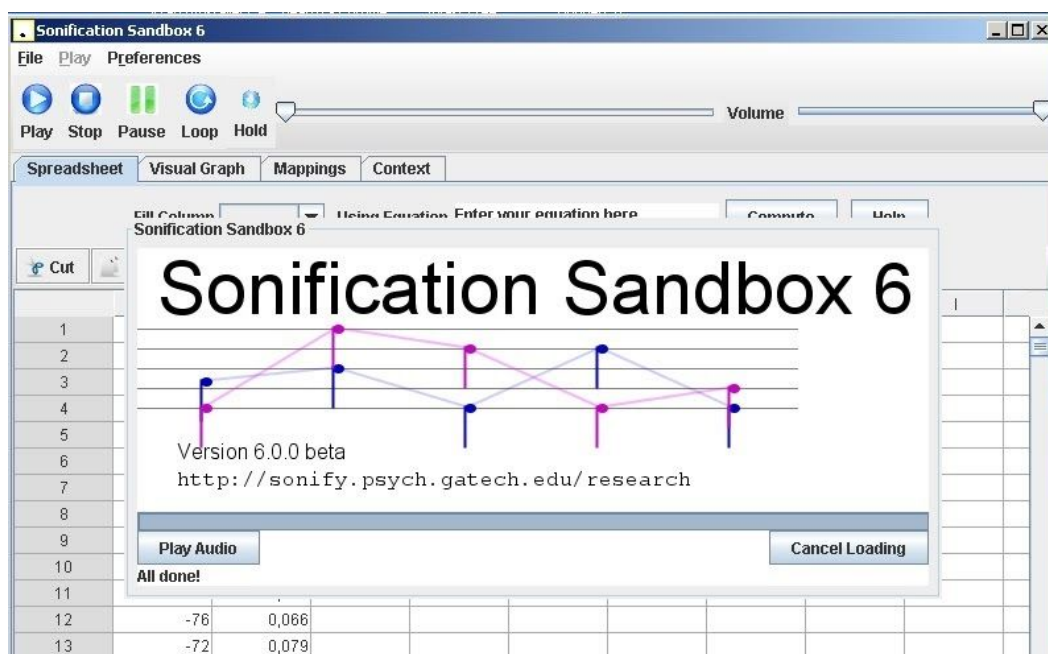


Fig. 11 y 12. Pantallas de inicio y datos del programa Sonification Sandbox

5. DISEÑO MECÁNICO

El CanSat es un satélite que tiene el tamaño de una lata de refrescos. Mide 65 mm de diámetro x 115 mm de , y tiene que albergar un microprocesador, sensores, un módulo emisor de radio y una antena.

5.1 Estructura:

El diseño de la estructura debe de cumplir las especificaciones dadas por la organización y albergar los dispositivos nombrados. En el desarrollo del proyecto LeucoSat se han planteado dos estrategias distintas:

- Diseño 3D. El diseño inicial es una "lata" diseñada e impresa en 3D, reforzada con tres varillas roscadas de aluminio.

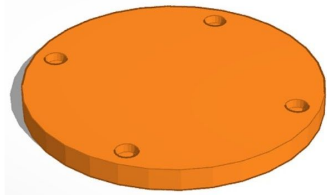
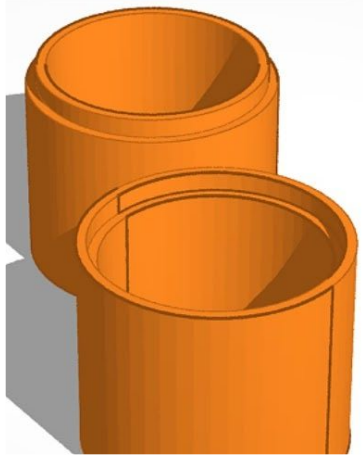
	Base superior. - 4 orificios para las varillas - 3 orificios para sujetar el paracaídas
	Base inferior. - 4 orificios para las varillas
	Recipiente para albergar los componentes del CanSat. Se puede usar una parte sola o las dos.

Fig. 13. Detalles del diseño 3D

- Diseño de madera y varillas. La solución que se está adoptando para las pruebas consiste en tres discos de 60 mm de diámetro unidos con varillas de acero roscado de 5 mm de diámetro. La estructura está armada con tuercas y arandelas para darle una mayor seguridad. Además, en este modelo se ajusta el peso variando el número de tuercas enroscadas en las varillas. Es muy versátil y rápido de construir, ha sido el primer diseño y es posible, si no se solucionan los problemas de la impresora 3D, que sea la solución a utilizar. El diseño cuenta con un orificio central para poder colocar la antena. Este es un punto importante a tener en cuenta, ya que el metal de la lata puede apantallar la señal de emisión de la antena.



Fig. 14. Detalles del diseño de madera y varillas

5.2. Paracaídas:

Este elemento es crucial en el diseño, ya que se trata del único sistema de ayuda al aterrizaje que lleva el CanSat. Se han escogido y construido distintos diseños del paracaídas. En primer lugar, para situar el problema y analizar las opciones, se realizaron patrones con bolsas de plástico grandes de basura. Después de dibujar y cortar los patrones se realizaron los diseños en tela.

- A) Diseño Parapente. Quedó francamente bien, pero al ser diseñado y confeccionado con 40cm de longitud , no es suficiente para desplegarse.



Figura 15. Paracaídas tipo parapente

- B) Diseño Circular utilizando un paraguas. Cuenta con un diámetro exterior de 70 cm y Diámetro interior de 20 cm. La novedad que presenta este diseño son los enganches a la lata. Se utilizaron llaveros de goma extensibles con mosquetón y arandela para la sujeción.



Figura 16. Paracaídas tipo parapente

- C) Paracaídas de un globo meteorológico. En este momento estamos haciendo las primeras pruebas con un paracaídas procedente de un globo meteorológico, pero se trata de una solución todavía en fase de estudio.

6. DISEÑO ELÉCTRICO

En diseño eléctrico del CanSat se pueden diferenciar dos partes:

- a) CanSat
- b) Estación de Tierra

6.1. CanSat. Diseño eléctrico.

En la fase de prototipado el sistema eléctrico del CanSat se montó sobre una protobard, mientras que el microprocesador se alimenta mediante las conexiones USB del ordenador.

En el modelo definitivo que se utilizará el día del lanzamiento, estos elementos se soldarán a una placa de PCB para evitar que se desconecten los cables. El microprocesador está montado sobre zócalos macho/hembra para permitir su reutilización en otros proyectos.

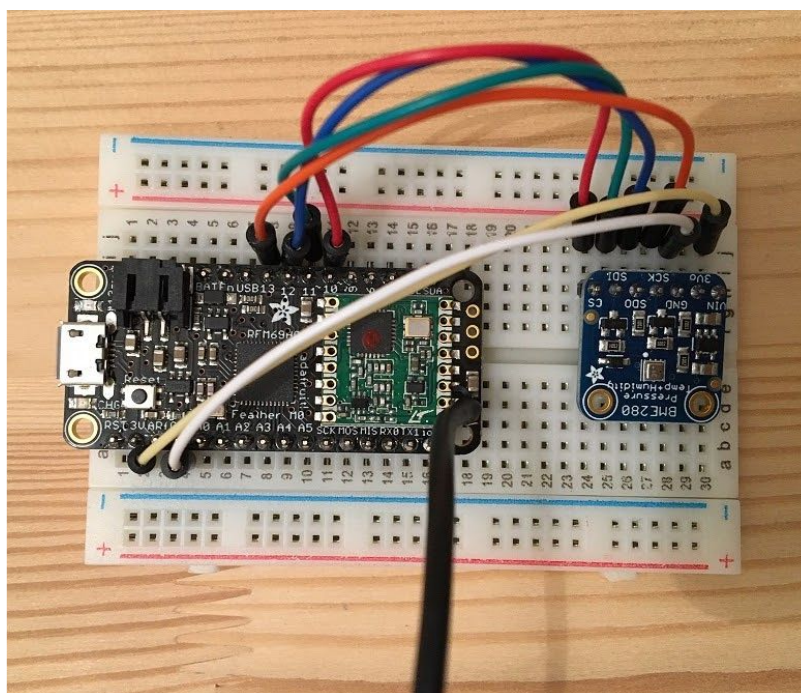


Fig. 17. Prototipo del sistema eléctrico del CanSat

El diagrama de las conexiones tal y como indican la página de Adafruit son:

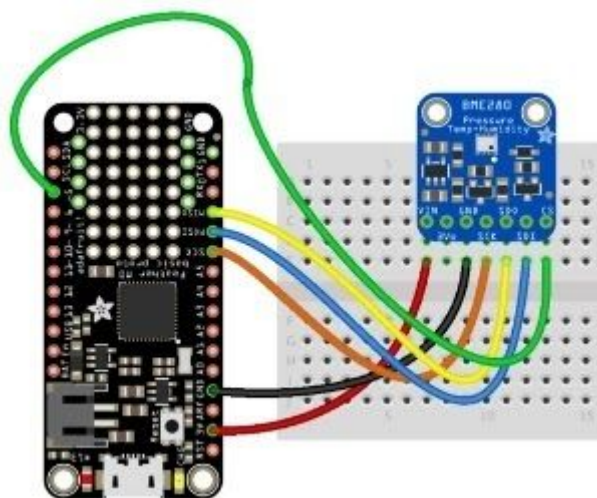


Fig. 18. Esquema de conexiones

Este sistema va alimentado con una pila o batería de Litio de 3000 mAh. Se escogió para garantizar el tiempo de encendido del sistema. Esta batería ha creado un inconveniente debido a su gran tamaño pero se ha conseguido que quepa en el diseño de madera y acero. La batería de litio funciona a 3,7 voltios.

El sistema tiene que llevar un interruptor general de alimentación que irá conectado a uno de los cables de la batería.

El emisor lleva una antena para emitir a mayor rango. Inicialmente se soldó un cable de 16,5 cm adecuado a la frecuencia de emisión de 433MHz. Pero después de las pruebas iniciales se decidió comprar una antena con una ganancia de 3 dBi. Para instalar correctamente la antena hay que soldar en la placa del microprocesador un adaptador para antena uFL-SMIT.

6.2. Estación de Tierra.

En el proyecto de LeucoSat la estación de Tierra es muy sencilla. La placa receptora de la señal, Adafruit Feather M0 RFM69HCW 433 Mhz, sobre una protoboard y conectada al PC a través de un cable USB. Además se le ha conectado una antena de pie magnético de 5 dB para poder captar la señal con más claridad. El sistema receptor se alimenta a través del PC.



Fig. 19. Antena de la estación receptora

7. PLANIFICACIÓN Y PRESUPUESTO

PLANIFICACIÓN

- Horas de Trabajo: Para ello utilizamos las horas de clase de Tecnología y parte de las horas de la materia de TIC, tecnologías de la Información y Comunicación. Algunos recreos y comidas del lunes.
- Voluntarios o colaboradores: Desde aquí queremos agradecer la ayuda que ofrece toda la clase de 4ºA que participa en el desdoble de Tecnología, pero en especial se lo queremos agradecer a Romina, que nos está administrando todo el apartado publicitario.

PRESUPUESTO

La siguiente tabla muestra el presupuesto final del proyecto LeucoSat. La desviación más relevante respecto del presupuesto inicial es la incorporación de una pareja de antenas (3 dB para el satélite y 5 dB para la estación de recepción), así como de los elementos necesarios para conectarlas a las placas. Se trata de una desviación del orden del 15% respecto al presupuesto inicial, pero creemos que permitirá garantizar la recepción de los datos.

Cantidad	Elemento	Precio unit.	IVA	Precio
1	Sensor Adafruit BME 280 (t, h y p)	19,95	21%	24,14
2	Adafruit Feather M0 RFM69HCW 433 Mhz	25,90	21%	62,68
1	Cargador batería LiPo USB y DC	14,50	21%	17,55
1	Batería LiPo 3000 mAh/3.7v	7,40	21%	8,95
6	Adaptador para antena uFL-SMIT	4,05	21%	4,90
1	Antena 3 dB 433 Mhz	4,95	21%	6,00
1	Antena 5 dB 433 Mhz	8,63	21%	10,44
1 metro	Tela paracaídas	3,71	21%	4,50
2 metros	Cintas elásticas	7,50	21%	18,16
1 kg	Tuercas y tornillos para pruebas	2,00	21%	2,42
				159,74

Fig. 20. Presupuesto del proyecto LeucoSat

8. DIFUSIÓN DEL PROYECTO Y PLAN DE FINANCIACIÓN

- Resumen de la campaña de difusión: El grupo tiene cuenta en Instagram, Twitter y Facebook y está en desarrollo una página web que será sea publicitada en la página web del Instituto. o Plan de Financiación: - Cesión por parte de la Consellería de Cultura e Turismo de los componentes electrónicos del Cansat.
- Se ha ido por las clases del instituto contando el proyecto.

- Se ha conseguido que la cadena de Supermercados Gadis sean nuestros patrocinadores de imagen. Ya hemos conseguido camisetas para todo el equipo, colaboradores del proyecto Cansat y componentes del Club de Ciencia del instituto.
 - Concursos, a través de las redes sociales sobre el conocimiento del espacio. Los ganadores obtendrán una camiseta de nuestro equipo.
- Blog: <https://leucosat2020.blogspot.com/>

9. ULTIMOS AJUSTES Y PLAN DE ACTUACIÓN DEL LANZAMIENTO

Durante esta semana se están haciendo continuas pruebas para calibrar los sensores. Para ello se utiliza el material del laboratorio de Física y Química.

Además está ayudando la profesora de música para buscar armonías entre los datos-notas.

- DIA DEL LANZAMIENTO

Al llegar a las Rozas, se comprobará el correcto funcionamiento de todos los elementos.

Se presenta la exposición

Se lanza el LeucoSat y se irán registrando los datos para la misión primaria y secundaria,

Elaboración de gráficas y música atmosférica.

10. BIBLIOGRAFÍA

Placas

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

Sensor:

<https://www.adafruit.com/product/2652>

Arduino

<https://www.arduino.cc/>

Asesoramiento especial:

Tino Fernández, profesor de Electrónica de Cifp y autor de la pagina web de electrónica y robótica : <http://www.futureworkss.com/>