

INTRODUCCION

Nombre del equipo: Equipo Villada para la Investigación Espacial (EVIE)

Código de identificación (ID): 18719816

Colegio / Institución: Instituto Técnico Salesiano Villada

Provincia y localidad: Córdoba, Ciudad de Córdoba

Alumnos/as del equipo:

1. Smidt, Maximiliano – maxismidt1@gmail.com
2. Vélez Villalba, Valentino – valentinoortega50@gmail.com
3. Oliva Marchetto, Facundo – facundoolivam@gmail.com
4. Marchisone, Mateo – mateo.marchisone@gmail.com

Docente del equipo:

Michalik, Luciano – l.michalik@itsv.edu.ar

Teléfono de contacto: 351 313-2507

NOMBRE DE LA MISIÓN: SDCAN (Smog Detector CAN)

Parche:



Organización del equipo: Roles

Luciano Michalik - Profesor asesor

Maximiliano Smidt – Diseñador de la estructura

Valentino Velez – Diseñador de Hardware y Firmware, Líder

Facundo Oliva – Diseñador de Software

Mateo Marchisone – Diseñador de Software y Difusion

OBJETIVOS DE LA MISIÓN....

Misión primaria

La misión primaria consiste en el sensado de presión y temperatura y la transmisión de esos datos a la estación terrena al menos una vez por segundo

Para el cálculo de altura del CANSAT, se medirán la presión y temperatura antes del despegue y de esa manera conseguir los datos iniciales necesarios para el cálculo. Este dato lo utilizaremos posteriormente para la misión secundaria

Misión secundaria

Para la misión secundaria, se realizó un estudio de los niveles de contaminación en base a los siguientes puntos.

Topografía de Córdoba

En los días de invierno, se produce en la ciudad de Córdoba el fenómeno llamado inversión térmica. Tiene origen en el enfriamiento nocturno del suelo que hace descender la temperatura del aire próximo, que, por ser más pesado, queda estacionado abajo, hasta que, por irradiación solar, se calienta y asciende. Lo que produce la acumulación de contaminantes a pocos metros del suelo y permite que se combinen con la neblina generando así lo que se denomina “nube de smog”

Particularmente dada a la topografía de la ciudad dicho smog es altamente nocivo, ya que la ciudad está en un valle que corre de oeste a este, lo que limita el ‘barrido’ de los vientos norte y sur. Córdoba se ubica en una depresión, por lo cual la circulación y remoción del aire es mucho más lenta.

Valores de óxidos de nitrógeno en la Provincia de Córdoba

Después de la provincia de Buenos Aires, Córdoba, es la segunda provincia con el mayor número de vehículos en el país (1,49 millones de vehículos)

Industrialmente, Córdoba concentra el 30% de la producción automotriz nacional. En la provincia están instaladas plantas terminales de importantes automotrices mundiales: FCA, Renault, Volkswagen, IVECO y Nissan. Cuenta con una muy desarrollada red de medianas y pequeñas industrias metalmeccánicas.

Otro polo industrial es el sector de fabricantes de bienes de capital agrícola, en especial maquinarias y agro componentes.

Además, posee 45 Parques Industriales habilitados, de los cuales, la mayoría están ubicados en la zona sudeste de la región.

Estos factores generan altos niveles de óxidos de nitrógeno, los cuales son unos de los químicos presentes en el smog. Se originan como consecuencia de las combustiones de quemadores, a partir del tráfico y de procesos industriales.

Valores de compuestos orgánicos volátiles en la Provincia de Córdoba.

En temas de agronomía, las principales producciones de Córdoba son las de trigo, maíz, sorgo, soja, girasol y maní.

En actividad ganadera, es la segunda provincia a nivel nacional después de la provincia de Buenos Aires. Su principal producción es el ganado bovino, seguido del porcino, caprino y ovino.

Estos factores generan altos niveles de compuestos orgánicos volátiles (COVs), los cuales son unos de los químicos presentes en el smog. Tienen un origen tanto natural (por el ganado y la agricultura) como antropogénico (debido a la evaporación de disolventes orgánicos, a la quema de combustibles, al transporte, etc.). Si bien hay millones de compuestos que pueden considerarse como COV; los más abundantes son: metano, tolueno, n-butano, i-pentano, etano, benceno, n-pentano, propano y etileno.

Material particulado 2,5 PM

El material particulado de 2,5 micrones (PM_{2,5}) es tan pequeño que puede inhalarse al respirar y se puede alojar directamente en los pulmones con la posibilidad de que llegue al torrente sanguíneo. Procede de distintas fuentes, en especial por la combustión de combustibles fósiles (tráfico, calefacción, generación de energía), minería, actividades de construcción y demolición o incendios, los cuales pueden generar este tipo de contaminación porque producen partículas livianas que pueden llegar a las ciudades por el viento.

Valores del dióxido de carbono en la Provincia de Córdoba.

Además de medir los valores previamente escritos, vamos a medir los niveles de dióxido de carbono (CO₂). Las emisiones excesivas de este gas son una de las principales causas del calentamiento global. Un problema causado por la actividad humana, proveniente del consumo energético de los edificios, el transporte y por residuos y cloacas.

Según un dato de la municipalidad del año 2017, la ciudad de Córdoba emite 5,1 millones de toneladas de dióxido de carbono (CO₂) al año.

Daños a la salud y al medioambiente

Algunos de los daños que producen estos contaminantes son:

1. Inflamación de las vías respiratorias
2. Tos, dificultad para respirar y opresión en el pecho.
3. Favorece la aparición de enfermedades cardíacas y las agrava.
4. La presencia del smog fotoquímico impide que haya formación de nubes con precipitaciones.
5. Esta capa de contaminación hace que se incrementen las temperaturas por la acumulación excesiva de gases de efecto invernadero

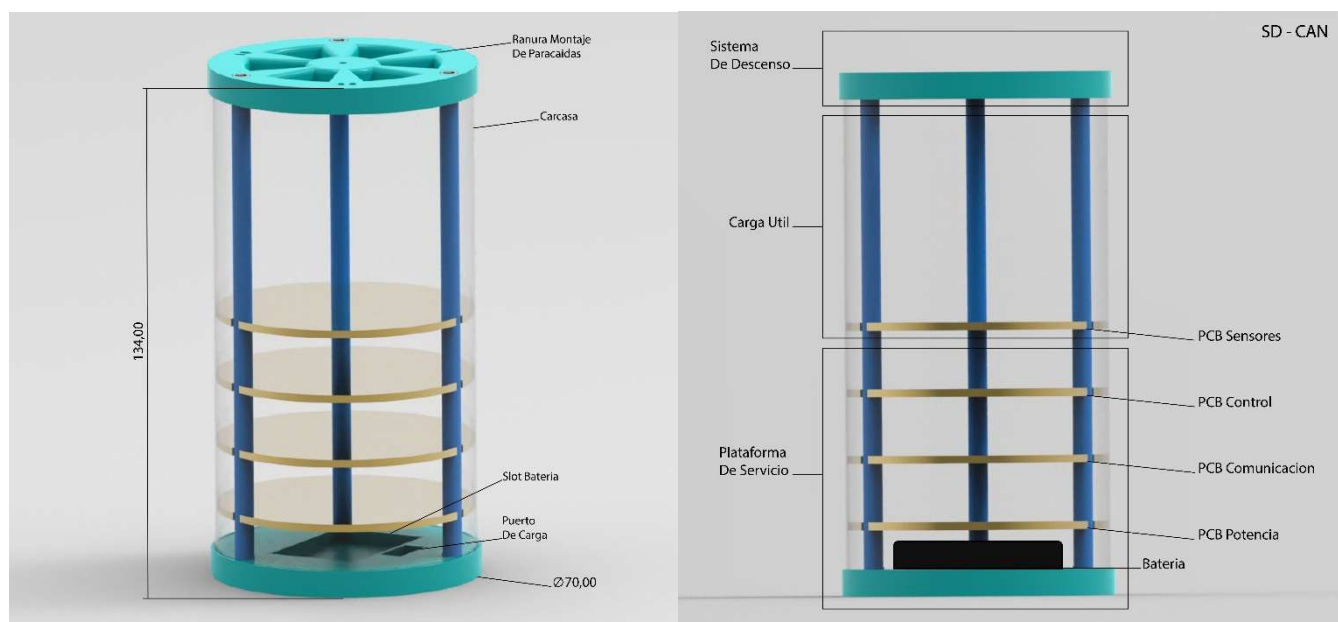
La misión secundaria consiste en medir los valores de contaminación ambiental de la Provincia de Córdoba. Se medirán la calidad de aire en el lugar, los valores de óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles (COVs), Ozono (O₃) y Dióxido de carbono (CO₂).

Si bien la municipalidad de Córdoba tiene instaladas estaciones para medir la calidad del aire en la ciudad, y publica los reportes anuales en una página web. Nosotros, con la misión SD-CAN proponemos una opción económica y reutilizable que le permita a la municipalidad no solo medir la contaminación ambiental en distintos puntos de la ciudad, sino que también, medirlos en distintas zonas de la provincia, alejadas de la ciudad, como puede ser parques industriales, zonas agrícolas y otros puntos en los cuales se generen mayor cantidad de compuestos químicos contaminantes para el ambiente.

Para el análisis de los datos consideraremos los estándares establecidos por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (USEPA). Esta normativa se encuentra en permanente revisión y utiliza valores más estrictos que los enunciados por la Ley Nacional (20.284), que data del año 1973 y nunca fue actualizada.

DISEÑO PRELIMINAR

Layout físico



Como funciona: Operaciones

El comportamiento esperado del CANSAT será el siguiente:

1. Desde que el CANSAT es cargado en el Cohete, y hasta que inicie el lanzamiento, se mantendrá en reposo para ahorrar energía.
2. Apenas entre en vuelo, el CANSAT comenzará a registrar toda la información
3. Al momento de la eyección, el CANSAT comenzara la transmisión de datos, mientras paralelamente, sigue almacenando más información..
4. Una vez el CANSAT comienza a descender en caída libre, se abrirá el paracaídas y tendrá un aterrizaje controlado.

SUBSISTEMAS

Microprocesador (computadora)

Utilizaremos el ESP32-LoRa provisto por la CONAE para almacenar y transmitir los datos y realizar las lecturas de las distintas variables a medir para luego procesar esta información y generar los reportes necesarios.

Comunicaciones

Se utilizará el módulo LoRa contenido por el micro ESP32 provisto por la CONAE. Se transferirá toda la información por este protocolo ya que es de largo rango y consume muy poca energía.

Sensores

- Sensor de niveles de ozono MQ131: Este sensor permite medir O₃ (Ozono), NO_x (óxido de nitrógeno). En nuestro caso, lo vamos a utilizar para conocer el nivel de ozono en el aire, el cual es uno de los contaminantes principales del smog.
- Sensor MQ4: Este sensor permite medir LPG (Gas de petróleo), metano, CO (monóxido de carbono). Principalmente, lo vamos a utilizar para medir el LPG y el metano, los cuales son compuestos orgánicos volátiles.
- Sensor de calidad de aire MQ135: Lo vamos a utilizar para medir el CO₂ (dióxido de carbono), benceno y tolueno; estos últimos son compuestos orgánicos volátiles.
- Modulo GPS GY-NEO6MV2: Lo vamos a utilizar para saber las coordenadas del CANSAT en todo momento.

- Sensor de polvo y partículas GP2Y1010AU0F: Este sensor va a ser utilizado para medir las partículas de 2,5 PM que se encuentran en el aire.
- Mics 6814: vamos a utilizar este sensor para medir los niveles NH₃ (Amoníaco) y NO₂ (dióxido de nitrógeno), los cuales son los compuestos químicos que el forman a los óxidos de nitrógeno (NO_x)
Aclaración: Este sensor va a ser importado. En caso de no poder conseguirlo, vamos a utilizar el sensor MQ131 con la calibración correspondiente que permita medir estos compuestos químicos.
- Sensor de Presión y Temperatura: BMP180 Necesario para cumplir la misión designada por CONAE

Unidad de potencia eléctrica

En nuestro CANSAT poseemos sensores y componentes que su alimentación de entrada es diferente, algunos se deben alimentar con 3,3 V y otros con 5 V. Para la solución de este problema, utilizaremos una batería de Litio de 3,7 V y 1200 mAh que en su salida conectaremos un regulador de voltaje para reducir y estabilizar la tensión a 3,3 V. También conectaremos a la salida de la batería, la fuente step up MT3608 que nos permitirá elevar la tensión obteniendo como resultado una de 5 V. En caso de que la batería de 1200mAh sea insuficiente, una batería alternativa sería una de litio de 3.3v, la cual es más pesada pero posee el doble de capacidad, unos 2400mAh.

A continuación, se presenta un cuadro con los cálculos de la potencia total máxima consumida de los componentes

Item	Cantidad	Alimentación (V)	Corriente máx (mA)	Potencia máx (mW)
MQ135	1	5	150	750
MQ4	1	5	180	900
MQ131	1	5	180	900
Mics 6814	1	5	30	150
ESP32-LoRa	2	3,3	50	330
BMP 180	1	5	2,5	12,5
GP2Y1010AU0F	1	5	20	100
GY-NEO6MV2	1	5	45	225
Potencia total máxima			3367,5	
Corriente total máxima			642,5	

Para calcular la autonomía de la batería, utilizaremos la siguiente formula:

$$\frac{V_b \times I_b = W_b}{V_b \times I_c = W_c} = H$$

- W_b: Es el producto entre la tensión de la batería (3,3 V) y la intensidad de la batería (1200 mAh). Esta multiplicación da como resultado 3,960 mW
- W_c: Este resultado lo sacamos de la tabla (3367,5 mW) y representa la potencia total consumida.
- Para calcular cuánto tiempo va a durar la batería, tenemos que dividir los valores previamente calculados (W_b/W_c). Esta división da como resultado que la batería puede durar 1 hora y 17 minutos, tiempo suficiente para poder cumplir y concluir con la misión

Control de descenso

El control de descenso se basa en el objetivo de hacer que el CANSAT descienda suavemente y sin sufrir daños, mientras este informe sobre su ubicación GPS. Lo haremos a partir de un paracaídas que soporte el peso del mismo, este tendrá 3 puntos de sujeción en la tapa superior. Gracias a la ubicación GPS, sabremos hacia donde se dirige el CANSAT. Esto lo hacemos con la idea de poder recuperar el satélite fácilmente y no sufra daños en el descenso, para que luego podamos reutilizarlo.

Cálculo de las dimensiones del paracaídas

Para que el tiempo de descenso del CANSAT sea de 85 segundos este debe descender a una velocidad terminal de 3,5 m/s. Para lograr desacelerar la caída libre del CANSAT hasta la velocidad deseada el

paracaídas utilizado será de forma cóncava y tendrá un radio de 0.26 metros. Estos valores se obtuvieron utilizando la fórmula de velocidad terminal, como se detalla a continuación.

m=Masa del CANSAT

g=Aceleración de la gravedad

p=Densidad del aire

A=Área proyectada del paracaídas

Cd=Coeficiente de arrastre del paracaídas

$$V_t = \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot g}{\rho \cdot A \cdot C_d}} \quad 3.5 \frac{m}{s} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0.22 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}}{1,225 \frac{Kg}{m^3} \cdot (3.14 \cdot r^2) \cdot 1.38}}$$

Estructuras

La estructura del CANSAT consiste en una tapa superior y una tapa inferior unidas a través de tres pilares con pequeñas ranuras en las que calzaran las PCBs con los elementos necesarios (todo será construido de impresión 3D). Podremos dividir la estructura en 3 principales grupos.

SISTEMA DE DESCENSO

Ubicado en la parte superior del CANSAT, donde se encuentra el paracaídas encargado de lograr un aterrizaje suave.

CARGA ÚTIL

Ubicado en la parte central del CANSAT, donde se encuentran los sensores principales y los que utilizaremos para medir el SMOG en el ambiente, necesario para cumplir la misión principal y secundaria.

PLATAFORMA DE SERVICIO

Ubicado en la parte inferior del CANSAT, donde se ubicaran todos los sistemas necesarios para el funcionamiento del CANSAT: Control, Comunicación, Potencia y la Batería.

Todo esto será recubierto con una carcasa de aluminio de 0,3mm de espesor, esta tendrá agujeros con un estampado de refuerzo que permiten el flujo de aire y una buena rigidez estructural para lograr una correcta medición de los sensores a bordo en la carga útil y asegurar el CANSAT.

Software

Programación del Software de Vuelo

Para la programación del software de vuelo, el lenguaje a utilizar, será MicroPython.

MicroPython es una versión de Python que está optimizada para ser utilizada en microcontroladores y dispositivos integrados. Es una excelente opción para programar un ESP32-LoRa porque tiene un tamaño de código pequeño, lo que lo hace ideal para dispositivos con recursos limitados de memoria y almacenamiento, como el ESP32-LoRa.

Al usar MicroPython en el ESP32-LoRa, puedes aprovechar las bibliotecas y módulos de Python existentes. Además, la flexibilidad de Python y la facilidad de depuración y pruebas en el modo interactivo de MicroPython hacen que sea más fácil desarrollar y probar el código en el dispositivo en tiempo real, lo que acelera el proceso de desarrollo.

Programación de la estación terrena

La estación terrena estará equipada con un front-end con una interfaz de usuario que exponga múltiples gráficos sobre variables del CANSAT mismo, y los parámetros a medir, como también estados lógicos. Toda esta información será mostrada de dos formas:

a. Por medio de una computadora

b. Por medio de una transmisión por vía YouTube, con el agregado de una grabación en vivo del lanzamiento.

El software de la estación terrena, desarrollado en Python 3, será capaz de leer desde el puerto serial de la computadora todos los datos recibidos por el módulo LoRa, mostrando a través de una interfaz gráfica todos los datos recopilados por el CANSAT y guardando estos datos en un archivo .CSV, además de mostrar valores de interés tales como nivel de batería, posición, etc. Además, el software será capaz de leer el archivo .CSV guardado en la microSD del CANSAT y convertirlos en un gráfico para su fácil interpretación.

PRESUPUESTO DE MASAS

Item	Cantidad	Peso unitario (g)	Subtotal
MQ135	1	10	10
MQ4	1	10	10
MQ131	1	10	10
Mics 6814	1	2,05	2,05
ESP32 -LoRa	2	20	40
BMP 180	1	3	3
Bateria 3,7 V	1	24	24
MT3608 (Step up)	1	5	5
PCB	4	5	20
GP2Y1010AU0F	1	16	16
GY-NEO6MV2	1	12	12
Paracaidas	1	20	20
Tapa Superior	1	15	15
Tapa Inferior	1	13	13
Pilares Soporte PCB	3	6	18
Tornilleria	1	15	15
Insertos Roscados	6	0,4	2,4
Carcasa Aluminio 0,3 mm	1	4	4
Peso Total			239,45

PRESUPUESTO

Item	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
MQ135	1	\$1.311,00	\$1.311,00
MQ4	1	\$840,00	\$840,00
MQ131	1	\$20.872,41	\$20.872,41
Mics 6814	1	\$4.582,00	\$4.582,00
GP2Y1010AU0F	1	\$3.086,00	\$3.086,00
GY-NEO6MV2	1	\$3.671,00	\$3.671,00
Bateria 3,7 V	1	\$4.197,00	\$4.197,00
MT3608 (Step up)	1	\$1.214,00	\$1.214,00
PCB	4	\$1.000,00	\$4.000,00
Impresión 3D	1	\$1.200,00	\$1.200,00
Insertos Roscados (M3)	6	\$45,00	\$270,00
Tornilleria (M3)	6	\$110,00	\$660,00
Plancha de aluminio (Espesor 0,3 mm)	1	\$300,00	\$300,00
Tornilleria Extra	1	\$500,00	\$500,00
Total			\$46.703,41

INTEGRACIÓN Y PRUEBAS

Pruebas preliminares de los componentes

Todos los sensores serán testeados individualmente previo al ensamblado del CANSAT en situaciones similares a las condiciones que se pueden presentar una vez que el CANSAT este en el aire.

Para probar el funcionamiento de los módulos LoRA se establecerá un enlace simple entre estos dos y se comprobará el correcto envío y recepción de datos.

Para los sensores MQ se hará la correspondiente “cura” de los sensores, la cual consiste en dejar 24 horas funcionando los sensores antes del primer uso, ya que durante el proceso de fabricación pueden quedar impurezas dentro, que se van a limpiar de esta forma.

Pruebas de integridad

Para comprobar la integridad del CANSAT, Se lo lanzara desde distintas alturas y con distintas velocidades para corroborar el correcto funcionamiento del paracaídas y permita un descenso controlado.

Buscaremos algunas maneras de probar el CANSAT en condiciones lo más similares posibles a las condiciones que existirán durante la misión, sometiéndolo a pruebas de vacío y vibraciones. También, vamos a sujetar el CANSAT en un dron para así poder comprobar el correcto funcionamiento de la carga útil a diferentes alturas.

Plan de validación (medidas, peso, integridad, tests ambientales)

Para validar que el peso de nuestro CANSAT este adentro de los requerimientos de la CONAE utilizaremos una balanza de precisión

Para validar que el tamaño de nuestro CANSAT este adentro de los requerimientos de la CONAE utilizaremos herramientas de medición y fabricaremos un cilindro cuyas dimensiones sean las máximas permitidas, y nos aseguraremos de que nuestro CANSAT pueda entrar correctamente dentro de este cilindro.

CAPACIDADES

Facundo Oliva cuenta con el 1er puesto en las ONIET 2022 en la disciplina de DESARROLLO DE SISTEMAS.



Mateo Marchisone cuenta con el 2do puesto en las ONIET 2022 en la disciplina de DESARROLLO DE SISTEMAS.



AGENDA

Actividades	Semanas													
	24/4/2023	1/5/2023	8/5/2023	15/5/2023	22/5/2023	29/5/2023	5/6/2023	12/6/2023	19/6/2023	26/6/2023	3/7/2023	10/7/2023	17/7/2023	24/7/2023
Presentacion del Proyecto														
Selección de Proyectos y envío de kits														
Diseño de Estructura														
Fabricacion de Estructura														
Diseño de Paracaidas														
Compra de Elementos Necesarios														
Diseño de la PCB														
Fabricacion de la PCB														
Compra de Componentes														
Montaje de Componentes														
Diseño del Firmware														
Programacion de Sistemas de Comunicaciones														
Programacion de Sistemas de Medicion														
Programacion de Sistemas de Guardado de Datos														
Programacion de Sistemas de Procesado de Datos														
Diseño de la UI para la lectura de datos														
Implementacion de Backend y Frontend														
Programacion de la Estacion Terrena														
Ensamble Final														
Testeo de los distintos Sistemas														
Calibracion de los sensores														
Validacion de Prototipos														
Capacitacion														
Comunicación y Difusion														
Documentacion														

PLAN DE DOCUMENTACIÓN

El proceso se registrará en un conjunto de documentos que van a explicar con detalle lo que se hará en cada etapa. Se utilizará Github para el versionado de las diferentes versiones de software (satélite, estación terrena, análisis de datos, firmware, etc). También se grabarán pequeños videos y tomarán fotos del proceso y resultado de las determinadas etapas o tareas a cumplir.

PLAN DE PUBLICACIÓN Y DIFUSIÓN DE RESULTADOS

Se contará con un canal de Youtube en el que se subirán diversos videos, principalmente del proceso y de hitos cumplidos del proyecto. También se contará con una cuenta de Instagram para realizar publicaciones del proceso más frecuentemente.

Canal de Youtube: <https://www.youtube.com/@ITSV-SDCAN>

Cuenta de Instagram: https://www.instagram.com/sdcan_itsv/

Link al VIDEO

https://www.youtube.com/watch?v=PZLdEqGG1FY&ab_channel=ITSV-SDCAN