



Nombre del equipo: Nartex

Miembros: Daniar Zhiyenbayev, Eldar Zhiyenbayev, Salma Idtissi Dardour, Noor Mohamed El Haddad y Aicha Chebab Salhi.

Nombre del Mentor/a: Fernando Haro Martínez.

I.E.S Paco Ruíz, Bigastro, Comunidad Valenciana.





Índice

1.	Introducción	4
2.	Misión Primaria y Secundaria	5
2.1.	Misión Primaria	6
2.1.1.	Medida de presión atmosférica y temperatura	6
2.1.2.	Diseño de paracaídas	8
2.1.3.	Análisis de datos	8
2.2.	Diseño de la carcasa	9
2.3.	Misión secundaria	10
3.	Planificación	12
4.	Presupuesto	13
5.	Plan de difusión y patrocinio	14
6.	Bibliografía/Referencias/Recursos utilizados	14





1. Introducción

El equipo del IES Paco Ruiz participa en el desafío CanSat, un proyecto educativo que permite a los estudiantes vivir la experiencia de diseñar, construir y lanzar un pequeño satélite del tamaño de una lata de refresco. Nuestro equipo está formado por alumnos de 2º de Bachillerato en la modalidad de Trabajo Experimental de Física y Química, quienes han asumido distintos roles clave para el desarrollo del proyecto.

Los integrantes del equipo y sus responsabilidades son:

Eldar: Se encargan de la programación del proyecto y, además, trabajan en modelos de fotografía y cálculos. (Líder)

Daniar: También se encargan de la programación del proyecto y, además, trabajan en modelos de fotografía y cálculos.

Noor: Responsable de diseño y fotografía, participa en el informe y correctora de él.



Salma: Gestiona las redes sociales en Facebook y Twitter, además de colaborar en el diseño y participa en el informe.

Aicha: Maneja las plataformas Instagram y YouTube y se encarga de la redacción del informe del proyecto.

Dedicamos aproximadamente 4 horas semanales al desarrollo del CanSat, tanto dentro como fuera del horario escolar. Nuestro objetivo principal es elaborar un proyecto de ingeniería-científico. Desde el punto de vista técnico, nuestro CanSat contará con un sensor de temperatura y presión para la misión primaria y un sensor de cámara para la misión secundaria. Nos motiva la oportunidad de aplicar nuestros conocimientos en un proyecto real y desarrollar habilidades en programación, diseño y análisis de datos. En este proyecto se busca ofrecer una visión clara y sencilla de nuestro trabajo, permitiendo que cualquier persona del público en general pueda entender en qué consiste nuestra misión sin necesidad de conocimientos técnicos avanzados.

1.1 Integrantes

Me presento, soy Daniar Zhiyenbayev, de segundo de bachillerato. Soy miembro del grupo Nartex, participante del proyecto CanSat. Me comprometí con este proyecto por influencia de mi profesor Fernando Haro Martínez, y gracias a él me motivé y arranqué juntos con mis compañeros para llevar a cabo este proyecto. Sobre mí: tengo 18 años, nacionalidad kazaja, residencia en España, y soy una persona disciplinada y con deseo de acabar el proyecto exitosamente.

Hola, soy Salma Idrissi Dardour, tengo 18 años y soy española de origen marroquí. Actualmente estoy participando en el proyecto CanSat, en el que estamos diseñando y lanzando un satélite simulado. Todo esto bajo la orientación de mi profesor Fernando Haro Martínez, quien me ha brindado un gran apoyo. Es una experiencia única que me está permitiendo aprender mucho sobre tecnología y el espacio.

Me presento, soy Eldar Zhiyenbayev, de segundo de bachillerato. Soy miembro del grupo Nartex, capitán y general del proyecto CanSat. Me comprometí con este proyecto por influencia de mi profesor Fernando Haro Martínez, y gracias a él me motivé y arranqué juntos con mis compañeros para llevar a cabo este proyecto grandioso. Sobre mí: tengo 18 años, nacionalidad kazaja, residencia en España, y soy una persona disciplinada y con deseo de acabar el proyecto exitosamente. Además, soy bastante trabajador y empático.

Hola a todos, soy Noor Mohamed el Haddad, de segundo de bachillerato de ciencias. Tengo 17 años

con nacionalidad española y origen marroquí, estoy deseando lanzar este proyecto junto a los miembros de mi grupo. Soy miembro del grupo Nartex, participante del proyecto CanSat que estoy realizando junto a mis compañeros en la optativa de trabajos experimentales de física y química, encabezado por nuestro profesor Fernando Haro Martínez. Gracias a su buena orientación, hace que todo sea más sencillo y motivador por el gran entusiasmo que le ha dedicado a este proyecto el cual nos ha transmitido también.

Me presento, soy Aicha Chebab Salhi, estudiante de segundo de bachillerato y miembro del grupo Nartex, participante en el proyecto CanSat. Decidí unirme a esta iniciativa gracias a la motivación de mi profesor Fernando Haro Martínez, quien despertó en mí el interés por este desafío. Junto con mis compañeros, me he comprometido a llevar a cabo el proyecto con dedicación y entusiasmo.

Tengo 18 años, de nacionalidad española y mi objetivo es contribuir al éxito de nuestra misión con esfuerzo y disciplina. Estoy emocionada por formar parte de esta experiencia y aprender a lo largo del camino.



Salma



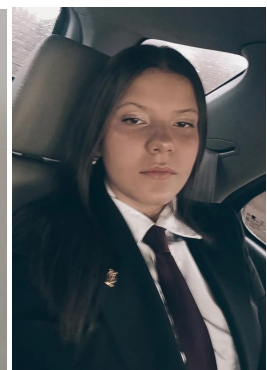
Eldar



Aicha



Daniar



Noor



2. Misión Primaria y Secundaria

Este proyecto es desarrollado por un grupo de estudiantes del IES Paco Ruiz con el objetivo de cumplir con éxito la misión primaria y secundaria mediante el uso de diversas tecnologías avanzadas. Nuestra misión se centra en la medición precisa de la presión y temperatura a diferentes altitudes, utilizando el sensor BMP280, el cual es ideal para obtener datos atmosféricos confiables y esenciales para nuestros análisis.

Para garantizar la precisión de las mediciones, hemos implementado un proceso de calibración riguroso. Utilizamos un secador y un termómetro de mercurio para verificar la exactitud de los valores obtenidos por el sensor BMP280, asegurando así la fiabilidad de los datos recopilados. Los datos serán transmitidos de manera eficiente a una estación base, donde serán procesados y analizados en tiempo real. Para ello, emplearemos un microcontrolador adecuado, encargado de gestionar la adquisición de datos y su posterior envío.

Además, para garantizar un aterrizaje seguro y proteger la integridad del dispositivo, se ha seleccionado un paracaídas diseñado para proporcionar una desaceleración controlada durante la caída. Su diseño y material han sido elegidos cuidadosamente para minimizar impactos y preservar la funcionalidad del equipo tras la misión. Gracias a esta combinación de tecnologías y estrategias, el equipo del IES Paco Ruiz se encuentra preparado para llevar a cabo una misión exitosa y recopilar datos valiosos para su análisis científico.

2.1. Misión Primaria

La misión primaria del CanSat del IES Paco Ruiz es medir la temperatura y la presión atmosférica durante su descenso y transmitir estos datos en tiempo real a una estación en tierra, enviándolos una vez por segundo. Para ello, el CanSat estará equipado con sensores que registrarán estos parámetros con precisión. Un sistema de comunicación inalámbrico enviará la información en tiempo real, permitiendo su análisis inmediato desde la estación terrestre. El aterrizaje seguro es un aspecto clave de la misión. Para lograrlo, el CanSat contará con un paracaídas que reducirá su velocidad en la caída.

Finalmente, los datos recopilados se analizarán y se representarán en gráficos, como temperatura frente al tiempo, lo que permitirá estudiar cómo varían estos parámetros en función de la altitud. El éxito de esta misión primaria validará el correcto funcionamiento del sistema y servirá de base para futuras mejoras y misiones más avanzadas.

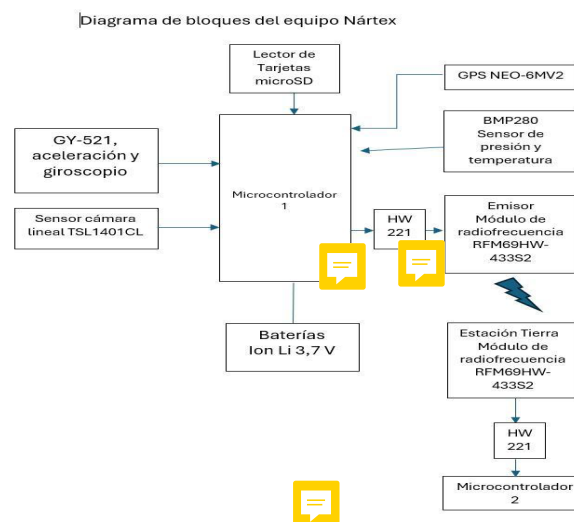
2.1.1. Medida de presión atmosférica y temperatura

El CanSat desarrollado mide la presión atmosférica y la temperatura mediante sensores conectados a un Arduino, que procesa los datos y los envía a una estación en tierra cada 5 segundos a través de un módulo de comunicación inalámbrica RFM69HW 433 MHz. Como respaldo, los datos también pueden almacenarse en una tarjeta microSD.

Los componentes electrónicos utilizados son: Arduino como unidad de control. Y para medir la presión y temperatura, se emplea el sensor BMP280, que se comunica con el microcontrolador mediante I2C.

La transmisión de datos a la estación en tierra se realiza con un módulo de comunicación inalámbrica (RFM69HW), que utiliza el interfaz SPI. Además, el sistema cuenta con una batería LiPo con regulador de voltaje, una tarjeta microSD para almacenamiento y un paracaídas para reducir la velocidad de caída.

Diagrama de bloques del equipo Nártex



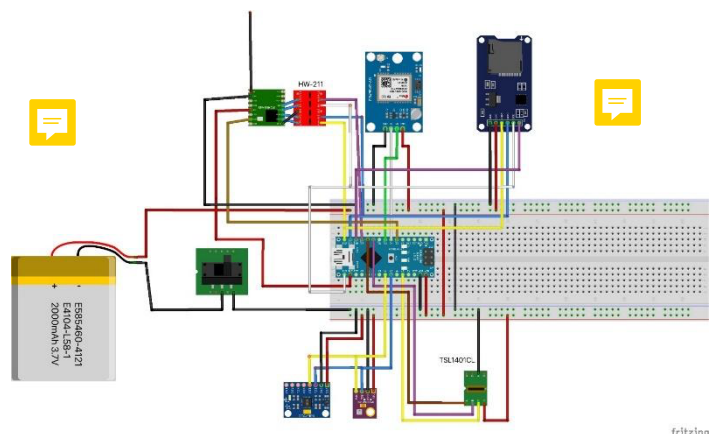
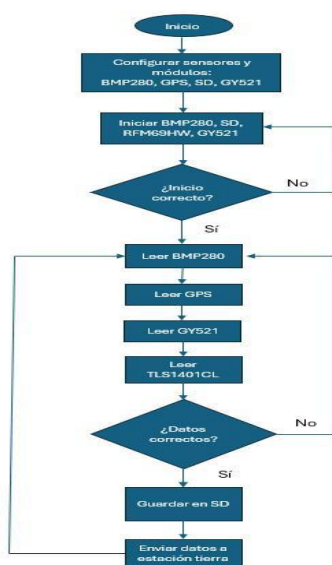
Misión primaria: Medida de presión y temperatura

- 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.

- Sensor cámara lineal TSL1401CL: Se utiliza en observación limbo (mirando hacia el horizonte) para analizar la luz reflejada del suelo o la dispersión de la luz en la atmósfera. Esto permite detectar partículas en suspensión y coloides en la atmósfera.
- GY-521 (Acelerómetro y giroscopio): Mide la orientación del CanSat para corregir la imagen obtenida por la cámara y asegurar que esté correctamente alineada.
- Microcontrolador 2: Procesa las imágenes del sensor TSL1401CL y, junto con los datos del GY-521, envía información a la estación en tierra.
- HW221: Es un convertidor 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.



2.1.2. Diseño del paracaída

El paracaídas del proyecto CanSat ha sido diseñado para garantizar una caída controlada y estable, permitiendo una recuperación segura del satélite experimental. Se han evaluado distintas opciones, como los diseños en cruz, hexagonal y circular, analizando su estabilidad y eficiencia en la reducción de velocidad.



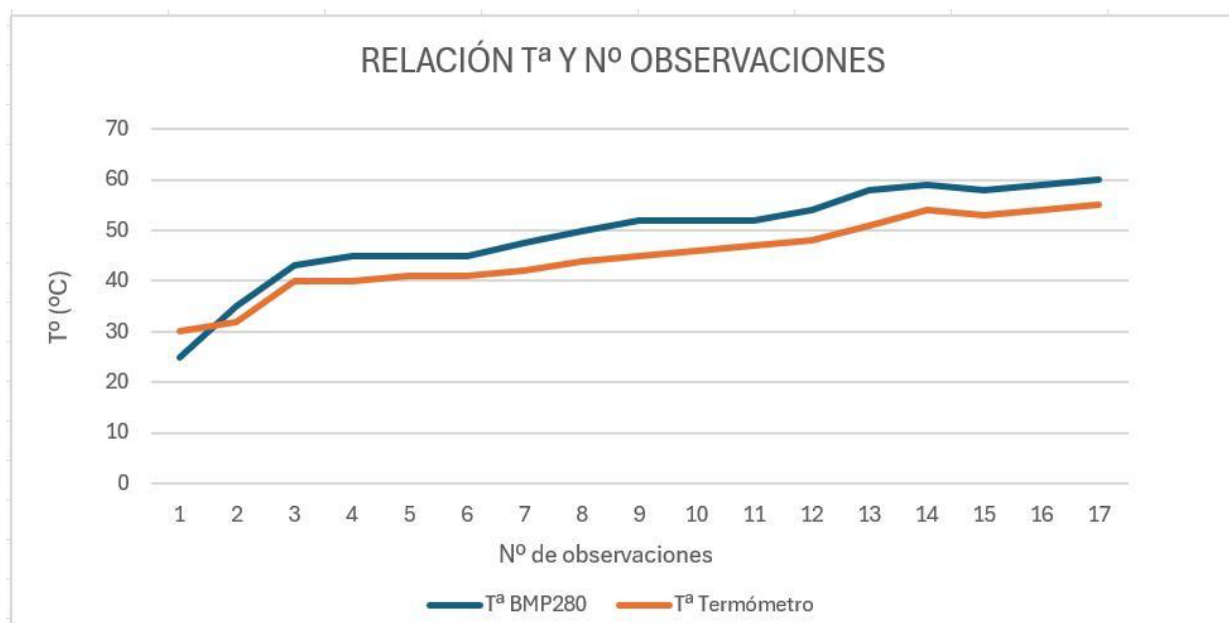
Tras varias pruebas, se determinó que un paracaídas hexagonal de tela ligera y resistente era la mejor opción, ya que proporciona un descenso estable y reduce eficazmente la velocidad sin comprometer la estructura del CanSat. El sistema de enganche utiliza cuerdas de sujeción resistentes, distribuidas de manera uniforme para evitar desequilibrios durante la caída.

Los resultados han permitido realizar ajustes en el diseño, optimizando la velocidad de descenso y garantizando una recuperación segura del satélite tras su misión.

2.1.3. Datos

La gráfica muestra la temperatura registrada por un sensor BMP280 y un termómetro convencional a lo largo de varias observaciones. Ambas mediciones presentan una tendencia ascendente, aunque el sensor BMP280 registra valores ligeramente superiores.

La diferencia entre ambos dispositivos es constante, lo que indica coherencia en los datos. Sin embargo, la fiabilidad depende de las condiciones de la prueba y la calibración de los instrumentos. En general, los datos son consistentes, pero el sensor BMP280 podría requerir ajustes para mejorar su precisión.



La gráfica muestra la temperatura registrada por un sensor BMP280 y un termómetro convencional a lo largo de varias observaciones. Ambas mediciones presentan una tendencia ascendente, aunque el sensor BMP280 registra valores ligeramente superiores.

La diferencia entre ambos dispositivos es constante, lo que indica coherencia en los datos. Sin embargo, la fiabilidad depende de las condiciones de la prueba y la calibración de los instrumentos. En general, los datos son consistentes, pero el sensor BMP280 podría requerir ajustes para mejorar su precisión.

Nº observaciones	Tª BMP280	Tª Termómetro
1	25	30
2	35	32
3	43	40
4	45	40
5	45	41
6	45	41
7	47,5	42
8	50	44
9	52	45
10	52	46
11	52	47
12	54	48
13	58	51
14	59	54
15	58	53
16	59	54
17	60	55

2.2. Diseño de la carcasa

La carcasa del proyecto CanSat en las imágenes es un diseño cilíndrico construido con material acrílico negro y transparente. Se compone de varias placas circulares unidas por columnas metálicas, son de latón, aseguradas con tornillos y tuercas en la parte superior.

En la parte inferior, se puede ver un prisma reflectante, que forma parte la de un sistema óptico para dirigir la luz al sensor. Además, la carcasa tiene aberturas estratégicas, para la ventilación, acceso a componentes electrónicos o sensores.

Este diseño modular y ligero facilita la integración de los componentes internos, asegurando protección y estabilidad durante el lanzamiento y el aterrizaje.



2.3. Misión Secundaria

Contexto Científico y Motivación de la misión

El análisis de partículas en el aire es crucial para comprender fenómenos atmosféricos y controlar la calidad del aire. La misión EarthCARE de la ESA es un ejemplo destacado, que utiliza sensores ópticos avanzados para estudiar las propiedades de las nubes y aerosoles mediante la dispersión de luz.

Inspirándonos en esta misión, la misión secundaria “LIMBO” busca estudiar partículas suspendidas en la atmósfera mediante los fenómenos de dispersión de Rayleigh y Mie, que son claves para caracterizar tamaños de partículas y su composición.

Objetivo de la misión

El objetivo principal es:

Caracterizar partículas suspendidas en el aire mediante la medición de su dispersión óptica usando un espectrómetro.

Determinar tamaños de partículas analizando los espectros generados por la dispersión de Rayleigh (partículas muy pequeñas) y Mie (partículas más grandes).

Este análisis permitirá evaluar la concentración y naturaleza de las partículas atmosféricas, proporcionando datos útiles para el estudio de fenómenos meteorológicos, contaminación y salud ambiental.

Diseño y montaje del espectrómetro

Para adaptar el espectrómetro al espacio limitado del CanSat, se utilizará un prisma de 45° para desviar la luz hacia el sensor, optimizando las dimensiones internas del dispositivo. El diseño incluye:

- Prisma de 45°: Redirige la luz dispersada hacia el eje óptico del espectrómetro.
- Sensor TSL1401CL: Captura el espectro reflejado.
- Red de difracción de 500 líneas/mm: Dispersa la luz para descomponerla en longitudes de onda específicas.
- Lente de 30 mm de distancia focal: Enfoca la luz en el sensor.
- Caja de acrílico negro: Minimiza interferencias de luz externa. Pintaremos el interior en color negro mate.

Cálculos de diseño:

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

Donde:

D = distancia entre las líneas de la rejilla (1/500 mm)

θ = ángulo de difracción.

N = 1, primer orden de difracción

λ = longitud de onda

Con un prisma de 45°, la luz es redirigida hacia el espectrómetro. Este diseño permite que el espectro capturado abarque un rango de 400 a 700 nm, ajustándose a las dimensiones del CanSat.

Calibración del sensor

Para garantizar la precisión de las mediciones:

Láseres de referencia:

405 nm (púrpura).

532 nm (verde).

650 nm (rojo).

Calibración: Los láseres se usan para asignar longitudes de onda a los píxeles del sensor.

Resolución del espectrómetro

Nuestro sensor 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

Exposición del sensor

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:

$$R = 35 \text{ V}/(\mu\text{J}/[\text{cm}]^2)$$

La energía lumínica incidente en cada píxel se calcula como:

$$E = V/(R t)$$

Donde:

E: Es la energía lumínica incidente ($\mu\text{J}/\text{cm}^2$)

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

Hipótesis Científica y Datos Para Recoger.

Si medimos la luz dispersada por partículas en el aire mediante los fenómenos de Rayleigh y Mie utilizando un espectrómetro calibrado con láseres de referencia, podremos caracterizar el tamaño y

la concentración de las partículas en función de su respuesta espectral, diferenciando entre aerosoles pequeños y grandes. Esto permitirá evaluar la calidad del aire y estudiar fenómenos atmosféricos relacionados con la dispersión de la luz.

Datos a Analizar

Antes del lanzamiento

Calibración del espectrómetro con los láseres de referencia.

Pruebas con fuentes de partículas conocidas.

Durante el vuelo

Medición de la luz dispersada en ángulos específicos, registrando intensidades espectrales.

Después del vuelo

Procesamiento de datos para identificar patrones de dispersión.

Cálculo del tamaño y concentración de partículas utilizando la teoría de Rayleigh y Mie.

Relación con una misión real de la ESA.

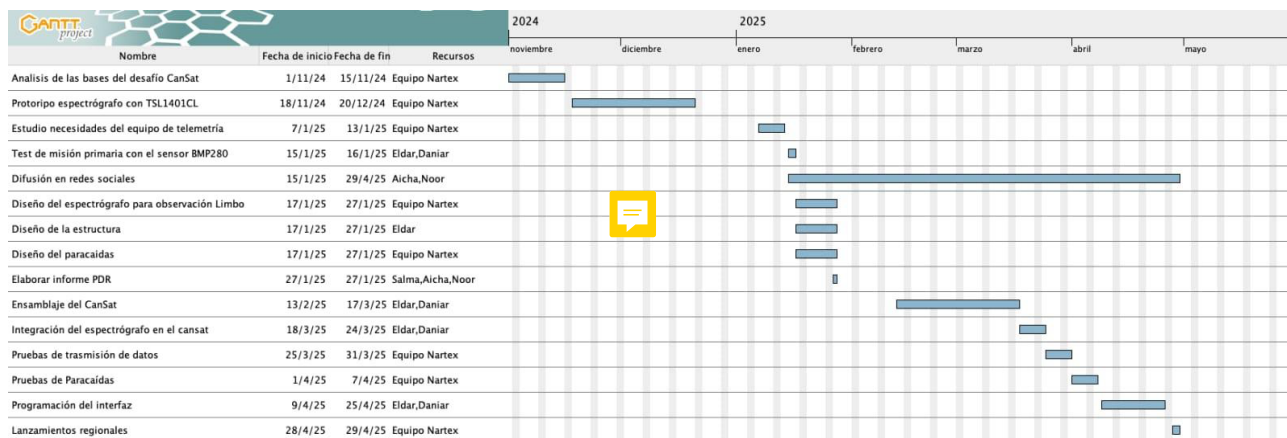
La misión EarthCARE de la ESA mide aerosoles y propiedades de las nubes utilizando técnicas ópticas avanzadas. La misión "LIMBO" adopta principios similares en un contexto más pequeño, demostrando cómo un espectrómetro compacto puede medir dispersión de luz para caracterizar partículas atmosféricas.

3. Planificación

El proyecto se desarrolló en varias fases durante diez semanas. En la primera fase (semanas 1 y 2), se realizó la investigación, bocetos y ajustes del diseño en sesiones escolares y de fin de semana. En la fase de prototipado (semanas 3 y 4), se creó, probó y optimizó el primer prototipo con un esquema similar de trabajo.

Durante la fase de construcción (semanas 5 a 7), se fabricó e implementó el producto, seguido del montaje, ensamblaje y pruebas de funcionamiento. La fase de pruebas y ajustes finales (semanas 8 y 9) incluyó evaluaciones de rendimiento, corrección de errores y documentación final.

En la última semana, se preparó y ensayó la presentación antes de la entrega y exposición del proyecto. Cada semana se dedicaron 4 horas en sesiones escolares y 2 horas los fines de semana, sumando un total de 6 horas semanales. Todo esto se logró gracias al trabajo en equipo de nuestros compañeros, cuyo esfuerzo y dedicación fueron fundamentales para el éxito del proyecto.



4. Presupuesto

El presupuesto total del proyecto CanSat es de 86,2 euros. Este monto cubre los materiales esenciales para la construcción y pruebas del satélite, así como los recursos necesarios para su implementación y lanzamiento.

Buscamos optimizar al máximo los recursos disponibles, contando con el apoyo de la empresa Avatel y otras entidades que puedan contribuir a la financiación. Además, estamos explorando alternativas como la organización de eventos y la difusión en redes sociales para atraer más apoyo.

Si es necesario ajustar el presupuesto, priorizaremos los elementos fundamentales para garantizar el éxito del proyecto.

IMAGEN	NOMBRE	PRECIO	IMAGEN	NOMBRE	PRECIO	IMAGEN	NOMBRE	PRECIO
	BMP280: • Sensor de presión y temperatura • Voltaje: 1,71 – 3,6 V • Interfaz I2C • Dimensiones: 15,3 x 11,5 x 2,5 mm	1,07 EUR		Módulo GPS NEO-M1V2: • GPS, 9600 baud • Voltaje: 3 – 5V • Interfaz UART • Dimensiones: 36 x 25,9 mm	0,79 EUR		Lente Biconvexa: • Lente biconvexa vidrio óptico K9 • Distancia focal: 30 mm • Dimensiones: Ø23 F30 CS.5 E2	3,89 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: 31,8 x 8,89 mm	8,05 EUR		Lector de tarjetas Micro SD: • Controlador Mini, compatible con arduino CH940, 16MHz, ATMEGA328P • Voltaje: 5 – 12 V • Dimensiones: 44 x 19 mm	1,08 EUR		SMA Hembra (2 UNIDADES) • SMA hembra, 90° para PCB • Dimensiones: 13,1 x 14,7 x 6 mm.	0,42 EUR (1 UNIDAD)
	Red Difracción: • Red difracción 500 líneas/mm	13 EUR		Batería ion-LiPo J4430: • Batería ion-litio 1050 mAh • Voltaje: 3,6 - 3,7V • Dimensiones: 42,63 x 14,9 mm	6,85 EUR		Antena 933 MHz • 3dBi SMA conector macho • Dimensiones 50 mm	3,59 EUR



IMAGEN	NOMBRE	PRECIO	IMAGEN	NOMBRE	PRECIO	IMAGEN	NOMBRE	PRECIO
	Tela paracaidón • Tela poliéster Ripstop • Gramaje: 35 g/m2	14,39 EUR/m		Hoja de fibra de vidrio G10 FR4: • Dimensiones: 200 x 200 x 1,5 mm	8,39 EUR		Hoja de fibra de vidrio G10 FR4: • Dimensiones: 200 x 200 x 1,5 mm	8,39 EUR
	Quita avellan • Rodamiento con bolas de acero. • Resistencia: 12 Kg	0,254 EUR		Prisma óptico 45º: • Cristal óptico K9 • Dimensiones: 20x20x20 mm	6,83 EUR		Prisma óptico 45º: • Cristal óptico K9 • Dimensiones: 20x20x20 mm	6,83 EUR
	Separadores Hexagonales • Separadores de latón M2,5 mm • Longitud: 7, 15, 25, 30 mm	0,36 EUR/u		Módulo de GY-521/MPU-6050 • Acelerómetro giroscopio de 3 ejes.	2,30 EUR	PRECIO TOTAL ➡ 86,2 EUR		

5. Plan de difusión y patrocinio

El equipo ha recibido apoyo de diversas entidades para desarrollar el proyecto CanSat. Contamos con el respaldo de profesores de nuestro centro educativo, quienes nos brindan orientación técnica y supervisión. Además, la empresa **Avatel** de nuestro pueblo, Bigastro, nos está apoyando en la promoción del proyecto.

Para difundir nuestro trabajo, utilizamos redes sociales como Instagram, Facebook y Twitter, donde compartimos actualizaciones sobre el desarrollo del CanSat. También tenemos planeado realizar un podcast para explicar nuestro proyecto y sus avances.

En cuanto a eventos, tenemos pensado participar en la feria de Benijófar, Alicante, donde presentaremos nuestro proyecto al público. Además, planeamos realizar exposiciones en nuestro centro educativo y en otros espacios donde podamos compartir nuestra experiencia con más estudiantes y comunidades interesadas en la exploración espacial.

<https://www.facebook.com/share/1FGUrqmx5/?mibextid=wwXifr>

https://x.com/nartex_deasn?s=11

https://www.instagram.com/nartex_deasn?igsh=YTIpMW95YTI2c3Bz&utm_source=q

6. Bibliografía/Referencias/Recursos utilizados.

Espectrómetro

https://electronoobs.com/eng_arduino_tut179.php

Análisis de espectros para determinar tamaño de partículas

<https://miepython.readthedocs.io/en/latest/>

CONTACTO

Todas las preguntas y muestras de interés sobre nuestro proyecto contacte con:

Dirección electrónica: Nartexdeasn@gmail.com