esa

IEEC

Institut d'Estudis Espacials de Catalunya

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

UPC UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa

Informe Crític de Disseny



SatPi 2026

INS Bernat el Ferrer

Generalitat de Catalunya

Index

1. Introducció....2
1.1 Organització i rols....2
1.2. Objectius i motivació de la missió. 2
2. Descripció del Projecte CanSat....3
2.1. Esquema de la missió i diagrama de blocs.....3
2.2. Projecte Científic....3
2.3. Disseny mecànic / estructural....3
2.4. Disseny elèctric....4
2.5. Programari....6
2.6. Sistema de recuperació....7
2.7. Estació de terra....8
3. Planificació....12
4. Estimació de recursos....12
4.1 Pressupost....12
4.2 Suport extern....13
5. Proves realitzades....13
6. Programa de Difusió i Patrocini....14
7.- Estat de funcionalitat dels diferents sistemes....14
8. Bibliografia/Referencies/Recursos utilitzats....14

1. Introducció

1.1 Organització i rols

Som un grup d'alumnes de primer de batxillerat de l'assignatura de Robòtica de l'Institut Bernat el Ferrer de Molins de Rei. El nostre centre ja ha participat en el repte CanSatCat diferents cursos.

- 2025 **NovaSat25** (1r Batxi – ESP32Steamaker – Guanyador fase Catalana)
- 2025 **Nadir3X** (3r ESO - MicroBit)
- 2024 **MolinsSat** (1r batxi – ESP32STEAMAKER)
- 2024 **STEMpreparades** (3r ESO – MicroBit)
- 2022 **BernatSpace** (4t d'ESO – ESP32CAM IA Wifi 5G)
- 2020 **Arstotsk** (4t d'ESO – Arduino nano i mòdul Lora)
- 2020 **ElectroBernat** (2n batxillerat - Arduino MKR WAN 1310 Lora)

Per fer aquest projecte, ens hem fet responsables de diferents subgrups de tasques individualment, encara que tots hem col·laborat en altres subgrups.

- Xarxes socials i patrocinadors.
- Potencia, Recuperació i diagrames de blocs.
- Missió primària.
- Missió secundària.
- Documentació i informes, esquemes elèctrics.
- Disseny paracaigudes i estructura.
- Coordinació de grups.
- Estació de terra (alumnes de Programació 1r de batxillerat).

1.2. Objectius i motivació de la missió.

El nostre CanSat recull dades ambientals i és capaç de prendre decisions autònomes sobre el descens i l'aterratge, combinant sensors, intel·ligència artificial i control automàtic.

El nivell de processament per fer servir llibreries d'IA és molt elevat, per la qual cosa decidim fer servir un mini ordinador de baix cost i mesures en lloc d'una placa amb microcontrolador, ens decidim per la Raspberry Pi Zero 2 w, a més

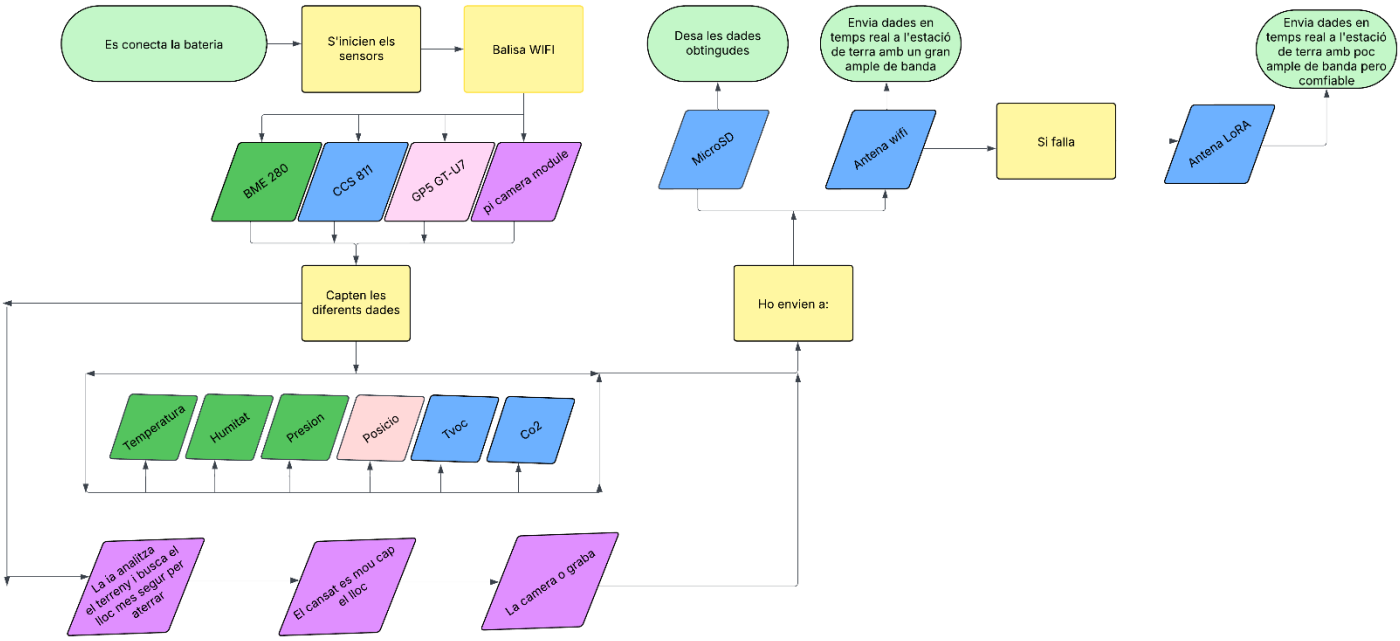


ens serveix per innovar i apropar-nos més a las missions de satèl·lits reals.

Aquesta decisió ha fet canviar radicalment la forma de programar el nostre CanSat, ja que podem entrar al sistema operatiu i programar amb Python tant la càmera com els pins GPIO per connectar els diferents sensors.

2. Descripció del Projecte CanSat

2.1. Esquema de la missió i diagrama de blocs.



2.2. Projecte Científic

Poder aconseguir educar una IA per a que el CanSat pugui entendre la zona d'aterratge i prendre decisions al respecte.

Típica missió del mòdul de descens (Lander) que ha d'aterrar al lloc òptim sense decisió humana gràcies a IA entrenada i a més recollir dades de l'atmosfera en la maniobra de descens. Com a exemple el mòdul de descens Huygens de la ESA que va aterrar a Tità.

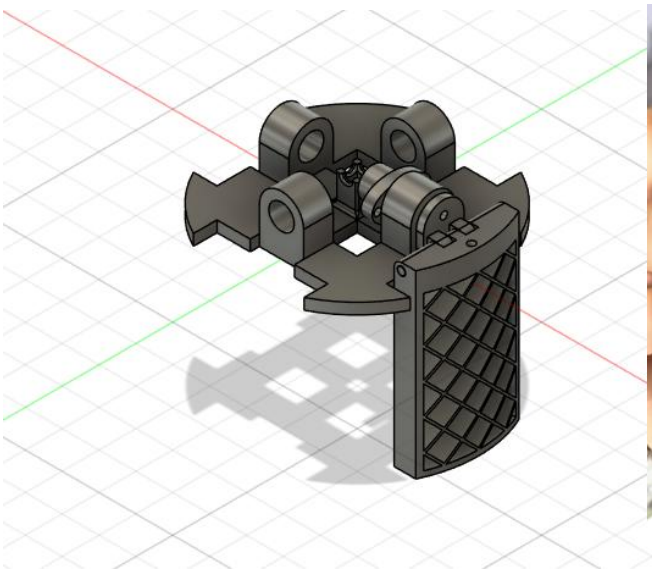
2.3. Disseny mecànic / estructural

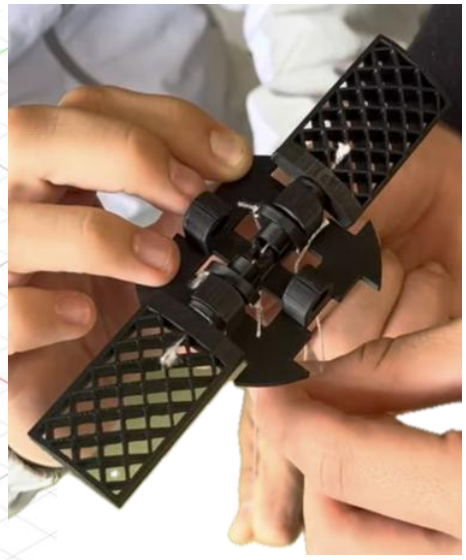
Aquest disseny mostra el sistema de moviment i control del satèl·lit durant la caiguda. El sistema disposa de quatre aletes que permeten controlar la direcció aprofitant el flux d'aire mentre el satèl·lit descendeix.

El sistema inclou un accionador que, gràcies a un fil, permet ocultar o desplegar les aletes. D'aquesta manera, les aletes poden mantenir-se amagades per

respectar les dimensions del coet durant el llançament i, posteriorment, desplegar-se per controlar la caiguda.

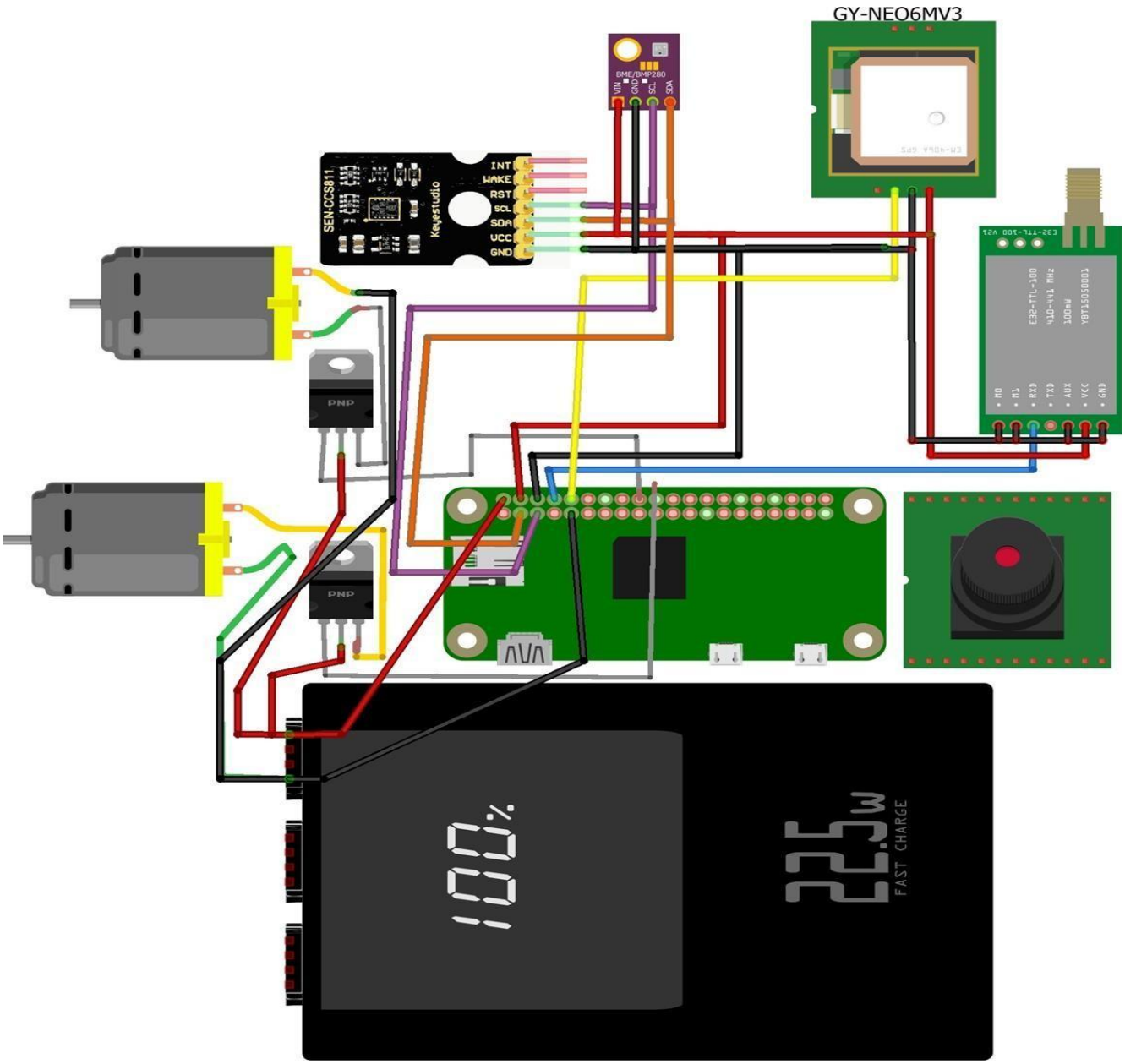
Hi ha dos servomotors encarregats de moure les aletes: un controla les dues aletes situades en un costat del satèl·lit i l'altre controla les dues del costat oposat. En variar la posició d'aquestes aletes, es modifica la manera com l'aire impacta sobre el satèl·lit, cosa que permet ajustar lleugerament la seva direcció durant el descens.



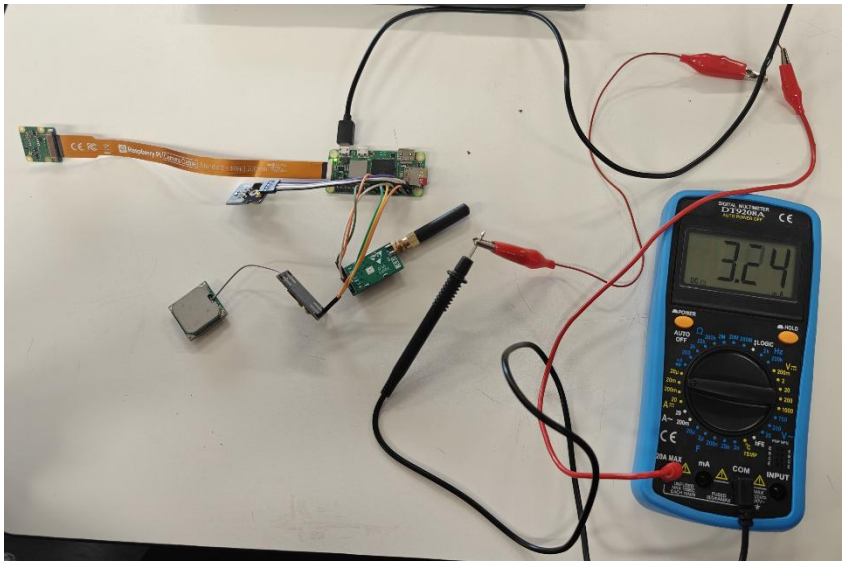


2.4. Disseny elèctric

Aquest esquema mostra un sistema electrònic controlat per una Raspberry Pi que actua com a unitat central, amb una càmera i diferents sensors que capten dades, un mòdul de comunicacions amb antena per enviar o rebre dades a distància, i un controlador que gestiona dos motors. La Raspberry Pi processa la informació rebuda del sensor i pot activar els motors o mostrar resultats a la pantalla segons la programació, formant així un conjunt integrat capaç de monitoritzar, comunicar i actuar.



A més, mitjançant l'ajuda de un voltímetre em pogut calcular la intensitat que hi ha en el nostre circuit, ho em calculat amb la mesura de mA i a traves d'aquesta mesura i els 5V de la nostre bateria, la qual sabem que te una intensitat de 10.000mAh podem calcular el temps que durarà la nostre bateria alimentant tot el circuit.



330mA un cop encès i estabilitzat

650 mA d'engegada

5V

10.000mAh de la nostre bateria

330 x 5 = 1650mW un cop encès i estabilitzat

650 x 5 = 3250mW d'engegada

10.000mAh/(0.75x1650+0.25x3250)

4,88h

0.88 x 60

4h 53m

2.5. Programari

Hem estat treballant en grup amb una Raspberry Pi utilitzant Python des de l'entorn Thonny, on hem pogut desenvolupar i provar diferents programes de manera senzilla i directa. Gràcies a aquest entorn, hem après a gestionar scripts, depurar errors i executar codi de forma eficient en el mateix dispositiu, repartint tasques i col·laborant entre tots els membres del grup.

A més, també hem desenvolupat una estació de terra utilitzant Python, amb la qual hem pogut recopilar i gestionar dades, així com establir comunicació amb altres sistemes o dispositius. Aquest projecte ens ha permès entendre millor el

tractament de dades en temps real i l'automatització de processos, coordinant-nos per avançar conjuntament en la implementació.

Finalment, des de Raspbian hem utilitzat un emulador per simular entorns o sistemes addicionals, cosa que ens ha ajudat a provar aplicacions i configuracions sense necessitat de maquinari extra. Això ens ha permès ampliar les possibilitats de desenvolupament i fer proves en un entorn controlat abans d'implementar solucions reals, sempre treballant de manera col·laborativa.

Hem estat utilitzant les llibreries com OpenCV o YOLO.

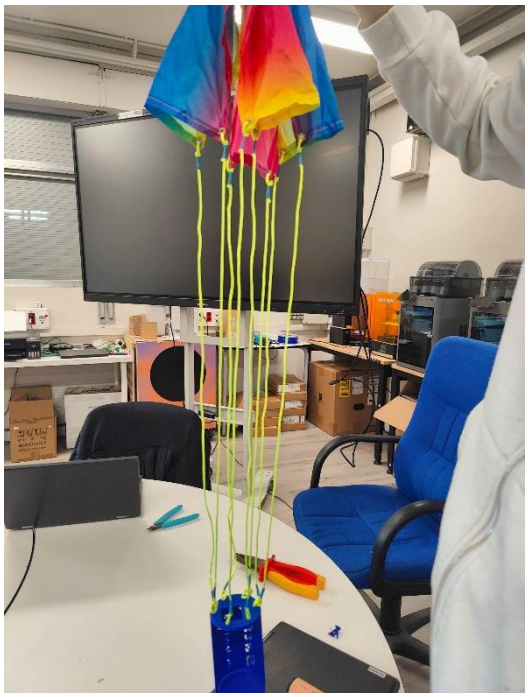
2.6. Sistema de recuperació

Per al sistema de recuperació estem utilitzant un paracaigudes en forma de creu, el qual ens permetrà una millor estabilitat i maniobrabilitat en l'aire per poder dirigir el coet cap a la millor zona d'aterratge.

També hem dissenyat un sistema d'aterratge controlat amb unes aletes que es mouen mitjançant fils accionats per servomotors. Es poden veure evidències del seu funcionament al nostre perfil d'Instagram, on hi ha un petit vídeo demostratiu.

https://www.instagram.com/p/DWETCuUjHPL/

A més, utilitzarem un sistema GPS que ens permetrà conèixer amb precisió la ubicació on ha aterrat el coet. Aquest sistema ens facilita la recuperació, ja que podem localitzar-lo ràpidament fins i tot si no és visible a simple vista. Tant el coet com el seu paracaigudes estan dissenyats amb colors cridaners per augmentar-ne la visibilitat mentre baixen en l'aire, cosa que també ajuda a detectar-los més fàcilment durant la fase de descens. Gràcies a la combinació del GPS i la identificació visual, es millora notablement la seguretat i l'eficiència en el procés de recuperació.

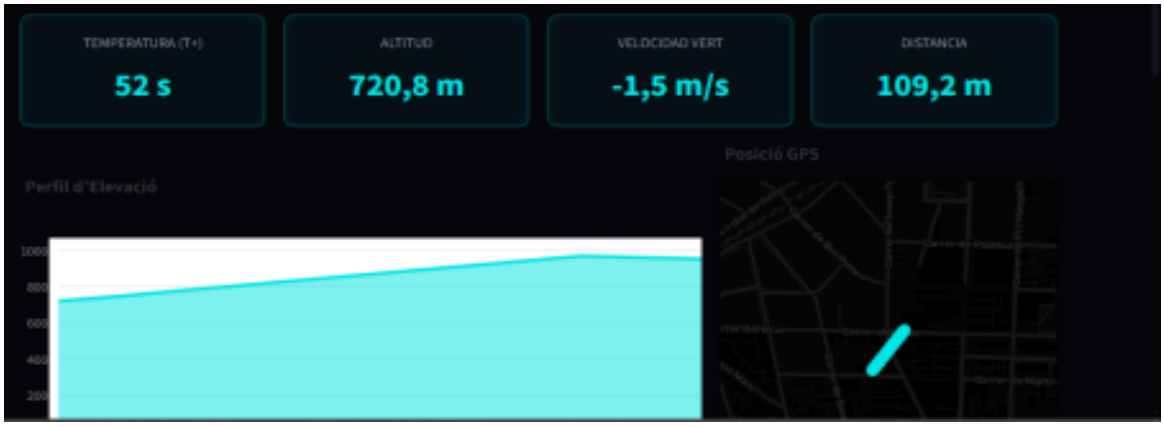




2.7. Estació de terra

El projecte SATPI-2026 consisteix en el desenvolupament d'una Estació de Control de Terra (Ground Station) basada en programari per a la missió CanSat 2026. Aquesta plataforma té com a finalitat principal permetre la recepció, processament i visualització de dades de telemetria en temps real durant el vol del satèl·lit. El sistema ha estat dissenyat amb un enfocament pràctic i professional, buscant oferir una eina fiable i eficient per al seguiment de la missió.

Els objectius principals del projecte han estat diversos. En primer lloc, s'ha volgut crear una interfície d'usuari intuïtiva i visualment atractiva, que faciliti la interpretació de dades en situacions en temps real. A més, s'ha treballat en el processament de dades científiques com l'altitud, la temperatura, la pressió atmosfèrica i els nivells de CO_2. També s'ha incorporat un sistema de monitoratge de



la seguretat del dispositiu, incloent el control de la bateria i la qualitat del senyal. Finalment, un altre objectiu clau ha estat la publicació de la plataforma al núvol per garantir l'accés remot des de qualsevol ubicació.

Pel que fa a l'arquitectura del sistema, aquest s'ha estructurat en dues parts principals: el back-end i el front-end. El back-end, encarregat de la lògica de dades, s'ha desenvolupat amb Python, aprofitant la seva eficiència en el tractament de dades científiques. S'han utilitzat llibreries com Pandas per gestionar les dades en estructures tipus DataFrame, permetent emmagatzemar informació de cada segon de vol. També s'ha implementat una simulació física amb NumPy per recrear el comportament del satèl·lit durant les diferents fases del vol, incloent factors com la gravetat i la resistència de l'aire.

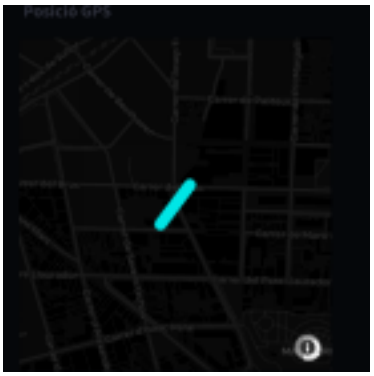
D'altra banda, el front-end s'ha construït amb Streamlit, una eina que permet convertir codi Python en aplicacions web interactives. Aquesta interfície presenta una estètica moderna i futurista, amb l'ús de colors foscos i detalls en tons neó, facilitant una experiència visual clara i atractiva. A més, s'ha utilitzat CSS personalitzat per millorar l'aparença i adaptar-la a un estil professional.



El sistema es divideix en tres mòduls principals. El primer és el mòdul de control de missió, que permet identificar automàticament les diferents fases del vol del CanSat: pre-vol, ascens, apogeu, descens i aterratge. Aquest mòdul inclou també gràfics dinàmics que mostren l'altitud en temps real, facilitant la comprensió de l'evolució del vol.

El segon mòdul està orientat a l'anàlisi científica de l'atmosfera. Inclou instruments visuals com indicadors de pressió atmosfèrica i un sistema de monitoratge de la qualitat de l'aire basat en els nivells de CO_2. Aquest sistema utilitza un codi de colors tipus semàfor (verd, groc i vermell) per detectar situacions anòmales de manera ràpida i intuïtiva.

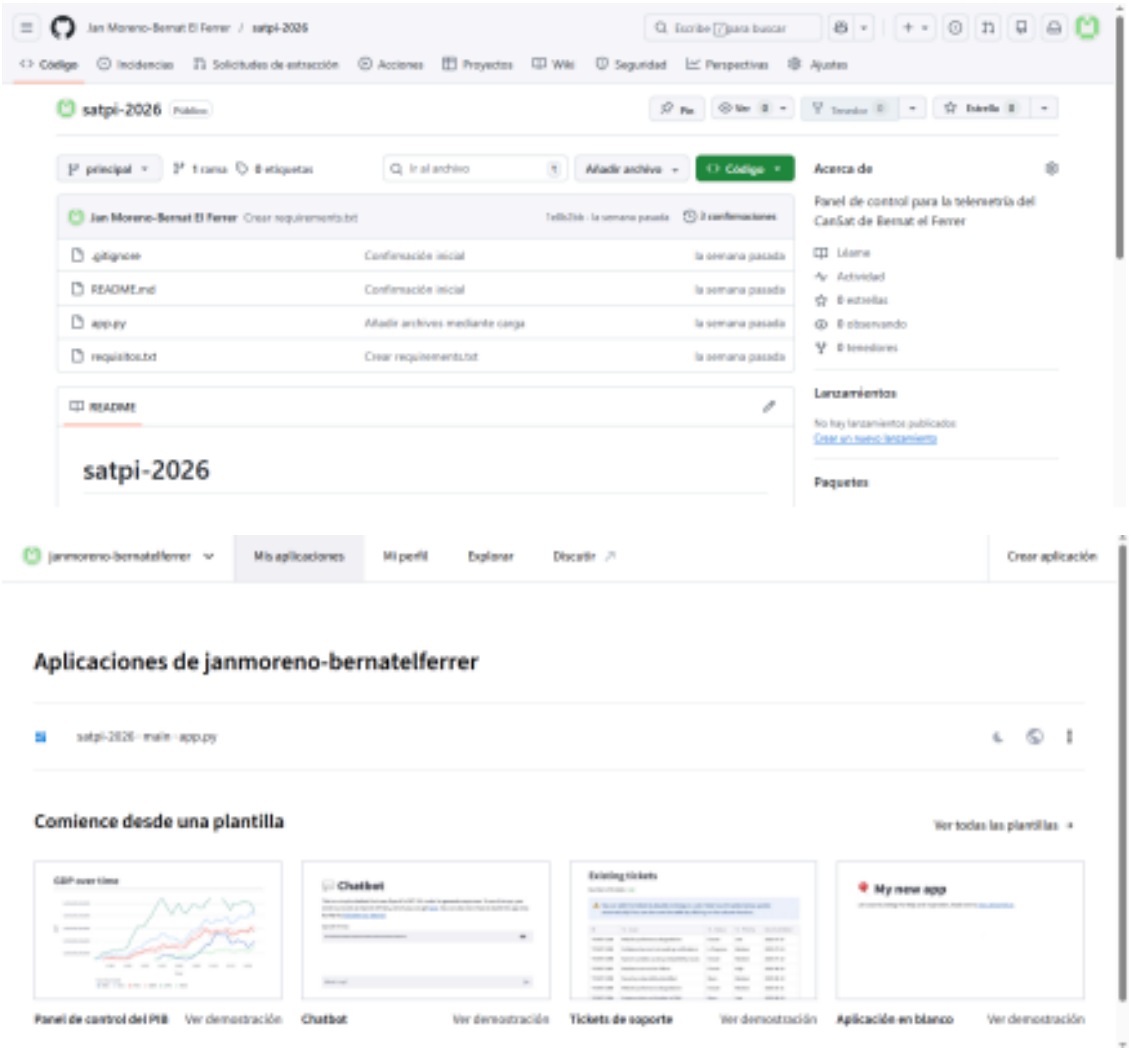




El tercer mòdul se centra en la navegació i els sistemes. Aquest integra la telemetria GPS per mostrar la ubicació del satèl·lit sobre mapes reals, així com una representació tridimensional de la trajectòria del vol. També inclou un monitor de salut del sistema, que informa sobre l'estat de la bateria i la qualitat del senyal, aspectes crítics per garantir el correcte funcionament del dispositiu.

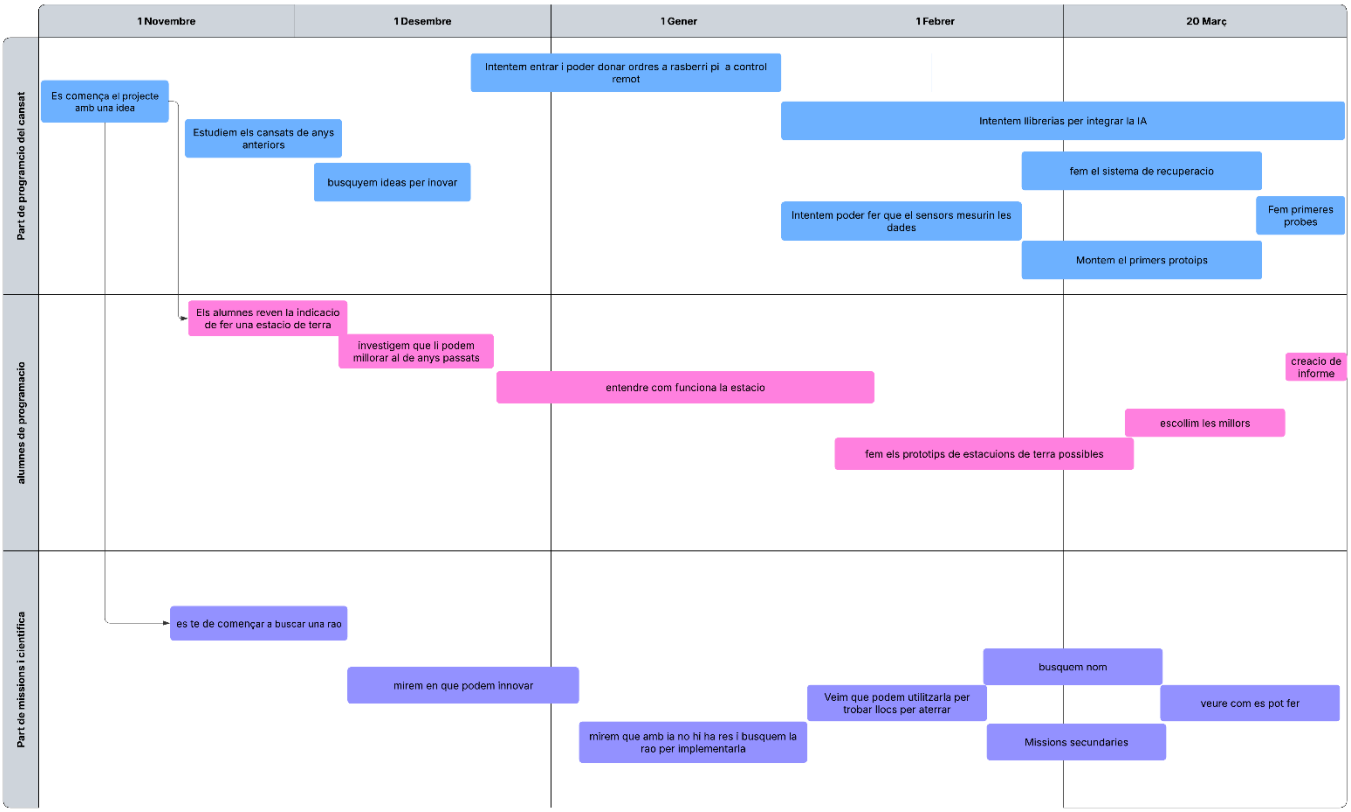
Durant el desenvolupament del projecte s'han afrontat diversos reptes tècnics importants. Un dels principals va ser el bloqueig de ports, que impedia l'execució correcta de l'aplicació; aquest problema es va solucionar utilitzant ports alternatius. També es va treballar en l'optimització del refresc de la interfície per evitar parpellejos, implementant sistemes que actualitzen només les dades necessàries. A més, es van corregir errors en la disposició dels elements de la interfície, millorant l'organització i la claredat visual.

Pel que fa al desplegament, el projecte s'ha publicat seguint un procés professional. Primer es va pujar el codi a GitHub per gestionar-ne el desenvolupament. Després es va configurar l'entorn amb un fitxer de dependències. Finalment, es va desplegar a Streamlit Community Cloud, permetent que l'aplicació funcioni de manera contínua en línia i sigui accessible per qualsevol usuari.



En conclusió, el projecte SATPI-2026 demostra que és possible desenvolupar una eina professional i funcional utilitzant tecnologies de codi obert. El resultat és una plataforma completa, capaç de gestionar dades en temps real i proporcionar una visualització clara i útil per al control d'una missió CanSat. Aquest sistema no només compleix els objectius plantejats, sinó que també estableix una base sòlida per a futurs desenvolupaments en l'àmbit de la tecnologia espacial educativa.

3. Planificació



4. Estimació de recursos

4.1 Pressupost

Escandall	Preu uni.	Quant.	Total
Placa Raspberry Pi Zero 2 w	29	1	29
Raspberry Pi Camera	44	1	44
Tarja microSD 64Gb	14	1	14
Tarja USB a Serial FTDI FT232RL	3,9	1	3,9
Sensor BME280	8,54	1	8,54
Sensor GPS GY-GPS6MV2 NEO-6M	9,89	1	9,89
Bateria 5V 3000mAh	15	1	15
Interruptor general	0,2	1	0,2
Cables dupont 10cm (20 unitats) femella-femella	1,7	1	1,7
Tela Impermeable Polièster (100cm x 150cm) Taronja	7	1	7
PLA (bobina) 1kg	24	0,5	12
Lora EBYTE LLCC68 E220	7,99	2	15,98
Antena Lora32u4 3dBi	2,2	1	2,2
Antena 868 MHz 7 dBi	9,99	1	9,99
Solenoide 5V 6mm	10	2	20
AP TP-Link CPE210 (wifi llarga distància)	37	1	37
Mà d'obra (sense cost)	0	1	0
Amortització maquinaria (sense cost, dotació aula FAIG)	0	1	0
Total:			**230,40 €**

4.2 Suport extern

El projecte SatPi-2026 compta amb el suport de diverses iniciatives i canals de difusió que contribueixen a augmentar la seva visibilitat i el seu valor educatiu. Aquestes col·laboracions no només ajuden a donar a conèixer el projecte, sinó que també aporten recursos, experiència i noves perspectives als participants.

D'una banda, destaca especialment la col·laboració amb el programa EduCaixa, que ha facilitat una estada d'un mes (20 hores) d'una alumna del programa MISTI del MIT,Jay Mancera. Aquesta experiència ha suposat una gran oportunitat per als alumnes del projecte, ja que han pogut treballar amb una estudiant amb formació internacional i accés a metodologies de treball avançades. La seva participació ha contribuït a millorar aspectes tècnics del projecte, així com a introduir noves idees i enfocaments en el desenvolupament de la Ground Station.

A més, aquesta col·laboració ha fomentat un entorn d'aprenentatge més enriquidor, basat en l'intercanvi de coneixements i en el treball en equip en un context global. El contacte amb el programa MISTI del MIT també aporta prestigi al projecte, reforçant la seva qualitat i el seu caràcter innovador dins de l'àmbit educatiu i tecnològic.

5. Proves realitzades

Proves prèvies ja lliurades al PDR.

Prova estació de terra (dades LORA sèrie):

https://satpi-2026-fonp3sd6gpxu2rvavnsaxm.streamlit.app/

Hem realitzat diverses proves amb l'objectiu d'analitzar el comportament del CanSat i determinar les mesures adequades del paracaigudes. En la primera prova, es va utilitzar un paracaigudes en forma de creu per estudiar la velocitat de descens i poder calcular-la amb precisió.

A més, en aquesta fase inicial es va optar per utilitzar únicament el pes equivalent al del CanSat en lloc dels components reals. Aquesta decisió es va prendre per motius de seguretat, ja que en cas de descontrol o fallada durant la prova, es podria evitar danyar els components electrònics del dispositiu.

Evidencia:https://drive.google.com/file/d/1Vrn7TeS1C-lbDOf8xn1YMMYOZ5g2zNxr/view?usp=sharing

6. Programa de Difusió i Patrocini

Pel que fa a la difusió, el projecte disposa de diverses plataformes digitals que permeten compartir-ne el desenvolupament i els resultats amb el públic. La pàgina web oficial (https://ja.cat/SatPi26) actua com a espai central d'informació, mentre que el perfil d'Instagram (https://www.instagram.com/satpi.bernat) facilita la comunicació de novetats, avenços i continguts visuals de manera dinàmica i accessible.

A més, s'està treballant en noves vies de difusió, com la possible participació en un programa de ràdio, amb l'objectiu d'arribar a un públic més ampli i donar a conèixer la feina realitzada en el marc del projecte. Paral·lelament, també s'estan imprimint cartells per distribuir-los pel centre educatiu amb la finalitat de promocionar tant la pàgina web com el perfil d'Instagram.

7.- Estat de funcionalitat dels diferents sistemes

Concepte	Pendent	En procés	En funcionament
Lectura dels sensors missió primària			X
Lectura dels sensors/càmera missió secundària			X
Transmissió de dades (ràdio LORA)			X
Transmissió de dades (WIFI gran dist)			X
Guardar dades a targeta SD			X
Integració mecànica			X
Paracaigudes			X
Sistema d'alimentació			X
Senyalització (balisa WIFI i sonora)			X

8. Bibliografia/Referencies/Recursos utilitzats

Material propi d'altres cursos:

- ElectroBernat 2020, Cansat Arstotsk 2020, Bernat Space 2022, STEMpreparades2024, MolinsSat2024 , NovaSat25 i Nadir3X

Guies Cansat ESERO:

http://esero.es/cansat/

Wiki Democratitzem CanSat:

https://cansat.robolot.online/

CANSAT Competition 2020: Best technical development by OrbiSat team

https://upcommons.upc.edu/handle/2117/368598