

Informe selecció

Llunàtics



Equip: Llunàtics

Membres: Biel Roig Boixet, Carles Abel Moreno Fernández, Llorenç Vilà Fontbona, Pol
Relaño Alsina, Yi Shu Chen

Mentora: Marta Mons Genisans

Centre: Escola Pia Santa Anna, Mataró, Catalunya

1. Missió secundària

L'objectiu de la nostra missió secundària és provar com d'eficient o útil pot ser una rectenna en dispositius que comptin amb microcomponents quan no és possible alimentar-los manualment, és a dir, si és viable com a recaptador d'energia per emmagatzemar-la i allargar el funcionament d'un dispositiu.

Una rectenna és un component que transforma les ones electromagnètiques en corrent continu mitjançant un element rectificador. És a dir, volem aprofitar les diferents radiofreqüències que pot haver-hi, tant a l'ambient, com les que enviem nosaltres per transformar-les en corrent continu.

Com que volem captar la radiació electromagnètica residual en un camp bastant ampli, hem d'amplificar el corrent rebut per la rectenna amb la finalitat de poder-la analitzar amb els components electrònics a bord. Per això, el nostre CanSat rep el subministrament elèctric d'una pila de 9v.

Tanmateix, la rectenna envoltarà el CanSat i mesurarem la seva productivitat tal i com ho hem especificat prèviament. Amb aquestes dades podrem veure si el rendiment general afirma o refuta la nostra hipòtesi. També, amb les dades de rendiment de la rectenna podríem confirmar l'existència de diferents densitats de radiofreqüències a diferents alçades.

2. Descripció del sistema

2.1. Esquema del funcionament

Per assolir les missions del CanSat hem decidit utilitzar Arduino Nano Every com el microcontrolador del sistema del CanSat, amb l'avantatge que ja tenim coneixements i experiència previs d'Arduino. Creiem que és adequat per aquest projecte, ja que dissenyar i crear dissenys amb l'Arduino és significativament més fàcil que amb altres microcontroladors. Cal destacar que hem seleccionat el microcontrolador Arduino Nano Every; que al ser un Arduino de la sèrie Nano, té l'avantatge de tenir una mida més reduïda, consumeix menys corrent, està basat en un processador més potent que altres models: l'ATMega4809, i finalment, té l'avantatge de tenir més memòria Flash (48 kB) i SRAM (6 kB), indispensables per al nostre projecte.

Complirem la missió primària amb el sensor BMP 280, que ens permet completar les dues mesures de dades de la missió primària amb un sol mòdul, amb una precisió de temperatura de $\pm 1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ i $\pm 1\text{ hPa}$ a la mesura de pressió atmosfèrica.

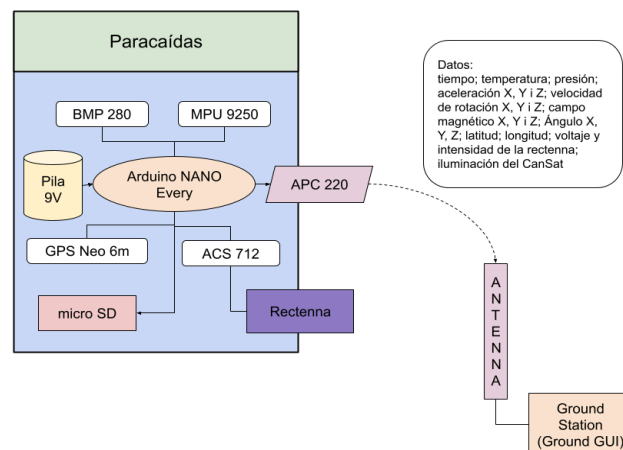
Per estudiar i distingir l'estat del CanSat quan és a l'aire (ascendint, baixant, aterrant) fem servir el mòdul MPU 9250, un mòdul que reuneix un acceleròmetre, un giroscopi i un magnetòmetre en un sol dispositiu. També, hem inclòs una fotoresistència LDR que mesura la il·luminació exterior del CanSat; així, podrem conèixer quan s'ha separat del coet propulsor. Així doncs, amb totes aquestes dades ens és possible conèixer l'orientació amb què poder generar un model 3D del CanSat a temps real i dibuixar la trajectòria del satèl·lit.

Per facilitar la recuperació del CanSat un cop aterrat, hem afegit un mòdul GPS NEO-6N per conèixer les coordenades del CanSat i un Buzzer que s'activa després de l'aterratge per poder reproduir sons, i així, poder trobar el CanSat. No obstant, el GPS estarà prenent dades durant tot el vol i d'aquesta manera podrem traçar la trajectòria aproximada del CanSat.

De moment, la rectenna encara està en desenvolupament, però ja tenim el sistema de comprovació de viabilitat. Ara bé, per comprovar si la rectenna aconsegueix generar corrent continua, mesurarem la intensitat de corrent elèctric generat amb el sensor ACS 712 i el voltatge amb el pin analògic d'Arduino.

Per a la radiocomunicació entre el CanSat i l'estació de terra utilitzarem el mòdul APC 220. Aquest és força comú en altres projectes de CanSat, perquè té un rang de freqüència de 420 MHz fins a 450 MHz.

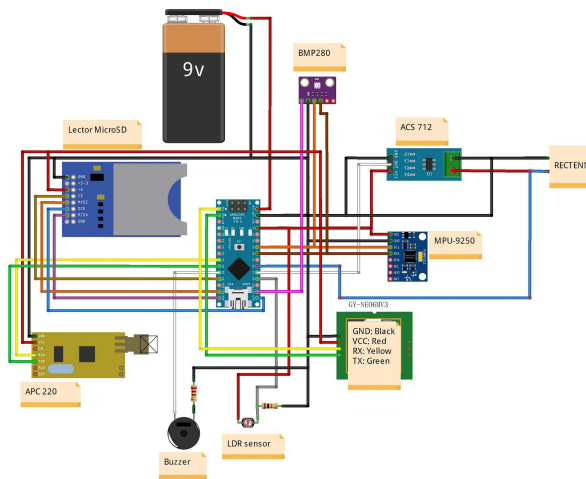
A més a més de la ràdio, també hem volgut escriure les dades en una targeta microSD, amb un lector de SD. Així doncs, tenim redundància a l'hora de rebre les dades, en el cas de pèrdua de connexió per ràdio.



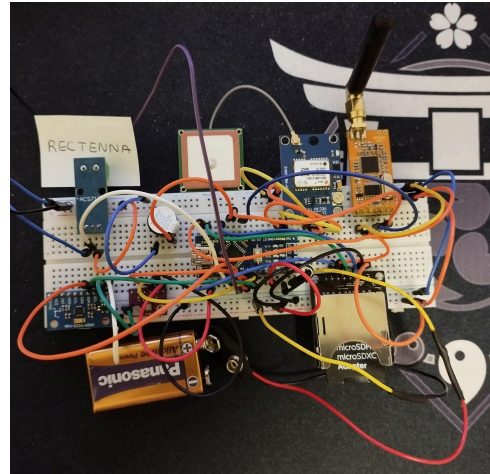
[Figura 1: esquema general del funcionament de CanSat]

2.2. Disseny elèctric

Durant el projecte hem estat duent a terme proves dels components elèctrics individualment, i la majoria d'ells funcionen correctament.



[Figura 2: esquema elèctric del CanSat editat en Fritzing]



[Figura 3: Foto de la protoboard amb el circuit que preveiem però sense fotoresistència.]

També, hem calculat el consum aproximat de tot el sistema en la següent taula. Tenint en compte que utilitzarem una pila de 9 V i 565 mAh, el CanSat podrà estar en funcionament durant 3,2 hores aproximadament.

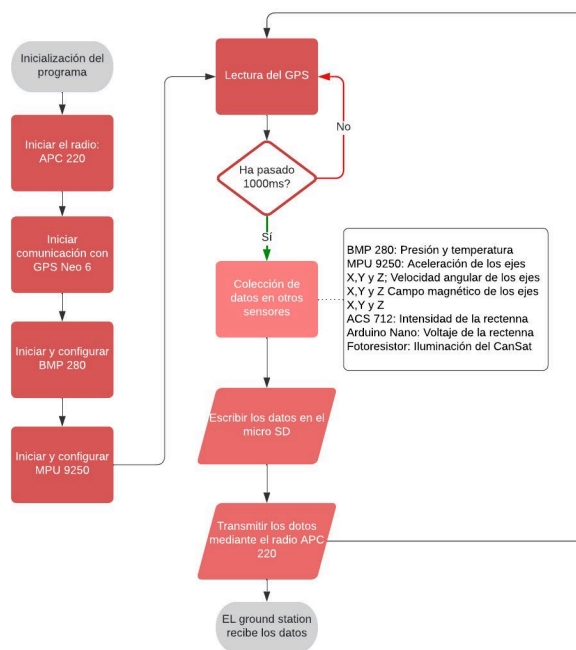
Components	Consum (mA)
Arduino Nano Every	24,7
BMP 280	$2,7 \mu\text{A} = 0,0027 \text{ mA}$
MPU 9250	3,7
GPS-NEO 6N	50
ACS 712	10
Lector MicroSD	50
APC 220	35
Buzzer	30 (No estarà en funcionament en la majoria de temps)
LDR	5
Total	178,4

2.3. Programació i control

El programa d'Arduino que tenim preparat per al CanSat està escrit a C++ i conté les següents funcions:

- Recollir dades pels sensors (temperatura, pressió, acceleració, velocitat angular de gir, camp magnètic, intensitat i voltatge de la rectenna, etc.).
- Càlcul de Yaw, Pitch, Roll mitjançant la llibreria de MPU9250.
- Transmissió de dades per segon a l'estació de terra.
- Còpia de seguretat de les dades que van escrivint cada segon.

- Sistema de recuperació (Buzzer i GPS).



[Figura 4: diagrama de flux del programa de l'Arduino]

Hem utilitzat el programari Git per al control de versions dels programes. Tots els codis que hem fet servir estan penjats al repositori de [Lunatics CanSat](#) de la plataforma GitHub com un mètode de treball col·laboratiu i seguiment de versions. I per ser el més professional possible, l'anglès ha estat el llenguatge dels codis.

2.4. Disseny de la carcassa

El disseny consta de quatre compartiments separats units per quatre barres roscades que brinden suport estructural, aquestes barres estan unides al cos del CanSat mitjançant insercions roscades en les etapes superior i inferior. La resta d'etapes estan subjectades amb femelles de seguretat i volanderes.

Per complir la missió secundària, a l'exterior hi podem trobar sis panells col·locats de forma radial amb un patró en espiral. Al contrari del que podria semblar, aquests no tenen rellevància estructural, sinó que solament serveixen de guia per al fil de coure que fa de rectenna.

La bateria i la majoria dels components estan ubicats a la part inferior, d'aquesta forma s'aconsegueix que el centre de gravetat sigui el més baix possible facilitant la seva estabilitat durant el descens.

Pel que fa al descens, l'etapa superior, on es troba el paracaigudes i el GPS, consta de vuit punts radials d'ancoratge de paracaigudes. Així, s'assoleix una connexió més robusta.

2.5. Paracaigudes

El paracaigudes està preparat per a aguantar perfectament el CanSat i reduir la seva velocitat de caiguda a uns 8 m/s. Consta d'una superfície hexagonal de 0,15 m² fabricada

amb el plàstic d'una bossa de residus, i els seus fils, són filaments de pesca aguantats al paracaigudes amb cinta adhesiva i lligats a un forat.

Proves

Hem llançat el paracaigudes un total de nou vegades des del terrat d'un edifici de 7,5 metres d'alçada. En les quatre últimes proves que hem realitzat, hem recreat les següents condicions: A la primera, l'hem deixat caure fent-hi força cap endavant. El paracaigudes no es va obrir fins a la meitat del recorregut, i gairebé no va frenar la caiguda. En canvi, a la segona vegada, el paracaigudes es va obrir 1 segon més tard d'assolir l'altura màxima. Així doncs, l'acceleració va disminuint molt més i ha trigat 6 segons més que a les altres vegades. En el tercer llançament, vam deixar caure el paracaigudes sense cap força addicional, però aquest, no es va desplegar, ja que es va enganxar amb un tros de cinta adhesiva.

El quart cop, el paracaigudes va ser llençat sense cap mena de força, en no tenir impuls addicional, el paracaigudes no es va obrir completament fins a instants abans de tocar el terra. Tanmateix, si haguessin disposat de més espai vertical, hauríem aconseguit realitzar un aterratge controlat.

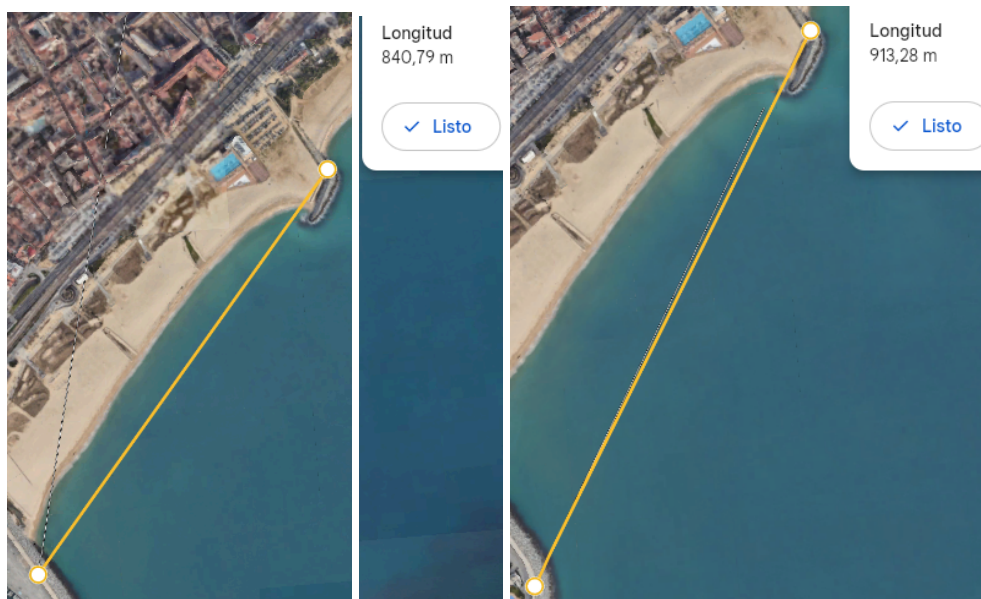
La prova de resistència de 50 N la vam fer penjant 5 kg al paracaigudes, col·locant aquest estès sobre una superfície conca, simulant un desplegament. El paracaigudes es va separar pels extrems més febles en penjar uns 3,7 kg, per això, comptem amb un recanvi al qual només se li han de lligar els fils amb un marge més generós, i una disposició de cinta de reforç més precisa. Aquest nou paracaigudes el sotmetrem a la mateixa prova, amb millor expectació que així la superi. Les dimensions romandran iguals.

2.6. Estació de terra

2.6.1. Antena

L'antena Yagi s'ha redissenyat per funcionar a una freqüència de 434 MHz (compta amb un marge des de 425 MHz fins a 469 MHz, aproximadament) amb una *Gain* de 9 dBd. Finalment, disposa de 4 directores i una longitud d'uns 70 cm.

Hem comprovat el seu abast, aquest cop ha superat l'abast de l'APC 220 (uns 650 m), que prèviament, ni aproximava.



[Figures 5,6 i 7: Posicions i distàncies on s'han dut a terme les proves de comunicacions]

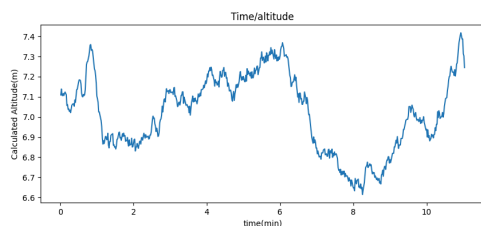
A partir del voltant dels 900 m hem començat a tenir interferències entre l'APC 220 del sistema de l'Arduino (que anirà en el CanSat) (Figura 5 i 6). En la figura 7 s'assenyala un punt on vam tenir senyal, però només vam rebre 1 dada.

2.6.2. Ground GUI i anàlisi de dades

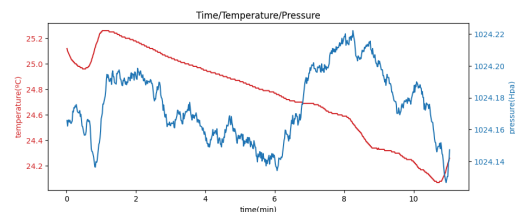
També estem desenvolupant un programa de Python per estació de terra amb la finalitat de poder monitorar les dades del CanSat més visualment. Es generarà una GUI (Graphical User Interface) que anirà actualitzant, en temps reals, segons les dades rebudes per la ràdio. De moment, només hem pogut realitzar funcions molt primitives i encara l'hem de millorar i polir, com per exemple, afegir gràfiques i model 3D del CanSat. Després d'acabar el programa la penjarem en el repositori del [GitHub](#).

Per tal de fer més fàcil i ràpid el procés d'anàlisi de dades hem desenvolupat un programa amb Python i la llibreria Pandas. Aquest recopila totes les dades de la targeta SD o els rebuts per telemetria, calcula l'altitud estimada amb la fórmula baromètrica i mostra gràfics amb la temperatura, pressió atmosfèrica i altitud calculada en vers al temps, a més de mostrar termes estadístics com la mitjana i els valors màxims i mínims.

Ens agradaria comentar una prova que vam realitzar, però que a causa d'un error de codi ja arreglat del SD, no en vam obtenir resultats. Consistia en pujar a una muntanya, en aquest cas, el turó de ca l'Amar d'Arenys de Munt (416 m), i mirar com l'altitud variava i si aquesta coincidia amb la del turó.



[Figura 8: Gràfic que relaciona l'altitud calculada amb el temps (prova estàtica)]



[Figura 9: Gràfica que representa la temperatura i la pressió en vers el temps]

3. Llistat de components

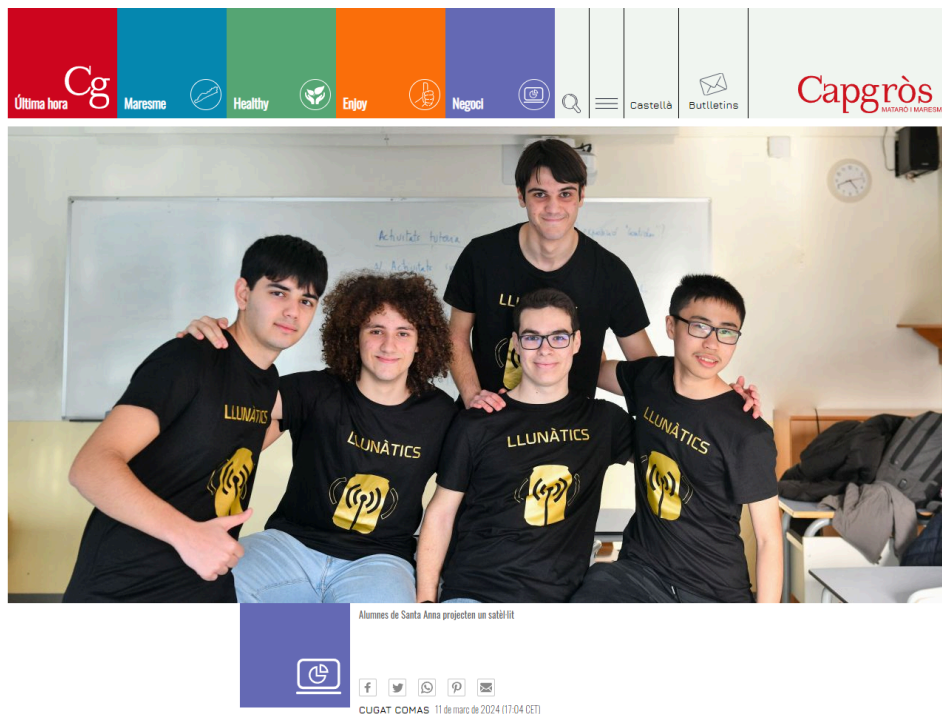
BMP 280
APC 220
Arduino Nano Every
Pila 9 V
MPU 9250
GPS-NEO 6N
ACS 712
Lector MicroSD
Buzzer
LDR

4. Valoració impacte mediàtic

Per la part de difusió del nostre projecte, hem creat una web pròpia, ens hem donat a conèixer en xarxes socials com Twitter (X), Instagram i TikTok, i hem contactat amb la revista mataronina “El Capgròs”, que ens va concedir una entrevista, i un article a la publicació mensual de març.

Arran de l’entrevista de la revista “El capgròs” hem obtingut una gran difusió del projecte a escala comarcal. Al nostre institut se n’ha assabentat gairebé tothom, en part, gràcies a professors que n’han fet difusió a les seves respectives classes de l’article publicat al “El capgròs”. Això, pot explicar l’augment de seguidors en poc temps a les xarxes socials com per exemple a Instagram.

Tanmateix, ens han contactat des de l'escola Vista Alegre per anar a fer una xerrada sobre el projecte a una classe de 5è de primària. I també, TV Mataró ens va contactar per concertar una entrevista que en data de redacció d'aquest informe ja s'ha dut a terme. A més a més, amb l'ús de la xarxa social: TikTok, hem pogut anar més enllà del nostre entorn proper publicant vídeos amb més de 1000 visualitzacions fent-nos veure per gent de tot arreu.



Un satèl·lit mataroní en òrbita... fet per nanos de 16 anys!

[Figura 10: Article de la revista "Capgròs"]

5. Funcionalitat

- Vídeo de funcionalitat: <https://youtu.be/Gnf9duqFM0w>

Concepte	Pendent	En procés	En funcionament
Lectura sensors missió primària			X
Lectura sensors missió secundària		X	
Transmissió de dades (Ràdio)			X
Guardar dades a targeta SD			X
Integració mecànica		X	

Paracaigudes			X
Sistema d'alimentació			X
Senyalització (Brunzidor)		X	
Rectenna		X	

4. Annexes

Tots els documents amb relació al disseny 3D o electrònic els podreu trobar en el nostre repositori de GitHub: https://github.com/LlunaticsCansat/Llunatics_CanSat

Per informació sobre XXSS, del nostre equip o del projecte podeu consultar la nostra pàgina web www.llunatics.cat

El vídeo de funcionalitat el podeu trobar aquí: <https://youtu.be/Gnf9duqFM0w>