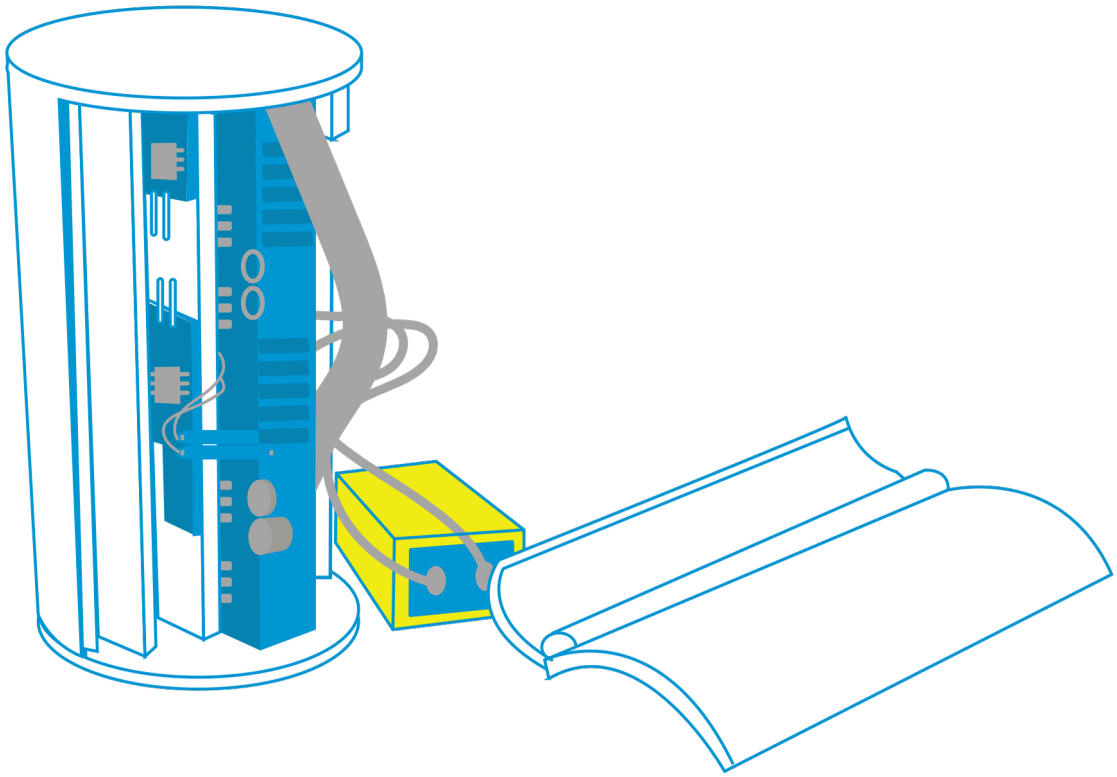
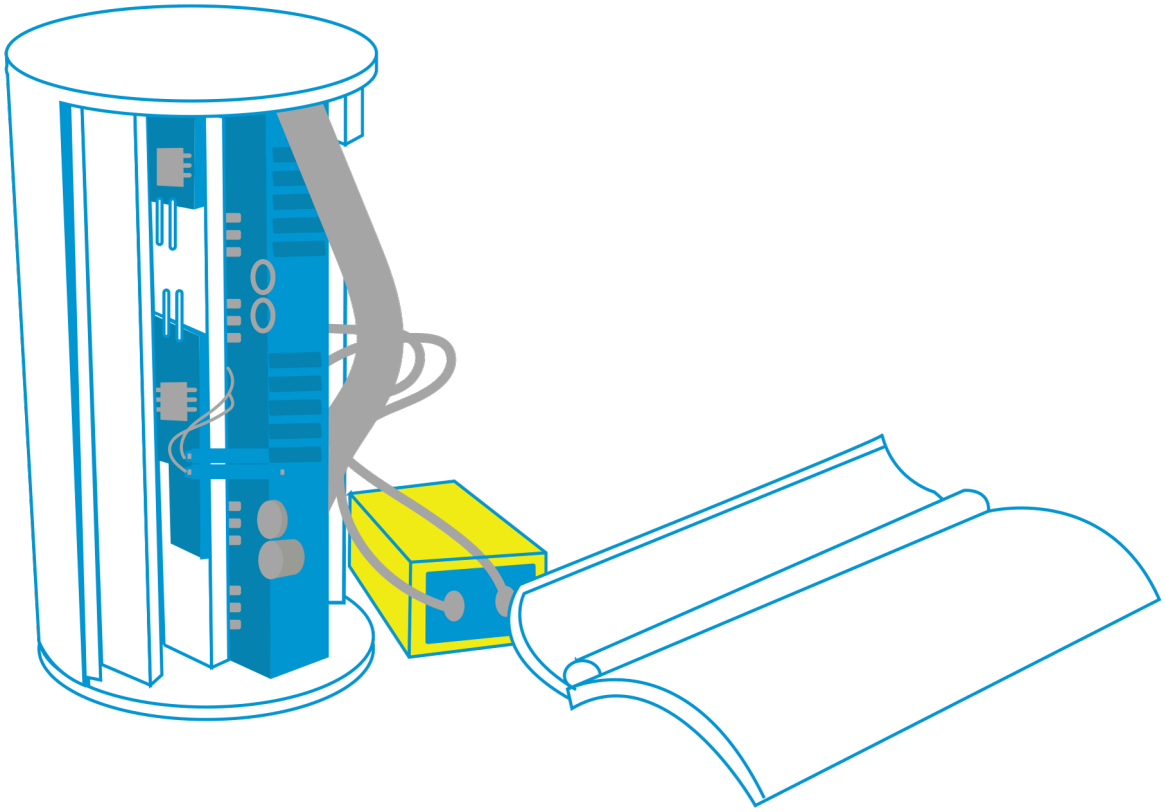
să învățăm prin spațiu

→ PRIMII PAȘI CU CANSAT

Ghid pentru misiunea primară





Pe scurt page 3
Prezentarea generală a activităților page 4
Introducere page 5

Activitatea 1 – Componentele de bază page 6
Activitatea 2 – Noțiuni de bază de electronică page 6
Activitatea 3 – Comunicarea cu CanSat-ul page 7
Activitatea 4 – Asamblarea CanSat-ului page 7

Fișe de activitate pentru elevi page 8

Linkuri utile page 26

Să învățăm prin spațiu – Introducere în CanSat |T08

www.esa.int/education

Biroul pentru Educație al ESA așteaptă cu interes opiniile și sugestiile dumneavoastră:
cansat@esa.int

Material educațional realizat de ESA în colaborare cu ESERO Irlanda și ESERO Belgia.

Traducere și adaptare în limba română: ESERO România

Copyright 2017 © Agenția Spațială Europeană

→ PRIMII PAȘI CU CANSAT

GHID PENTRU MISIUNEA PRIMARĂ

INFORMAȚII GENERALE

Vârsta recomandată: 14–20 de ani

Discipline: Electronică, Programare, Matematică
Nivel de dificultate: mediu

Durata activității: 90 de minute

Metodologie: învățare bazată pe proiecte

Resurse suplimentare: Meet Arduino!, Comunicații radio, Proiectarea parașutei

Cuvinte-cheie: senzori, rezistor, comunicații radio, protocoale de comunicație, lipire, CanSat

Pe scurt

Acest modul prezintă principalele elemente ale misiunii primare CanSat. În cadrul acesteia, echipele trebuie să măsoare temperatura și presiunea atmosferică și să transmită datele către stația de la sol.
Elevii vor descoperi diferențele dintre tipurile de senzori pe care îi pot utiliza și vor înțelege provocările pe care le presupune realizarea misiunii primare.
Modulul face parte dintr-o serie de resurse concepute pentru a sprijini echipele pe parcursul întregii misiuni CanSat.

Elevii vor învăța:

- Cunoștințele de bază necesare pentru asamblarea unui CanSat și realizarea misiunii primare
- Principiul de funcționare al senzorilor: termistorul și senzorul de presiune atmosferică
- Noțiuni de bază de electronică: legea lui Ohm
- Colectarea datelor de la un senzor rezistiv, utilizând un circuit divizor de tensiune
- Realizarea conexiunilor prin lipire

→ Prezentarea generală a activităților

Prezentarea generală a activităților					
Nr.	Titlu	Descriere	Rezultate ale învățării	Cerințe	Durată
1	Componen-tele de bază	Elevilor le sunt prezentate toate componentele esențiale ale unui CanSat.	Elevii vor putea să aleagă senzorii cei mai potriviți pentru un CanSat și să își argumenteze alegerea.	Nu sunt necesare cunoștințe prealabile.	30 min
2	Noțiuni de bază de electronică	Elevii aplică legea lui Ohm în cazul rezistoarelor și al unui circuit divizor de tensiune.	Elevii vor înțelege principiul de funcționare al senzorilor rezistivi și rolul acestora într-un CanSat.	Activitățile anterioare	15 min
3	Comunicarea cu CanSat-ul	Activitatea prezintă modul în care un CanSat comunică cu stația de la sol, precum și protocoalele de comunicație utilizate între componentele electronice.	Elevii vor învăța noțiunile de bază ale comunicațiilor fără fir și modul în care componentele unui circuit comunică între ele.	Activitățile anterioare	20 min
4	Asamblarea CanSat-ului	Activitatea sintetizează etapele asamblării unui CanSat: montarea componentelor, realizarea conexiunilor prin lipire, alimentarea cu energie și carcasa.	Elevii vor înțelege importanța unei tehnici corecte de lipire și vor putea selecta componentele necesare pentru realizarea misiunii primare.	Activitățile anterioare	25 min

Introducere

Competiția CanSat cuprinde două provocări principale: misiunea primară și misiunea secundară. În cadrul misiunii primare, echipele trebuie să utilizeze CanSat-ul pentru a măsura temperatura aerului și presiunea atmosferică și să transmită datele către stația de la sol.
Misiunea secundară este o provocare deschisă, în cadrul căreia fiecare echipă trebuie să își proiecteze propria investigație, utilizând CanSat-ul.
Pentru a realiza cu succes misiunea primară, echipele trebuie să înțeleagă noțiunile de bază de electronică și modul în care pot utiliza senzorii pentru măsurarea temperaturii și a presiunii atmosferice. Obiectivul principal al acestui ghid este de a oferi cunoștințele de bază necesare în acest scop.
Parcurgând această resursă și identificând componentele necesare pentru realizarea misiunii primare, echipa voastră va avea informațiile necesare pentru a face primii pași în competiția ESA CanSat!

CanSat Misiunea Primară

Echipa trebuie să construiască și să programeze un CanSat care să îndeplinească misiunea primară obligatorie.

După lansare, în timpul coborârii, CanSat-ul trebuie să măsoare:

- **temperatura aerului**;
- **presiunea atmosferică**.

Datele obținute trebuie transmise prin telemetrie către stația de la sol, cu o frecvență de cel puțin o transmisie pe secundă.

În varianta finală a CanSat-ului, sistemul de măsurare va face parte, cel mai probabil, dintr-un ansamblu electronic mai complex, care va include și componentele necesare misiunii secundare.
Pentru început, este recomandat să realizați circuitele pe o placă de prototipare (breadboard), care permite conectarea componentelor fără lipire. După ce verificați că atât circuitul, cât și programul funcționează corect, componentele pot fi lipite pe placa pentru senzori (Arduino shield).
La finalul acestei resurse veți găsi mai multe linkuri către furnizori de la care pot fi achiziționate componentele prezentate în activități.

Activitatea 1: Componentele de bază

Această activitate le oferă elevilor o imagine de ansamblu asupra principalelor componente necesare pentru realizarea misiunii primare CanSat. Analizând diferitele variante disponibile pentru fiecare componentă, elevii vor înțelege mai bine cum funcționează împreună elementele unui CanSat și ce presupune realizarea unei astfel de misiuni.

Exercițiul 1

1. Ce alte probleme pot apărea atunci când măsurăm temperatura aerului cu ajutorul unui termistor?

Atunci când un curent electric trece printr-un rezistor, acesta degajă căldură. În consecință, temperatura măsurată poate fi mai mare decât temperatura reală a mediului ambiant, din cauza fenomenului de autoîncălzire a rezistorului.

Acest efect poate deveni și mai important dacă senzorul de temperatură este amplasat în apropierea unor componente electronice care degajă, la rândul lor, căldură, cum ar fi procesorul (CPU).

Exercițiul 2

Elevii trebuie să completeze un tabel cu informații despre diferiți senzori, inclusiv BMP280. Încurajați-i să se documenteze individual, utilizând, de exemplu, surse online și fișele tehnice ale componentelor.

Elevii pot analiza diferite tipuri de senzori, precum cei de presiune sau de temperatură, dar și modele diferite din aceeași categorie, comparând, de exemplu, caracteristicile a doi senzori de temperatură.

Activitatea 2 – Noțiuni de bază de electronică

Acum că elevii cunosc principalele componente necesare pentru realizarea misiunii primare CanSat, pot aprofunda modul în care acestea funcționează. Activitatea introduce legea lui Ohm și prezintă modul de determinare a rezistenței unui rezistor, precum și principiul de funcționare și realizarea unui circuit divizor de tensiune.

Exercițiu

1. Care este valoarea rezistenței electrice a rezistorului din imaginea de mai jos?

Conform tabelului, valoarea rezistenței este: 15 × 100 Ω = 1500 Ω.

Exercițiu bonus

În acest exercițiu, elevii își vor utiliza cunoștințele de matematică pentru a transforma și combina cele două ecuații de mai jos, astfel încât să obțină o expresie pentru V_{out}.

$$V_{in} = I(R1+R2) \quad \text{și} \quad V_{out} = I(R2)$$

Primul pas este să exprimăm intensitatea curentului electric, **I,** din fiecare dintre cele două ecuații:

$$I = \frac{V_{in}}{(R1+R2)} \quad \text{și} \quad I = \frac{V_{out}}{R2}$$

În continuare, putem înlocui intensitatea curentului, **I**, dintr-o ecuație cu expresia obținută din cealaltă ecuație, astfel:

$$\frac{Vin}{(R1+R2)} = \frac{V_{out}}{R2}$$

În final, putem rearanja ecuația pentru a exprima V_{out} înmulțind cu **R2** Obținem astfel:

$$V_{out} = \frac{V_{in}\,R2}{(R1+R2)}$$

Această ecuație ne permite să calculăm tensiunea de ieșire a unui circuit divizor de tensiune, dacă sunt cunoscute tensiunea de intrare și valorile celor două rezistențe. Acesta este principiul de funcționare care stă la baza multor tipuri de senzori.

Activitea 3: Comunicația cu CanSat-ul

Această activitate reunește noțiunile abordate anterior și introduce modul în care se realizează comunicarea cu un CanSat. În această etapă, elevii ar trebui să fie pregătiți să configureze componentele electronice necesare pentru misiunea primară, însă mai lipsește un element esențial: transmiterea datelor colectate de CanSat către stația de la sol.
Pentru a realiza acest lucru, este necesar să înțelegem cum comunică între ele componentele electronice și să analizăm dispozitivele care permit transmiterea și recepționarea datelor.

Activitatea 4 – Asamblarea CanSat-ului

În Activitatea 4, elevii învață cum să asambleze componentele necesare pentru realizarea misiunii primare CanSat, utilizând plăci pentru circuite și realizând conexiunile prin lipire.
Activitatea prezintă noțiunile de bază ale tehnicii de lipire, precum și măsurile de siguranță care trebuie respectate în timpul lucrului. De asemenea, sunt prezentate diferite modalități de alimentare cu energie a CanSat-ului și principalele aspecte care trebuie luate în considerare pentru alegerea unei soluții de alimentare adecvate.

Exercițiul 1

1. De ce sunt celulele solare o soluție preferată pentru alimentarea sateliților și de ce ar putea fi mai puțin potrivite pentru CanSat-ul vostru?

Sateliții rămân pe orbită perioade îndelungate și au nevoie de o sursă de energie care să poată funcționa pe termen lung. Energia solară reprezintă o soluție foarte potrivită în acest scop.
În cazul unui CanSat, însă, utilizarea celulelor solare prezintă mai multe dificultăți. În primul rând, restricțiile privind dimensiunile și masa CanSat-ului limitează suprafața disponibilă pentru instalarea unor panouri solare suficient de mari. În al doilea rând, atmosfera terestră absoarbe o parte din radiația solară, astfel încât panourile solare utilizate la nivelul solului produc mai puțină energie decât cele aflate pe orbită.

Exercițiul 2

Elevii trebuie să completeze un tabel în care să indice componentele alese, să își argumenteze alegerea și să propună o variantă de rezervă pentru fiecare dintre acestea.
Exercițiul final îi încurajează să analizeze avantajele și dezavantajele fiecărei componente și să își argumenteze decizia privind utilizarea acesteia în configurația CanSat-ului.

Discuție

Obiectivul principal al acestor activități este ca elevii să se familiarizeze cu principalele componente și tipuri de senzori care pot fi utilizați pentru construirea unui CanSat. Este important ca aceștia să înțeleagă că, pentru aceeași funcție, există mai multe tipuri de senzori, fiecare având avantaje și dezavantaje specifice. Pe baza acestor informații, elevii ar trebui să poată lua decizii argumentate privind alegerea componentelor potrivite pentru propriul CanSat.

Discuția de la finalul Activității 4 poate fi aprofundată, invitând elevii să analizeze dacă și-ar modifica unele dintre alegeri sau dacă ar opta pentru una dintre variantele de rezervă, ținând cont de faptul că toate componentele trebuie să funcționeze împreună, ca parte a unui sistem integrat.

De asemenea, trebuie luate în considerare și alte constrângeri, precum limitele de dimensiune și masă impuse în cadrul Competiției Europene CanSat, care pot necesita găsirea unor soluții de compromis. În această etapă, puteți reveni la obiectivele misiunii prezentate în regulamentul CanSat și puteți discuta cu elevii despre modul în care acestea trebuie prioritizate – de exemplu, între îndeplinirea misiunii primare obligatorii și realizarea obiectivelor stabilite de echipă pentru misiunea secundară.

→ PRIMII PAȘI CU CANSAT

GHID PENTRU MISIUNEA PRIMARĂ

→ Activitea 1: Componentele de bază

Introducere

Componentele esențiale pentru realizarea misiunii primare CanSat sunt distribuite între CanSat și stația de la sol. CanSat-ul va fi lansat cu ajutorul unei rachete, al unui balon,avion sau al unei drone, în timp ce stația de recepție va rămâne la sol. Aceasta este echipată cu o antenă prin intermediul căreia sunt recepționate datele transmise de CanSat.

Comoponentele CanSat:

- Un microprocesor sau un microcomputer adecvat (de exemplu, Arduino sau Raspberry Pi)
- Un senzor de temperatură (de exemplu, un termistor)
- Un senzor de presiune atmosferică (de exemplu, MPX4115A)
- Un emițător-receptor wireless (de exemplu, APC220, XBee sau LoRa)
- O antenă (de regulă, o antenă de un sfert de lungime de undă)
- O parașută sau un dispozitiv similar, care să asigure o coborâre controlată și o aterizare în siguranță
- O sursă de alimentare

Componentele stației de recepție de la sol:

- Un emițător-receptor wireless
- O antenă (de regulă, o antenă Yagi)
- Un microprocesor sau un microcomputer adecvat (de exemplu, Arduino, Raspberry Pi sau un laptop)

Cu excepția parașutei, toate componentele CanSat-ului trebuie să încapă, până în momentul lansării, într-un volum echivalent cu cel al unei doze de băutură de 330 ml (diametru maxim: 66 mm; înălțime maximă: 115 mm; masă: 300–350 g).
Modulul GPS și antena radio pot fi montate la exterior, în partea superioară sau inferioară a CanSat-ului, cu condiția respectării limitelor de dimensiune impuse.

Notă: Consultați regulamentul CanSat pentru toate cerințele pe care trebuie să le îndeplinească dispozitivul.

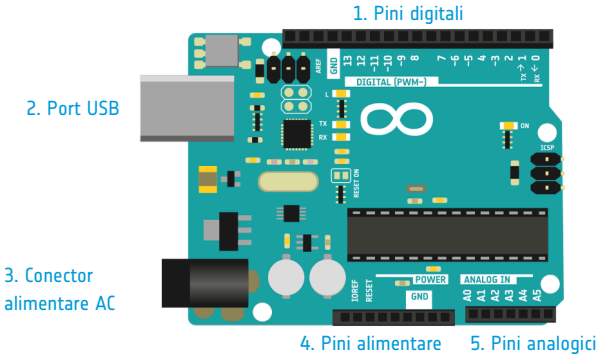
Microprocesoare și microcomputere

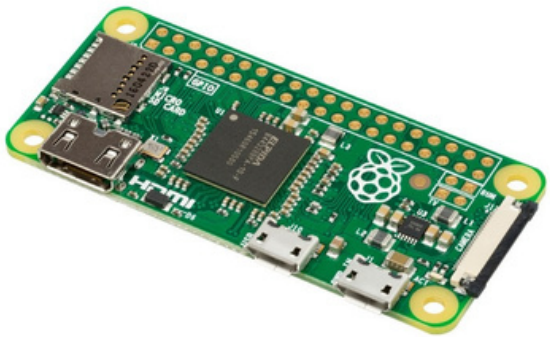
Microprocesoarele pot îndeplini o gamă largă de funcții. Spre deosebire de un microcomputer precum Raspberry Pi, un microprocesor trebuie inițial conectat la un computer pentru a fi programat și nu reprezintă, în sine, un sistem de calcul complet. O platformă foarte utilizată în astfel de proiecte este Arduino. După încărcarea programului și conectarea la o sursă de alimentare, placa Arduino poate funcționa independent de computer.

Raspberry Pi, în schimb, este un **microcomputer**. Placa integrează componentele necesare pentru a rula programe în mod autonom, inclusiv un procesor (CPU), ceea ce îi permite să ofere, în general, o putere de calcul mai mare decât o placă bazată pe un microcontroler. Raspberry Pi Zero este o versiune compactă și accesibilă, utilizată frecvent în proiectele CanSat.

Alegerea între o platformă de tip Arduino și un microcomputer precum Raspberry Pi vă aparține. Va trebui să țineți cont atât de compatibilitatea cu senzorii pe care intenționați să îi utilizați, cât și de limbajul de programare cu care sunteți cel mai familiarizați.
La finalul acestei resurse veți găsi linkuri către site-urile Arduino și Raspberry Pi, unde puteți afla mai multe despre cele două variante.

Mai jos sunt prezentate o placă Arduino Uno și un Raspberry Pi Zero, două dintre platformele utilizate frecvent în proiectele CanSat.





Placa Arduino Uno poate fi împărțită în cinci componente principale:

1. **Pini digitali** – Placa dispune de 13 pini configurați pentru semnale digitale*. Șase dintre aceștia (3, 5, 6, 9, 10 și 11) sunt pini PWM. Mai multe informații despre PWM sunt disponibile în resursa „Comunicarea prin radio”.
2. **Port USB** – utilizat pentru conectarea plăcii Arduino la un computer.
3. **Conector de alimentare** – permite alimentarea plăcii Arduino la o tensiune mai mare de 5 V.
4. **Pini de alimentare** – acești pini permit alimentarea componentelor conectate la placa Arduino cu tensiuni de până la 5 V.
5. **Pini analogici** – placa dispune de 6 pini configurați pentru semnale analogice*.

* În configurația implicită, acești pini sunt utilizați ca intrări, dar pot fi configurați și ca ieșiri. Pentru mai multe informații, consultați documentația Arduino privind pinii digitali. https://docs.arduino.cc/learn/microcontrollers/digital-pins/

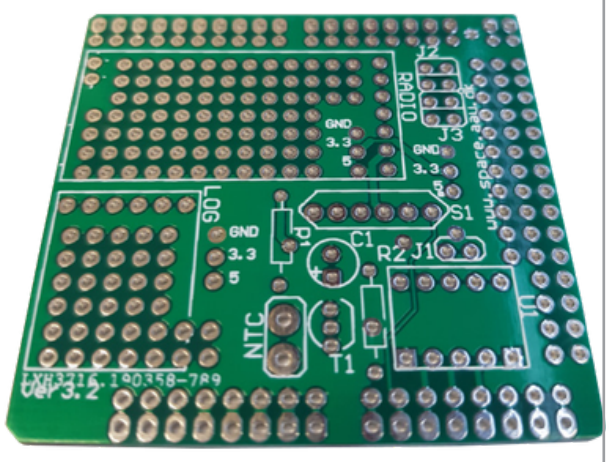
Placa de prototipare (breadboard)

În etapa în care vă familiarizați cu noțiunile de bază privind utilizarea plăcii Arduino și a senzorilor, este recomandat să folosiți o placă de prototipare (breadboard), care permite conectarea componentelor fără lipire. Astfel, eventualele erori de realizare a circuitului pot fi corectate cu ușurință.

O placă de prototipare este un dispozitiv simplu, utilizat pentru realizarea și testarea conexiunilor dintre componentele unui circuit electric.

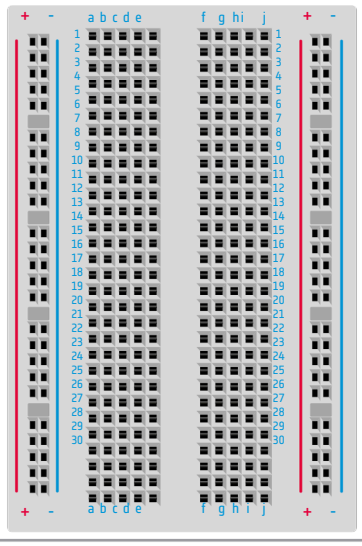
Notă: Consultați regulamentul CanSat pentru toate cerințele pe care trebuie să le respectați.

Figura A1



↑ Placă de prototipare pentru lipirea componentelor

Figura A2



↑ Placă de prototipare (breadboard) fără lipire

Pinii componentelor electronice pot fi introduși în orificiile de conectare ale plăcii. În zona centrală a plăcii, orificiile de pe același rând sunt conectate electric între ele. De exemplu, cei doi pini ai unui rezistor trebuie introduși în rânduri diferite; dacă sunt plasați pe același rând, cele două capete ale rezistorului vor fi conectate direct între ele.
Este foarte important să realizați o schiță a circuitului înainte de montarea componentelor și conectarea sursei de alimentare. O conexiune realizată incorect poate duce la deteriorarea componentelor.
Pe marginile plăcii, orificiile sunt conectate pe coloane, nu pe rânduri. Acestea sunt utilizate, de regulă, pentru conexiunile la masă (GND) și la tensiunea de alimentare, simplificând astfel realizarea circuitului.
Pentru asamblarea versiunii finale a CanSat-ului, va trebui să utilizați o placă de prototipare pe care componentele și conexiunile sunt fixate prin lipire. Acest proces va fi prezentat în Activitatea 4.

Senzorul de temperatură

Senzorii de temperatură pot fi împărțiți în trei categorii principale:

- termistori;
- senzori analogici;
- termocupluri.
-

Un termistor obișnuit, cu două terminale, este termistorul cu coeficient negativ de temperatură (NTC – Negative Temperature Coefficient). Principiul său de funcționare se bazează pe variația rezistenței electrice în funcție de temperatură. În cazul unui termistor NTC, pe măsură ce temperatura crește, rezistența electrică scade și invers.

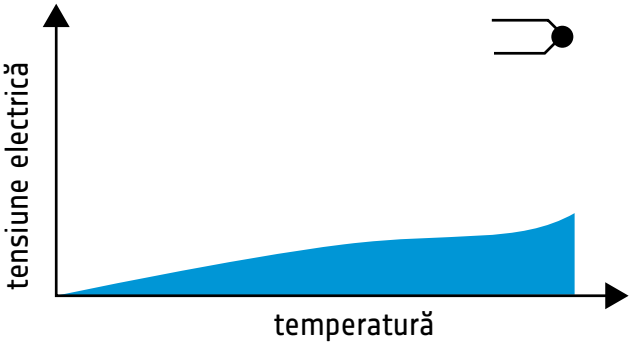
Variația rezistenței poate fi măsurată direct cu ajutorul unui multimetru. Pentru ca semnalul să poată fi citit de placa Arduino, variația rezistenței electrice trebuie însă transformată într-o variație a tensiunii. Vom vedea ulterior cum se realizează această conversie.

Senzorii analogici de temperatură sunt accesibili ca preț și nu necesită calibrare. Aceștia utilizează componente semiconductoare pentru determinarea temperaturii, în locul rezistoarelor a căror rezistență variază cu temperatura. Nu este necesar să aprofundăm aici principiile fizice care stau la baza funcționării acestor senzori, însă puteți consulta informațiile suplimentare indicate în resursă[1].
Termocuplurile măsoară temperatura pe baza efectului termoelectric care apare între două metale diferite, fenomen descoperit de Thomas Seebeck. Nici în acest caz nu este necesară aprofundarea principiilor fizice pentru realizarea activității, însă puteți consulta informațiile suplimentare indicate în resursă.

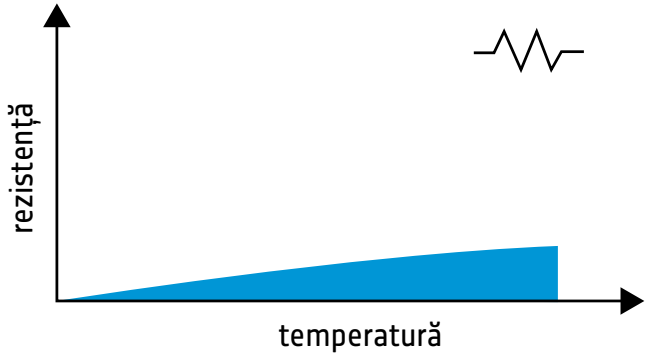
[1]You can find all the links at the end of this resource

Graficele prezintă modul în care temperatura influențează tensiunea și rezistența electrică în cazul celor trei tipuri de senzori de temperatură prezentați anterior.
O comparație mai detaliată între termistorii NTC și senzorii analogici de temperatură este disponibilă aici.

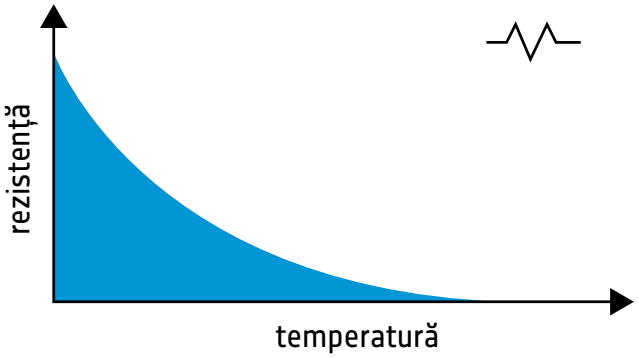
THERMOCUPLE



RTD



TERMISTOR



Atunci când alegeți senzorul pe care îl veți utiliza în CanSat, comparați specificațiile tehnice din fișele producătorilor. Senzorul ales trebuie să fie cât mai potrivit pentru obiectivele misiunii voastre.
De asemenea, trebuie să țineți cont de numărul de pini disponibili. De exemplu, o placă Arduino Uno dispune de mai mulți pini digitali decât analogici. În funcție de cerințele misiunii secundare, poate fi necesar să stabiliți cu atenție ce pini veți utiliza pentru fiecare componentă.

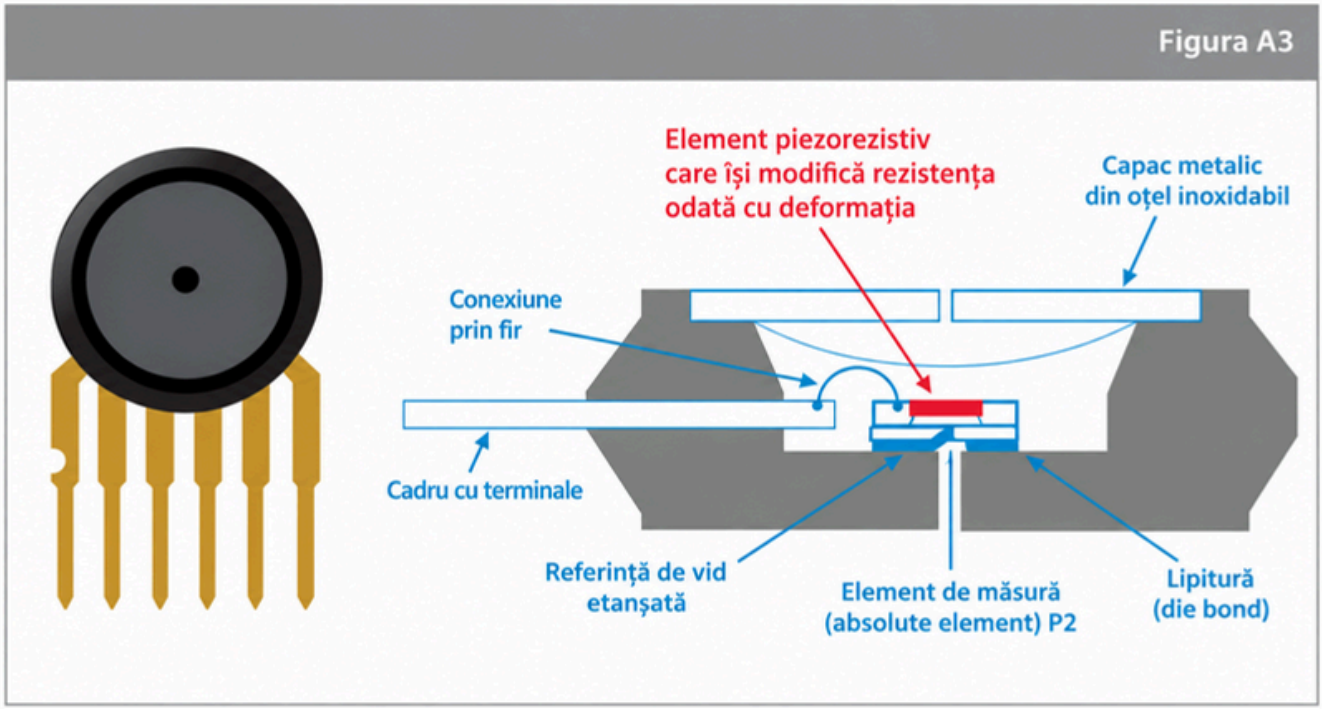
Exercițiu 1

1. Ce alte aspecte problematice pot apărea în utilizarea unui termistor pentru măsurarea temperaturii aerului?

Indiciu: Ce se produce atunci când un curent electric trece printr-un material, indiferent dacă acesta este rezistiv sau nu?

Senzor de presiune atmosferică

Senzorul de presiune atmosferică MPX4115A este o componentă cu șase terminale, dintre care doar trei sunt utilizate pentru efectuarea măsurătorilor. Acest tip de senzor este utilizat frecvent în proiectele CanSat.
Senzorul conține un mic element piezorezistiv care etanșează o cavitate. Dacă utilizați un alt tip de senzor, consultați fișa tehnică pusă la dispoziție de producător pentru informații suplimentare.



↑ Senzorul de presiune atmosferică MPX4115A și o reprezentare schematică a structurii interne a senzorului, în care sunt evidențiate elementele piezorezistive

Dar... ce este un piezorezistor?

Un piezorezistor este un rezistor a cărui rezistență electrică se modifică atunci când este supus unei deformări mecanice, de exemplu prin întindere sau îndoire. Atunci când presiunea atmosferică se modifică, piezorezistorul se deformează ușor. Această deformare produce o solicitare mecanică a materialului, determinând modificarea rezistenței sale electrice.
În cazul senzorului MPX4115A, variația rezistenței este convertită în tensiune electrică chiar în interiorul senzorului. Semnalul de tensiune rezultat poate fi apoi transmis către placa Arduino pentru a fi citit și prelucrat.
Există numeroase tipuri de senzori de presiune. Deși MPX4115A este unul dintre modelele utilizate frecvent, acesta nu este neapărat cea mai potrivită alegere pentru proiectul vostru.

Alți senzori



O alternativă foarte utilizată la senzorii de temperatură și presiune prezentați anterior este senzorul digital BMP280. Acesta integrează într-o singură componentă un senzor de presiune și un senzor de temperatură, fiind astfel o soluție potrivită pentru realizarea misiunii primare CanSat.

Senzorul BMP280 are dimensiuni reduse și un cost scăzut. Prin urmare, permite realizarea misiunii primare utilizând doar o mică parte din spațiul și bugetul disponibile pentru CanSat, lăsând mai multe resurse pentru dezvoltarea unei misiuni secundare mai complexe.

În mod obișnuit, senzorul poate realiza măsurători cu o precizie de aproximativ 1 hPa pentru presiune și 1 °C pentru temperatură. Un alt avantaj important al utilizării unui senzor atât de răspândit este numărul mare de resurse și informații disponibile, care pot fi utile pentru rezolvarea eventualelor probleme.

Senzorul de temperatură al modulului BMP280 se află în apropierea altor componente electronice prin care circulă curent electric. După cum ați văzut, componentele străbătute de curent au o anumită rezistență electrică și, în consecință, degajă căldură. Din acest motiv, temperatura indicată de senzor poate fi mai mare decât temperatura reală a mediului ambiant, iar acest efect trebuie luat în considerare atunci când interpretați măsurătorile.

Aspecte importante de luat în considerare la alegerea unui senzor:

Sensibilitate: care este cea mai mică variație pe care o poate detecta senzorul?

Timp de răspuns: cât de repede reacționează senzorul la modificarea condițiilor de mediu?

Liniaritate: răspunsul senzorului este liniar în domeniul de valori necesar pentru efectuarea măsurătorilor?

Domeniu de măsurare: care sunt valorile minimă și maximă pe care le poate măsura senzorul?

Histerezis: pentru aceleași condiții de mediu, senzorul furnizează aceeași valoare la ieșire? De exemplu, un senzor de temperatură va indica aceeași valoare la o anumită temperatură, indiferent dacă aceasta a fost atinsă prin creșterea sau scăderea temperaturii? Este posibil să fi întâlnit deja acest fenomen atunci când ați studiat magnetismul.

Exercițiul 2

Consultați fișele tehnice ale senzorului BMP280, ale unui senzor de presiune (de exemplu, MPX4115A) și ale unui senzor de temperatură (de exemplu, un termistor) și notați în tabelul de mai jos caracteristicile acestora. Cele două coloane libere pot fi utilizate pentru a adăuga și compara alți senzori.

	MPX4115A	BMP280	Termistor		
Domeniu de funcționare					
Precizie					
Timp de răspuns					
Cost					
Putere necesară					

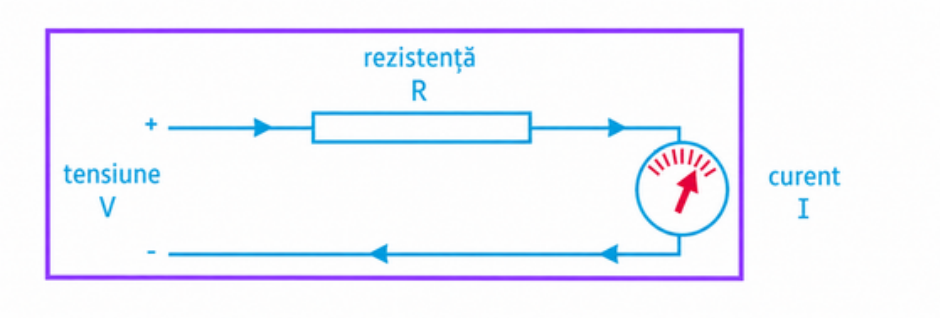
→ Activitatea 2: Noțiuni de bază de electronică

Introducere

Acum că v-ați familiarizat cu diferitele tipuri de componente care pot fi utilizate pentru misiunea primară, vom analiza modul în care funcționează acestea. În secțiunea următoare sunt prezentate ecuațiile fundamentale utilizate în electronică, pe care se bazează funcționarea senzorilor.

Tensiunea și intensitatea curentului electric: legea lui Ohm

Înainte de a începe misiunea primară, este important să înțelegeți câteva concepte fundamentale ale electricității. Legea lui Ohm descrie relația dintre principalele mărimi caracteristice unui circuit electric: tensiunea, intensitatea curentului electric și rezistența electrică.
În materialele bune conductoare de electricitate, precum cuprul, aurul sau argintul, electronii se pot deplasa cu ușurință. Tensiunea electrică (**V**) furnizează energia potențială necesară pentru deplasarea electronilor prin circuit, iar fluxul acestora este descris prin intensitatea curentului electric(**I**).
Legea lui Ohm ne permite să determinăm intensitatea curentului **(I)** care trece printr-un rezistor cu rezistența \(R\) atunci când circuitului i se aplică o tensiune (**V**), așa cum este ilustrat în schema de mai jos.



Legea lui Ohm::

$$V = IR$$

pe care o putem rearanja astfel:

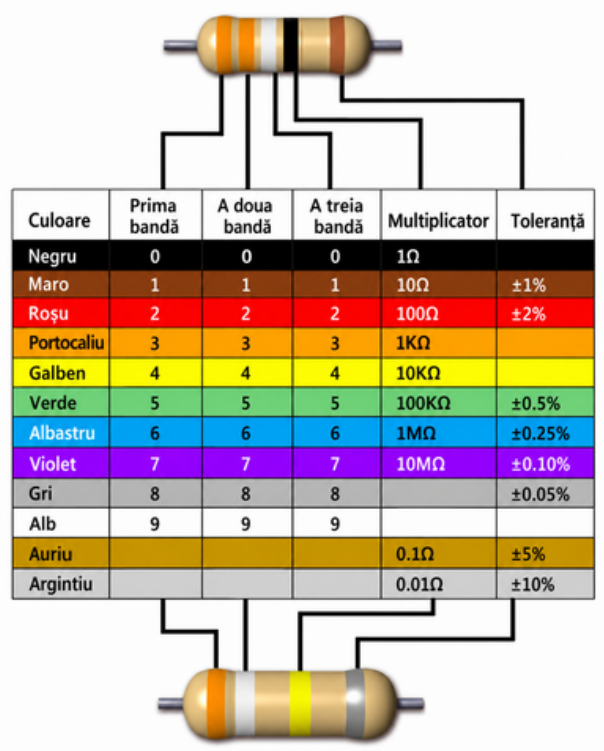
$$I = \frac{V}{R}$$

Prin urmare, dacă tensiunea aplicată circuitului rămâne constantă, putem modifica intensitatea curentului electric prin modificarea rezistenței electrice.

Resistori

Rezistoarele sunt componente esențiale în orice configurație CanSat. Am prezentat deja un tip special de rezistor: termistorul. Rezistoarele obișnuite nu sunt utilizate pentru efectuarea măsurătorilor, însă permit controlarea tensiunii și a intensității curentului electric care trece prin componentele circuitului.
Valoarea rezistenței electrice, măsurată în ohmi (Ω), trebuie aleasă în funcție de circuit și de componentele utilizate. Dar cum putem determina valoarea unui rezistor? De exemplu, într-un circuit cu un termistor poate fi utilizat un rezistor de 220 kΩ, în timp ce pentru un LED poate fi necesar un rezistor de 10 kΩ. Dacă valoarea rezistenței nu este aleasă corespunzător, circuitul poate să nu funcționeze conform așteptărilor.
O soluție simplă este utilizarea unui ohmmetru, care permite măsurarea directă a rezistenței electrice. Valoarea rezistenței poate fi însă determinată și cu ajutorul codului de culori reprezentat prin benzile de pe corpul rezistorului.

Graficul de mai jos prezintă modul în care se determină valoarea rezistenței electrice pentru rezistoarele cu 4 sau 5 benzi colorate. Banda corespunzătoare toleranței indică abaterea posibilă a valorii reale a rezistenței față de valoarea nominală indicată de codul de culori.



Culoare	Prima bandă	A doua bandă	A treia bandă	Multiplicator	Toleranță
Negru	0	0	0	1Ω	
Maro	1	1	1	10Ω	±1%
Roșu	2	2	2	100Ω	±2%
Portocaliu	3	3	3	1KΩ	
Galben	4	4	4	10KΩ	
Verde	5	5	5	100KΩ	±0.5%
Albastru	6	6	6	1MΩ	±0.25%
Violet	7	7	7	10MΩ	±0.10%
Gri	8	8	8		±0.05%
Alb	9	9	9		
Auriu				0.1Ω	±5%
Argintiu				0.01Ω	±10%

De exemplu, cele două rezistoare din imagine au valori ale rezistenței de 339 Ω ±1% (sus) și 390.000 Ω (390 kΩ) ±10% (jos).

Exercițiu

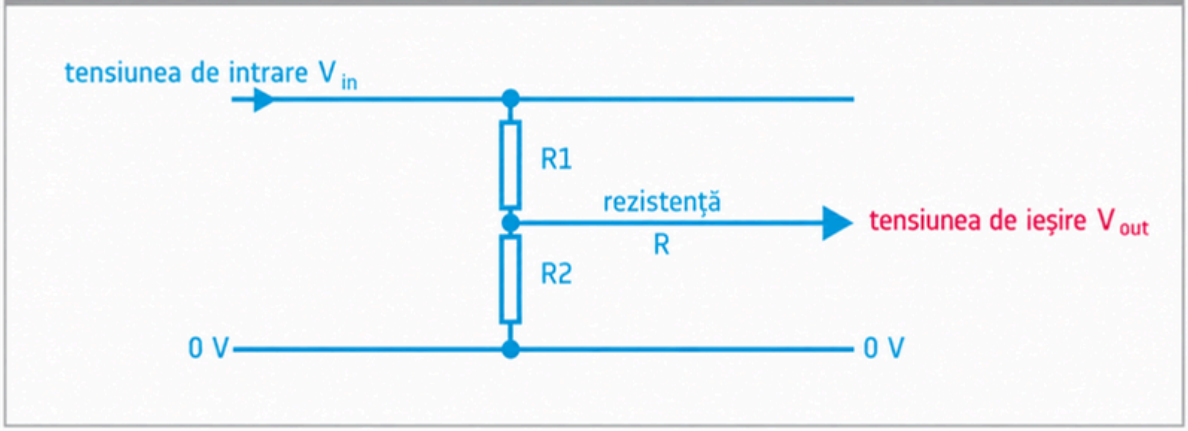
1) Care este valoarea rezistenței electrice a rezistorului din imaginea de mai jos?



Circuitul divizor de tensiune

În cazul multor senzori, rezistența electrică variază în funcție de mărimea fizică măsurată. De exemplu, rezistența unui termistor se modifică odată cu temperatura mediului ambiant.
Placa Arduino nu poate măsura direct variația rezistenței electrice, ci poate măsura variații ale tensiunii. Prin urmare, pentru ca informațiile furnizate de termistor despre temperatură să poată fi citite de Arduino, variația rezistenței trebuie transformată într-o variație a tensiunii electrice. În acest scop se utilizează un circuit divizor de tensiune.
Dacă unul dintre rezistoarele circuitului are o valoare fixă, variația tensiunii măsurate la ieșire (Vout) va fi determinată de variația rezistenței termistorului. Creșterea sau scăderea tensiunii poate fi apoi corelată cu o creștere sau o scădere a temperaturii, utilizând o funcție de transfer.
Funcția de transfer este o ecuație care exprimă relația dintre tensiunea măsurată și temperatură. Pentru a determina această funcție, trebuie mai întâi să analizăm circuitul și, în final, să exprimăm temperatura în funcție de tensiune.
Consultați întotdeauna fișa tehnică a senzorului utilizat, pentru a obține toate informațiile necesare determinării funcției de transfer.

Figura A4



↑Diagrama unui circuit divizor de tensiune

În acest circuit, R1 sau R2 poate fi înlocuit cu un termistor.

Exercițiu bonus

Curentul electric (I) care trece prin rezistoarele **R1** și **R2** poate fi calculat folosind legea lui Ohm (**V = I R**). Combinați și rearanjați ecuațiile de mai jos pentru a obține o ecuație finală pentru V_{out}.

Dacă:

$$V_{in} = I\,(R1 + R2) \quad \text{și} \quad V_{out} = I\,(R2)$$

$$I = _____ \quad \text{și} \quad I = _____$$

Apoi putem combina ecuațiile pentru a elimina I:

$$=$$

Dar vrem să știm cum depinde V_{out} de ceilalți parametri, așa că rearanjarea ecuației ne dă:

$$V_{out} = _____$$

Cum V_{in} este fixă (împreună cu R1), putem transforma o **rezistență variabilă (R2)** într-o **tensiune variabilă** folosind circuitul divizor de tensiune.

Sfat: un curent electric care trece printr-un material generează căldură (de exemplu, în materialul termistorului), iar acest lucru îi modifică rezistența electrică. Pentru a minimiza efectul de autoîncălzire, este o idee bună să porniți circuitul doar înainte de a face o măsurătoare. Realizați măsurătoarea rapid, apoi opriți din nou circuitul. Astfel se reduce timpul în care trece curentul și se produce mai puțină căldură.

→ Activitatea 3: Comunicarea cu CanSat-ul

Introducere

În această etapă, ar trebui să fiți pregătiți să configurați componentele electronice necesare pentru realizarea misiunii primare, însă mai lipsește un element esențial: datele colectate de CanSat trebuie transmise către stația de la sol. Pentru a realiza acest lucru, vom analiza componentele care permit transmiterea datelor și modul în care componentele electronice comunică între ele.

Emițătoare-receptoare (module radio)

Știm deja cum putem utiliza o placă Arduino și senzori pentru a colecta date despre temperatură și presiunea atmosferică. Dar cum putem primi informațiile colectate de CanSat?
O posibilitate ar fi să stocăm datele la bord și să le recuperăm după găsirea CanSat-ului. În cadrul misiunii primare, însă, CanSat-ul trebuie să transmită date către stația de la sol cel puțin o dată pe secundă. Această cerință are două motive. În primul rând, reproduce într-o formă simplificată modul de funcționare al unei misiuni reale cu sateliți. În al doilea rând, condițiile unei lansări nu pot fi controlate în totalitate și, în unele situații, recuperarea CanSat-ului poate să nu fie posibilă. Prin transmiterea datelor în timpul zborului, veți putea realiza analiza rezultatelor chiar dacă dispozitivul nu este recuperat.

Pentru transmiterea informațiilor între CanSat și stația de la sol se utilizează emițătoare-receptoare wireless (module radio). Acestea funcționează în perechi, într-un mod asemănător stațiilor radio portabile (walkie-talkie). Atât CanSat-ul, cât și stația de la sol sunt echipate cu câte o antenă. Antena CanSat-ului transmite datele, iar antena stației de la sol le recepționează.
Pentru a evita interferențele dintre semnale, fiecărei echipe din competiție îi este atribuită o anumită frecvență de comunicație, într-un mod asemănător canalelor utilizate de stațiile radio portabile. Astfel, fiecare echipă poate recepționa datele transmise de propriul CanSat, fără ca acestea să fie confundate cu semnale provenite de la alte surse.

Termenul englezesc **transceiver** provine, de fapt, din combinarea cuvintelor transmit și receive și descrie chiar cele două funcții ale dispozitivului: transmiterea și recepționarea informațiilor.
În continuare, vom analiza diferitele variante disponibile și criteriile de care trebuie să țineți cont atunci când alegeți un modul radio. Printre cele mai importante se numără frecvența de funcționare, puterea necesară și dimensiunile fizice ale dispozitivului. Desigur, trebuie luat în considerare și costul.

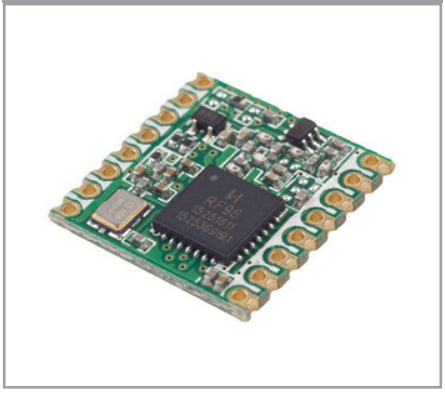
Proiectarea unui sistem presupune adesea găsirea unor soluții de compromis. Componentele care par ideale analizate separat nu sunt întotdeauna compatibile între ele sau cu celelalte cerințe ale proiectului.

Figura A5



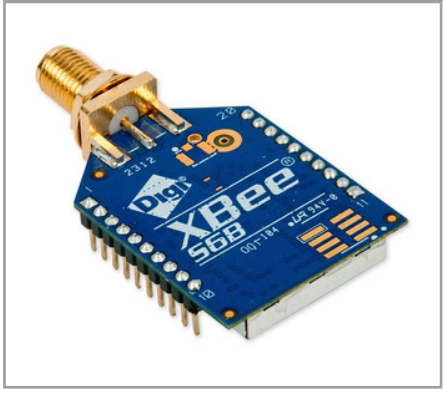
↑ Modulul APC220

Figura A6



↑ Modul RFM95 LoRa

Figura A7



↑ Modul XBee

Una dintre cele mai utilizate variante este modulul APC220. Acesta permite comunicații pe distanțe de până la 1000 m și funcționează în intervalul de frecvențe 418–455 MHz.

O alternativă frecvent utilizată este un modul LoRa, precum RFM95. În general, aceste module permit comunicații pe distanțe mai mari, de până la 2000 m, însă funcționează pe frecvențe prestabilite, spre deosebire de APC220, care poate utiliza un interval de frecvențe.

Un alt tip de modul pe care îl vom prezenta pe scurt este XBee. Acesta diferă semnificativ de modulele APC220 și LoRa, deoarece funcționează în banda de 2,4 GHz, utilizată și de rețelele Wi-Fi, și nu în domeniul sutelor de MHz. Acest lucru poate genera anumite dificultăți, de exemplu interferențe produse de dispozitivele aflate în apropiere. În funcție de model, raza de comunicație poate varia între aproximativ 400 și 1600 m.

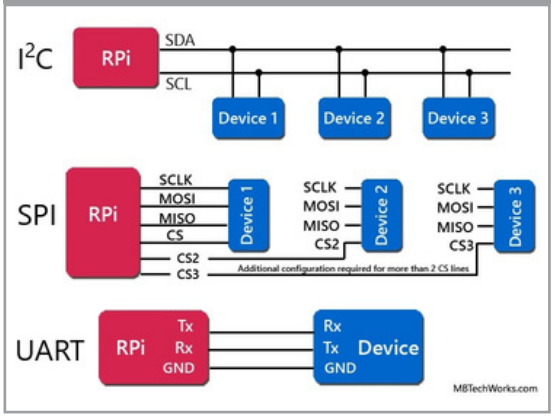
Alegerea celui mai potrivit emițător-receptor pentru CanSat va depinde de cerințele și configurația proiectului fiecărei echipe. Consultați fișa tehnică a fiecărui modul și utilizați specificațiile acestuia pentru a compara variantele disponibile, ținând cont și de celelalte componente și cerințe ale proiectului vostru.

Pentru informații suplimentare, consultați resursa „Comunicarea prin radio”.

Protocoale de comunicație

Sistemele electronice utilizează diferite protocoale de comunicație pentru schimbul de informații între componente. În proiectele CanSat, vom utiliza în principal trei protocoale: UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter), SPI (Serial Peripheral Interface) și I²C (Inter-Integrated Circuit).

Figura A8



↑ Schemele diferitelor protocoale de comunicație

Comunicația UART

UART este abrevierea denumirii Universal Asynchronous Receiver-Transmitter (emițător-receptor asincron universal). Principala diferență dintre UART și protocoalele SPI și I²C constă în caracterul asincron al comunicației. Dar ce înseamnă, mai exact, acest lucru? Pentru a înțelege diferența, să comparăm comunicația sincronă cu cea asincronă.

Comunicația **sincronă** poate fi comparată cu o conversație telefonică. Mai întâi, formați un număr și așteptați ca persoana apelată să răspundă. Din acel moment, atunci când transmiteți informații (vorbiți), interlocutorul le poate recepționa imediat (auzi) și poate răspunde la rândul său. Când doriți să încheiați comunicarea, transmiteți un mesaj care indică acest lucru (vă luați la revedere), după care vă puteți ocupa de alte activități.

Comunicația **asincronă** seamănă mai degrabă cu trimiterea unei scrisori. După expedierea acesteia, expeditorul își poate continua activitățile fără să aștepte permanent un răspuns. Ulterior, poate verifica dacă a primit o scrisoare și poate acționa în funcție de informațiile primite.

UART este un protocol utilizat pe scară largă și bine documentat, fiind relativ simplu de înțeles și de implementat. Totuși, acesta prezintă și anumite limitări:

1. Un aspect important al comunicației UART este că aceasta a fost concepută pentru comunicarea între doar **două dispozitive simultan**, ceea ce poate reprezenta o limitare în cazul unui sistem CanSat mai complex. Protocolul transmite doar biții care indică începutul mesajului, conținutul acestuia și sfârșitul transmisiei, fără să ofere un mecanism de identificare a mai multor dispozitive care transmit și recepționează date pe aceeași linie de comunicație. Dacă mai multe dispozitive încearcă să transmită date simultan pe aceeași linie, apare un fenomen numit conflict de acces la magistrală (bus contention). În această situație, semnalele pot interfera, iar dispozitivele receptoare vor primi, cel mai probabil, date eronate, care nu mai pot fi utilizate.
2. UART este prezentat aici ca un sistem de comunicație **semiduplex (half-duplex)**, ceea ce înseamnă că, deși informațiile pot circula în ambele sensuri, cele două dispozitive nu pot transmite date unul către celălalt în același timp. De exemplu, într-un proiect în care două plăci Arduino comunică printr-o conexiune serială, acest lucru ar însemna că, la un moment dat, doar una dintre plăci poate transmite informații către cealaltă. Totuși, pentru majoritatea aplicațiilor, această limitare nu are un impact semnificativ și nu reprezintă un dezavantaj în practică.

Într-un proiect CanSat, **UART este utilizat frecvent** pentru transmiterea mesajelor de diagnosticare și depanare către un computer, comunicarea cu senzorii GPS și conectarea la module externe de comunicație Wi-Fi și GPRS (3G).

Comunicația I²C și SPI

Protocolul I²C permite conectarea mai multor dispozitive (până la 1008!) la aceeași interfață, utilizând doar două fire de comunicație. De asemenea, permite transmiterea bidirecțională a datelor prin aceste două fire, fiind astfel o soluție potrivită pentru comunicarea cu un număr mare de senzori.
Într-un proiect CanSat, I²C este utilizat frecvent pentru comunicarea cu senzori mai avansați (precum BMP280), accelerometre, convertoare analog-digitale și digital-analogice, ecrane LCD și controlere pentru gestionarea bateriilor.

SPI este una dintre cele mai avansate interfețe de comunicație utilizate de Arduino. La fel ca I²C, permite schimbul bidirecțional de date cu mai multe dispozitive, dar **oferă viteze de transfer mult mai mari**, fiind potrivită pentru componente complexe, precum camere video, carduri SD, module GPS și Wi-Fi.
Pentru a înțelege cum funcționează cele două protocoale, **SPI (Serial Peripheral Interface)** și **I²C (Inter-Integrated Circuit)**, vom folosi o analogie simplă, concentrându-ne pe rolul lor în comunicația dintre componentele unui CanSat.

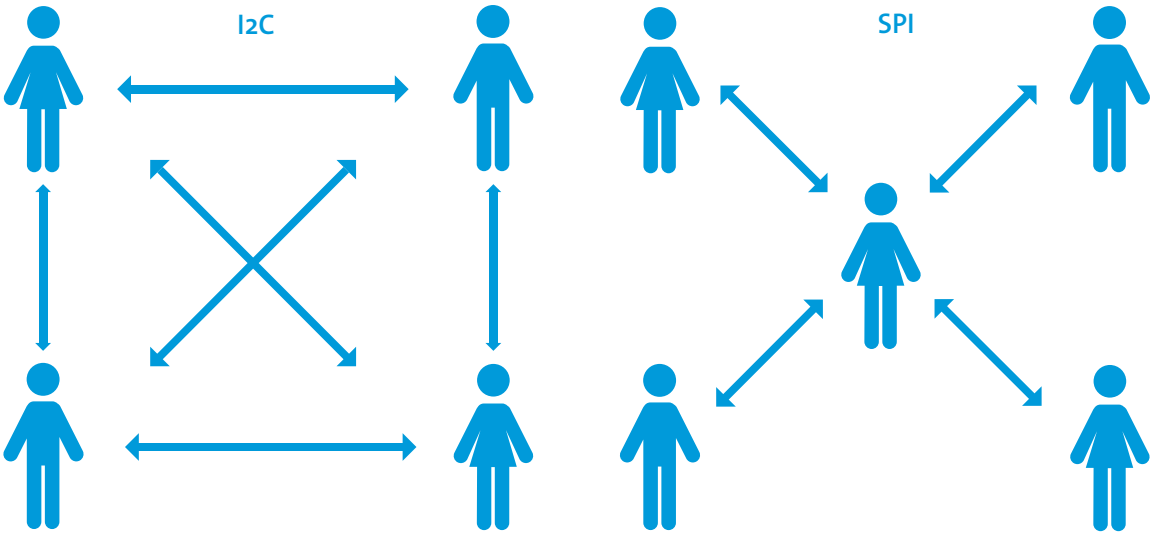


Figura de mai sus ilustrează analogia propusă. În partea dreaptă este reprezentat sistemul SPI, iar în partea stângă, sistemul I²C. În această analogie, componentele electronice sunt înlocuite cu persoane, iar săgețile indică direcțiile posibile de comunicare dintre acestea.
După cum se poate observa, în sistemul SPI există o componentă responsabilă de gestionarea comunicațiilor, denumită master (dispozitiv principal). Celelalte componente sunt denumite slave (dispozitive secundare).
În sistemul I²C, fiecare componentă poate comunica cu celelalte, însă, la un moment dat, doar una dintre acestea poate îndeplini rolul de master. Dispozitivul principal decide cu ce componentă dorește să comunice. Dispozitivul secundar răspunde solicitărilor acestuia, transmițând sau recepționând date, după caz.
În protocolul I²C, această organizare este dinamică. Oricare dintre componente poate iniția comunicarea și poate prelua rolul de dispozitiv principal.
La prima vedere, protocolul I²C ar putea părea o alegere mai bună, însă, în practică, lucrurile nu sunt atât de simple. Deși I²C este mai ușor de configurat, transferul de date este mai lent decât în cazul SPI și, în general, consumul de energie este mai ridicat.
Alegerea protocolului de comunicație trebuie analizată la fel ca orice alt aspect al proiectului. În anumite situații, aceasta poate fi determinată chiar de caracteristicile senzorilor utilizați în CanSat.
Tabelul de mai jos sintetizează principalele aspecte care trebuie luate în considerare la alegerea unuia dintre cele două protocoale.

Tabelul A1

	Protocol de comunicație		
	I²C	SPI	UART
Configurație	Mai multe controlere (master) și mai multe dispozitive periferice (slave)	Un controler (master) și mai multe dispozitive periferice (slave)	Un controler (master), un dispozitiv periferic (slave)
	Simplu – sunt necesari 2 pini	Complex – sunt necesari 4 pini	Simplu – sunt necesari 2 pini
Viteza de transfer a datelor	Mică	Mare	Mică
Consum de energie	Ridicat	Scăzut	Ridicat

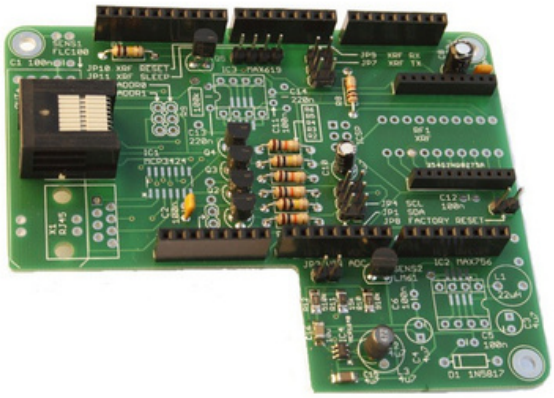
→ Activitatea 4 – Asamblarea CanSat-ului

Introducere

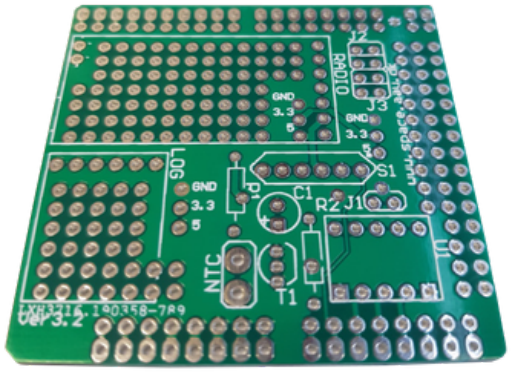
Aproape am ajuns la final! Acum că ați înțeles rolul componentelor necesare pentru misiunea primară CanSat, nu mai rămâne decât să le asamblați într-un sistem funcțional.
Competiția CanSat presupune și o serie de provocări legate de spațiul limitat disponibil pentru componentele electronice. Trebuie să analizați cu atenție dimensiunile acestora și modul în care pot fi integrate în dispozitiv.
În continuare, vom prezenta câteva soluții pentru asamblarea componentelor electronice, precum și diferitele modalități de alimentare cu energie a CanSat-ului.

Placa de prototipare pentru lipirea componentelor

Pe măsură ce vă dezvoltați proiectul CanSat dincolo de misiunea primară, probabil veți avea nevoie să conectați tot mai mulți senzori la placa principală. Pe măsură ce numărul componentelor crește, realizarea conexiunilor poate deveni dificilă.Două soluții sunt utilizarea unei plăci de prototipare (breadboard) sau a unei plăci de extensie pentru senzori (sensor shield).
Placa de extensie pentru senzori îndeplinește un rol asemănător plăcii de prototipare, dar este concepută special pentru a fi conectată direct la placa principală. În imaginea de mai jos puteți vedea un exemplu de astfel de placă. Totuși, aceste extensii pot fi mai costisitoare, deoarece sunt proiectate pentru anumite modele de microcontrolere.



În schimb, plăcile de prototipare sunt ieftine și versatile. Ele seamănă cu plăcile de prototipare fără lipire prezentate anterior, însă au o diferență importantă: conexiunile electrice se realizează prin lipirea componentelor. Mai jos este prezentat un exemplu de placă de prototipare pentru lipire.



Deși această resursă se concentrează asupra misiunii primare, este important să aveți în vedere și dezvoltarea ulterioară a proiectului. Componentele și soluțiile alese în această etapă trebuie să permită integrarea unor funcționalități suplimentare, fără modificări majore ale sistemului.
Prin urmare, alegerea unei plăci de extensie potrivite pentru placa principală reprezintă o decizie importantă în proiectarea CanSat-ului.

Realizarea conexiunilor prin lipire

In timpul lansării, CanSat-ul este supus unor accelerații și forțe considerabile, care pot afecta funcționarea circuitelor dacă legăturile dintre componente nu sunt suficient de rezistente. Pentru a preveni aceste probleme, se utilizează lipirea, o metodă prin care se realizează conexiuni electrice permanente între componente, folosind un aliaj metalic care este topit și aplicat în punctele de contact.

Materialul utilizat se numește aliaj de lipit și trebuie să aibă un punct de topire mai scăzut decât cel al conductorilor și componentelor care urmează să fie conectate, pentru a evita deteriorarea acestora. Aliajul este aplicat cu ajutorul unui ciocan de lipit.

Deși realizarea lipiturilor poate părea mai puțin importantă decât programarea sau alegerea senzorilor, o conexiune realizată incorect poate ceda în timpul lansării, întrerupând circuitul electric și compromițând întreaga misiune.

Principalul avantaj al conexiunilor prin lipire este că acestea sunt mult mai rezistente și mai fiabile decât conexiunile realizate pe o placă de prototipare fără lipire (breadboard). Având în vedere vibrațiile și accelerațiile puternice din timpul lansării unei rachete, calitatea lipiturilor este esențială.

Figura A9



↑Exemplu de stație de lipit

Măsuri de siguranță:

- Ciocanele de lipit funcționează, de regulă, la temperaturi cuprinse între 300 și 400 °C.
- Purtați întotdeauna ochelari de protecție și aveți grijă să nu așezați obiecte în apropierea sau în contact cu vârful încins al ciocanului de lipit.
- După utilizare, deconectați ciocanul de lipit de la sursa de alimentare și lăsați-l să se răcească complet înainte de a-l depozita.

Realizarea corectă a lipiturilor

Pentru a obține conexiuni electrice rezistente și fiabile, este important să respectați câteva reguli de bază:

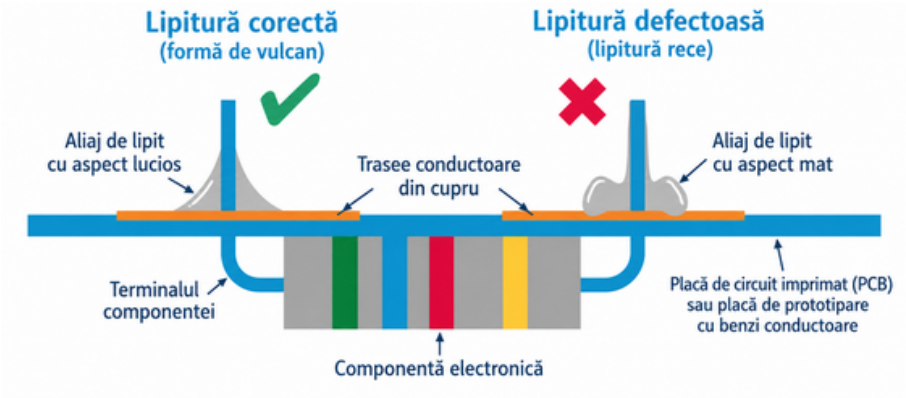
1. Atingeți cu vârful ciocanului de lipit terminalul componentei care urmează să fie conectată. Așteptați 2–3 secunde pentru încălzirea zonei, apoi aplicați o cantitate mică de aliaj de lipit.
2. Lăsați aliajul să se topească și să se distribuie uniform în jurul terminalului. Îndepărtați mai întâi aliajul de lipit, apoi ciocanul.
3. Așteptați ca lipitura și componenta să se răcească înainte de a trece la următorul terminal.

O lipitură corectă se obține atunci când aliajul topit aderă bine la suprafețele care trebuie conectate și se distribuie uniform pe acestea. Lipitura rezultată trebuie să aibă o formă conică, asemănătoare unui vulcan.

Lipiturile defectuoase pot apărea din mai multe cauze, printre care utilizarea unei cantități prea mari de aliaj, topirea acestuia direct cu ciocanul de lipit înainte ca terminalul componentei să fie încălzit suficient sau prezența impurităților pe suprafețele care trebuie conectate.

Înainte de a lipi componentele pe placa pentru senzori, este recomandat să exersați tehnica de lipire pe o placă de prototipare de rezervă. O lipitură defectuoasă poate ceda în timpul lansării, împiedicând colectarea datelor și punând astfel în pericol întreaga misiune.

Pentru mai multe informații despre tehnica de lipire, consultați linkurile de la finalul acestei resurse.



Alimentarea cu energie a CanSat-ului

Acum aveți cunoștințele de bază necesare pentru a începe construirea CanSat-ului și realizarea misiunii primare. Mai există însă un aspect esențial pe care nu l-am abordat: alimentarea cu energie a CanSat-ului.

În timpul lansării, CanSat-ul nu poate fi conectat la un port USB, așa că trebuie să dispună de o sursă proprie de alimentare. În cazul sateliților obișnuiți, energia electrică este furnizată, de regulă, de celule solare montate la exteriorul acestora. În cadrul competiției CanSat, însă, această soluție nu poate fi utilizată.

Exercițiul 1

De ce sunt preferate celulele solare pentru alimentarea sateliților și de ce ar putea fi mai puțin potrivite pentru CanSat-ul vostru?

Pentru a alege sursa de alimentare potrivită, răspundeți la următoarele întrebări:

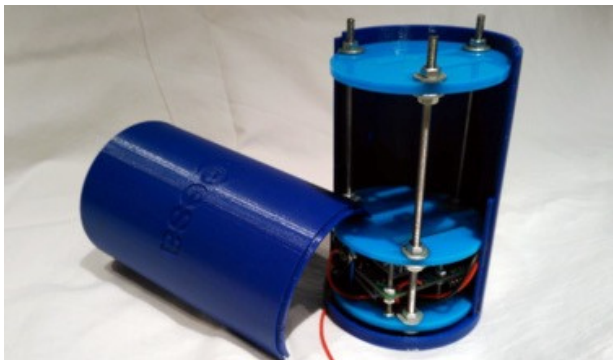
- Ce tensiune de alimentare este necesară?
- Ce capacitate trebuie să aibă bateria (mAh)?
- Care sunt dimensiunile maxime admise pentru baterie?
- Care este masa maximă admisă a bateriei?

Atunci când alegeți sursa de alimentare a CanSat-ului, trebuie să luați în considerare mai mulți factori. Multe plăci cu microcontroler pot furniza componentelor conectate tensiuni de 3,3 V sau 5 V. Totuși, acest lucru nu exclude utilizarea unei surse cu o tensiune mai mare, precum o baterie de 9 V, deoarece numeroase plăci sunt prevăzute cu regulatoare de tensiune care reduc tensiunea la nivelul necesar. Acest proces poate implica însă pierderi de energie, de care trebuie să țineți cont atunci când evaluați autonomia CanSat-ului. În multe cazuri, pierderile nu vor afecta semnificativ misiunea, deoarece durata zborului este relativ scurtă. Cu toate acestea, este important să calculați consumul de energie pentru a vă asigura că sursa aleasă poate alimenta toate componentele pe întreaga durată a misiunii.

O altă opțiune este utilizarea unei baterii externe (power bank), asemănătoare celor folosite pentru încărcarea telefoanelor mobile. Acestea sunt disponibile în diferite dimensiuni și capacități. Unele modele includ sisteme electronice inteligente care întrerup alimentarea atunci când consumul dispozitivului conectat este foarte redus. Deși această funcție poate contribui la economisirea energiei, trebuie să verificați pragul de consum sub care alimentarea este întreruptă și dacă acesta este compatibil cu necesarul energetic al CanSat-ului.

Construirea carcasei CanSat-ului

Ultima etapă a construirii CanSat-ului, dar la fel de importantă ca toate celelalte, este realizarea unei carcase care să adăpostească toate componentele electronice necesare misiunii primare și celei secundare.
Carcasa protejează componentele împotriva forțelor și accelerațiilor puternice din timpul lansării, dar și împotriva unor factori de mediu, precum ploaia ușoară sau temperaturile scăzute.
Utilizarea unei imprimante 3D permite realizarea unei carcase adaptate dimensiunilor și cerințelor specifice ale proiectului.



Acest tip de construcție permite și realizarea unei carcase ușor de demontat, facilitând accesul la componente pentru efectuarea rapidă a reparațiilor sau modificărilor necesare.
Puteți descărca de aici fișierele STL necesare imprimării 3D a componentelor carcasei prezentate în imagine.

Acest ghid v-a familiarizat cu noțiunile de bază de electronică și cu senzorii necesari pentru misiunea primară CanSat. Acum puteți pune în practică cunoștințele dobândite din resursele educaționale complementare pentru a construi sistemul necesar realizării misiunii primare.

Exercițiul 2

După ce v-ați familiarizat cu diferitele componente disponibile pentru realizarea misiunii primare, este recomandat să planificați etapele de construire a CanSat-ului, folosind, de exemplu, un tabel precum cel de mai jos:

Table A2

Element	Componenta aleasă	Motivele alegerii	Piese alternative
Microprocesor			
Senzor de temperatură			
Senzor de presiune			
Transceiver			
Putere			

Mult noroc!

→ Link-uri utile

Informații despre principiul de funcționare al termistorului:
https://en.wikipedia.org/wiki/Thermistor

Informații despre principiile de funcționare ale senzorilor de presiune:
https://en.wikipedia.org/wiki/Pressure_sensor

Informații despre efectul piezorezistiv:
https://en.wikipedia.org/wiki/Piezoresistive_effect

Introducere în principiul de funcționare și realizarea unui circuit divizor de tensiune:
https://learn.sparkfun.com/tutorials/voltage-dividers

Informații despre pinii digitali ai plăcilor Arduino:
https://www.arduino.cc/en/Tutorial/DigitalPins

Ghid pentru realizarea conexiunilor prin lipire:
https://learn.sparkfun.com/tutorials/how-to-solder-through-hole-soldering

Fișa tehnică a senzorului de presiune MPX4115A:
http://www.farnell.com/datasheets/8723.pdf

Furnizori de senzori și componente electronice Adafruit și SparkFun sunt două platforme de unde pot fi achiziționate senzori și componente electronice potrivite pentru realizarea misiunii primare CanSat:

- https://www.adafruit.com/categories
- https://www.sparkfun.com/

Fișiere STL pentru imprimarea 3D a componentelor carcasei CanSat:
http://esamultimedia.esa.int/docs/edu/3d_printer_files_for_Cansat_case.zip