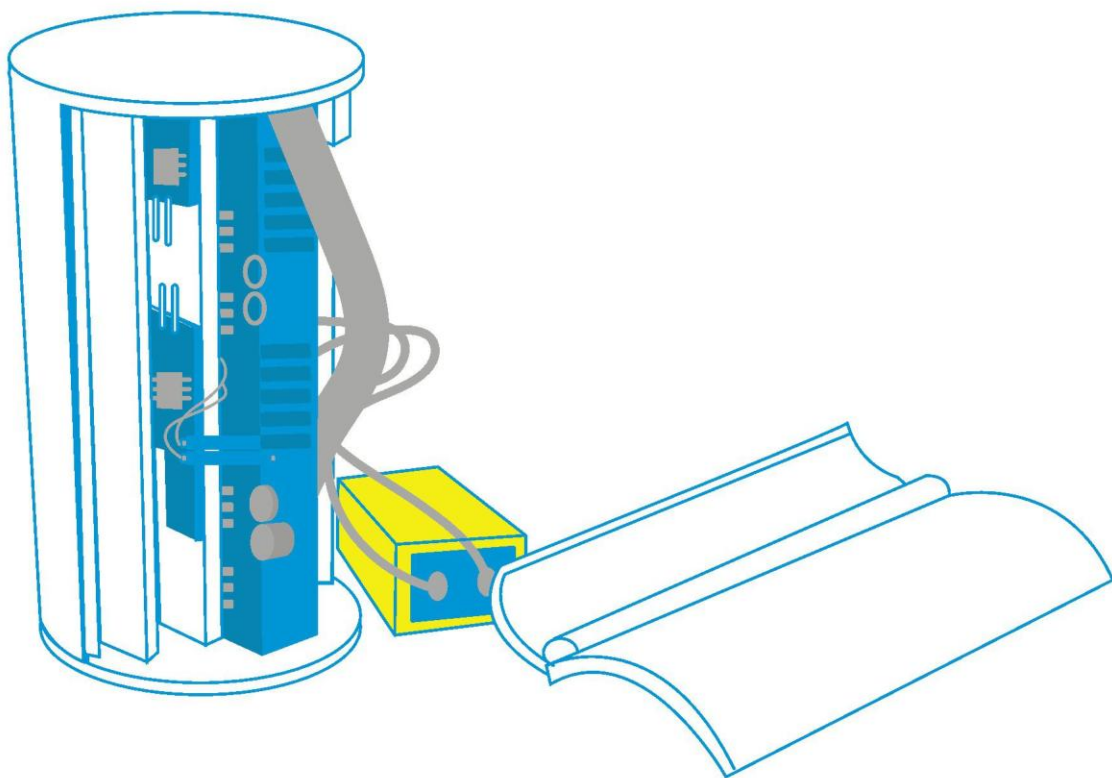
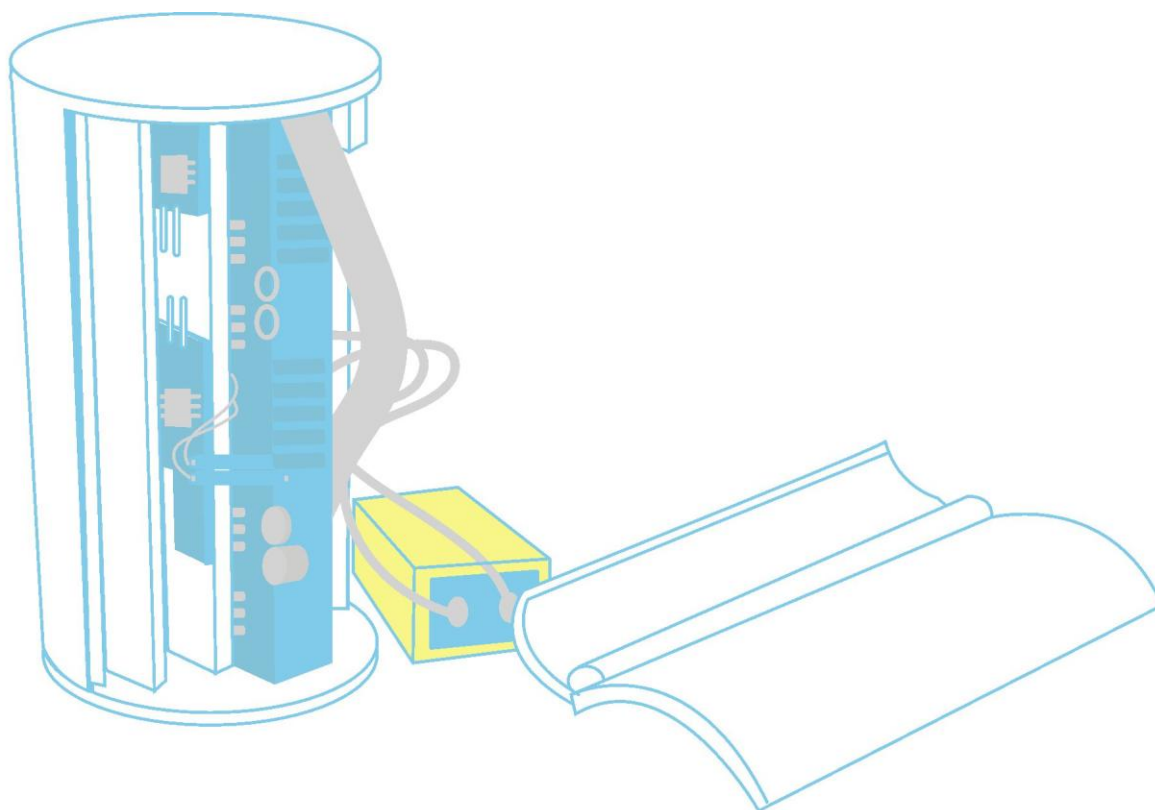


Tanítsunk a világűrrel!

→ A CANSAT MEGÉPÍTÉSÉNEK ELSŐ LÉPÉSEI

Útmutató az elsődleges küldetéshez





Alapadatok	3. oldal
A tevékenységek áttekintése	4. oldal
Bevezetés	5. oldal
1. tevékenység: A legfontosabb alkatrészek	6. oldal
2. tevékenység: Elektronikai alapismeretek	6. oldal
3. tevékenység: Kommunikáció a CanSattel	7. oldal
4. tevékenység: Összeállítás	7. oldal
Tanulói munkalapok	8. oldal
Linkek	26. oldal

Tanítsunk a világűrrel! – A CanSat megépítésének első lépései | T08

www.esa.int/education

Az Európai Űrügynökség (ESA) Oktatási Irodája örömmel fogadja a visszajelzéseket és észrevételeket: cansat@esa.int

Az Európai Űrügynökség oktatási programja

Együttműködő szervezetek: ESERO Írország, ESERO Belgium

Copyright © Európai Űrügynökség 2017

→ A CANSAT MEGÉPÍTÉSÉNEK ELSŐ LÉPÉSEI

Útmutató az elsődleges küldetéshez

Alapadatok

Korosztály: 14–20 év

Kapcsolódás a tananyaghoz: elektronika, programozás, matematika

Nehézségi fok: közepes

Tanítási idő: 90 perc **Módszertan:** Projektalapú tanulás **További források:** Ismerd meg az Arduinót! Rádiókommunikáció, Ejtőernyő-tervezés

Kulcsszavak: szenzorok, ellenállások, rádió, kommunikáció, protokollok, forrasztás, CanSat

Áttekintés

Ez a modul a CanSat elsődleges küldetésének fő jellemzőit ismerteti. Az elsődleges küldetésben a csapatoknak hőmérséklet- és nyomásmérést kell végezniük, és a kapott adatokat el kell küldeni a földi állomásra. A tanulók megismerik az általuk használható szenzorok közötti különbségeket, valamint az elsődleges küldetéshez kapcsolódó kihívásokat. A CanSat-küldetés egészének támogatása érdekében a modul kialakítása illeszkedik az egyéb forrásanyagokhoz.

Mit tanulnak meg a tanulók?

- Az összeszereléshez és a CanSat elsődleges küldetésének elvégzéséhez szükséges alapvető ismeretek
- A szenzorok működése: termisztor és légkörnyomás-szenzor
- Elektronikai alapismeretek: Ohm törvénye
- Adatgyűjtés egy ellenállásalapú szenzorból feszültségosztó áramkör használatával
- Forrasztás

→ A tevékenységek áttekintése

A tevékenységek áttekintése					
	Cím	Leírás	Eredmény	Előkövetelmény	Idő
1	A legfontosabb alkatrészek	A tanulók megismerkednek a CanSat legfontosabb részeivel.	A tanulók ki tudják választani a CanSathez legmegfelelőbb szenzorokat, és indokolni tudják döntésüket.	Nincs	30 perc
2	Elektronikai alapismeretek	A tanulók megismerik, hogyan alkalmazható Ohm törvénye az ellenállásokra és feszültségosztó áramkörökre.	A tanulók megismerik az ellenálláson alapuló szenzorok működését és a CanSatben való alkalmazásuk célját.	Az előző tevékenységek	15 perc
3	Kommunikáció a CanSattel	Ebben a tevékenységben a CanSat és a földi állomás közötti kommunikációt lehet megismerni, illetve az elektronikában használt kommunikációs protokollokat.	A tanulók megismerik a vezeték nélküli kommunikáció alapjait és azt, hogyan kommunikálnak egymással az áramkör részei.	Az előző tevékenységek	20 perc
4	Összeállítás	A tevékenység összefoglalja a CanSat összeszerelésének módját: az alkatrészek összeillesztését, a forrasztást, a tápellátás biztosítását és a burkolást.	A tanulók megértik, miért fontos a helyes forrasztási technika, és ki tudják választani az elsődleges küldetéshez szükséges valamennyi alkatrészt.	Az előző tevékenységek	25 perc

Bevezetés

A CanSat versenyen két fő kihívás van, az elsődleges küldetés és a másodlagos küldetés. Az elsődleges küldetésben a CanSat-csapatok a CanSattel rögzítik a levegő hőmérsékletét és nyomását, és elküldik az adatokat a földi állomásnak. A másodlagos küldetés egy nyílt kihívás, ahol a csapatoknak saját, a CanSatet használó vizsgálatot kell tervezniük. Az elsődleges küldetés sikeres teljesítéséhez a csapatoknak el kell sajátítaniuk az ehhez szükséges alapvető elektronikai ismereteket, és meg kell tanulniuk, hogyan tudják mérni a hőmérsékletet és a nyomást szenzorok segítségével. Az útmutató fő célja ezeknek az alapismereteknek az átadása.

Ha a csapat követi ezt a forrást és azonosítja az elsődleges küldetéshez szükséges elemeket, akkor minden szükséges információval rendelkezni fog ahhoz, hogy belevágjon az ESA CanSat-kihívásába!

A CanSat elsődleges küldetése

A csapatnak meg kell építenie és be kell programoznia egy CanSat eszközt, hogy teljesíteni tudja a következő kötelező elsődleges küldetést:

Felbocsátás után és ereszkedés közben a CanSatnek a következő paramétereket kell mérnie, majd az adatokat telemetrikusan, másodpercenként legalább egyszer továbbítani a földi állomásnak:

- Levegő hőmérséklete
- Légnyomás

A CanSat végső változatában ez valószínűleg egy sokkal bonyolultabb áramkör része lesz, amelynek alkatrészei a másodlagos küldetéshez is kapcsolódnak.

A legjobb ha először forrasztás nélküli szerelőlapot használunk az áramkörökhöz. Miután ellenőriztük az áramkör és a kód megfelelő működését, az alkatrészeket a helyükre forraszthatjuk a szenzorpanelen (Arduino bővíítőpanelen).

A forrásanyag végén linkek találhatók olyan weboldalakhoz, ahol az ismertetett alkatrészek beszerezhetők.

1. tevékenység: A legfontosabb alkatrészek

Ez a tevékenység áttekintést nyújt a tanulóknak a CanSat elsődleges küldetéséhez szükséges legfontosabb alkatrészekről. Segítségével a tanulók megértik a CanSat-küldetés összetettségét, miközben mérlegelik az egyes alkatrészekhez elérhető különböző opciókat.

1. feladat

1. Eszetekbe jut még valamilyen probléma, ami felmerülhet, amikor a levegő hőmérsékletét termisztorral mérétek?

Amikor áram folyik át egy ellenálláson, hő keletkezik. Ez azt jelenti, hogy a mért hőmérséklet magasabb lesz, mint a környezet hőmérséklete az ellenállás melegedése miatt. Ez még fontosabb akkor, ha a hőmérsékletszenzor egyéb alkatrészek, például a processzor mellé kerül, mert azok is hőt termelnek.

2. feladat

A tanulóknak ki kell tölteniük egy táblázatot különböző szenzorokkal (pl. BMP280) kapcsolatos adatokkal. Érdemes önálló kutatásra bátorítani őket, pl. az internet és adatlapok használatával. Feltérképezhetik a különböző típusokat (nyomás, hőmérséklet) és az azonos típuson belüli különböző modelleket, azaz például összehasonlíthatnak két hőmérsékletszenzort.

2. tevékenység: Elektronikai alapismeretek

Most, hogy a tanulók megismerték a CanSat elsődleges küldetésének fő alkatrészeit, készen állnak rá, hogy megismerkedjenek ezek működésével. Ez a tevékenység Ohm törvényét mutatja be, valamint ismerteti, hogyan kell kiszámítani egy ellenállás értékét, és hogyan lehet létrehozni egy feszültségosztó áramkört.

Feladat

1. Mekkora az értéke a lenti ellenállásnak?

A táblázat alapján az ellenállás $15 \times 100\Omega$ vagy 1500Ω .

Pluszfeladat

Ebben a feladatban a tanulók meglévő matematikai ismereteiket használják, hogy az alábbi két egyenlet rendezésével és összevetésével kifejezzék a V_{ki} -t.

$$V_{be} = I(R1 + R2) \text{ és } V_{ki} = I(R2)$$

Az első lépésben rendezzük mindkét egyenletet I -re:

$$I = \frac{V_{be}}{(R1 + R2)} \text{ és } I = \frac{V_{ki}}{R2}$$

Most az egyik egyenletben az I helyére behelyettesíthetjük a másik egyenletben kapottakat, így:

$$\frac{V_{be}}{(R1 + R2)} = \frac{V_{ki}}{R2}$$

Végül rendezhetjük az egyenletet V_{ki} -re (ehhez $R2$ -vel szorozzuk be). Ezt kapjuk:

$$V_{ki} = \frac{V_{be}R2}{(R1 + R2)}$$

Ezzel az egyenlettel ki tudjuk számolni a feszültségosztó áramkör kimeneti feszültségét, feltéve, ha tudjuk a bemeneti feszültséget és a két ellenállás értékét. Erre az alapelvre épül sok szenzor.

3. tevékenység: Kommunikáció a CanSattel

Ez a tevékenység a korábbi munkára építve azt vizsgálja, hogyan kommunikálhatunk a CanSatünkkel. A tanulóknak készen kell állniuk arra, hogy az elsődleges küldetés teljesítéséhez szükséges elektronikai eszközök elkészítsék, de egy fontos lépés még hiányzik. A CanSat által gyűjtött adatokat el kell küldeni a földi állomásnak. Ehhez meg kell érteni, hogyan kommunikálnak az elektronikai eszközök, és meg kell néznünk azokat az alkatrészeket, amelyeket a velük való kommunikációra használhatunk.

4. tevékenység: Összeállítás

Ebben a 4. tevékenységben a tanulók megtanulják, hogyan illesszék össze a CanSat elsődleges küldetésének alkatrészeit, forrasztós próbapanel és forrasztás segítségével. A tevékenység ismerteti a forrasztás technikáját. A tanulók megismerik a forrasztás során betartandó biztonsági óvintézkedéseket. Tájékoztatót kapnak a CanSat tápellátásáról is, valamint rövid leírást azokról a fontos szempontokról, amelyeket a tápellátás megtervezésénél figyelembe kell venni.

1. feladat

1. Miért a napelem a preferált választás a műholdak esetén, és miért lehet, hogy nem ez a legjobb megoldás a CanSathez?

A műholdak hosszú ideig Föld körüli pályán maradnak, ezért határozatlan ideig elérhető energiaforrásra van szükségük. Erre tökéletes a Nap. A CanSat esetében viszont problémás ez a megoldás. Először is, korlátozott a méret és a súly, ami nehezíti egy megfelelő méretű napelem kialakítását. Másodszor pedig a Nap sugárzásának nagy részét a légkör elnyeli, így a földön található napelemek sokkal kevésbé hatékonyak, mint a Föld körüli pályán lévők.

2. feladat

A tanulóknak ki kell tölteniük egy táblázatot az általuk választott alkatrészekkel, a döntésük indoklásával és egy alternatív opcióval. Az utolsó feladat arra ösztönzi a tanulókat, hogy beszéljék meg az egyes alkatrészek előnyeit és hátrányait egyenként, majd indokolják meg, miért döntöttek úgy, hogy használják ezeket a CanSat eszközükben.

Megbeszélés

A tevékenységek fő célja, hogy a tanulók megismerjék a CanSat építéséhez használható alapvető alkatrészeket és szenzorokat. Megismerik, milyen sokféle szenzor érhető el az egyes célokhoz, és hogy mindegyiknek vannak előnyei és hátrányai. Ezután tájékozott döntést tudnak hozni arról, milyen alkatrészek felelnek meg a CanSat eszközüknek.

A 4. tevékenység végén a megbeszélést irányíthatjuk úgy, hogy a tanulók meggondolják, nem szeretnék-e módosítani valamelyik választásukat vagy a második legjobbként azonosított opciót használni, ha figyelembe veszik azt is, hogy ezeknek az alkatrészeknek a CanSaton belül egyetlen integrált rendszerként kell működniük. Vannak további tényezők, mint az európai CanSat-kihívás méretre és súlyra vonatkozó korlátai, amelyek miatt kénytelenek lehetnek kompromisszumos megoldást alkalmazni. Ezt összekapcsolhatjuk a CanSat szabályzatában szereplő küldetési célok megbeszélésével, és megvitathatjuk, hogy mely célok legyenek a prioritások (pl. a kötelező elsődleges küldetés vagy a saját, másodlagos küldetés).

→ A CANSAT MEGÉPÍTÉSÉNEK ELSŐ LÉPÉSEI

Útmutató az elsődleges küldetéshez

→ 1. tevékenység: A legfontosabb alkatrészek

Bevezetés

A CanSat elsődleges küldetésének elvégzéséhez szükséges alapvető alkatrészek egy része a CanSat eszközökben, másik része a földi állomáson található. Míg a CanSat eszközök egy rakétán, ballonon vagy drónon fog szállni, a földi állomást a Földön kell kialakítani. Itt fogják fogadni a CanSatból érkező adatokat egy antennával.

A CanSat részei:

- Megfelelő mikroprocesszor vagy számítógép (pl. Arduino vagy Raspberry Pi)
- Hőmérséklet-szenzor (pl. egy termisztor)
- Egy légköri nyomást mérő szenzor (pl. MPX4115A)
- Vezeték nélküli adóvevő (pl. APC220, X-Bee vagy LoRa)
- Antenna (általában egy negyedhullámú antenna)
- Ejtőernyő vagy hasonló eszköz a biztonságos, irányított landoláshoz
- Tápforrás

A földi állomás részei

- Vezeték nélküli adóvevő
- Antenna (általában egy Yagi-antenna)
- Megfelelő mikroprocesszor vagy számítógép (pl. Arduino, Raspberry Pi vagy laptop)

Az ejtőernyő kivételével a CanSat alkatrészeinek bele kell férnie egy 330 ml-es üdítő dobozba (max. átmérő = 66 mm; max. magasság = 115 mm; tömeg = 300-350 g) a felbocsátás utánig. GPS-modulok és rádióantennák szerelhetők fel kívülről a doboz tetejére vagy aljára, amennyiben nem lépik túl a megadott méretet.

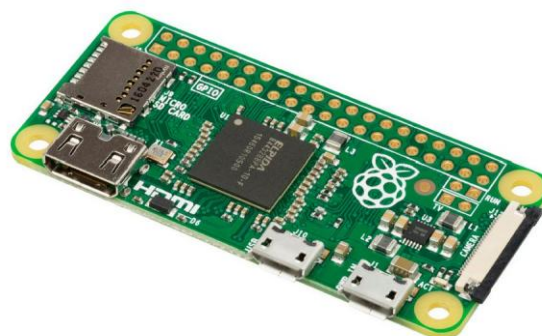
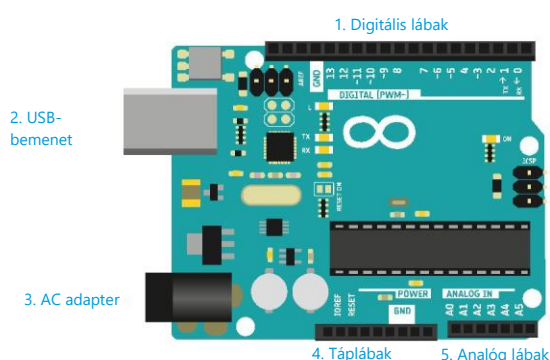
Megjegyzés: Az összes előírás megtalálható a szabályzatban.

Mikroprocesszorok és számítógépek

A mikroprocesszoroknak számos funkciója van. A mikroprocesszor abban különbözik az átlalatok esetleg ismert egyé termékektől (pl. a Raspberry Pi-től), hogy egy számítógépből érkező inputra van szüksége a működéshez, nem önálló eszköz. Az egyik népszerű mikroprocesszor-típus az Arduino. Amikor feltöltöttétek a kódokat és gondoskodtatok a mikroprocesszor tápellátásáról, akkor már számítógép nélkül is működik.

A Raspberry Pi különbözik a mikroprocesszoroktól, hiszen ez egy számítógép. A Raspberry Pi-ban megtalálható minden, ami a működéséhez és a kódok futtatásához szükséges. A Raspberry Pi-nak van processzora, ez azt jelenti, hogy nagyobb a számítási teljesítménye, mint egy mikroprocesszornak. A Raspberry Pi Zero egy miniatűr, olcsó Raspberry Pi, amelyet gyakran használnak CanSat-projektekhez. Ismét csak nektek kell eldöntenetek, hogy mikroprocesszort vagy miniatűr számítógépet használtok. Meg kell gondolni, mennyire kompatibilisek a használni kívánt szenzorokkal, illetve azzal a programozási nyelvvel, amelyet a legmagabiztosabban használtok. A forrásanyag végén linkek találhatók az Arduinót és a Raspberry Pi-t bemutató weboldalakhoz, ahol jobban megismerhetitek ezt a két opciót.

Alább egy Arduino Unót és egy Raspberry Pi Zerót láttok, mindkettőt gyakran használják CanSat eszközökben.



Az Arduino Uno lapot öt fő részre lehet osztani:

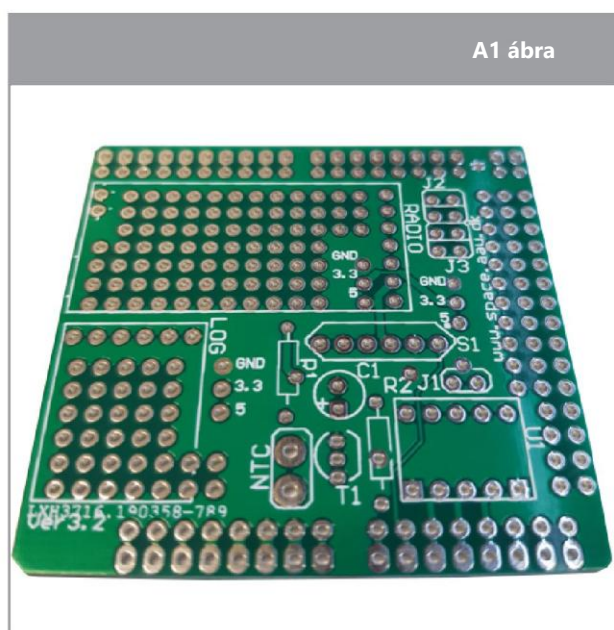
- 1. Digitális lábak** – 13 láb, digitális bemenetként konfigurálva*. Ezek közül 6 (a 3., az 5., a 6., a 9. és a 11.) PWM- (impulzusszélesség-modulációs) láb. Az impulzusszélesség-modulációról a Rádiókommunikáció c. forrásanyagban található részletesebb információ.
- 2. USB-bemenet** – Az Arduino és egy számítógép összekapcsolásához
- 3. AC adapter** – Hogy az Arduinóra 5V-nál nagyobb feszültséget lehessen kapcsolni
- 4. Táplálbak** – Ezekkel a lábakkal legfeljebb 5V tápfeszültséget lehet biztosítani az Arduinónak
- 5. Analóg lábak** – 6 láb, analóg bemenetként konfigurálva*.

*Ezek alapértelmezetten bemenetek, de lehet őket kimenetként is definiálni. Részletesebben lásd: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/DigitalPins>

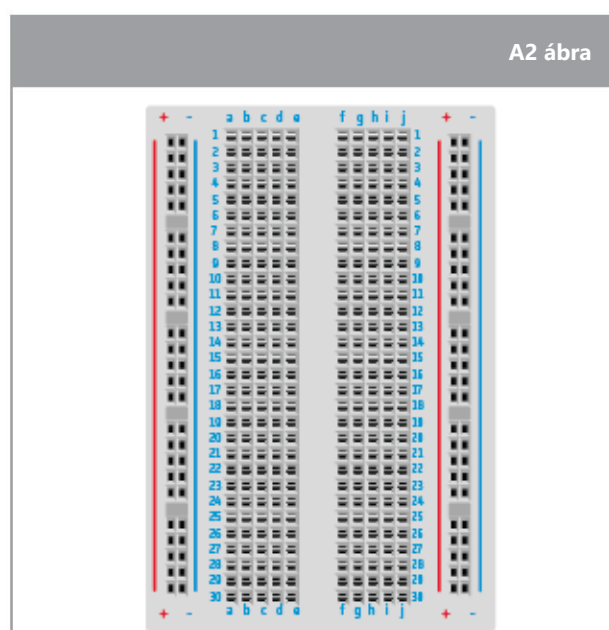
A szerelőlap

Miközben megismerkedtek az Arduino és a szenzorok alapvető jellemzőivel, a legjobb, ha forrasztás nélküli szerelőlapot használtok, mert így az áramkör kialakítása közbeni esetleges hibákat könnyen lehet korrigálni. A szerelőlap egy egyszerű eszköz, amelyekkel elektromos alkatrészeket lehet összekapcsolni.

Megjegyzés: Az összes előírás megtalálható a szabályzatban.



↑ Forrasztós próbapanel



↑ Forrasztás nélküli szerelőlap

Az elektromos alkatrészek lábait a lap termináljaiba lehet helyezni. Középen a sorok össze vannak kapcsolva. Ez azt jelenti például, hogy az ellenállás két lábát különböző sorba kell elhelyezni, különben önmagával zárt áramkört alkot.

Fontos, hogy készítsetek az áramkörökről egy vázlatot, mielőtt összekötnétek az áramkört és bekapcsolnátok a tápellátását, nehogy károsodjanak az alkatrészek. A lap külsőbb oszlopainál nem a sorok, hanem az oszlopok vannak összekapcsolva. Jellemzően ezek biztosítják a csatlakozásokat a földeléshez és a feszültséghez, hogy egyszerűbb lehessen az elrendezés.

Amikor összeállítjátok a CanSat eszközök végső verzióját, szokásos, forrasztós próbapanelt kell használnotok. Ezzel a 4. tevékenységben fogunk foglalkozni.

Hőmérsékletszenzor

A hőmérsékletszenzorokat a következő fő kategóriákra oszthatjuk:

- termisztorok
- analóg szenzorok
- termoelemek

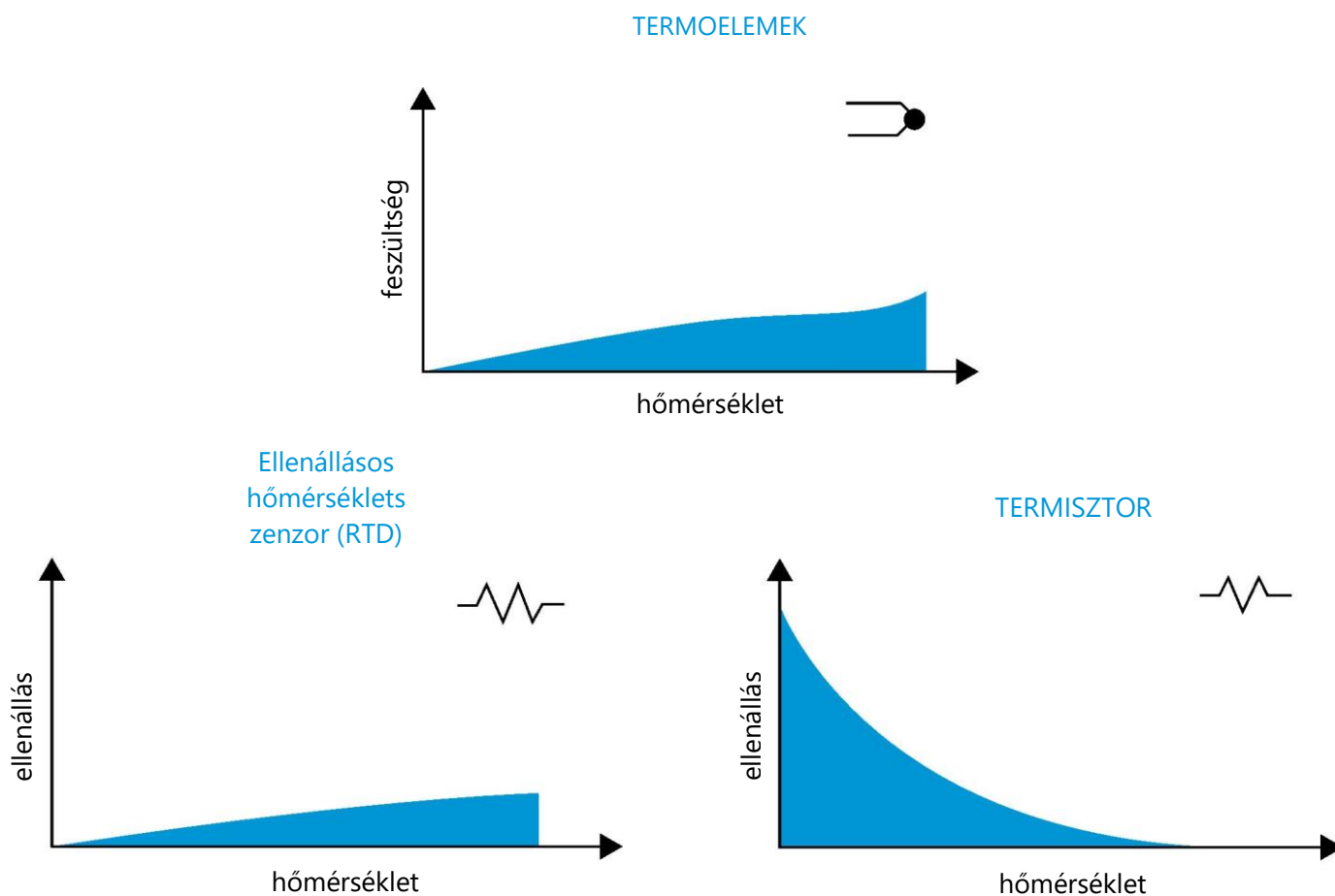
Egy tipikus kétlábú termisztor a negatív karakterisztikájú termisztor (negative temperature coefficient thermistor, NTC). Azon az elven működik, hogy a hőmérséklet változása miatt módosul a termisztor ellenállása – az NTC azt jelenti, hogy a hőmérséklet növekedésével az elektromos ellenállás csökken (és fordítva). Az ellenállás változása multiméterrel közvetlenül mérhető, de ahhoz, hogy ez inputként bekerüljön az Arduino-ba, az elektromos ellenállás változását át kell váltani feszültségváltozásra – ennek módját később fogjuk részletesen megnézni.

Az analóg szenzorok olcsók, és nem szükséges kalibrálni őket. Szilárdtesttechnikákat használnak a hőmérséklet meghatározására, nem hőmérsékletfüggő ellenállást. Most nem megyünk bele részletesen a szenzorok működésének fizikájába, de akit érdekel, [itt utána nézhet](#)¹.

A termoelemek a különböző fémek közötti termoelektromos hatást használva mérik a hőmérsékletet. Ezt a hatást Thomas Seebeck fedezte fel. Ennek magyarázata sem fontos most, de [itt tájékozódhattok](#) róla.

¹A forrásanyag végén megtaláljátok az összes linket.

Az ábrán látható, hogyan hat a hőmérséklet a feszültségre és az ellenállásra a hőmérsékletszenzorok bemutatott három típusában. Az NTC-termisztorok és az analóg hőmérsékletszenzorok részletesebb összehasonlítása [itt található](#).



Ahhoz, hogy el tudjátok dönteni, hogy milyen szenzort használtok a CanSatben, össze kell hasonlítani azok specifikációit a gyártói adatlapok alapján. Azt a szenzort válasszátok, amelyik a leginkább megfelel a küldetésetek céljainak. Lehet, hogy az elérhető lábak számára is oda kell figyelnetek. Például az Arduino Unón több digitális láb van, mint analóg. A másodlagos küldetéstől függően lehet, hogy ezeket lesz érdemes használnotok.

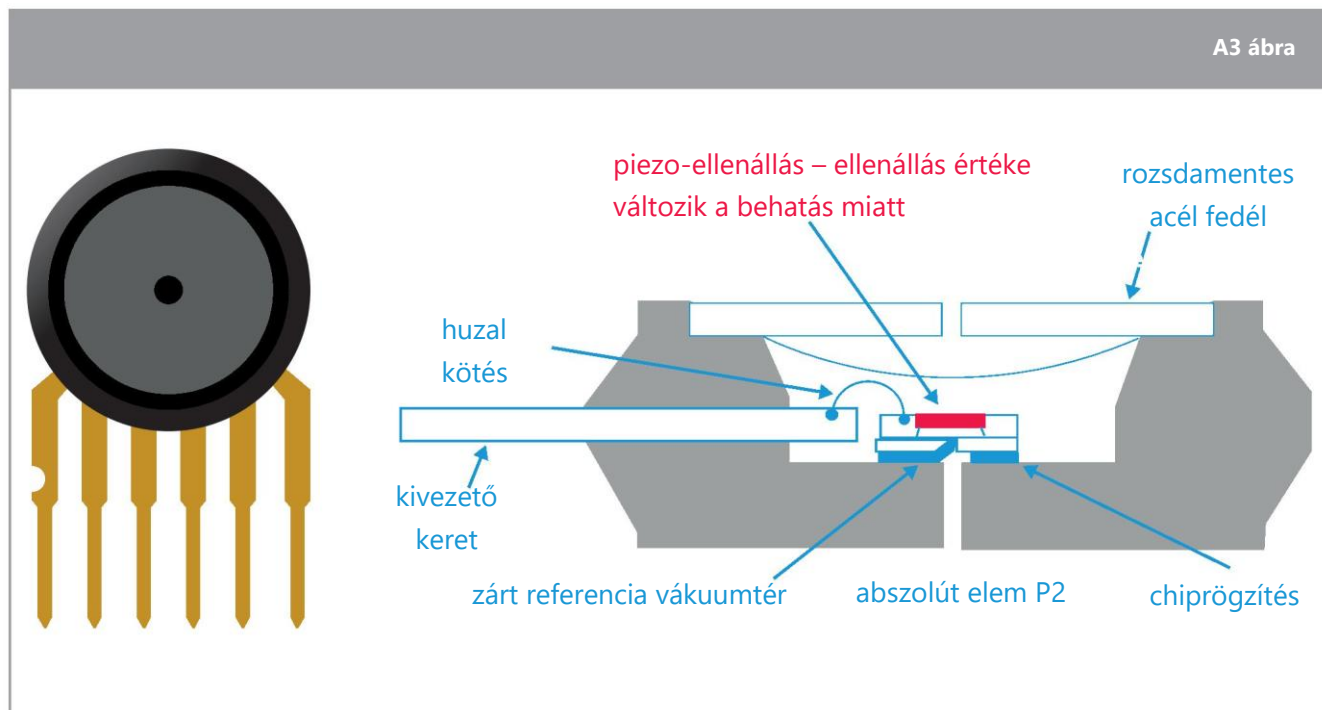
1. feladat

1. Eszetekbe jut még valamilyen probléma, ami felmerülhet, amikor a levegő hőmérsékletét termisztorral méritek?

Tipp: Mi keletkezik, amikor áram folyik át egy anyagon (akár rezisztív, akár nem)?

Légkörnyomás-érzékelő

Az MPX4115A légkörnyomás-szenzornak 6 lába van, amelyből csak 3 lábat használ a mérésekhez. Ezt a szenzort gyakran használják a CanSat eszközökben. A szenzort úgy készítik, hogy egy kis **piezo-ellenállással** zárnak le egy üreget. Ha másfajta szenzort használtok, a gyártói adatlapon tájékozódhattok annak tulajdonságairól.



↑ Az MPX4115A légkörnyomás-szenzor és a szenzor belsejének sematikus ábrája a piezo-ellenállásos elemekkel

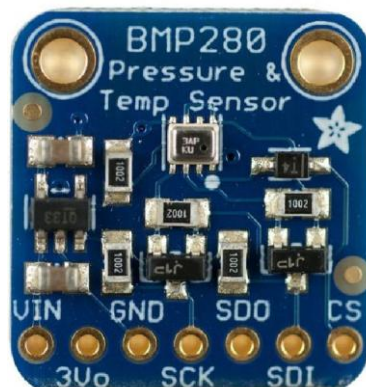
De... mi az a piezo-ellenállás?

A piezo-ellenállás egy olyan ellenállás, amelynek értéke változik mechanikai behatás (nyújtás, hajlítás) hatására. A légköri nyomás változásakor a piezo-ellenállás enyhén meghajlik. A behatás, amit ez a „meghajlás” jelent a piezo-ellenállásnál, az elektromos ellenállás értékének megváltozását eredményezi.

Az MPX4115A szenzornál az ellenállás-változás feszültséggé alakul magában a szenzorban. Ezt a feszültséget aztán a felhasználó beadhatja mint inputot az Arduino lapba. Nyomásérzékelőből is sok különböző típus érhető el. Valószínűleg az MPX4115A a leggyakrabban használatos, de nem biztos, hogy a ti projektetekhez is ez az optimális.

Egyéb szenzorok

A bemutatott hőmérséklet- és nyomásszenzorok népszerű alternatívája a BMP280 digitális nyomásérzékelő. Ebben a szenzorban egyetlen egységben található a nyomás- és hőmérséklet-érzékelő, ezáltal ideális választás lehet a CanSat elsődleges küldetéséhez. A BMP280 szenzor olcsó és nagyon kicsi. Ez azt jelenti, hogy el lehet vele végezni az elsődleges küldetést úgy, hogy a CanSathez rendelkezésre álló költségkeretből és méretből csak keveset vesz el, így izgalmas másodlagos küldetések válnak lehetségessé!



A szenzor jellemzően 1 hPa, illetve 1°C pontossággal mér. A legnagyobb előnye egy ilyen népszerű szenzor használatának valószínűleg az, hogy könnyen kaphattok segítséget, ha valamilyen problémába ütköztök.

A BMP280 hőmérsékletszenzora közel van a többi olyan elektromos alkatrészhez, amelyben áram folyik. Mint tudjátok, mindennek, amiben áram folyik, van ellenállása, ezért bizonyos mennyiségű hő keletkezik, így a mért hőmérséklet magasabb lehet, mint a környezet hőmérséklete – ezt a méréseknél figyelembe kell venni!

Fontos szempontok a szenzor kiválasztásakor:

Érzékenység: mi az a legkisebb változás, amit a szenzor mérni tud?

Válaszidő: milyen gyorsan reagál a szenzor a változó környezetre?

Linearitás: a válasz lineáris (a mérésekhez szükséges tartományban)?

Tartomány: mi az a legkisebb/legnagyobb érték, amit a szenzor mérni tud?

Hiszterézis: a szenzor ugyanazt a kimenetet adja-e ugyanazokra a környezeti feltételekre; pl. a hőmérsékletre ugyanazt a mért eredményt adja, függetlenül attól, hogy a hőmérséklet nő vagy csökken? Ezzel a jelenséggel találkozhattatok, amikor a mágnesességről tanultatok.

2. feladat

Nézzétek meg a BMP280, egy nyomásérzékelő (pl. az MPX4115A) és egy hőmérsékletszenzor (pl. egy termisztor) adatlapját, és írtátok be az adataikat a lenti táblázatba. A két üres oszlopba további szenzorok adatait is beírhatjátok.

	BMP280	MPX4115A	Termisztor		
Tartomány					
Pontosság					
Válaszidő					
Költség					
Szükséges tápellátás					

→ 2. tevékenység: Elektronikai alapismeretek

Bevezetés

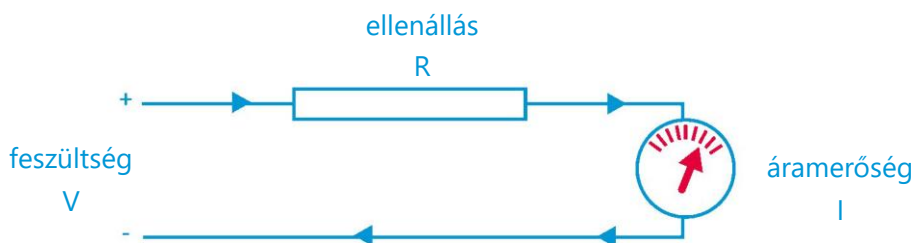
Most, hogy láttuk, milyen különböző típusú alkatrészek érhetők el az elsődleges küldetéshez, nézzük meg ezek működését is. A következő részben azokat az elektronikában használt alapvető egyenleteket nézzük meg, amelyeket a szenzorok is használnak.

Feszültség és áramerősség: Ohm törvénye

Mielőtt belevágtok az elsődleges küldetésbe, érdemes megérteni az elektromosság alapvető fogalmait. Ohm törvénye leírja, hogy egy elektromos áramkör fő jellemzői, a feszültség, az áramerősség és az ellenállás hogyan függenek össze.

Normál, elektromosan vezető anyagokban (pl. réz, arany, ezüst) az elektronok könnyen tudnak haladni – a V feszültség (amely a potenciális energiát biztosítja) adja meg a „lökést”, amely szükséges ahhoz, hogy az elektronok áramoljanak az áramkörben (áramerősség, I).

Ohm törvénye alapján meg tudjuk mondani, mekkora áram fog folyni (I) egy ellenálláson (R), ha arra az ábra szerint egy adott feszültséget (V) kapcsolunk.



Ohm törvénye:

$$V = IR$$

amit rendezhetünk így:

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

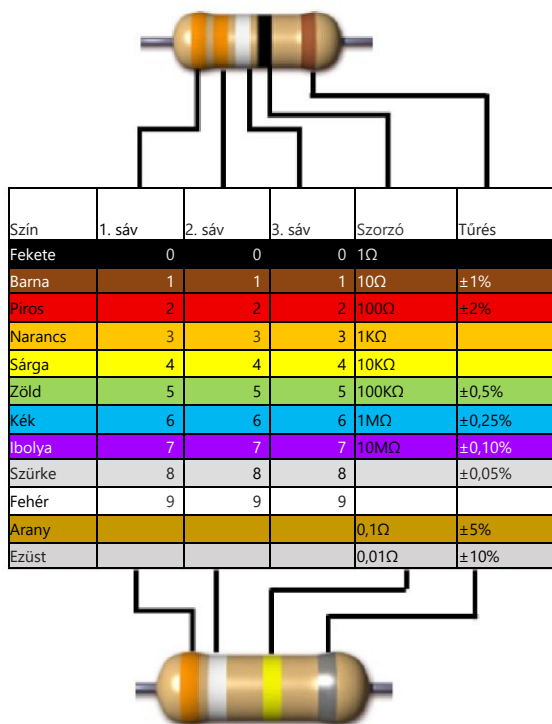
Tehát ha az áramkörre kapcsolt feszültség állandó, az áramerősséget az elektromos ellenállás módosításával tudjuk változtatni.

Ellenállások

Az ellenállások minden CanSat eszköz fontos részei. Esett már szó az ellenállások egy speciális típusáról, a termisztorokról. A normál ellenállásokat, bár önmagukban hasznos mérési adatot nem adnak, használhatjuk a feszültség és az áramkör részein haladó áram erősségének szabályozására. Az ellenállás Ohmban mért értékének megfelelőnek kell lennie. De honnan lehet tudni, mekkora az ellenállás? Például egy tipikus termisztornál kis értékű ellenállásra (pl. 220kΩ) lehet szükség, míg egy tipikus LED-hez sokkal nagyobbra (pl. 10kΩ). Ha nem megfelelő ellenállást választotok, az áramkör lehet, hogy nem a várt módon fog működni.

Egyszerű megoldás az Ohm-mérő használata. Erről azonnal leolvasható az eredmény. Ugyanakkor az ellenállás értékét magatok is ki tudjátok számolni, ha megnézik az ellenállás színes sávjait.

Az alábbi ábra azt mutatja, hogyan lehet leolvasni a 4, illetve 5 sávos ellenállásokat. A „tűrés” azt jelöli, hogy az ellenállás tényleges értéke várhatóan milyen mértékben tér el a névleges értéktől.



Szín	1. sáv	2. sáv	3. sáv	Szorzó	Tűrés
Fekete	0	0	0	1Ω	
Barna	1	1	1	10Ω	±1%
Piros	2	2	2	100Ω	±2%
Narancs	3	3	3	1KΩ	
Sárga	4	4	4	10KΩ	
Zöld	5	5	5	100KΩ	±0,5%
Kék	6	6	6	1MΩ	±0,25%
Liló	7	7	7	10MΩ	±0,10%
Szürke	8	8	8		±0,05%
Fehér	9	9	9		
Arany				0,1Ω	±5%
Ezüst				0,01Ω	±10%

Például az ábrán látható két ellenállás értéke $339\Omega \pm 1\%$ (fenti), illetve $390\,000\Omega$ ($390\text{M}\Omega$) $\pm 10\%$ (lenti).

Feladat

1) Mekkora az ellenállása a lenti ellenállásnak?

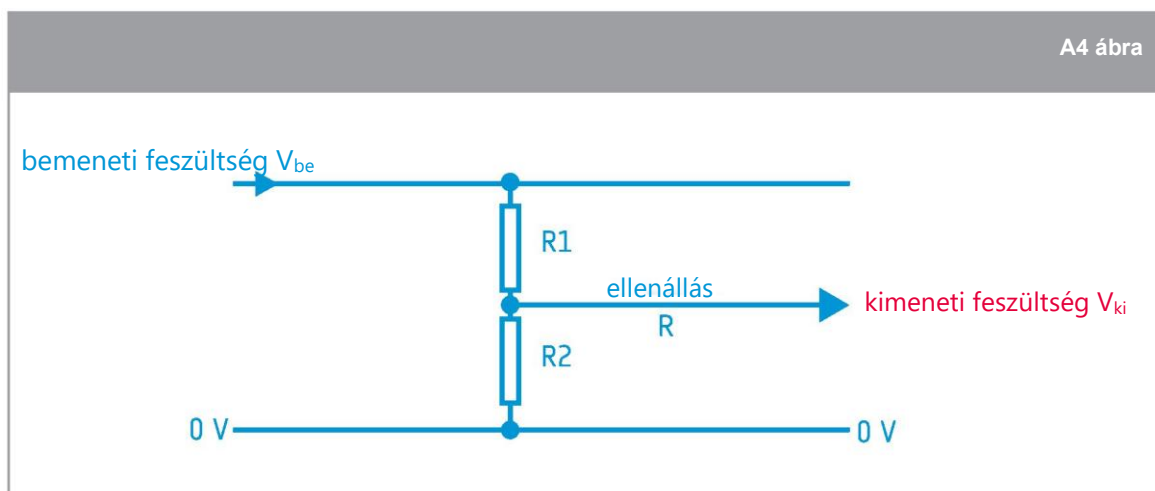


A feszültségosztó áramkör

Sok szenzor az elektromos ellenállásnak a mérendő paraméter változásával arányos változását mutatja. Például a termisztor ellenállása változik, amikor a környezeti hőmérséklet változik. Ugyanakkor az Arduino nem tudja közvetlenül mérni az ellenállás változását, csak a feszültségét. Ezért ahhoz, hogy a termisztor hőmérsékleti adatokat tudjon közölni az Arduinóval, a kimeneti adatnak a változó ellenállás helyett a változó feszültségnek kell lennie.

Ezt feszültségosztó áramkör használatával érhetjük el. Az egyik ellenállást fix értéken tartjuk, ekkor a feszültségben (V_{ki}) mért változást csak a termisztor okozhatja. A feszültség ilyen növekedését vagy csökkenését aztán egy átviteli függvény használatával megfeleltethetjük a hőmérséklet emelkedésének vagy csökkenésének. Az átviteli függvény egyszerű egyenlet, amely leírja a mért feszültség és a hőmérséklet közötti összefüggést.

Az átviteli függvény kiszámításához először elemeznünk kell az áramkört, majd a hőmérsékletet a feszültség függvényeként kell megadnunk. Ne felejtsetek el ellenőrizni a használt szenzor adatlapját, hogy az átviteli függvényhez meglegyen minden szükséges adat.



↑ Feszültségosztó áramkör ábrája

Ebben az áramkörben az $R1$ és az $R2$ ellenállás valamelyikét lecserélhetjük termisztorra.

Pluszfeladat

Az **R1 és R2** ellenállásokon átfolyó áram erősségét (**I**) Ohm törvényével tudjuk kiszámítani (**V=IR**).
Rendezzék az alábbi egyenleteket, és oldjátok meg **V_{ki}**-re.

Ha:

$$V_{be} = I (R1 + R2) \text{ és } V_{ki} = I(R2)$$

$$I = \underline{\hspace{2cm}} \text{ és } I = \underline{\hspace{2cm}}$$

A két egyenletet összevetjük, hogy eltűnjön az **I**:

=

De szeretnénk tudni, hogy hogyan függ a **V_{ki}** a többi paramétertől. Az egyenlet rendezésével ezt kapjuk:

$$V_{ki} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Mivel **V_{be}** egy fix érték (ahogy az **R1** is), a **változó ellenállást (R2) változó feszültséggé** alakíthatjuk a feszültségosztó áramkörrel.

Tipp: az áram hőt generál az anyagban, amelyen átfolyik (pl. a termisztor anyagán), aminek hatására változik annak elektromos ellenállása. A melegedés hatásának minimalizálásához érdemes az áramkört csak a mérés előtt bekapcsolni. Gyorsan végezzétek el a mérést, majd utána újra kapcsoljátok le az áramkört. Ezzel minimálisra csökken az idő, amikor áram folyik, így kevesebb hő jön létre.

→ 3. tevékenység: Kommunikáció a CanSattel

Bevezetés

Készen álltok arra, hogy az elsődleges küldetés teljesítéséhez szükséges elektronikai eszközt elkészítsétek, de egy fontos lépés még hiányzik. A CanSat által gyűjtött adatokat el kell küldeni a földi állomásnak. Ehhez meg kell néznünk, milyen alkatrészeket használhatunk kommunikációra, illetve azt, hogyan kommunikálnak egymással az elektronikai eszközök.

Adóvevők (vagy rádiómodulok)

Tudjuk, hogyan lehet egy Arduino és szenzorok segítségével hőmérséklet- és nyomásadatokat gyűjteni. De hogyan kapjuk meg a CanSat által összegyűjtött adatokat? Megtehetnénk persze, hogy elmentjük az adatokat, és akkor férünk hozzájuk, amikor újra nálunk lesz a CanSat eszköz. De a CanSat elsődleges küldetésében másodpercenként kell adatokat küldeni a földi állomásnak. Ennek a követelménynek két oka van.

Az első, hogy ízelítőt kapjatok, milyen egy valódi műholdas küldetés! A második, hogy nem tudjuk a felbocsátás minden körülményét kontrollálni, ezért előfordul, hogy a CanSat eszközöket nem tudjuk visszaszerezni. Ha az eszköz elküldi az adatokat, akkor a projekt elemzési szakaszát ilyen esetben is teljesíteni lehet.

A CanSat és a földi állomás között vezeték nélküli adóvevőkkel lehetséges az adatátvitel. Ezek párban működnek, mint a walkie-talkie-k, amelyeket gyerekkorotokban (vagy akár most) lehet, hogy ti is használtatok. A CanSat eszközön és a földi állomáson is található antenna. A CanSat antennája küldi, a földi állomás antennája pedig fogadja az adatokat. A zavarok és az interferencia elkerülése érdekében, a versenyben részt vevő minden csapatnak saját frekvenciát osztanak ki – ez pontosan olyan, mint a walkie-talkie csatornái. Ez azt jelenti, hogy csak a saját CanSat eszköztökről kaptok majd adatokat, más forrásból nem. Az adóvevő, mint ahogy a neve is mutatja, adni (küldeni) és venni (fogadni) tudja az adatokat.

Most megvizsgáljuk, milyen lehetőségeitek vannak az adóvevő kiválasztásakor, és hogy milyen szempontok alapján érdemes dönteni.

Az adóvevő kiválasztásakor valószínűleg a legfontosabb szempontok a működési frekvencia, a szükséges tápellátás és az adóvevők mérete. Természetesen a költség is szempont. Egy-egy projekt megtervezésekor gyakran kell kompromisszumot kötni. Előfordulhat, hogy az egyes feladatokhoz tökéletes alkatrészek valamilyen okból nem kompatibilisek egymással.

A5 ábra



↑ Az APC220 modul

A6 ábra



↑ Az RFM95 LoRa modul

A7 ábra



↑ Az XBee modul

Az egyik leggyakrabban használt adóvevő az APC220. 1000 méteres távolságig, 418MHz és 455MHz közötti tartományban tud kommunikálni. Népszerű alternatívának számít a LoRa modul (pl. az RFM95). Ezeknek általában nagyobb a hatótávolsága, akár 2000 m, de az APC220-tól eltérően nem egy tartományban, hanem diszkrét frekvenciákon működnek. Az utolsó modul, amelyről szót ejtünk, az XBee modul. Ez lényegesen eltér az APC200 és a LoRa moduloktól, mivel a WiFi-tartományban (2,4Ghz), nem a MHz tartományban működik. Ez okozhat némi problémát, például interferencia léphet fel a közeli eszközökkel. A modelltől függően a hatótávolság 400 métertől 1600 méterig terjedhet.

Csapatonként eltérő, hogy melyik adóvevő a legmegfelelőbb a CanSathez. Mindegyiknek tanulmányozzátok az adatlapját, és használjátok fel az értékeléshez, de közben a projekt többi részét is vegyétek figyelembe. A „Rádiókommunikáció” című forrásanyagban részletesebb tájékoztatást találtok.

Minden elektronikai rendszer használ valamilyen fajta rendszert a részei közötti kommunikációra. A CanSatnál három fő rendszert fogunk használni, ezek az UART (univerzális aszinkron adóvevő), az SPI (soros perifériás interfész) és az I2C (inter-integrált áramkör).

UART-kommunikáció

Az UART betűszó az univerzális aszinkron adóvevőt jelöli (universal asynchronous receiver-transmitter). Az UART és az SPI és az I2C közötti legfontosabb különbség az aszinkronitás. De mit is jelent az, hogy aszinkron? Ahogy talán ki is találtátok, a szinkron ellentéte, de vessük össze, mit jelentenek ezek a kommunikációban.

A szinkron kommunikáció olyan, mint amikor valakit felhívunk telefonon. Először tárcsázunk, és várunk, hogy a másik felvegye. Ettől a pillanattól kezdve amikor adatot küldünk (beszélünk), a fogadó fél azonnal fogadja (hallja) azt, majd elküldi saját adatait (beszél), amit mi fogadunk (hallunk). Amikor abba kívánjuk hagyni az adatküldést, ezt egy üzenetben világossá tesszük a fogadó fél számára (elköszönünk), majd áttérhetünk egyéb teendőinkre.

Az aszinkron kommunikáció inkább a levélküldéshez hasonlít. Miután elküld egy levelet, a küldő (feladó) végezheti egyéb teendőit, amíg válaszra vár. Valamivel később az feladó megnézheti a postaládáját, hogy kapott-e választ, majd annak megfelelően cselekedhet.

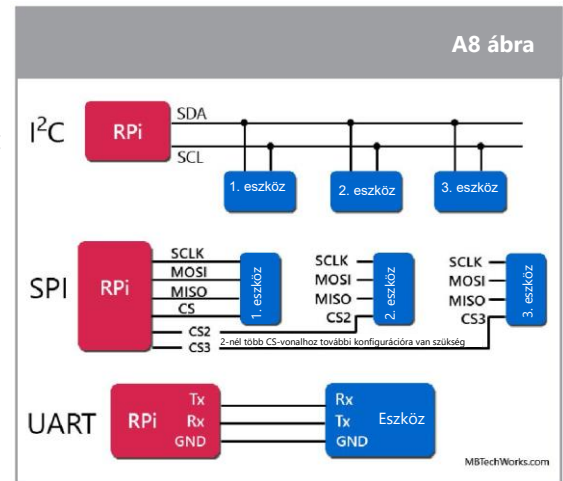
Az UART széles körben használt, jól dokumentált, összességében egyszerű és könnyen használható rendszer, de természetesen megvannak a maga korlátai:

1. Az UART-kommunikációról fontos megjegyezni, hogy egyszerre két eszköz közötti kommunikációra alkalmas csak (egy komplexebb CanSat esetén ez nem a legjobb). Mivel a protokoll csak az üzenet elejét, tartalmát és végét jelző adatokat küld, nincs olyan módszer, amellyel azonos vonalon különbséget lehetne tenni több adó- vagy vevőkészülék között. Ha egynél több készülék próbál adatokat küldeni ugyanazon a vonalon, „busztorlódás” következik be, és a fogadó eszközök nagy valószínűséggel értelmezhetetlen, használhatatlan adatokat kapnak.
2. Az UART félduplex rendszer, ami azt jelenti, hogy bár a kommunikáció két irányba történik, az eszközök nem tudnak egyszerre adatokat továbbítani egymásnak. Egy olyan projektben, ahol két Arduino kommunikál egymással soros adatátvitellel, ez azt jelentené, hogy egy adott pillanatban csak az egyik Arduino tud „beszélni” a másikhoz. A legtöbb alkalmazás esetén azonban ez viszonylag jelentéktelen kérdés és semmilyen problémát nem jelent.

Az UART-rendszer jellemző használata CanSatoknál: Hibakeresési és fejlesztési üzenetek küldése egy PC-nek, kommunikáció a GPS-szenzorokkal, kommunikáció külső WiFi- és GPRS- (3G-)modemekkel.

I2C- és SPI-kommunikáció

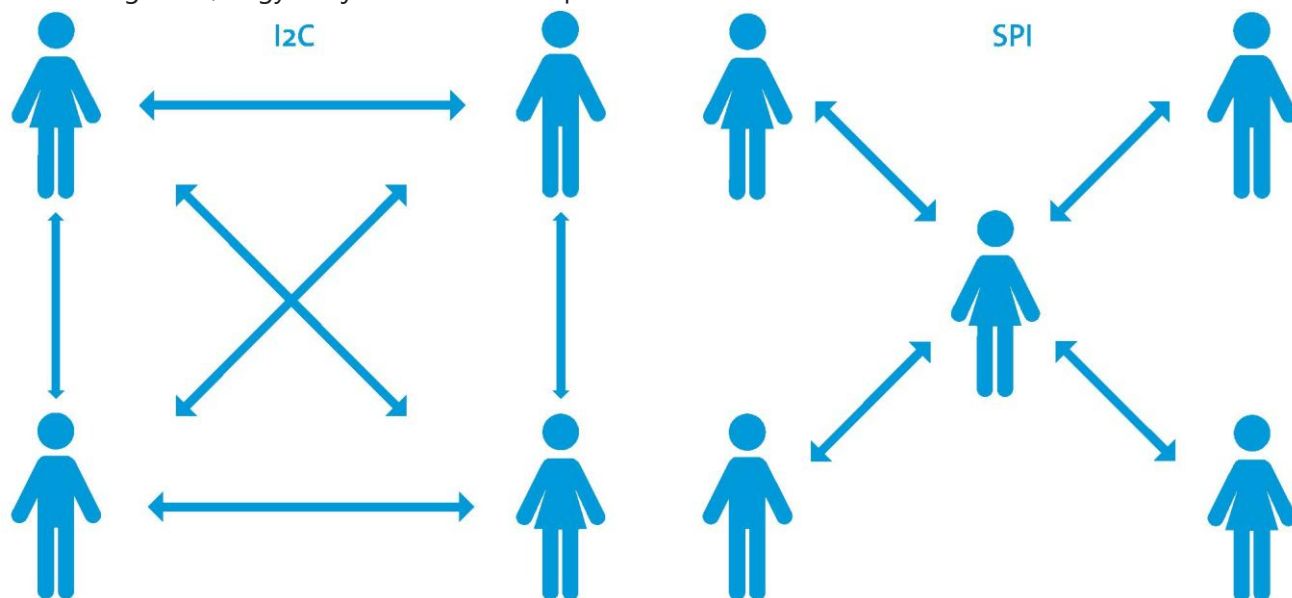
Az **I2C** lehetővé teszi több (akár 1008!) eszköz ugyanarra az I2C-interfészre való kapcsolását, ami csak egy pár vezetékkel jelent. Ezen a két vezetéken lehetséges a kétirányú adatközlés is, ezért ideális a sok szenzorral való kommunikációhoz. **Az I2C-rendszer jellemző használata CanSatoknál:** „Okosabb” szenzorok (pl. a BMP 280), gyorsulásmérők, analóg-digitális konverterek, digitális-analóg konverterek, LCD-kijelzők, akkumulátorvezérlők.



↑ A különböző kommunikációs protokollok sematikus ábrája

Másrészről az **SPI** a legkomplexebb interfész, amit az Arduino hardvere támogat. Az I2C-hez hasonlóan támogatja a több eszköz között zajló, kétirányú kommunikációt, de sokkal nagyobb az áteresztőképessége. Emiatt alkalmas a CanSat-tal esetlegesen összekapcsolt komplexebb eszközökkel való kommunikációhoz. **Az SPI-rendszer jellemző használata CanSat-eknél:** Kamerák, adattároló kártyák (pl. SD-kártyák), GPS-modulok, WiFi-modemek.

Egy egyszerű analógiával fogjuk elmagyarázni, hogyan viselkednek az egyes alkatrészek egy SPI- és egy I2C-rendszerben. Az SPI azt jelenti, hogy soros perifériás interfész (Serial Peripheral Interface), az I2C pedig az inter-integrált áramkör (Inter-Integrated Circuit). Nem kell most azzal foglalkoznunk, hogy miért ez a nevük, azt fontos megérteni, hogy mit jelentenek ezek a protokollok a CanSat eszközünk számára.



A fenti ábrán látható az analógiánk. Jobb oldalon található az SPI-rendszer, bal oldalon az I2C-rendszer. Az analógiánkban az elektronikai alkatrészeket emberekre cseréltük. A nyilak mutatják az emberek közötti kommunikáció lehetséges irányait. Amint látható, az SPI-rendszerben egy rész irányítja a kommunikációt, ezt hívjuk mesternek, a többit pedig szolgának. Az I2C-rendszerben minden rész tud kommunikálni bármelyik másikkal, úgy, hogy egy adott pillanatban csak az egyik lehet a mester. A mester dönti el, hogy a rendszer melyik elemével közöl információt. A „szolga” meghallgatja a mestert, majd a kérésnek megfelelően küld vagy fogad adatokat. Az I2C protokollban a helyzet dinamikus. Bármelyik elküldheti a „figyelj” parancsot és betöltheti a mester szerepét.

Ennek alapján az I2C protokoll sokkal jobbnak tűnhet, de az áramköreinknél a valóság nem olyan egyszerű, mint ez az analógia. Az I2C-rendszert könnyebb összeállítani, de az adatátvitel lassabb, mint az SPI-nél, és általában több teljesítményt fogyaszt. Azt, hogy milyen kommunikációs protokollt használunk, mérlegelni kell, csakúgy, mint a projekt többi részét. De az is előfordulhat, hogy a CanSatben használt szenzorok tulajdonságai határozzák meg a döntésünket. Az alábbi táblázat összefoglalja a protokollok fő jellemzőit, amelyeket figyelembe kell vennünk.

A1 táblázat			
	Protokoll		
	I2C	SPI	UART
Elrendezés	Sok mester és szolga	1 mester, sok szolga	1 mester, 1 szolga
	Egyszerű – 2 lábra van szükség	Összetett – 4 lábra van szükség	Egyszerű – 2 lábra van szükség
Adattovábbítási sebesség	Lassú	Magas	Lassú
Energiafelhasználás	Magas	Alacsony	Magas

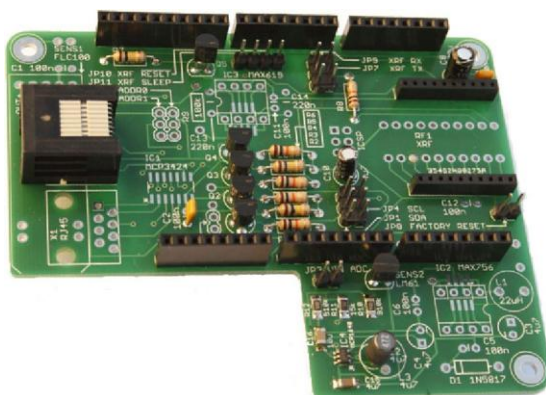
→ 4. tevékenység: Összeállítás

Bevezetés

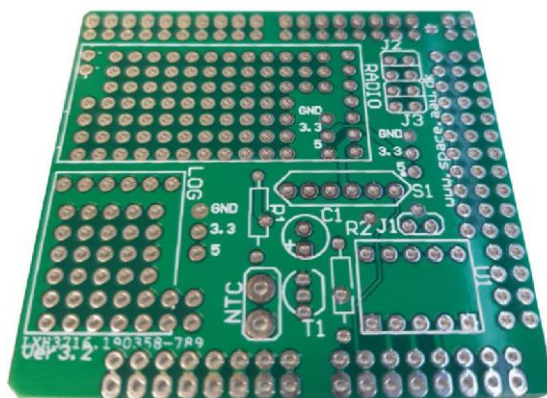
Már majdnem kész! Megismertétek a CanSat elsődleges küldetéséhez szükséges valamennyi alkatrészt, most már csak össze kell állítani az eszközt! A CanSat versenyben egyedülálló kihívásokkal kell szembenéznetek, és alaposan át kell gondolnotok, az egyes alkatrészek mekkora helyet foglalnak és hogyan illeszkednek egymáshoz. Most megnézzük, milyen lehetőségek vannak erre, illetve a CanSat tápellátására.

A forrasztós próbapanel

Ahogy fejlesztitek tovább a CanSatet az elsődleges küldetésen túl, valószínűleg egyre több szenzort kell kapcsolni az alaplaphoz. Ez könnyen kaotikussá válhat. Két megoldás van, az egyik a szerelőlap használata, a másik a bővítőpanel. A bővítőpanel egészen hasonlóan működik, mint a szerelőlap, de ez kifejezetten úgy van kialakítva, hogy csatlakoztatni lehessen az alaplaphoz. Alább láthattok egy példát a bővítőpanelre. A bővítőpanelek drágábbak lehetnek a szerelőlapnál, mert ezek kifejezetten bizonyos mikrovezérlőkkel való használathoz készülnek.



Ezzel szemben a szerelőlapok olcsók és sokoldalúan használhatók. Olyanok, mint a már említett, forrasztás nélküli szerelőlapok. A legfontosabb különbség, hogy az elektromos csatlakozásokat itt forrasztással hozzuk létre. Alább erre látunk példát.



Bár ebben az anyagban csak az elsődleges küldetésre koncentrálnunk, fontos észben tartani, hogy milyen irányban halad a projekt, hogy amit összeállítotok, később is megfeleljen a céljaitoknak. Ezért nagyon fontos, hogy az alaplaphoz megfelelő bővítést használjatok.

Forrasztás

Felbocsátásakor a CanSat jelentősen gyorsul és nagy erő hat rá, így probléma lehet, ha az áramköri csatlakozások gyengék. Erre megoldás a forrasztás. A forrasztással tartós csatlakozást lehet létrehozni az elektromos alkatrészek között. A folyamatban fémeket olvasztunk, ezt használjuk az összekapcsolásra.

Az ehhez használt fém a forrasztanyag. Fontos, hogy a fém olvadáspontja alacsonyabb legyen az összekapcsolni kívánt vezetékekénél és alkatrészekénél, hiszen nem akarjátok, hogy azok is megolvadjanak! A forrasztanyagot forrasztópákával lehet felvinni. A kód megírásához és a szenzorok kiválasztásához képest kevésbé fontosnak tűnhet ez a kérdés, de egy rosszul forrasztott csatlakozás lesz az első, ami felbocsátásakor tönkremegy, és a hibás áramkör az egész projektet veszélybe sodorhatja.

A forrasztott csatlakozások előnye, hogy sokkal tartósabbak és megbízhatóbbak a szokványos szerelőlapos csatlakozásoknál. Egy rakéta felbocsátásakor rezgés és gyorsulásból származó igénybevétel lép fel, ezért fontos, hogy a forrasztott csatlakozások jó minőségűek legyenek.



A9 ábra

↑ Példa forrasztóállomásra

Biztonság:

- A forrasztópáka működési hőmérséklete jellemzően **300-400°C**.
- **Mindig viseljétek védőszemüveget**, és ügyeljétek, ne hogy valamit véletlenül a forró forrasztópáka közelébe helyeztetek.
- Használat után húzzátok ki a forrasztópákát, és **hagyjátok lehűlni**, mielőtt elteszitek.

A jó forrasztott csatlakozáshoz **jó forrasztási technikára** van szükség:

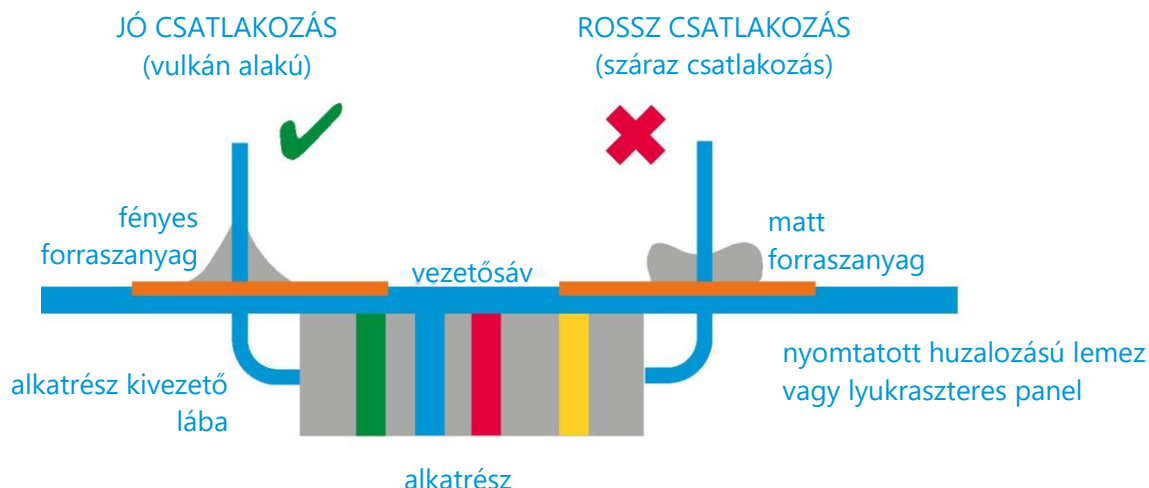
- A forrasztópákát érintsetek a forrasztani kívánt alkatrész lábához; várjatok 2-3 másodpercet, amíg felmelegszik, ezután használjátok egy kis adag forrasztanyagot.
- Várjatok, amíg a forrasztanyag teljesen megolvad és körbeveszi az alkatrész lábát, ekkor vegyétek el a forrasztanyagot majd a forrasztópákát.
- Mindenképpen várjátok meg, hogy az alkatrész lehűljön, mielőtt áttértek a következő elem lábához.

Akkor **jó a forrasztott csatlakozás**, ha a forrasztanyag „benedvesíti” az összeforrasztandó felületeket. Az alakjának egy vulkánra kell hasonlítani.

A **rossz forrasztott csatlakozásnak** több oka is lehet, ilyen, ha túl sok forrasztanyagot használtok, ha a forrasztópáka először a forrasztanyagot hevíti fel (az alkatrész lába helyett), illetve ha a felületek nem tiszták.

Mielőtt az alkatrészeket ráforrasztjátok a szenzorpanelre, érdemes gyakorolni a forrasztást egy felesleges szerelőlap-darabon. Egy rosszul forrasztott csatlakozás az elsők között fog tönkremenni felbocsátáskor, és így lehet, hogy semmilyen adatot nem tudtok gyűjteni!

Ennek a forrasanyagnak a végén találtak egy részletesebb ismertetőt a forrasztásról.



A CanSat tápellátása

Mostanra rendelkeztek a legfontosabb ismeretekkel ahhoz, hogy elkezdhessétek megépíteni a CanSat eszközöket az elsődleges küldetéshez. Ám van a CanSat eszközöknek egy fontos tulajdonsága, amiről még nem esett szó – ez a tápellátás! Természetesen felbocsátáskor nem lehet a CanSatet USB-porthoz csatlakoztatni, belső tápellátásra van szükség. Jellemzően a műholdaknak a külsejükre erősített napelemek szolgáltatják az energiát. A CanSat versenyen ezt a megoldást nem lehet alkalmazni.

1. feladat

1. Miért a napelem a preferált választás a műholdak esetén, és miért lehet, hogy nem ez a legjobb megoldás a CanSathez?

Van néhány szempont, amelyet figyelembe kell venni, amikor a CanSat tápellátásával kapcsolatban hoztok döntést:

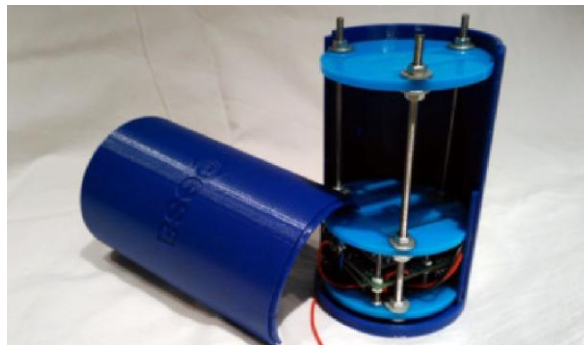
- Mekkora feszültségre van szükség?
- Mekkora lehet (fizikailag) az akkumulátor?
- Mekkora akkumulátorkapacitásra van szükség (mAh)?
- Mennyire lehet nehéz az akkumulátor?

Sok mikroprocesszorpanel 3,3V-os vagy 5V-os feszültséget tud biztosítani a bekötött alkatrészeknek, de ez nem azt jelenti, hogy ne lehetne nagyobb feszültséget, 9V-os akkumulátort használni, mert sok lapon vannak olyan „szabályozók”, amelyek a megfelelő szintre viszik le a feszültséget. Ennek ugyanakkor gyakran ára van, mert eközben energiát pazarolunk el. Meg kell gondolni, hogy ez az energiaveszteség mennyire fontos a küldetés sikeres szempontjából. Sok esetben nem az, mert a CanSat repülési ideje viszonylag rövid. Ugyanakkor ezt nagy bizonyossággal ki kell számolni.

Egy külső töltőeszköz, pl. egy mobiltelefonoknál használt powerbank is jó megoldás lehet. Ezek többféle formában és méretben érhetők el, és eltérő a kapacitásuk. Van olyan is, amelyben egy „intelligens” elektronikai megoldás nem biztosít tápellátást, ha az eszköz alacsony teljesítményt használ. Bár ez hasznos lehet, hiszen energiát lehet megtakarítani vele, utána kell nézni hogy az elektronikai eszköz szerint mi a „kevés”, és hogy ez megfelel-e a CanSat esetében.

Hogyan kerül a CanSat a „dobozba”?

Végül, de nem utolsósorban, a CanSat eszközhöz el kell készíteni a házat, amelybe az elsődleges és másodlagos küldetéshez szükséges összes elektromos alkatrész belekerül. Ez nemcsak a felbocsátás közben rájuk ható nagy erőktől védi az alkatrészeket, hanem valamennyire a környezettől (gyenge esőtől, alacsony hőmérséklettől) is.



3D nyomtatóval pontosan az általatok meghatározott specifikációknak megfelelő házat tudtok készíteni. A tervezésnél gyakran rétegeket használnak. El lehet választani például az elsődleges és a másodlagos küldetést. Az ilyen házat lehet úgy kialakítani, hogy a CanSat burkolata könnyen eltávolítható legyen, így sokkal könnyebben elvégezhetők a javítások és módosítások. [Innen letölthetitek](#) az .stl-fájlokat, amelyek a CanSat házához, a képen látható részek 3D-nyomtatásához szükségesek.

Ez az útmutató a CanSat-projekt elsődleges küldetéséhez szükséges elektronikai ismereteket és szenzorokat mutatta be. Ennek és a kiegészítő forrásanyagoknak a segítségével készülhettek az elsődleges küldetésre.

2. feladat

Amikor átláttátok, hogy milyen típusú alkatrészek érhetők el az elsődleges küldetéshez, érdemes tervet készíteni az elkészítéshez egy, a lentihez hasonló táblázat segítségével:

A2 táblázat			
Elem	Választott alkatrész	Választás indoklása	Második legjobb megoldás
Mikroprocesszor			
Hőmérsékletszenzor			
Nyomásérzékelő			
Adóvevő			
Tápellátás			

Sok szerencsét!

→ Linkek

Ismertető a termisztorok működéséről:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Thermistor>

Ismertető a nyomásérzékelők elveiről: https://en.wikipedia.org/wiki/Pressure_sensor

Ismertető a piezo-ellenállásról:

https://en.wikipedia.org/wiki/Piezoresistive_effect

Feszültségosztó áramkörök – elméleti alapok, összeállítás: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/voltage-dividers>

Ismertető az Arduino digitális lábairól: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/DigitalPins>

Forrasztási útmutató:

<https://learn.sparkfun.com/tutorials/how-to-solder-through-hole-soldering>

Az MPX4115A nyomásérzékelő adatlapja:

<http://www.farnell.com/datasheets/8723.pdf>

Az Adafruit és Sparkfun weboldalakon elérhetők a CanSat elsődleges küldetéséhez alkalmas szenzorok és alkatrészek:

<https://www.adafruit.com/categories>

<https://www.sparkfun.com/>

.stl-fájlok a CanSat házához, az említett rész 3D-nyomtatásához:

http://esamultimedia.esa.int/docs/edu/3d_printer_files_for_Cansat_case.zip