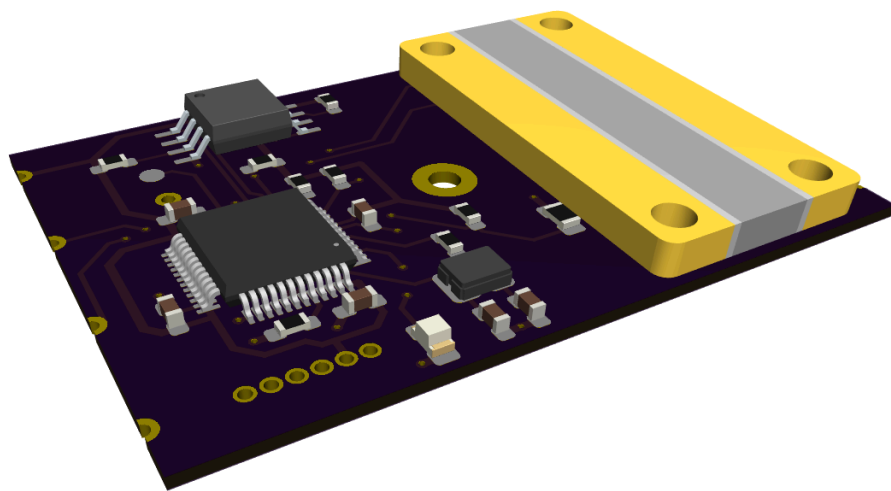




UNIONSAT

Kozmikus sugárzásmérő modul
a Hunity (NMHH-1) műholdra



Budapest, 2024. november 11.

0. TARTALOMJEGYZÉK

0. TARTALOMJEGYZÉK	2
1. ELÉRHETŐSÉGEK	3
2. KÍSÉRLET LEÍRÁSA	3
3. KIVITELEZÉS	4
4. KÍSÉRLET ADATAI	5
5. VESZÉLYES ANYAGOK LISTÁJA	5
6. SZOFTVER	6
6.1 I2C PARANCSOK	6
6.1.1 TARTÁLY OLVASÁS MÓD	6
6.1.2 FLASH OLVASÁS MÓD	6
6.1.3 IDŐSZINKRONIZÁCIÓS PARANCS	7
6.2 I2C ÜZENETEK ÉRTELMEZÉSE	7
6.2.1 TARTÁLY OLVASÁS MÓD	7
6.2.2 FLASH OLVASÁS MÓD	8
6.2.3 PYTHON KÓD AZ OLVASOTT ADATOK ÉRTELMEZÉSÉHEZ	8
7. TESZTEK	9
7.1 VÁKUUMKAMRA TESZT	9
7.2 HŐMÉRSÉKLET TESZT	9
8. MELLÉKLETEK	10

ELŐZETES VERZIÓ!

1. ELÉRHETŐSÉGEK

A csapat mentora: **Dr. Dernovics Mihály**

Kapcsolattartó személy: **Mihályffy Róbert**

kapcsolattartási e-mail cím: hunity@onionsat.com

telefonszáma: [REDACTED]

A csapat tagjai:

- **Dernovics Máté**

e-mail címe: dernovics.mate@onionsat.com

telefonszáma: [REDACTED]

- **Mihályffy Róbert**

e-mail címe: mihalyffy.robert@onionsat.com

telefonszáma: [REDACTED]

- **Pécsi Tamás**

e-mail címe: pecsi.tamas@onionsat.com

telefonszáma: [REDACTED]

2. KÍSÉRLET LEÍRÁSA

Kísérletünk célja az űrben fellelhető gamma-sugárzás monitorozása, mennyiségi meghatározása.

A kísérlet során megtöltünk egy ismert térfogatú tartályt egy olyan, általunk választott anyaggal, amely gamma-sugárzás hatására megváltoztatja az elektromos vezetőképességét (kísérletünk esetében pozitív irányba változik). Ezen anyag ellenállás változását vizsgáljuk a kísérlet időtartama alatt.

Mivel az anyag ellenállása függ a hőmérséklettől (Ohm-törvény), a modulon NTC termisztorokat használunk a hőmérséklet meghatározására, 10k Ω -os feszültségosztó ellenállással. A használt termisztor béta-együtthatója: 3950; referencia ellenállása: 10k Ω (298,15K).

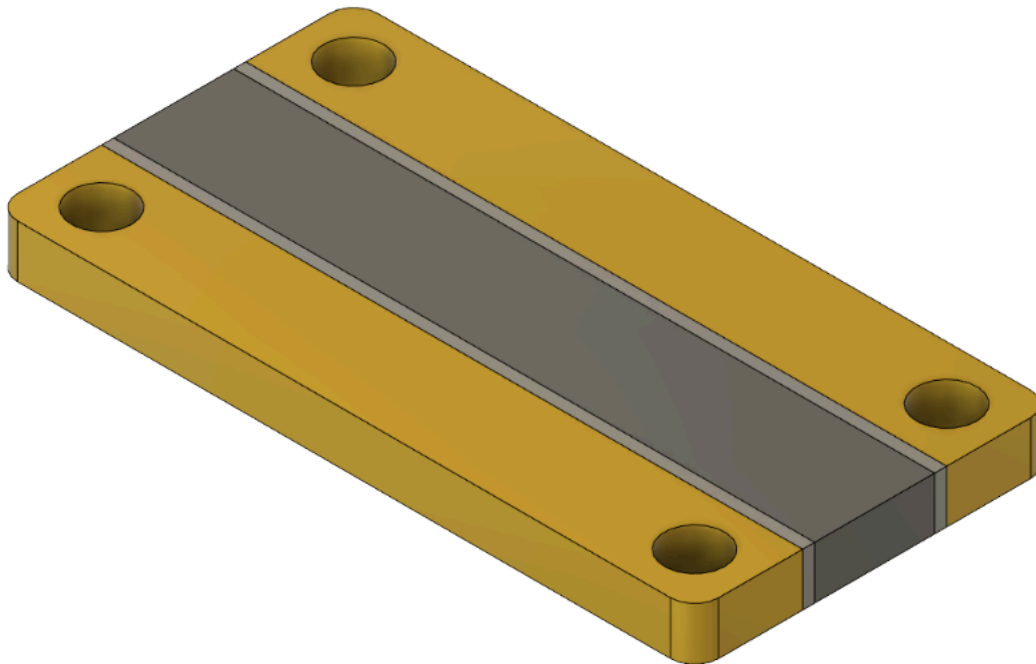
A modulon elhelyeztünk továbbá egy W25Q64JVSSIQ típusú flash memóriát, melyen az űrben fellelhető sugárzás hatására bekövetkező bitflipet vizsgáljuk.

A kísérleti panelen, egy STM32F103C8T6 típusú mikrokontroller végzi az adatok feldolgozását, és a kommunikációt a műhold fedélzeti számítógépével.

3. KIVITELEZÉS

A kísérlet központi része, egy hermetikusan zárt tartály, amely 3 fő komponensből épül fel. Tartalmaz egy középső elemet, amely CNC műanyag megmunkálással készült (továbbiakban: középső (tartály) elem) poliéter-éter-keton (PEEK) műanyagból, valamint 2 érintkezőt, amelyek CNC fémmegmunkálás eljárással készültek (továbbiakban: oldalelemek, oldalsó tartóelemek) sárgarézből ($\text{CuZn}_{39}\text{Pb}_3$).

- Sárgaréz oldalelemek
- Epoxi ragasztó
- PEEK középső elem



Azon eshetőség kizárására, hogy a tartály bármely körülmény között szivárogni kezdjen, a fém alkatrészek tartályba nyúló részei tökéletesen illeszkednek a tartály méreteihez. Emellett a sárgaréz oldalelemek és a tartály között fennmaradó rés kitöltésére kétkomponensű epoxi ragasztót használunk.

4. KÍSÉRLET ADATAI

Kísérletben használt anyag: etil-alkohol és trolox elegye (4 mg/ml koncentrációban)

Tartály anyaga:

- középső tartály elem: poliéter-éter-keton (PEEK) műanyag
- oldalsó tartóelemek: CuZn₃₉Pb₃ ötvözet

Kísérlet térfogata: 87 mm³

Kísérlet tömege: 9,3 g

Kísérlet méretei (szélesség x hosszúság x magasság): 45x30x**3,6** mm

Kísérlet maximális áramfelvétele: 25 mA

Kísérlet átlagos áramfelvétele: 16 mA

5. VESZÉLYES ANYAGOK LISTÁJA

Anyag megnevezése	Azonosító	gyártó	tömeg	adatlap
trolox	CAS 53188-07-1	-	TBD g	4. melléklet
etil-alkohol	CAS 64-17-5	-	TBD g	3. melléklet
epoxy ragasztó	EAN 8710439852348	Bison ¹	0,2 g	1. és 2. melléklet
középső tartály elem (PEEK)	CAS 29658-26-2	ProPlan ²	0,22 g	5. és 6. melléklet
oldalsó tartóelemek (CuZn ₃₉ Pb ₃)	EN CW614N	ProPlan	5,85 g	7. és 8. melléklet

¹ UHU GmbH & Co.KG (Németország), weboldal: www.boltonadhesives.com

² PROPLAN 2003 Tervező és Szolgáltató Bt., weboldal: www.proplan.hu

6. SZOFTVER

A kísérlet az I2C sztenderdeknek megfelelően kommunikál a Hunity (NMHH1) OBC-vel szolgáló módban (cím: 0x53).

A kísérlet 1. és 2. típusú adatot küld. Az 1. típusú adat a panel fő kísérletével kapcsolatos adatokat tartalmazza. A 2. típusú adat a memória korrupciós kísérlet adatait tartalmazza. A kísérlet alpból 1. típusú adatokat küld.

Lehetőség van a kísérletnek **időszinkronizációs** és **módválasztó** parancsot küldeni. A módválasztó parancs az adattípus kiválasztására szolgál.

6.1 I²C PARANCSON

6.1.1 TARTÁLY OLVASÁS MÓD

Az alábbi parancsot futtatva, a módválasztót az **1. típusú** válaszküldő helyzetbe (tartály olvasás mód) állítjuk.

0x01	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00
ID							

ID: mód (parancs) azonosítója

6.1.2 FLASH OLVASÁS MÓD

Az alábbi parancsot futtatva, a módválasztót az **2. típusú** válaszküldő helyzetbe (flash olvasás mód) állítjuk. 1 ilyen adatot küld a parancs futtatásánál.

0x02	0xAA	0xAA	0xBB	0xBB	0x00	0x00	0x00
ID	S	S	N	N			

ID: mód (parancs) azonosítója

S: A szektor ahonnan kezdje a kísérlet a bitflipek detektálását

N: Azon szektorok száma amelyekben a bitflipeket kell keresnie a kísérletnek

6.1.3 IDŐSZINKRONIZÁCIÓS PARANCS

A Hunity dokumentációjában leírtak alapján a Hunity OBC által küldött időszinkronizációs parancsot fogadja a kísérlet. És ezt fel is felhasználja.

6.2 I²C ÜZENETEK ÉRTELMEZÉSE

6.2.1 TARTÁLY OLVASÁS MÓD

Amennyiben I²C protokollon a panelnek olvasás parancsot küldünk, és a módválasztó tartály olvasás módban van, abban az esetben a következő bájtsorozatot kell megkapnunk.

A szürke háttérű értékek nem tükrözik a valóságot, csak szemléltetés kedvéért vannak megjelenítve.

0x01	0xAA	0xAA	0xBB	0xBB	0xCC	0xCC	0xDD
ID	T ₁	T ₁	T ₂	T ₂	U	U	t

0xDD	0xDD	0xDD	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00
t	t	t					

ID: mód (előzetes parancs) azonosítója

T_{1,2}: termisztorok natív feszültsége³ (*big-endian szerint kódolva*)

U: kísérlet natív feszültsége (*big-endian szerint kódolva*)

t: UNIX időbélyeg (*big-endian szerint kódolva*)

³ 0-4095 szám, ahol a 0 érték egyenlő 0 V feszültséggel, 4095 érték egyenlő 3.3 V feszültséggel, lineáris karakterisztika szerint

6.2.2 FLASH OLVASÁS MÓD

Amennyiben I²C protokollon a panelnek olvasás parancsot küldünk, és a módválasztó flash olvasás módban van, abban az esetben a következő bájtsorozatot kell megkapnunk.

A szürke háttérű értékek nem tükrözik a valóságot, csak szemléltetés kedvéért vannak megjelenítve.

0x02	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xBB	0xBB	0xBB
ID	BF	BF	BF	BF	t	t	t

0xBB	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00
t							

ID: mód (előzetes parancs) azonosítója

BF: bitflipek száma (*big-endian* szerint kódolva)

t: UNIX időbélyeg (*big-endian* szerint kódolva)

6.2.3 PYTHON KÓD AZ OLVASOTT ADATOK ÉRTELMEZÉSÉHEZ

A mellékletekben található python kód (converter.py) segítséget nyújt a kísérlet által küldött adatok értelmezéséhez.

7. TESZTEK

7.1 VÁKUUMKAMRA TESZT

Az összeszerelt tartályt a HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpontban (2462 Martonvásár, Brunszvik utca 2.) teszteltük egy úgynevezett vákuum centrifuga használatával, amely képes volt a zárt tér nyomását csökkenteni körülbelül 1000 Pascalra (a légköri nyomás körülbelül 1%-ára).

A **teszt sikerrel zárult**, a tartály tömegét megmértük a teszt előtt és a teszt után egy ± 0.0001 g pontosságú kalibrált mérleggel. A vákuumban eltöltött 1 óra után nem történt változás a tartály tömegében.

7.2 HŐMÉRSÉKLET TESZT

Az elkészült modulon hőmérséklet tesztet végeztünk, melynek célja a kísérlet hőállóságának vizsgálata volt. Az előírt tartomány (-20°C - $+70^{\circ}\text{C}$) két szélső értékén vizsgáltuk a panel reakcióját a hőmérsékleteken.

A **teszt sikerrel zárult**, üzemhiba nem volt megfigyelhető.

8. MELLÉKLETEK

1. Bison Universal Strong Dual-Component Epoxy Adhesive (BIS EPOXY UNIVERSAL BD 24ML*12 L625) **data sheet**
2. Bison Universal Strong Dual-Component Epoxy Adhesive (BIS EPOXY UNIVERSAL BD 24ML*12 L625) **safety data sheet**
3. Ethanol gradient grade for liquid chromatography **safety data sheet**
4. 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchromane-2-carboxylic acid (*trolox*) **safety data sheet**
5. Middle section **drawing**
6. PEEK **data sheet**
7. Side brackets **drawing**
8. $\text{CuZn}_{39}\text{Pb}_3$ **data sheet**
9. converter.py python-kód

Az összes melléklet letölthető a
<https://docs.onionsat.com/nmhh1/attachments>
weboldalról.