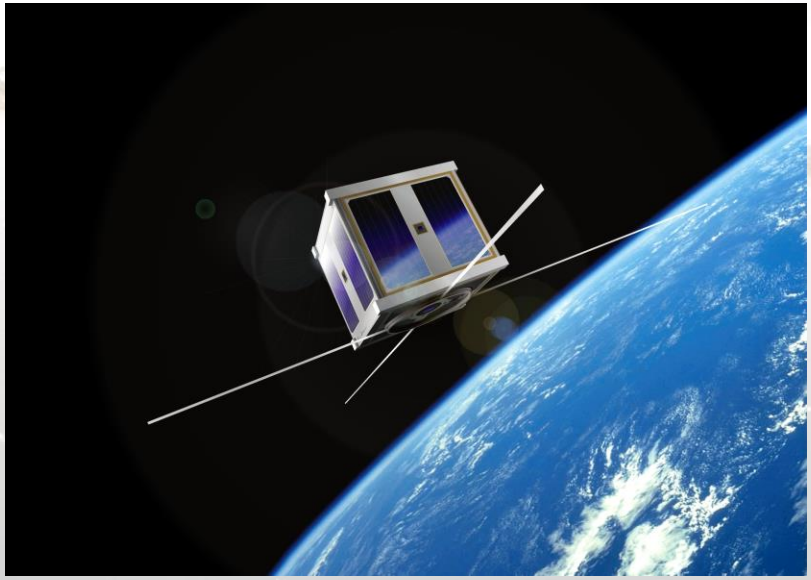
Nanosatelit BDSAT

Nanosatelit pro experimentální ověření senzorických systémů na orbitě

XXXI. Konference
RADIOKOMUNIKACE
Pardubice 18. - 19. 10. 2022



Ing. Marek Šimčák, Ph.D.

BD SENSORS s.r.o.

CSRC Space Division

1. Česká republika v ESA

ČR se stala v pořadí
18. členem ESA
(14.11.2008)

Tím se pro české firmy a vědecké instituce otevřela „evropská brána“ do vesmíru

2. BD SENSORS a Space

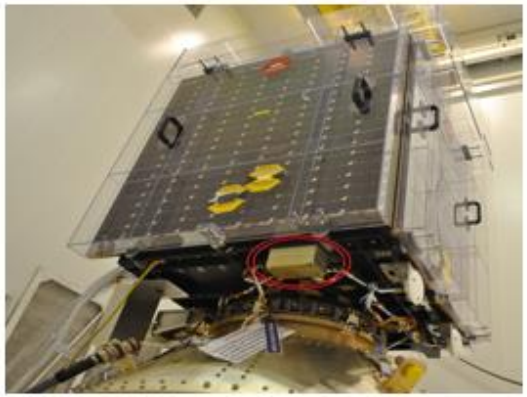
BD SENSORS® Space CSRC

BD SENSORS®
pressure measurement

Pressure Sensors

https://www.youtube.com/watch?v=1Xi1ZRdL1NI

Buchlovice a Kroměříž



Space Electronics

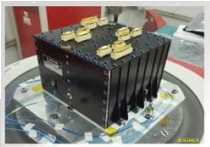
https://www.youtube.com/watch?v=Jt0HQ2YNdhQ

BD SENSORS® Space CSRC

SOLAR ORBITER - RPW
LVPS Power Supply Board

BOSC - PWR
Bank of Supercapacitors

METOP SG - FWC
Unit Tester - EGSE

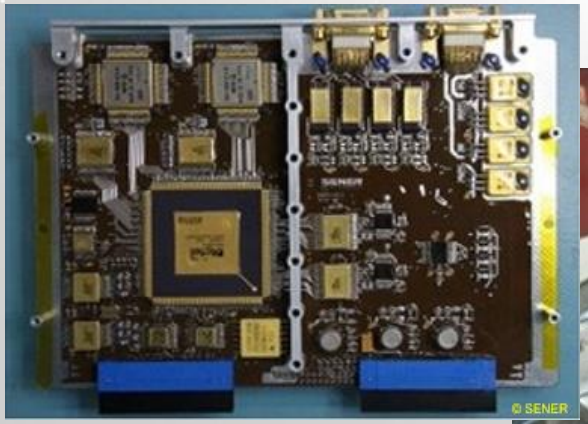


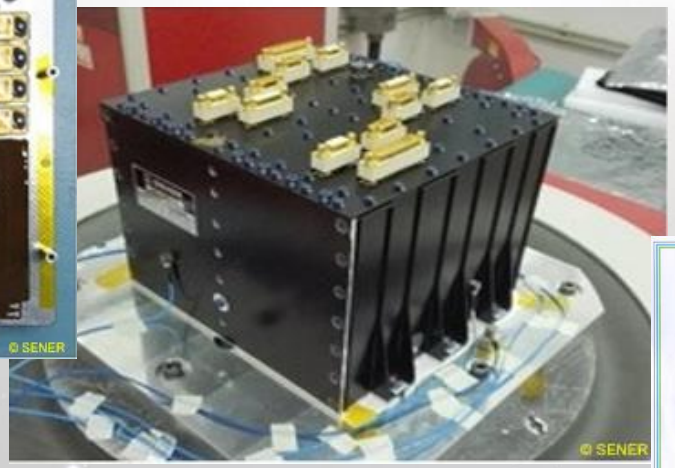
JUICE – Mission to Jupiter
APME Unit

3. Space Electronics Manufacturing

Hlavní aspekty výroby „Space Electronics“

- **Product** => Electronic Flight Hardware
- **Activity** => FM & QM PCB Assembly
- **Facilities** => Cleanroom 100.000 Class
- **Staff** => ESA Certificated Operators
- **Know-how** => ESA Qualified Procedures
- **Equipment** => Qualified Technology and Tools





4. Poslání mise BDSAT

Cíle projektu

- **Snímače tlaku** (PS) jako senzor pro kosmické aplikace
- **Banka superkapacitorů** (BOSC) jako el.zdroj pro kosmické aplikace
- Ověření obou technologií PS a BOSC v kosmických podmínkách
- Posouzení možnosti nahradit těžké AKU/BAT moderními BOSC
- Realizace nanosatelitu / cubesatu o velikosti 1U (10x10x10cm)

Motivace

- Rozšíření firemního produktového portfolia pro kosmické aplikace
- Budování a rozšiřování tzv. „Space Heritage“
- Vstup na nové trhy dynamického „Space Industry Market“
- Potenciální zákazníci – Airbus, TAS, Ariane, VEGA
- Rozšiřování kompetencí „CZ Space Industry“ v rámci ESA

5. Partneři projektu

Řešitelé

- BD SENSORS s.r.o. — Hlavní řešitel projektu
- CEITEC VUT Brno — Spoluřešitel
- Spacemanic s.r.o. — Dodavatel platformy

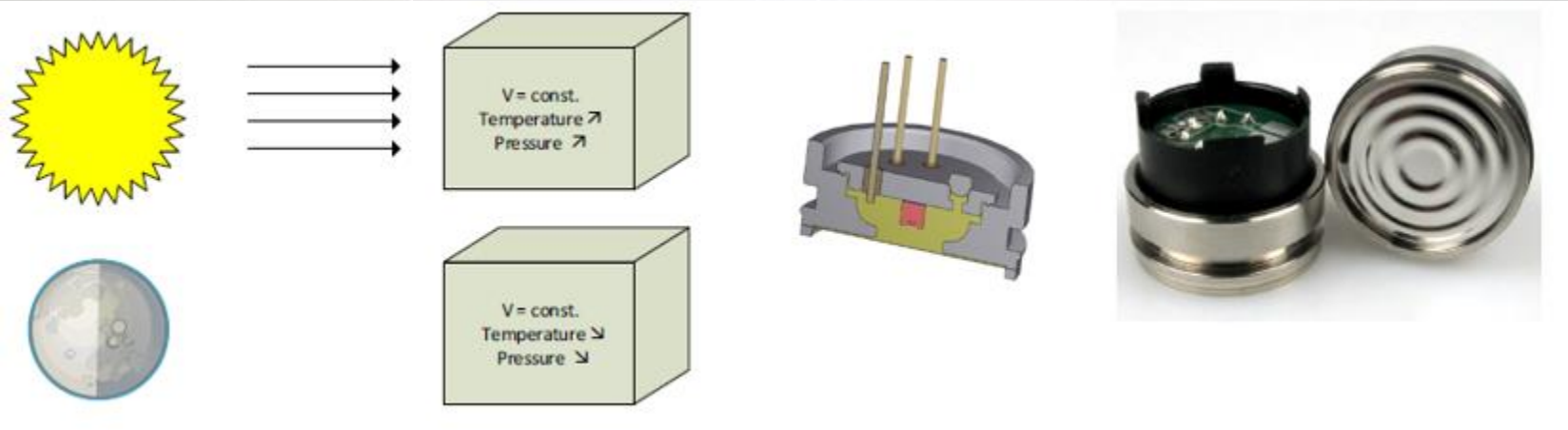
Forma spolupráce

- Zahájení realizace projektu v roce 2019
- Pokračování dlouhodobé úspěšné spolupráce s univerzitou
- Finanční podpora z prostředků MPO v programu TRIO

6. Experiment č.1 - TLAK

Senzor tlaku

- Použití tlakového senzoru na bázi DSP411 z portfolia BD SENSORS (pro plynná+kapalná media → nerez, odděl.membrána, Ø18mm, 100mbar-40bar)
- Měření tlaku v hermeticky uzavřené nádobě
- Využití izochorického děje (změna tlaku ***p*** se změnou teploty ***T*** při konstantním objemu ***V***)
- Aplikace čistě analogové elektroniky dle výstupu realizovaného projektu ALFA TAČR (2014-2017)
- Snímače přivařeny na kovovou desku, tvořící jednu stranu satelitu



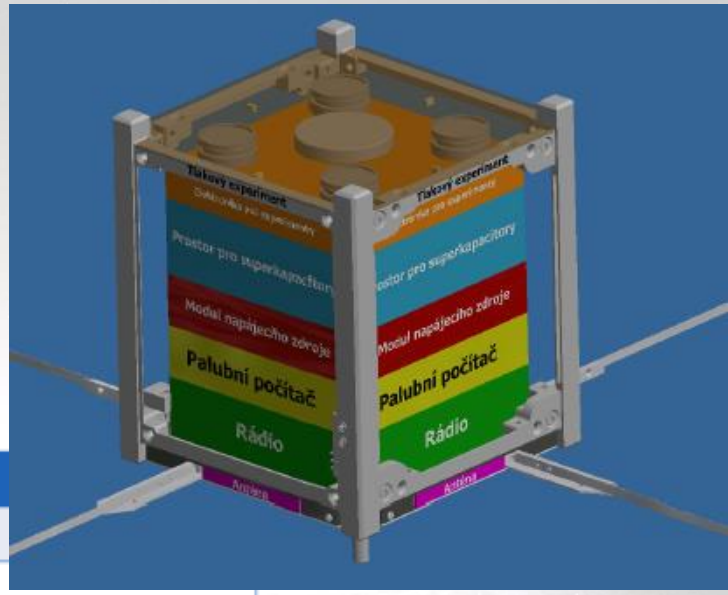
7. Experiment č.2 - ENERGIE

Banka superkapacitorů (BOSC)

- Superkapacitor jako moderní komponent pro ukládání energie
- Uložiště energie i napájecí zdroj pro tlakoměrný experiment
- Původní BOSC pro velké satelity upravena pro nanosatelit BDSAT
- Superkapacitor / ESA-space-qualified COTS typu 2,7 V / 10 F
- 2x SupCapy v sérii pro napětí až 5V vhodné pro napájení tlakoměrů
- Ověření základ. parametrů: (kapacita, ESR, leakage current, self-dischage,..)

8. Požadavky na nanosatelit

Hlavní požadavky na technické parametry nanosatelitu stanoveny na základě analýzy podmínek obou testovaných experimentů tak, aby přínos této mise byl maximální.



Požadavek	Hodnota
Velikost	1U (10 x 10 x 10 cm)
Hmotnost	< 1,3 kg
Orbita	Nízká oběžná dráha (LEO) s inklinací < 50° Preferovaná orbita SSO
Výška orbity	500 – 1000 km
Životnost	Min. 18 – 24 měsíců
Napájení experimentů	Není požadováno trvalé napájení
Radiová komunikace	Pásmo UHV 430 až 440 MHz
Odesílání naměřených dat	Tak často, jak to bude možné. Min. 1x za den
Počet prototypů	2 ks – identický letový HW
Pozemní stanice	Na VUT v Brně, Ústav radioelektroniky
Integrace satelitu	V čistých prostorách BDS
Minimální napájecí napětí	2,8 V – min. napětí pro provoz experimentů

9. Specifikace nanosatelitu

Blokové schéma BDSAT:

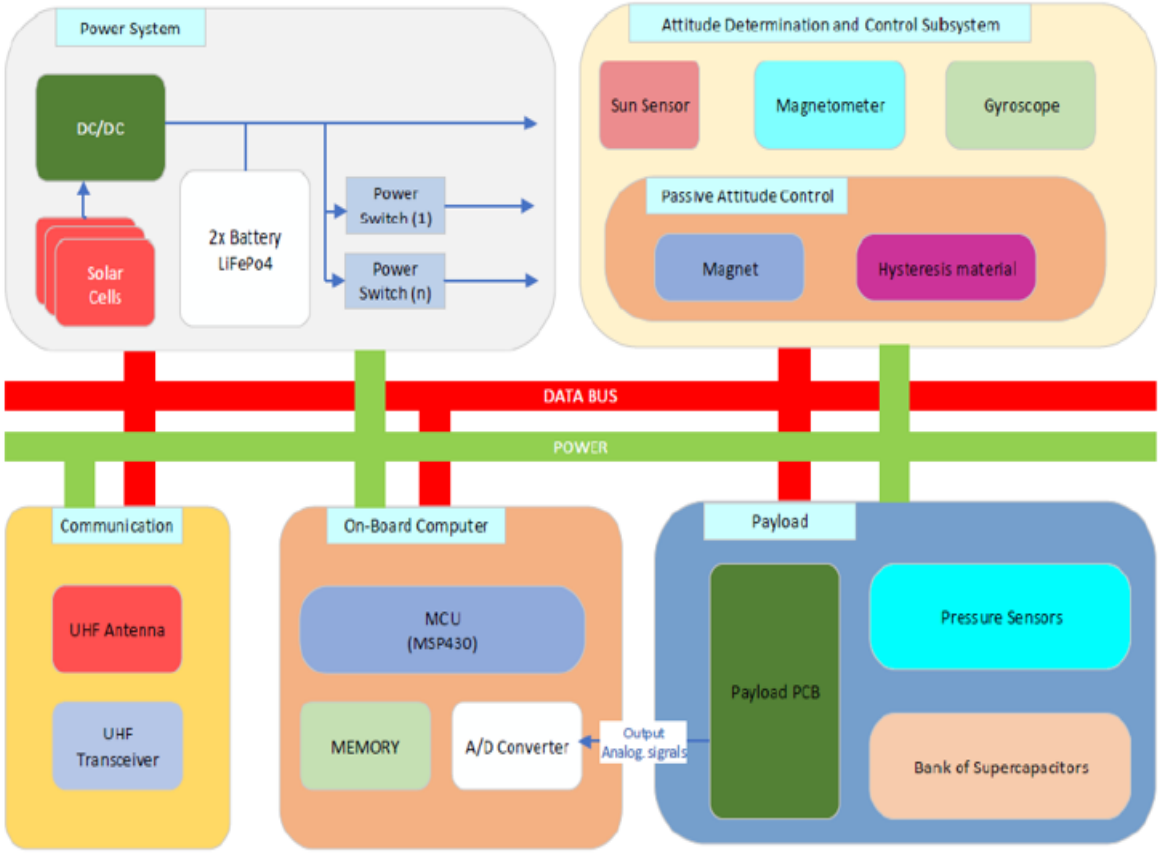
Napájecí subsystém (PSU)
- 5x solární panel, 2x LiFePo4

Palubní počítač (OBC)
- MCU MSP430, paměť, ADC

Komunikační subsystém
- Antény, UHF a VHF transceiver

Pasívní stabilizace polohy
- Sun sensor, magnetometr, gyroskop, perm. magnety

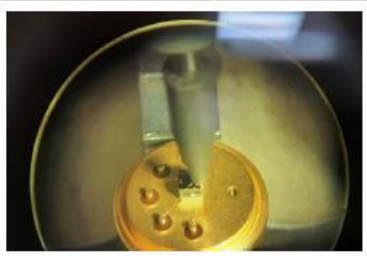
Užitečný náklady (Payload)
- Měřicí elektronika
- Tlakové senzory
- Banka superkapacitorů

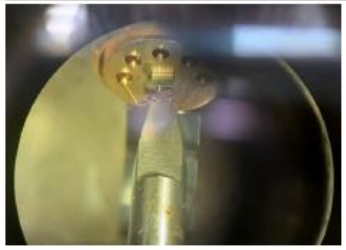


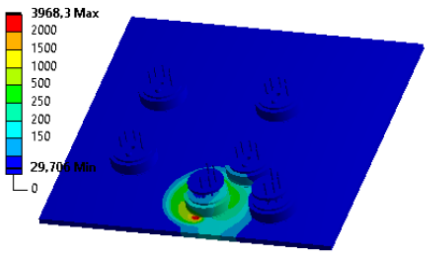
10. Vývoj a výzkum experimentů

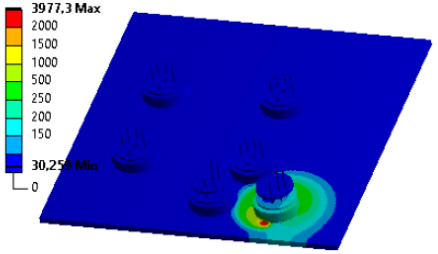
Tlakový senzor

- Matematické modelování – svařování
- Test pevnosti bondů a eutektického spoje
- Test radiační odolnosti v CVŘ (Řež u Prahy)



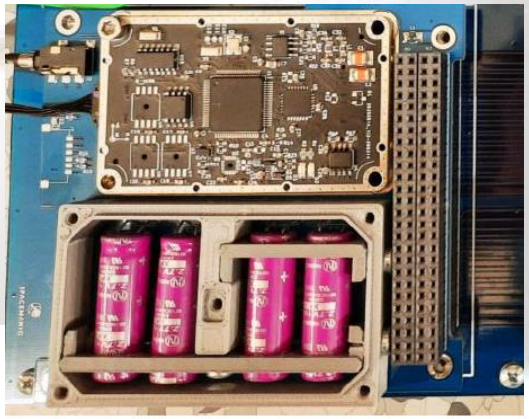


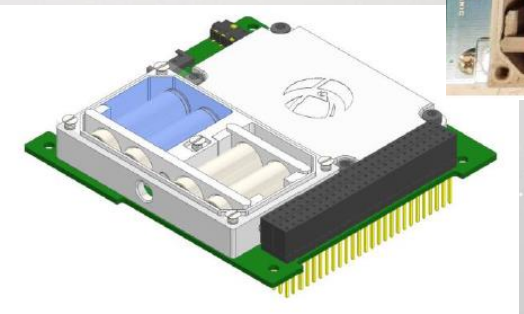




Banka superkapacitorů

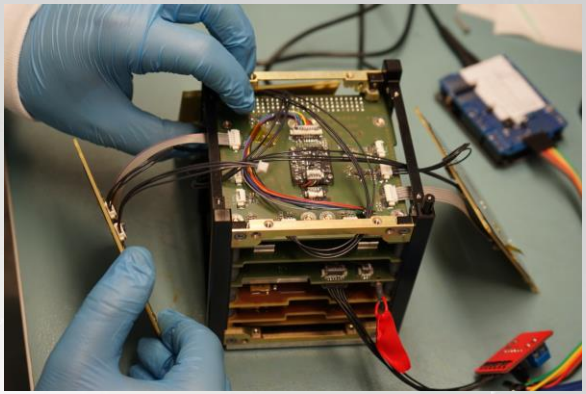
- Dvojice sériově zapojených superkapacitorů (SupCap 2,7 V / 10 F)
- Aktivní balancer (udržování stejného napětí na SupCap, ochrana proti přepětí)
- Umístění kondenzátorů na desce OBC
- Použití zalévací hmoty od firmy Toseda
- Vlastní řídicí a měřicí elektronika
- Ovládání a řízení činnosti BOSC palubním počítačem

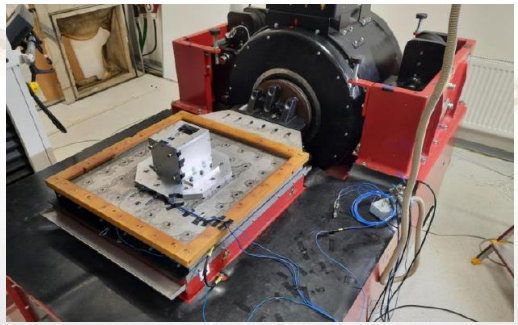


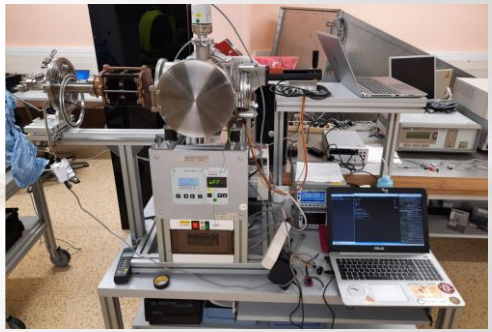


11. Realizace nanosatelitu

- Funkční testování
- Ověření experimentů
- Kompletace nanosatelitu
- Vibrační testy
- Statické zatížení
- Termovakuové cyklování
- Integrace do letového kontejneru
- Instalace do Space X
- Vstup na orbit
- Monitorování funkce







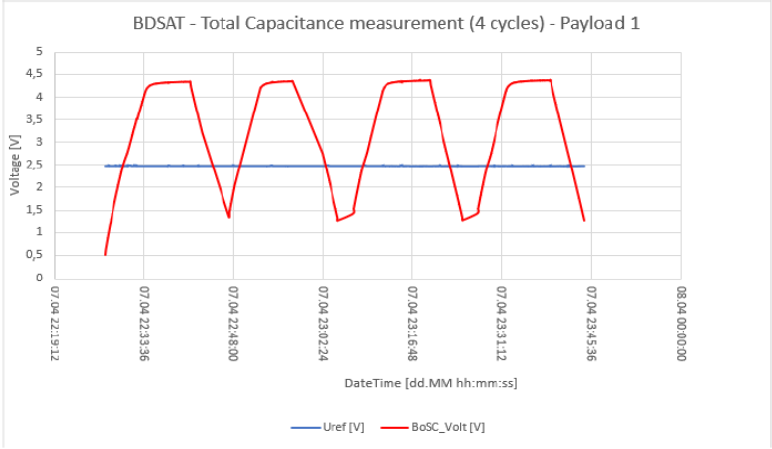
12. První data

- Nanosatelit BDSAT byl vynesen na oběžnou dráhu Země z Kennedyho vesmírného centra na Floridě dne 1.4.2022.
- Raketa Falcon 9 od společností SpaceX Elona Muska vynesla celkem 40 družic včetně BDSATu v rámci mise „Transporter 4“.
- Družice BDSAT byla vypuštěna do vesmírného prostoru ve výšce 510 km nad Zemí v čase 19:41 CET.
- Spuštění měření a sběr dat při přeletu nad GS (6 přeletů/den, max. 12 minut / přelet, testování automatického provozu)
- První zkušenost společnosti BD SENSORS vyrobit si a ve vesmíru otestovat technické parametry vlastních výrobků.

Measurement of the total capacity of the supercapacitor bank – Payload 1:

BDSAT - Total Capacitance measurement
Date: 7.4.2022

Measurement #1					Measurement #2			Measurement #3			Measurement #4		
DateTime	Signal	Meaning	real_ref [mV]	real_val [mV]	DateTime	real_ref [mV]	real_val [mV]	DateTime	real_ref [mV]	real_val [mV]	DateTime	real_ref [mV]	real_val [mV]
07.04.2022 22:27	I_Y2Init	C/2 before charging	2494	255	07.04.2022 22:47	2494	679	07.04.2022 23:07	2493	717	07.04.2022 23:27	2493	720
07.04.2022 22:36	I_Y2ChargeOn	C/2 after charging	2494	2155	07.04.2022 22:54	2494	2166	07.04.2022 23:14	2493	2172	07.04.2022 23:33	2493	2169
07.04.2022 22:36	I_Y4ChargeOn	C_1_2 voltage after charging	2494	2155	07.04.2022 22:54	2494	2165	07.04.2022 23:14	2493	2170	07.04.2022 23:33	2493	2167
07.04.2022 22:36	I_Y2ChargeOff	C/2 after charging off	2494	2157	07.04.2022 22:54	2494	2166	07.04.2022 23:14	2493	2172	07.04.2022 23:33	2493	2169
07.04.2022 22:36	I_Y4ChargeOff	C_1_2 voltage after charging off	2494	2155	07.04.2022 22:54	2494	2165	07.04.2022 23:14	2493	2170	07.04.2022 23:33	2493	2167
07.04.2022 22:41	Y2Init	C/2 before discharging	2494	2171	07.04.2022 22:59	2494	2179	07.04.2022 23:19	2493	2186	07.04.2022 23:39	2493	2190
07.04.2022 22:41	Y4Init	C_1_2 before discharging	2494	2170	07.04.2022 22:59	2494	2178	07.04.2022 23:19	2493	2184	07.04.2022 23:39	2497	2182
07.04.2022 22:41	**Y2Cap_Mea_1**	**U1/2 for capacitance calculation**	2494	**2048**	07.04.2022 22:59	2494	**2057**	07.04.2022 23:19	2493	**2063**	07.04.2022 23:39	2493	**2064**
07.04.2022 22:41	Y4Cap_Mea_1		2494	2048	07.04.2022 22:59	2494	2057	07.04.2022 23:19	2494	2062	07.04.2022 23:39	2494	2064
07.04.2022 22:46	**Y2Cap_Mea_2**	**U2/2 for capacitance calculation**	2494	**630**	07.04.2022 23:04	2494	**641**	07.04.2022 23:24	2493	**643**	07.04.2022 23:44	2494	**638**
07.04.2022 22:46	Y4Cap_Mea_2		2494	628	07.04.2022 23:04	2494	639	07.04.2022 23:24	2493	641	07.04.2022 23:44	2494	636
07.04.2022 22:46	Y2Off	C/2 after discharging off	2494	650	07.04.2022 23:04	2493	662	07.04.2022 23:24	2493	664	07.04.2022 23:44	2494	658
07.04.2022 22:46	Y4Off	C_1_2 after discharging off	2494	649	07.04.2022 23:04	2494	659	07.04.2022 23:24	2493	662	07.04.2022 23:44	2494	656
07.04.2022 22:46	Pressure_1	P_1_1 output	2494	1439	07.04.2022 23:04	2494	1557	07.04.2022 23:24	2493	1668	07.04.2022 23:44	2494	1500
07.04.2022 22:46	Pressure_2	P_1_2 output	2494	1561	07.04.2022 23:04	2494	1616	07.04.2022 23:24	2493	1679	07.04.2022 23:44	2494	1587
07.04.2022 22:46	Temperature_1	Pt_1_1	2494	1651	07.04.2022 23:04	2494	1843	07.04.2022 23:24	2494	2043	07.04.2022 23:44	2493	1732
07.04.2022 22:46	Temperature_2	Pt_1_2	2494	1651	07.04.2022 23:04	2494	1832	07.04.2022 23:24	2493	2045	07.04.2022 23:44	2494	1744
ΔTime [s]				300			300			300			300
I_discharging [A]				0,05			0,05			0,05			0,05
Total Capacitance [F]				**5,28914**			**5,29663**			**5,28169**			**5,25846,7**



- BDSAT plnil svou funkci bezchybně přibližně jeden měsíc od svého vypuštění na oběžnou dráhu Země, kdy došlo k nečekané poruše na softwaru platformy nanosatelitu.
- Souběžně se snahou o opětné navázání přerušené komunikace probíhá příprava startu druhého nanosatelitu BDSAT-2 s cílem pokračovat v testování obou technologických experimentů.
- **Start BDSAT-2 je stanoven na 6.12.2022 v rámci mise „Transporter 6“.**

Děkuji za pozornost

XXXI. Konference
RADIOKOMUNIKACE
Pardubice 18. - 19. 10. 2022

ADDRESS
BD SENSORS s.r.o.
Hradišťská 817
687 08 Buchlovice

PHONE
Hotline: +420 572 411 011
Office: +420 572 411 320
Mobile: +420 736 759 933

E-MAIL
info@bdsensors.cz
marek.simcak@bdsensors.eu

ONLINE
www.bdsensors.cz
Facebook BD SENSORS
LinkedIn BD SENSORS