

Az ESA ESEO műhold energiaellátó rendszere, töltéssűrűség mérője és sugárzásmérő teleszkópja

Űrtechnológia

2015. május 13.

dr. Hirn Attila

Hirn.attila@energia.mta.hu

MTA EK Űrdozimetriai Kutatócsoport

Kocsis Gábor

kocsis@mht.bme.hu

BME HVT Űrkutató Csoport, Űrtechnológia labor



ESEO program – áttekintés



- » Európai Űrügynökség (ESA) programja
- » professzionális missziókra jellemző követelmények
- » Koordináció egy űripari cég által
- » Napszinkron pálya (SSO)
- » Élettartam: 6 hónap nominális működés
24 hónap kiterjesztett fázis

» Célkitűzések:

- Gyakorlati tapasztalatszerzés valós űrkutatói projektekben
- Kvalifikált szakemberek az űr kutatás számára
- Európai egyetemek együttműködési hálózata
- Tudományos és technológiai kísérletek

» Résztvevők:

– 13 egyetem

platform és kísérletek megtervezése, kifejlesztése
földi állomás, misszió analízis és tervezés

– AMSAT-UK

kommunikációs berendezések
rádióamatőr hálózat

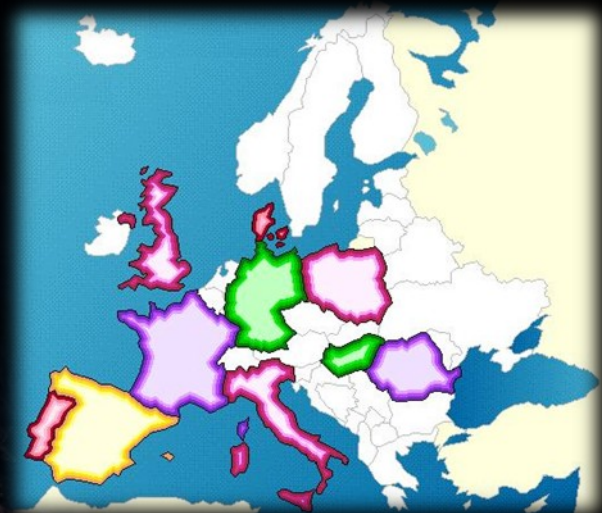
– ALMASpace (korábban: Carlo Gavazzi Space)

rendszermérnöki feladatok
fedélzeti alapegységek többsége

– ESA

megrendelő

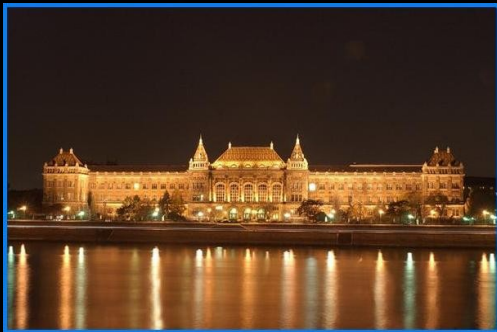
Anglia
Dánia
Franciaország
Lengyelország
Magyarország
Németország
Olaszország
Portugália
Románia
Skócia
Spanyolország
Új-Zéland



Magyar részvétel az ESEO programban



- » 2005 Szeptember: magyar diákok megkezdik két tudományos műszer fejlesztését
 - Langmuir szonda (LMP)
 - 3D dozimetriai teleszkóp (TriTel)
- » 2006 Február: egy harmadik magyar csoport is bekapcsolódik
 - Energiaellátó Rendszer (EPS)
- » A diákcsoportok összefogását a BME vállalta fel
- » A hallgatók szakmai támogatásáról három kutatócsoport gondoskodik



BME Szélessávú Hírközlés és
Villamosságtan Tanszék,
Űrkutató Csoport



MTA KFKI
Atomenergia Kutatóintézet
Űrdozimetriai Kutatócsoport

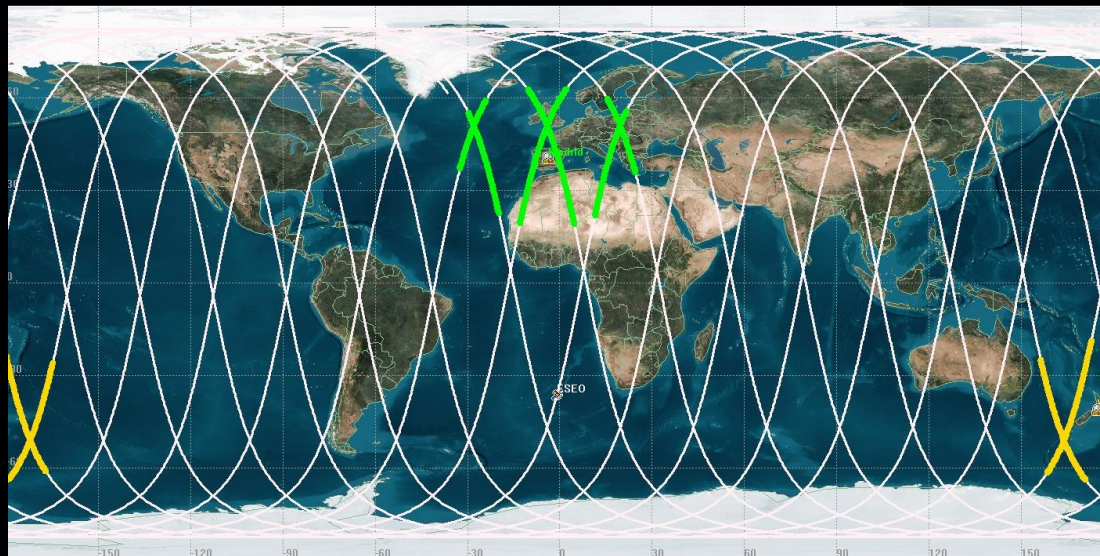


MTA Geodéziai és
Geofizikai Kutatóintézet

ESEO – Pálya adatok



- » **Napszinkron pálya**
 - magasság: 520km
 - LTAN 10:30
- » **2 földi állomás**
 - Villafranca (ESA)
 - Wellington



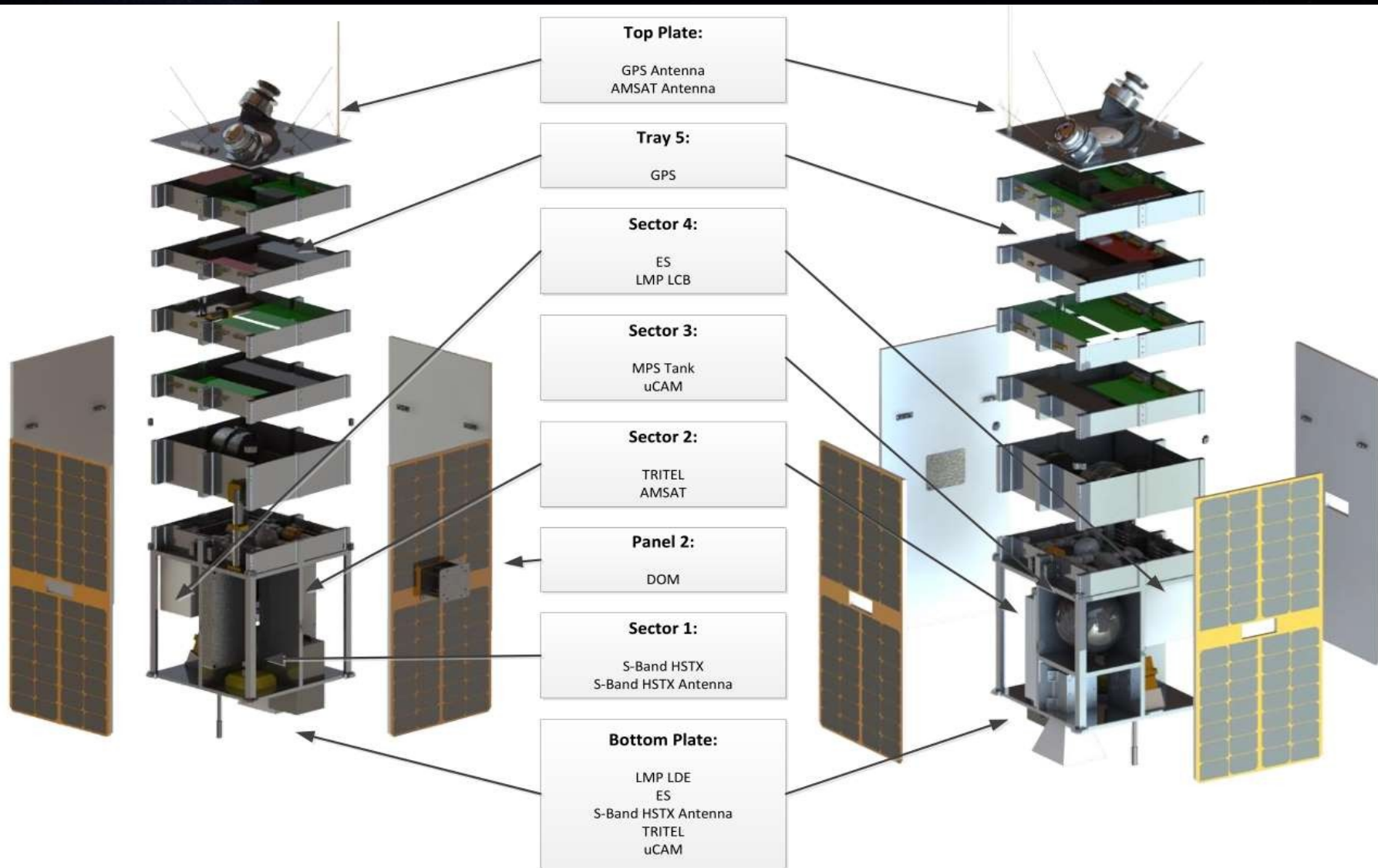
ESEO – Műszaki adatok



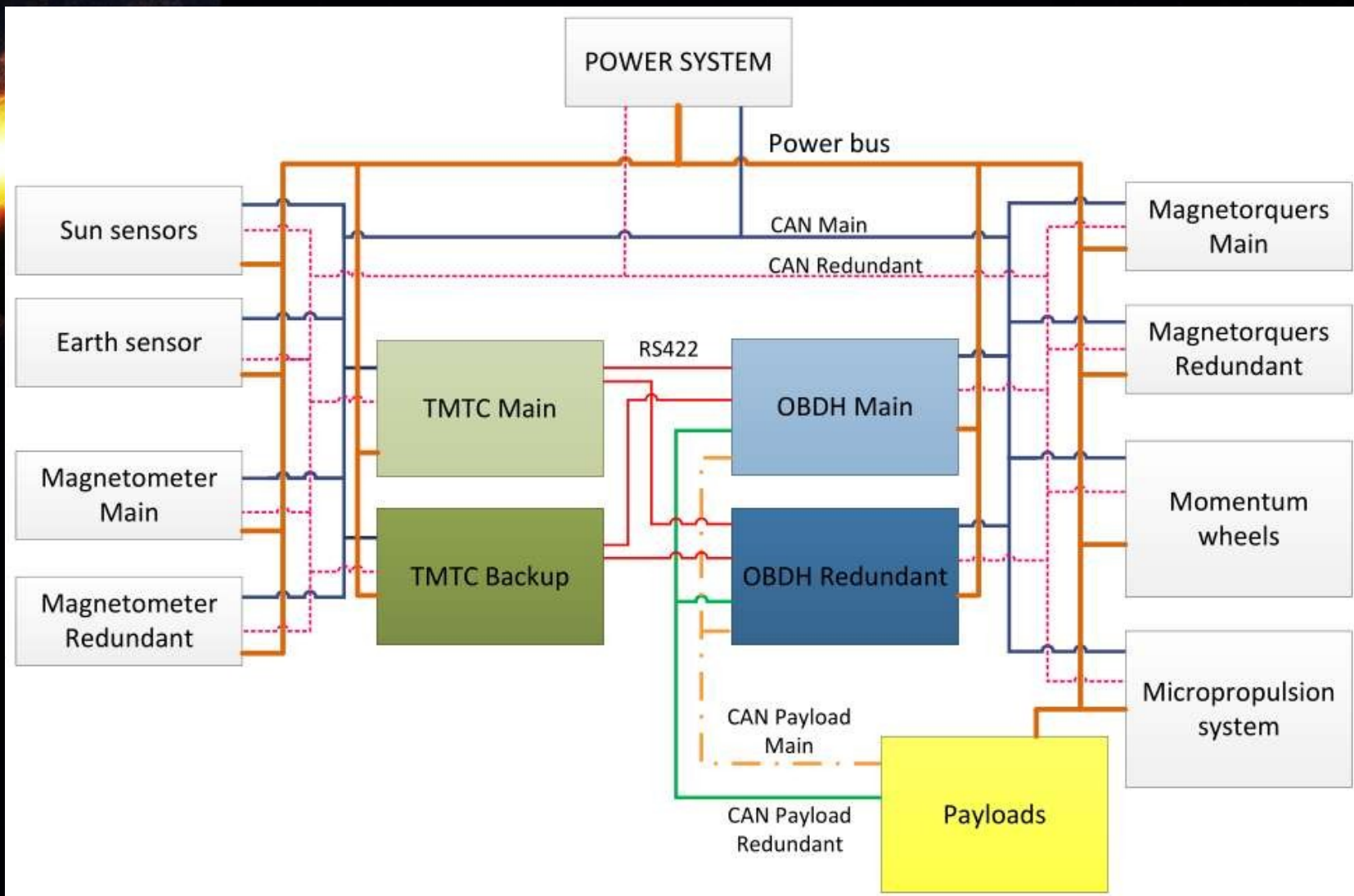
- » **Méret:** 500*500*1000mm³
- » **Tömeg:** ~50kg
- » **Helyzetmeghatározás**
 - 16 napszenzor
 - 2 magnetométer
 - háromtengelyű giroszkóp
 - GPS
- » **Helyzetszabályozás**
 - 3 mágneses stabilizáló tekerecs
 - lendkerék
- » **Energiaforrások**
 - 4 felületre szerelt napelem tábla
 - újminősítésű Li-Ion akkumulátor
- » **Fedélzeti kommunikáció**
 - LVDS vonalak az alrendszerek között
 - CAN busz a kísérletek és a fedélzeti számítógép között
- » **Telemetria**
 - S sáv (2.4GHz), 500kbps
- » **Hőmérséklet szabályozás**
 - Fél-aktív (MLI bevonat, hővezető rétegek;
kritikus egységek aktív fűtése)



ESEO – Műszaki adatok



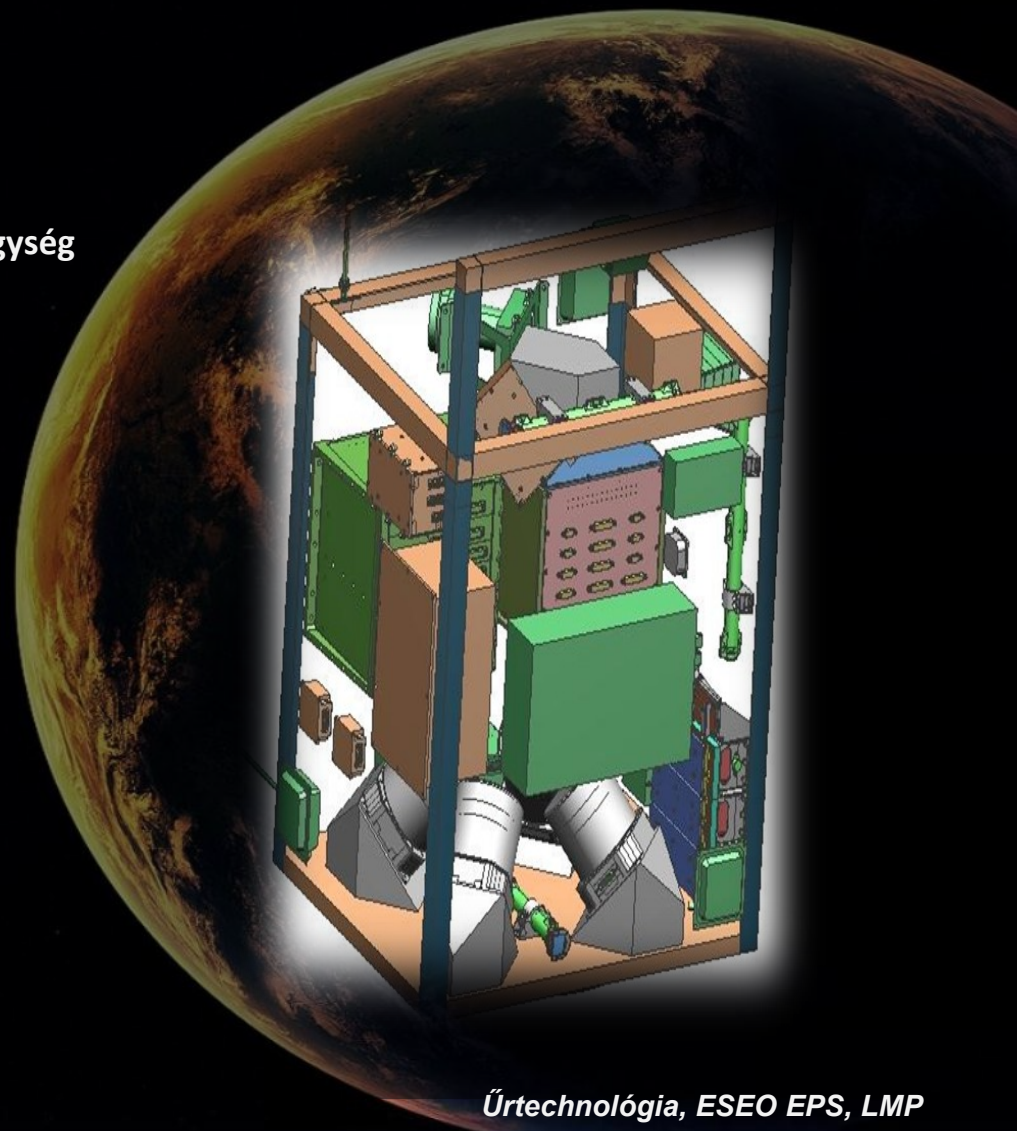
ESEO – Műszaki adatok



ESEO – Kísérletek



- » **Technológiai kísérletek:**
 - Lendkerekes helyzetstabilizálás
 - Star Tracker optikai helyzetmeghatározó egység
- » **Kommunikációs kísérletek:**
 - C sávú beacon
 - VHF sávú adó
 - UHF és S sávú adó-vevők
- » **Tudományos kísérletek:**
 - Langmuir szonda
 - TriTel űrdozimetriai teleszkóp
 - Mikrokamera



ESEO – Ütemterv



- | | | | |
|--------------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------------------------|
| 2008/12 KO | Kick-off | 2010/12 CDR | Critical Design Review |
| 2009/04 MDR | Mission Definition Review | 2011/06 EQM | Kvalifikációs modellek |
| 2009/08 SRR | System Requirements Review | 2011/10 FM | Repülő példányok integrációja |
| 2010/06 PDR | Preliminary Design Review | 2012/03 FAR | Final Acceptance Review |

ID	Task Name	Durata	Inizio	Fine	Timeline																							
					2008	2009			2010			2011			2012			2013										
					T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3					
1	MILESTONES	868,88 giorni	lun 01/12/08	ven 30/03/12	[Timeline visualization]																							
2	Kick-off Meeting	0 mes	lun 01/12/08	lun 01/12/08	[Timeline visualization]																							
3	MDR	0 giomi	mer 01/04/09	mer 01/04/09	[Timeline visualization]																							
4	SRR Documents delivery to ESA	0 giomi	ven 17/07/09	ven 17/07/09	[Timeline visualization]																							
5	SRR colocation meeting & RID disposition and discussion	0 giomi	lun 24/08/09	lun 24/08/09	[Timeline visualization]																							
6	SRR closeout ESAC GS meeting	0 giomi	mer 28/10/09	mer 28/10/09	[Timeline visualization]																							
7	Critical items (LLI) procurement KO (ESA authorization)	0 giomi	ven 11/12/09	ven 11/12/09	[Timeline visualization]																							
8	SRR documentation update w.r.t. new architecture	0 giomi	lun 21/12/09	lun 21/12/09	[Timeline visualization]																							
9	Preliminary Design Review (PDR) DRAFT Doc to ESA	0 giomi	ven 26/02/10	ven 26/02/10	[Timeline visualization]																							
10	Preliminary Design Review (PDR) issued Doc to ESA	0 giomi	ven 19/03/10	ven 19/03/10	[Timeline visualization]																							
11	Preliminary Design Review (PDR) & ATP ph. C/D + LLI procurement 2nd tranche	0 giomi	ven 30/04/10	ven 30/04/10	[Timeline visualization]																							
12	Critical Design Review (CDR) - PDR + 8m	0 giomi	lun 20/12/10	lun 20/12/10	[Timeline visualization]																							
13	Qualification Models readiness (STM & EEM) for qualification campaign - CDR + 5m	0 giomi	ven 27/05/11	ven 27/05/11	[Timeline visualization]																							
14	Qualification Review (QR)	0 giomi	gio 30/06/11	gio 30/06/11	[Timeline visualization]																							
15	Subsystem & P/L's Proto-Flight Models readiness for integration at system level	0 giomi	lun 03/10/11	lun 03/10/11	[Timeline visualization]																							
16	Satellite Proto-Flight Model readiness for acceptance campaign	0 giomi	lun 02/01/12	lun 02/01/12	[Timeline visualization]																							
17	Final Acceptance Review (FAR) + QM readiness + 10m	0 giomi	ven 30/03/12	ven 30/03/12	[Timeline visualization]																							
19	OBDR HW/SW development	471 giorni	ven 11/12/09	lun 03/10/11	[Timeline visualization]																							
20	KO	0 giomi	ven 11/12/09	ven 11/12/09	[Timeline visualization]																							
21	preliminary design	4 mes	ven 11/12/09	gio 01/04/10	[Timeline visualization]																							
22	detailed Design	8 mes	ven 05/03/10	gio 14/10/10	[Timeline visualization]																							
23	EM-PFM EEE parts procurement	12 mes	ven 02/04/10	gio 03/03/11	[Timeline visualization]																							
24	EM MAIT	6 mes	ven 03/09/10	gio 17/02/11	[Timeline visualization]																							
25	EM availability	0 mes	gio 17/02/11	gio 17/02/11	[Timeline visualization]																							
26	PFM MAIT + environmental test campaign	7 mes	ven 18/02/11	gio 01/09/11	[Timeline visualization]																							
27	PFM availability	0 giomi	lun 03/10/11	lun 03/10/11	[Timeline visualization]																							

ESEO munkaértekezletek, szakmai gyakorlatok

Évente 2-3 alkalommal kerülnek megrendezésre az ESA kutatási és technológiai központjában (ESTEC), valamint az ALMASpace központjában



Energiaellátó Rendszer (eredeti koncepció)

» Fő részei:

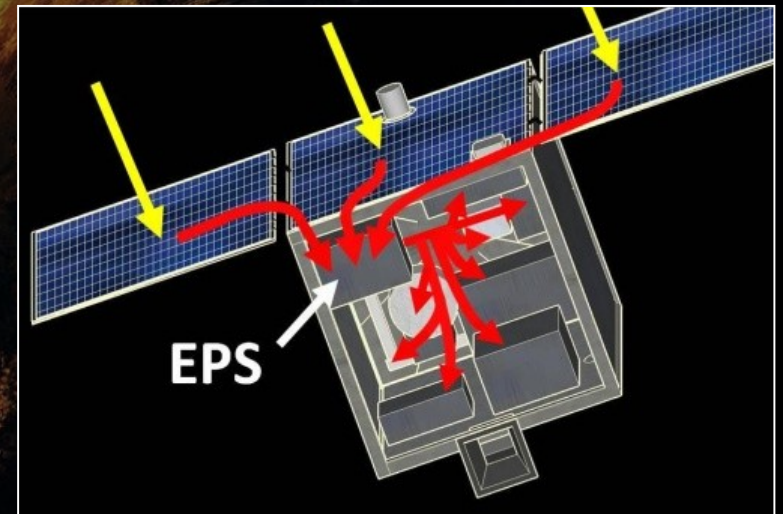
- napelemek: 2 nyitható és 1 felületre szerelt napelem tábla
- akkumulátor: űrminősítésű Li-Ion cellák
- teljesítmény kezelő és vezérlő elektronika

» Funkciók:

- elektromos energia előállítása, tárolása és elosztása
- napelemek és akkumulátor illesztése
- energia busz védelme
- rendszer állapot monitorozása
- magas prioritású földi parancsok végrehajtása

» Követelmények:

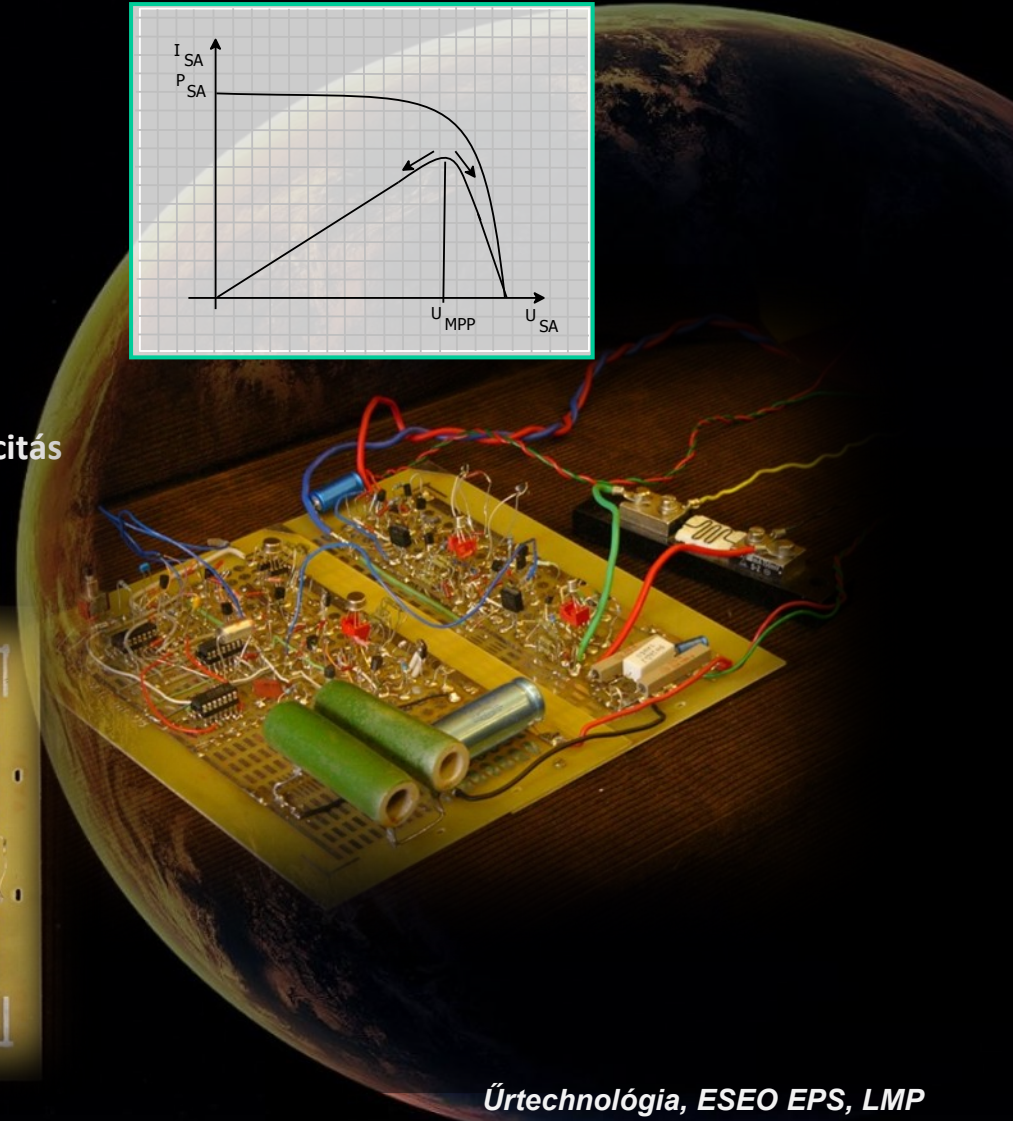
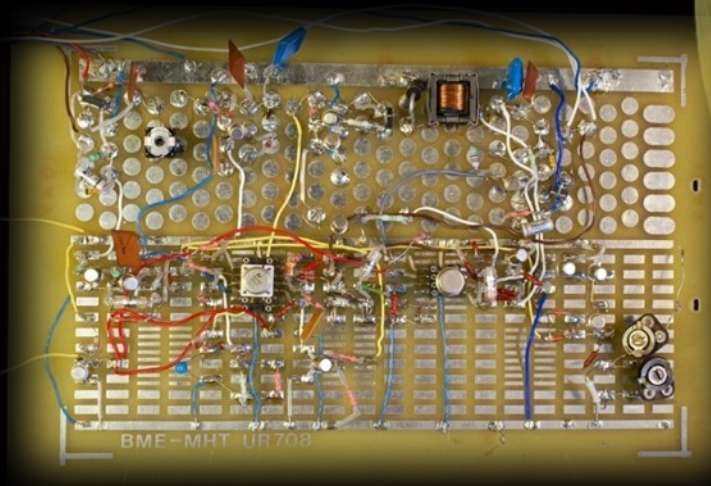
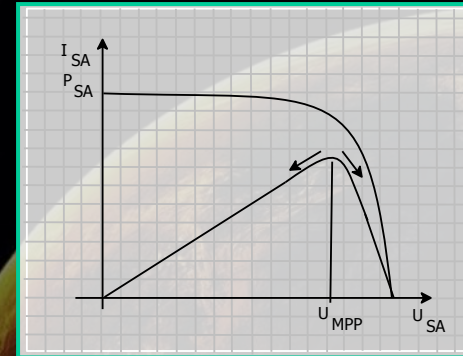
- jó hatásfok
- hibátlan működés a kiterjesztett fázisban is
 - 1 pont meghibásodás elleni védelem



Energiaellátó Rendszer

» Technikai paraméterek:

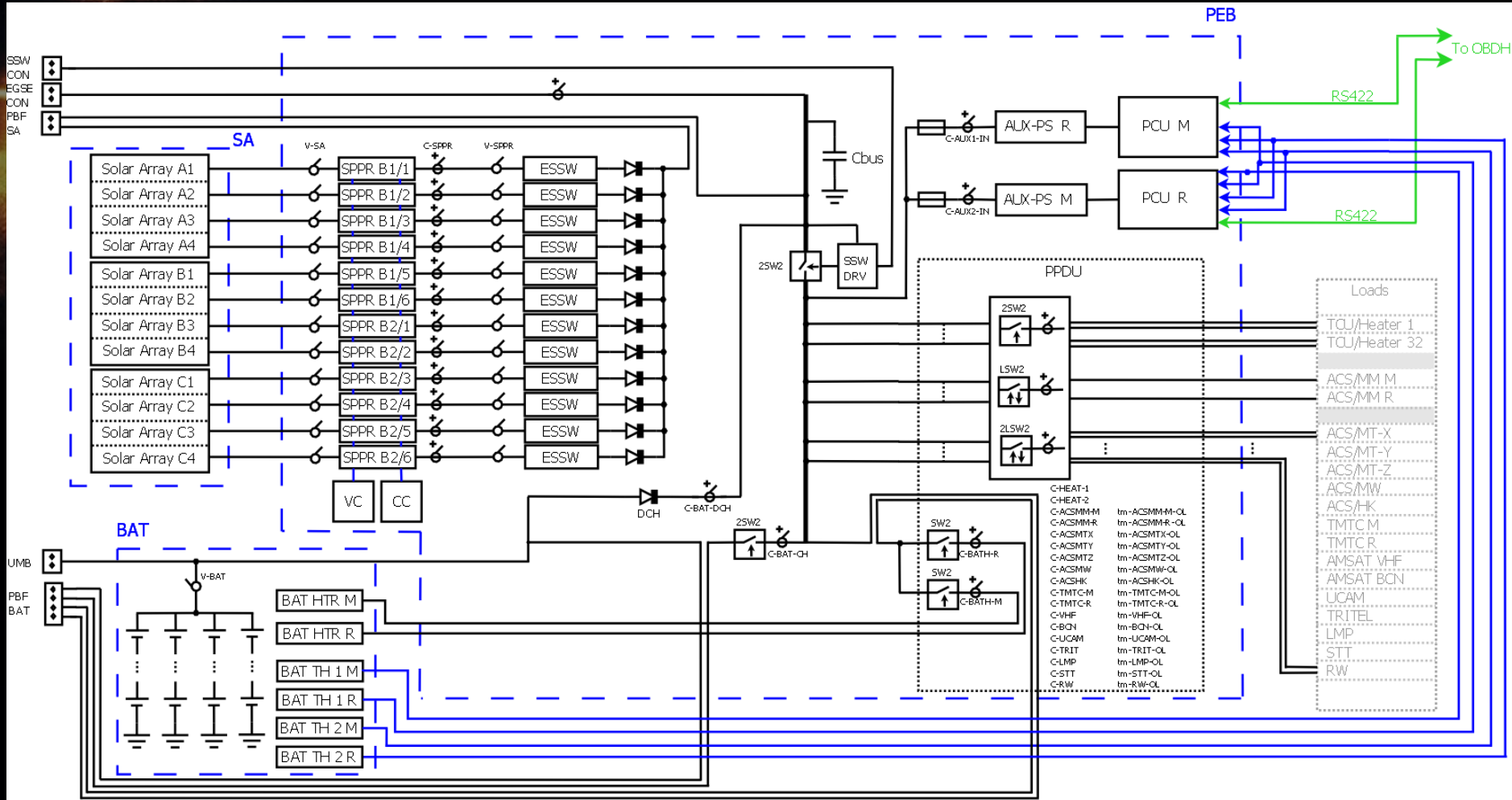
- Háromrétegű űrminősítésű napelem cellák
- 325W kezelt teljesítmény
- Többfunkciós napelemillesztő egységek
 - teljesítmény maximalizálás
 - kimeneti feszültség szabályozás
 - akkumulátor töltőáram szabályozás
- 24..33.6V „szabályozatlan” feszültségű busz
- űrminősítésű Li-Ion akkumulátor, 640Wh kapacitás
- vezérlés redundáns sugárzástűrő FPGA-val



Energiaellátó Rendszer



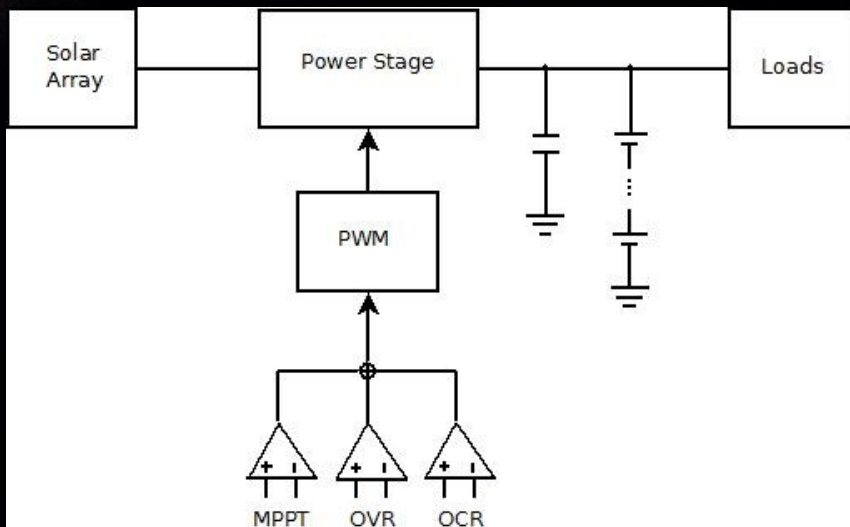
» Architektúra:



Energiaellátó Rendszer

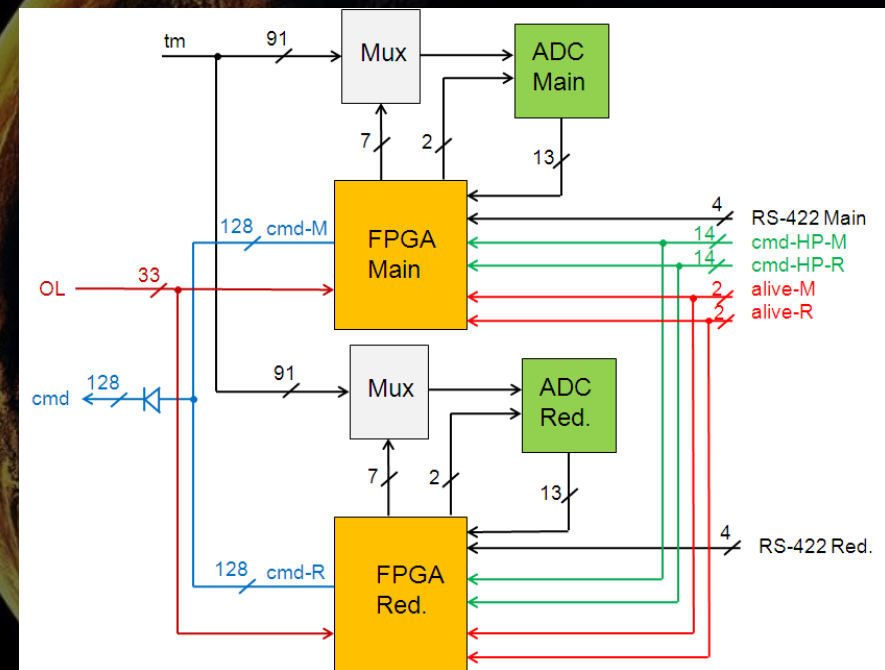
» SPPR (Solar Panel Power Regulator)

- üzemmódok:
 - maximális munkapont követés
 - kimeneti feszültség stabilizálás
 - kimeneti áram szabályozás



» PCU (Power Control Unit)

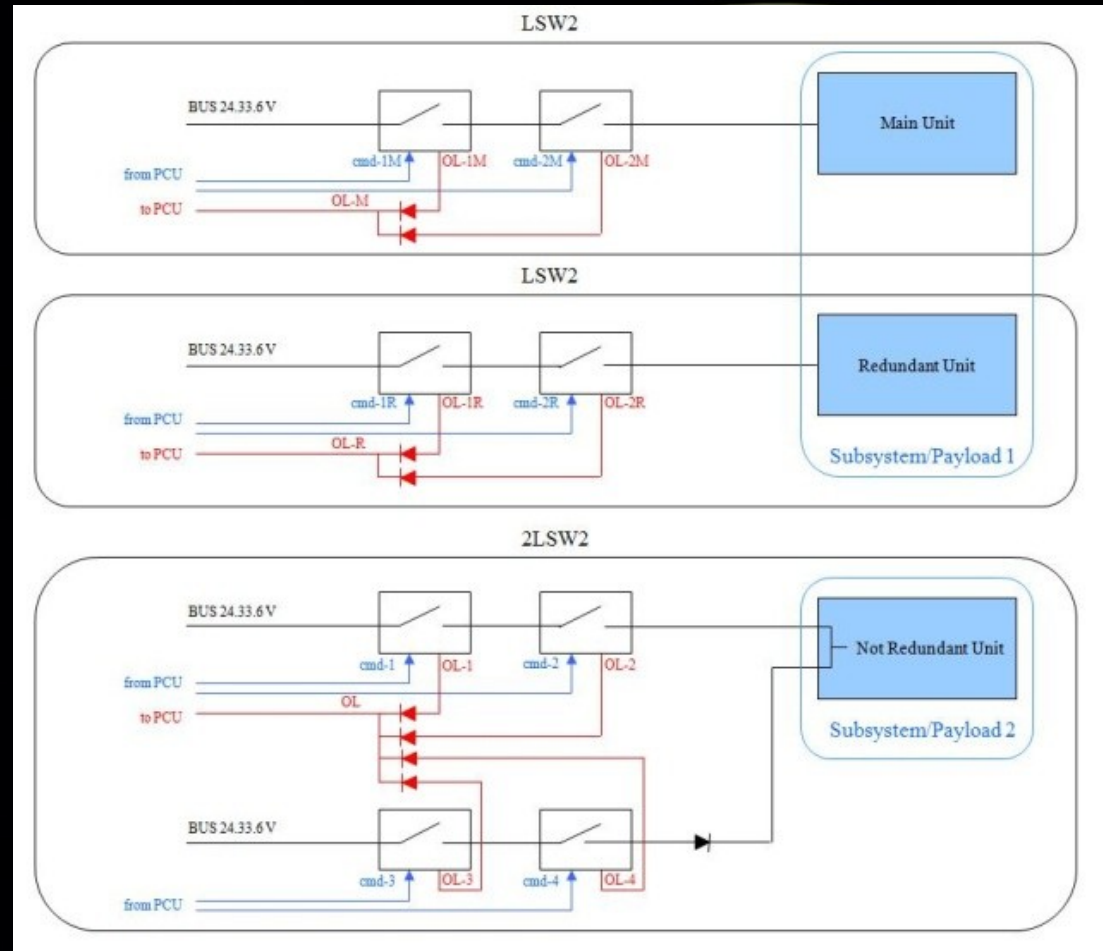
- nagy megbízhatóságú FPGA (rad. tolerant)
- vezérlő és hibadetektáló/jelző funkciók
- soros kommunikáció a fedélzeti számítógéppel



Energiaellátó Rendszer

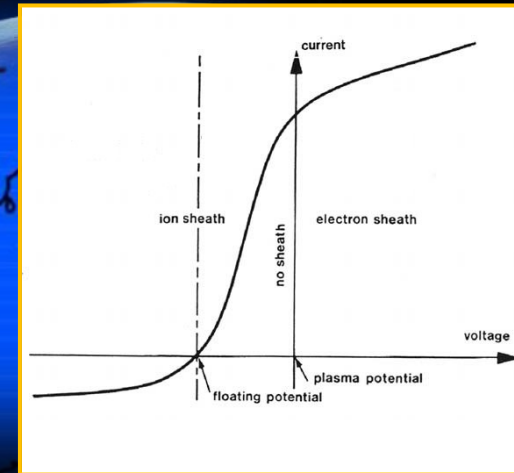
» PPDU (Power Protection and Distribution Unit)

- terhelések típusa szerint:
 - redundáns/nem redundáns
 - rezisztív/nem rezisztív
- áramkorlátozó funkció
- autonóm működés



Langmuir szonda

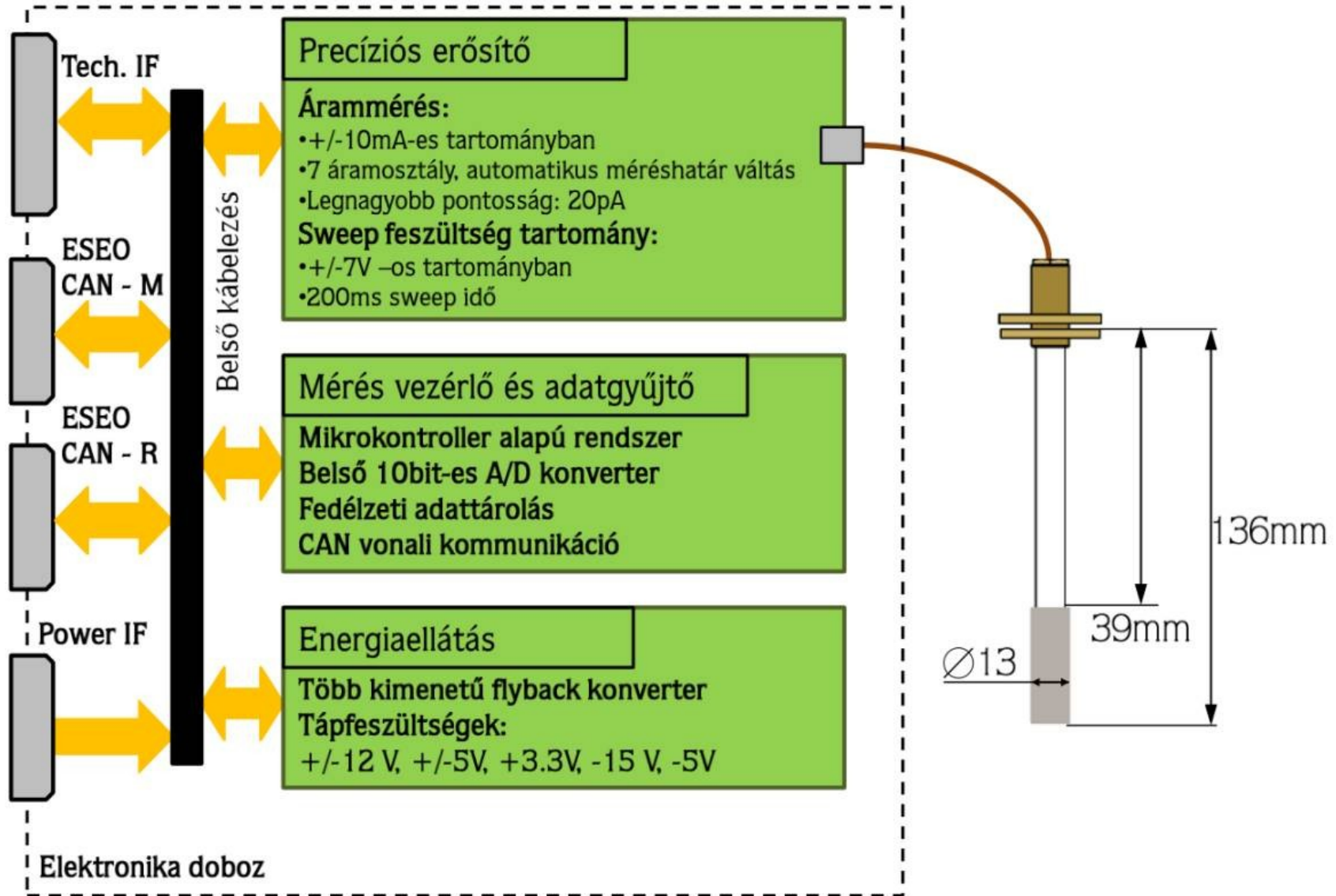
- » **Plazmába merülő, előfeszített szonda**
 - alkalmazott feszültség: $-7..+7V$
 - folyamatos mérés egy teljes körülfordulás alatt
- » **Mért és számított jellemzők:**
 - elektron és ion áram
 - elektron és ion hőmérséklet
- » **Vizsgált jelenségek:**
 - naptevékenység hatásai
 - plazma anomáliák



- » **Szonda megvalósítása:**
 - Ti bevonatú hengeres mérőfej
 - távtartó: 90mm, detektor: 39mm
- » **Szonda elhelyezése:**
 - sebességvektorra merőlegesen
 - perturbálatlan plazma mérése



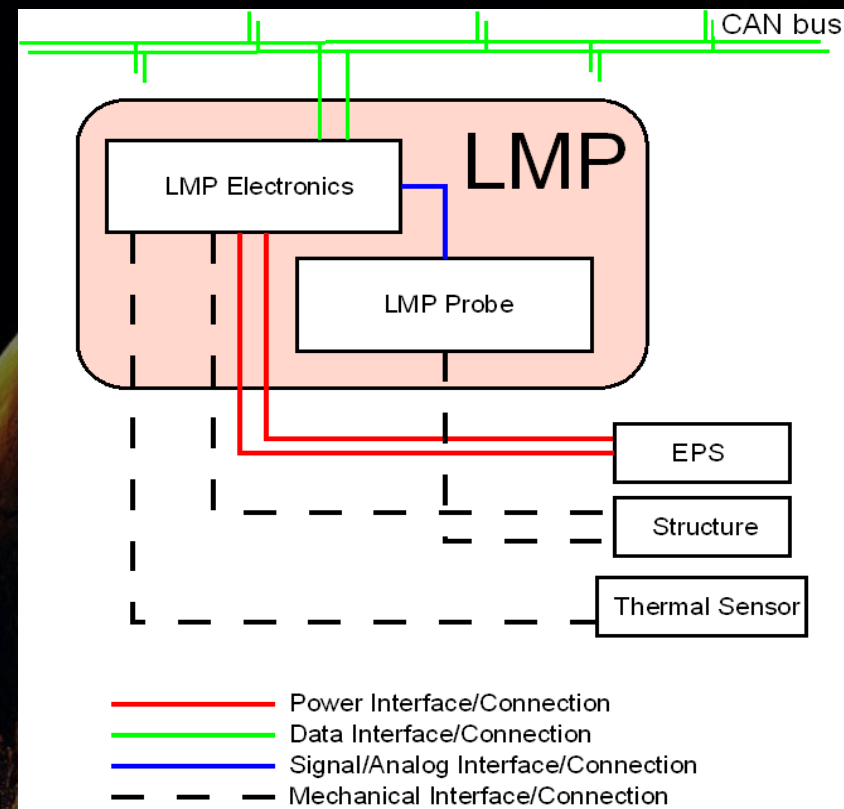
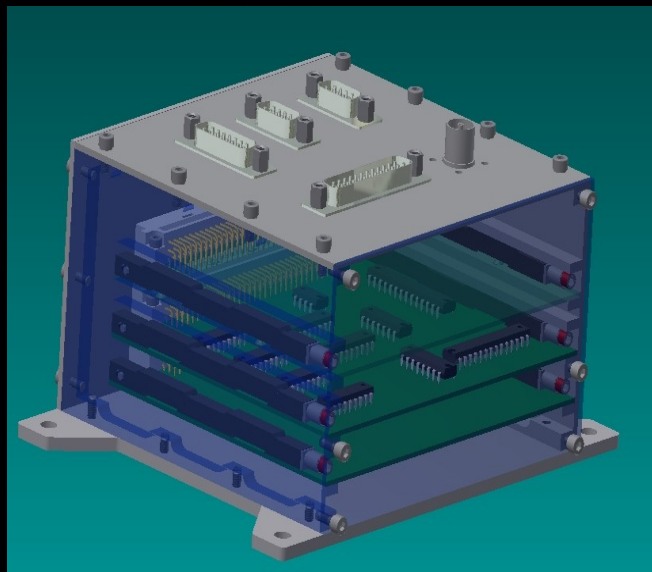
Langmuir szonda



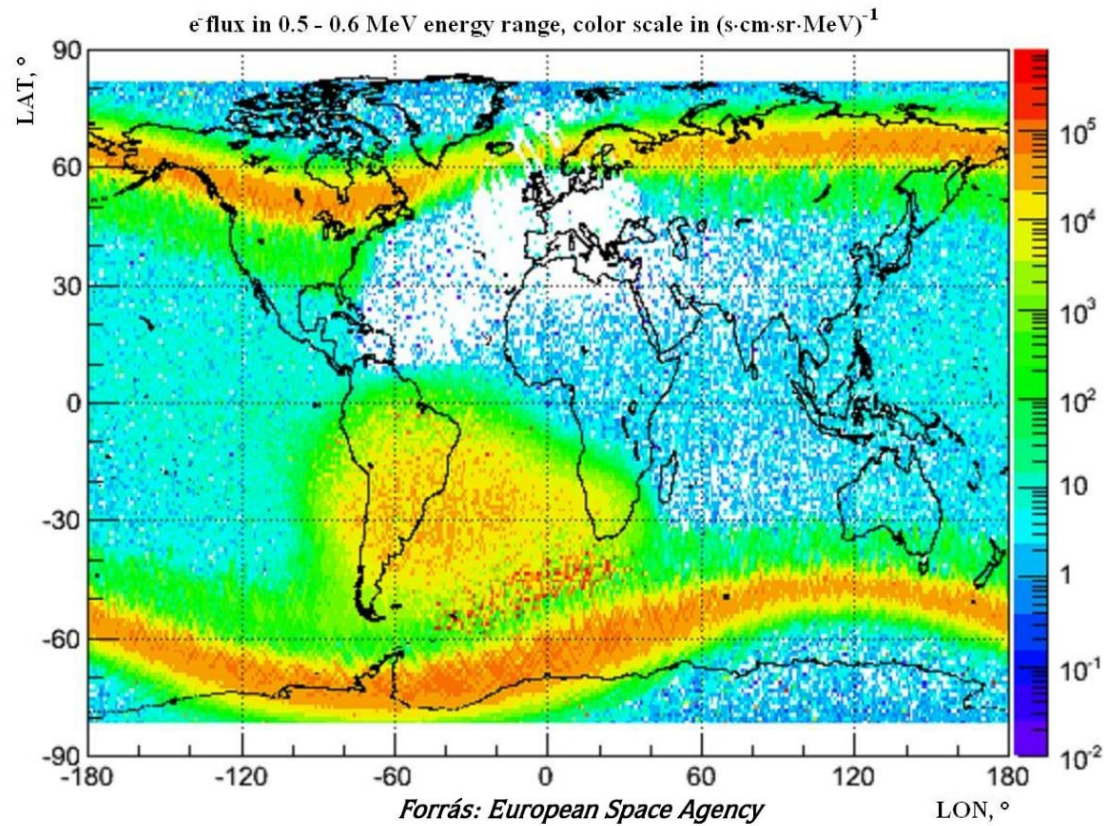
Langmuir szonda

» Interfészek:

- elektromos: műhold fő energiabuszára (21..34V) csatlakozó kapcsolóüzemű tápegység
- mechanikus: műhold struktúrához csavarozott szonda és vezérlő elektronika doboz
- adat: redundáns CAN busz
- termikus: szabályozott hőleadás (hővezetéssel), előírás a megengedhető hőmérséklet tartományra



Köszönöm a figyelmet!



Kérdések

- » Milyen előnyei vannak a napszinkron pályának? Mi lehet az oka, hogy az ESEO ilyen pályára kerül?
- » Milyen feladatokat lát el az ESEO energiaellátó rendszerének többfunkciós napelemillesztő egysége (Solar Panel Power Regulator)? Rajzolja fel az SPPR egyszerűsített blokkvázlatát!
- » Milyen tervezési megoldások szolgálnak a megbízhatóság növelésére az ESEO energiaellátó rendszerének teljesítményelosztó egységében (PPDU)?
- » Mi az ESEO Langmuir szondás kísérletének célja, milyen mérések elvégzésére szolgál?
- » Mire szolgál a Langmuir szonda távtartó rúdja?
- » Milyen típusú interfészei vannak egy tipikus műholdfedélzeti kísérletnek? Mire szolgálnak ezek?