

AEKI-s műszerek az űrben

Apáthy István

- **Az AEKI-ben és jogelődeiben 1970 óta folyik űrkutatás**
- **A 90-es évekig az Interkozmosz keretében**
- **Az űrkutatás / űrdozimetria az AEKI alapító okiratában deklarált alaptevékenység**
- **Az Űrelektronikai (ma: Űrdozimetriai) Csoport az első, űreszközöket készítő professzionális magyar műhely**
- **A valaha űrbe juttatott magyar kísérleti eszközök ~85%-a az AEKI-ben készült**

AEKI-s mérőeszközök az űrben

Date of start / return (YYYY.MM.DD.)	Space vehicle / Target	Equipment	Experiment name
1970.11.28.	Vertical-1	plastic foil micrometeorite trap	Tanja
1971.08.20.	Vertical-2	plastic foil micrometeorite trap	Tanja
1972.04.07.	Intercosmos-6	plastic foil micrometeorite trap	Tanja
1974.10.31.	Intercosmos-12	micrometeorite detector	K-1-3
1975.12.11.	Intercosmos-14	micrometeorite detector	K-1-3
1977.09.24.	Intercosmos-17	micrometeorite detector	K-1-4
1977.10.25.	Vertical-6	retarding potential analysers	LAM-1, -2
1978.10.30.	Prognoz-7	solar wind analyser	D-173 B
1978.11.03.	Vertical-7	retarding potential analyser	LAM-1
1979.03.12.	Progress-5 / Salyut-6	TLD (thermoluminescent dosimeter) capsules	Integral
1979.05.13.	Progress-6 / Salyut-6	TLD capsules	Integral
1980.05.26.	Soyuz-36 / Salyut-6	TLD capsules	Integral
1980.05.26.	Soyuz-36 / Salyut-6	TLD reader + dosimeters	Pille
1980.09.18.	Soyuz-38	TLD capsules	Integral
1981.12.21.	Vertical-10	retarding potential analysers	LAM-2
1983.03.02.	Cosmos-1443 / Salyut-7	TLD reader + dosimeters	Pille
1984.10.06.	Space Shuttle STS-41G	TLD reader + dosimeters	Pille-S
1984.12.15.	VEGA-1	particle analyser	Plasmag
1984.12.21.	VEGA-2	particle analyser	Plasmag
1986.06.19.	Cosmos-1760	ultrathin TLDs	-
1987.03.03.	Progress-28 / Mir	TLD dosimeters	Pille
1988.07.07.	Phobos-1	particle spectrometer	HARP
1988.07.07.	Phobos-1	particle analyser	TAUS
1988.07.12.	Phobos-2	particle spectrometer	HARP
1988.07.12.	Phobos-2	particle analyser	TAUS
1995.07.22.	Progress-M28 / MIR	TLD reader + dosimeters	Pille'95
1995.10.08.	Progress-M29 / MIR	TLD reader + dosimeters	Pille'95
1997.01.12.	Space Shuttle STS-81 / MIR	TLD reader + dosimeters	Pille'96
2001.02.24.	Progress-M44 / ISS	neutron dosimeter	BRADOS-1
2001.10.31.	back: Soyuz-TM32	track detectors	
2001.03.08.	Space Shuttle STS-102 / ISS	TLD reader + dosimeters	Pille'97
2002.10.15.	Foton-M1/ Proton	neutron dosimeter, track detectors, TLDs	BIOPAN-4 (failed)
2003.02.02.	Progress-M47 / ISS	neutron dosimeter	BRADOS-3
2003.10.28.	back: Soyuz-TMA2	track detectors	

AEKI-s mérőeszközök az űrben

Date of start / return (YYYY.MM.DD.)	Space vehicle / Target	Equipment	Experiment name
2003.09.28.	Progress-M48 / ISS	TLD reader + dosimeters	Pille-MKS
2004.01.29. 2005.10.11.	Progress-M1-11 / ISS back: Soyuz-TMA6	neutron dosimeter track detectors	Matroshka-I
2004.03.02.	Rosetta / Philae	simple plasma monitor dust impact monitor	ROMAP / SPM SESAME / DIM
2005.02.28. 2005.10.11.	Progress-M52 / ISS back: Soyuz-TMA6	neutron dosimeter track detectors	BRADOS-5
2005.05.31. 2005.06.16.	Foton-M2 / Szojuz U	neutron dosimeter track detectors, TLDs	BIOPAN-5
2005.12.21. 2006.12.22.	Progress-M55 / ISS back: STS-116	neutron dosimeter track detectors	Matroshka-IIA
2007.05.12. 2007.10.21	Progress-M60 / ISS back: Soyuz-TMA10	neutron dosimeter track detectors	BRADOS-6 (SI2)
2007.09.14. 2007.09.26.	Foton-M2 / Szojuz U	neutron dosimeter track detectors, TLDs	BIOPAN-6
2007.10.10. 2008.11.30.	Soyuz-TMA11 / ISS back: STS 126 Endeavour	neutron dosimeter track detectors	Matroshka-IIB
2007.10.23 2007.11.7.	Discovery, STS120 15d2h24m	track detectors	Space ICCHIBAN (Harmony installation)
2008.05.14. 2008.10.24.	Progress-M64 / ISS back: Soyuz-TMA12.	neutron dosimeter track detectors	BRADOS-7 (SI3)
2009.03.26.	Soyuz-TMA14 / ISS	TLD dosimeters	Pille Simonyi-2
2009.07.15. 2009.11.27.	STS127-Endeavour / ISS back: STS129-Atlantis	combined particle track detectors	DOSIS-1
2009.11.16. 2010.05.26.	STS129-Atlantis / ISS back: STS132-Atlantis	combined particle track detectors	DOSIS-2
2010.04.28 2011.03.16.	ProgressM-05M/37P / ISS back: Soyuz-TMA01M/24S	neutron dosimeters, track detectors	Matroshka-KIBO
2010.04.28. 2010.11.26.	ProgressM-05M/37P / ISS back: Soyuz-TMA19	Track & TLD detectors	DosMap-SM&Pirs SPD-7
2010.09.10. 2011.03.16. .2012.07.01. 2013.03.16. 2011.09.16	ProgressM-07M/39P / ISS back: Soyuz-TMA01M/24S -1 st unit back: Soyuz-TMA03M - 2 nd unit back: Soyuz-TMA06M -3 rd unit back: Soyuz-TMA21-4 th unit	Launched all 4 packages together TTD-6-1 Track & TLD detectors TTD-6-2 Track & TLD detectors TTD-6-3 Track & TLD detectors TTD-7-2 Track & TLD detectors	BioTrack in PIRS

AEKI-s mérőeszközök az űrben

Date of start / return (YYYY.MM.DD.)	Space vehicle / Target	Equipment	Experiment name
2011.04.04. 2011.11.22.	Soyuz-TMA21 / ISS back: Soyuz-TMA02M	Track & TLD detectors	DosMap2-SM-Pirs-MRM2 SPD-8
2011.04.04. 2011.09.16.	Soyuz-TMA21 / ISS back: Soyuz-TMA21	Track & TLD detectors	Cosmonaut dosimeters-1 P1, P2, P3
2011.06.07. 2011.11.22.	Soyuz-TMA-02M / ISS back: Soyuz-TMA-02M	Track & TLD detectors	Cosmonaut dosimeters-1 P4, P5
2011.11.14. 2012.04.27.	Soyuz-TMA22 / ISS back: Soyuz -TMA22	Track & TLD detectors	Cosmonaut dosimeters-1 P6, P7, P8
2011.12.21 2012.07.01.	Soyuz-TMA03M / ISS back: Soyuz-TMA03M	Track & TLD detectors	Cosmonaut dosimeters-1 P9,P10
2012.05.15. 2012.09.17.	Soyuz-TMA04M / ISS back: Soyuz-TMA04M	Track & TLD detectors	Cosmonaut dosimeters-2 P1, P2
2012.05.15. 2013.05.14.	Soyuz-TMA04M / ISS back: Soyuz-TMA07M	Track & TLD detectors	DosMap3-SM-Pirs-MRM2 SPD-9
2012.05.15. 2012.09.17.	Soyuz-TMA04M / ISS back: Soyuz-TMA04M	Track & TLD detectors	DOSIS-3D, 1 st increment
2012.10.23. 2013.03.16	Soyuz-TMA06M / ISS back: Soyuz-TMA06M	Track & TLD detectors	DOSIS-3D, 2 nd increment
2012.10.31.	Progress-M17M / ISS / SM	3D Si telescopes	TRITEL-SURE, Columbus
2012.12.19. 2013.05.14.	Soyuz-TMA07M back: Soyuz-TMA07M	Track & TLD detectors, pendrive	TRITEL-SURE, Columbus
2013.03.28. 2013. 09.11.	Soyuz-TMA08M /34S Soyuz-TMA08M	Track & TLD detectors	DOSIS-3D, 3 rd increment
2013.03.28.	Soyuz-TMA08M / ISS	3D Si telescopes Track & TLD detectors	TRITEL-RS, SM
2013.04.19. 2013.05.19	BION-M1 (Soyuz-2-1A) back: BION-M1 (Soyuz-2-1A)	Track & TLD detectors	BION, phase 1
2013.09.25. 2014.03.11.	Soyuz-TMA10M /36S Soyuz-TMA10M	Track & TLD detectors	DOSIS-3D, 4 th increment
2013.09.25. 2014.03.11.	Soyuz-TMA10M /36S Soyuz-TMA10M /ISS	Track & TLD detectors	TRITEL-RS-2, SM
2013.09.25. 2014.05.14.	Soyuz-TMA10M /36S Soyuz-TMA11M /37S	Track & TLD detectors	DosMap4-SM-Pirs-MRM2 SPD-10
2014.03.25. 2014.09.11.	Soyuz-TMA12M /38S Soyuz-TMA12M/ISS	Track & TLD detectors	DOSIS-3D, 5 th increment

Mikrometeorit-csapdák

- **KFKI kutatóreaktor, aktivációs analízis**
- **Mikrometeoritok**
- **„Tánya” passzív mikrometeorit csapdák**
 - az első magyar űrbe juttatott eszközök
 - Vertyikál-1 és -2 (1970, 1971) rakétaszondák
 - Interkozmosz-6 (1972) visszatérő műhold
- **A Luna-16 (1970) holdszonda által gyűjtött holdkőzet-minták elemzése**

„Tánya” mikrometeorit csapda



Mikrometeorit detektorok

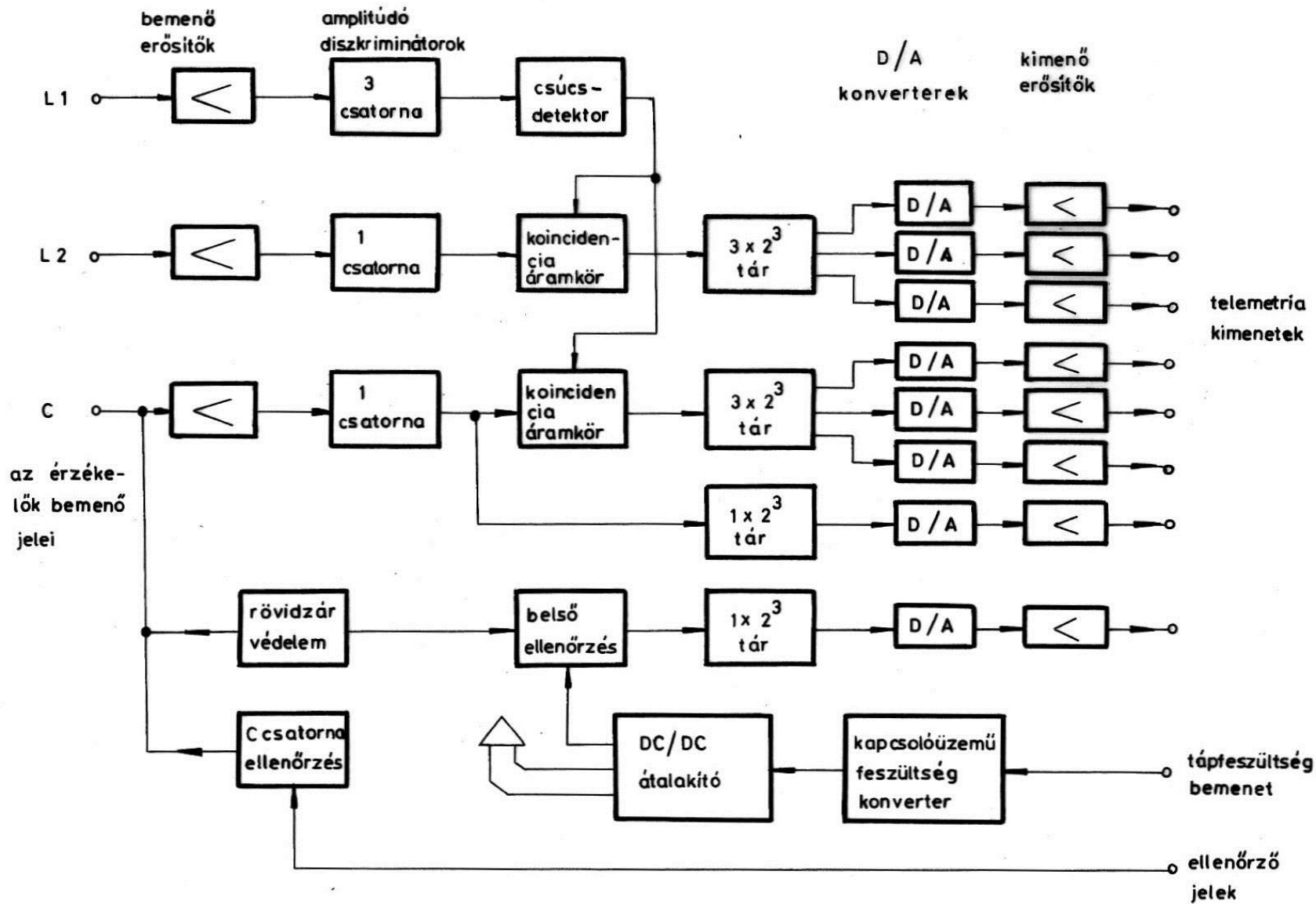
- **Mikrometeoritok paramétereinek fedélzeti mérése elektronikus érzékelőkkel**
- **Nemzetközi együttműködés**
 - **detektorok: GEOHI (Moszkva), Prágai Csillagvizsgáló Intézet**
 - **elektronikus egység: KFKI AEKI**
- **KFKI AEKI, Űrelektronikai Csoport (1970)**
- **Szinte nulláról indulva, kevés diákköri tapasztalat**
- **Vizsgáló-eszközök létrehozása (termo-vákuum kamra)**
- **Technológia kifejlesztése (vargabetűk)**

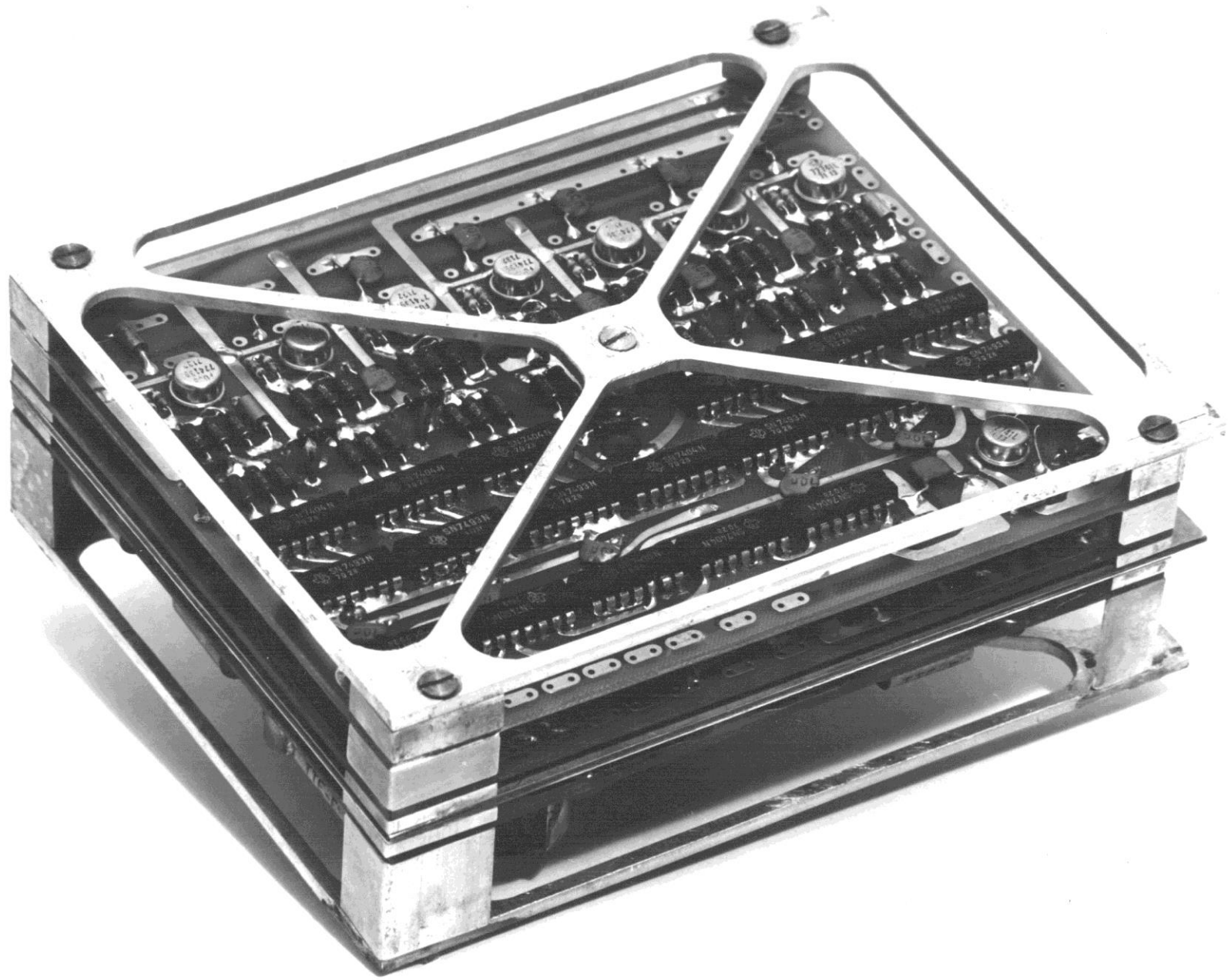
Űr-követelmények

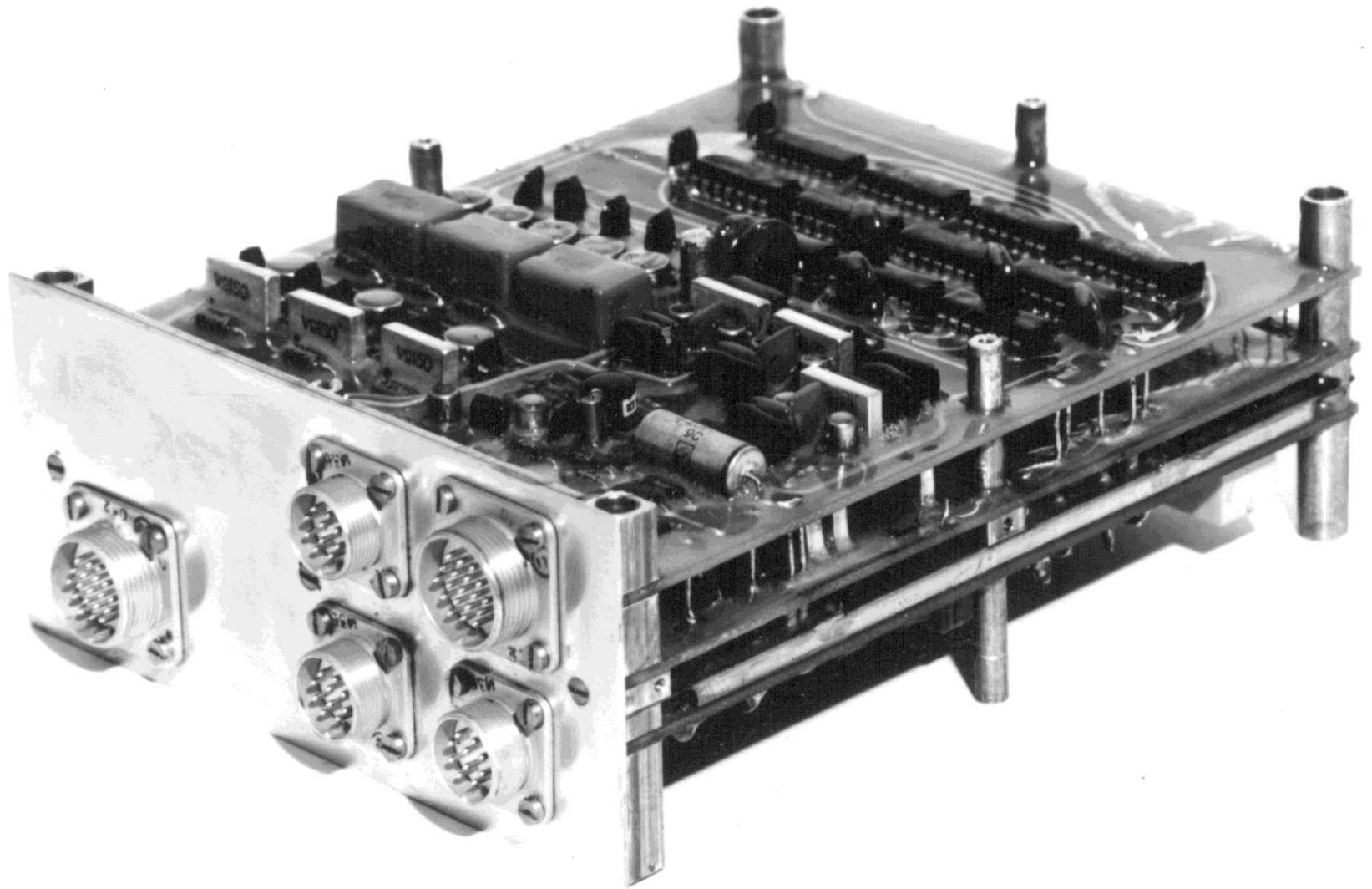
- **Általános követelmények**
 - kis méret
 - kis tömeg ($>10\text{e}\$ / \text{kg}$)
 - extrém környezet (vákuum, súlytalanság, széles hőmérséklettartomány)
 - hosszú élettartam, extrém nagy megbízhatóság
- **Mechankai követelmények felbocsátáskor**
 - nagy statikus gyorsulás
 - széles frekvencia-spektrumú vibrációs terhelés
- **Hőtani követelmények vákuumban, súlytalanságban**
 - konvekció hiánya – csak hővezetés és –sugárzás
- **Elektronikai követelmények**
 - kis fogyasztás
 - széles tartományban változó egyenfeszültségű táplálás
 - földhurkok elkerülésére DC/DC elválasztás
 - nagy megbízhatóság

Mikrometeorit detektor elektronika

- **Mérési feladat**
 - detektorok tápellátása
 - jelfogadás, esemény-számlálás / tárolás, koincidencia-detektálás
 - analóg TM-csatornákra való illesztés DC-elválasztással
 - fedélzeti parancsok fogadása, feldolgozása
 - EMC-követelmények kielégítése
 - földi ellenőrzőpult
- **Alkatrész-bázis, elektronikai megoldások**
 - tranzisztorok, TTL IC-kből sorrendi hálózat, D/A-k diszkrét elemekből, REMIX hibrid IC-k
- **Technológiai példány: K-1-2**
- **Első, végleges változat: K-1-3**
 - Interkozmosz-12, -14 műholdak (1974, 1975)
 - az első magyar elektronikai eszköz a világűrben
- **Továbbfejlesztett változat: K-1-4**
 - Interkozmosz-17 műhold (1977)









1

2

5

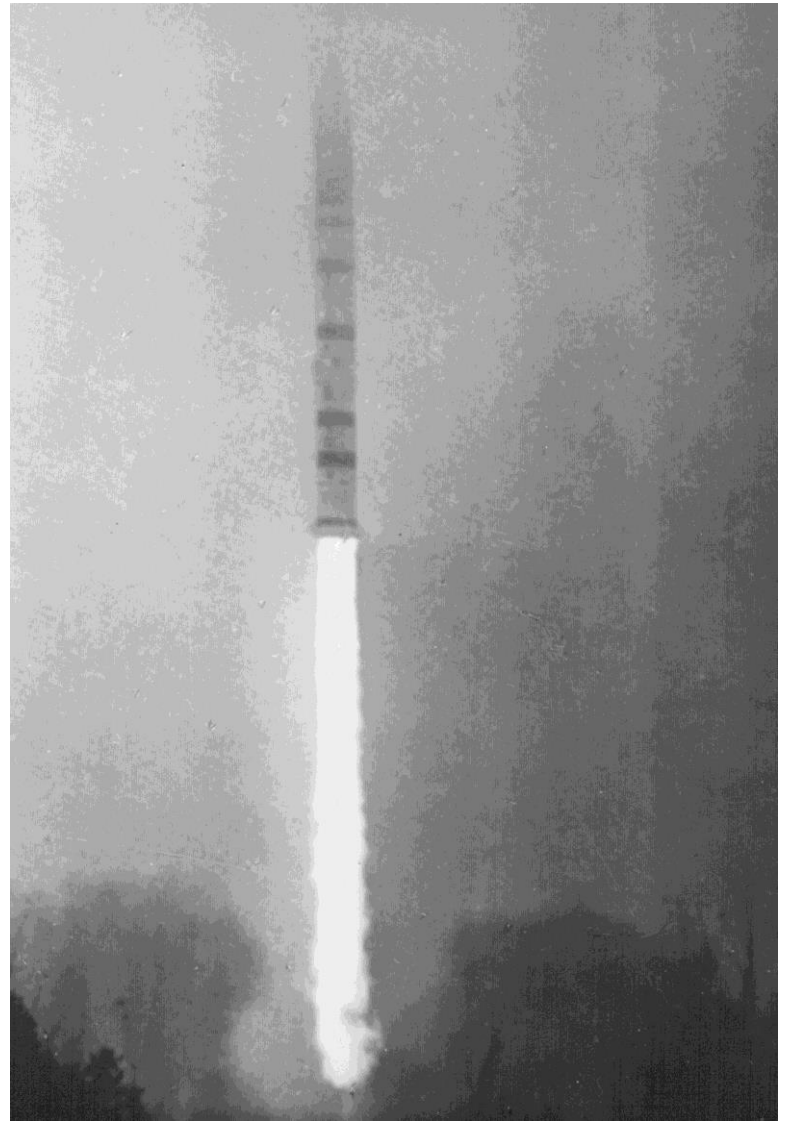
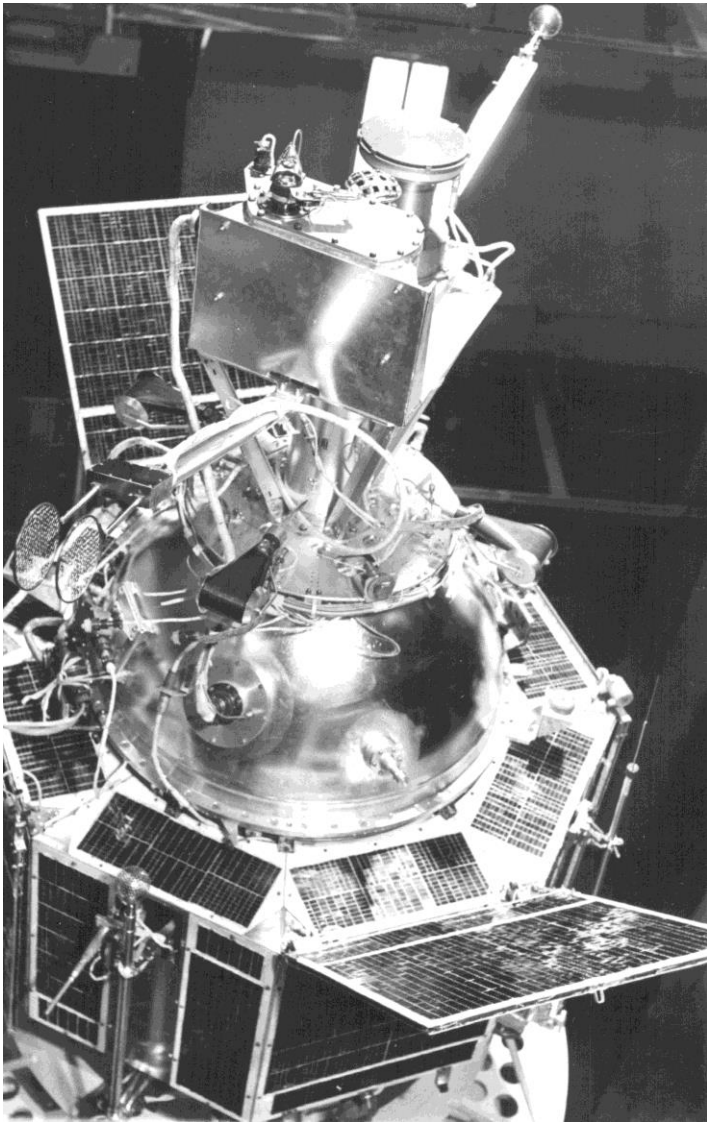
3

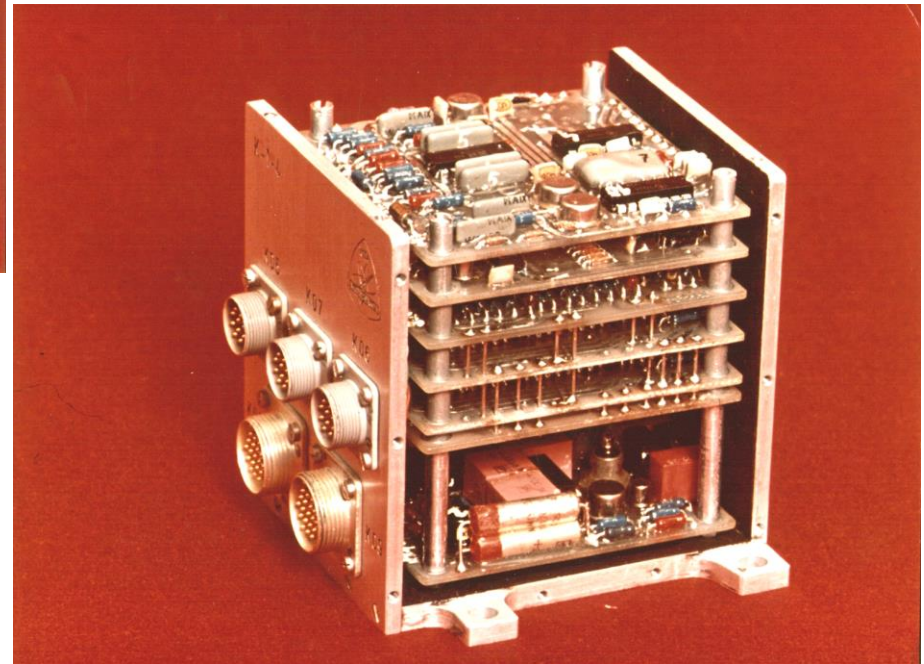
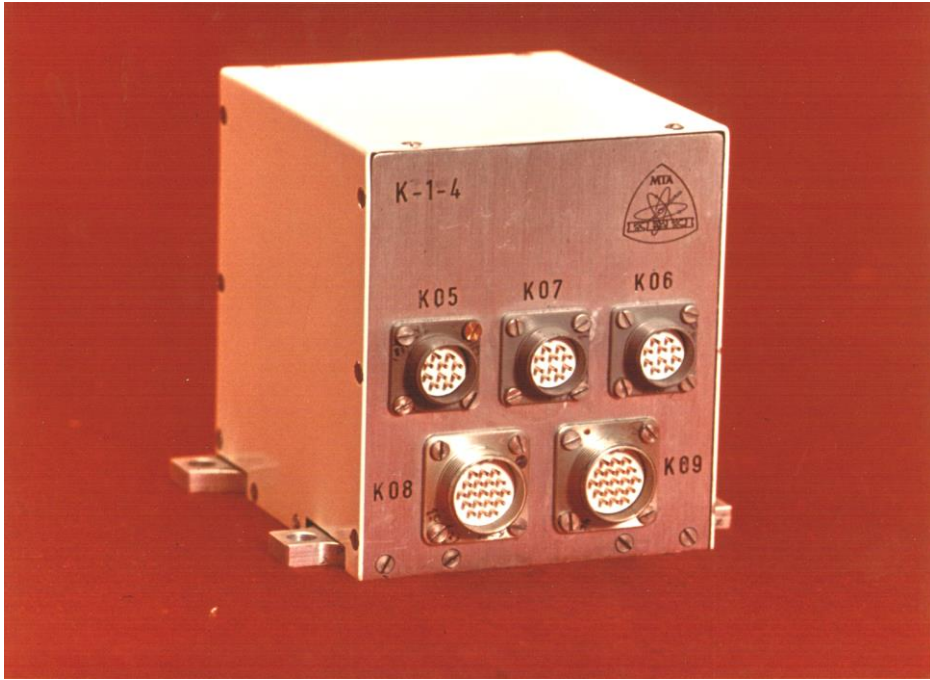
4

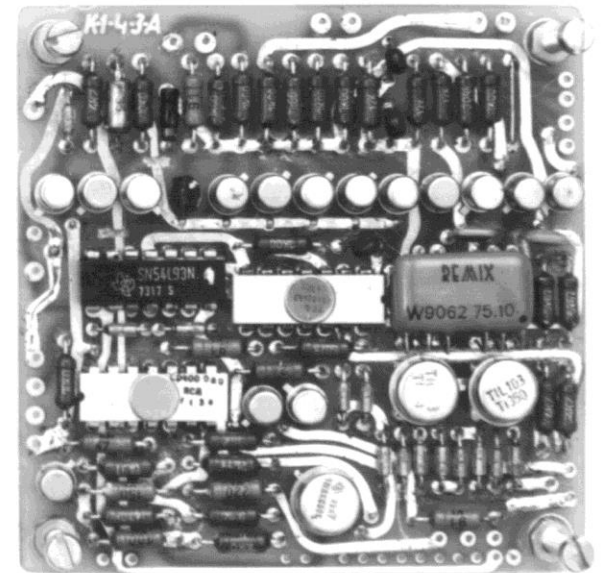
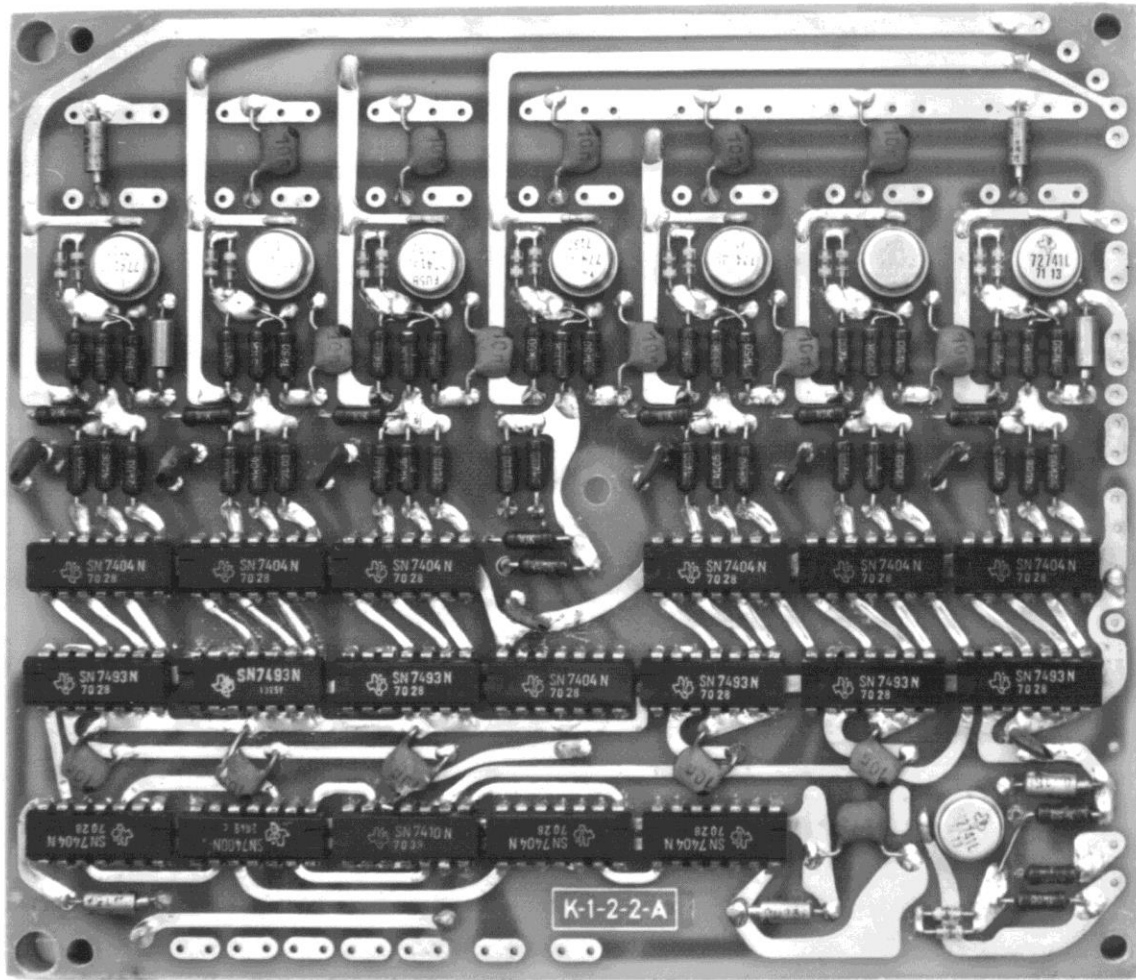
k-1-3/2

MADE IN HUNGARY

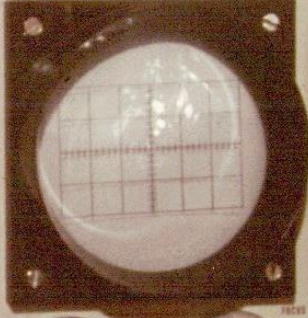






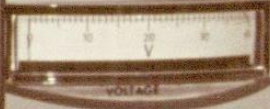


TV KIMIC II



Control knobs for the TV KIMIC II section, including 'TRIGGER' and 'SCOPE SYNC'.

POWER SUPPLY TESTER



Control knobs for the power supply tester, including 'SUPPLY' and 'MEASURE'.

Control knobs for the 'SCOPE SYNC' section, including 'power supply', 'logic in', and 'logic out'.

Control knobs for the 'SUPPLY VOLTAGE IN' and 'INTERLUPT' sections.

LOGIC TESTER



Control knobs for the logic tester, including 'INPUT', 'OUTPUT', and 'INPUT SIGNAL'.

EXT. COMMAND MODE TESTER

Buttons and a knob for 'EXT. COMMAND MODE TESTER', including 'COMMAND SIGNAL', 'DOWN SIGNAL', and 'STOP'.

Buttons and a knob for 'EXT. COMMAND MODE TESTER', including 'START', 'RIGHT', and 'WRONG'.

Buttons and a knob for 'EXT. COMMAND MODE TESTER', including 'START', 'RIGHT', and 'WRONG'.

Control knobs for the 'EXT. COMMAND MODE TESTER', including 'INPUT COMMAND' and 'COMMAND SIGNAL'.

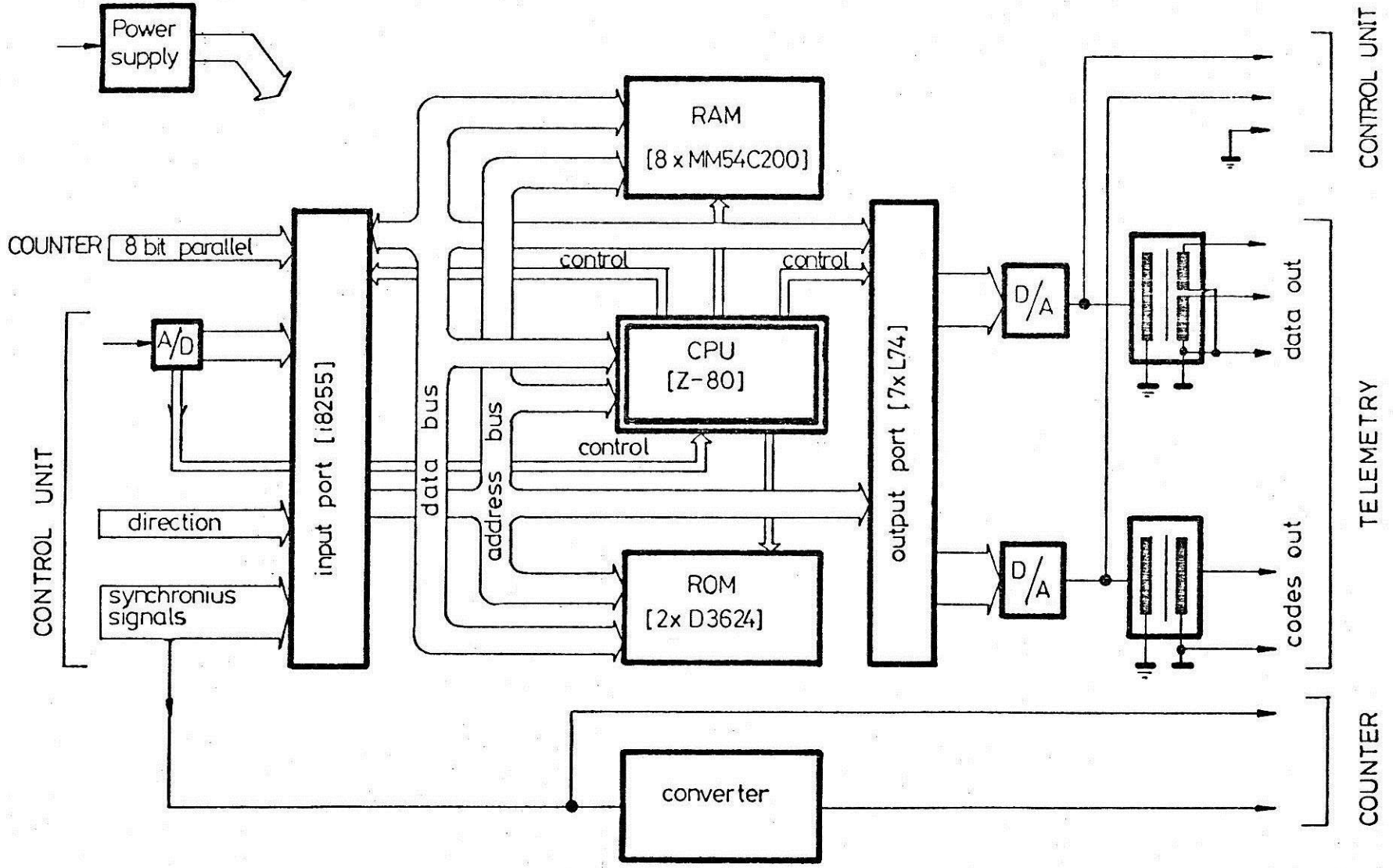
A 'POWER' switch and a 'SCIENTIFIC' logo.

MICROMETEORITE DETECTOR TESTER



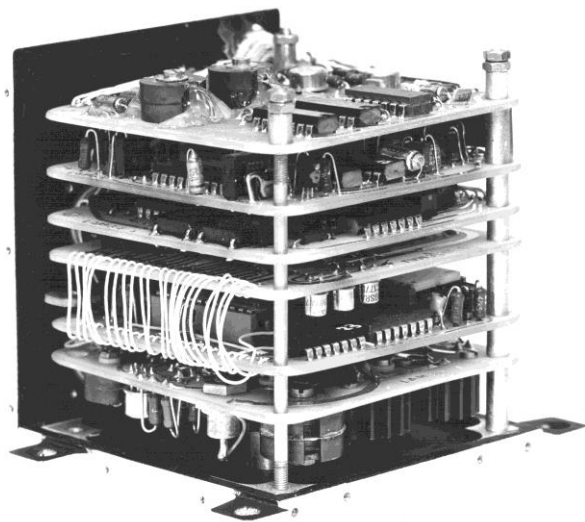
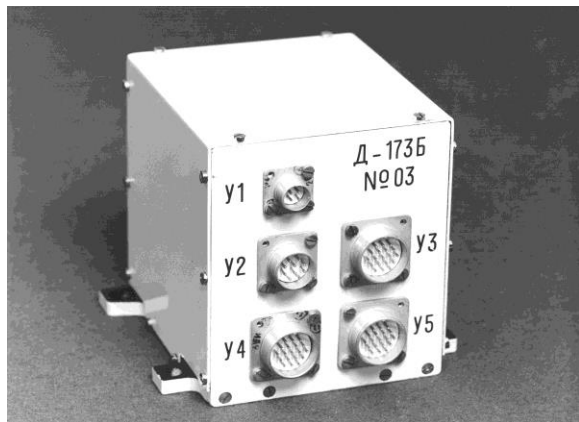
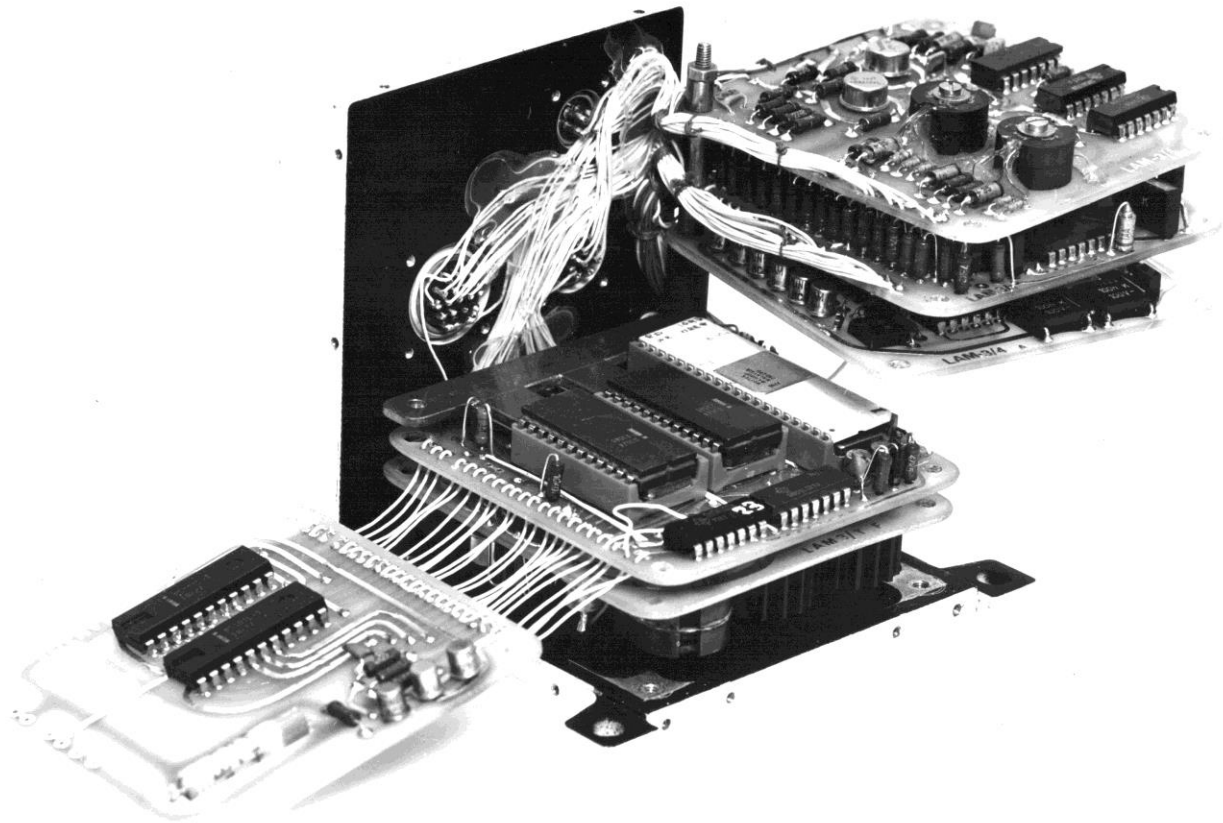
Töltött részecske detektorok

- Földi magnetoszféra, ionoszféra
- Napszél, kölcsönhatás égitestekkel
- Kapcsolat a GGKI-val → IKI-vel
- DB-173 irányérzékeny napszéldetektor elektronikai egység (IKI, Ógyallai Obszerv.)
- Prognóz-7 műhold (1978)
- Mérési feladat
 - digitális jelek fogadása, számlálása 16 detektorról
 - maximum-keresés, szelektálás, adattárolás
 - TM-csatornákra való illesztés DC-elválasztással
 - fedélzeti parancsok fogadása, feldolgozása
 - EMC-követelmények kielégítése
 - földi ellenőrzőpult



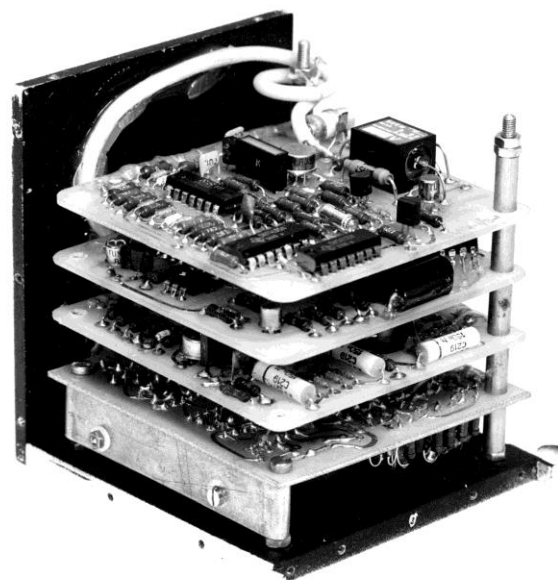
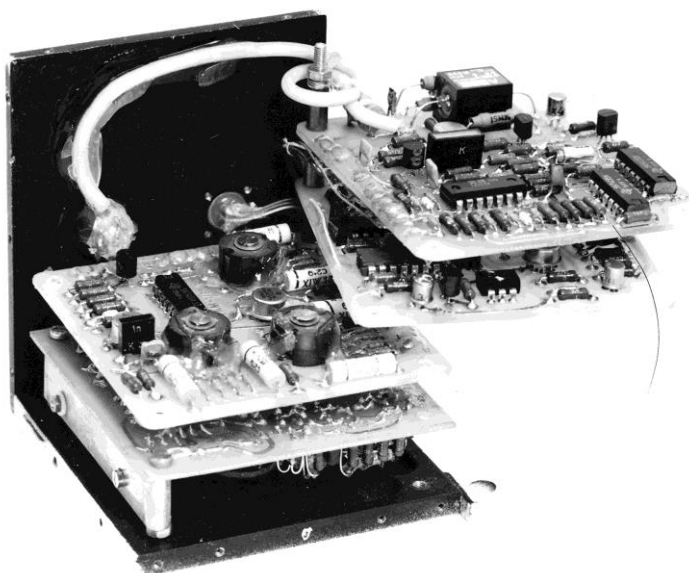
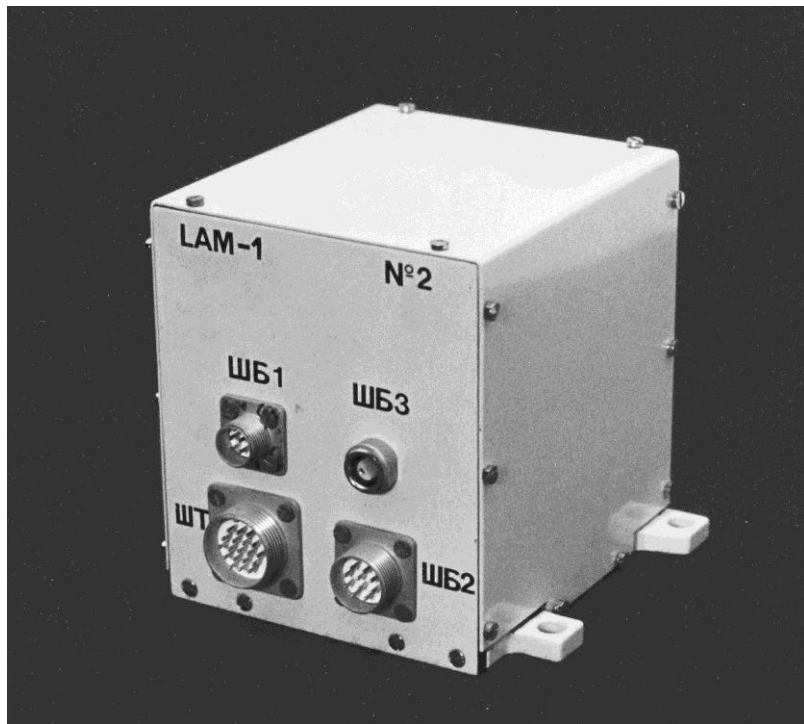
DB-173 elektronikai egység

- **Első mikroprocesszoros fedélzeti tudományos berendezés az Interkozmoszban**
- **Alkatrész-bázis, elektronikai megoldások**
 - Z80-as processzor
 - bipoláris TTL memóriák, logika
 - fogyasztáscsökkentés: memóriáknak tápfesz csak a CS idejére
 - processzor, memória hőhidas hűtése



Töltött részecske detektorok

- **Ionoszféra-mérések geofizikai rakétákkal (IKI, GGKI)**
 - LAM-1, -2 kisárammérő elektronikai egységek
 - Vertikál-6, -7, -10 (1977, 1978, 1981)
- **Mérési feladat, áramköri megoldások**
 - detektorok tápellátása; fűrészel-generálás
 - extrém kis áramok (pA, fA = 10^{-15} A) viszonylag nagy sebességű mérése
 - a kisméretű Gohmos visszacsatoló ellenállások hőfokfüggésének kompenzálása
 - automatikus méréshatárváltás miniatűr latch-reléekkel
 - TM-csatornákra való illesztés DC-elválasztással
 - fedélzeti parancsok fogadása, feldolgozása
 - EMC-követelmények kielégítése
 - földi ellenőrzőpult

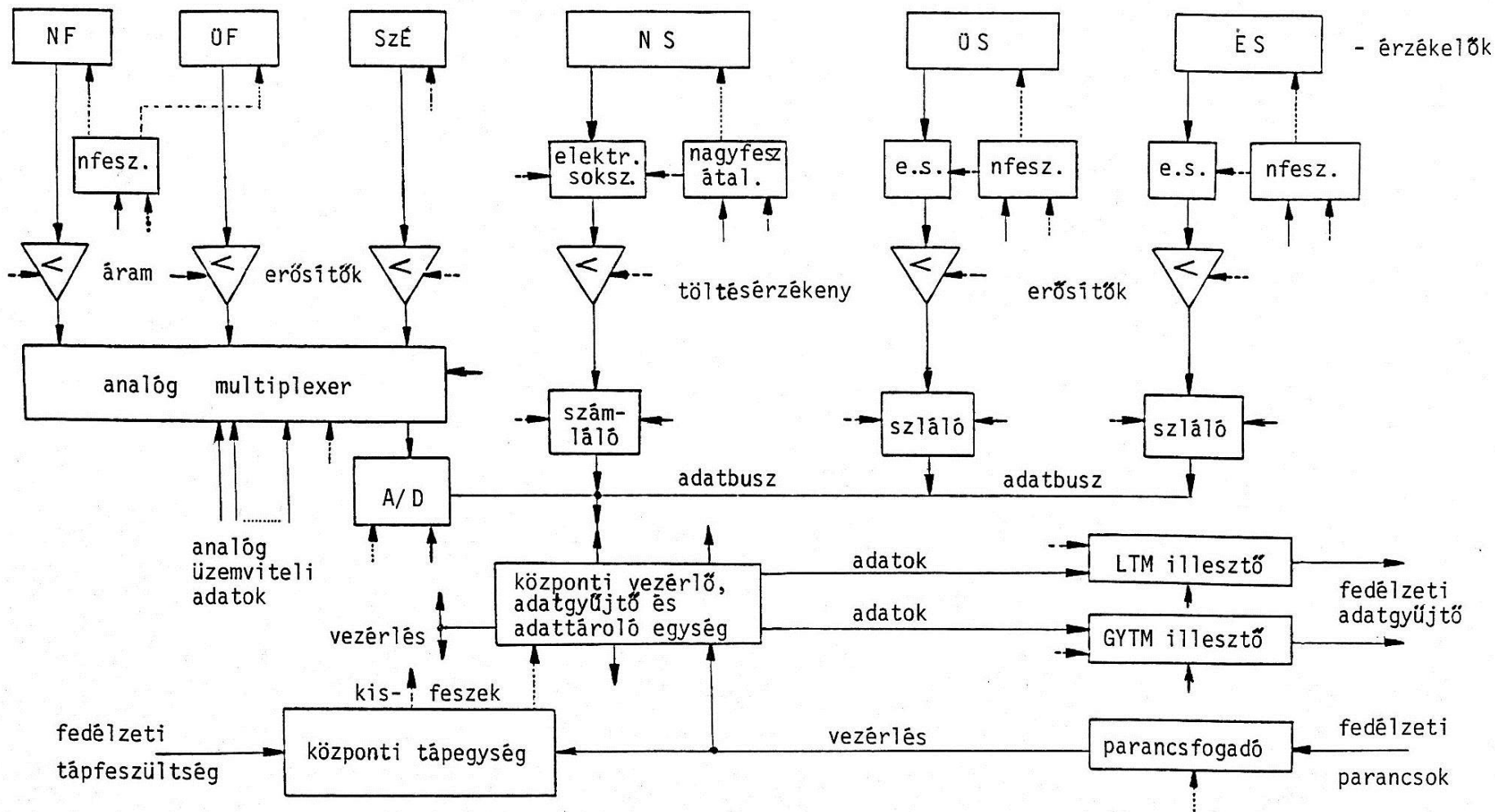


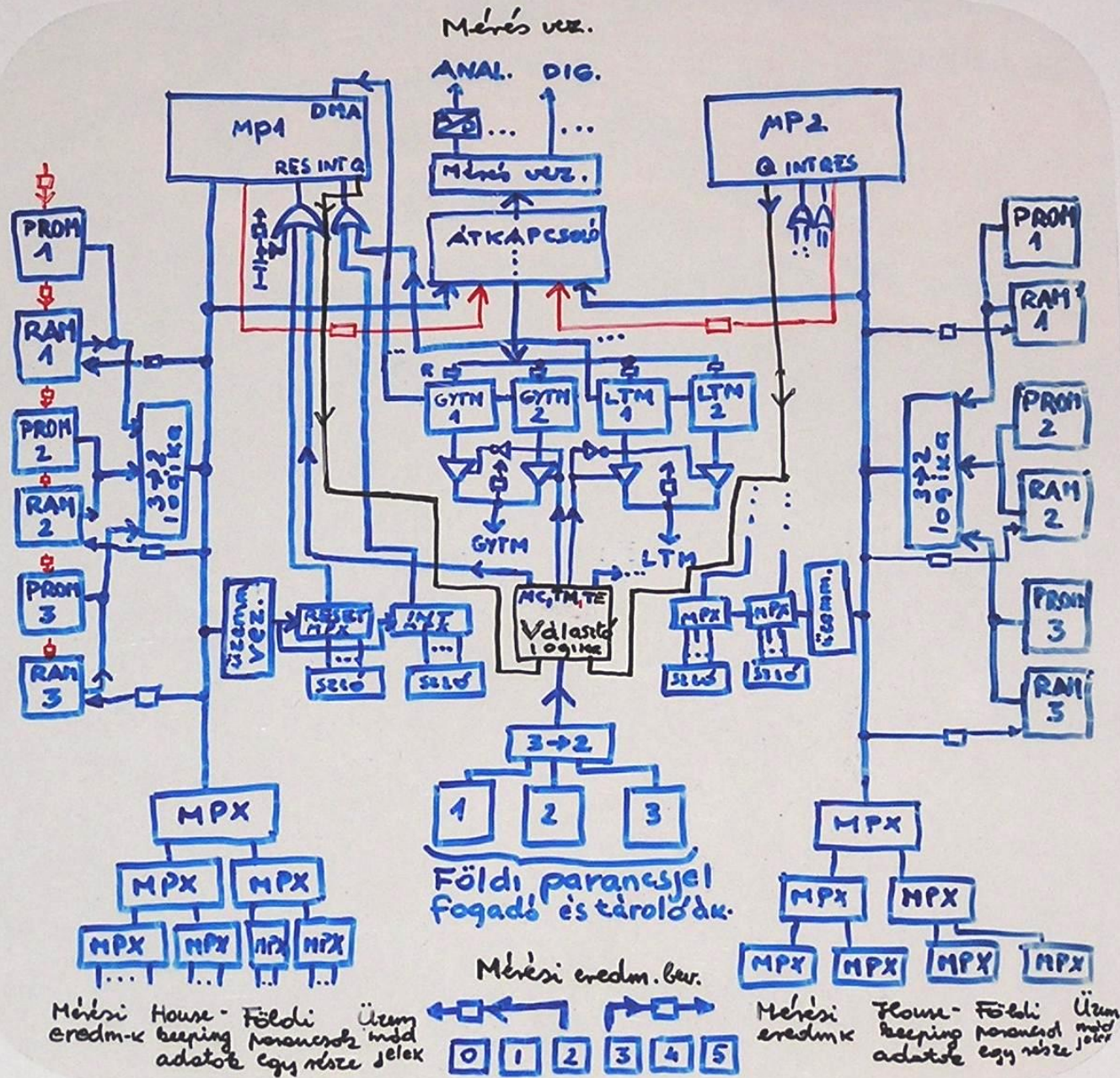
Töltött részecske detektorok

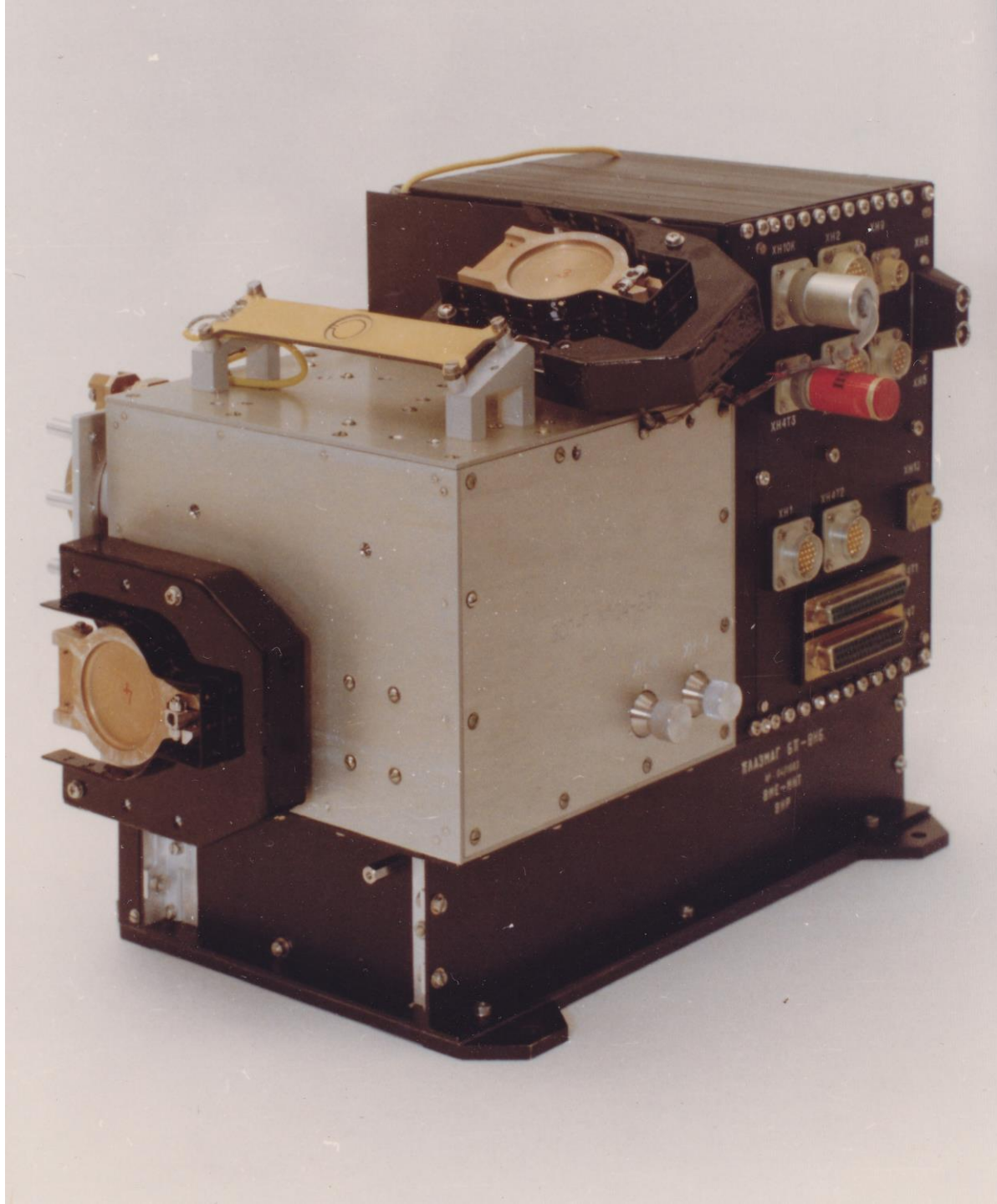
- **Töltött részecske detektorok a bolygóközi térben**
- **VEGA űrszondák**
 - a napszél és a Halley üstökös körüli plazma mérése
 - VEGA-1, -2 (1984-86)
 - a legnagyobb magyar űrvállalkozás
 - „Plazmag” kombinált detektor elektronika (+ BME)
 - felbocsátás Bajkonurból

„Plazmag” elektronikai egység

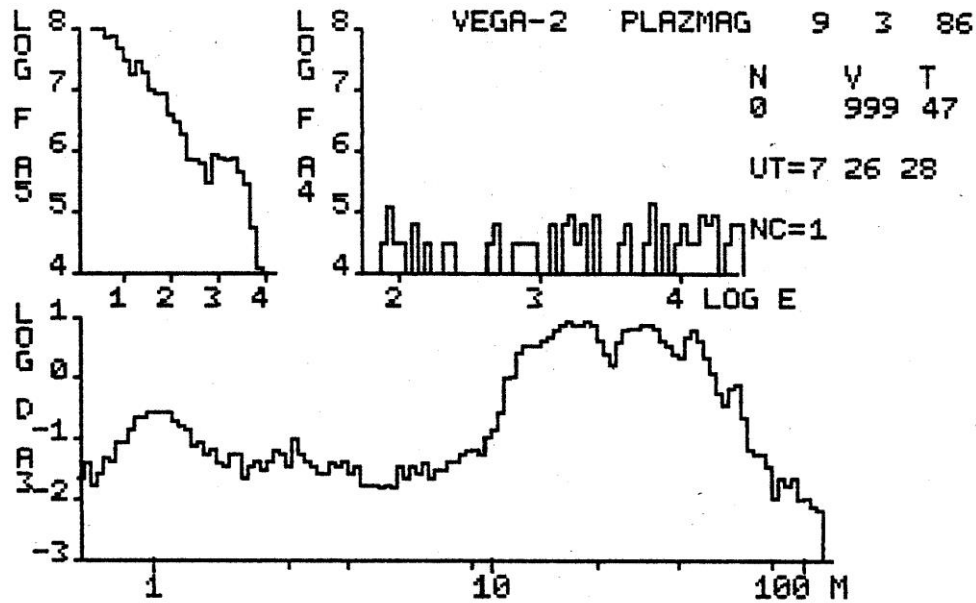
- Az általunk valaha készített legbonyolultabb berendezés
- Az általunk valaha készített legmegbízhatóbb berendezés
- **Mérési feladat**
 - 6 érzékelő jeleinek fogadása, feldolgozása: digitális jelek számlálása, pA-es áramok mérése
 - nagyfeszültségű tápok vezérlése
 - TM-csatornák kiszolgálása
 - fedélzeti parancsok fogadása, feldolgozása
 - autonóm működés
- **Áramköri megoldások**
 - RCA CDP1802-es CMOS mikroprocesszor – 3 gyártó termékeiből válogatva
 - UMDS HW-es és SW-es továbbfejlesztése
 - CMOS „beégetős” PROM-ok
 - CMOS RAM-ok, logikai IC-k
 - NVRAM: úrkvalifikált miniatűr latch-relék
 - hidegtartalékolt redundáns rendszer
 - rendszerenként 3/2 memória-készlet
 - mesterségesen öregbített, darabonként bevizsgált alkatrészek
 - reset másodpercenként,
- **Földi ellenőrzőpult**
 - RMKI által fejlesztett univerzális, modul rendszerű, mikroprocesszoros célelektronika saját specifikus célmodulokkal











[Handwritten signature]
[Handwritten signature]
[Handwritten signature]
[Handwritten signature]
 Ap'atly Jani
 Rank 3rd

sandri' sd'lor
 Mikaly Liozlo

VEGA-2

PLASMAG-1

9 March 1986

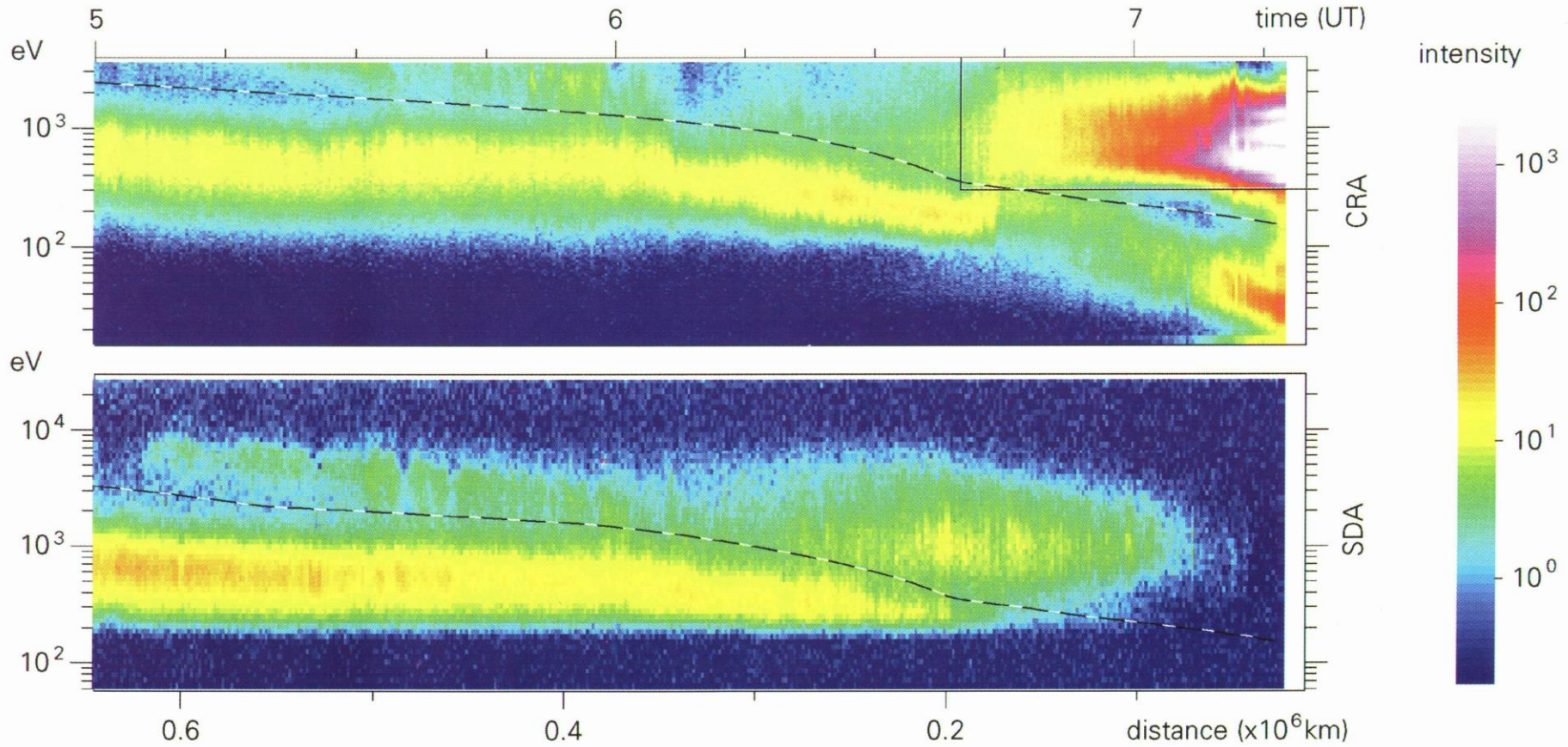


Fig. 1. Ion energy spectra measured in the ram (CRA) and solar (SDA) direction.

Amiről már nem beszélek

- Phobos űrszondák
- Pille dózismérő rendszer
- PorTL dózismérő
- Passzív dózismérők az ISS-en
- Rosetta / Philae mérőműszerek
- Bexus sztratoszféra ballonkísérletek
- Rexus rakétakísérlet
- TriTel félvezetőteleszkópos dózismérők
 - PC104 alapú vezérlőpult, **CF memóriakártya**, Ethernet, RS232, színes érintőképernyő, gyors A/D-k stb.

Köszönöm a figyelmet!