

Bérczi Szaniszló, Hegyi Sándor, Kovács Zsolt,
Fabriczy Anikó, Földi Tivadar, Keresztesi Miklós, Cech Vilmos,
Drommer Bálint, Gránicz Katalin, Hevesi László, Borbola Tamás,
Tóth Szabolcs, Németh István, Horváth Csaba, Diósy Tamás,
Kovács Barna, Bordás Ferenc, Köllő Zoltán, Roskó Farkas

szerkesztette: Bérczi Szaniszló

KIS ATLASZ A NAPRENDSZERRŐL (2): PLANETÁRIS FELSZINEK VIZSGÁLATA A
SURVEYOR - ALAPJÁN MEGÉPÍTETT - HUNVEYOR
KISÉRLETI GYAKORLÓ ŰRSZONDÁVAL

Budapest-Pécs-Szombathely, 2001

KIS ATLASZ A NAPRENDSZERRŐL (2): PLANETÁRIS FELSZINEK VIZSGÁLATA A SURVEYOR - ALAPJÁN MEGÉPÍTETT - HUNVEYOR KISÉRLETI GYAKORLÓ ŰRSZONDÁVAL

Az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természet-tudományi Karán működő Kozmikus Anyagokat Vizsgáló Űrkutató Csoport egyik kiemelt oktatási programja egy kísérleti gyakorló űrszonda építése. Az építés célja sokrétű: fontos annak bemutatása, hogyan lehet összekapcsolni a planetáris geológiát a robotépítéssel, de fontos cél az is, hogy a részleteket, méréseket, technológiákat, műszeregyütteseket, számítástechnikát is tanuljanak a diákok, egyetemi hallgatók. Aki az elektronikus rendszer megépítését végigtanulmányozza, annak egy ipari üzem áttekintése sem lesz nehéz feladat, hiszen egy űrszonda miniatürizált összeépített technológiák sokasága. Fontos cél az is, hogy a kísérleti űrszonda terepasztra helyezésével a diákok észrevegyék azt, hogyan merül bele a mi mérő rendszerünk az idegen bolygótest felszíni áramlásaiba. Ha átlátja, hogy a sokféle, egymást átható áramlásból hogyan választják ki a mérő technológiák a méréssel már előre elképzelt részleteket, akkor érképszító módon találkoznak egy olyan feladatkörrel is, amely egybecsik a földi környezetvédelem feladatkörével. Így nemcsak az adatokat feldolgozó rendszer összetettségét ismerik meg, hanem a természeti folyamatok összetettségét is. A mérések során meglátják a hallgatók azt a sok egymást átszövő folyamatot is, amivel a technikai alkotás belefönódik a természeti folyamatokba. A munka mindvégig érképszítóen összetett, s az elemző, tervező, építő, mérő, tevékenységek komplexitása alig hasonlítható más taneszköz technológiákat és természeti folyamatokat modellező képességéhez.

Milyen résztudományágakból kaphat jellemző és érdekes részleteket az olvasó e kis atlaszban? A bevezető gondolatok mutatták, hogy a Hunveyor gyakorló űrszondának sokféle tantárgyhoz van kapcsolata. Ezeket a területeket a tudományágak ABC sorrendjében mutatjuk be néhány szóval:

Anyagtudományok: az anyagokról, szerkezetük-ről, összetettségük-ről, mindennapi és különleges tulajdonságairól ad áttekintést. A Hunveyornál az űrkutató eszközök anyagaival ismerkedünk meg.

Anyagtechnológiák: a különféle anyagok gyártását, a gyártási eljárásokat, s azok ipari folyamatba szervezését kutatja és modellezi. Itt a mérő technológiák kapcsán szerzünk ismereteket róla.

Információtechnika: Jelek vételét, földolgozását és továbbítását, az információkat kezelő elektromos áramkörök, rendszerek tervezését, építését mutatja be. A Hunveoron az információtechnológia témaköreiből a műszerek irányításával, adatok gyűjtésével és számítógépi földolgozásával találkozunk.

Energetika: Technikai rendszerek energiaellátását vizsgálja. Nálunk a Hunveyor hálózati majd napelemmel történő energiaellátása képez energetikai feladatokat.

Környezettudomány: A természeti környezet folyamatait, áramlásait vizsgálja. Tanulmányozza azt is, hogyan rontja el a természeti egyensúlyt az emberi beavatkozás. Ez a beavatkozás nagy ipari létesítmények ill. a társadalom szennyezőanyag kibocsátása miatt romboló mértékű is lehet a természeti környezetre. A bolygótestre tervezett (már leszállt) űrszonda modellezi azt, hogy lépnek kölcsönhatásba az űrszondán lévő technológiák a bolygótest felszínén ható áramlásokkal.

Közzettan: A közzetek típusait, azok kialakulását tanulmányozza. A Hunveyor körüli terepasztron a Naprendszer legfontosabb közzet típusaival ismerkedhetünk meg.

Planetológia: A bolygótesteket összehasonlító tudomány. Fejlődésüket, földrajzukat és geológiájukat is tanulmányozza. Az égitestek felszínén ható folyamatokat űrszondák segítségével tanulmányozza. Eddig a Holdra, a Marsra, a Vénuszra és az Eros kisbolygóra ereszkedett le emberi alkotású űrszonda. A Hunveyor terepasztron a Hold, a Mars és néhány jeges felszíni külső Naprendszerbeli égitest viszonyait tudjuk modellezni.

Űrkutató: A Föld körüli kozmikus térséget űreszközökkel vizsgáló tudomány. Az űrrakéták segítségével kozmikus pályára helyezett űrszondák fölépítése, működtetése éppúgy témája az űrkutatóknak, mint a helyszíni vagy távérzékelési módszerekkel nyert adatok földolgozása és Földre továbbítása. A Hunveyorhoz kapcsolódó tevékenységek közben számos űrkutatóra jellemző feladattal kerülnek szembe a diákok és a hallgatók.

Űrtechnológiák: Az űrkutatóknak az űrben használható szerkezetekkel és technológiákkal foglalkozó hatalmas területe. Komplex mérnöki tudomány, amely a kozmikus viszonyok (igen alacsony hőmérséklet, erős napsugárzás, kis nyomás, súlytalanság, tartós üzembiztonság) között és a rendkívüli megbízhatósági követelmények teljesítésével megbízhatóan működő eszközök tervezését és készítését végzi. A Hunveyor építése közben főleg az űreszközökbe beleépített (belekicsinyített) technikai rendszerek összetettségével találkozik a diák és a hallgató.

A Hunveyor űrszonda példaképe a NASA Surveyor űrszondája volt. Megalkotói nem is sejtették, hogy sikereik után 30 évvel gyakorló űrhajó szerepére választják ki az űrkutató tevékeny hódolói, akik nemcsak figyelemmel követni szeretnék az űrkutató eseményeit, hanem szeretnék e munka szépségét is fölcsillantani az érdeklődő diákok és hallgatók előtt. Jó munkát kívánunk. (B. Sz. szerk.)

NAGY FELÜLETEN SUGÁRZÓ ANTENNA

NAPELEM SZÁRNY

MINDEN IRÁNYBAN
SUGÁRZÓ ANTENNA (A)

SURVEYOR

KÖRBE KÉMLELŐ
TELEVÍZIÓS KAMERA

A NASA/JPL 1966-BAN ELKÉSZÜLT SURVEYOR ŪRSZONDÁJA. AZ ELRENDEZÉS A SURVEYOR 3. ŪRSZONDÁÉHOZ HASONLÓ, MERT KAPARÓ KAR CSAK A SURVEYOR 3 (O. PROCELLARUM) ÉS A SURVEYOR 7 (TYCHO KRÁTER) ŪRSZONDÁKON VOLT.

SZÁMÍTÓGÉP ÉS
ELEKTRONIKUS
RENDSZER
DOBOZA

A SURVEYOR ŪRSZONDA, MELYET AZÉRT VÁLASZTOTTUNK KISÉRLETI GYAKORLÓ ŪRSZONDÁNK PÉLDAKÉPÉNEK, MERT RAJTA MINDEN FONTOS MŪSZER, SZERKEZETI ELEM, MÉRÉS, AZ EGÉSZ RENDSZER ÉS A RÉSZLETEK JÓL ÁTTEKINTHETŐK.

HŐSZABÁLYOZÓ
RENDSZER
DOBOZA

1. SZÁMÚ LÁB

MINDEN IRÁNYBAN
SUGÁRZÓ ANTENNA (B)

MAGASSÁGMÉRŐ
RADAR

3. SZÁMÚ LÁB

HÉLIUM TANK

FÉKEZŐ RAKÉTA
FŪVÓKÁJA

KISEGÍTŐ ÁRAMFORRÁS

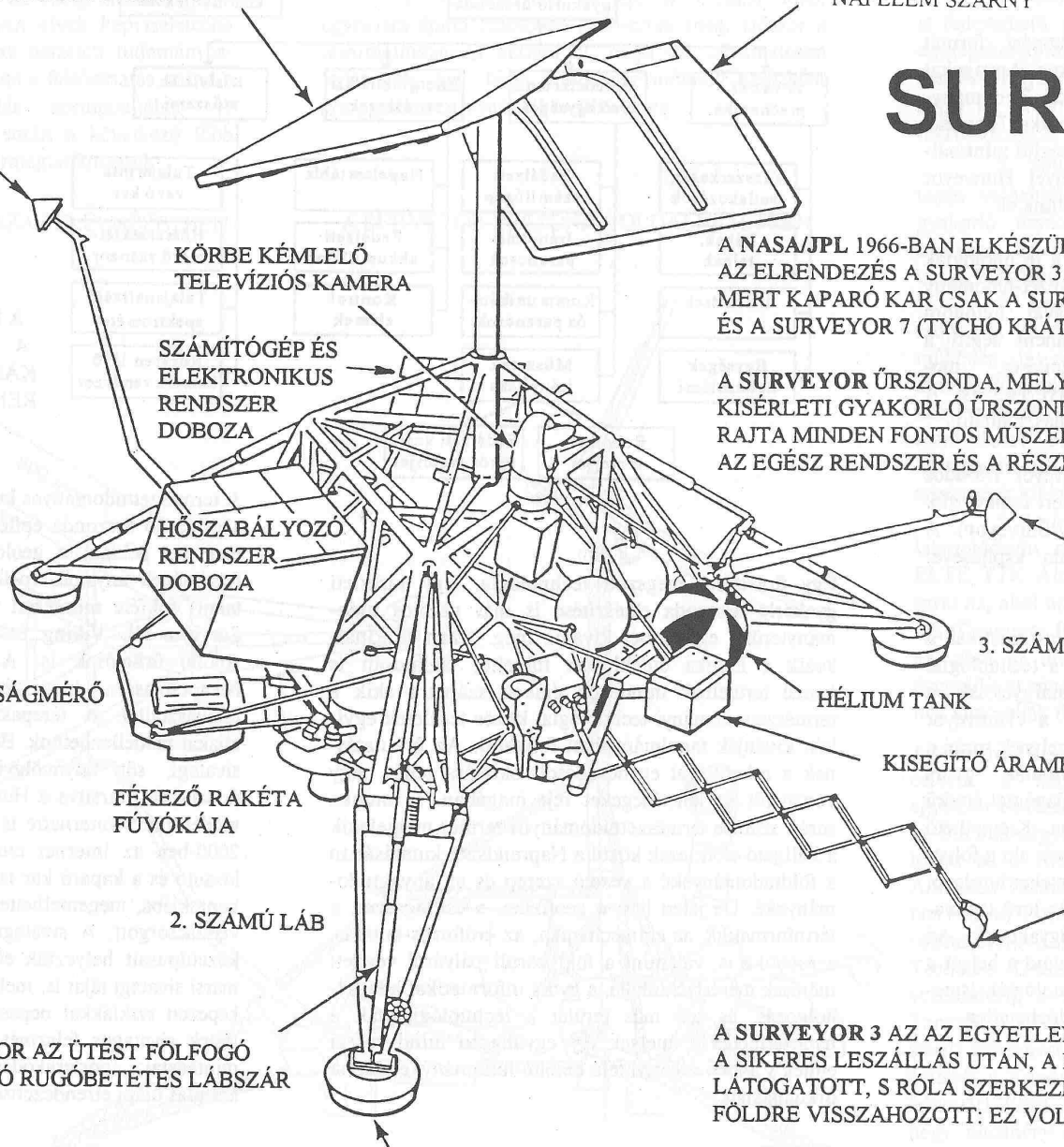
2. SZÁMÚ LÁB

TELESZKOPOS
RENDSZERŪ
KITERJESZTETT
KAPARÓ KAR

LESZÁLLÁSKOR AZ ŪTÉST FŐLFOGÓ
ÉS LETOMPÍTÓ RUGÓBETÉTES LÁBSZÁR

A SURVEYOR 3 AZ AZ EGYETLEN ŪRSZONDA, MELYET EMBER, A SIKERES LESZÁLLÁS UTÁN, A LESZÁLLÁS HELYSZÍNÉN MEG-LÁTOGATOTT, S RÓLA SZERKEZETI ELEMÉKET (TV KAMERA) A FŐLDRE VISSZAHOZOTT: EZ VOLT AZ APOLLÓ 12 EXPEDÍCIÓ.

A 2. SZÁMÚ LÁBHOZ TARTOZÓ TALP



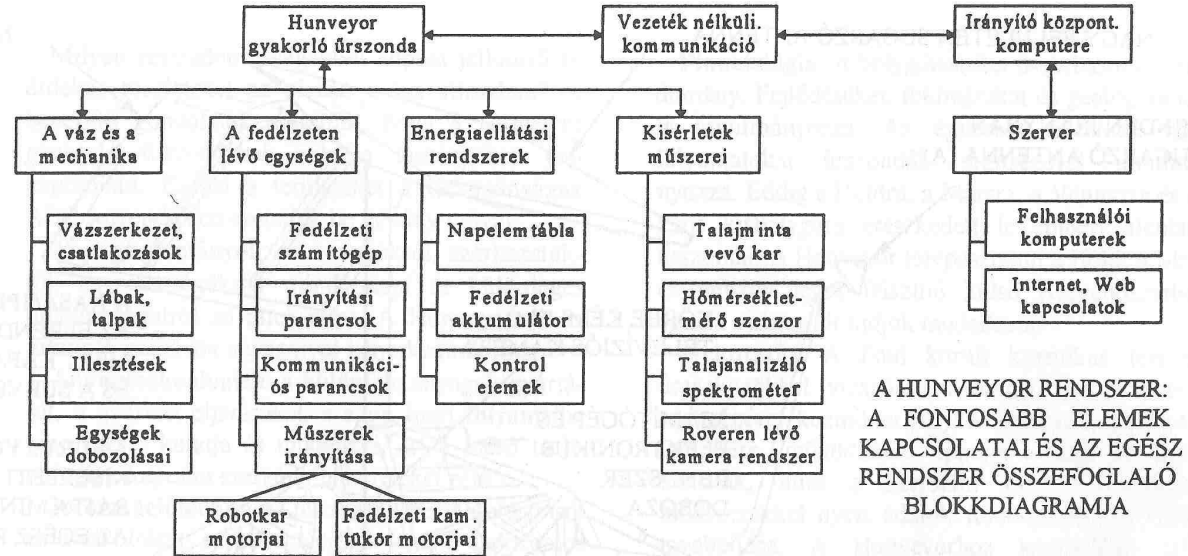
A HUNVEYOR GYAKORLÓ ŰRSZONDA ÉPÍTÉSE

1998 tavaszán egy új kísérleti oktatási formát kezdtünk el az ELTE TTK Kozmikus Anyagokat Vizsgáló Űrkutató Csoportja és a Pécsi Tudományegyetem Informatika és Általános Technika Tanszéke közötti kooperációban. Egy oktatást is segítő minimál-űrszonda robot építését kezdtük, melyet Hunveyor gyakorló és kísérleti űrszondának neveztünk el.

A gyakorló űrszonda építése nemcsak a technológiák és a (földi vagy planetáris) környezet-tudomány kapcsolót testesíti meg műszerparkjával, autonóm mérő rendszereivel, robotikájával, hanem segíti a technológiák kicsinyítését, összeépítését, modellezését, különleges viszonyokra tervezését is. A komplex rendszerek bemutatására is felhasználható.

A Hunveyor gyakorló űrszonda a Surveyor 1/3-ados méretű változatának vázával épült, s ezért is neveztük el Hunveyor-nak (Hungarian University Surveyor). A munka egy egyszerű minimálűrszonda kspítésével kezdődött meg.

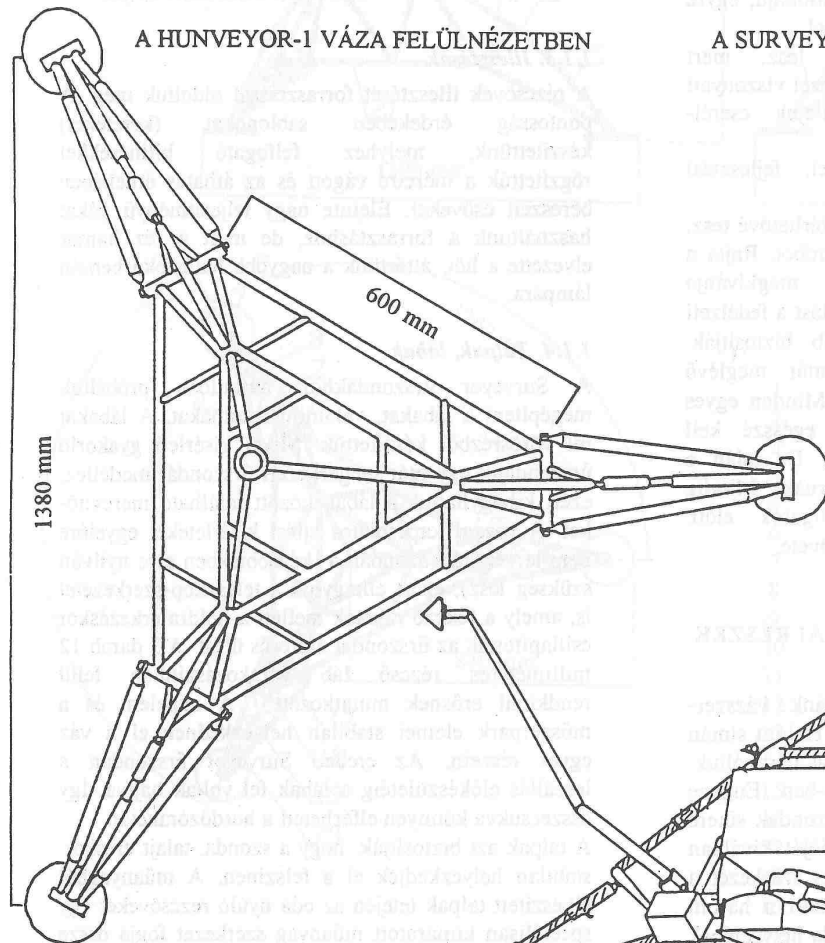
A gyakorló űrszonda építése igényli az informatikai, a természettudományos diszciplináris és a technológiai alapozást. Ezeknek az alapozó tantárgyaknak a hallgatásával párhuzamosan folyik a Hunveyor gyakorló űrszondát építő tevékenység, melynek során a hallgatóknak módja nyílik a tanultak gyors felhasználására. De nem csak ebben pedagógiai értékű a gyakorló űrszonda építési programja. Kiemelhető tantárgyintegráló szerepe is. Az a hallgató, aki a folyamatosan működő, és használható kísérleteket hordozó, űrszondát építi, kezeli, szereli, az a rajta lévő technológiákat megismeri, az elektronikát véggyakorolja. Az ilyen fölkészültségű hallgató megállja majd a helyét a polgári életben is, ahol ma már a technológiák ismerete is és a szervező-építő tudás is nélkülözhetetlen.



Egy űrszonda: megszárt technológia. Egy kísérleti gyakorló űrszonda elkészítése is már számos tudományterület egyesítését kívánja meg. Ezért is kínálkozik e munka érdeklődést fölkeltő, távlatosan is vonzó területnek mindazon diákok számára akik a természettudományi-technológiai közös területek egyikén kívánják tanulmányaikat folytatni. Az űr kutatásnak a robotikával egybekapcsolt oktatása tehát nagy vonzóerőt és lehetőségeket rejt magában. E munka során számos természettudományos terület megjelenik a hallgató előtt: ezek közül a Naprendszer kutatásában a földtudományoké a vezető szerep és az anyagtudományoké. De jelen lesz a geofizika, a csillagászat, a térinformatika, az égimechanika, az erőforrás-kutatás, a robotika is, valamint a föld körüli pályáról végzett mérések mérés technikája, a gyors informatikai adatfeldolgozás, és sok más terület a technológiáknak a határterületeiről, melyek így együttesen mind részei ennek s a jövő évezred felé mutató tudományágnak, az űr kutatásnak.

A természettudományos kutatói oldal is hasznosíthatja a gyakorló űrszonda építésének sokrétűségét. Nézzük meg ezt például a geológiai oldalról. A célegítést felszínének anyagát, (például a holdi vagy a marsi talajt) sokféle műszerrel vizsgálták a simán leszállt Surveyor ill. Viking és Pathfinder robotok, és az Apollo űrhajósok is. A terepi geológiai munkák bekapcsolására kiegészítettük a Hunveyort egy terepasztallal. A terepasztalon különféle planetáris tájakat modellezhetünk. Berendeztük már holdi, marsi sivatagi, sőt folyóvízyi terepként. Egy roverrel (kisautóval) társítva a Hunveyort (Drommer Bálint) e modell-tájról internetre is közvetítettünk képet. 1999-2000-ben az internet címünkről mozgatható volt a kisautó és a kaparó kar is. A kar beáshatott a sivatag homokjába, megemelhette a talajt, melynek egy része visszacsorgott. A sivatagi tájon a Naprendszer főbb közzétípusait helyeztük el. De berendezhetünk olyan marsi sivatagi tájat is, melyet a Pathfinder által lefényképezett sziklákkal népesítünk be. Ezek a bolygótestek sivatagos felszínét érő kőzetátalakító hatások mintázatai: porlerakódás, becsapódási kiskráter, áramlás utáni elrendeztség, figyelhető meg.

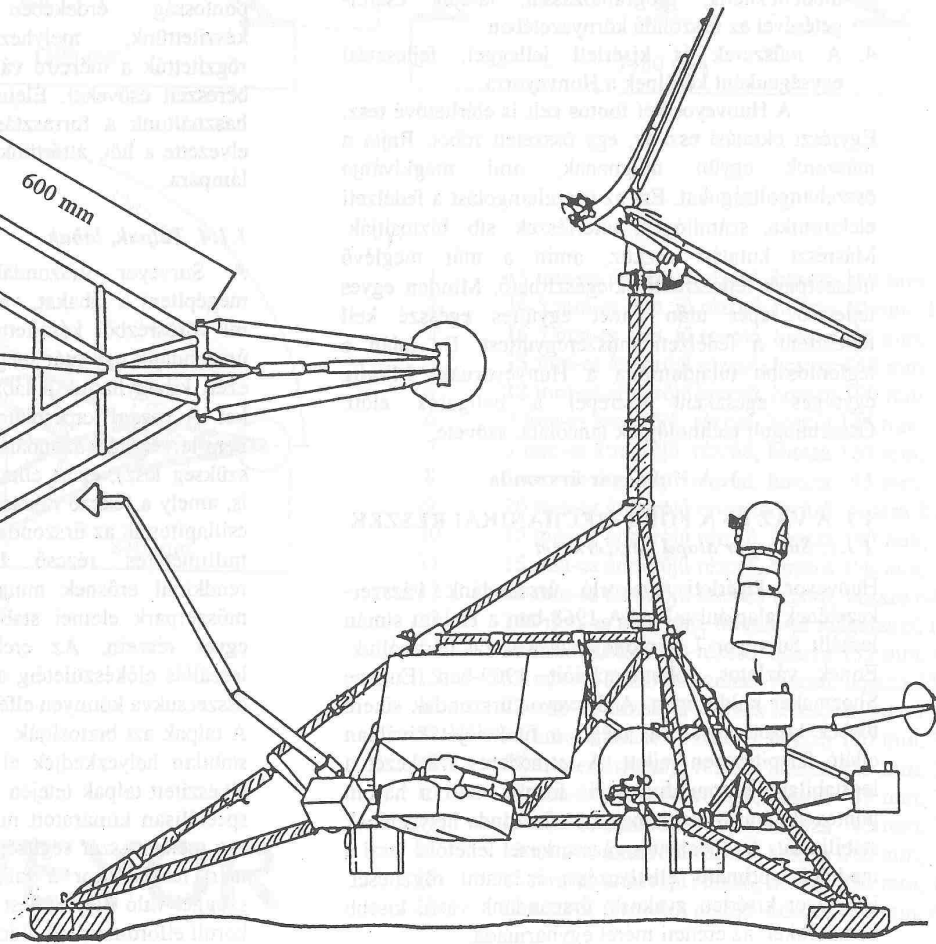
Ha röviden áttekintjük, hogy az eddig elkészült, egyszerű minimálűrszonda milyen elvek képviselésében épült meg, láthatjuk ennek az összetett tudományotechnológiának a távlatait mind a felsőoktatás, mind a kutatásszervezés és kutatás szempontjából. A Hunveyor űrszonda építése során a következő főbb kutatási-oktatási-szervezési stratégiát követtük:



A HUNVEYOR-1 VÁZA FELÜLNÉZETBEN

1. A fejlesztési és építési munkát több, egymásra épülő lépcsőben szerveztük meg: először a minimálűrszonda készült el, majd ezt folyamatosan fejlesztjük, úgy, hogy mindvégig működő egészként szerepelhessen a már elkészült egység.

A SURVEYOR ŰRSZONDA OLDALNÉZETBEN



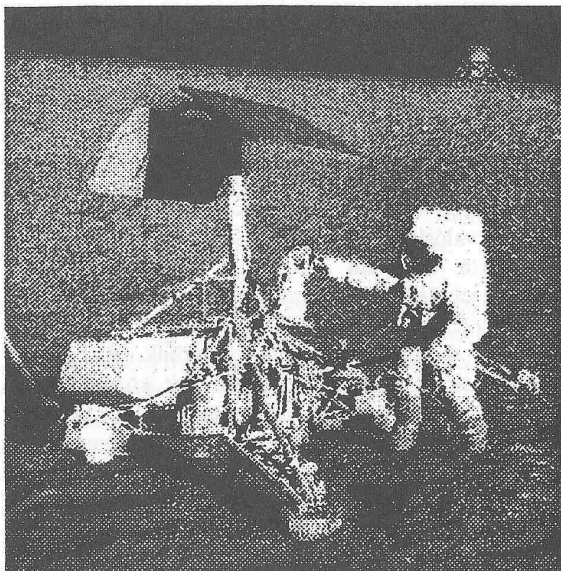
2. Modul elven építjük az űrszondát: önállóan is fejleszthető, és önmagában is megálló és működő egységeket építünk, s ezeket az önálló részeket mindig összehangoljuk. Ehhez az összehangoláshoz követelmény az, hogy mindvégig kompatibilisek legyenek a részrendszerek.

3. Fejlesztési szintek beiktatásával fokozatosan valósítjuk meg a hálózattól független, autonóm gyakorló űrszonda változatot. A hazai beszerzési költségszintet szem előtt tartva PC alapú elektronikát fejlesztünk.

4. Csoportmunkát szervezünk. A hallgatói csoportok közötti és a társtanszék közötti együttműködés is része a programnak. Ha különféle tanszék esetleg már adaptálható műszereket is kifejlesztettek, ezek bevonhatók a gyakorló űrszonda mérőműszer parkjába. Új egységek kifejlesztésére határterületeket összekapcsoló fejlesztő csoportokat is szeretnénk kialakítani.

5. Az űrrobot technológia oktatására kétszintű laboratóriumi oktatási hátteret fejlesztettünk ki az ELTE TTK Általános Technika Tanszékén. Az első szint az, ahol az elemi méréseket építik meg a hallgatók (Drommer Bálint Laboratóriuma), a második szint az, ahol az űrszondára tervezett, elemi mérésekből összeállított rendszereket összeillesztik és a Hunveyor-hoz kapcsolják (Hunveyor Labor).

A Hunveyor kísérleti gyakorló űrszonda építése távlati célként a magyarországi űrkutatás oktatásának egyetemi és főiskolai szintű kifejlesztését is célul tűzi ki. Ma már négy hazai felsőoktatási intézmény kapcsolódott be a Hunveyor programba. Az ELTE TTK Általános Technika (majd 2000 májusa óta az Általános Fizika) Tanszékén a Hunveyor-1 (Bérczi Szaniszló vezetésével), a PTE TTK Informatika és Általános Technika Tanszékén a Hunveyor-2 (Hegyi Sándor vezetésével), a Berzsenyi Dániel Főiskola Technika Tanszékén a Hunveyor-3 (Kovács Zsolt Imre vezetésével) fejlesztése folyik, és megkezdte a Hunveyor-4 építését a Kandó Kálmán Műszaki Főiskola Székesfehérvári Kara is (Hudoba György vezetésével). A négy intézmény munkatársai ma már közösen fejlesztik a Hunveyor kísérleti gyakorló űrszondát.



1968 februárjában szállt le a Holdra a NASA Surveyor 7 űrszondája. A leszállás helye szokatlan volt, mert első ízben távolodtak el a holdi egyenlítőtől. A Tycho kráter északi lejtőjén öles sziklák között landolt az Surveyor 7 űrszonda és nemcsak mechanikai, mágneses, optikai méréseket végzett, hanem röntgenfluoreszcens műszerével talajösszetételt is meghatározott. A korábbi Surveyor leszállásokról már ismert TV kamerával szokatlanul sziklás tájat fényképezett le maga körül és talajvizsgáló ásóját is nehezen lehetett kezelni a sziklás talajon.

Ez a Surveyor kísérlet volt az utolsó műszeres leszállás az Apolló expedíciók emberrel történt holdra szállása előtt. A sorozatból az első, a harmadik, az ötödik és a hatodik is sikeres volt a Surveyor 7 előtt. A Surveyor űrszondák sikeréhez az egyszerű vázszerkezet és a jól kigondolt műszerpark is hozzásegített, de az alapos előkészítés és a jól működő irányítás is fontos összetevő volt. Ezt az űrkísérletet elemeztük végig azzal a céllal, hogy mi is egy gyakorló űrszonda építéséhez hozzákezdjünk. Harmadnyi méretű csak a közleményekből sejthető eredeti méretekhez képest. Az elektronikát teljes egészében a Technika Tanszék diákkörös elsőéves hallgatói tervezték és készítették el.

Tekintettel a kiindulási gondolatokat sugalló Surveyor-űrszondára, a mi egyetemi gyakorló űrszondánkat a Hunveyor névre kereszteltük. A gyakorló jelző sok fontos szerepkört is magába foglal.

1. Egyrészt az űrszonda laboratóriumi jellegét, testközelségét és szerelhetőségét.
2. Másrészt azt a tényt, hogy továbbfejleszhető lesz az idők során, s egyre fejlettebb technikájú, egyre összetettebb műszerparkkal láthatjuk el.
3. Harmadrészt gyakorló űrszonda lesz, mert segítségével számos nem földi környezet viszonyait modellezhetik, programozással, talajok cseréltetésével az űrszonda környezetében.
4. A műszerek is kísérleti jelleggel, fejlesztési egységenként kerülnek a Hunveyorra.

A Hunveyor két fontos célt is elérhetővé tesz. Egyrészt oktatási eszköz, egy összetett robot. Rajta a műszerek együtt dolgoznak, ami megkívánja összehangoltságukat. Ezt az összehangolást a fedélzeti elektronika, számítógép, interfészek, stb. biztosítják. Másrészt kutatási eszköz, amin a már meglévő műszerpark fejleszthető, kiegészíthető. Minden egyes fejlesztő lépés után ismét együttes egészé kell fejleszteni a fedélzeti műszeregyüttest. Ez talán a legfontosabb tulajdonsága a Hunveyoroknak. Mindig egységes egésként szerepel a hallgatók előtt. Összehangolt technológiák láncolata, szövete.

1. A Hunveyor űrszonda

1.1. A VÁZ ÉS A FŐBB MECHANIKAI RÉSZEK

1.1.1. Surveyor alapú vázszerkezet

Hunveyor kísérleti gyakorló űrszondánk vázszerkezetének alapjául a NASA 1968-ban a Holdra simán leszállt Surveyor 7. űrszondájának a vázát használtuk. Ennek vázlatos dokumentációit 1969-ben Eugene Shoemaker küldte meg. A Surveyor űrszondák sikere többek között egyszerű, mégis a funkcióját kiválóan ellátó felépítésében rejlett. A tetraédes szerkezet a legstabilabb három dimenziós forma, mert a három pontos alátámasztás biztosítja az űrszonda helyzetének stabilitását. A többszintes vázszerkezet lehetővé teszi a modulok optimális elhelyezését és stabil rögzítését. Hunveyor kísérleti gyakorló űrszondánk váza, kisebb eltérésekkel, az eredeti méret egyharmada.

1.1.2. Alapanyag

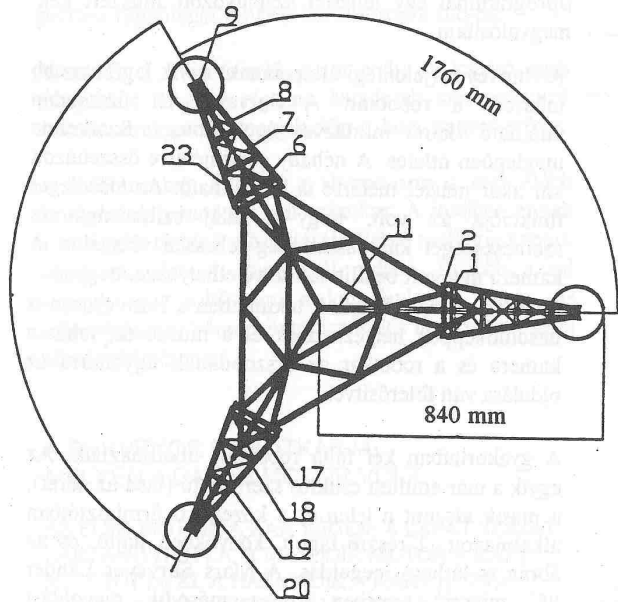
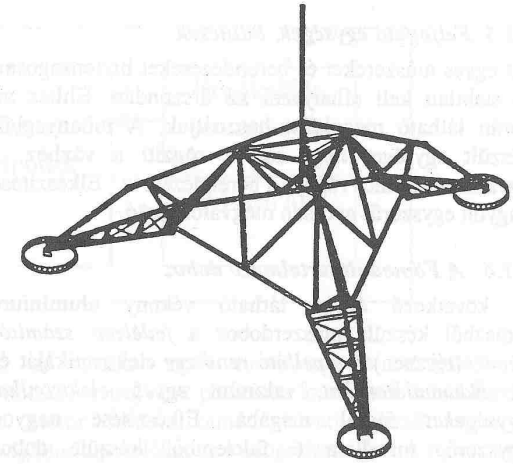
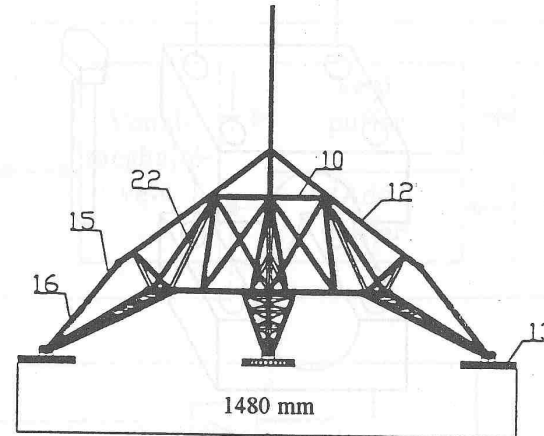
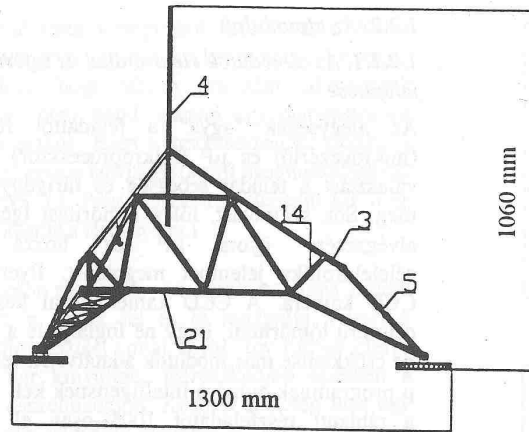
Viszonylag könnyű, mégis erős anyagot kellett választanunk. Első megközelítésben 12 mm Ø és 15 mm Ø rézcsöveket választottunk, hisz ez mindenki által könnyen hozzáférhető anyag. Egyetlen hátránya azonban van a réznek, mégpedig, hogy jól vezeti a hőt. Ez pedig a forrasztáskor jelentett némi nehézséget.

1.1.3. Illesztések

A rézcsövek illesztését forrasztással oldottuk meg. A pontosság érdekében sablonokat (kereteket) készítettünk, melyhez felfogató bilincsekkel rögzítettük a méretre vágott és az áthatás érdekében bereszelt csöveket. Eleinte nagy teljesítményű pákát használtunk a forrasztáshoz, de mert a réz hamar elvezette a hőt, áttértünk a nagyobb hatásfokú benzin lámpára.

1.1.4. Talpak, lábak

A Surveyor űrszondákhoz hasonlóan próbáltuk megépíteni a lábakat, valamint a talpakat. A lábakat mi vörösrézből készítettük. Mivel kísérleti gyakorló űrszondánk egy már megérkezett űrszondát modellez, ezért kihagyhattuk a lábak között található merevítőket. A vázzal kapcsolatos ejtési kísérleteket egyelőre nem terveztünk (azonban a későbbiekben erre nyilván szükség lesz), ezért elhagytuk a teleszkóp-szerkezetet is, amely a fékező rakéták mellett a holdra érkezéskor csillapították az űrszondát érő erős ütést. A 3 darab 12 milliméteres rézcső láb várákozásainkon felül rendkívül erősnek mutatkozott! A napelem és a műszerpark elemei stabilan helyezkednek el a váz egyes részein. Az eredeti Surveyor űrszondán a leszállás előkészületéig a lábak fel voltak hajtvva. Így összecusukva könnyen elérhető a hordozórakétán. A talpak azt biztosítják, hogy a szonda, talajt éréskor, stabilan helyezkedjék el a felszínen. A műanyagból elkészített talpak tetején az oda nyúló rézcsöveket egy speciálisan kifaragott műanyag szerkezet fogja össze egy menetes szár segítségével. Erre azért van szükség, mert leszálláskor a talaj nem egyenletes, és a kis szöggel való illeszkedést a talp egy vízszintes tengely körüli elfordulásával oldották meg.



HUNVEYOR

- | | |
|----|---|
| 1 | 15 mm-es átmérőjű rézcső, hossza 160 mm, 3 db kell belőle |
| 2 | 16,5 mm-es átm. jű rézcső, hossza 10 mm, 13 db kell belőle |
| 3 | 16,5 mm-es átm. jű rézcső, hossza 20 mm, 3 db kell belőle |
| 4 | 15 mm-es átmérőjű rézcső, hossza 660 mm, 1 db kell belőle |
| 5 | 12 mm-es átmérőjű rézcső, hossza 100 mm, 3 db kell belőle |
| 6 | 3 mm-es átmérőjű rézrúd, hossza 145 mm, 6 db kell belőle |
| 7 | 3 mm-es átmérőjű rézrúd, hossza 120 mm, 6 db kell belőle |
| 8 | 3 mm-es átmérőjű rézrúd, hossza 95 mm, 6 db kell belőle |
| 9 | 20 mm-es átmérőjű távtartó gyűrű, hossza 8 mm, 12 db kell belőle |
| 10 | 15 mm-es átmérőjű rézcső, hossza 340 mm, 3 db kell belőle |
| 11 | 15 mm-es átmérőjű rézcső, hossza 196 mm, 3 db kell belőle |
| 12 | 21 mm-es átmérőjű szemes rézcső, hossza 645 mm, 3 db kell belőle |
| 13 | 166 mm-es átmérőjű, 60 mm-es magasságú talpazat, 3 db kell belőle |
| 14 | 15 mm-es átmérőjű rézcső, hossza 135 mm, 6 db kell belőle |
| 15 | 22 mm-es átmérőjű szemes rézcső, hossza 155 mm, 3 db kell belőle |
| 16 | 22 mm-es átmérőjű szemes rézcső, hossza 195 mm, 3 db kell belőle |
| 17 | 15 mm-es átmérőjű rézcső, hossza 150 mm, 3 db kell belőle |
| 18 | 15 mm-es átmérőjű rézcső, hossza 115 mm, 3 db kell belőle |
| 19 | 15 mm-es átmérőjű rézcső, hossza 79 mm, 3 db kell belőle |
| 20 | 15 mm-es átmérőjű rézcső, hossza 43 mm, 3 db kell belőle |
| 21 | 15 mm-es átmérőjű rézcső, hossza 610 mm, 3 db kell belőle |
| 22 | 15 mm-es átmérőjű rézcső, hossza 350 mm, 12 db kell belőle |
| 23 | 22 mm-es átmérőjű rézcső, hossza 460 mm, 6 db kell belőle |

RÉSZLETES MÉRETEK
A HUNVEYOR - 2 PÉCSI
KISÉRLETI GYAKORLÓ
ŰRSZONDA VÁZÁNAK
ELEMÉIRŐL.

A SURVEYOR ŰRSZONDAK
SZERKEZETÉRŐL ÉS MŰSZE-
RES FELSZERELÉSÉRŐL, VA-
LAMINT TUDOMÁNYOS ADA-
TAIRÓL ÉS EREDMÉNYEIRŐL
RÉSZLETESEN TÁJÉKOZÓD-
HAT A T. OLVASÓ A KÖVET-
KEZŐ JÓ FORRÁSMUNKÁBÓL:
NASA TECHNICAL REPORT
NO. 32-1023. JET PROPULSION
LABORATORY, CALIFORNIA
INSTITUTE OF TECHNOLOGY
PASADENA, CALIFORNIA, USA
1966 SZEPTEMBER 10.

1.1.5. Felfogató egységek, bilincsek

Az egyes műszereket és berendezéseket biztonságosan és stabilan kell elhelyezni az űrszondán. Ehhez az ábrán látható megoldást használjuk. A műanyagból készült egységet négy csavar rögzíti a vázhoz, s ugyanilyen bilincs rögzíti a berendezést is. Elkészítése nagyon egyszerű, gyorsan megvalósítható.

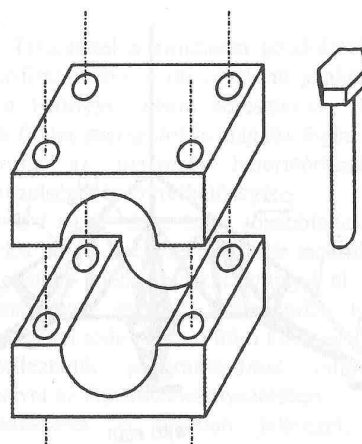
1.1.6. A Főmodult tartalmazó doboz

A következő ábrán látható vékony alumínium lemezből készült műszerdoboz a fedélzeti számítógépet, (részben) a tápellátó rendszer elektronikáját és az akkumulátorokat, valamint egyéb elektronikai egységeket foglal magába. Elkészítése nagyon egyszerű, mivel a 6 falelemből készült doboz szemközti lapjai egyformák. Szétszedése és felfogása is könnyű, gyorsan hozzáférhető, s két csavar eltávolítása után máris a bent lévő elektronikai részt látjuk.

1.2. A FŐMODUL

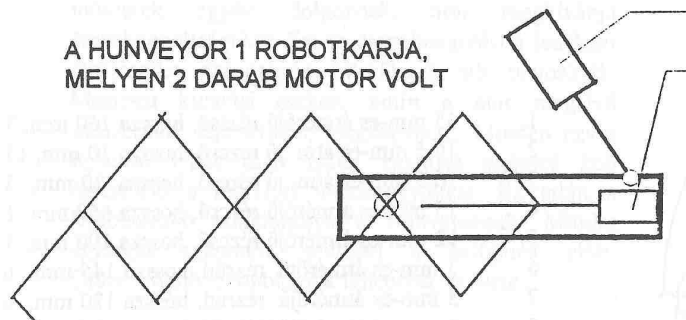
1.2.1. A főmodul felépítése

A főmodul irányítja az almodulokat, összegzi a beérkezett részeredményeket, elküldi illetve fogadja a földi irányítópulttól az adatokat. A főmodul jelenleg egy Intel 386-os számítógép. A PC kompatibilis programozás előnye hogy a kódot magas szintű nyelvekkel is lehet fejleszteni. Kezdő építőknek alkalmas a programozás elsajátítására, a rendszer szerveződésének megértésére, viszont sok felesleges funkciója miatt, nagy tápellátási igénye és nagy terjedelme miatt nem célszerű alkalmazása. A következő lépcső egy kislevegyszású Note-Book. Ezáltal két fontos kritériumot is figyelembe vettünk a kis fogyasztás mellett. Az egyik a kompatibilitás, a másik a könnyű szoftver fejleszthetőség. Azonban továbbiakban még jobban a célorientáltságra törekedve mikroprocesszoros vezérlő céláramkör elkészítése a legcélszerűbb.

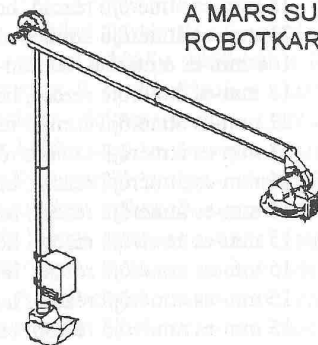


VÁZRA ERŐSÍTŐ BILINCS A HUNVEYOROKHOZ

A HUNVEYOR 1 ROBOTKARJA, MELYEN 2 DARAB MOTOR VOLT



A MARS SURVEYOR ROBOTKARJA (TERV)



1.2.2. Az almodulok

1.2.2.1. Az almodulok elektronikai és informatikai felépítése

Az almodulok "agyja" a feladattól függően μC (mikrovezérlő) és μP (mikroprocesszor) is lehet. A választást a feladat sebesség és tárigénye határozza meg. Sok számolást, főleg tömörítést igénylő feladat elvégzésére gyors μP és hozzá szükséges célelektronika jelenthet megoldást. Ilyen például a CCD kamera. A CCD kamera által készített kép célszerű tömöríteni, hogy ne foglalja le a főmodult és ne csökkentse más modulok adatátviteli lehetőségét. A μ programnak annyira intelligensnek kell lennie, hogy a rábízott részfeladatot 100%-osan el tudja látni, leszámítva a kritikus hibákat és zavarokat. Vagyis a μ programmal egy teljesen szabályozott műszert kell megvalósítani.

A Hunveyor (jelenlegi állapotának) egyik legfontosabb műszere a robotkar. A Surveyor III űrszondán található kart mintázva épült meg. Szerkezete meglepően ötletes. A néhány centiméterre összehúzott kar akár másfél méterre is kinyújtható. Az elsődleges funkciója az volt, hogy a talaj szilárdságát és szemcsésségét kaparással meg lehessen vizsgálni. A kamera úgy volt beállítva, illetve elhelyezve, hogy jó rálátása legyen a karra. E tekintetben a Hunveyoron is hasonlóképpen helyezkednek el a műszerek, tehát a kamera és a robotkar az űrszondának ugyanarra az oldalára van fölerősítve.

A gyakorlatban két fajta robotkart alkalmaznak. Az egyik a már említett csuklós szerkezetű (lásd az ábrát), a másik viszont a jelen és a közeljövő űrmissziókban alkalmazott, 2 részre tagolt, könyökben hajló, és az ábrán is látható megoldás. A Mars Surveyor Lander 98' misszió esetében ezt a második megoldást választották, ahol a két szárból összeállított kar akár 2 méterre is kinyúlhat. A kar végén egy CCD kamera valamint a talaj hőmérsékletét mérő szonda található. Középpen, a könyökben, szintén található egy hőmérsékletmérő szenzor.

A kar első változata fémépítőből készült és a *Robot Evolution* segítségével vezéreltük a két motorját. Ennek az az egyik előnye, hogy néhány óra alatt elkészíthető. Hátránya, hogy nem stabil, csupán egy demonstrációs modell szintű eszköz. Ezért a későbbiekben az eredetihez jobban hasonlító egység készül, a könnyű megmunkálhatóság érdekében rézből. (A Pécsi Egyetemen elkészült két ilyen példány, egy fölkerült a Hunveyorra.)

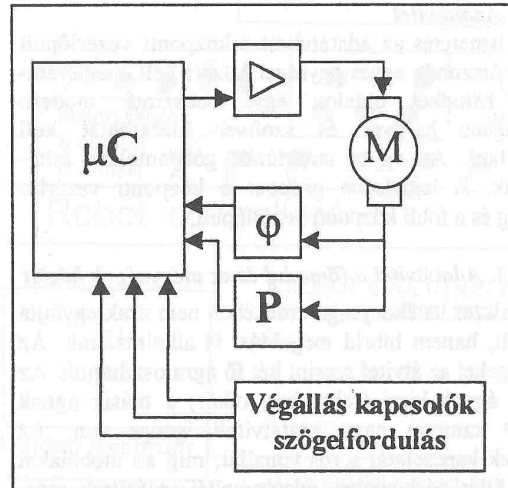
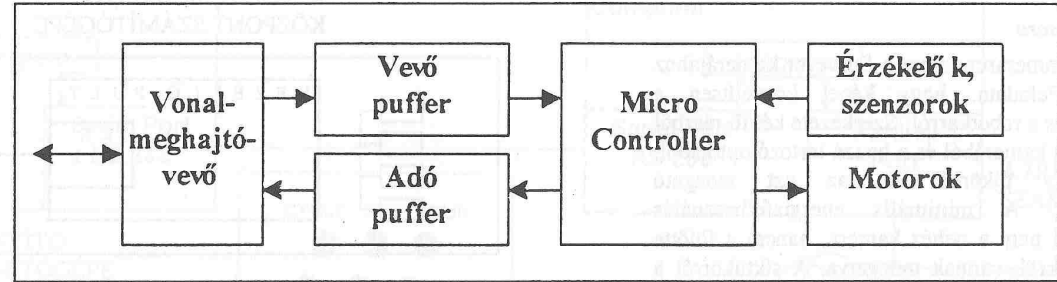
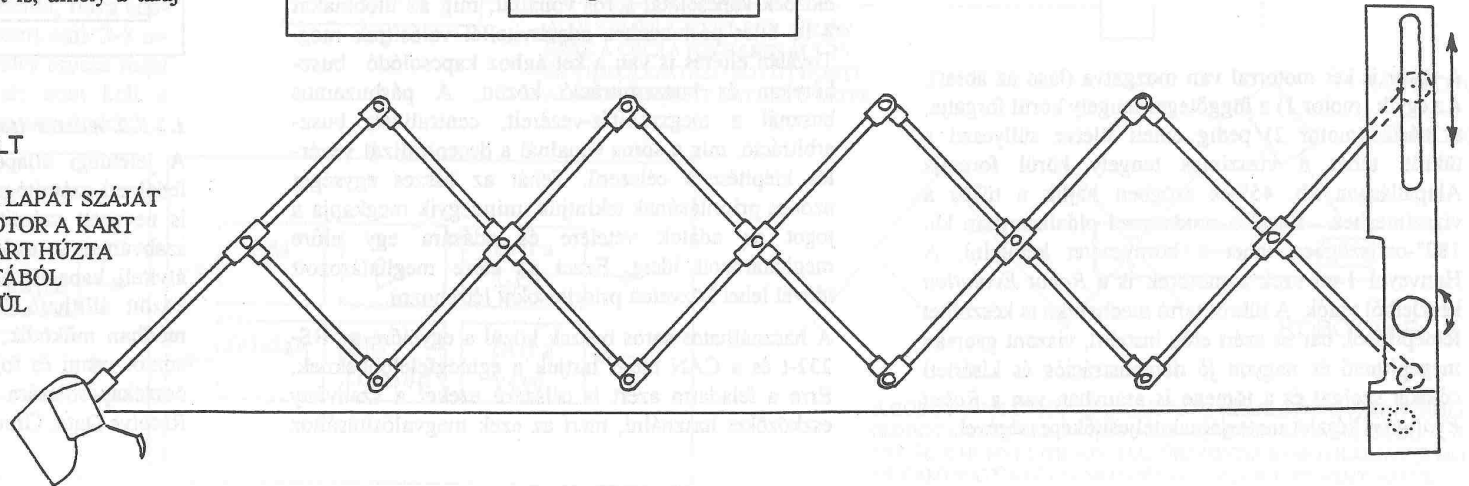
A kart két motor mozgatja. Az egyik behúzza illetve kitolja a kart, a másik fel és le mozgatja a kart a vízszintes felfüggesztési vonal körül. Így tudtuk elérni azt, hogy a kar kinyúljon, leereszkedjen egészen a talajig, majd összehúzódjon. Később szükség lesz egy harmadik és egy negyedik motorra is. Az egyik célja, hogy kibővítsük a mozgásteret, tehát hogy a felfüggesztési függőleges tengely körül forogni tudjon.

A másik, egy kis méretű motor pedig, a kaparó lapát mozgatását hivatott végezni. Mindezek szervomotorok lesznek, amiknek az az egyik előnye, hogy nagyon erősek.

A későbbiekben felkerül a Hunveyorra a már előbb említett, nem modellszintű robotkar. A jövőben ennek a 2 irányba történő mozgatását, illetve esetleg a kaparó lapát mozgását is meg kell oldani. Később azzal akarjuk még kibővíteni a kar funkcióit, hogy ráhelyezünk egy hőmérséklet érzékelőt is, amely a talaj hőmérsékletét méri.

A SURVEYOR ROBOTKARJA, MELYEN 4 DARAB MOTOR VOLT

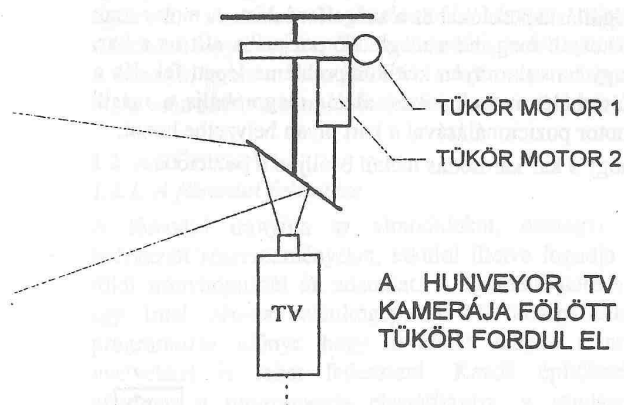
AZ ELSŐ MOTOR, A KAR VÉGÉN, A LAPÁT SZÁJÁT ZÁRTA-NYITOTTA, A MÁSODIK MOTOR A KART NYÚJTOTTA KI, A HARMADIK A KART HÚZTA VISSZA KITERJESZTETT ÁLLAPOTÁBÓL EGY HUZAL SEGÍTSÉGÉVEL, VÉGÜL A NEGYEDIK MOTOR A KART VÍZSZINTESEN, LEGYEZŐSZERŰEN MOZGATTA EGY MEGADOTT SZÖGTARTOMÁNYBAN



1.: A robotkar egyik motorjának a mozgatása. A robotkar a megadott pozícióba fordul, miközben figyeli a motor fordulatszámát, felvett teljesítményét, a végállaskapcsolókat és a szögelfordulást. A motor csak akkor áll meg, ha a megfelelő pozícióba állt be a kar, vagy ha valamilyen kritikus probléma lépett fel. Ha a túlterhelés nem kritikus, akkor megpróbálja a másik motor pozicionálásával a kart olyan helyzetbe hozni, hogy a kar károsodás nélkül beálljon a pozícióba.

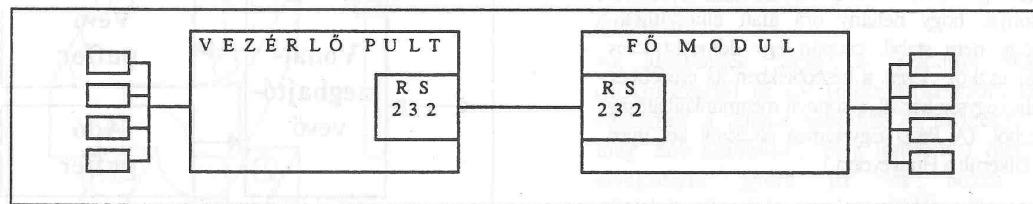
1.2.2.3. A kamera

A Hunveyor kamerarendszere a Surveyor kamerájához hasonlatos. Feladata, hogy képet közvetítsen a környezetről és a robotkarról. Szerkezete két fő részből áll: magából a kamerából és a hozzá tartozó optikából, valamint egy tükörből és az azt mozgató berendezésből. A minimális energiafelhasználás szempontjából nem a nehéz kamera, hanem a fölül elhelyezett tükrök vannak mozgatva. A síktükörről a kép a kamera optikájára kerül, a kamerából pedig egy szabványos video-jelet kapunk, amelyet ezután könnyű feldolgozni és továbbítani.



A tükör is két motorral van mozgatva (lásd az ábrát). Az egyik (motor 1) a függőleges tengely körül forgatja, a másik (motor 2) pedig emeli illetve süllyeszti a tükröt, tehát a vízszintes tengely körül forgatja. Alapállásban kb. 45°-os szögben hajlik a tükör a vízszinteshez. Ezzel a rendszerrel oldalirányban kb. 180°-os szögben lehet a környezetet kémlelni. A Hunveyor 1-en ezek a motorok is a *Robot Evolution* készletből valók. A tükröt tartó mechanika is készülhet fémépítéssel, bár ez azért elég instabil, viszont gyorsan megépíthető és nagyon jó demonstrációs és kísérleti célokat szolgál és a tömege is arányban van a *Robot Evolution* készlet motorjainak teljesítőképességével.

A "FÖLDI" IRÁNYÍTÓ KÖZPONT SZÁMÍTÓGÉPE



A HUNVEYOR SZÁMÍTÓGÉPE

1.2.3. Adatátvitel

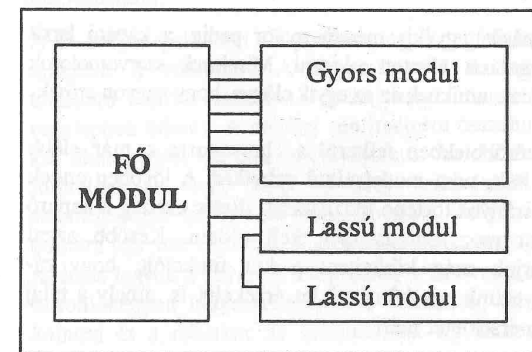
Mint ismeretes az adatátvitelt a központi vezérlőpult és az úrszonda egyes egységei között kell megteremteni. Mindkét oldalon egy többszintű modern intelligens hardver és szoftver hierarchiát kell felállítani. Az egyes struktúrák gócpontokon találkoznak. A legfelsőbb gócpont a központi vezérlőegység és a földi központi vezérlőpult.

1.2.3.1. Adatátvitel a főmodul és az alegységek között

A rendszer hatékonysága érdekében nem csak egyfajta átvitelt, hanem hibrid megoldást is alkalmazunk. Az egységeket az átvitel szerint két fő ágra oszthatjuk. Az egyik ágnak kicsi (robot kar, tükör) a másik ágnak (CCD kamera) nagy adatátviteli igénye van. Az előzőek kapcsolatát soros vonallal, míg az utóbbiakat 8-16 bites párhuzamos adatátvitellel valósítjuk meg. További eltérés is van a két ághoz kapcsolódó buszkérelem és buszarbitráció között. A párhuzamos busznál a megszakítás-vezérelt, centralizált buszarbitráció, míg a soros vonalnál a decentralizált vezérlés kiépítése a célszerű. Tehát az összes egységet azonos prioritásúnak tekintjük, mindegyik megkapja a jogot az adatok vételére és adására egy előre meghatározott ideig. Ezzel az előre meghatározott idővel lehet közvetett prioritásokat létrehozni.

A használható soros buszok közül a egyelőre az RS-232-t és a CAN buszt tartjuk a legmegfelelőbbeknek. Erre a feladatra azért is célszerű ezeket a szabvány eszközöket használni, mert az ezek megvalósításához

szükséges céláramkörök kereskedelmi forgalomban is kaphatóak, és a róluk szóló irodalom beszerzése sem okoz gondot. Ez egy nagyon fontos kritériuma a kompatibilitásnak.



1.2.3.2. Adatátvitel a vezérlőpult és a főmodul között

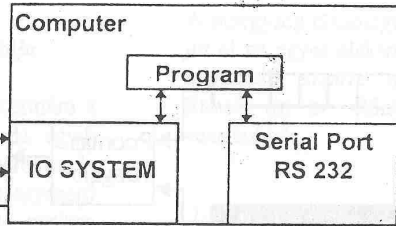
A jelenlegi állapotban a két főmodul, a Hunveyor fedélzeti számítógép és az a földi irányítóközpontnak is nevezett számítógép között az adatátvitel RS-232 szabványos soros kommunikációval történik. Ennek az átviteli kapacitása 300-115200 bit/s sebességhatárok között állítható. Teljes duplex, null modem üzemmódban működik, tehát mindkét fél egyszerre képes adatot venni és fogadni, és 3 kábel elég a két modul összekapcsolására (Tx, Rx, GND / Transmit Data, Receive Data, Ground). Az RS-232 soros vonal nem

"FÖLDI" IRÁNYÍTÓ KÖZPONT

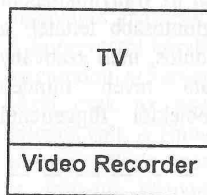
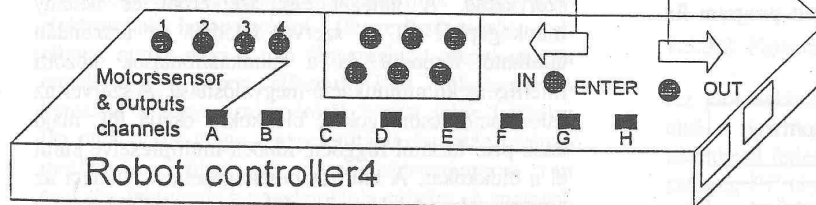
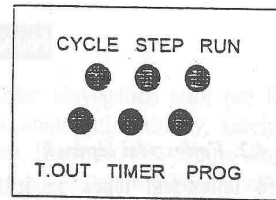
Klaviatúra
 F5 - Válaszd a kamera tükörök motorjait
 F6 - Válaszd a manipulátor kar motorjait

Joystick (FEL-LE)
 FEL/LE - tükör/kar
 BAL/JOBB - tükör
 NYOM/HÚZ - kar

Monitor
 -status window
 -serial input window (char+ASCII)
 -serial output window (char+ASCII)
 -average serial line speed (bps, byte per sec)

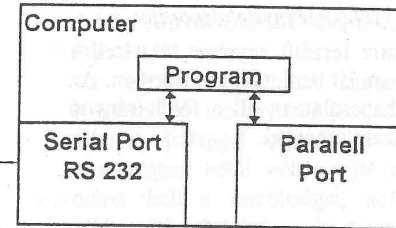


A "FÖLDI" IRÁNYÍTÓ KÖZPONT SZÁMÍTÓGÉPE



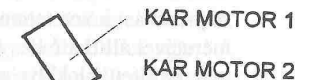
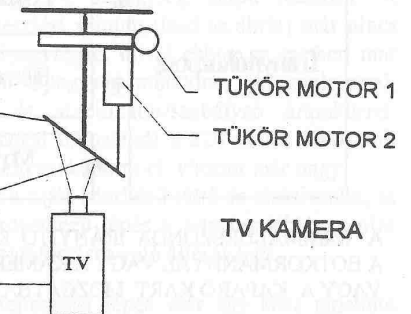
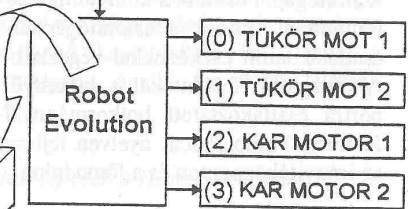
A ROBOT EVOLUTION ISKOLAROBOT KÉSZLET KONTROLLERE

A TV KAMERA JELÉT EGY KÜLÖN ERRE A CÉLRA FÖLHASZNÁLT TV ÉS VIDEOLEJÁTSZÓ EGYÜTTESSEL ALAKÍTOTTUK ÁT LÁTHATÓ KÉPPÉ

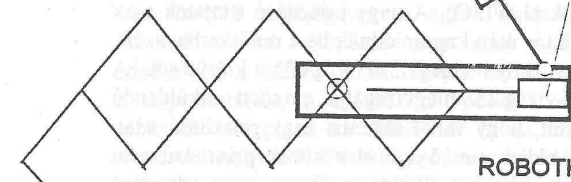


HUNVEYOR

A HUNVEYOR SZÁMÍTÓGÉPE

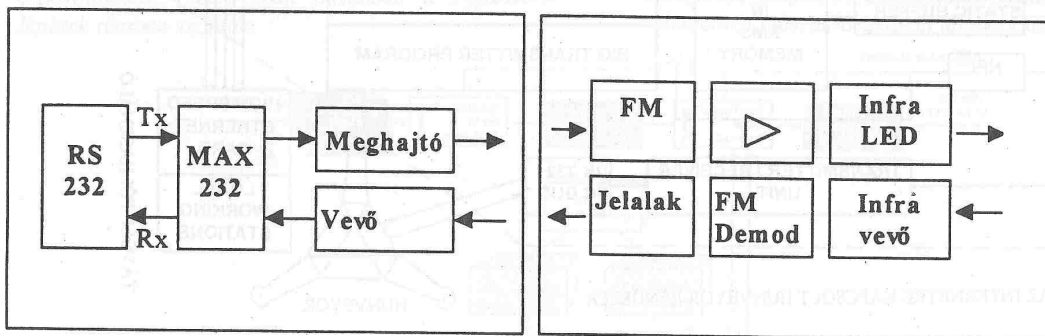


ROBOTKAR



A ROBOT EVOLUTION ISKOLAROBOT KÉSZLETNEK A KONTROLLERE (ROBOT CONTROLLER 4) ÉS 4 KIS MOTORJA ALKALMAS ARRA, HOGY VELÜK A HUNVEYOR MINIMÁLÚRSZONDA ROBOTKARJÁT (2 MOTOR) ÉS KAMERATÜKRÉT (2 MOTOR) VEZÉRELJÜK ÉS MOZGASSUK.

TTL feszültség szintet használ hanem $\pm 12V$ -ot, ahol a $+12V$ a logikai egy, és a $-12V$ a logikai nulla. Ez megnehezíti más áramkörök csatlakoztatását a két modul közé. Ahhoz, hogy Infra vagy rádió adó-vevőt csatlakoztassunk a két pont közé, vonalmeghajtó-vevő áramkört kell használni. Jelenleg MAX232 IC-vel oldjuk meg a problémát. Első lépésként, hogy elszakadjunk a kábeles információátviteltől, infra adó-vevőt illesztünk. Ezzel a két részrendszert csak 3-5 m-re távolíthatjuk el egymástól. A fejlesztés csúcsa majd a rádió adó-vevő lesz, amellyel már nem kell a láthatóság határain belül maradnunk az eszközökkel.

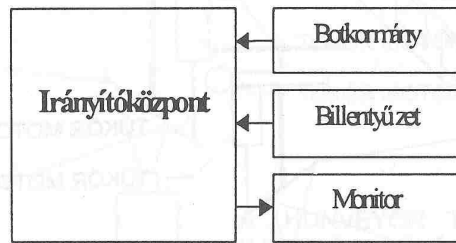


1.2.4. A Hunveyor-1 "földi" irányítóközpontja

A fő modul az égitestre leszállt egységet képviseli a kísérleti gyakorló űrszondát bemutató rendszerben. Az a fő modul kábeles kapcsolatban áll a földi irányító központot képviselő számítógéppel.

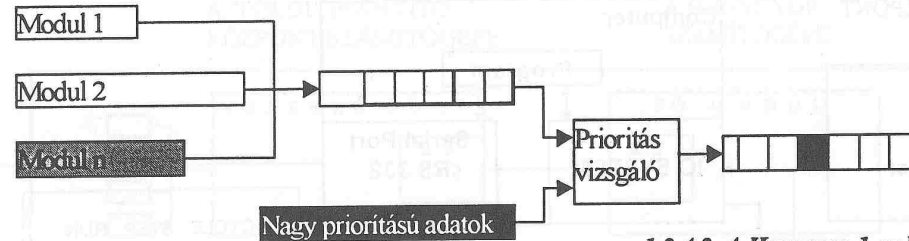
1.2.4.1. A számítógép

Az irányítóközpont jelenleg egyetlen PC kompatibilis számítógép. Feladata a kommunikáció megvalósítása a főmodullal. Ennek a számítógépnek a perifériáihoz csatlakoztatott eszközökkel végezzük el az irányítást. A mozgatósi feladatokat a billentyűzettel és a midi portra csatlakoztatott botkormánnyal hajtjuk végre. Jelenleg Turbo Pascal nyelven fejlesztett program fut az irányítóközponton és a főmodulon.



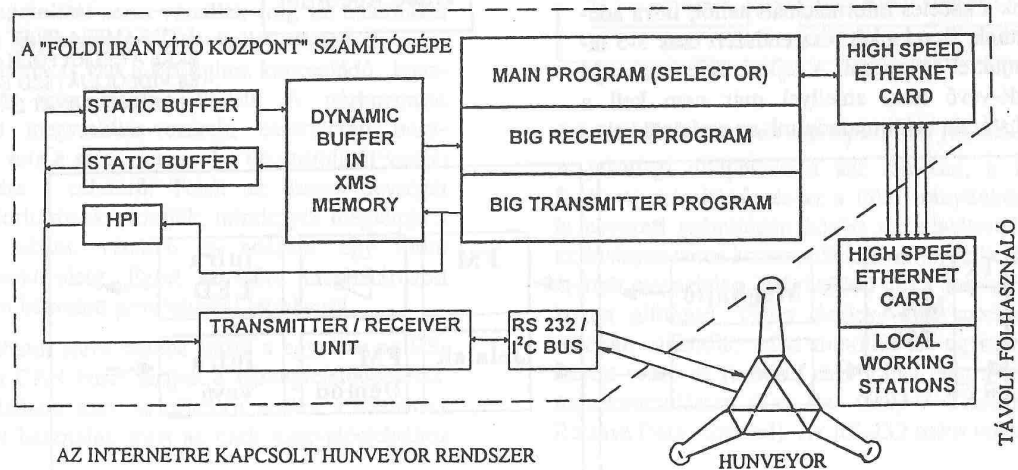
A MINIMÁLŰRSZONDA IRÁNYÍTÓ KÖZPONTJA A BOTKORMÁNNYAL VAGY A KAMERA TÜKRÉT, VAGY A KAPARÓ KART MOZGATHATJUK.

A prioritás, közvetlenül, a modulok egyes blokkjainak méretével állítható be. A modulok elküldendő adatait a már említett blokkba szervezéssel egy átmeneti tárbba helyezük el (FIFO). A nagy prioritású adatokat csak ez után a tár után kapcsolódnak be a rendszerbe, azért, hogy ne kelljen megvárni a puffer kiürülését. A prioritás-vizsgáló megvizsgálja minden elküldendő blokk előtt, hogy van-e aktuális nagy prioritású adat. Ha van, akkor nem kezdi el a kisebb prioritású adat elküldését. Ehelyett elküldi az összes nagy prioritású adatot. Ilyen nagy prioritású adat lehet, pl.: vészleállítás, botkormány pozíciói, stb.



1.2.4.2. Fejlesztési lépések

A fő fejlesztési lépés az irányítóközpont hálózatba szervezése. A hálózat egy szerverből és néhány munkagépből áll. A szerver feladata az űrszondán található főmodul és a munkaállomások közötti intelligens kommunikáció megvalósítása. A szerver az információt csomagokra, blokkokra osztja föl, majd azok prioritásától függően, időben multiplexelve küldi el a blokkokat. A hálózat munkagépeinek feladata az egyes almodulok figyelése, kontrollálása és eredményeik kiértékelése. Ezáltal az irányítóközpont oldalán is teljesül az egyik legfontosabb feltétel: a moduláris felépítés. Ez azért is fontos, mert szabvány hálózati protokollok használata révén minden műszerfejlesztő csoport a többiektől függetlenül fejlesztheti saját programjait.



1.2.4.3. A Hunveyor-1 az Interneten

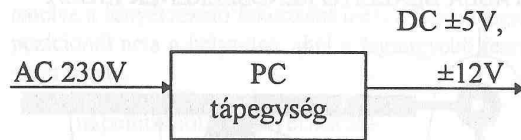
Az Internet esetünkben segédeszköz lehet egy oktatási segédeszközhöz. Fontosnak tartjuk, hogy kihasználjuk a már létező lehetőségeket. Az Internet, bár az elsődlegesen oktatási célokra telepített hálózatoknál sokkal labilisabb, mégis elterjedt, és a legtöbb oktatási intézményben el is érhető. Űrkatató Csoportunk és Diákkörünk célul tűzte ki azt, hogy kísérleti gyakorló űrszondánk építésének eredményeit közlésezi. Ez azt jelenti, hogy munkánkról nemcsak leírásokat, képeket ismertetünk, hanem a közeljövőben megvalósítjuk azt is, hogy bárki saját számítógépéről interneten keresztül vezérelhesse az űrszondát. A különböző talajokban lehetne kaparni, mintát venni a kar segítségével, és ezt végigkövethetné a bejelentkező az általa vezérelt kameratükör vagy a kisautón (roveren) lévő kamera segítségével. A későbbiekben akár műszeres kísérletet is végezhetne az internetes működtető személy, legyen akár a föld bármely pontján is az érdeklődő.

1.3. A TÁPELLÁTÓ RENDSZER

1.3.1. A tápellátó rendszer feladata és funkciója

A tápellátó rendszer biztosítja a Hunveyor számára a szükséges villamos energiát. Ez az űrszonda egyik legfontosabb része, mivel az összes berendezés működése ettől (is) függ. Megtervezése nem egyszerű feladat, mivel a misszió során az űrszonda naphoz viszonyított térbeli elhelyezkedését és valamennyi elektromos műszer időbeli működését figyelembe kell venni. Ezért a rendszer tervezését és megépítését tekintve 3 fejlesztési lépés adódik (lásd: fejlesztési lépések).

1.3.2. A tápegység elektronikája



Jelenleg a Hunveyor villamos energia ellátását egy PC tápegység biztosítja. Stabil feszültsége és viszonylag nagy teljesítménye kiválóan megfelel az elektronikai berendezéseknek: a fedélzeti számítógépnek, a *Robot Evolution* mikrovezérlőnek, valamint a kart és tükröt mozgató motoroknak.

A PC tápegység, méretét tekintve óriási, viszont igen könnyen és gyorsan beépíthető az egész rendszerbe. Kimeneteit tekintve $\pm 5V$ és $\pm 12V$ stabil feszültséget szolgáltat.

Mivel kezdetben nem kapcsolódik ilyen tápegység az elektronikához, ezért erről bővebben a *Fejlesztési lépések* részben szólnunk.

A tápegység elsődleges kimenete 27V, ez a feszültség jut el az egyes elektromos berendezésekig, ahol azt a megfelelő szintre stabilizálják, ill. szabályozzák. Ennek az az előnye, hogy kisebbek lesznek a veszteségek.

1.3.3. A napelemtábla

Az elektronika méretezése lényegében attól (is) függ, hogy mekkora az a maximális teljesítmény, amelyet a napelemtábla le tud adni. Ezért nagyon fontos, hogy a napelemek mindig optimális szögben álljanak, mindig a nap felé fordulva a napot kell követniük. Ezért olyan elektronikai berendezéssel (fényerősségmérő) kell ellátni, amely méri a nap fényerejét. A napelemtábla ennek függvényében elfordul. Egy mikrovezérlőn keresztül a fényerősségmérőtől kapott jelek hatására lép működésbe maga a napelemtábla forgatását végző mechanika. Ehhez két darab szervomotorra van szükség, tekintettel a napelemtábla súlyára. A motorok két irányba képesek fordítani az egységet: egyrészt a függőleges, másrészt pedig a vízszintes tengely körül. A Surveyorról készült ábrákon látható, hogy két tábla magasodott a Surveyor űrszonda fölé. Azonban ezek közül csak az egyik napelemtábla, a másik egy antenna volt. A Hunveyoron jelenleg erre az antennára nincsen szükség, mert a kommunikáció az űrszonda és az irányító központ között csak kis távolságon, kábeleken át valósul meg. A napelemtábla teljesítménye csupán 12W (12 V-on), ezért ez nyilván nem tudja ellátni az egész mostani rendszert villamos energiával, csupán az akkumulátor töltésére elegendő valamennyi műszer kikapcsolt állapota mellett.

1.3.3.1. A fedélzeti számítógép és a tápellátó rendszer kapcsolata

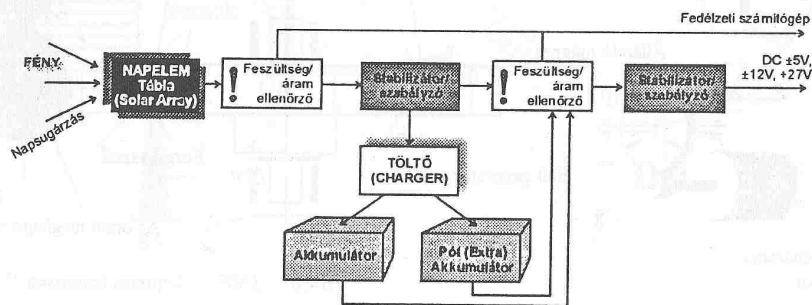
Az egyes elektronikai berendezések tápellátását megfelelően szabályozni, ki- illetve bekapcsolni és állandó jelleggel ellenőrizni kell. Ezen kívül a tápegységen belül néhány jól meghatározott helyen mérni kell a feszültséget, az áramerősséget és a hőmérsékletet, hiba esetén azonnal be kell avatkozni, és ki kell küszöbölni a hibát. Mivel a villamos energia az űrszonda számára létfontosságú, ezért ennek az alrendszernek állandó kapcsolatban kell lennie a fedélzeti számítógéppel, amely az előbb felsorolt feladatokat végzi.

1.3.3.2. Fejlesztési lépések a Hunveyor-1-en.

Az előbbieken említett 3 fejlesztési lépés közül az első a jelenlegi PC tápegység alapú rendszer. A következő fejlesztési szinten (lásd az ábrát) már nincs szükség PC tápegységre, mivel ebben az esetben már saját tervezésű tápegység működne, akkumulátorral, akku-töltővel és stabilizátor/szabályzó áramkörrel. Ennél a fejlesztési fokozatnál a 220 voltos hálózattól még mindig nem szakadunk el, viszont már nagy előrelépés lesz a saját készítésű töltő és elektronika, és innen már a következő lépés a napelemtáblára, mint akku-töltő energiaforrásra való áttérés lesz.

A harmadik fejlesztési lépés már egy kész tápellátó rendszer építése lesz (alsó ábra). A napelem felhasználásával önálló, független villamos energia-forráshoz jut a Hunveyor kísérleti gyakorló űrszonda. A tápegységben két darab feszültség/áram ellenőrző elem van, melyek segítségével az egész rendszer ellenőrizhető. A két ellenőrző elem által szolgáltatott adathalmaz a fedélzeti számítógépbe kerül. Az elsővel a napelemtáblát, a másodikkal pedig a stabilizátor/szabályzót plusz az akkutöltőt és az akkumulátorokat ellenőrizzük. Póttakkumulátorra két okból lehet szükség:

1. Az elsődleges akku elromlik.
2. A napelemtábla ideiglenesen nem képes elegendő energiát szolgáltatni, és az elsődleges akku lemerül.



1.3.4. A Hunveyor-2 napelemtáblája

A pécsi Hunveyor-2 energiaellátó rendszerének központi részét képezi a vázszerkezet tetején elhelyezett napelemtábla. Az általa szolgáltatott energiával töltődnek az akkumulátorok egy töltőáramkör segítségével.

A Hunveyor-2 energiaellátó rendszeréhez sorozatban gyártott, 10-20 % hatásfokú napelemtáblát használtunk föl. A naptelep 12 V-os nikkell-kadmium akkumulátort tölt max. 1,7 amperes töltőárammal, és a tároló kapacitás célszerű értéke 16 amperóra. Mind a holdi, mind a marsi viszonyok között a helyi koordinátarendszer hasonlóan választható a földi horizontális koordináta rendszerhez. Ebben a horizonton mért hosszúsági koordináta az azimut, a horizont feletti szélességi körökön a horizonttól a zenitig mért szélességi koordináta a magasság).

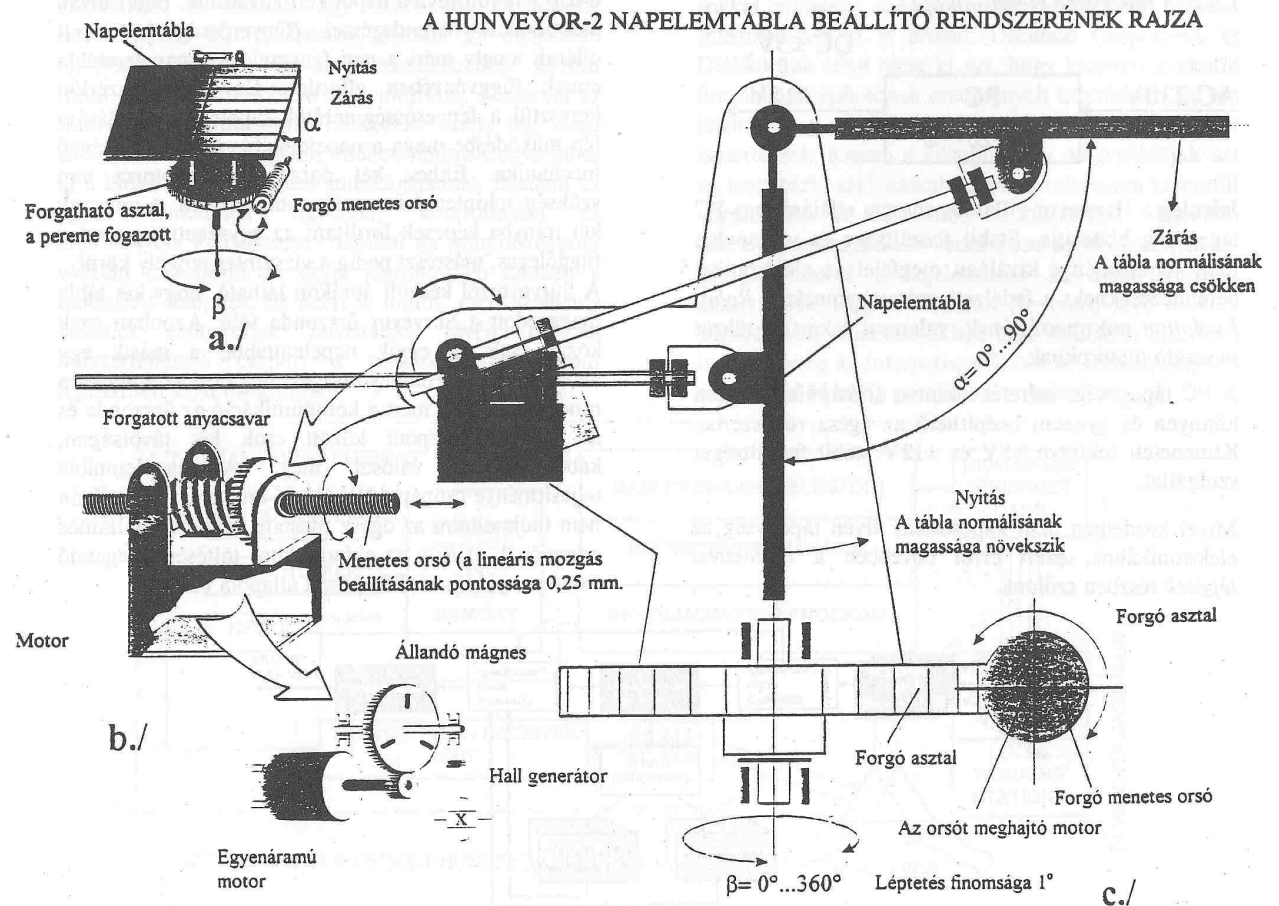
A napelemtábla helyzetét két szabadsági fokú mozgatórendszer állítja be. Az egyik motor a vízszintes lapú forgó asztalt (az ábrán forgóorsóval jelzett forgó szármolyt) mozgatja. Ez egy, a kerületén fogazással ellátott korong, ami függőleges tengely körül forog és a horizontális koordinátát állítja be. A magassági koordinátát a naptelepet vízszintes tengely körül forgató másik motor állítja be.

A mozgató egyenáramú motorok pozicionálását a fogaskerékbe sajtolt permanens mágnesek és a Hall generátoros érzékelő teszi lehetővé. Mindkét motor menetes csavart forgat. A forgó menetes csavar a hozzá illeszkedő másik csavart (anyacsavart az orsót, orsót az anyacsavart) a tengelye irányában lineárisan mozgatja. Ilyen irányú mozgásának pontossága 0,25 mm. A horizontális koordináta beállításánál a forgatott menetes csavar orsót (a. ábra) és a fogazott szélű asztalkát forgatja. A magassági koordináta beállításánál a forgatott menetes csavart anyacsavart (b. ábra). Ez a forgatott anyacsavart a benne tengelyirányban elmozdulni képes orsóval tolja (emeli) vagy vonja (süllyeszti) a napelemtáblát (c. ábra).

1.3.4.1. Hunveyor-2: napelemtábla-beállító rendszer

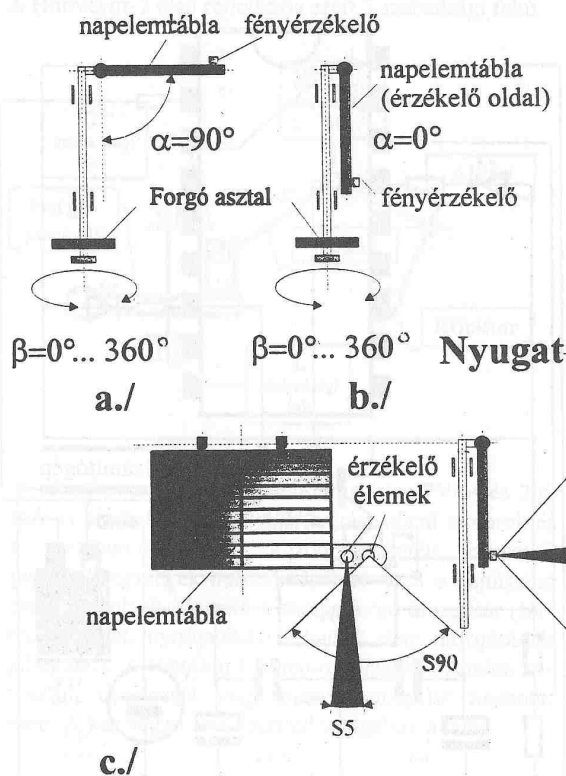
A gyakorló űrszondát energiával ellátó napelemtáblával célszerű a lehető legnagyobb hatékonyságra törekedni az akkumulátorok nappali töltésénél. Ez a legnagyobb hatékonyság akkor érhető el, ha a napsugarak merőlegesen esnek a napelemtáblára. Az égitestek forgása miatt a Nap horizont feletti helyzete is folyamatosan változik. Kidolgoztunk ezért egy olyan programot a fedélzeti számítógép számára, amely a napelemtáblát folyamatosan a Napra közel merőleges helyzetben tartja.

A Hunveyor-2 napelemtáblája egy forgó asztalon helyezkedik el. Vízszintes helyzetben (ez az alap helyzete) várja a napfelkeltét. A napelemtábla Napot követő rendszeréhez tartozik még két darab fényérzékelő elem, melyek a napelemtábla mellé vannak rögzítve. Az egyik egy 90°-os látószögű, a másik 5°-os látószögű. Napkeltekor a 90°-os fényérzékelő jelet küld a fedélzeti számítógépnek, s ezzel kezdődik meg a napelemtábla Napra való beállítása (pozicionálása). A napelemtábla pozicionálása két lépésben történik.

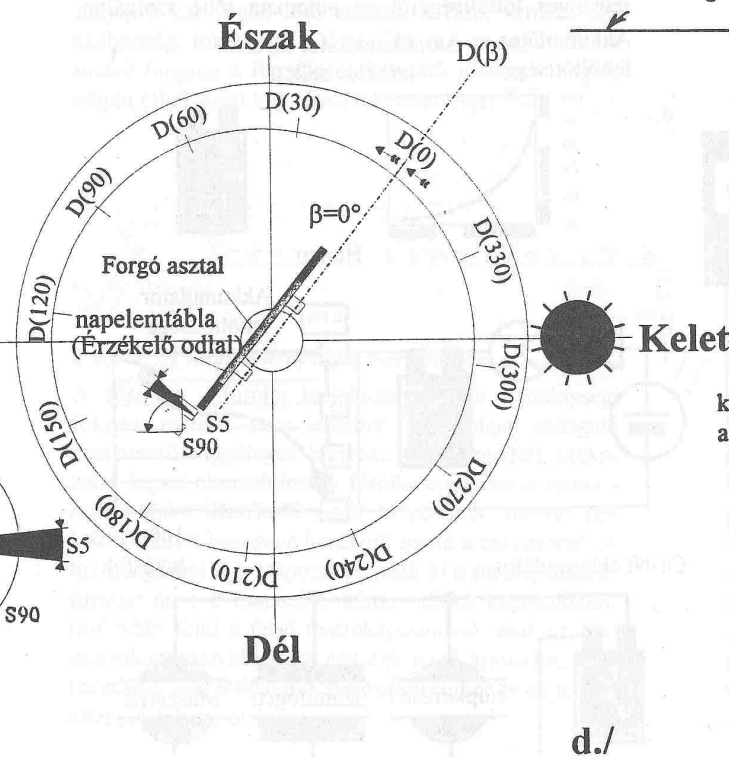


Az első lépésben a Nap horizontális koordinátáját határozza meg a számítógép, oly módon, hogy a vízszintes helyzetű napelemtáblát végigforgatja a horizonton, és minden lépésben méri az 5°-os fényérzékelő által leadott feszültséget. A feszültségérték abban a pontban lesz a legnagyobb, ahol a napelemtábla hosszanti élének horizontális koordinátája éppen merőleges (90°-os szöget zár be) a Nap horizontális koordinátájára. A rendszer ebben a pozícióban rögzíti a forgóasztal helyzetét.

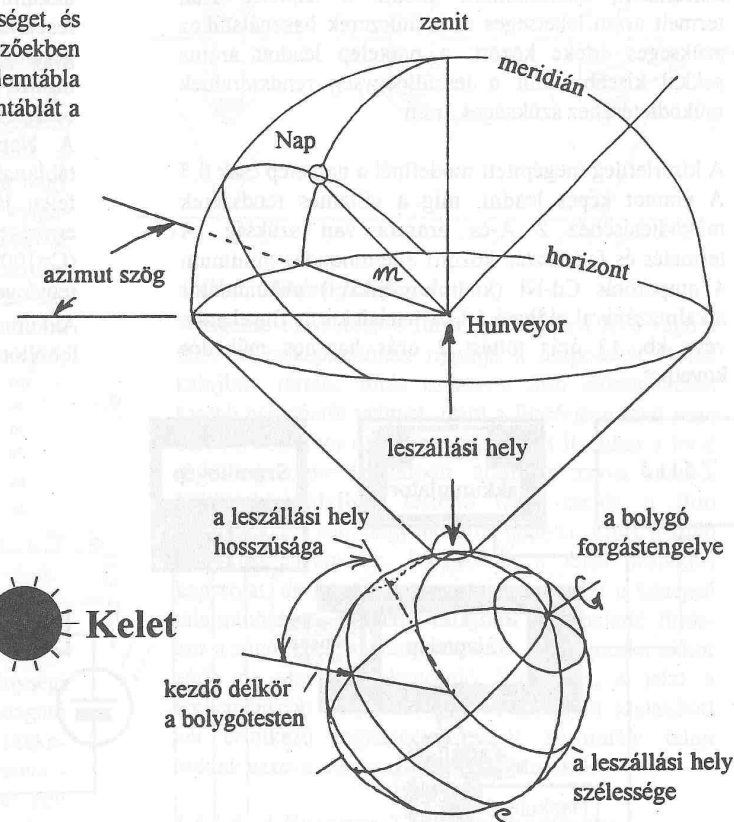
A második lépésben a rendszer a napelemtábla magassági koordinátáját állítja be. Most a napelemtáblát egy vízszintes tengely körül fokozatosan emelve a fényérzékelő fokként méri a feszültséget és pozicionál arra a helyzetre, ahol a legnagyobb feszültséget mérte.



A napelemtábla mindaddig mozdulatlan marad, amíg az általa termelt villamos áram feszültsége a maximális feszültség 90%-a alá nem csökken. Ha ez megtörténik, akkor a fedélzeti számítógép újra megkeresi a Napra merőleges helyzetet. Először ismét a horizontális koordinátát állítja be: a függőleges tengely körül forgatja el a napelemtábla tárgyasztalát, és az 5°-os látószögű fényérzékelő elem fokként méri a feszültséget. Ismét keresi a legnagyobb feszültséget, és rögzíti az ahhoz tartozó pozíciót. Utána az előzőekben már ismertetett módszerrel megkeresi a napelemtábla magassági koordinátáját is és rögzíti a napelemtáblát a Napra merőleges helyzetben.



Megterveztük és már a kivitelezés szakaszában tart a napkövetésnek egy olyan rendszere, amely nem használ föl processzoridőt. Ezzel az új eljárással megvalósítható majd az, hogy az akkumulátorok mindig feltöltött állapotban legyenek. Ez csökkenti annak a valószínűségét, hogy a szonda funkcionális egységei energia nélkül maradnak.

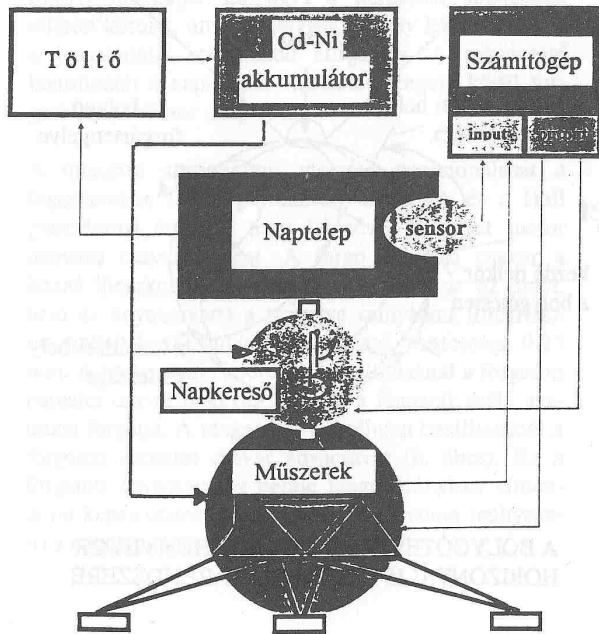


A BOLYGÓTESTRE LESZÁLLT HUNVEYOR HORIZONTÁLIS KOORDINÁTARENDSZERE

1.3.4.2. A Hunveyor-2 energiaellátó rendszere: a napelemtábla és az akkumulátor összekapcsolása

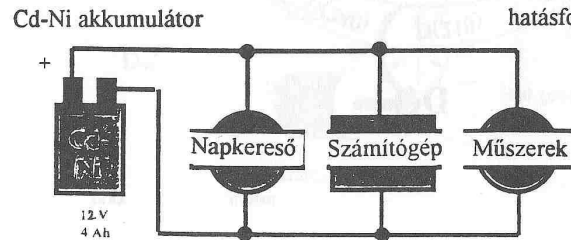
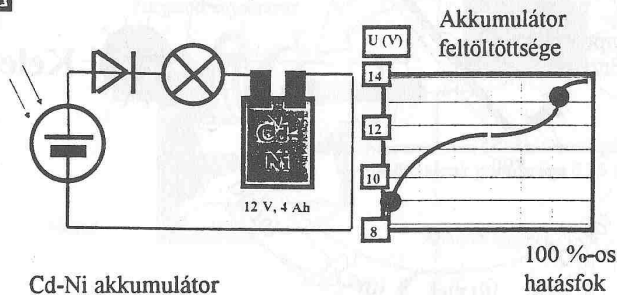
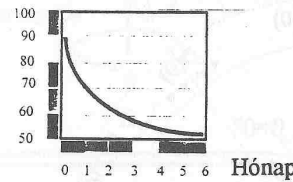
Az energia elsődleges forrása a Nap. A bolygó felszínére érkező sugárzást a napelem alakítja át villamos energiává a Hunveyor számára. A napelem terhelhetőségét - adott feszültségen - a felülete határozza meg. Ez a felület gyakorlati okok miatt korlátozott, ellentmondás adódik a napelem által termelt áram lehetséges és a műszerek használatához szükséges értéke között: a napelem leadott árama sokkal kisebb, mint a leszállóegység rendszereinek működtetéséhez szükséges áram.

A kísérletileg megépített modellnél a napelem csak 0,5 A áramot képes leadni, míg a villamos rendszerek működtetéséhez 2 A-es áramra van szükség. A termelés és fogyasztás közötti ellentmondás minimum 4 amperórás Cd-Ni (kadmium-nikkel) akkumulátor alkalmazásával oldható fel. A hatásfokot is figyelembe véve kb. 12 órás töltést 2 órás hasznos működés követhet.



A Hunveyor-2 energiaellátó rendszerét bemutató első ábránkon a rendszer funkcionális vázlatát mutatjuk be. Ezen láthatjuk, hogy a napelem egy automata töltőn keresztül juttatja el a villamos energiát a Ca-Ni akkumulátorhoz. A 9 cellás akkumulátor 9 V-os indulási feszültsége kb. 12 óra alatt emelkedik 13,68 V-ra, ennél magasabb feszültség túltöltést és az akkumulátor károsodást idézne elő. Az akkumulátor feszültségét az automata töltő figyeli, s a töltésen kívül gondoskodik a fedélzeti elektronika be- és kikapcsolásáról is. A fedélzeti számítógép már 9 V felett bekapcsol, irányítja a két szabadsági fokú Napkeresőt. A Napkereső folyamatosan biztosítja a napelemtáblának a sugárzásra merőleges helyzetéte a horizont felett járó Nap követésével. A Hunveyor-2 leszálló egységének műszerei az akkumulátor feltöltése (C=100%) után kapcsolódnak be. Az akkumulátor tényleges töltöttségéről az automata töltő szolgáltat

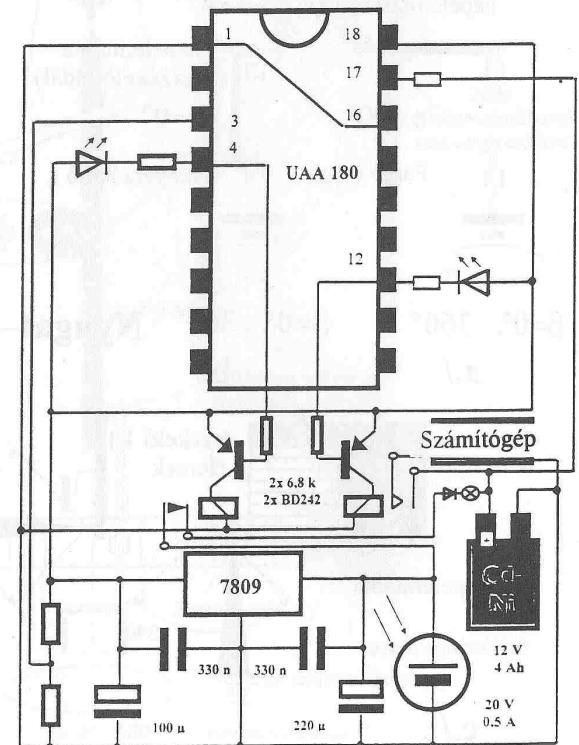
Akkumulátor feltöltöttsége Az akkumulátor kisülése terhelés nélkül



információt az irányító számítógépnek. Célszerű az aktív mérési időszakot még a napelem „termelő” (feltöltő) periódusa alatt bekapcsolni, mert ekkor az akkumulátort a "cseppöltéses üzemmód" is támogatja.

A következő ábra felső része a magára hagyott akkumulátor önkisülési folyamatát ábrázolja. Ezért a hosszabb bolygóközi úrutazás alatt is gondoskodni kell a töltéséről. A középső ábra a kapcsolófeszültség és a töltési hatásfok összefüggését mutatja. Az akkumulátor töltéséhez nem csökkenhet a feszültség 9 V alá, de nem emelkedhet 13,68 V fölé sem. Az alsó ábra az akkumulátor által táplált fogyasztókat szemlélteti. Utolsó ábránk a töltő egység áramköri kapcsolását mutatja be.

A TÖLTŐ KAPCSOLÁSI RAJZA



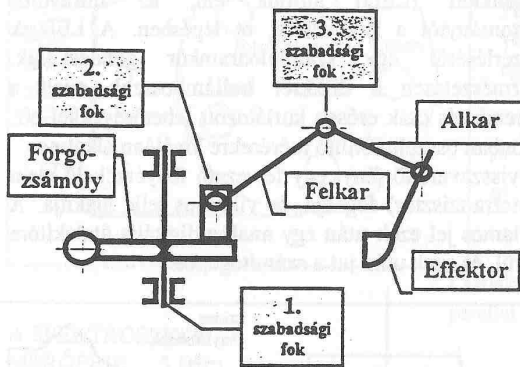
1.4. KISÉRLETEK, MÉRÉSEK

1.4.1. AHunveyor-2 robotkar rendszere

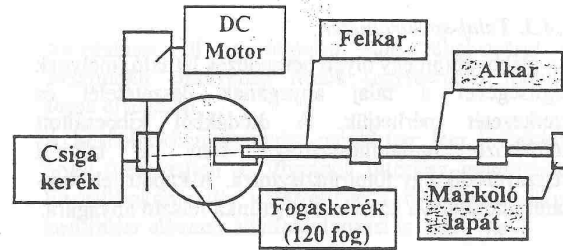
A Hunveyor-2-re, kétféle feladatra, két különböző robotkart alakítottunk ki. Az egyik feladat a Hunveyor-1-nél már bemutatott talajt vizsgáló munka markolással kiegészítve, a másik új: a keménység mérése.

1.4.1.1. A talajmintavevő robotkar felépítése

Az űrszondához, (egy állványhoz) erősített robotkar egy összetett szerkezet. A kar merev karrészek (1) és elmozdulásra képes ízületek (2) segítségével, a mozgató egységek (hajtások, motorok) (3) révén, a kar végén elhelyezett műszerrel (effektor) (4) mechanikai műveleteket végez az űrszonda körüli sivatag talaján és kőzetein. Ha egy tartományban minden pontot el akarunk érni e robotkarral, akkor a kart három egymástól független mozgásirányban kell tudni mozgatni. A Hunveyor-2 első robotkarja ezért 3 szabadsági fokú.

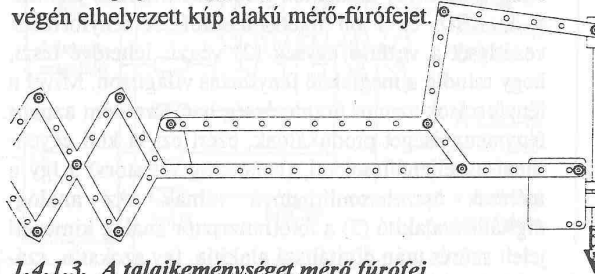


A robotkar minden szegmensét egy 7V-os és 200 mA-es kismotor mozgatja. E hajtást végző motorok és a meghajtott elemek között különféle közvetítő gépészeti egységek helyezkednek el: ezek a hajtáslánc elemei, melyek illesztik a motor forgó mozgását (fordulatszámát, nyomatékát) a hajtott elem mozgásának jellegéhez. A robotkar kismotorjai, lassító áttételen keresztül, csigaorsót vagy menetes tengelyt hajtanak meg. A kar végén lévő lapáttal vizsgáljuk a talajt.



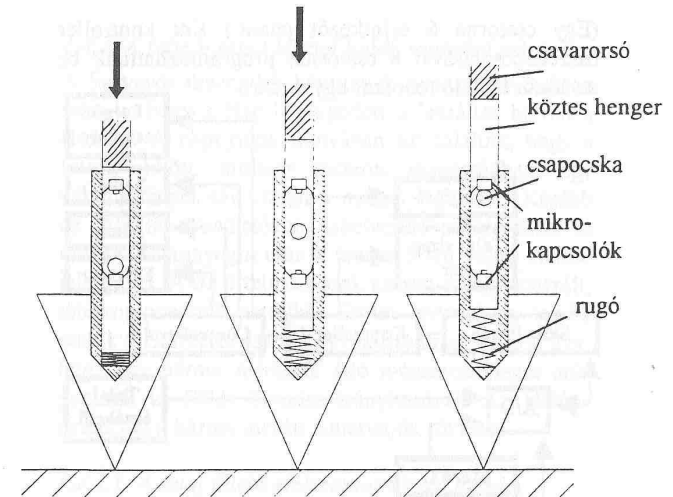
1.4.1.2. A talaj keménységét mérő kar és műszer

A talaj keménységének mérésére egy erősebb kart használunk. Ez a Surveyorokon használt ollós (teleszkópos) mozgású kar, melynek a végére egy kiegészítő vázszerkezetet helyeztünk el, s erre illesztettük a speciális fúró műszert. A vörösréz csőből készült nagy tömegű kart egy 12 V-os és 700 mA-es motor csigaorsón keresztül mozgatja (nyújtja vagy visszahúzza). E kar tehát egyetlen szabadsági fokú. A vízszintes helyzetű kar végén lévő műszer, a fúró, szintén egy szabadsági fokú. Egy 7 V-os, 200 mA-es egyenáramú motor forgatja a függőleges helyzetű menetes tengely végén elhelyezett kúp alakú mérő-fúrófejet.



1.4.1.3. A talajkeménységet mérő fúrófej

A fúró és a fúrófej kialakítása három keménységi fokozat mérését teszi lehetővé. A fúrófejet mozgató csavarorsó függőleges irányban egy megadott szakaszon képes elmozdulni. A fúrófej belsejébe a csavarorsó végére illeszkedő rugót helyeztünk, melyet egy közbeiktatott hengeren keresztül nyom a csavarorsó. A kis hengerből egy csapocská nyúlik ki a fúrófej oldalsó furatán át, s e csapocská három állású kapcsolóként működik: felül a felső mikrokapcsolóval, alul az alsó mikrokapcsolóval zárhat egy egy jelző áramkört, míg harmadik helyzetben nincs zárt áramkör és ez jelzi a középső fokozatot.



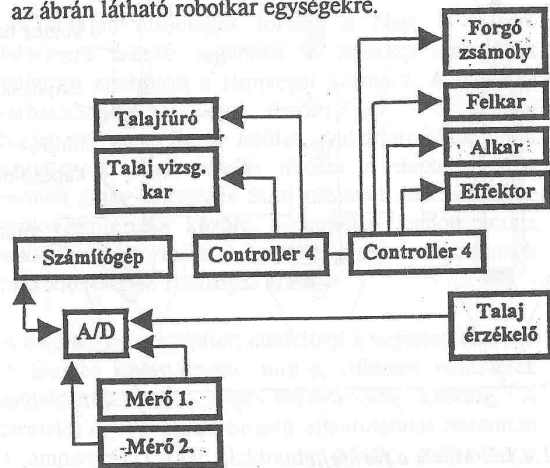
1.4.1.3. Mérés a fúrófejjel

Nyugalmi helyzetben a fúrófej belsejében lévő rugó a felső mikrokapcsolónak nyomja a csapocskát. **Laza talajban** történő fúrás esetén a fúró előrehaladása kisebb nyomóerőt igényel, mint a fúrófejben lévő rugó összenyomásához szükséges erő. Ezért ilyenkor a felső mikrokapcsolón át záródó áramkör zárva marad. **Kötöttebb talajban** történő fúrás esetén a fúró előrehaladása már nagyobb erőt igényel, ezért a rugó kissé összenyomódik. Megszűnik a felső áramköri kapcsolat, de nem zárul az alsó, s ez jelzi a középső talajminőséget. **Kemény talajban** előrehaladó fúrás-kor a rugó teljesen összenyomódik, a csapocská ekkor zárja az alsó mikrokapcsoló áramkörét, s jelzi a legkeményebb talajminőséget. A fúrófejen kialakított két érintkező segítségével tehát háromféle talajt tudunk ezzel a méréssel megkülönböztetni.

1.4.1.4. A Hunveyor-2 robotkarok vezérlése

A Hunveyor-2 két robotkarját a Robot Evolution készlet két controller 4 vezérlő egységével irányítjuk. A controller 4 kis célszámítógép, amely mikrokontrollert, memóriát, ki-be-menő áramköröket és teljesítményfokozatokat tartalmaz. Egyetlen controller 4-ben 4 db egyenértékű programozható csatorna van.

(Egy csatorna 6 érintkezőt jelent.) Két controller összekapcsolásával 8 csatornát programozhattunk be az ábrán látható robotkar egységekre.



1.4.1.5. A robotkar és a kamera, mint együttműködő talajvizsgáló műszeregyüttes

A karral végzett műveletekkel és a kamera által adott képek segítségével megfigyelhetjük a talaj alapvető mechanikai tulajdonságait. Láthatjuk a talaj szemcsés-ségét és színét, sziklás környezetben a kőzeteken lerakódott port és az alattuk lévő talaj színét is, s ezekből a szél szállította porra, a kőzetek és a talaj összetételére is következtethetünk. A kart mozgatva megfigyelhetjük, milyen vastagon borítja por a szilárdabb talajt. A por vastagságát az űrszonda lábára szerelt skáláról, vagy a lábak talajba süppedéséből is leolvashatjuk. A kar végére hőmérsékletmérő szondát szereltünk.

1.4.2. A talaj és a légkör hőmérsékletének mérése

A légköri hőmérséklet mérése egyszerű művelet, s így rákerült a minimálűrszondára. A karra szerelt hőmérő értékét a kamerával is leolvashatjuk. A mérést a kar kinyújtott állapotában végezzük, hogy az egyes berendezések zavaró hatását csökkentsük. A hőmérséklet méréseivel nemcsak az égitest (pl. Mars) légkörének változásáról kapunk adatokat, hanem következtethetünk a felszíni kőzetek hőtani tulajdonságaira is.

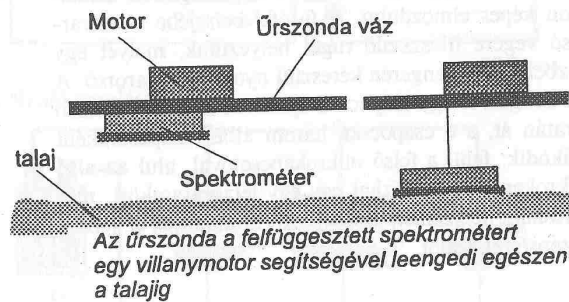
1.4.3. Talaj-spektrométer

Az alábbi ábrán egy olyan berendezés látható, melynek segítségével a talaj anyagának összetételét és szerkezetét mérhetjük. A diódákból kibocsájtott különböző hullámhosszú fény a talajról visszaverődik egy fototranzisztorra. A kapott jelesorozatot feldolgozva következtethetünk a felszín anyagára.

1.4.3.1. A spektrométer egység fölépítése

A Hunveyor kísérleti űrszonda spektrométere öt fő egységből áll. A központi számítógép (jelen esetben egy PC) a vezérlést és az adatfeldolgozást végzi el. A fényforrás vezérlő egység bekapcsolja a megfelelő színű fényforrást, mely a vizsgálathoz szükséges. Az analóg-digitális átalakító a fényérzékelő elemek által szolgáltatott jeleket alakítja át a számítógép által feldolgozható formába. A különböző színű fényforrások a méréshez szükséges - megfelelő hullámhosszú - fényt állítják elő.

Maga a spektroszkóp négy fő részre tagolható. Az ún. fejegységben (1) található a fotoelektronikus elemek: 5 db LED, és 1 db fototranzisztor. A fényforrások vezérlését a vezérlő egység (2) végzi: lehetővé teszi, hogy mindig a megfelelő fényforrás világítson. Mivel a fényforrások azonos áramerősség hatására nem azonos fényerősséget produkálnak, ezért ezt ki kell egyenlíteni az ellenállásokkal, (balancing resistors) s így a mérések összehasonlíthatóvá válnak. Az analóg-digitális átalakító (3) a fototranzisztor analóg kimeneti jeleit szűrés után digitálissá alakítja, így azokat a számítógép fel tudja dolgozni. A berendezés energiaellátását a tápegység (4) biztosítja, mely stabil 5 és 12V-os feszültséget ad.



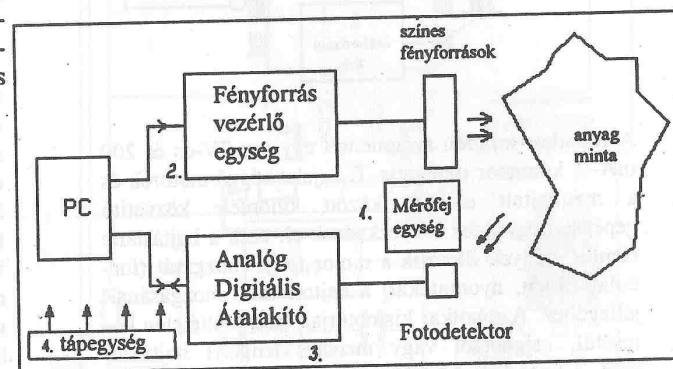
A spektrométer önálló műszerként és az űrszonda részeként is képes működni. Tulajdonságait tekintve (félvezetőalapú, mozgó alkatrészeket nem tartalmazó, digitális ki-bemenetű mérő egység) megfelel a korszerű szenzoros mérőműszerek kritériumainak.

A spektrométert a mérés ideje alatt fénymentes környezetben kell tartani, hogy a külső fény ne hamisítsa meg a mérést. Ez megfelelő burkolattal, fényvédő takaróval megvalósítható.

1.4.3.2. A mérés elve

A mérés azon alapszik, hogy különböző anyagok, összetételüktől függően, a különböző hullámhosszú fényeket más és más intenzitással verik vissza. Ha rendelkezésre áll egy táblázat, melyben az ismert anyagok visszaverődési görbéi szerepelnek, akkor következtetni lehet a mérési eredményekből az anyag összetételére.

A különböző hullámhosszú fényt fényemittáló diódákkal (LED) állítjuk elő, az infravörös tartománytól a kék színig, öt lépésben. A LED-ek vezérléséről egy számlálóáramkör gondoskodik. Természetesen a diszkrét hullámhosszok miatt a berendezés csak erősen korlátozott lehetőségekkel bír, azonban összehasonlítható mérésekre kiválóan alkalmas. A visszaverődő fényt egy félvezető fényérzékelő elem (fototranzisztor) fogadja, és villamos jellé alakítja. A villamos jel ezek után egy analóg-digitális átalakítóra kerül, és ezek után jut a számítógépbe



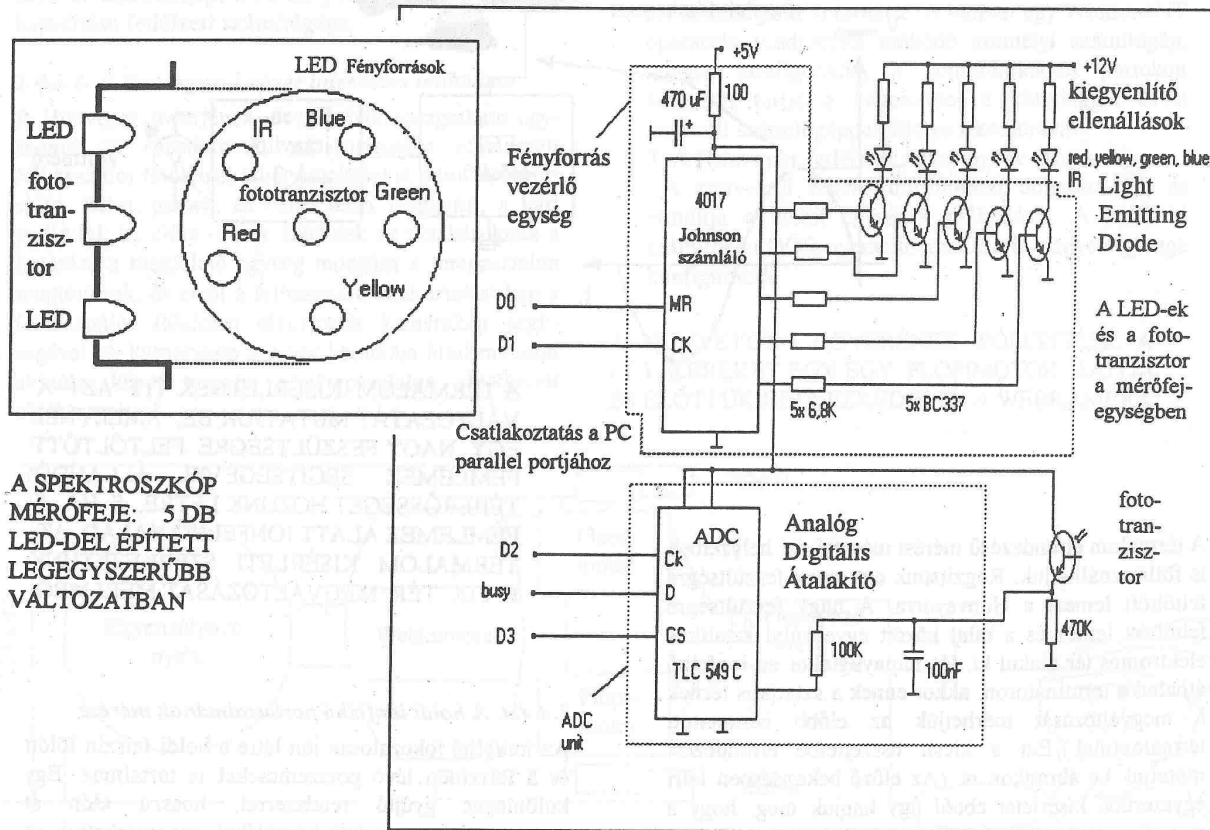
1.4.3.3. A mérőfej fölépítése

A mérőfejnek két funkciója van: Magába foglalja a fényforrásokat és a fényérzékelő elemet, valamint biztosítja, hogy külső fény ne jusson a berendezésbe, mert ez meghamisítaná a mérést. A fej úgy van kialakítva, hogy körkörösén helyezkednek el a fényforrások, és középen pedig a fényérzékelő elem. ezáltal a fényforrás és a fényérzékelő elem mindig azonos távolságban lesznek. A mérőfejet el kell látni egy átlátszatlan színű rugalmas "szoknyával" is, mely hogy ha a vizsgálendő anyagra szorítjuk a fejet, az rálapul, és elzárja a külső fény útját. A mérőfej

mozgatását ill. a mintára való ráhelyezését az űrszondán elhelyezett másik (egyszerűbb) robotkar fogja elvégezni.

A későbbiekben az egész mérés úgy lesz kialakítva, hogy illeszkedjen az űrszonda interfész rendszerébe. Ez mikrokontroller vezérlésű lesz, melyben a mikrokontroller előzetes adatfeldolgozást is végez majd.

A SPEKTROSZKÓP MÉRŐFEJÉNEK ÉS VEZÉRLŐ EGYSÉGÉNEK KAPCSOLÁSA



1.4.4. A felszín feletti lebegő holdi ionfelhő mérése

A Surveyor űrszondák készítettek néhány felvételt az után is, hogy a Nap lenyugodott a leszállás helyén a Holdon. A napnyugta irányában azt találták, hogy a felszín fölött, mintegy méteres magasságban, egy vékony fényes sáv világít a nyugati égbolton. Később az Apolló expedíciókon kihelyezett műszerekkel is mérték a napnyugta után a felszín feletti végig vonuló jelenséget. A mi értelmezésünk szerint ez egy ionizált, többkomponensű porfelhő. Ennek mérését is tervbe vettük a Hunveyor kísérleti gyakorló űrszondákon úgy, hogy egy három mérésből álló műszercsomagot dolgoztunk ki Földi Tivadar irányításával. Az alábbiakban ezt a három mérést ismertetjük röviden.

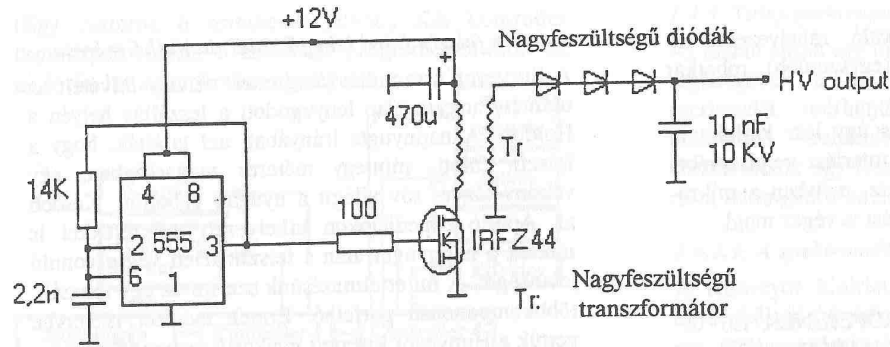
1.4.4.1. A talaj feletti elektromos térerő mérése

Az Osztrák-Magyar Monarchia Szent István zászlóshajóján végezték el a következő kísérletet. Egy vezető bottal (ami a mai antennának felel meg) mérték a fedélzet és a felhők közötti térerőt. Később ezt a kísérletet úgy fejlesztették tovább, hogy az antenna végére egy gyenge radioaktív anyagot erősítettek. A radioaktív anyag azt a célt szolgálja, hogy töltéseket ad le a környezetének, s megindítja az ionok áramlását, gyorsabban beáll a dinamikus egyensúlyi állapot a felszín feletti réteg és a földelt mérő rendszer aktív része között.

1.4.4.2. Az elektromos térerő változásának mérése

Az ionfelhő fokozatosan jön létre a holdi felszín fölött a Nap ultraibolya sugárzásának hatására. Az UV sugárzás fotoeffektussal elektronokat lök ki a felszíni közetek molekuláiból. Az elektronok, az igen igen ritka "légkörben" eltávoznak. Az UV sugárzás gyakran ütközik porrészecskékkal is, így azok is pozitív töltésű állapotra tesznek szert fotoeffektussal. Az igen igen ritka légköri képződményt nevezik ion-felhőnek, amely az elektromos taszítás révén fog lebegni a felszín fölött, s főleg porszemcsékből áll.

A térmalom (rotációs térmérő) a statikus elektromos teret mechanikus eszközzel modulálja, váltakozó jelet állítva elő, amely már erősíthető és így a mérés



EGY EGYSZERŰ NAGYFESZÜLTSGŰ TÁPEGYSÉG KAPCSOLÁSI RAJZA

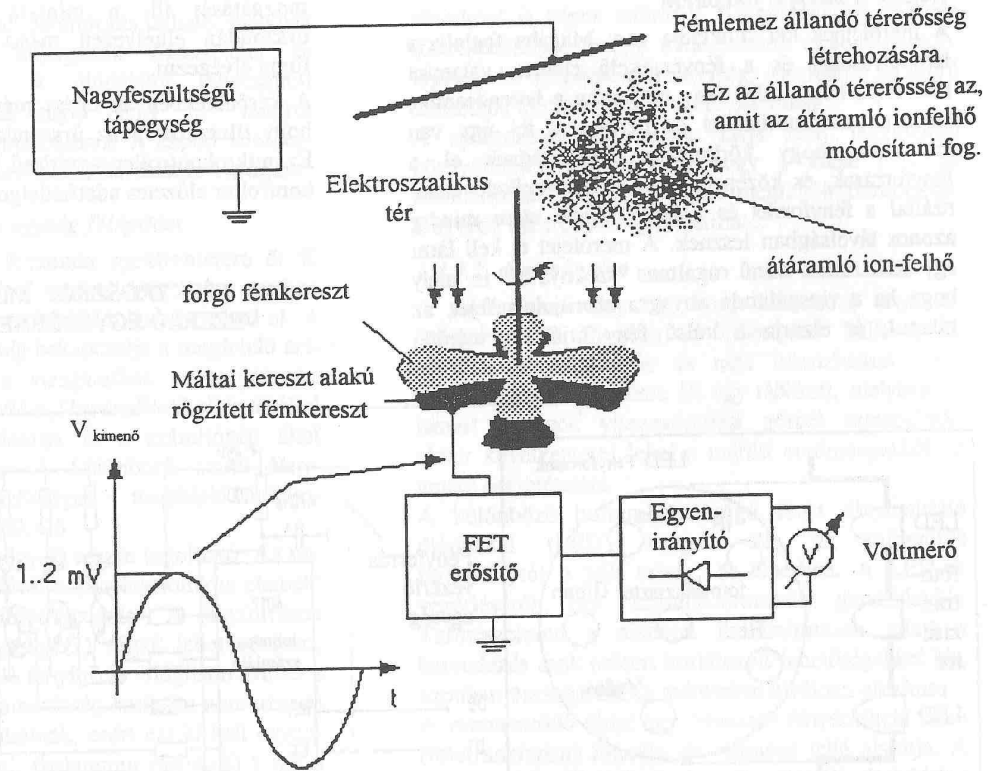
érzékenysége nagyságrendekkel megnő. Képzelnünk el egy kicsiny négylapátú ventilátort, amelynek a lapátjai olyan nagyok, hogy a lapát felülete és a közöttük lévő üres felület közel egyenlő nagyságú. E kis ventilátor függőleges tengely körül forog: fémből van és földpotenciálra van kötve. Alatta egy hasonló jellegű négykaréjos lóhere elrendezésű máltai kereszt van elhelyezve, de ez rögzített állapotú, szintén fémből van kiképezve, s egy nagy ellenálláson keresztül le van földelve.

1.4.4.3. Ionfelhő mérések a térmalommal

A térmalom szerkezetet kétféle helyzetben is fölhasználhatjuk az ionfelhő indikálására. Az első az ionfelhő fölépülése egy tetszőleges nappali időponttól kezdődően. A második az ionfelhő napnyugta utáni vagy napkelte előtti elhaladása a Hunveyor gyakorló űrszonda fölött. Előbb az első, aztán a második kísérlet mérési elrendezését mutatjuk be.

Amikor a rögzített máltai kereszt szabadon van (nem fűdi el a lapátjait a négy forgó - és földelt - ventilátor lapát), akkor ezen a nyugvó máltai keresztben, az ionfelhő által létrehozott térerő hatására, töltés halmozódik föl. Amikor a forgó ventilátor négy lapátja eltakarja (leárnyékolja) őket, akkor a töltések, egy ellenálláson keresztül a földbe távoznak, és ezalatt az ellenálláson feszültség keletkezik. Ez a feszültség, a periódikus eltakarások miatt, váltakozó feszültség, s így fölerősíthető és a fokozatosan fölépülő ionfelhő térerejének a változását érzékenyen követi.

A térmalom elrendezésű mérést más mérési helyzetben is fölhasználhatjuk. Rögzítsünk egy nagy feszültségre feltöltött lemezt a Hunveyorra. A nagy feszültségre feltöltött lemez és a talaj között egyensúlyi sztatikus elektromos tér alakul ki. Ha napnyugtakor az ionfelhő áthalad a terminátoron, akkor ennek a sztatikus térnek a megváltozását mérhetjük az előbb bemutatott térmalommal. Ezt a kicsit összetettebb elrendezést mutatjuk be ábránkon is. (Az előző bekezdésben leírt egyszerűbb kísérlet ebből úgy kapjuk meg, hogy a nagy feszültségre feltöltött lemezt és a hozzá szükséges tápegységet eltávolítjuk.)



A TÉRMALOM KÍSÉRLETNEK ITT AZT A VÁLTOZATÁT MUTATJUK BE, AMELYNÉL EGY NAGY FESZÜLTSGÉRE FELTÖLTÖTT FÉMLEMEZ SEGÍTSÉGÉVEL ÁLLANDÓ TÉRERŐSSÉGET HOZUNK LÉTRE, S HA A FÉMLEMEZ ALATT IONFELHŐ HALAD ÁT, TÉRMALOM KÍSÉRLETI SZERKEZETŰNK E FIX TÉR MEGVÁLTOZÁSÁT MÉR MEG.

1.4.4.4. A holdi ionfelhő portartalmának mérése

Az ionfelhő fokozatosan jön létre a holdi felszín fölött és a felszínen lévő porszemcséket is tartalmaz. Egy különleges gyűjtő rendszerrel, hosszú időn át üzemeltetve a porgyűjtő készüléket, megmérhetjük az ionfelhő integrált portartalmát.

1.4.5. A Hunveyor-1 rovere (terepjáró kisautója)

A Surveyor űrszondák még nem vittek magukkal kisautót, de a Marsra simán leszállt Pathfinder már igen. Ez adta az ötletet ahhoz, hogy a terepjáró kisautót is építsük bele a Hunveyor műszeregyüttesbe.

1.4.5.1. A Hunveyor-1 rover a terepasztalon

A Hunveyor mobil egysége a rover, mely a terepasztalon szabadon mozgatható. A rover is hordoz egy kamerát, ami a felszín felderítéséhez használható. Két fontos kiszolgáló egység tartozik még a rendszerhez, de ezek nem közvetlenül a terepasztalon foglalnak helyet. Egyik a külvilággal kapcsolatot tartó szerver számítógép, a másik pedig a Hunveyor-1 kis kapacitású fedélzeti számítógépe.

1.4.5.2. A Hunveyor-1 rover internetes működése

A Hunveyor roverjének, és a másik mozgatható egységnek, a robotkarnak, az Interneten elhelyezett felhasználói felületről lehet utasításokat adni. A rovert előre, hátra, jobbra, és balra lehet mozgatni, a kart pedig fel, le, előre, hátra. Ezeknek az utasításoknak a hatására a megfelelő egység mozgása a terepasztalon megtörténik, és erről a felhasználó tájékoztatást kap a felhasználói felületen elhelyezett kamerakép segítségével. A kamerakép a rover kamerája által mutatott aktuális képet mutatja a terepasztalon elhelyezett objektumokról.

1.4.5.3. A részegységek bemutatása

1. Felhasználói felület:

A felhasználó számítógépén elindít egy böngésző programot, és ezen megkeresi a Hunveyor felhasználói felületét (URL). A felhasználó a gombok megnyomásával adhat utasítást a Hunveyor rovernek és a leszálló egység karjának. A működés eredményéről a kamerakép tájékoztatja.

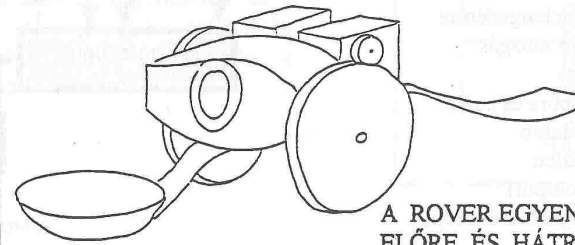
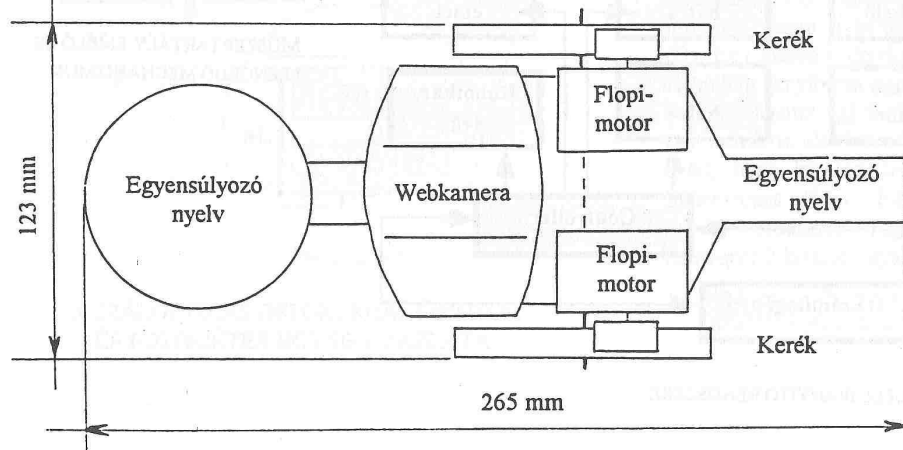
2. Szerver:

Az Interneten keresztül bekapcsolódott másik számítógépről érkező és a Hunveyor-1 rovernek szóló utasításokat a szerver számítógép dolgozza fel, és továbbítja a Hunveyor fedélzeti számítógépe felé. A szerver kapja a rover által hordozott kamera képét, és ezt továbbítja az Internetre. A szerver egy WindowsNT operációs rendszerrel működő személyi számítógép, átlagos konfiguráció, a kommunikációs portokon keresztül tartja a kapcsolatot a külvilággal és a fedélzeti számítógéppel, illetve a kamerával

3. A Hunveyor fedélzeti számítógépe (Hunvok):

A szerverről érkező utasításokat dolgozza fel, és elindítja a mobil egységek működését. A fedélzeti számítógép DOS operációs rendszerű, nagyon gyenge konfiguráció.

A HUNVEYOR-1 ROVERÉNEK FÖLÉPÍTÉSE. A KÉT KEREKET EGY EGY FLOPI MOTOR HAJTJA ÉS ELŐTTÜK HELYEZKEDIK EL A WEBKAMERA.



A ROVER EGYENSÚLYOZÁSÁT A ZSÁMOLYRÓL ELŐRE ÉS HÁTRA KINYÚLÓ NYELV BIZTOSÍTJA.

4. A rover kamera:

A rover által hordozott kamera, és folyamatosan továbbít képeket a szerver felé. Szabványos Web kamera.

5. A Hunveyor-1 Rover:

Fémépítő és Lego elemekből összeépített kiskocsi, amelynek a fedélzeti számítógép indítja a működését. Két kerekét egy-egy léptető motor hajtja, melyeket külön lehet vezérelni, így a rover elfordulása is megoldott. A súlyeloszlása olyan, hogy első alátámasztást igényel, így egy elől elhelyezett alátámasztáson csúszik.

1.4.5.4. A részegységek kommunikációja

Az egységek közötti kommunikáció és adattovábbítás szabványos csatornákon, és ezeknek megfelelő protollokkal történik. A szerver, az Interneten keresztül, TCP/IP protokollal továbbított csomagokat kap, amiket CGI scriptek szolgálnak ki. A honlap, (azaz a felhasználói felület), egy honlap tervező programmal készült. Ez dolgozza fel a kívülről érkező utasításokat a fedélzeti számítógép számára érthető formába. A szerver a külvilág felé szintén Interneten keresztül TCP/IP-vel kommunikál, így küldi a kameraképet. A kamera a szerver párhuzamos portját használja, és saját képfeldolgozó szoftvere van. A szerver a Hunveyor fedélzeti számítógéppel kommunikál még, a soros porton keresztül, RS232-es kábelen. A soros portra írja a számára feldolgozott utasításokat. A fedélzeti számítógép veszi az utasításokat, és ennek megfelelően indítja a mobil részek működését. A rovernek szóló utasításokat a párhuzamos portra írja. A rover egy interfészen keresztül kapcsolódik a fedélzeti számítógép párhuzamos portjára.

1.4.6. A Hunveyor-2 rover egységei

A pécsi Hunveyor-2 kísérleti gyakorló úrszondához két kisautó is készült. A korábbi, nagyobb méretű egység (rover-1) háromkerekű szerkezet. Jellegzetes mechanikai része a fogó olló, amely előre nyúlik ki és egy hengeres műszertartály megfogására alkalmas. Másik kísérleti egysége egy fénykereső távcső. Lám-pák és optikai érzékelők is helyet kaptak rajta.

1.4.6.1. A Hunveyor-2 Rover-1 vezérlése és egységei

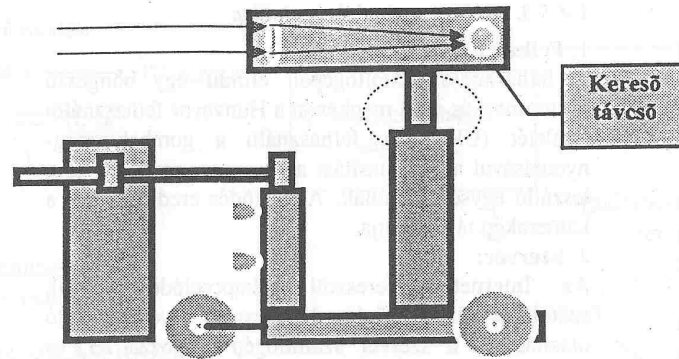
A Rover-1 modell műszertartály kihelyezésére készült, azzal a céllal, hogy a robot mechanikai, kinematikai, irányítási funkcióit kifejlesszük és bemutassuk. Az elképzelt feladatsor a következő: a rover elindul a Hunveyor-2 leszálló-egységtől, felveszi róla a műszertartályt, s elindul vele, hogy kihelyezze azt az égitest felszínére. Ha akadályt észlel, azt kikertüli, majd megkeresi a célpontjelző lámpáját, beméri a szöveget és rákormányozza magát a célra. Ott leteszi a tartályt és hátramenetben eltávozik.

Funkcionális egységek:

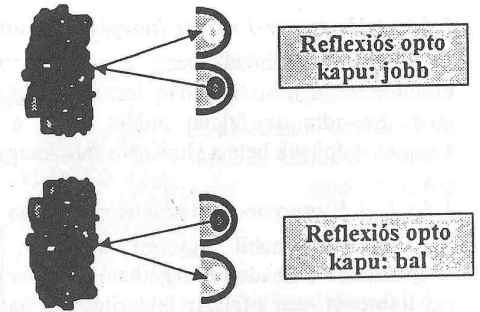
Kocsi főmozgás: előre, hátra. Kormány: balra, jobbra. Ollós kéz műszertartály megfogására, elengedésére. Műszertartály emelő, leengedő mechanizmus. Reflexiós opto érzékelő, jobb oldal. Reflexiós opto érzékelő, bal oldal. A reflektor külön kapcsolható. Fénykereső távcső forgató motorja. Fénykereső távcsőérezékelője, input jelet szolgáltat. A modell irányító rendszere

A Rover-1 fedélzeti vezérléseit két darab Robot Evolution controlleren keresztül végzik. Ezeknek a 8 db. irányító csatornájára a következő vezérlések kapcsolódnak:

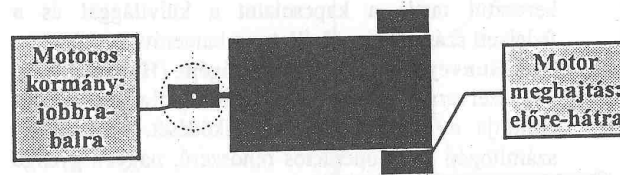
1. Olló műszertartály megfogására és elengedésére.
2. A műszertartályt emelő és leengedő mozgás.
3. A rover-1 fő mozgása előre és hátra.
4. A rover-1 fő mozgása: kormány jobbra és balra.
5. Reflexiós optikai érzékelő: jobb oldalon.
6. Reflexiós optikai érzékelő: bal oldalon.
7. Fénykereső távcső (input), sípjel (output).
8. Fénykereső távcső forgató motorja jobbra és balra.



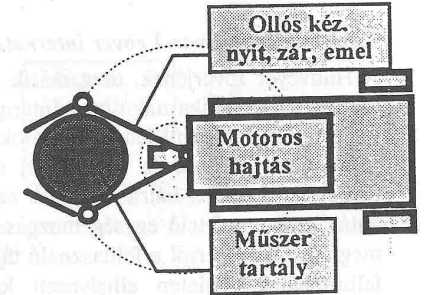
FÉNYKERESŐ TÁVCSŐ FORGATÓ MOTORJA.
FÉNYKERESŐ TÁVCSŐÉRZÉKELŐJE,
INPUT JELET SZOLGÁLTAT.



REFLEXIÓS OPTO ÉRZÉKELŐ, JOBB OLDAL.
REFLEXIÓS OPTO ÉRZÉKELŐ, BAL OLDAL.
A REFLEKTOR KÜLÖN KAPCSOLHATÓ.

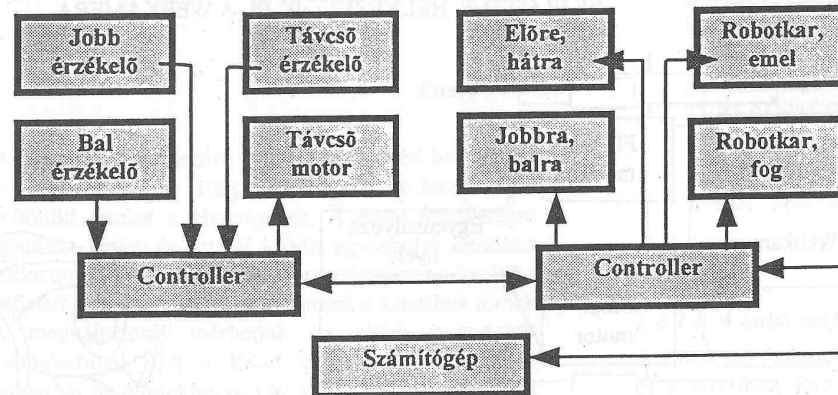


KOCSI FŐMOZGÁS: ELŐRE, HÁTRA.
KORMÁNY: BALRA, JOBBRA.



OLLÓS KÉZ MŰSZERTARTÁLY
MEGFOGÁSÁRA, ELENGEDÉSÉRE.

MŰSZERTARTÁLY EMELŐ ÉS
LEENGEDŐ MECHANIZMUS.

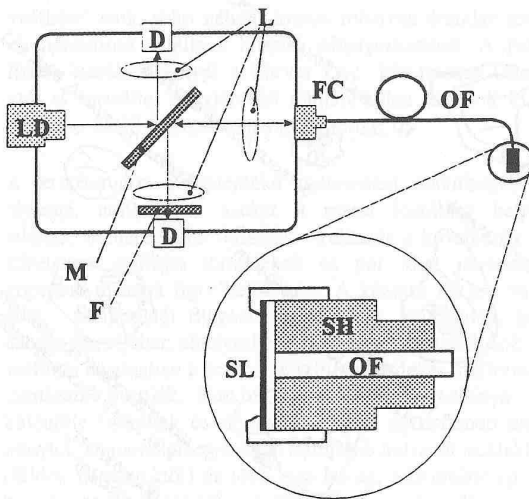


A MODELL IRÁNYÍTÓ RENDSZERE.

1.4.7. Optikai kémiai szenzorok a Hunveyor-2-n

Az optikai kémiai szenzorokat olyan orvosi alkalmazásokra fejlesztették ki, mint például a véranalízise. De ezeket az eszközöket föl lehet használni a környezetünkben előforduló gázok, ionok és más kémiai anyagok rendszeres megfigyelésére is.

A száloptikás kémiai szenzoroknak számos előnye van. Kicsi a tömegük, kicsi az energia-fogyasztásuk, és rendkívül változatos anyagokra készíthetők el, ezért ígéretes elemző rendszernek kínálkoznak egy gyakorló űrszondára is. Főlkészülésünkben a következő gázokra összpontosítottuk a figyelmünket: széndioxid (CO_2), ammónia (NH_3), oxigén (O_2), kéndioxid (SO_2) és kénhidrogén (H_2S). A felsorolt vegyületek gázok, és a földi légkörben is előfordulnak, de jelen vannak a marsi atmoszférában is. Néhány ezek közül jelezheti azt, hogy élőlények fosszilizálódnak egy égitesten.



A SZÁLOPTIKÁS OPTOKÉMIAI SENZOR ÉS FOTOMÉTER EGYSÉG VÁZLATA

1.4.7.1. A száloptikás optokémiai mérés elve

A száloptikás kémiai szenzorok egy szelektív érzékelő rétegből állnak, amelyet egy optikai szál végére helyeznek. Ugyancsak része a mérő rendszernek egy olyan kis készülék, amely az érzékelő réteg optikai tulajdonságainak megváltozását méri akkor, ha a vizsgált gáz bediffundált már az optikai rétegbe. A kis mérő érzékelő a réteg optikai tulajdonságait egy megadott hullámhosszon nézi. A közül a sokféle optikai tulajdonság közül, amely detektálásra alkalmas, a mi mérésünk az érzékelő réteg reflexióját, vagy fluoreszcenciáját méri. Szenzorunk érzékelő rétege egy olyan molekulát tartalmaz (dye molekula), amely, miután a keresett molekula szelektíven beleszagadt a rétegbe, ezt a tényt, hogy beleszagadt, optikai jelre fordítja le. Ez azt jelenti például, hogy miután a vizsgált vegyületet megjelent a rétegben, a réteg színe (vagy a fluoreszcenciájának a színe) megváltozik.

1.4.7.2. A száloptikás optokémiai fotométer egység

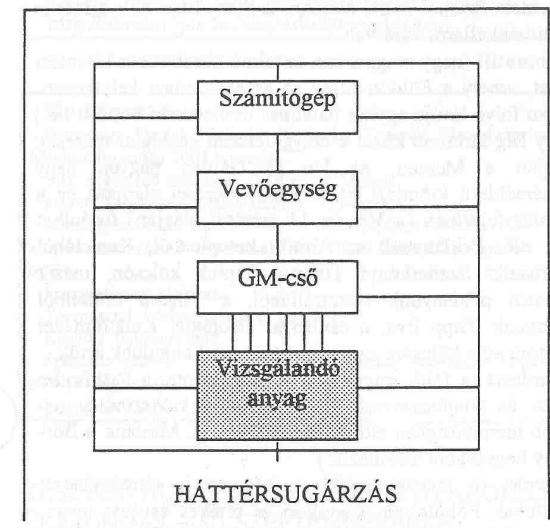
A száloptikás fotométer/fluorométer szerkezete rendkívül egyszerű. Fényforrásként szolgálhat egy fényt kibocsátó dióda, (LD). A beeső fény áthalad egy hasítón, (M) és bemegy az optikai szálba (OF) a lencséken (L) keresztül. Eléri az érzékeny réteget, (SL) az érzékelő fejnél (SH) és részben elnyelődik a dye molekulákon is. Visszatükröződés után a fény az előző úton tér vissza a primér szilíciumdioxid detektorra (D). Egy második detektort arra használnak föl, hogy figyelje a fényforrás energiáját. Fluoreszcens vizsgálat esetén a hasítót egy kétszínű tükörrel helyettesítik, és egy szűrőt is elhelyeznek a detektor és a tükör közé azért, hogy teljesen szétválassza a gerjesztett és a fluoreszcens fényt. Ezt a száloptikás optokémiai mérési rendszert Kovács Barna fejlesztette a Hunveyor-2 kísérleti gyakorló űrszondára.

1.4.8. A talaj és a kőzetek sugárzásának mérése

Arra a kérdésre, hogy az égitest felszínére leszállt űrszonda mit mérjen meg először, a szomathelyi csoport azt válaszolta: az első mérés a sugárzásmérés legyen. Ha erős a radioaktív sugárzás, akkor ez más műszerek mérését is károsan befolyásolhatja. Ezért a Hunveyor-3 első saját műszerének a sugárzásmérő egységet építettük meg.

A sugárzásmérő egység három részből áll: egy GM-csőből, (Geiger-Müller számláló), a beütések érzékelésére, egy vevőegységből a beütések számlálására, és egy számítógépi egységből az adatok kiértékelésére.

A mérendő sugárzás két forrásból ered: az egyik a vizsgálandó anyag, a másik a háttér. A mérés során először a háttérsugárzás értékét állapítjuk meg, másodikként a terepasztalon elhelyezett kőzetekét. A sugárzásméréshez olyan kőzeteket kerestünk, melyek összetételben hasonlítanak a holdi és a marsi kőzetekhez. (pl. hólyagüreges bazalt, mert a bazaltok a legfontosabb kiömlési kőzetek minden bolygótesten).



2. A Hunveyor űrszonda terepasztala

2.1. A TEREPASZTAL FŐBB RÉSZEI

2.1.1. A Hunveyor-1 leszállás után

Eddig a Hunveyor kísérleti gyakorló űrszondát, mint robotot és technikai-mérő-kommunikációs rendszert vizsgáltuk. A Hunveyor kísérleti gyakorló űrszonda használatának azonban, oktatási szempontból ugyanilyen fontos eleme a körülötte kialakított terepasztal, ahol terepi viszonyok között tudjuk bemutatni az űrszonda működését. A Hunveyor működése itt életszerű modellhelyzetben, mintegy a leszállás utáni terepen tanulmányozható.

2.1.2. A Hunveyor-1 körüli sivatag kőzetei

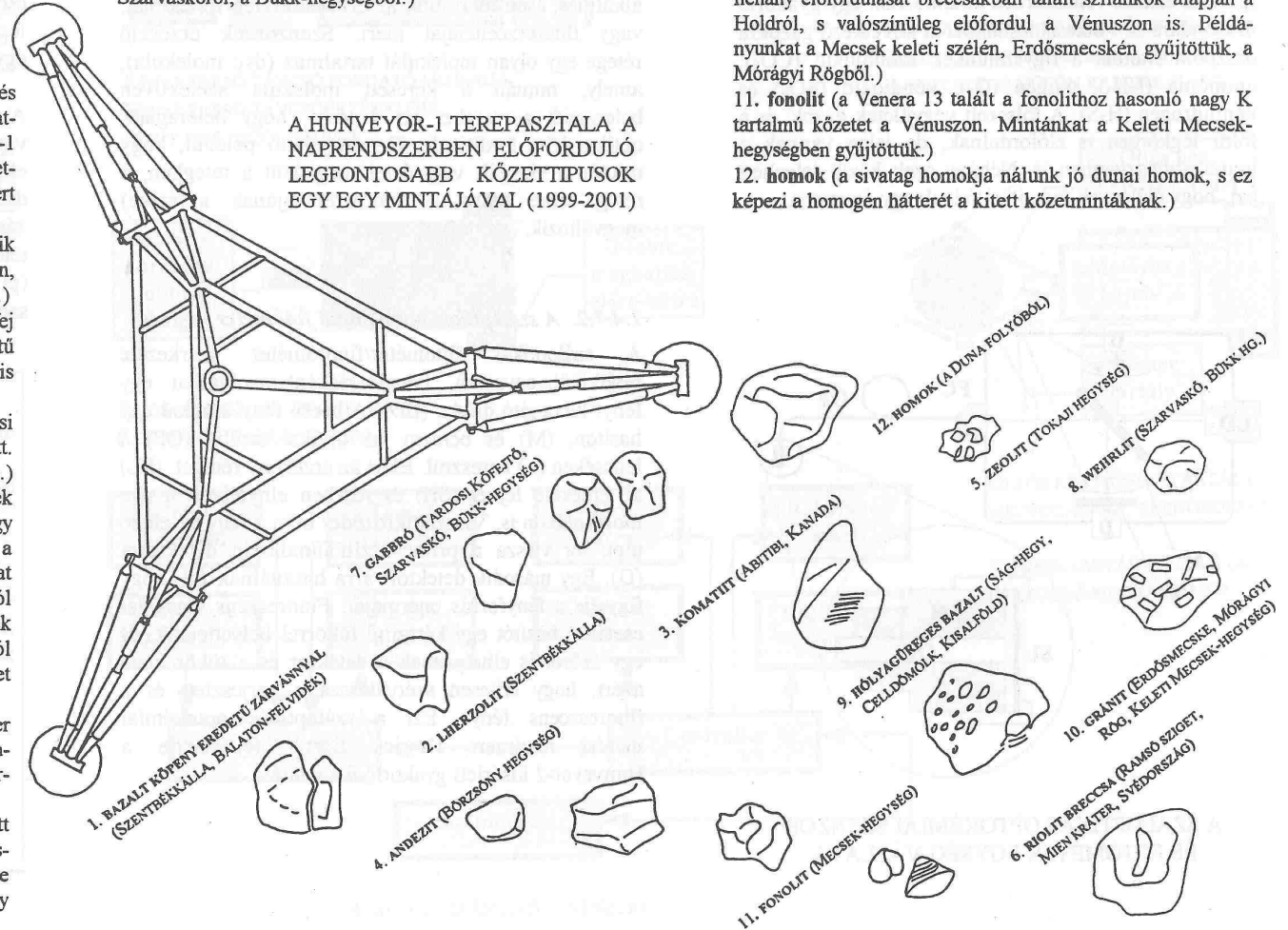
A terepasztal megépítése során számos fontos kőzettani és geológiai ismeretet a Hunveyor gyakorló űrszonda kapcsolatrendszerében ismerhetnek meg a hallgatók. A Hunveyor-1 köré olyan kőzetsivatagot rendeztünk el, melyen a kőzetminták a Naprendszerben előforduló legfontosabb ma ismert kőzettípusokat képviselik. Ezek a következők:

1. **bazalt köpeny eredetű zárvánnyal** (a bazalt az egyik leggyakoribb magmás eredetű kőzettípus a Naprendszerben, mintánk Szentbékálláról, a Balaton-felvidékről származik.)
2. **lherzolit** (kimállott példányai gyakran a gyermekfej nagyságot is elérnek a bazalttal följjött köpeny eredetű kőzetnek. Számos marsi meteorit is lherzolit. Ez a minta is Szentbékálláról való volt.)
3. **komatiit** (nagy magnézium tartalmú ultrabázisos kiömlési kőzet, amely a Földön főleg az archaikumban keletkezett. Hígan folyó lávája egykor hatalmas területeket borított be.) Nagy Mg tartalmú kőzet a bolygófelszíni geológiai mérések alapján a Marson, az Ion (a Galileo nagyon nagy hőmérsékletű kiömlési hőmérséklet mérései alapján) és a Vénusz felszínén (a Venera 14 mérései alapján) fordulhat még elő. Példányunk az Abitibi komplexből, Kanadából származik: Szederkényi Tibortól kaptuk kölcsön, másik komatiit példányunk Ausztráliából, a Yilgarn kratonból származik: Papp Éva, a canberrai Geológiai Kutatóintézet kutatója adta kölcsön; ezúton is köszönetet mondunk értük.)
4. **andezit** (a földi szigetivek vulkáni kőzete, a Pathfinder kőzet- és talajösszetételei mérései szerint valószínűleg nagyobb mennyiségben előfordul a Marson is. Mintánk a Börzsöny hegységből származik.)
5. **zeolit** (a felszíni mállás a Marson is létrehozhatott zeolitokat. Földünkön is gyakori és értékes ásványi nyersanyag. Jelentőségét Magyarországon Mátyás Ernő fedezte föl, s terepasztalunk zeolitját is Rátkáról gyűjtöttük, egy

szilikátvertikum üzemlátogatás alkalmával a Tokaji hegységben, s ezért Mátyás Ernőnek mondunk köszönetet.)

6. **riolit becsapódási megolvadt anyagként gránitból** (a Ramsó szigetet alkotó riolit a Mien kráter(tó) közepén gyűjtethető, Skone Provinciában, Dél-Svédországban.) A gránitba csapódott kozmikus test megolvasztotta a kőzetet, és a gyors lehűlés hozta létre a gránit kiömlési kőzet-megfelelőjét. Ez a mintánk a Naprendszerben gyakran lezajlott becsapódási (átalakult) anyagok képviselője a terepasztalon.

7. **gabbró** (a Holdon is és a Földön is fontos kőzet a gabbró és a mikrogabbró. Mintánk A Tardos Kőfejtőből származik, Szarvaskőről, a Bükk-hegységből.)



8. **wehrlit** (nagy titán tartalommal) (a Szarvaskőről származó gabbrókban is és wehrlitben is érdekes holdi kőzetekkel párhuzamot mutató tulajdonság a nagy Ti tartalom. Ezeket az Apolló 11 és 17 expedíciókon begyűjtött nagy Ti tartalmú bazaltok földi rokonainak tekintjük, ezért kerültek rá Hunveyor-terepasztalunkra.)

9. **hólyagüreges bazalt** (néha ilyeneket is találtak az Apolló expedíciók asztronautái a Holdon. A hólyagüreges a kiömléskori nagy gáztartalomról tanuskodnak. Terepasztali mintánk a Ság-hegyről való, Celldömölkéről, a Kisalföldről.)

10. **gránit** (fontos kéregalkotó kőzet a Földön, ismerjük néhány előfordulását breccsákban talált szilánkok alapján a Holdról, s valószínűleg előfordul a Vénuszon is. Példányunkat a Mecsek keleti szélén, Erdősmeckén gyűjtöttük, a Mórágvi Rőgből.)

11. **fonolit** (a Venera 13 talált a fonolithoz hasonló nagy K tartalmú kőzetet a Vénuszon. Mintánkat a Keleti Mecsek-hegységben gyűjtöttük.)

12. **homok** (a sivatag homokja nálunk jó dunai homok, s ez képezi a homogén hátterét a kitett kőzetmintáknak.)

2.1.3. Planetáris tájformák modellezése

A két legismertebb planetáris táj, ahova űrszondák leszálltak, a holdi és a marsi. A Holdon sziklával teleszórt tájat törmelékes anyag (regolit) borít. A marsi táj is sziklával beszórt, de a kőzetdarabok elhelyezkedése összetett felszíni folyamatokban jött létre. A Viking 2 pedig fehér csapadék megjelenését is lefényképezte. A Hunveyor körül kialakított terepasztalon nemcsak a kőzetek anyag szempontjából építhetünk ki planetáris tájformákat, hanem a törmelékes anyagok mintázata alapján is.

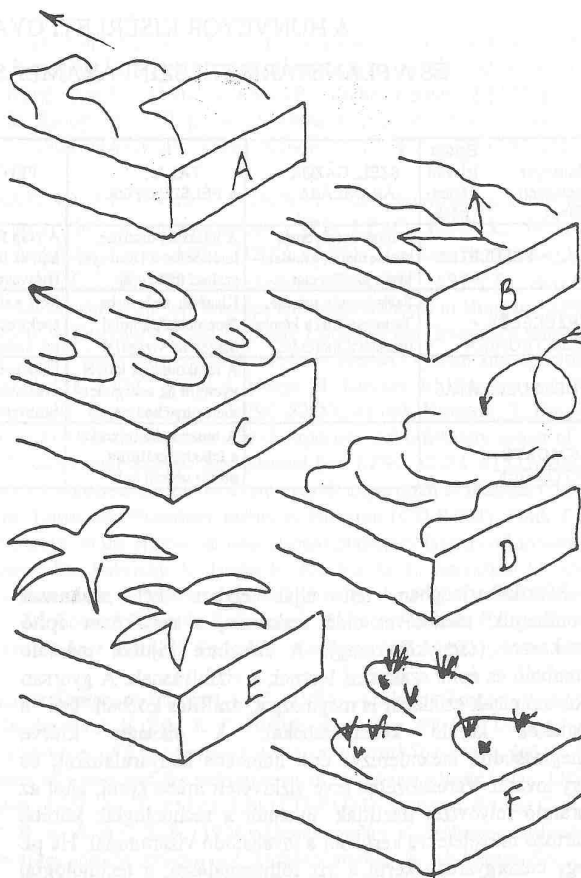
2.1.3.1. Holdi terep

A Hold felszínén leszállt Surveyorok közül a Surveyor-7 találta a legtagoltabb sziklasivatagot maga körül. Ilyen tájat több nagyméretű szikla terepasztalra helyezésével tudunk modellezni. A Surveyor-3 egy kisebb kráter belsejében ért holdat, ahol a terep lejtése ca. 12 fokos volt, ennek a modellezése is egyszerű, ugyanakkor érdekes robotkar, kamera és napelemtábla beállítási és kezelési feladatokat is jelenthet.

2.1.3.2. Marsi terep kőzet és homokmintázatai

A Marson leszállt Pathfinder áramlási mintázatokkal tagolt tájon szállt le. E leszállási hely az Ares Vallis "delta-vidékére" esik, ezért néhány kutató folyóvízi áramlás során elrendezettnek találta a kőzetek elhelyezkedését. A Pathfinder leszállási helyét a Chryse Öböl kiszáradása után a szél is formálta: nagyléptékű dűneformákat alakított ki, s ezeket az MGS felvételeken azonosították.

A terepasztalon a kisléptékű tájformákat alakíthatjuk ki olyanra, amilyenek azokat a marsi leszállási helyen találták. A marsi tájon föliszert struktúrák a következők. A kőzeteken szélfújta törmelékek és por által létrehozott koptatási nyomok figyelhetők meg. A kőzetek mögött vagy előtt - széliránytól függően - szélfarkak, szélzászlók, holdacska formájában elhelyezkedő homokformák találhatóak. A szélfújta sivatagban a homok felszínét is érdekes szélformák mintázatai borítják. Ezekből be is mutatunk néhányat. A különféle barkánok és dűnesorok alakja az uralkodó széliránytól, a talajon elhelyezkedő kötöttebb helyzetű sziklaktól (földön növényektől) és több más anyagi jellemzőtől (pl. a homok szemcseméretétől) is függ. Ezeket a formákat forró és jeges sivatagokban is megtalálhatjuk a Földön (Szahara, Antarktisz). Ha a homoksivatagot a Marson megfigyelt homokformák szerint alakítjuk ki a Hunveyor terepasztalon, akkor egyúttal megismerkedhetünk a planetáris geológia egy újabb érdekes fejezetével is.



A HUNVEYOR KÖRÉ KIALAKÍTOTT HOMOKSIVATAGBAN ELHELJEZTÜNK KÜLÖNFÉLE KŐZETMINTÁKAT, MELYEK TÖBB BOLYGÓN IS ELŐFORDULNAK A NAPRENDSZERBEN. DE A TEREPASZTALON A SIVATAGI TALAJT MODELLEZŐ HOMOKOT IS KÜLÖNFÉLE SZÉLFÚJTA ALAKZATOKBA RENDEZHETJÜK EL: DŰNÉKBE, SZÉLFARKAKBA, BARKÁNOKBA. EZEKBŐL 6 FÉLÉT MUTATUNK BE. AZOKNÁL A FORMÁKNÁL, AMELYEKET EGY URALKODÓ IRÁNYÚ SZÉL HOZOTT LÉTRE, OTT EZT A FŐ SZÉLIRÁNYT NYÍLLAL BEJELÖLTÜK. VISZONT A CSILLAGDŰNÉKET VÁLTOZÓ IRÁNYÚ SZÉL HOZZA LÉTRE. A BEMUTATOTT SZÉLFÚJTA FORMÁK NEMCSAK HOMOKOS, HANEM JEGES SIVATAGOK HÓVAL BORÍTOTT TÁJAIN IS KIALAKULHATNAK (PÉLDÁUL AZ ANTARKTISZON)

Hunveyor-1.

Eötvös Loránd Tudományegyetem, TTK, Általános Fizika Tanszék, Koszmosz Anyagokat Vizsgáló Űrkutató Csoport, Budapest. Minimálűrszonda 1997 őszén.

Váz: forrasztott rézcsőből. Csőátmérő: 12 mm.

Méret (Talpközéptől-talpközépig): 1380 mm.

Minimálűrszonda: kamera + tükör, teleszkopikus robotkar. PC alapú elektronika. Assembler és Turbo Pascal programnyelv.

Energiaforrás: Hálózat.

Terepasztal: homok és kősvatag naprendszerbeli kőzetekkel.

Kisautó (rover) Készült 1998 őszén, interneten 1999 tavaszán.

Felszerelése egy webkamera. Vezetékes információ-továbbítás.

Speciális műszer: spektroszkóp, elektrosztatikus elvű porgyűjtő.

<http://emc.elte.hu/~hargitai/hunveyor/>

Hunveyor-2.

Pécsi Tudományegyetem, TTK, Informatika és Általános Technika Tanszék, Pécs.

Minimálűrszonda 1998 tavaszán.

Váz: forrasztott rézcsőből. Csőátmérő: 12, 15, 16,5, 22 mm.

Méret (Talpközéptől-talpközépig): 1320 mm

Minimálűrszonda: kamera + tükör, teleszkopikus robotkar. PC alapú elektronika, Logo, Turbo Pascal programnyelv.

Energiaforrás: Hálózat, napelepes áramforrás is.

Terepasztal: fejlesztés alatt.

Kisautó: (rover 1) - 3 kerék, ollós fogó műszertartályhoz, fényforrások és optikai reflexiós érzékelők (1999 tavasz)

Kisautó: (rover 2) - 6 kerék, napelepes erőforrás (2000 tavasz)

<http://davinci.jpte.hu/ami/urkutato/index.htm>

Hunveyor-3.

Berzsenyi Dániel Főiskola, Technika Tanszék, Szombathely.

Minimálűrszonda 2001 tavaszán.

Váz: hegesztett vascsőből. Csőátmérő: 18 mm.

Méret (Talpközéptől-talpközépig): 1250 mm

Minimálűrszonda: kamera + tükör, teleszkopikus robotkar. PC alapú elektronika, Turbo Pascal 7.0 + Visual Basic 6.0 programnyelv.

Energiaforrás: Hálózat.

Terepasztal: kősvatag (marsi modell).

Kisautó: fejlesztés alatt.

Speciális műszer: a környezet és a kőzetek radioaktív sugárzásának mérése (beütésszámláló)

<http://www.bdtf.hu/hunveyor3/>

KÉSZÜLŐ HUNVEYOR KISÉRLETI GYAKORLÓ
ŰRSZONDÁK 2001 SZEPTEMBERÉBEN

2.2. A HUNVEYOR GYAKORLÓ ŰRSZONDÁN ÉS TEREPASZTALÁN TANULMÁNYOZHATÓ KÖLCSÖNHATÁSOK

2.2.1. Hunveyor kölcsönhatási mátrix

A környezettudomány a technológiáknak és természeti áramlásoknak együttes vizsgálatát igényli. A környezet áramlásai és a technológiák közötti viszony összetett. De ha mindkét folyamatot leegyszerűsítjük egy összehasonlításra alkalmas, közös leírási formára, akkor lehetővé válik a kétféle folyamat közötti kölcsönhatások és kereszthatások megfogalmazása.

Néhány korábbi munkánkban (Bérczi, Cech, Hegyi, 1992) összefoglaltuk a technológiák leírásának egy egyszerű, tovább már nem egyszerűsíthető (irreducibilis) formáját. Ebben a technológia-ábrázolásunkban egy, a fizikából származó alapvetően használtunk föl: a kényszerpályán történő mozgás leírásának elvét. A technológia leírását három együtt haladó folyamatsoron adtuk meg. E három szál: az ANYAG, az ESZKÖZ és a MŰVELET folyamatsora volt. Gyakran adják meg technológiáink csak a műveletek egymásutánját. Az anyagtechnológia tárgyainak (Pl. Bérczi, 1985) az anyag állapotváltozásainak sorozatára koncentrálnak. A gépi rendszereket bemutató tárgyak az anyagátalakító eszközök sorozatát mutatják be.

A mi leírásunk mindhárom szálát együtt kezeli. Technológia-leírásunkban az anyag a technológiai folyamat főszereplője: az anyag mint kényszerpályán halad végig az átalakítására szolgáló gépeken (régebben eszközök sorozatán). A gépek egyúttal a műveletek sorrendjére is fölbonthatják a gyártási folyamatot. Az egyes gépeken elszervezett állapotváltozások sorozata is jellemzi a folyamatot. Mindhárom folyamat-jellemző: a műveletek, az anyagi állapotok és a gépek sorozata külön-külön is képet ad a gyártási folyamatról, de párhuzamosan történő együttes szerepeltetésük teszi lehetővé azt, hogy minőségi és mennyiségi leírást adjunk a technológiákról. Ugyanezt a folyamatleírási formát alkalmazhatjuk a környezeti áramlások leírására is. A környezeti áramlások leírásánál is meg kell határoznunk a természeti áramlás "medrét", amely a kényszerpálya megfelelője. A műveletek megfelelői olyan állapotváltozási helyzetek (környezetek) lesznek, melyekben az áramló anyag átalakul. Mindezt legegyszerűbben egy példán mutatjuk be: a víz áramlásának egy elképzelt szakaszán. A karsztvidékre hulló csapadék dolinákban szivárog a mélybe, s ott a mészkövet kissé oldva barlangokat kialakítva áramlik, mindig lejtőirányban haladva.

A HUNVEYOR KISÉRLETI GYAKORLÓ ŰRSZONDA SZERKEZETE ÉS A PLANETÁRIS FELSZÍNI ÁRAMLÁSOK KÖZÖTTI KÖLCSÖNHATÁSI MÁTRIX

Hunveyor szerkezeti részek	Égített felszíni áramlások	SZÉL, GÁZOK ÁRAMLÁSA	TALAJ, A FELSZÍNI POR	FÉNY, SZÍNEK	HŐ, TERMIKUS VISZONYOK	ELEKTROMOS TÖLTÉSEK	MÁGNESES SZEMCSÉK
VÁZ + FELÜLETEK	A nagy szélnyomás elsodorhatja, kibillentheti a szerkezetet	A felszíni poranyag lerakódhat a Hunveyor szabad felületein	A Nap fénye szóródhat, és tükröződhet a Hunveyor felületein	Bizonyos irányokban hőszigetelés/hőelvezetés kell, Hőtágulás!	Feltölthetik a vázat, ha nincs elektromos földelés. Ionfelhőhatása	A vázra rakódhat a talaj mágnesezően aktív pora is.	
ÉRZÉKELŐK + ELEKTRONIKA	Szélesség mérés. Tömegspektr. a kémiai összetétel mérésére.	Kiszűrés, műszerbe "becmélés", kémiai összetétel vizsgálat	Refl. szinkép elemzése spektroszkóppal, felületek szövege, fényképek	Hőmérők, hőtágulásmérők, hőtágulásmérőegységek.	Elektrosztatikus effektusok és a holdi lebegő ionfelhő mérés	Mágneses szemcsék szelctálása alakzatra rárendeződéssel	
ENERGIAELLÁTÁS		A lerakódó por idővel gyengíti az energiatermelés hatékonyságát	Napcsem termeli az űrszonda energiáját. kísérleti fókuszálása	Tükrökkel vagy lencsével fókuszálható a napfény egy kísérlethez			
MOZGATÓ EGYSÉGEK		A mozgó alkatrészeket a felszíni szállított portól védeni kell					

Mészkőbarlangban tett útját elvben két szakaszra bonthatjuk: mészkövet oldó szakaszra, s mészkövet építő szakaszra (cseppkőbarlang). A felszínre kijutva másféle romboló és építő szakaszai lesznek a vízfolyásnak. A gyorsan rohanó patak sziklákat is megmozgat, szállítás közben "örli" a patakba kerülő kőzetdarabokat. A síkságra kiérve meglassúdik, meanderezve épít homokos kanyarulatokat, és így tovább. Városközelbe érve vízkivételi műbe kerül, ahol az áramló folyóvizet tisztítják. Innentől a technológiák körébe tartozó műveletekre kerül sor a tovahaladó vízárammal. Ha pl. egy cukorgyárban kerül a víz fölhasználásra, a technológiai műveletekben segédanyagként vesz részt: anyagokat fogad magába, majd későbbi műveletekben azokat kiszűrik, de valamilyen mértékben szennyezett marad e technológiában belekerült anyagokkal, s ezt a szennyezést "magával viszi" további útja során. Így a természeti áramlásokból kivett anyagoknak a szennyezés-koncentrációját változtatjuk meg a technológiai fölhasználások (ipari üzemek anyagfölhasználása, vagy a lakossági fogyasztások) során.

Az ipari üzemben (vagy a lakossági fogyasztásban) fölhasznált természeti környezeti áramlásokat és a technológiai anyagáramlásait tekintjük egymást kiegészítő irányú áramlásoknak. A vízszintes irányban fölrajzolt technológiai "pályákat" merőlegesen futó környezeti áramok "szelik át". Technológiákat és környezeti áramlásokat

egyszerre ábrázoló mátrixunkban minden egyes üzem vízkivétele, használása és visszaírása egy mezőt foglal le a mátrixban. Az üzemek vízkivételei egyetlen oszlopban sorakoznak. Hasonlóan egyetlen oszlop kockamezőit foglalják el a levegőforgalom adatai is. A mátrix szerepe abban van, hogy egyszerre, egyetlen térképben teszi láthatóvá, áttekinthetővé és kezelhetővé egy vizsgálatba bevont település összes fontos üzemének anyagforgalmát az összes fontos környezeti áramlásra.

A műveletsorok mátrixba rendezése a mérő és információs technológiák folyamatleírására is alkalmazható. Alkalmazva a mátrixot egy űrszonda elvi bemutatására, az összekapcsolt mérő és információs technológiák térképét láthatjuk magunk előtt. Az űrszonda megszött mérő, információs és adatföldolgozó technológiák sokasága. Űrszonda mátrixunkban a vízszintes irányban haladó mérés technológiák és az oszlopokat képező környezeti áramok keresztezik egymást. Ugyanannak a felszíni áramlásnak különböző mérési műveletei (vagy csak hatásai) képezik a mátrix oszlopait. Pl. az egyik oszlop a szél és a por áramlási hatásai alkotják. A szél levegő és anyagáramába különféle mérés technológiai érzékelők nyúlnak bele. Az űrszonda méréseinek mátrixa egyszerre látatja velünk a mérés technológiák fontos műszereit, és a környezetnek a mérés technológiáknál figyelembe vett áramlásait.

SURVEYOR-IRODALOM (NASA): NICK O. W. (1967) Off. Technology Utiliz. No. NASA SP-163. Washington: THE SURVEYOR INVESTIGATOR TEAMS (1967) JPL, CIT. Techn. Report 32-1177. Pasadena; THE SURVEYOR INVESTIGATOR TEAMS (1968) JPL, CIT. Techn. Report 32-1264. Part II. Pasadena; CHRISTENSEN E.M. ET AL. (1967) NASA-JPL Techn. Report 32-1177, p.111-153; CHOATE R. ET AL. (1968) NASA-JPL Techn. Report 32-1264, p.77-134; SCOTT R. F., ROBERSON F. I. (1967) NASA-JPL Techn. Report 32-1177, p.69-110; SCOTT R. F., ROBERSON F. I. (1968) NASA-JPL Techn. Report 32-1264, p.135-187; SHOEMAKER E. M. ET AL. (1967) NASA-JPL Techn. Report 32-1177, p.9-67; SHOEMAKER E. M. ET AL. (1968) NASA-JPL Techn. Report 32-1264, Part II, p.9-76; LUCAS J. W. ET AL. (1967) NASA-JPL Techn. Report 32-1177, p.155-188; VITKUS G. ET AL. (1968) NASA-JPL Techn. Report 32-1264, Part II, p.187-208; CORLISS W. R. (1974) NASA-SP-334 Washington;

HUNVEYOR-IRODALOM: NEMZETKÖZI BEMUTATKOZÁS. KAPCSOLATRENDSZER (HUNVEYOR) Nemzetközi konferenciákon mutattuk be a Hunveyor gyakorló űrszonda építési programot. Ezek közül kétségtelenül a NASA/LPI Holdi és Planetáris konferenciái (LPSC) a legfontosabbak: [29. LPSC, 1998] Sz. Bérczi, V. Cech, S. Hegyi, A. Sz-Fabrizy, B. Lukács (1998): Technology/environment „chesstable”: Cross effects between planetary currents and technologies. LPSC XXIX, #1371, Houston; Sz. Bérczi, V. Cech, S. Hegyi, T. Borbola, T. Diósy, Z. Köllő, Sz. Tóth (1998): Planetary geology education via construction of a planetary lander probe. LPSC XXIX, #1267, Houston; [30. LPSC, 1999] Sz. Bérczi, B. Drommer, V. Cech, S. Hegyi, J. Herbert, Sz. Tóth, T. Diósy, F. Roskó, T. Borbola. (1999): New Programs with the Hunveyor Experimental Lander in the Universities and High Schools in Hungary. LPSC XXX, #1332, Houston; Sz. Bérczi, S. Kabai, S. Hegyi, V. Cech, B. Drommer, T. Földi, A. Fröhlich, G. Gévay. (1999): TUTOR on the Moon: A Discovery Type Multiple Lunar Probe (Improved Surveyors) Constructing and Research Program for Universities. LPSC XX, #1037, Houston; B. Drommer, G. Blénessy, G. Hanczár, K. Gránicz, T. Diósy, Sz. Tóth, E. Bodó. (1999): The 3D system and operations with Hunveyor and its rover: WEB site for students to use lander instruments on a simulated planetary surface LPSC XXX, #1606, Houston; [31. LPSC 2000] S. Hegyi, B. Kovács, M. Keresztesi, I. Béres, Gimesi, Imrek, Lengyel, J. Herbert (2000): Experiments on the planetary lander station and on its rover units of the Janus Pannonius University, Pécs, Hungary. LPSC XXXI, #1103, Houston; T. Diósy, F. Roskó, K. Gránicz, B. Drommer, S. Hegyi, J. Herbert, M. Keresztesi, B. Kovács, A. Fabriczy, Sz. Bérczi (2000): New instrument assemblages on the Hunveyor-1 and -2 experimental university lander of Budapest and Pécs. LPSC XXXI, #1153, Houston; F. Roskó, T. Diósy, Sz. Bérczi, A. Fabriczy, V. Cech, S. Hegyi (2000): Spectrometry of the NASA Lunar Sample Educational Set. LPSC XXXI, #1572, Houston; [32. LPSC 2001] Kovács Zs. I., Kövári I. E., Balogh R., Varga V., Kovács T., Hegyi S., Bérczi Sz. (2001): Planetary science education via construction of the Hunveyor-3 experimental planetary lander on Berzsenyi College, Szombathely, Hungary: Rock radioactivity measurements. In *Lunar and Planetary Science XXXII*, Abstract #1130, Lunar and Planetary Institute, Houston (CD-ROM); Földi T., Bérczi Sz., Koris A., Kovács B., Hegyi S., Kovács Zs. I., Roskó F. (2001): New experiment plans (electrostatic, lunar dust measuring, bio-filtering) to the Hunveyor educational planetary landers of universities and colleges in Hungary. In *Lunar and Planetary Science XXXII*, Abstract #1301, Lunar and Planetary Institute, Houston (CD-ROM). Bérczi Sz., Fabriczy A., Hegyi S., Kovács Zs. I., Keresztesi M., Cech V., Diósy T., Józsa S., Holba A., Lukács B., Roskó F., Szakmány Gy., Tóth Sz., Hegyi A., Kabai S. (2001): How we used NASA Lunar Set in making an educational atlas series of the Solar System materials: (1). (2). In *Lunar and Planetary Science XXXII*, Abstract #1100, Lunar and Planetary Institute, Houston (CD-ROM); S. Hegyi, Sz. Bérczi, Zs. Kovács, T. Földi, S. Kabai, V. Sándor, V. Cech, F. Roskó (2001): Antarctica, Mars, Moon: Comparative planetary surface geology and on site experiments and modelling via robotics by Hunveyor experimental lander. *64. Met. Soc. Ann. Meeting*, Abst #5402, (Rome, Vatican City, 10-15. Sept, 2001).

IRODALOM: BÉRCZI SZ. (1991): Kristályoktól bolygótestekig. Akadémiai K. Budapest; CONDIE, K. C. (1981): *Archean Greenstone Belts*. Elsevier, Amsterdam; GAFFEY, M. J., BELL, J. F., CRUIKSHANK, D. P. (1989): Reflectance spectroscopy and asteroid surface mineralogy. (In *Asteroids II*, Eds. R. P. BINZEL & AL.), p. 98-127. Univ. of Arizona Press, Tucson; ILLÉS-ALMÁR E. (1994): Planetary Evolution: Comparison of the Tectonics of the Rocky and Icy Planetary Bodies. In: *Evolution of Extraterrestrial Materials and Structures*, (ed. B. LUKÁCS, I. KUBOVICS, L. STEGENA, SZ. BÉRCZI) KFKI-1994-22/C, p. 95-101. Budapest; KARGEL, J.S. & KOMATSU G. (1992): The composition of Venus and the petrogenesis of Venusian silicate lavas. *LPSC XXIII*, (Abstract) 655. Houston; LUKÁCS-B., & BÉRCZI SZ. (1998): Barometric height formula type fractionation in the stony planetary bodies. *LPSC XXIX*, #1223, LPI (CD-ROM), Houston; NEAL, C. R. & TAYLOR, L. A. (1992): Petrogenesis of mare basalts: A record of lunar volcanism. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **56**, 2177-2211; NESBITT, R. W. & SUN, S. S. (1976): Geochemistry of Archean spinifex-textured peridotites and magnesian and low-magnesian tholeiites. *Earth Planet. Sci. Lett.* **31**, 433-453; NISBET, E. & WALKER, D. (1982): Komatiites and the structure of Archean mantle. *Earth Planet. Sci. Lett.* **60**, 105-113; NIXON, P. H. (1987): *Mantle Xenoliths*. J. Wiley & Sons, New York; WANKE H. & DREIBUS, G. (1997): New evidence for silicon as the major light element in the Earth's core. (Abstract) *LPSC XXVIII*, #1280, (p. 1495) LPI (CD-ROM), Houston; WILHELMS D. E. (1970): The Geologic History of the Moon. U.S. Geol. Survey Prof. Papers No. 1348, Washington; WILHELMS D. E., McCauley J. F. (1987): Geologic Map of the Near Side of the Moon. USGS Maps No. I-703, Washington; WILLIAMS, D. A. & LESHER, C. M. (1996): Summary of field evidence for thermal erosion by channeled Archean and Proterozoic komatiite lava flows. (Abstract) *LPSC XXVII*, 1435, LPI, Houston; WILLIAMS, D. A. & LESHER, C. M. (1998): Analytical/numerical modeling of the emplacement and erosional potential of Archean and Proterozoic komatiitic lavas. (Abstract) *LPSC XXIX*, #1431, LPI, (CD-ROM), Houston; WILLIAMS, D. A., WILSON, A. H. & GREELEY, R. (1999): Komatiites from the Comondale Greenstone Belt, South Africa: a potential analog to Ionian ultramafics? (Abstract) *LPSC XXX*, #1353, LPI, (CD-ROM), Houston; WILLIAMS, D. A., WILSON, A. H. & GREELEY, R. (2000): A komatiite analog to potential ultramafic materials on Io. *Journal of Geophys. Res.* **105**, No. E1. 1671-1684; WILLIAMS J.G. (1971) In *Physical Studies of Minor Planets*, (ed. T. Gehlers) NASA-SP-267.

**This work has been dedicated to Eugene Shoemaker
Ezt a munkánkat Shoemaker Eugénnek ajánljuk**

Köszönetet mondunk mindazoknak, akik valamilyen formában segítették a Hunveyor kísérleti gyakorló űrszonda megépítését a magyarországi felsőoktatás számára valamint a Kis Atlasz kiadását támogatták: Both Előd, Hartai András, Hager Mary Anne, Horváth Tamás, Imrek Gyula, Józsa Sándor, Kabai Sándor, Kiss Ádám, Noel Mary, Szakmány György, Szederkényi Tibor, Szita Péter, Papp Éva, Tordai Magdolna, Varga Anita, Vécsey István, Wilhelms Don, Magyar Űrkutatási Iroda, Eötvös Loránd Tudományegyetem, TTK, MTA Geonómiai Tudományos Bizottság, BDF Főigazgatóság és Hallgatói Önkormányzat, valamint a NASA Johnson Space Center, Houston, Planetary Materials Laboratory és a Lunar and Planetary Institute, Houston.

E munka megjelentetését a Magyar Űrkutatási Iroda az ELTE TTK / MTA Geonómia Bizottság Kozmikus Anyagokat Vizsgáló Űrkutató Csoport TP-154/2001 számú témapályázata keretében támogatta. E támogatásért a szerkesztő a MŰI-nek köszönetet mond.
(Az OTKA T/26660 munkák része is.)

Kiadja az UNICONSTANT, Püspökladány, Honvéd u. 3.
Bérczi Szaniszló (szerk.): Kis Atlasz a Naprendszerrel (2): Planetáris felszínek vizsgálata a SURVEYOR - alapján megépített - HUNVEYOR kísérleti gyakorló űrszondával.

ISBN 963 00 6314 XÖ
963 00 6316 6

