

T I Z É V Ü R K U T A T Á S

A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége
Központi Asztronautikai Szakosztályának
ünnepi ülészaka
az űrkutatás 10. évfordulója alkalmából

Budapest, 1967. október 6-7

Kiadja: a MTESZ Központi Asztronautikai Szakosztálya, 1968.

TARTALOMJEGYZÉK

Előszó	5
1. Fonó Albert Elnöki megnyitó	9
2. Nagy Ernő Az asztronautika tiz éve	17
3. Dr. Echter Tibor Biológiai űrkutatások története és kérdései	35
4. Dr. Hideg János és Dr. Szelényi István Az űrutasok élelmezési problémái	67
5. Dr. Szántó Ferenc Az űrkabin mikroklímája	79
6. Almár Iván A felsőlégkör vizsgálata mesterséges holdak mozgásának megfigyelése alapján	93
7. Tóth György A mesterséges holdak fotometriai megfigyelése	101
8. Flórián Endre Az ionoszféra kutatása és a magnetoszféra felfedezése a mesterséges égitestekkel	111
9. Barta György A Föld erőtereinek sajátosságai és belső szerkezete	121
10. Érdi-Krausz György Mesterséges holdak geodéziai alkalmazása	129
11. Tünczer Tibor Mesterséges holdak a meteorológia szolgálatában	141
12. Ferencz Csaba A világűrbeli közeg (plazma) vizsgálati módszerei	151

13. Pápay Zsolt
Információátvitel mesterséges holdakról és az adatok
feldolgozása (telemetry) 161
14. Abonyi Iván:
Folyadékok és gázok a súlytalanság állapotában 169
15. Marx György
A hosszutávolságu űrutazás energiaproblémái 181

Az ülészakon ezen kívül elhangzott még az alábbi két előadás:

Rudnai Guidó: Az űrkutatás megtermékenyíti a műszaki kutatást

Gschwindt András: Hírközlés mesterséges holdakkal.

Rudnai Guidó előadása bővített alakban időközben "Az űrkutatás és a gépszerkezetek fejlődése" címmel megjelent a Járművek-Mezőgazdasági Gépek 15. évf.-ban. /1968. 5. szám, 161-165. old./

68/5746/CS

KÉRDÉSEI, RÁDIÓTECHNIKAI PROBLÉMÁK

AZ ŰRKUTATÁS FIZIKAI-TECHNIKAI

P á p a y Z s o l t :

I N F O R M Á C I Ó Á T V I T E L M E S T E R S É G E S
H O L D A K R Ó L É S A Z A D A T O K
F E L D O L G O Z Á S A (T Á V M É R É S)

A műhold-adatforrások információinak megszerzésére elsődlegesen rádiótáv mérő (telemetria) rendszert alkalmaznak. Csak ez az aktív információ átviteli rendszer tesz lehetővé időazonos (real-time), azaz a mérés pillanatával egyidejű adatszerzést, közvetlen kapcsolattartást a mesterséges holddal vissza nem térés esetén.

A távmérő rendszer funkciói:

- a közvetlenül hozzá nem férhető mennyiségek mérése, átvitel előtti feldolgozása
- az eredmények átvitele az elsődleges érzékelőktől távoli állomásra
- az adatok feldolgozása: értelmezése, jelzése és/vagy regisztrálására vétel után.

A távmérő rendszer bemenete tehát az érzékelővel átalakított fizikai mennyiségre jellemző elektromos jel, kimenete pedig a Földön elhelyezett vevő és adatfeldolgozó berendezés regisztráló egységei. Az átviteli vonal egy része rádiófrekvenciás összeköttetés. Emiatt a közvetlen kapcsolat

csak akkor teremthető meg, ha a mesterséges hold a rádiós horizont felett tartózkodik. Ez indokolja a földi megfigyelő hálózat kiépítésének szükségességét. Gyakran csak egy állomás végzi az adatok vételét és feldolgozását, ehhez az szükséges, hogy a mesterséges hold összegyűjtse és tárolja az adatokat addig, amíg a megfigyelő körzetébe ér, majd ott nagy sebességgel továbbítja.

Az információszerzés további módszerei, tárolás és a mesterséges hold (memória) visszahozása, vagy a mérések színhelyén embert szállító űrhajó résztvétele csak az esetek kis, speciális részében engedhető meg.

A rádió távmérő rendszer minden műhold-kísérlet szerves része. Az információ továbbítás sebessége és az adatok mennyisége azonban korlátozott, a lehetőségek rövid áttekintésére az átviteli lánc egyes elemeit kell megvizsgálni.

Adatforrások (érzékelők, mérőműszerek). A mérési cél alapján az adatforrások két csoportját szokás megkülönböztetni: (1) a "helyi környezet" sajátosságait vizsgáló berendezések és (2) a "tudományos-mérés" feladatait ellátó érzékelők.

A helyi környezet mérőműszerei egyrészt a tervezés ellenőrzését végzik, a berendezések működés közbeni vizsgálatát vagy részleges meghibásodásának értékelését segítik elő, másrészt a tudományos mérőberendezések kalibrációjában szolgáltatnak alapinformációkat (pl. a hőmérséklet és a feszültség ismerete szükséges a kalibráció korrekt kiválasztásához). Alapvető, közös jellemzőjük, hogy az információ tartalom kicsi. Például a hőmérséklet indikálása csak, vagy még hosszabb időközökben szükséges csak, kivéve természetesen az indítás és atmoszférába való belépés fázisait. Így kis sáv szélesség elegendő a továbbításhoz. (A katasztrófális meghibásodás általában olyan gyors, hogy megengedhetetlenül nagy sáv szélesség lenne szükséges a meghibásodás

természetének exakt meghatározásához.) További sávszélesség csökkentésre ad lehetőséget, hogy rendszerint megvalósítható az, hogy a fizikai jellemző (hőmérséklet, nyomás, feszültség, áram, rezgések, gyorsulás, stb.) mérése csak egy adott határon felüli vagy aluli adatok átvitelére korlátozódik (adatkompresszió), mert egyébként tudjuk, hogy a rendszer megbízhatóan működik. Bár a tervező maximális információ mennyiséget kíván a rendszerről, a mesterséges hold működésének figyelésére használható sávszélesség korlátozott, hiszen az elsődleges feladat a tudományos mérés érzékelői adatainak továbbítása.

A tudományos mérés érzékelők a mesterséges hold küldetésének (a vizsgálat céljának) megfelelően a műhold közvetlen közelében vagy a tér más részein fellépő fizikai jelenségek tanulmányozását szolgálják. Rendkívül nagy változótosságu műszereket szállítanak a mesterséges égitestek, melyekkel az információ átviteli rendszer tervezőjének kell foglalkoznia, de legalábbis kimenőjelek sajátosságait ismernie. A kiválasztás természetesen a tudományos kísérletezők feladata. A távmérő rendszernek a méréshez (az adatforrás kimenő jellemzőjéhez) kell igazodni, de az átviteli lehetőség befolyásolja a fizikai jellemzők átalakítását. Az adatforrások kimenő jelét illeszteni kell a távmérő rendszerhez, így a mesterséges holdon szükséges az adatok továbbítás előtti feldolgozása.

Adatátvitel. Az információ rádiófrekvenciás vivőhullámon történő továbbítására a mérőeszközök megfelelően átalakított kimenőjele a nagyfrekvenciás vivő valamely jellemzőjét változtatja (modulálja). A változtatás folyamatosan vagy diszkrét lépésekben történhet, az egyes mérőeszközök információit időben folytonosan vagy mintavételezéssel vihetjük át. Ezek alapján három alapvető osztályba sorolhatjuk a modulációs rendszereket:

1. az információ folyamatosan változtatja a vivő valamely paraméterét (AM, FM, PM), a jelforrás nem mintavételezett a moduláció előtt.
2. a modulációs paraméter folytonosan változik, de a jelforrás mintavételezett (PAM, PFM, PPM, PDM)
3. digitális átvitel: a jel mintavételezett és amplitudója kvantált (PCM, FSK, PSK).

Minden kísérlet esetén egynél több információ csatorna biztosítása szükséges. Nem praktikus és nem hatásos minden csatorna számára külön rádióösszeköttetést használni. Elkerülhető a bonyolult antenna, hely, súly és energia takarítható meg, ha sok csatornát egyidejűleg, egyetlen rádióvonalon visszük át (multiplex rendszer), újabb moduláció közbeiktatásával.

A csatornák elkülönítésének két elvi módszere van: (1) a frekvenciaosztás (segédvivő) időben folyamatos átvitelt tesz lehetővé, pl. FM/FM. (2) az időosztás (kommutáció) megvalósításához mintavételezés szükséges, pl. PAM/FM. Igen sokféle típusú információ átviteli rendszer alakítható tehát ki a többféle modulációs rendszer és multiplifikációs lehetőség kombinálásával. Ezek sajátosságainak ismerete szükséges ahhoz, hogy adott típusú mérések, ill. információ átvitel esetén a megfelelő rendszer kiválasztható legyen.

A különböző távmérő rendszerek összehasonlítása elsősorban a teljesítőképességük alapján történhet (energia/információ bit). A korlátozó faktorok: megbízhatóság és működési hatásosság, azaz csatorna kapacitás, illetve teljesítmény fogyasztás. Az egyes rendszerek technikai specifikációi (sávszélesség, jel/zaj arány, zavarérzékenység, stb.) alapján rangsorolhatók az egyes rendszerek, a szoká-

sosan alkalmazott típusok: FM/FM, FM/PM, illetve PAM/FM, PCM/AM, PPM/AM, PDM/AM.

A bonyolultság és megbízhatóság szerint általában a következő típusokkal számolhatunk: (1) sok, relative lassan változó információju csatorna átvitelére időosztás előnyös, (2) 15-20, gyorsan változó információju csatorna átvitelére gyakoribb a frekvenciaosztás (megbízható, az áthallás még elkerülhető), (3) sok, gyorsan változó információju csatorna átvitelére időosztásos rendszer előnyös (itt az áthallás nem korlátoz komolyan), a feladat több FM/FM telemetria alkalmazásával is megoldható, (4) néhány gyors és sok lassan változó információ továbbítására segéd-kommutációt használnak PAM/FM-FM rendszerben.

A különböző típusu adatok átvitelére (tehát a hajlékonyság szempontjából) az időosztás kedvezőbb, mert igen rugalmas a csatornaszám, frekvenciaátvitel és adatkezelés szempontjából. A digitális rendszer nagy megbízhatósággal és pontossággal rendelkezik.

Kis csatornaszám esetén ma már szabványos távmérő rendszereket alkalmaznak.

Adatfeldolgozás. A földi berendezések felépítését az adatforrások információnak továbbítás előtti átalakítása és az alkalmazott adatátviteli technika szabja meg. A jelek vétele és demodulálása után regisztrálás vagy további feldolgozás történik.

A teljes rendszer digitális vagy analóg lehet. A digitális rendszer előnye a nagy pontosság, könnyü adatátvitel, hatásos hibajavítás, feldolgozás és tárolás lehetséges. A digitális adatok kevésbé zavarérzékenyek, driftmentesek. Kis teljesítmény szükséges távoli berendezések számára. Közvetlenül alkalmazható digitális számítógép, tehát automatikus, nagytömegü adatfeldolgozás.

Az analóg rendszerek, bár kisebb pontosságot biztosítanak, azonnali működésük, nagy sáv szélességgel rendelkeznek, s mivel a rendszer bonyolultsága kisebb, ezért olcsó. Működésüket korlátozzák azonban a zaj, kalibrációs hibák, drift, erősítés változás, stb.

Gyakori a két rendszer kombinálása. A digitális rendszerhez relatíve nagy kezdeti ár szükséges, de ha a probléma bonyolultsága nagy, olcsóbb, mint az analóg rendszer.

A földi követő állomások ma már rendkívül nagy tömegű adattal kénytelenek dolgozni, a problémát hathatósan csak a számítógéptechnika fokozott alkalmazásával lehet megoldani.