

Az Oscar-program és az Oscar 3 hazai megfigyelése

ETO 561.507.2:081.306.43

Az Egyesült Államok vandenbergi űrkísérleti telepéről 1965. március 9-én egyetlen Thor-Agena D hordozó rakétával nyolc mesterséges holdat bocsátottak fel közel azonos pályára. E mesterséges holdak között szerepelt az amerikai rádióamatőrök által épített harmadik mesterséges hold, az Oscar 3. A kísérlet során pályára vezérelt nyolc mesterséges hold rendre a következők:

- két darab US Navy gömb-műhold, éspedig
 - Greb (1965-16 A),
 - Solar Radiation 6 (1965-16 D),
- Gravity Gradient Satellites, mégpedig
 - Grav-Grad 2 (1965-16 B),
 - Grav-Grad 3 (1965-16 C),
- Secor 3 (1965-16 E),
- Surcal 2 (1965-16 G),
- Dodecahedron (1965-16 H),
- Oscar 3 (1965-16 F),

továbbá pályán maradt a kiégett Agena D rakéta-fokozat is.

A pálya magassága körülbelül 575 mérföld és így a mesterséges holdak valószínűleg 1000 évig pályájukon maradnak. Az angol űrutakatok megfigyelései szerint a mesterséges holdak a pályán egymás után haladnak a következő sorrendben. A kiégett rakétatest (Agena D) után 16 perc múlva a Surcal 2, Secor 3, Oscar 3, Dodecahedron következik a vázolt sorrendben, majd 6 perc múlva a Grav-Grad 2 és újabb két perc elteltével a Grav-Grad 3, a Greb és az SR6 válik „láthatóvá”.

Az Oscar-program (Orbiting Satellite Carrying Amateur Radio) célja, hogy amatőrök által épített aktív híradástechnikai mesterséges holdakat bocsásson a rádióamatőrök rendelkezésére, elősegítve a nagytávolságú URH hírvitelt. Az első közlemények 1959-ben láttak napvilágot és ezekben közzétették, hogy a kifejlesztendő híradástechnikai mesterséges hold az URH amatőrsávban fog üzemelni. Minden Oscar mesterséges holdat a hivatalos űrutatási programok valamelyik, megfelelő pályát biztosító kísérlete során, mintegy „mellékes” teherként juttatták pályára. Az első kísérletekben tisztázni kellett a Földön nem utánozható jelenségek hatását a műhold berendezésére, a világűrbeni üzemszervezés közötti működést, főképpen a mesterséges hold ügyszervizálásának kérdését. (Mivel csak sugárzás útján tud a mesterséges hold hőt leadni, így igen nagy a megengedettnél nagyobb mértékben történő felmelegedés veszélye.) Ezeket a problémákat tisztázta az Oscar 1 és 2. Ugyanakkor az érdeklődő amatőrökből kialakult az Oscar-program egész világot átfogó követő hálózata. Ezek után ke-

rült napirendre a végleges mesterséges hold feladatából adódóan az aktív hírvitelnél felmerülő kérdések (a berendezések működése, hullámterjedés, stb.) tisztázása és e célból bocsájtották fel az Oscar 3 mesterséges holdat, mely feladatát lényegében sikerrel megoldotta. Az Oscar mesterséges holdakat az amatőr forgalomban bizakodást, jövedvet kifejező HI távirójelekről lehet felismerni.

Az Oscar 3. megfigyelésére a Budapesti Műszaki Egyetem Rakétatechnikai Tudományos Diákköre (RTDK) is bekapcsolódott. A megfigyelő csoport munkája 1965. március 20-tól 1965. április 5-ig tartott. A megfigyelő állomást az MHS hármashatárhegyi HG 5 KBP URH adóvevő állomásán építették ki. A megfigyelések — a műhold „látható” átvonulásainak megfelelően — éjszaka, este 19^h és reggel 9^h között történtek. Az adatok értékelését részben azonnal, részben pedig utólag végezték el. A RTDK megfigyelő-csoportjának tagjai Ferenc Csaba, Gschwindt András, Major László és Pápay Zsolt voltak.

A RTDK vállalkozása hazai viszonylatban egyedülálló és úttörő jellegű. A kapott adatok mind esetleges későbbi műholdmegfigyelésekben, mind az RTDK további munkájához igen hasznosak, sok fontos és másképpen igen nehezen megszerelhető tapasztalattal párosultak.

A megoldandó fő feladatok a következők voltak: Ki kellett építeni a megfigyelőállomást, mégpedig úgy, hogy biztosítsa a mesterséges hold követését, az adattárolást és a gyors értékelést. A követéshez vízszintes és függőlegesen egyaránt forgatható antennát kellett készíteni. Ki kellett dolgozni részben a telemetriks (távmerő) rendszer adatainak értékelési módszerét, részben a mesterséges hold mozgására vonatkozó méréseket. A megfigyelés ideje alatt igen értékes tájékoztatást kaptunk az optimális megfigyelőcsoport összetételére és a munkaszervezésre vonatkozóan is.

A távmerő adó adatai, valamint a mesterséges hold mozgásának elemzése igen fontos és hasznos eredményeket szolgáltatott. Ezenkívül sikerült el-sajátítani a gyors, nem ismételtető űrutatási mérések technikáját is, amelyeket a berendezések adta korlátok között a lehető legpontosabban kell elvégezni.

Ezúton is szeretnénk köszönetet mondani a Magyar Honvédelmi Sportszövetség Rádiós Főosztályának és a Központi Rádióklubnak a kísérlet reális alapját létrehozó segítségnyújtásért. Szeretnénk megköszönni a Távközlési Kutató Intézetnek a gyors és hathatós segítséget, amellyel hiányzó, import alkatrészeket bocsájtott rendelkezésünkre. Köszön-

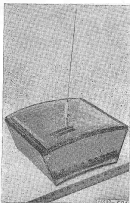
jük a Budapesti Műszaki Egyetem Elméleti Villamoságtan Tanszékének, hogy az összes felhasználásra került műszert rendelkezésünkre bocsájtotta, valamint a Vezetéknélküli Híradástechnika Tanszéknek az értékelésnél nyújtott támogatást. Megköszönjük Tarkovác Sándor III. éves híradástechnikus hallgatónak a forgatható antenna elkészítésénél nyújtott áldozatkész segítségét.

1. Az Oscar mesterséges holdak rendszertechnikai felépítése

Aktív hírközlő mesterséges hold építése és üzemeltetése vitathatatlanul sok és szerteágazó problémát jelent, nem érdektelen tehát, ha röviden áttekintjük az Oscar 3 megjelenéséig megtett utat. A kísérletek során használt frekvenciartomány a 144–146 MHz-es, nemzetközileg amatőr célokra engedélyezett URH-sáv volt.

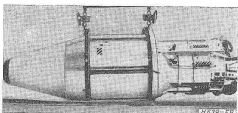
1.1 Az Oscar 1 és 2

A kísérletorozat első fázisa a műhold tényleges üzemi viszonyainak vizsgálata, így az Oscar 1 és 2 még nem volt alkalmas hírvitelre (relézésre). Az első két kísérlet lényegében az elektromos berendezések próbája volt, és ennek kapcsán, lehetőség nyílt a műhold megfigyelésére (és későbbi kísérletekben használatára) szolgáló földi amatőr-hálózat kiépítésére is. Mivel a tervezésnél, építésnél (és üzemnél) az egyik legnagyobb problémát a műhold hőegyensúlyának biztosítása jelenti, az elektromos berendezés feladata volt a műhold hőmérsékletének folyamatos mérése és az adatok továbbítása a földi megfigyelők számára.

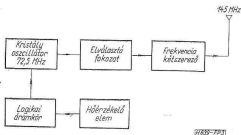


1. ábra. Az Oscar 1

Az Oscar 1 mesterséges hold (1. és 2. ábra) 1961. december 12-én került a következő pályára: perigeum 245 km, apogeum 431 km, periódusidő 92 (89) perc, a pályasík egyenlítővel bezárt szöge 81,2°. A közel 5 kg súlyú berendezés 20 millió mérföld megtétele után 1962. január 3-án semmisült meg. A műhold hőmérsékletét mérő rendszer blokkdiagramját a 3. ábra



2. ábra. Az Oscar 1-et pályára állító Agena B rakéta



3. ábra. Az Oscar 1 és 2 elvi felépítése

mutatja. Az információk átvitelére impulzusfrekvenciamodulációt alkalmaztak, az adó HI táviró jeleket sugárzott, ami lehetővé tette az azonosítást. A modulációs forma a telemetria adatainak könnyű kiértékelhetőségét biztosította, így a komoly műszerezettséggel nem rendelkező amatőrök 10 HI jel idejének mérésével az előre közrebocsátott diagramból egyszerűen meghatározhatták a műhold hőmérsékletét. Az adó teljesítménye 140 mW volt, névleges tápfeszültség mellett.

A hőegyensúly biztosítása komoly nehézséget jelent, hiszen az elektromos berendezésekben disszipáló hő mellett a napsugárzás is hőfelvétellel jár (ez igen megnöveli a műhold felületének hőmérsékletét). A hirtelen hőmérsékletemelkedés semmi esetre sem kívánatos. Mivel hőleadás csak sugárzás útján történhet, csak megfelelő konstrukcióval (és anyagokkal) érhető el az egyensúly létrejötte. Ezért pl. a műhold belsejét kiöntőanyaggal töltötték meg, (ez a mechanikai szilárdságot is növelte). A kísérlet során kapott adatok szerint az 50. fordulat után létrejött az egyensúlyi állapot, a mesterséges hold belső hőmérséklete 53 °C volt. A telepízfeszültség csökkenésekor, a 200. fordulat után, ez a hőmérséklet lecsökkent.

A kísérlet sikerén túl az is pozitív eredményt jelentett, hogy 28 ország 570 rádióamatőrének sikerült a telemetria jeleit amatőr eszközökkel megbízhatóan venni és értékelni.

Az 1962. június 2-án indított Oscar 2 szintén ellipszis alakú, de alacsonyabb perigeumú pályára került, mint elődje. A telemetria elvi felépítése az Oscar 1-éhez hasonlított. Az építésnél néhány módosítást hajtottak végre az Oscar 1-nél tapasztalt hibák kiküszöbölésére. Így stabilizálták a HI jelek

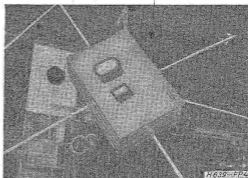
ismétlődését meghatározó multivibrátor telepfezlültségét, mert az Oscar 1-nél a frekvencia feszültségfüggése különösen a telepfezlültség meredek csökkenésekor nehezítette az értékelést (pl. a 240. fordulat után 20%-ra csökkent a hőmérsékletmérés pontossága). A belső hőmérséklet csökkentésére a műhold külső borítólemeze alá Al-fólia szigetelést helyeztek, ezzel elérték, hogy lecsökkent a belső hőmérséklet. A műhold a 295. fordulat után égett el, erre utalnak az utolsó fordulatokban mért erősen emelkedő jellegű hőmérséklet adatok.

A két kísérlet megfelelő eredménnyel zárult, így a hasonló felépítésű, de megnövelt adóteljesítményű (240 mW) harmadik műhold fellövésére nem került sor. Itt még azt a változtatást tervezték, hogy a távirőjeleket koherens kapcsolóköör mindig azonos fázisban indította volna.

1.2 Az Oscar 3.

A tapasztalatok alapján most már megindulhatott a hírközlésre alkalmas, aktív műhold tervezése és építése. Az 1963 áprilisában kiadott közlemény szerint olyan rendszert terveztek, mely a 144–146 MHz-sáv alacsonyabb frekvenciájú részén veszi a földi adást 50 KHz-es tartományban, erősíti (3 MHz középfrekvencián), majd az amatőrsáv felső végén közel 1 W teljesítménnyel kisugározza. Energia-takarékossági szempontból az erősítőkazetók földi parancsra történő ki- és bekapcsolását is meg akarták valósítani. Mivel közös adó és vevőantennát terveztek, a vevő bemeneti szűrőjénél a kisugárzott jel elnyomásának követelményét (–70 dB) nehéz volt megvalósítani. Komoly gondot jelentett a hőegyensúly biztosítása, hiszen a belső disszipációt meg kellett (3–4 W). Újabb kísérlete azonban csak 1965-ben került sor. Az előtér módosított változatát vitelezték ki, amelybe már be tudták építeni az új, jobb alkatrészeket (pl. nagyobb határfrekvenciájú és erősítésű tranzisztorok).

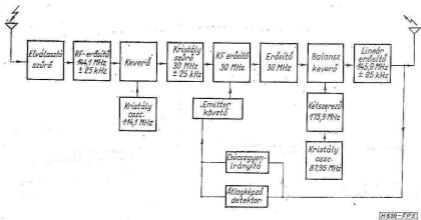
Az Oscar 3 aktív mesterséges holdat 1965. március 9-én állították 1000 Km-es magasságú közelítőleg körpályára; a pályasík egyenlítővel bezárt szöge



4. ábra. Az OSCAR 3 a földi mérőpanellal

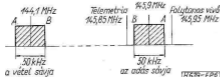
70°, periódusidő 103,5 perc. A körpálya előnye, hogy az érintett területeken egyforma megfigyelési lehetőséget biztosít. Az Oscar 3 mérete 44,5×30,5×16,5 cm, súlya 13,6 kg. Négy antennája volt, egy a vevő számára, három pedig a reléző rendszer adóját (145,9 MHz, 1W), a telemetria adót (145,85 MHz, 25 mW) és a második, folytonos jelű adót (145,95 MHz) szolgálta (4. ábra).

Az Oscar 3 elsődleges feladata a hírközlés (relézés) megvalósítása volt. Az elektromos rendszer blokk-sémája az 5. ábrán látható. Az előtervekhez képest a vevő-szűrővel szemben támasztott követelményt sikerült csökkenteni azaz, hogy adásra és vételre külön antennát használtak (az antennák $\lambda/4$ -es sugárzók voltak), a középfrekvencia értékét 30 MHz-re növelték, a parancsvevő nem került beépítésre. Újdonság a gyors és lassú (vagy átlagképző) szint-szabályozó áramkör, mely a KF erősítő első három fokozatát szabályozza. Sikerült ezzel a maximális kimenőteljesítményt 1 W-ra stabilizálni. Ezt a teljesítményt a rendszer a relézett állomások között a vételőidali teljesítményeloszlásnak megfelelően osztja el, vagyis több állomás vétele esetén az 1 W-hól

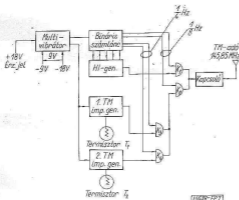


5. ábra. Az Oscar 3 hírviteli rendszerének blokkdiagramja

kevesebb jut egy állomásra. Így előfordulhat, hogy egy nagy térrővel jelentkező állomás elnyomja a többiét, ezért ajánlásokban előírták a legnagyobb földi adóteljesítményt. $\lambda/4$ -es sugárzó esetén 50 W, 3 elemes Yagi-antenna használatakor 10 W maximális adóteljesítményt ajánlottak az amatőröknek. A jelrejtés a Doppler-hatás miatt eltörlődik, ezért a reléző rendszerben a két frekvencia-transzponálást ellentétesen végezték, vételnél kivonó, adásnál pedig összegző keverést alkalmaztak. Vagyis a vételi sáv fordítottja jelent meg az adási sávban, az eredő Doppler-eltolás, a vételnél és adásnál bekövetkező eltolás különbsége így lecsökkent. A frekvencia elosztást a 6. ábra mutatja. Az adási sáv két szélén sugárzott a telemetriai adó és a követéshez, illetve Doppler-eltolás méréséhez jól alkalmazható folytonos jelű adó. Eddigi közlés szerint március 15-én (a 74. fordulat közben) sikerült a reléző rendszerrel összeköttetést teremteni Zürich és Medfield, Massachusetts között. (A folyamatos jelet sugárzó adó meghibásodás miatt nem működött.)

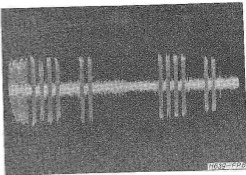


6. ábra. Az Oscar 3 frekvenciaterve



7. ábra. Az Oscar 3 telemetriájának blokkdiagramja

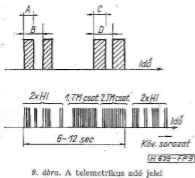
A műhold üzemének ellenőrzésére használt telemetria több információt szolgáltatott, mint az előző két Oscar műholdnál. A hírközlő rendszer energiaellátását nem tölthető ezüst-cink telep biztosította, a fogyasztás 5 W volt. (A telep kimerültségéig erről üzemelt a telemetria is.) Mivel a reléző rendszer működése a három-négy hét eltartamú főtelep kimerülésével megszűnik, fontos volt a telepfelesztés folyamatos mérése. Az információ átvételére impulzus frekvenciamodulációt használtak. Mérték továbbá a műhold két pontjának hőmérsékletét, az



6. ábra. HI azonosító jelek

egyik telemetriai csatorna a reléző rendszerben lévő lineáris erősítő végtranszistorainak hőmérsékletét (T_1) szolgáltatta, a másik a főtelep-tok hőmérsékletét (T_2). A telep volt a legnagyobb tömegű test a műholdon, így T_2 a műhold átlaghőmérsékletére volt jellemző. Az adatok továbbítására impulzus szélesség modulációt alkalmaztak.

A telemetria blokkdiagramja a 7. ábrán látható. Adója kapcsolt üzemben dolgozott, kimenő teljesítménye kb. 25 mW. Az adóra kapcsolódó jelforrások a főtelep feszültségével változó frekvenciájú multivibrátor vezérelte. Névelges frekvenciája 25 $^\circ\text{C}$ és -18 V telepfelesztés mellett 64 Hz volt, a telep kimerülésével a pályakezdeti kb. 69 Hz-ről közel 37 Hz-re csökkent le. Méréseink alapján ez a pályára kerülés utáni negyedik hét elején következett be. A földi próbák szerint a frekvencia hőmérséklet-függése közepes (mértékelt) hőmérséklet változások esetén elhanyagolható, vagyis ha a műhold tényleges hőmérséklete a tervezett értéktől nagyon nem különbözik. Ez a közelítés, különösen műhold megfigyelésünk végén (a hőmérséklet ~ 100 $^\circ\text{C}$) már nem volt elfogadható. A telemetriai csatornák sorrendi kiválasztását négy ES-kapu (K_1 – K_4) végezte. A teljes jelsorozat első részében (4 sec) a dióda-mátrix HI generátor kapcsolta az adót. A két HI azonosító jel (8. ábra) időjelként is szolgált (az Oscar 1 és 2-höz hasonlóan időméréssel lehetett megállapítani a frekvenciát), másrészt biztosította a két hőmérséklet-csatorna egyértelmű szétválasztását. Az adó ezután a két hőmérsékletadatot szolgáltatta, először T_1 (2 sec), majd T_2 (2 sec) értékét. Az információt az A/B, ill. C/D arány hordozta. A következő periódus ismét az azonosító jelekkel kezdődött (9. ábra). A Schmidt-trigger telemetriai impulzus generátorokban az előfeszítést vezérlő ellenállásokként alkalmazták a hőmérsékletmérő terminátorokat. 50% volt az impulzus szélesség aránya a normál működési hőmérsékletnél és tervezett változása közel 80%-ig (60 $^\circ\text{C}$) terjedt. Eonál nagyobb hőmérsékletértékek is előfordultak megfigyelésünk során. A telemetria kezdetben a főtelepről üzemelt, ennek kimerülése után külön akkumulátor biztosította energiaszükségletét, melyet a műhold felületén elhelyezett nap-elemek töltenek.



8. ábra. A telemetrikus adó jelel

A mért frekvencia illetve impulzusszélesség-arány adatok az előre megadott kalibrációs görbék alapján szolgáltatották a főtelep feszültségét és az Oscar 3 két pontjának hőmérsékletét.

2. Megfigyelés és adatfeldolgozás

2.1 A mesterséges holdról érkező jelek vétele

A RTDK mesterséges hold figyelő állomása, mint már említettük, a Hármashatárhegyen volt, 497 méterre a tengerszint felett.

Az állomás földrajzi helye: Budapest-Hármashatárhegy.

Szélesség: $\sim \text{É } 47^{\circ}33'29''$
Hosszúság: $\sim \text{K } 19^{\circ}00'20''$

A közvetlen környékén a vétel szempontjából zavaró magasra nem volt, s az antennát sikerült kellően magasra, az erdő fái fölé emelni néhány méterrel. Sajnos Budapesttől, ettől a komoly zajforrástól, nem voltunk elég távol, s ez különösen reggelente zavarta a délkeleti irányú vételt.

Az összes adatot helyi idő szerint — a közép-európai zónaidőnek megfelelően adtuk — meg. A GMT-től számított időeltérés így +60 perc.

A vevőantenna ismert, tízelemes Long-Yagi típusú volt, a szokott módon illesztve a vevőhöz csatlakozó koaxiális kábellel. A vevőantennát mind a vízszintes, mind a függőleges síkban egyaránt forgatni lehetett. A forgatás kézzel történt, az antennáról a talptányérban és a rögzítőkötelek tartó gyűrűjében egyaránt elfordulhatott. A függőleges forgatást az árboc belsejében az antennához felvezetett acélsodronyokkal végeztük, amelyeket alul az árbocra erősített rúddal lehetett mozgatni. Az antennát az árboc végéhez rögzítő elforduló-bilincs és az árbocvég elég nagy felületen támaszkodott egymásnak, s így az antenna vízszintes forgatásánál nem lépett fel észrevehető holtjáték. Mivel a függőleges mozgatótató végző karral az antennát vízszintesen is el lehetett fordítani, az antenna kezeléséhez egyetlen ember elegendő volt. Az antenna és a mechanizmus a megfigyelési idő alatt kijelöltően működött.

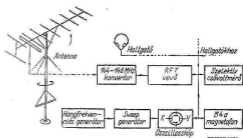
Ha kis magassági szögű pályákat kellett megfigyelni, akkor csak vízszintesen forgatható, távirányítású szelszín visszajelzéssel ellátott antennát használhattunk. Ezzel igen pontosan tudtuk mérni

a megjelenési és eltűnési irányokat. Mint az adat értékelési részben majd látni lehet, így nagyon fontos bázisadatokat kaptunk. A meghajtó motorral és a visszajelző szelszín párral néha nehézségeink voltak.

Követéskor a kezelő az antennával jelmaximumra állt; a vett jel erősségét fejhallgatással figyelte. Az antennát leggyezőszerűen mozgatva nagy biztonsággal ki lehetett jelölni a mesterséges hold irányát. Az antenna térbeli elhelyezését megállapításához éjszakára megvilágítást biztosítottunk.

Az antennáról beérkező jelet amatőrkészítésű, kvarcvezérelt konverterbe vezettük, amely az URH jelet a rövidhullámú sávba tette át (6 MHz). A konverter eldörécsítő csöve a kis zajú, nagy meredekségű D3a (Siemens gyártmányú) pentóda volt. Az egység érzékenysége meghaladta a 0,5 μV -ot.

A konverter 6 MHz frekvenciájú kimenő jelét RFT gyártmányú RH vevőkészülékbe vezettük (10. ábra). Az Oscar 3 A1 üzemban sugározta a telemetrikus (táv mérő) csatornák jeleit és a HI azonosító jeleket. A vett távirőjeleket a vevőhöz oszcillátorával üttettük és így további feldolgozásra alkalmas hangfrekvenciás jeleket kaptunk. Az így kapott jelet vezettük a fejhallgatókba, a durva megfigyelést lehetővé tevő hangszóróba és a tároló-magnetofonba. A hangszóró alkalmazása nemcsak a megfigyelés biztonságát növelte (mindenki hallotta), hanem az összes jelenlevő összhangolt munkáját is lehetővé tette, hiszen a HI-jelzésekhez lehetett igazodni.



10. ábra. A földi megfigyelő állomás blokkdiagramja

A kapott jeleket tároltuk, a telepfeszültséget azonnal értékeltük, és ezeket a jeleket használtuk fel a pályára jellemző Doppler-frekvenciaeltolódási görbék meghatározására is.

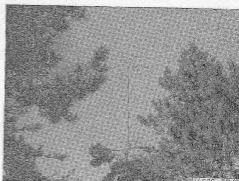
2.2 A dekódoló és tároló rendszer

A telemetrikus adatok közül a helyszínen, az átvonulások alatt értékeltük a telepfeszültséget. Mint tudjuk, a telepfeszültséget a telemetrikus csatornák impulzusainak frekvenciája tartalmazta, tehát vagy közvetlenül ezt a frekvenciát, vagy egy teljes periódus (HI—HI és a két telemetrikus csatorna) idejét kellett mérni. Mindkét módszert alkalmaztuk, és az eredmények igen pontosan megegyeztek.

Az impulzusszélesség közvetlen mérése: A vevőkészülék kimenő jelét oszcillásközpontú függőleges erősítőjének bemenetére vezettük. A vízszintes eltérítő



11. ábra. AZ RTDK bármushatárhegyi megfigyelőállomás



12. ábra. A megfigyelőállomás antennája

fűrészgenerátort hanggenerátorral vezérelt generátor impulzusaival szinkronizáltuk. Ha a hanggenerátor és a vett jel telemetrikus impulzusképe megegyezett, akkor az oszcilloszkóp képernyőjén egyetlen álló impulzust lehetett látni a telemetrikus csatornák vétele alatt.

Kedvezőtlen vételi viszonyok esetén ez a módszer a jel/zaj érték romlása, tehát az oszcilloszkóp ernyőjén látható kép megbízhatatlanná válása miatt nem alkalmazhattuk (az impulzus eltűnt a zajfűben). Ilyenkor is meg lehetett azonban mérni hallás alapján a teljes jelperiódus idejét (a fül igen érzékeny és a zajban válogatni tudó „műszer”). A kapott időből az impulzusképe oszcilloszkóppal adódott: 512-t el kell osztani a teljes jelperiódus mért idejével és megkapjuk az impulzusképe frekvenciáját Hz-ben.

A jel/zaj viszonyt is az oszcilloszkóp segítségével határoztuk meg. A képernyőn megmértük a jel- és zajfeszültség amplitúdóját.

A további telemetrikus adatok utólagos értékelése és a mérések reprodukálhatósága érdekében az Oscar 3 jeleit magnetofonszalagon rögzítettük. Az adat-rögzítéshez BRG gyártmányú M4a „Koncert” típusú készüléket használtunk BASF LGS 35 szalaggal. A szalagsebességet 9,5 cm/s-ra állítottuk, miután kísérletileg megállapítottuk, hogy ennél a sebességnél már elegendően kicsi az impulzusok torzulása. A torzítást tovább lehetett volna csökkenteni a különböző hangfrekvencia növelésével; erre azonban nem volt lehetőségünk.

2.3 Doppler frekvenciaeltolódás mérése

A Doppler-hatás következtében a beérkező elektromágneses hullám frekvenciája a mesterséges hold megfigyelőhöz képesti közeledési, illetve távolodási sebességével arányosan megváltozik. Mivel a mesterséges hold áthaladásakor a megfigyelőhöz képesti sebessége állandóan változik, ezért a vett jel frekvenciája és így az utó-oszcillátorral való üttetés után keletkezett hangfrekvenciás jel frekvenciája is állandóan változik.

Az üttetés utáni jel frekvenciáját szelektív csövtérrel mértük és a megfigyelés pillanatnyi

idejéhez feljegyezve a jel pillanatnyi frekvenciáját, megkaptuk a Doppler-eltolódási görbéket. Mivel az utó-oszcillátor frekvenciája magasabb volt, mint a vett jel frekvenciája, a mesterséges hold sugár irányú közeledési sebességének csökkenésekor a különböző frekvenciák növekedtek.

A vevőkészülék sávszélessége kisebb volt, mint a Doppler-eltolódás értéke. Ezért a sávhatárra érve (a hangfrekvencia megnőtt) az utó-oszcillátorral utána álltunk a bemeneti jelnek és így a különböző hangfrekvencia 1,5–3 kHz közötti értékekről 300–800 Hz közötti értékre ugrottunk vissza. A pontos visszaugrási nagyságot a szelektív csövtérrel mértük. Az adatértékelésnél az „ugrásokat” hozzáadtuk a mért frekvenciaértékekhez és így megkaptuk a tényleges görbéket. A visszaugrás mérést igen gyorsan és igen pontosan kellett végezhajtani.

Látható, hogy a Doppler-eltolódási görbék mérése igen nagy figyelmet és gyorsaságot kívánt, valamint a csoport egyes tagjainak összehangolt munkáját.

2.4 Utólagos adatértékelés

Igen röviden megemlítjük még az utólagos adatértékelés alkalmazott módszereit.

Utólag a hőmérséklet-értékeléshez az impulzusok szélességárcát kellett megállapítani. Két módszert alkalmaztunk. Először Rohde—Schwarz oszcilloszkóp ernyőjéről lefényképeztük az előre kiválasztott és a fényképezőgéppel egyszerre indított jelsorozatot. A filmek előhívása után értékeltük az adatokat. Másodszor Solartone gyártmányú, 10 másodperces utánvilágítású képernyőjű oszcilloszkópra vittük fel a jeleket, amelyeket szintén előre kiválasztottunk a magnetofonszalagokon. Az oszcilloszkópot indított üzemmódban működtettük. A képernyőről közvetlenül leolvastuk az impulzusok szélességárcát. Egyes sorozatokról ebben az esetben is készítettünk felvételeket.

A felvételek egy része a mesterséges hold mozgására, illetve az ionoszféra gyors változásaira jellemző adatokat tartalmazta.