



HA-HG
AZ MHSZ RÁDIÓKLUBOK ROVATA

« M. R. C. »

„A magyar egyetemi ifjúság mindig zászlóvivője volt a kultúra minden haladásának: a rádió ügyét is ők karolták fel először hazánkban és ők alakították meg az első és legnagyobb rádióegyesületet is.” (A Rádió Amatőr 1927. februári számának mottója.)

A Rádiótechnika elődjének lelkes mondatai fél évszázada kerültek papírra s nagyszerű dolog, hogy a lap vezetői éppen az 50. évfordulón adtak lehetőséget a műegyetem MHSZ rádióklubjának bemutatására. Hozzáteszem: nem érdemtelenül, mert egyetemünk MHSZ-szervezetének egyik legjobban működő klubjáról van szó.

Minden szép szónál szebben szólnak a tettek, s ezekről a tettekről adnak számot a rádióklub munkatársai a lap e számának hasábjain. Ezek méltóbban dicsérik az itt folyó munkát, semmint azt soraimban megtehetném. Ezért inkább azt a keretet mutatom be, amelyben a Budapesti Műszaki Egyetem MHSZ Szervezetének klubja, így a rádióklub is dolgozik.

Az egyetemi MHSZ-szervezet egyik alapvető jellegzetességét az adja, hogy műszaki egyetemről van szó, az ország egyik legnagyobb műszaki-tudományos bázisáról. Egy másik fontos jellemző az, hogy az egyetem oktatóinak jelentős része tartalékos mérnök-tiszt, s ilyen minőségükben is gondoskodni kell felkészültségük korszerű szinten tartásáról. Továbbmenően: az egyetem oktatási-nevelési intézmény, kötelessége hallgatóit korszerű szakmai ismeretek mellett szeretni, azt fejleszteni és megvédeni tudó emberré nevelni. Végül, de nem utolsó sorban az egyetemi hallgatóinak zöme katonavált, ugyanakkor katonai továbbképzés előtt álló tartalékos mérnök tisztjelölt, ezért nagyon fontos katonai ismeretek szintentartása, kiélessítése.

Az MHSZ sokszínű tevékenységéből elsősorban azokat végezzük, amelyek leginkább megfelelnek a leírt jellegzetességeknek, de a hagyományos tevékenységet is az adottságokhoz formáljuk. Így pl. az egyetemen is működik modellező klub, amely már eddigi tevékenységével is hozzájárult hallgatóink tervezői, konstrukciós készségeinek kifejlesztéséhez. E klub munkáját úgy fejlesztjük, hogy kihasználjuk a közlekedésmérnök hallgatók motorkonstrukciós ismereteit, vagy pl. a villamosmérnök hallgatók szabályozástechnikai, elektronikai ismeretét, s ezzel jobb modellmotorokat, távirányító rendszereket tervezünk szerkesszünk és építünk. Más klubjaink munkájában is hasonló elveket követünk. Ez a módszer — amely lehetővé teszi az MHSZ és az egyetem céljainak összehangolását — módot ad arra, hogy szervezett együttműködést alakítsunk ki az MHSZ és más egyetemi organizációk között, így a tudományos diákkörökkel és a társadalmi szervezetekkel elsősorban a KISZ-szel.

Az ismertetett elveknek megfelelően dolgozik rádiós klubunk is, amelyet az MHSZ országos vezetőinek megértő támogatásával 1975. február 13-án, Budapest felszabadulásának 30. évfordulóján alakítottunk újra meg. (Ezt megelőzően csak a Villamosmérnöki Kar Várban levő Schönherz Zoltán Kollégiumában működött rádióklub, az I. kerületi MHSZ keretében.) Valamennyi, a megnyitáson jelenlevő egyetemi vezető, klubtag számára emlékeztető marad az első üzenetváltás Lenin-páncélautójának a má-

sában működő rádióállomással. Klubunk speciális jellegét az adja, hogy a hazai klubok között egyedülálló szerepe van: a műholdas összeköttetések problémáival foglalkozik, rendszeres műholdas összeköttetéseket tart fenn, sőt ellátja az egyik amatőr műhold üzemeltetését is. A klub tagjai, dr. Gschwindt András egyetemi adjunktus, klubtitkár halhatatlanul lelkes, hozzáértő irányításával hasznos, jó munkát végeznek. Nagy segítséget jelent e munkához, hogy a klub a Mikrohullámú Tanteremben kapott elhelyezést, s munkáját dr. Pásztorinck Lajos elvtárs tanszékvezető irányításával a Tanterem jelentősen támogatja. Miután a klub kiemelkedő tevékenységet folytat, érhető az MHSZ kerületi, budapesti és országos vezetőinek kiemelkedő figyelme és segítsége a klub irányába. Külön is szeretnék ezért köszönetet mondani Kiss Lajos vezérőrnagy elvtársnak, az MHSZ főtitkárának. Rádióklubunk munkája az egyetem állami és politikai vezetőinek megértő támogatását élvezeli, közülük is kiemelve dr. Meisel János rektor, dr. Hárskuti István PB szervező titkár és dr. Csák Béla MHSZ-titkár elvtársakat.

Az egyetem pártbizottsága nevében szeretettel és tisztelettel köszöntöm a „megletti korú, jubiláns” ugyanakkor újjászületett BME MHSZ Rádióklubot, például állítom munkájukat többi klubjaink, s minden hasonló munkát végző klub elé.

Thernesz Vilmos
a BME PB titkára



A Budapesti Műszaki Egyetem Rádióklubja

dr. Gschwindt András a BME Rádióklub tiskára, HA5WH

dr. Gschwindt András 1955-ben a HA8KWS állomás operátoraként került közelebbi kapcsolatba a MÖHOSZ-szal. 1959 óta egyéni engedéllyel HA5WH majd HA5WH hívójellel. 1965-ben végzett a BME Villamosmérnöki Karán, ahol azóta is dolgozik. 1968-ban védte meg a „Kompatibilis egyoldalsávós rendszerek” című egyetemi disszertációját. Jelenleg a Mikrohullámú Híradástechnika Tanszék adjunktusa, fő kutatási területe az űrkutatáshoz, oktatási tevékenysége a rádióadóberendezésekhez kapcsolódik. 1975. az alakulása óta a BME Rádióklub tiskára, országos és nemzetközi szinten az OSCAR-program összefogója. A MRASZ elnökségének tagja, s Műszaki Bizottságának vezetője.

Megalakulás. A működés keretei

1975. február 13. sokak számára emlékezetes nap. Ekkor ünnepeltük Budapest felszabadulásának 30. évfordulóját és ekkor alakult meg a Budapesti Műszaki Egyetem (BME) rádióklubja.

A klub létrehozását hosszabb alapozó munka előzte meg. Ez a munka részben szervezési, részben műszaki feladatok megoldását jelentette.

Az MHSZ Országos Központ, a BME KISZ-, párt- és állami vezetése biztosította az Egyetemhez méltó működési feltételek kialakítását.

A klub működése speciális, országosan kiemelt MHSZ feladatok megoldásához kapcsolódik. Szervezeti felépítése követi az MHSZ rádióklubokra vonatkozó előírásait, de az egyetemi beilleszkedés a Tudományos Diákköri (TDK) felépítésnek felel meg. Az úgynevezett „anyatanszék” szerepét a Mikrohullámú Híradástechnika Tanszék vállalta. Az anyatanszék nagyon fontos szerepet tölt be a klub hátterének biztosításában. Innen származnak a beméréshez, beállításhoz szükséges műszerek és a tanszék által örököltük a mozgatható antennarendszert is.

A klub mindennapi munkája az amatőr műholdas hírközlés országos belüli fejlesztésének segítése, hazánk méltó képviselője a nemzetközi amatőr műholdas aktivitásban.

A klub a Magyar Rádióamatőr Szövetség (MRASZ) Műszaki Bizottságának is állandó munkahelyet biztosít. A MRASZ közvetítésével jöttek létre a Nemzetközi Rádióamatőr Szövetséggel (IARU) és az USA-ban működő Amatőr Műhold Vállalkozással (AMSAT) meglévő munkakapcsolataink is.

A háttér ismertetésénél nem szabad elfelejteni az egyik legnagyobb segítséget jelentőt, azt, hogy a tagok egy része hivatásos űrkutató. A Mikrohullámú Híradástechnika Tanszéken működő Űrkutató Csoport az Interkozmosz nemzetközi együttműködésben dolgozik. A kutatócsoport tagjainak egy része lelkes klubtag. A két testület, a hivatásos és az amatőr gyakran kiegészíti egymást.

Műszaki háttér

A magasszintű műholdas aktivitás biztosításához létre kellett hozni egy műhold földi állomást. Ez az állomás hazánkban az egyetlen, mely a földi állomások minden jelentős funkcióját ellátja. Ezek a következők:

- a) a műhold telemetria jeleinek vétele (OSCAR-6 és OSCAR-7),
- b) a telemetria jelek alapján beavatkozás (távvezérlés) a műhold fedélzeti berendezéseibe (O-6),
- c) amatőr hírközlés az O-6 és O-7 átjátszóin.

Magyarországon a közeljövőben működésbe lépő, a Molnyija műhold-sorozat tagjaival kommunikáló állomás méreteiben ugyan fölülmúlja a mi állomásunkat, de a funkciók teljeségét nézve várhatóan még évekig a HG5BME vezet.

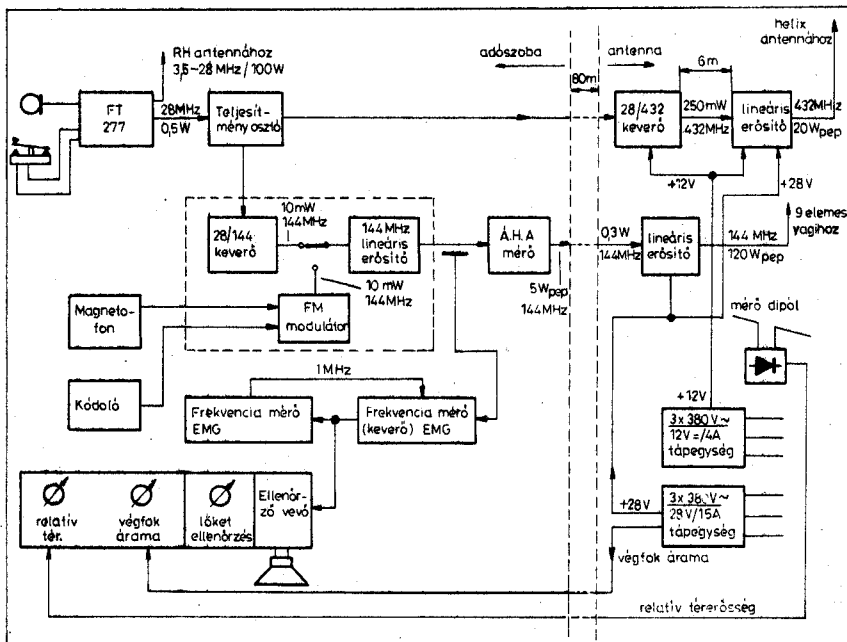
A megindulásnál még kevés berendezésünk volt és közel két éves munkára volt szükség, amíg az állomás valamennyi berendezését sikerült előállítani.

A küzdelmek megmaradtak a tagok emlékeiben, most csak az eredményeket nézzük át.

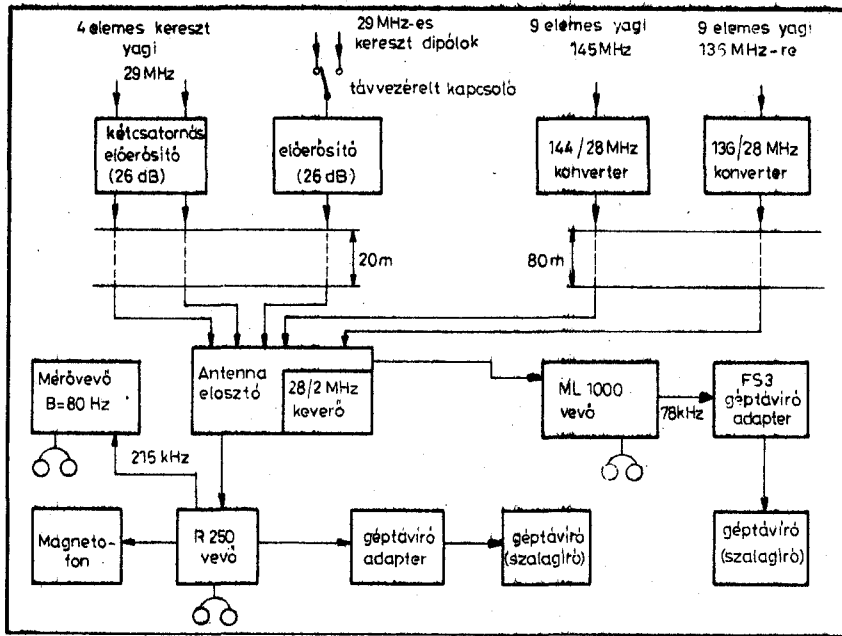
Az állomás ismertetésénél a következő területek szerint végezzük az áttekintést:

- adó-elrendezés,
- vevő-elrendezés,
- antennák,
- telemetria vétel.

Az adók feladata kettős: egyrészt az amatőr forgalom, a kísérletek biztosítása, másrészt az O-6 vezérlése. Az előbbieket ismert üzemmódokat jelentenek (A1, A3J, F1), míg az O-6 vezérlése különálló modulátor fejlesztését igényelte.



1. ábra. A HG5BME adórendszerének elvi felépítése



2. ábra. Az O-6 és O-7, valamint az Interkozmosz műholdak vételére szolgáló berendezések blokkisméjja

Több, egészében sikeresnek nem mondható kísérlet után az amatőr összeköttetések alaptervezésének az FT-277-es adó-vevőt választottuk (1. ábra).

Az FT 277 önmagában alkalmas a 3,5–28 MHz-es üzetre, míg a kisszintű kimenetével a 144 és a 432 MHz-es keverőket vezéreljük.

Minden esetben a rendszer kialakításánál figyelembe kellett venni az adószoba és az antenna közötti kb. 80 m-es távolságot.

144 MHz-en 5 W-os teljesítményt indítunk az adószobából, melyből 0,3 W ér az antenna tövében levő erősítőre. A lineáris erősítő a 0,3 W_{pep}-et 120 W_{pep}-re erősíti. A teljes erősítő félvezetővel készült. Az erősítő tápegysége (28 V/15 A) távkapcsolható, a leadott áramot az adószobában levő műszeren lehet ellenőrizni (végfokok árama).

Az O-6 vezérléséhez FM-et kellett megvalósítani. Ezt független, átkapcsolható modulátorral oldottuk meg.

A vezérlő jelek magnetofonról, vagy a kódolóból származnak és segítségükkel a műholdon különböző átkapcsolást lehet végezni. Fontos a pontos vivőfrekvencia és az adott parancsjel folyamatos ellenőrzése. Az ellenőrzést frekvenciamérőből és ellenőrző vevőből kialakított mérőellenőrző egységek végzik. Segítségükkel a parancsjel sugárzása nagy megbízhatósággal történhet.

Az adószobából elindított teljesítmény ellenőrzése egy állóhullámarány-mérőből kialakított teljesítménymérővel történik.

Az erősítő kimenete állandóan egy 9 elemes Yagi-antennára csatlakozik. A kisugárzott jel relatív szintjét egy dipólból és egyenirányítóból kialakított mérőrendszer indikálja. A kijelzés az adószobában történik.

A 432 MHz-es adórendszer létrehozása igényelte a legtöbb időt és energiát. A hosszú idő az alkatrészek beszerzéséhez kellett. Az átmeneti időszakban egyszerű berendezéssel, csak távíró üzemben dolgoztunk.

A 432 MHz-es adó vezérlése már nem történhet az üzemi frekvencián, ahogy ezt a 144 MHz-es erősítőnél láttuk. A kábelcsillapítás olyan

nagy egy átlagos kábel esetén, hogy a 80 m-es távolságot 28 MHz-en kellett áthidalni.

A 28 MHz-es vezérléshez kis teljesítményt használhattunk, mert az O-7 esetében a 144 MHz-es vevőkonverter első KF-je is 28 MHz-es. A frekvenciatervek egyeztetése és jó árnyékolású kábelek használata lehetővé tette a teljesen zavarmentes üzem megvalósítását.

A 432 MHz-es adó 20 W_{pep} teljesítménye több, mint elég az O-7-en keresztüli forgalomhoz, illetve speciális kísérletekhez.

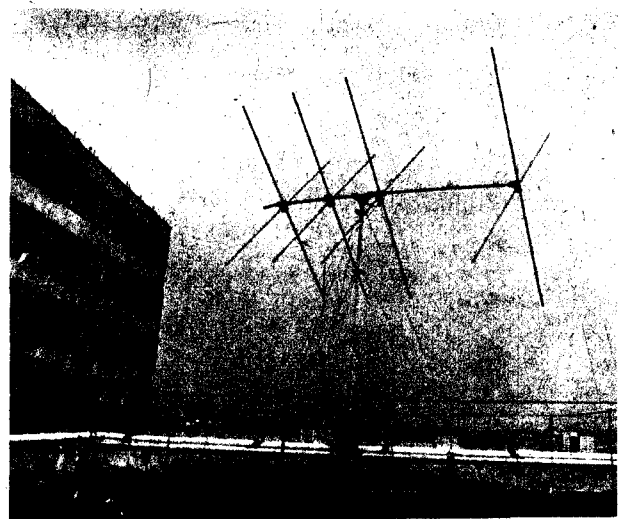
A lineáris erősítők használata mindkét esetben biztosítja az egyszerű teljesítményszabályozást. Így könnyen be tudjuk állítani az összeköttetésekhez szükséges legkisebb teljesítmény sugárzását és ezen keresztül a műholdak átjátszóinak kímélését.

Az antennamozgató rendszer tövében elhelyezett berendezések időállóságával szemben erős követelményt kell támasztani. A nem védett felületek, forrasztások, sőt gyakran a kondenzátorok is a nedves, hideg télben szétessenek. A 40 °C-os házhőmérséklet is gyakran előfordul a nagy nyári melegben.

A vevőrendszer kialakítása a jelenleg üzemben levő O-6 és O-7 műholdak, illetve az Interkozmosz kísérletek kielégítésének figyelembevételével történt.

A 2. ábrán jól látható, hogy a 28 MHz-es vétel jelenti a legnehezebb feladatot. A nagy környezeti zaj, az antennák nagy mérete szükségessé tette a kettős vételi elrendezést.

20–30°-os, vagy ezeknél alacsonyabb emelkedésű pályák esetén a 4 elemes, vízszintesen forgatható kereszt yagit használjuk (3. ábra). A polarizáció kézzel kapcsolható át. Magasabb pályáknál egy drótháló fölött 0,32 magasságban kifeszített kereszt dipól rendszert használunk.



3. ábra. A 4 elemes 28 MHz-es kereszt yagi

szintén kézi átkapcsolással. A nagy környezeti zaj miatt szükség van minden dB nyereségre, ezért szükséges a polarizációs diversity alkalmazása.

Az előerősítők az antennák tövében helyezkednek el, időálló kivitelben.

A 144/28 és a 136/28 MHz-es konverterek a 9 elemes Yagi-antennák közelében vannak. A 144 MHz-es adó bekapcsolásakor a konverterek hemenetét az antennákról relé kapcsolja le, nehogy tönkremenjenek.

Szükség esetén 432/28 MHz-es konverter és helix antenna is elhelyezhető a 136 MHz-es rendszer helyébe.

A klubhelyiségben vevőosztó biztosítja a különböző átkapcsolási lehetőségeket. Az R 250-es vevőhöz külön keverőt kellett építeni, mert a vevő nem tud 28 MHz-en venni.

Az O-6 kisteljesítményű telemetriájának vételét az R 250-es vevő 215 kHz-es KF-jére telepített 80 Hz-es sávszélességű vevővel javítottuk (az R 250 legkisebb sáv szélessége 1 kHz).

Az ML 1000-es második vevőként szerepel. A forgalmat megfigyelő, segítő operátorok használják leggyakrabban.

Az antennák a BME V2-es épületének tetején, a Petőfi-híd budai hídfőjénél vannak elhelyezve. A különböző sávokon használatos antennákat a táblázat mutatja. Az antennafejlesztés, -telepítés jelenti az egyik legnehezebb feladatot.

Táblázat. A HG5BME adó- és vevőantennái

Sáv [MHz]	Antenna	
	adás	vétel
3,5-21 28	W3DZZ W3DZZ	W3DZZ kereszt dipól, 4 elemes kereszt yagi
136	—	9 elemes yagi
144	9 elemes yagi	9 elemes yagi
432	13 dB nyereségű helix	13 dB nyereségű helix

Az antennáink elhelyezése a lehetőségekhez képest se tekinthető optimálisnak. Tervezzük egy kisebb súlyú antennarendszer áthelyezését az egyetem legmagasabb épületére (E épület).

Meg kell oldani rövid időn belül a 144 MHz-es diversity vételt és adásnál a körpolarizációt.

A 144 és 432 MHz-es antennák távvezérlése kézzel történik. Digitális óra, az egyenlítői metszéspontokra normalizált táblázat segíti és egyszerűsíti a műhold követését. A 9 elemes antennák és a helix viszonylag nagy nyílásszöge szükségtelessé teszi a nagyon pontos követés megvalósítását.

A telemetria adatok vétele részben füllet (morzekód), részben egy speciális gépláviró adapterrel történik (O-7 géptáviró telemetriája). Az O-7 telemetria rendszerének meghibásodása tette szükségessé a speciális adapter alkalmazását.

Kísérletek műholdakkal

A megalakulás óta, a berendezések fejlesztésével egyidőben megindultak a műholdas kísérleteink is.

1975-ben az IARU Region 1. konferencián tettünk javaslatot a különböző adás üzemmódok vizsgálatára az O-6 és O-7 holdakon keresztül.

Az előre bejelentett és az AMSAT-tal egyeztetett időpontokban A3H, A3J és F3 üzemből kísérleti műsort sugároztunk. Mintegy 10 európai országból kaptunk részletes riportot a vételi eredményekről.

Íz a kísérletsorozat alapozta meg a jelenleg kísérleti sugárással megvalósított IARU Region 1. amatőr hírsugárzást műholdak segítségével.

Az IARU aktivitását nagymértékben segítheti egy megbízható, az ionoszféra szeszélyeitől mentes hírszolgálat. Jelenleg kéthetenként az O-6 felhasználásával A3J üzemből HG5BME sugároz az IARU Region 1. számára az IARU központtal közösen szerkesztett híreket. Rövidesen az O-7 műhold 432/144 MHz-es

átjátszóját is felhasználjuk amatőr hírsugárássra. A hírek sugárzása kísérleti napokon (szerda) történik, amikor az O-7 „B” üzemből van.

1975 elején az O-6 üzemével kapcsolatban több probléma merült fel. A legnagyobb ezek közül az volt, hogy az O-6 telepei gyakran nagyon kimerültek és a fedélzeti automatika hibája miatt földi állomásnak kellett volna a kritikus időpontban kikapcsolni az átjátszót. Ráadásul a fedélzeti elektronika kisebb hibája miatt a műhold gyakran magától is bekapcsolt és így saját maga is csökkentette a telepek energiatartalmát.

Ilyen körülmények között kérte meg az IARU Region 1. titkársága a MRASZ-on keresztül a HG5BME-t az O-6 vezérlésére.

1975 októberére volt az a történelmi időszak, amikor hazánkban először vezéreltek műholdat. Politikailag is érdekes esemény volt ez, hiszen amerikai források szerint szocialista országnak akkor adták át először amerikai műhold parancs-rendszert, kódját.

Azóta havonta átlagosan 100-150 alkalommal avatkozunk be az O-6 energiaegyensúlyába és biztosítjuk a világ amatőrrei számára a műhold használatát. Az állomás kezelői különösen hűszkek arra, amikor a túltöltés és túlhevülés ellen sikerült a holdat megvédeni és az 56°-os akkumulátor hőmérsékle-



4. ábra. Az AMSAT elismerő oklevele

tét 1 nap alatt 48 °C-ra leszorítani, az átjátszó ki-be kapcsolásával és terhelésével.

Az elért eredményeink alapján az AMSAT vezetősége 1976 elején oklevéllel tüntette ki a klubtitkárt és ezen keresztül a teljes kollektívát (4. ábra).

1976 június – júliusában a klub ismét érdekes kísérlet színhelye volt. Ekkor startoltak ugyanis az Interkozmosz – 15 műhold fedélzelen azok a berendezések, melyek a Mikro-hullámú Híradástechnika Tanszék Úrkutató Csoportjában készültek.

A műhold jeleinek vétele a rádióklub antennájával és vevőkészülékével történt. Ekkor került sor hazánkban először Interkozmosz műhold adatainak vételére. A vétel érdekessége volt, hogy a saját készítésű berendezéseik jószágáról egyenesben, élőben győződhetek meg a konstruktőrök.

1976-ban sikerült hazánkban először létrehozni az első kétműholdas

összeköttetést. Ekkor az O-7-re sugárzott jeleinket O-6 újra átjátszotta, így a 432 MHz-en elindított jeleinket 29 MHz-en vettük. Azóta mintegy 15-20 összeköttetést sikerült ebben az érdekes üzemmódban megvalósítani.

Távlati tervek

A jelenleg üzemben levő berendezések megbízható üzemben tartásához sok munka kell és ez gyakran a kísérletek, új berendezések fejlesztése elől veszi el az energiát.

Ezért tartottuk nagyon nagy segítségnek Kiss Lajos vezérőrnagy elvtársnak, az MHSZ főtitkárnak az ígéretét, melyben a klubnak állandó státuszú technikust biztosított. Ez nagy biztosíték további sikeres munkánkhoz.

Rövid időn belül szeretnénk megoldani a számítógépes antennarendszer vezérlést is. Ez szükségtelenné tenné a kézi vezérlést és a kezelő

teljes idejét a műholdas kísérletre, összeköttetésre fordíthatná.

Szervezeti változás is bekövetkezik 1977-től a klub életében. A BME Várban levő kollektív állomása, HA5KFU, a központi állomás szakosztályává válik. Ezzel a klub létszáma eléri a 30-40 főt.

Nem titok, hogy a közeljövőben szeretnénk alapító tagként bekapcsolódni a szocialista országok amatőr és oktatási műhold programjaiba.

Az oktatás segítségét továbbra is fontos feladatunknak tartjuk. Az egyetemi hallgatók előtt mindig nyitva a lehetőség, hogy a klubbal és ezen keresztül a műholdakkal közelebbről megismerkedjenek.

Eredményeink, sikereink titka a szorgalmas, állandó szakmai fejlődést igénylő munka. Szeretnénk aktivitásunkat továbbra is magas szinten tartani és berendezéseinket továbbfejleszteni. Ehhez kérjük és várjuk az egyetemi hallgatók, dolgozók segítségét és az új, lelkes klubtagokat.



A MŰSZAKI KÖNYVÁRUHÁZ AJÁNLATA:

- pld. Áts IIIés: **KISTRANSZFORMÁTOROK** 2., javított kiadás. Műszaki. 1976. 358 oldal, kötve 57,- Ft
 - pld. Bencze Tibor László: **ELEKTRON-HOBBY 1976.** Műszaki. 1976. 123 oldal, füzve 14 - Ft
 - pld. Csabai Dániel: **HANGERŐSÍTŐ KAPCSOLÁSOK** Műszaki. 1976. 158 oldal, kötve 50,- Ft
 - pld. Csabai Dániel: **MAGNÓSOK ÉV-KÖNYVE 1976.** Műszaki. 1976. 271 oldal, füzve 27,- Ft
 - pld. Dr. Izsák Miklós: **HÍRADÁSTECHNIKAI KISLEXIKON** Műszaki. 1976. 435 oldal, kötve 100,- Ft
 - pld. Janovics Sándor—Dr. Tóth Mihály: **A LOGIKAI TERVEZÉS MÓDSZEREI** 2., javított kiadás. Műszaki. 1976. 638 oldal, kötve 100,- Ft
 - pld. Kádár Géza: **RÁDIÓ- ÉS TELEVÍZIÓ-VEVŐKÉSZÜLÉKEK 1972—1975.** Műszaki. 1976. 277 oldal, kötve 46,- Ft
 - pld. Dr. Kovács Ferenc: **MOS-INTEGRÁLT ÁRAMKÖRÖK** Műszaki. 1976. 225 oldal, kötve 53,- Ft
 - pld. Long, J. D.: **KORSZERŰ ELEKTRONIKUS ÁRAMKÖRÖK TERVEZÉSE** 2., javított kiadás. Műszaki. 1976. 196 oldal, kötve 48,- Ft
 - pld. Magyarai Béla: **RÁDIÓ MINILEXIKON** Műszaki. 1973. 297 oldal, kötve 32,- Ft
 - pld. Magyarai Béla: **RÁDIÓTECHNIKAI ZSEBKÖNYV** Műszaki. 1975. 1070 oldal, kötve 85,- Ft
 - pld. Renczes Tamás: **TELEVÍZIÓ KAPCSOLÁSOK I.** Műszaki. 1975. 16 kapcsolási rajz mappában 53,- Ft
 - pld. Szoboljevskij, A. G.: **RÁDIÓ-VEVŐKÉSZÜLÉKEK TERVEZÉSE** Műszaki. 1975. 228 oldal, füzve 22,- Ft
 - pld. Zierl, R.: **RÁDIÓZÁSTECHNIKA** A könyv a rövidhullámú rádióadás- és vételtechnika elméletét és gyakorlatát tárgyalja. Műszaki. 1976. 255 oldal, füzve 26,- Ft
- A felsorolt kötetek egyenként is megrendelhetők. Postán utánvétellel szállítunk, magánszemélyeknek 200 Ft felett pórtómentesen. Kérjük, szíveskedjék a megrendelőszelvényt kitölteni és borítékban címünkre elküldeni.
- CÍMÜNK: **ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT MŰSZAKI KÖNYVÁRUHÁZ**
1414 Budapest, Pf. 79.
(1061 Budapest VI., Liszt Ferenc tér 9.)
- A MEGRENDELŐ NEVE:
- PONTOS CÍME (irányítószámmal):
-
olvasható aláírás
- KERESSE FEL KÖNYVESBOLTUNKAT, GAZDAG KÖNYVVÁLASZTÉKKAL VÁRJUK VÁSÁRLÓINKAT!



Novák István 1975-ben a HG5BME alakuláskor lépett be az MHSZ-be. A műegyetemen 1971 óta, mint diák vett részt az űrkutatási csoport munkájában és az 5BME állomás kialakításában. 1976-ban a Villamosmérnöki Kar Híradástechnikai Szakán szerzett diplomát. Jelenleg, mint nappali tagozatos, tovább tanul szakmérnök hallgatóként. Témája az AM műsorvevőkészülékek továbbfejlesztésének néhány kérdése, úgymint SSB és ISB vevők alkalmazása, szintetizeres hangolás. A HG5BME állomás munkájában főleg áramkörépítőként vesz részt, továbbá az O-6 és O-7 amatőr híradójának anyagát állítja össze és olvassa be.

Novák István okl. vill. mérnök,
HA5BME

Vevő-bemenőfokozatok nemlinearitásának hatása a vételre

Egy rádió-vevőkészüléktől azt kívánjuk, hogy a kiválasztott frekvencián érkező nagyfrekvenciás jel információtartalmát lehetőleg maradéktalanul visszakapjuk. Ezt a feladatot a valóságban csak közelítőleg lehet teljesíteni. A vételt korlátozó tényezők közül a következőkben röviden áttekintjük a vevőben használt aktív elemek (tranzisztor, elektroncső), térvezérlésű tranzisztor stb.) nemlinearitásának hatását. (Csak a nagyfrekvenciás fokozattal foglalkozunk.)

Az aktív elemeket egy vevőben sokféle célra használják, így pl.: erősítés, szintszabályozás, szuperheterodin vevőben frekvenciatranszponálás, elektronikus hangolásnál vezérelhető reaktancia stb. Az aktív elemek a környező néhány kapcsolási elemmel együtt négypólusként tárgyalhatók, ahol a két bemenő és a két kimenő pólus közötti átvitelre a következőt kívánjuk elérni:

$$j_{elk} = k \cdot j_{elbe}$$

Itt a k a bemenőjel pillanatértékétől független átviteli tényező; a bemenő és kimenő jel frekvenciája keverő fokozatnál eltérő, egyébként azonos. A valóságban a kimenő jel mindig hatványosokkal írható le, például erősítő fokozatra a be- és kimenő feszültség közötti kapcsolat:

$$u_{k1} = k_0 + k_1 u_{be} + k_2 u_{be}^2 + k_3 u_{be}^3 + \dots$$

ahol: $k_0, k_1, k_2, k_3 \dots$ a fokozatra jellemző állandók.

A felhasznált passzív elemeket (ellenállás, kondenzátor, tekercsek) lineárisnak tekintjük, ami a legtöbb esetben jogos közelítés. A négypólus által mutatott nemlinearitást tehát az aktív elemeknek tulajdonítjuk. Emlékeztetőül összefoglaljuk néhány aktív elem közelítő átviteli függvényét:

hipoláris tranzisztor:

$$I_E = I_{E0}(e^{U_{BE}/U_T} - 1)$$

térvezérlésű tranzisztor:

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{U_{GS}}{U_0}\right)^2$$

trióda:

$$I_k = P \left(U_{gk} + \frac{U_{ak}}{\mu} \right)^{3/2}$$

félvezető dióda:

$$I_D = I_0(e^{U_D/U_T} - 1)$$

Most nézzük meg, miért okozhat zavart a lineáristól eltérő tagok megjelenése az átviteli függvényben. Ha egy ilyen fokozatra egyetlen szinuszos jelet adunk, akkor a kimeneten az alapharmonikuson kívül a felharmonikusok is megjelennek. A vevőkészülék egészében tekintve keskenysávú, a gyakori néhány száz kHz-es középfrekvencián a vételi módtól függően legfeljebb néhány kHz. Így a szelektivitás a megjelent felharmonikusok nagy részét kiszűri, a zavaró hatás nem jelentős, eltekintve a nagyon durva nemlinearitás esetétől. A készülék eredő sávzélességét meghatározó szelektivitás egyszerűtranszponált vevőkben általában a keverőfokozat után található. Az ezután következő fokozatokat tehát úgy tekinthetjük, mint ahol egyetlen szinuszos jel található (aminek keskenysávú amplitúdó- vagy fázisváltozása hordozza az információt).

Ettől jelentősen eltérő a helyzet a nagyfrekvenciás előerősítő és keverő fokozatokban, amelyek – mivel a fő szelektivitás előtt vannak – szükségképpen szélessávúak. A hangolt, vagy hangolatlan bemenő körök jelentenek ugyan némi sávkorlátozást, de nem tudják megakadályozni ezeken a többé-kevésbé nemlineáris fokozatokon több, különböző frekvenciájú jel egyidejű megjelenését.

Nemlineáris erősítőfokozat zavaró jelenségei több bemenőjel esetén

Zajmoduláció:

Ha két jel összegét vezetjük át páros kitevőjű hatványsortagokkal leírható nemlinearitáson, akkor a kimeneten a két jel szorzata is megjelenik. (Pl.: a négyzetes tag esetén: $(u_1 + u_2)^2 = u_1^2 + 2u_1u_2 + u_2^2$)

Amennyiben az egyik jel alapsávi (hangfrekvenciás), a másik pedig egy éppen venni kívánt adó jele, akkor a két jel összeszorozódása azt jelenti, hogy a venni kívánt jelen az alapsávi jel új modulációs tartalomként jelentkezik. Nagyfrekvenciás fokozatokban alapsávi jelként megtalálható az eszközök zaja. A hatás legélesebben a térvezérlésű tranzisztornál jelentkezik, amelynek átviteli függvényét tiszta másodfokú kifejezéssel közelítjük.

Keresztmoduláció:

Az átviteli karakterisztika páratlan kitevőjű tagjai két bemenőjel esetén (u_1 és u_2) egy $u_1^2u_2$ -vel arányos tagot is eredményeznek (pl.: köbös tagnál: $(u_1 + u_2)^3 = u_1^3 + 3u_1^2u_2 + 3u_1u_2^2 + u_2^3$). Ha most u_2 képviseli a venni kívánt adó jelét és u_1 egy tetszőleges, másik frekvenciájú adó jelét, akkor kimutatható, hogy az u_1 -es jel modulációs tartalma a venni kívánt u_2 jelben is megjelenik.

Bizonyításképpen az $u_1^2u_2$ tagból az u_1^2 részt fejtjük ki, modulált jelet feltételezve:

$$u_1^2 = [u_1 \cos \omega_1 t (1 + m \cos \omega_m t)]^2 = u_1^2 \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos 2\omega_1 t \right)$$

$$(1 + m^2 \cos^2 \omega_m t + 2m \cos \omega_m t)$$

Az aláhúzott tagok szorzata éppen a venni nem kívánt adó modulációs

tartalma, — mutatja egyébként, hogy egy nemlinearitás demodulál is — és ez szorozódik a venni kívánt u_2 jellel, tehát ennek a modulációjában megjelenik. Látható, hogy a zavaró jel nagysága (többek között) a zavaró jel u_1 amplitúdójától négyzetesen függ.

Páratlan rendű nemlinearitása is van a bipoláris tranzisztornak, az elektronsónek. A térvezérlésű tranzisztor négyzetes átviteli függvényében páratlan kitevőjű tagok csak másodlagos hatások miatt jelennek meg. Meg kell azonban jegyezni, hogy ha szimmetrikus erősítőfokozatot képezzünk ki (pl.: differenciálerősítő), akkor az átviteli függvény főleg páratlan kitevőjű tagokból áll, függetlenül a felhasznált eszköztől (tehát FET-nél is).

Intermoduláció:

Tételezzük most fel, hogy a venni kívánt mellett még két másik jel is van, a pillanatnyi vételi frekvenciától $\Delta\omega$ és $2\Delta\omega$ frekvenciaeltéréssel. A páratlan kitevőjű hatványsortagok eredményeképpen ez a két zavaró jel a vételi sávba transzponálódik. A számításnál az egyszerűség kedvéért vegyünk két modulálatlan zavaró jelet, és harmadfokú átviteli függvényt. Legyen a két, a vételi sávon kívül eső zavaró jel:

$$u_1 \cos(\omega_1 + \Delta\omega)t \text{ és } u_2 \cos(\omega_1 + 2\Delta\omega)t$$

A köbös kifejezésből csak a vegyes tagokat véve:

$$\begin{aligned} & 3[u_1 \cos(\omega_1 + \Delta\omega)t]^2 \cdot u_2 \cos(\omega_1 + 2\Delta\omega)t + 3u_1 \cos(\omega_1 + \Delta\omega)t [u_2 \cos(\omega_1 + \\ & + 2\Delta\omega)t]^2 = 3 \left[\frac{1}{2} u_1^2 + \frac{1}{2} u_1^2 \cos(2\omega_1 + 2\Delta\omega)t \right] \cdot u_2 \cos(\omega_1 + 2\Delta\omega)t + \\ & + 3u_1 \cos(\omega_1 + \Delta\omega)t \cdot \left[\frac{1}{2} u_2^2 + \frac{1}{2} u_2^2 \cos(2\omega_1 + 4\Delta\omega)t \right] = \frac{3}{2} u_1^2 u_2 \cos(\omega_1 + 2\Delta\omega)t + \\ & + \frac{3}{2} u_1^2 u_2 \cos(2\omega_1 + 2\Delta\omega)t \cos(\omega_1 + 2\Delta\omega)t + \frac{3}{2} u_1 u_2^2 \cos(\omega_1 + \Delta\omega)t + \\ & + \frac{3}{2} u_1 u_2^2 \cos(\omega_1 + \Delta\omega)t \cos(2\omega_1 + 4\Delta\omega)t \end{aligned}$$

A második tagból:

$$\begin{aligned} \frac{3}{2} u_1^2 u_2 \cos(2\omega_1 + 2\Delta\omega)t \cos(\omega_1 + 2\Delta\omega)t &= \frac{3}{4} u_1^2 u_2 \cos(3\omega_1 + 4\Delta\omega)t + \\ & + \frac{3}{4} u_1^2 u_2 \cos \omega_1 t \end{aligned}$$

Ha a két jel egyforma u amplitúdójú, akkor a vételi sávba kevert zavarójel u^3 -bel arányos.

Érzéketlenedés:

A nemlinearitás legdurvább esete. Egy nagy amplitúdójú jel az aktív

eszköz beállított munkapontját megváltoztatja, és így a hasznos jelre vonatkoztatott erősítés is megváltozik (általában csökken). A jelenséget érzékenységszökkenés formájában tapasztalhatjuk. Az ok a páros kitevőjű hatványsortagokban keresendő. Ez esetben ugyanis a felharmonikusokon kívül egyenkomponens is megjelenik, ez tolja el a munkapontot. Például egy zavaró jel és négyzetes átviteli függvény esetére:

$$\begin{aligned} (u \cos \omega t)^2 &= u^2 \cos^2 \omega t = \frac{1}{2} u^2 + \\ &+ \frac{1}{2} u^2 \cos 2\omega t \end{aligned}$$

„Nemlineáris keverőfokozat” kimenőjele több bemenőjel esetén

A keverőfokozattól azt várjuk el, hogy két eltérő frekvenciájú jelből az összeg vagy különbségi frekvenciás jelet állítsa elő. Két szinuszos jel szorzata az összeg és különbségi jelet is tartalmazza, ezért általában a keverést szorzással valósíthatjuk meg, és szűrővel választjuk ki a megfelelő komponenst. A szorzás megvalósítási eseteit két fő csoportra oszthatjuk.

Az egyik (additív szorzó) megoldásban a két szorzandó jelet nemlinearitáson vezetjük át, és mint az előzőekben láttuk, ilyenkor a két jel szorzata is előáll. A „nemlineáris keverőfokozat” idézőjele tehát arra

Legyen először a szorzásra használt nemlinearitás másodfokú (pl.: egy FET gate-source köre). Könnyen belátható, hogy tetszőleges bemenőjelek esetén ezek páronként vett szorzatát kapjuk (a viszonylag könnyen kiszűrhető felharmonikusokon kívül). Az additív szorzó tehát akkor működik célunknak megfelelően, „lineárisan”, ha másodfokú átviteli függvénye van.

Ha a keverendő jeleket magasabb fokszámú nemlinearitásra vezetjük, akkor a fokszámból egy a keverésre „fordítódik”, a maradék fokszám pedig nemkívánt termékek megjelenését okozza. Tehát az erősítőnél a páros fokszám miatti zajmoduláció additív keverő esetén a harmadik és nagyobb páratlan kitevőjű tagok miatt lép fel. Az intermodulációt és keresztmodulációt a 4. és magasabb kitevőjű tagok okozzák.

A szorzásra használt áramkörök másik csoportjánál a két szorzandó jelet külön-külön kapura vezetjük. (Pl.: vezérelt áramvillás szorzó, diódahíd.) A két bemeneti kapu és a kimeneti kapu között értelmezhető egy-egy átviteli függvény, és ezekre ugyanazok a megfontolások igazak, mint az erősítőknél. A pontos kiértékelést az nehezíti, hogy az egyik bemenet és kimenet közötti átviteli függvény függ a másik bemeneten levő jel pillanatértékétől és viszont.

Összefoglalásul megállapíthatjuk: a vevőkészülékek szélessávú előerősítő és keverő fokozataiban a nemlineáris transzfer karakterisztika zavaró jeleket eredményezhet. Az előzőekben felsorolt jelenségek külön-külön és együttesen is jelentkezhetnek. A zavaró jelek nagysága a zavaró jelek amplitúdójával gyorsan nő (négyzetes, köbös stb. függés).

Vevőkészülékek optimális bemenőjelinek nagysága

Az előző pontban megnéztük, hogyan jelentkezhet vételi korlátozó tényezőként a vevőkészülék nemlinearitása. Most megvizsgáljuk, hogy a vevőkészüléket adottnak feltételezve, hogyan célszerű a bemenetre jutó jelek nagyságát megválasztani, hogy a nemlinearitás zavaró hatása a lehető legkisebb legyen.

A vevőkészülék bemenetén a következő jeleket tételezzük fel:

1. a vevő saját zaja (a bemenetre redukálva);
2. az antenna jele, ami tartalmaz:
 - zajt (léggöri, atmoszférikus, ipari zaj),
 - különböző adókból származó jeleket,
 - ebből egy a számunkra hasznos;

HA5BME

HG5BME

HA5BME

3. a vevő nemlinearitása miatt keletkezett zavaró jelek (a bemenetre redukálva).

A bemenetre redukált saját zaj a következő kifejezéssel adható meg:

$$u_z^2 = 4kT_0BRF$$

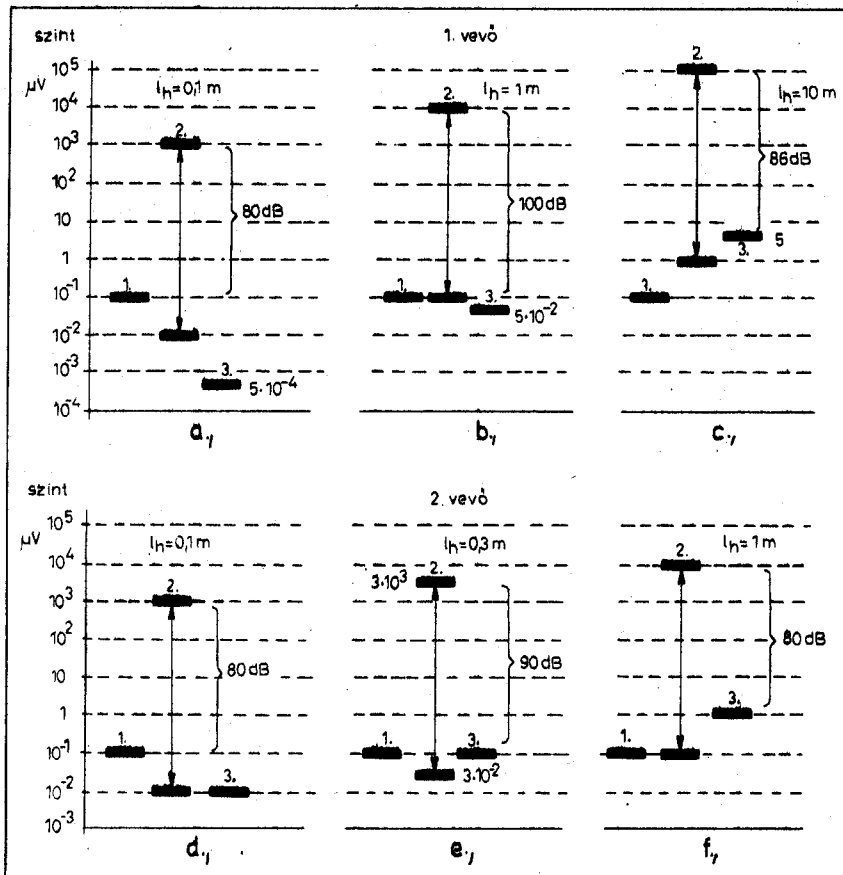
ahol:

- $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Ws/K (Boltzmann állandó),
- $T_0 =$ abszolút hőmérséklet [°K],
- $B =$ a vevő zajsávzélessége [Hz],
- $R =$ bemeneti ellenállás [ohm],
- $F =$ vevő zajtényező.

Ez a zajfeszültség érték a készülék adataitól függ, egy bizonyos készüléknél állandónak tekinthető.

Az antenna az elektromágneses hullámokat alakítja át feszültséggé. Az antennához érkező zaj- és jel-térerősség értékét kell tehát először ismernünk. Különböző kézikönyvekben megtalálható az atmoszférikus zaj sok mérési eredményből meghatározott átlagos térerőssége a frekvencia függvényében. Az ipari zaj a nagymértékű hely- és időfüggés miatt nehezebben adható meg, általában becslést adattal kell megelégednünk. Átlagos esetet feltételezve a zajtérerősség 10 MHz-en 0,01 – 1 μ V/m között lehet (atmoszférikus és ipari zaj együtt) 1 kHz sávzélességre. A zajtérerősség a sávzélességgel kb. egyenes arányban változik.

A hasznos jelek térerősségét még nehezebb meghatározni. A maximális előforduló érték meghatározása eleve reménytelen. Több sikerrel bíztatnak egy átlagos térerősség-amplitúdóeloszlás meghatározására irányuló kísérletek. A megadott irodalomban megtalálhatók az RH sávokon végzett mérésekből származó adatok, fontosabb részelt (térerősségre átszámítva) az 1. táblázat tartalmazza. Ennek alapján nagyjából megbecsülhetjük az antennához érkező jelek térerősség tartományát (E [V/m]). Ha ismerjük az antennánknak a vevőkészülék bemenetére vonatkoztatott hatások



1. ábra. Feltételezett adatok: vevőzaj: 0,1 μ V, atmoszférikus és ipari zajtérerősség: 0,1 μ V/m, legnagyobb bejövő térerősség: 10 mV/m, a nemlinearitás harmadfokú. Jelölések: 1. jel: vevőzaj, 2. jel: az antenna jele, 3. jel: nemlinearitási termékek

hosszát (l_h [m]), akkor a vevőbe jutó jelfeszültséget (U_{be} [V]) a következőképpen kapjuk: $U_{be} = l_h E$. Látható, hogy az antenna hatásos hosszának változtatásával (antenna méret, antennacsatolás) a bemenő jelek tényleges értéke szinte tetszőlegesen változtatható.

Mint ahogy az $U_{be} = l_h E$ összefüggés atmoszférikus és ipari zajokra is érvényes, az antenna hatásos hosszának változásával az antenna

által szállított zajfeszültség is változik, de a jel/zaj (csak az antennára vonatkoztatva) állandó marad, elhanyagolva az antenna ohmos részének termikus zaját.

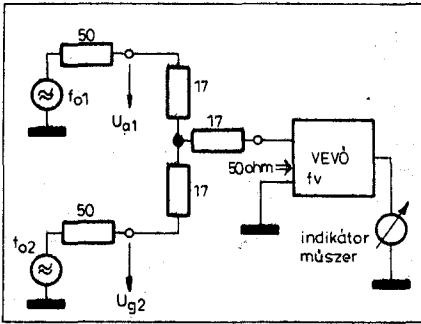
A vevő nemlinearitása miatt zavaró jelek számítása nagyon nehéz. Egyrészt ismernünk kellene a nemlinearitásra jellemző adatokat, másrészt az összes, bemenetre jutó jelet. Egyet azonban biztosan állíthatunk: a bemenetre jutó jelek növekedésével a keletkezett nem kívánt termékek hatványozottan gyorsabban nőnek.

A bemenetre redukált feszültségek közül tehát a vevő zajfeszültségét állandónak tekintjük, az antenna által szállított jel és zaj az antenna hatásos hosszától lineárisan függ, a keletkezett zavaró termékek pedig a bejövő jelektől (és így az antenna hatásos hosszától is) nagyon erősen függenek.

Az előzők alapján gondolatban kövessük végig két vevőkészülék vételi viszonyait, különböző antenna hatásos hosszak esetén (1. ábra).

1. táblázat. Adott térerősség tartományokban feltételezett jelek száma

frekvencia [MHz]	10-30 [μ V/m]	30-100 [μ V/m]	100-300 [μ V/m]	0,3-1 [mV/m]	1-3 [mV/m]	3-10 [mV/m]
2,5 \pm 0,5	16	8	4	2	1	1
3,5 \pm 0,5	16	8	4	2	1	1
6,5 \pm 0,5	30	20	10	5	3	3
7,5 \pm 0,5	30	20	10	5	3	3
13,5 \pm 0,5	30	20	10	5	3	3
14,5 \pm 0,5	30	20	10	5	3	3
27,5 \pm 0,5	4	2	1	0	0	0
28,5 \pm 0,5	2	1	0	0	0	0



2. ábra. Intermodulációs mérési összeállítás. A mérés menete: az első szignálgenerátorból $U_{g1} = 1 \mu\text{V}$ -os jelet adunk $f_{01} = f_v$ frekvencián, ezalatt $U_{g2} = 0$. Leolvassuk az indikátorműszer (pl.: „S” mérő) kitérését. Ezután bedállítunk $f_{01} = f_v + 10 \text{ kHz}$ és $f_{02} = f_v + 20 \text{ kHz}$ -et és az $U_{g1} = U_{g2}$ feszültségeket addig növeljük, míg az f_v vételi frekvencián hagyott vevő indikátora az előző kitérés nem mutatja. A leolvasott generátorfeszültségből számítható a vevő $1 \mu\text{V}$ -ra vonatkoztatott intermodulációs tényezője

Az egyszerűség kedvéért a két vevő zajtényezője legyen azonos, a vétel feltételének az 1/1-nél jobb jel-zaj arányt tekintjük. A zajba számítjuk a vevő zaját, az antenna által szállított zajt, és a nemlinearitás általi zavarokat. A két vevő közül a másodikra tételeztünk fel rosszabb nemlinearitási viszonyokat.

Az 1.a esetben a vevő saját zaja dominál, a bejövő kb. 100 dB-es jeltartomány 80 dB-re csökken. 1.b-nél a határos antennahossz növelésével a bejövő zajt a vevő zajszintjére emeltük, így kb. a teljes dinamika kihasználható (100 dB). A vevő jó nemlinearitási tulajdonságait mutatja, hogy itt a keletkező zavaró termékek még elenyészőek. Tovább növelve azonban a bejövő jelet (1.c) a gyorsan növekvő nem kívánt termékek túlnőnek az antenna által szállított zajfeszültségen, ismét csökkentve a felhasználható dinamikatartományt.

A 2. vevőnél az 1.d eset hasonló az 1.a-hoz, az antenna túlságosan kis jelet szolgáltat. Növelve a határos hosszát azonban most először a nemlinearitási termékek fogják elérni a vevő saját zajszintjét, és így csak 90 dB dinamikatartományt használhatunk ki, hiszen a bemenő jelet tovább növelve (1.f) az 1.c-hez hasonlóan a helyzet csak romlik.

Összefoglalva: megfelelő vevővel az antenna által szállított teljes bejövő tartomány feldolgozható, de csak megfelelő (se nem túl kicsi, se nem túl nagy!) antennával. Rosszabb nemlinearitású tulajdonságú vevőnél ez nem érhető el, de ez esetben is található

olyan antenna (1.e), amellyel az eredmény optimálisnak tekinthető.

A fenti két példa jól mutatja, hogy nem szabad mindenképpen a lehető „legjobb”, azaz legnagyobb hatásos hosszúságú antennára törekedni, mert esetleg rontunk a vétel minőségén. A gyakorlatban legtöbb amatőr állomás ugyanazt az antennát használja adásra és vételre. Adáskor teljesen jogosan törekszik mindenki a lehető legnagyobb antennanyereségre. Az ilyen megfontolásból kialakított antenna azonban sokszor túl nagy jelet szállít vételkor. A megoldás nagyon kézenfekvő: vételnél az antenna jelet leosztjuk az 1.b, vagy 1.e esetnek megfelelően.

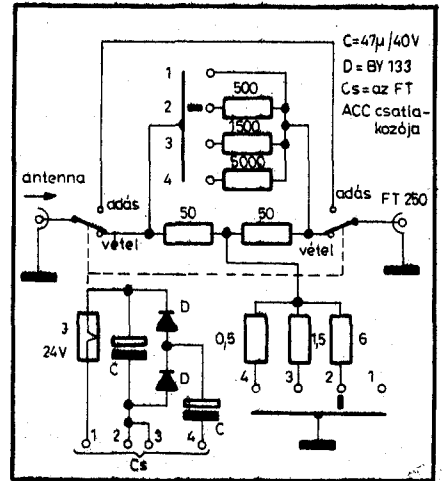
Az előzőeket végiggondolva könnyen beláthatjuk, hogy miért nem használható egy FT 250-es a 7 MHz-es sávban este W3DZZ antennával. A vevőben a 7 MHz-es sávban az előszelekció rendkívül gyenge, így az amatőrsáv közvetlen közelében dolgozó nagy teljesítményű műsorszóró adók jele majdnem csillapítás nélkül jut a vevőbe. A keresztmodulációs és intermodulációs termékek az amatőrsávot „lefedik”. A gyanútlan operátort esetleg megtevesztheti, hogy ezek a zavarok a nagyszámú, független zavarforrás eredményeként fehérzajhoz, vagy atmoszféricus zajhoz hasonló hanggot eredményeznek.

Bizonyításképpen következzen néhány számadat! Egy FT 250-en mért intermodulációs érték: 2 db kb. 1 mV_{eff} szintű 7,01 és 7,02 MHz frekvenciájú zavaró jel a 7,00 MHz-es vételben kb. 1 μV -nak megfelelő zavaró jelet produkál. A mérési összeállítás a 2. ábrán látható. És elrettentésül a következő mérési eredmény: a Műszaki Egyetem V₂ épületének tetején elhelyezett W3DZZ antenna az esti órákban a 7,00–7,20 MHz-es sávban a következő jeleket szolgáltatta: 30 mV feletti jelfeszültséget adott 22 állomás, ezek közül kettő 60–100 mV-ot.

Antenna-előosztó az FT 250-hez

Az antenna jelének szükséges leosztási mértéke egyértelműen nem határozható meg. Függsz a vevőkészülék nemlinearitási tulajdonságaitól, az antennán levő jelfeszültség nagyságától, a zavaró jelek számától és a pillanatnyi vételi frekvenciától való távolságuktól.

Célszerű ezért egy változtatható osztót készíteni. A megfelelő osztásarány kiválasztása kis gyakorlattal könnyen megy. Egy dologra azonban ügyelni kell. Egy állomás vételkor mindig a maximális osztásarányból induljunk, és csökkentjük a csillapítást az optimum eléréséig. Ellenkező esetben ugyanis: ha leosztás nélkül, tehát maximális za-



3. ábra. Előosztó kapcsolás automatikus adás-vétel kapcsolóval FT 250-hez. Osztásarányok a fokozatkapcsoló állásaiban: 1.: 0 dB, 2.: 20 dB, 3.: 30 dB, 4.: 40 dB. Az ellenállások $\pm 5\%$ -os, 0,5 W-os induktivitássegény kivitelűek legyenek

varó termékek mellett is hallunk egy állomást, akkor az osztást növelve legfeljebb a jel/zajt javíthatjuk tovább. Nagy leosztásnál kezdve olyan állomásokat is meghallhatunk, amelyeket előosztó nélkül a zavar teljesen elfed.

Gyakorlati megvalósításként egyszerűbb esetben az antennaágba sorosan elhelyezett változtatható ellenállás is megfelel, amit adáskor rövidre kell zárn.

Végezetül egy FT 250-hez készített automatikus adás-vétel átkapcsolású előosztó kapcsolási rajza látható a 3. ábrán.

Irodalom:

B. M. Sosin: Performance of HF Receivers - Reception Failure Factor. (Marconi Communication Systems Limited. Internal Report CW6/R8)

Felhívás!

A BME Rádióklubja kéri mindazokat, akik tagjai voltak a régi műegyetemi rádióklubnak, hogy szóban vagy írásban jelentkezzenek a klub jelenlegi titkárnál, dr. Gschwindt Andrásnál (tel.: 664-011/27-77; 1111 Budapest, Goldmann tér 3.).

A klub 1977-ben szeretné megrendezni az idős és ifjú tagok találkozóját.