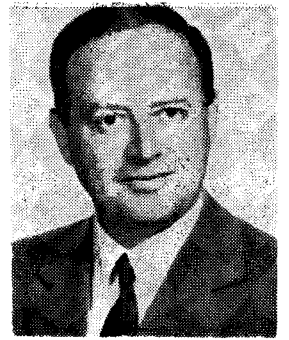


# Mikrohullámú vevő műholdas televízió műsorszórás vételére

DR. BERCELI TIBOR—DR. BABITS LÁSZLÓ—GELEJI VILMOS—  
GRÁNÁSY JÓZSEF—JUHÁSZ KÁLMÁN—KOLUMBÁN GÉZÁNÉ  
Távközlési Kutató Intézet



## ÖSSZEFOGLALÁS

A műholdas televízió műsorszórás vételére kifejlesztett mikrohullámú vevő egyszerű felépítésű és új áramkörti megoldásokat alkalmaz. A mikrohullámú vevő egyaránt használható egyéni vagy közösségi vételre megfelelő méretű antennával.

## 1. Bevezetés

Műholdakat már kb. két évtizede használnak távközlési, műsorátviteli célokra. Ezek a távközlési műholdak viszonylag kis teljesítményű adóval rendelkeznek, ezért a vételük csak bonyolult és drága berendezésekkel (nagy átmérőjű antennával, előerősítővel) lehetséges. Ilyen felszerelés van például Taliándörögdon a földi állomáson. Ezzel szemben a rövidesen üzembe lépő műsorszóró műholdak adóteljesítménye elegendően nagy lesz ahhoz, hogy vételükre viszonylag egyszerű és nem túl drága berendezést lehessen használni.

A műsorszóró műholdak megjelenése a televíziózás történetében korszakalkotó változást fog magával hozni. Ezt a változást leginkább ahhoz hasonlíthatjuk, amit a rádiózás történetében az ultrarövidhullámú sugárzás hozott. Amilyen minőségjavulással járt az ultrarövidhullámú rádió műsorszórás a középhullámúhoz viszonyítva, azzal összemérhető javulást fog hozni a műholdas televízió műsorszórás a jelenlegi földfelszínihez képest.

Európában az első műsorszóró műholdak 1986-ban fognak megjelenni, mégpedig az NSZK és Franciaország műsorellátására [1]. A nemzetközi megállapodások szerint minden ország csupán saját területét sugározhatja be műholdról a közvetlen vételhez szükséges szinten. Ennek megvalósítása azonban csak közelítőleg lehetséges, így az adott ország területén kívül is vehető lesz a műsor kisebb szinten.

Nemzetközi meghatározás szerint kétféle vételi küszöbértékkel kell számolni: egyéni vételről beszélünk, ha a sugárzás teljesítménysűrűsége  $-103$  dBW/m<sup>2</sup> felett van, amikor is a vételhez legalább 6 dB /K antennanyereség/ zajhőmérséklet-értékkel rendelkező vevő szükséges; viszont közösségi vételről beszélünk, ha a sugárzás teljesítménysűrűsége  $-103$  dBW/m<sup>2</sup> és  $-111$  dBW/m<sup>2</sup> között van, amikor is a vételhez 6dB/K  $-14$  dB /K antennanyereség/ zajhőmérséklet-értékkel rendelkező vevő szükséges. Ezek a meghatározások műszaki osztályozást jelentenek és nincs közük ahhoz, hogy a vevő hány személyt vagy előfizetőt lát el.

A műholdról kisugárzott hullám körpolarizált.

## DR. BERCELI TIBOR

A Budapesti Műszaki Egyetemen szerzett villamosmérnöki oklevelet. Ezután a Távközlési Kutató Intézetben előbb aspiránsként, majd tudományos kutatóként dolgozott. Jelenleg ugyanott főosztályvezető. A Budapesti Műszaki Egyetemen féléves adjunktus volt, jelenleg címzetes egyetemi tanár. Kutatásait elsősorban a mikrohullámú technika területén végzi. E területen előbb kandidátusi, majd akadémiai doktori tudományos fokozatot szerzett. Munkájának eredményeiről 48 idegen nyelvű és 39 magyar nyelvű cikket írt. Tevékenységét Állami Díjjal ismerték el.

Ennek felfogására paraboloid antennát használnak, melybe polarizáció átalakítót építenek be. Az antennára szerelik a mikrohullámú részt, ez a vett jelet kisebb frekvenciára keveri le. A jelnek a további feldolgozása a televízió vevőkészülék számára már az épületben levő csatornaegységgel történik.

A műholdas műsorszórás vételére világszerte széles körű fejlesztő munka folyik [2—4] azzal a céllal, hogy lehetőleg egyszerű és olcsón gyártható vevőt dolgozzanak ki. A Távközlési Kutató Intézetben az elmúlt években végzett fejlesztés eredményeként egyszerű felépítésű mikrohullámú vevő készült el [5, 6], mely mind egyéni, mind közösségi vételre alkalmas megfelelő méretű antennával. A vevő kidolgozása a várható hazai igények és az exportlehetőségek figyelembevételével történt. A mikrohullámú szűrőt és keverőt új, fin-vonalas megoldásban alakítottuk ki, ami olcsóbb előállításra tesz lehetővé. A cikkben a mikrohullámú részek terén elért eredményeket ismertetjük.

## 2. Antenna

Az antenna Cassegrain-típusú. Két fő része van: a primer és szekunder sugárzó. A szekunder sugárzó 1,5 m átmérőjű paraboloid tükör, melynek fókusztávolsága 37,5 cm. A paraboloid tükör nagypontosságú mintára szórással felvitt fémfelülettel rendelkezik, melyet műanyag héj tart. A műanyag (epoxi-üvegszövet) héj kellő szilárdságot biztosít, ugyanakkor alkalmazása következtében az antenna tömege kicsi: mindössze 45 kg. A tükröt 120 km/óra sebesség mellett vizsgáltuk, ekkor tengelyének elfordulása 1° alatt volt. Ennek biztosításához természetesen megfelelő tartószerkezetre is szükség van. A tükör reflexiók határfoka 60% felett van. A tükör felülete a tökéletes paraboloid felülethez legfeljebb  $\pm 1$  mm-rel térhet csak el. A tükör fényanyaga ón —

Béérkezett: 1984. VIII. 28. (□)

ólom ötvözet, mely igen jól ellenáll az időjárás viszontagságainak. Több éves üzemeltetés után sem volt tapasztalható érdemleges romlás.

A primer sugárzóból háromféle megoldást dolgoztunk ki. Készült kúpos logaritmikusspirál alakú primersugárzó. Ez igen széles sávú, de az illesztése rossz. Frekvenciaátfogása két oktáv, viszont a feszültség-állóhullámarány 2-es értéket is elér egyes frekvenciákon.

Kedvezőbb eredményt kapunk kúpos vagy gúla alakú tölcérsugárzóval, mely hiperboloid visszaverő felület révén világítja meg a paraboloid tükröt. A primer sugárzó ekkor a tölcés és a hiperboloid reflektor együttese, mely a szekunder sugárzó tengelyében van, amint ez az 1. ábrán látható. A primer sugárzót fémcső tartja, a hiperboloid reflektor kúpos műanyag csővel van a fémcsőhöz erősítve. Így a primer sugárzó teljesen zárt, az időjárástól védett. A paraboloid tükrő síkklap vagy paraboloid alakú műanyag lezáróval, radommal szintén védhető az időjárás viszontagságaitól.

A műholdvételekre kidolgozott antenna sugárzási diagramját 12 GHz-en a 2. ábra adja meg a teljes szögterületben. A főnyaláb környezetét kinagyítva a 3. ábra mutatja. A főnyaláb szélessége a 3 dB-es pontok között  $1,2^\circ$ . Az első oldalnyalábok maximuma 15 dB-lel van a főnyaláb maximuma alatt, a kettő közötti szögkülönbség pedig  $2,4^\circ$ .

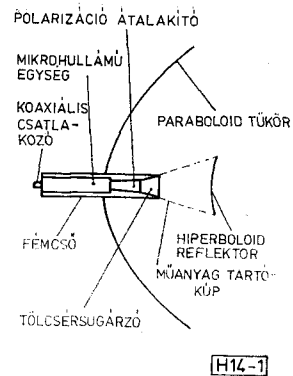
A 12 GHz-es műholdas műsorszórás vételénél nagy előny, hogy az antenna erősen irányított és ezért a reflexiók zavaró hatása lényegesen kisebb, mint a földfelszíni műsorszórás esetén. A 2. ábrán látható, hogy ha a reflektált hullám iránya az antenna főnyalábjának irányától legalább  $10^\circ$ -kal eltér, akkor az antenna 30 dB-nél nagyobb csillapítást ad. Az antenna telepítésénél tehát arra kell törekedni, hogy a főnyaláb körüli kb.  $10^\circ$ -os kúpon belül reflektáló felület ne legyen. A vételi irány emelkedési szöge nálunk  $25-30^\circ$  táján van, így a  $10^\circ$ -os kúpon belüli tér akadálymentessége a legtöbb esetben biztosítható, mégpedig azzal, hogy az antennát lehetőleg magas helyre, például az épület tetejére tesszük. Az antenna hátrasugárzási csillapítása 50 dB, ami elegendő védelmet ad az ilyen irányból reflektált hullámokkal szemben.

Az antennanyereség frekvenciafüggését a 4. ábra mutatja. A 11,7–12,5 GHz sávban a nyereség változása 1,2 dB. A mért értékek radom nélküli esetre vonatkoznak. A radom vesztesége kb. 1 dB.

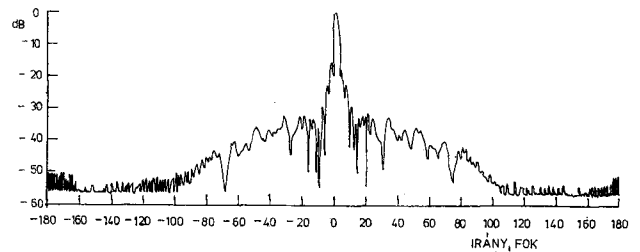
A tölcérsugárzóhoz polarizáció átalakító csatlakozik, mely az antennáról érkező körpolarizált hullámot lineáris polarizációjú hullámmá alakítja át. A polarizáció-átalakító a fémcsőben van, mint ez az 1. ábra metszeti rajzán látható. A polarizáció-átalakító téglalap keresztmetszetű tápvonalcsatlakozóval rendelkezik. Az antenna állóhullámaránya ebben a pontban mérve az 5. ábrán látható. Az állóhullámarány a sávban 1,2 alatt van.

### 3. A mikrohullámú egység felépítése

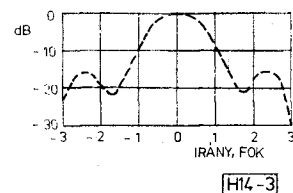
A mikrohullámú egység tervezésénél arra törekedünk, hogy lehetőleg egyszerű felépítést alakítsunk ki és emellett kis zajtényezőt érjünk el. Az egyszerű



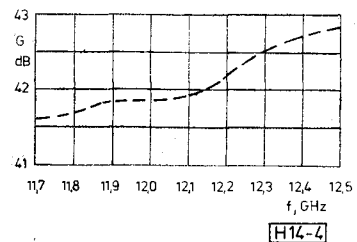
1. ábra. Az antenna vázlatos rajza



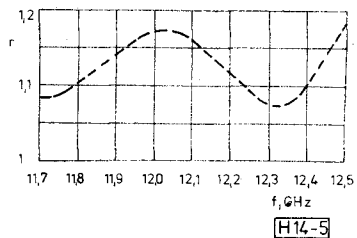
2. ábra. Az antenna sugárzási diagramja



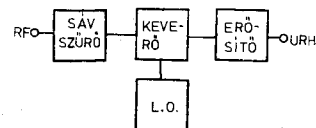
3. ábra. Sugárzási diagram a főnyaláb környezetében



4. ábra. Antennanyereség a frekvencia függvényében



5. ábra. Az antenna állóhullámaránya a frekvencia függvényében

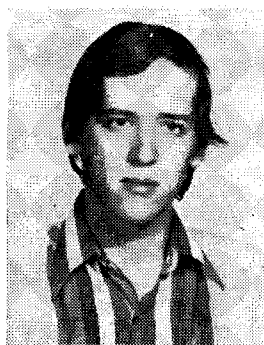


6. ábra. A mikrohullámú egység tömbvázlata



*Egyetemi tanulmányait a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karának Mikrohullámú Ágazatán fejezte be 1973-ban. A diploma megszerzése óta a Távközlési Kutató Intézetben a szélessávú mikrohullámú antennák és a széles-sávú antennamérések szakterületeken végez kutató-fejlesztő munkát. Publikációinak és az 1983-ban megvédett egyetemi doktori disszertációjának témái is ezekhez a kutatási területekhez kapcsolódnak.*

DR. BABITS LÁSZLÓ



*1973-ban szerzett villamosmérnöki oklevelet a Budapesti Műszaki Egyetemen. A Távközlési Kutatóintézet tudományos munkatársa. 1977-ben elvégezte a BME Rádió-Híradástechnikai Szakmérnöki szakát és kitüntetéses oklevelet szerzett. 1977-től 1980-ig ösztöndíjas aspiráns volt. Kutatási területe: UHF és SHF keverők és rész-áramkörök analízise, tervezése.*

GELEJI VILMOS

felépítés érdekében nem alkalmazunk mikrohullámú előerősítőt és helyi oszcillátorként szabadon futó Gunn-oszcillátort használunk. A kis zajtényező elérése céljából pedig új megoldású keverőt és szűrőt dolgoztunk ki. Ennek megfelelően a mikrohullámú egység tömbvázlata a 6. ábrán látható. Az antenna által felfogott jel mikrohullámú sávszűrőn át jut a keverőre, mely ezt a 400–800 MHz sávba teszi át. A jel szintjét ebben a sávban kis zajú széles sávú erősítő emeli meg, hogy a jel kábelben az épületbe továbbítható legyen. A mikrohullámú egységet közvetlenül az antennára szereltük, mert így közöttük nincs számottevő csillapítás, ami a zajtényező kis értékének biztosításához szükséges.

A 400–800 MHz sávba transzponált jelet még nem vezethetjük közvetlenül a televízió vevőkészülékbe, mert a műholdas műsorszórás a földfelszínről eltérően nem amplitúdó-, hanem frekvenciamodulációt használ a kép átvitelére. Ezért van szükség a csatornaegységre, mely elvégzi a moduláció-átalakítást, és egyben a csatorna kiválasztását is. Az utóbbihoz szükséges második helyi oszcillátort automatikus frekvenciaszabályozással látjuk el, ami lehetővé teszi, hogy a mikrohullámú egység első keverőjének helyi oszcillátora csak kis,  $10^{-4}$ -es frekvencia-stabilitással rendelkezzen. A csatornaegységet ebben a cikkben nem tárgyaljuk részletesen, mivel ennek kialakítása az adott alkalmazástól nagy mértékben függ.

A mikrohullámú egységet a primer sugárzót tartó fémcsőben helyezük el és közvetlenül csatlakoztatjuk a polarizáció-átalakítóhoz. Ezzel az antenna és a mikrohullámú egység közötti csillapítást minimálisra csökkentjük. Ugyanakkor jelentős megtakarítást érünk el, mert nincs szükség külön konténerre, hanem a primer sugárzót tartó fémcső konténerként is szolgál. A tápfeszültséget a vett jelet az épületbe továbbító koaxiális kábelben át juttatjuk a mikrohullámú egységhez. Ez a megoldás az elektromos árnyékolás szempontjából kedvező. A fémcsőből kialakított konténer is nagyfokú árnyékolást biztosít a benne elhelyezett fokozatok számára. Az árnyékolást tovább növeli az egyes fokozatok fémes dobozólása.

A fémcső belsejét hőszigeteléssel láttuk el, hogy  $-30\text{ °C}$  és  $+50\text{ °C}$  közötti környezeti hőmérséklet

mellett legyen üzemeltethető a berendezés. Figyelembe kell még venni, hogy az antennatükör egyes időszakban a Nap hősugárzását is összegyűjti, és így a primer sugárzó környezeti hőmérsékletét jelentősen megnöveli. Ennek az időszakos hatásnak a csökkentését is szolgálja a fémcső belső hőszigetelése.

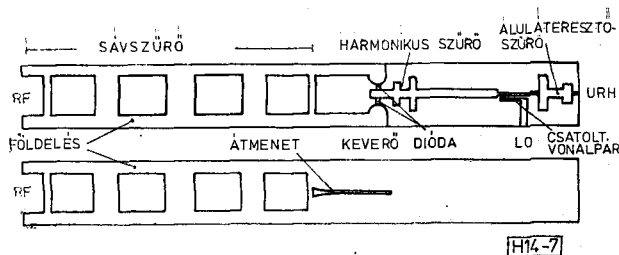
#### 4. Sávszűrő

Az egyszerű felépítés érdekében a sáváteresztő szűrőt és a keverőt fin-vonalas megoldásban dolgoztuk ki. Ezeket az áramköröket közös duroid hordozón alakítottuk ki, melynek mindkét oldalán fémes rajzolat van, mint ez a 7. ábrán látható. A fin-vonalas megoldás nagy előnye, hogy az elektromos paramétereket meghatározó áramkörü rajzolat fotolitográfiai úton olcsón és pontosan gyártható, ugyanakkor az egyes rezonátorok jósági tényezője megközelíti a csőtápvonalas üregrezonátorokét. A fin-vonalas áramkörü rajzolatot csőtápvonalban, az elektromos erővonalakkal párhuzamosan helyezük el a 8. ábra szerint. Ez a keresztmetszeti rajz a keverő síkjában készült.

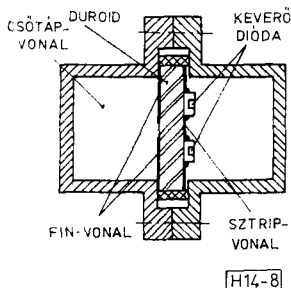
A sáváteresztő szűrőt kétoldalas fin-vonallal alakítottuk ki. Ez azt jelenti, hogy a szűrőnél a duroid mindkét oldalán azonos fémes rajzolat van, amint ez a 7. ábrán látható. A szűrő négy rezonátort tartalmaz és a sávzélessége 400 MHz, vagyis a mikrohullámú műsorszóró sáv fele. A szűrő a vevő tükörszelektivitásának biztosítását szolgálja. A sávszűrő áteresztő csillapításának alacsony értéken tartása igen fontos a vevő zajtényezője szempontjából. A kis csillapítás érdekében a fin-vonal résméretét a csőtápvonal magasságával vettük egyenlőnek.

A fin-vonalas szűrők egyik jelentős problémája, hogy az áteresztő sáv felett zárócsillapításuk kisebb, mint az áteresztő sáv alatt. Ezen a problémán a fin-vonalas szűrőt magába foglaló csőtápvonal méreteinek megfelelő megválasztásával sikerült túljutni, vagyis az áteresztő sáv feletti zárócsillapítást jelentősen megnövelni. Ez látható a 9. ábrán, ahol az a) görbe a szokásos, míg a b) görbe a javított csillapítás-görbét adja meg a frekvencia függvényében.

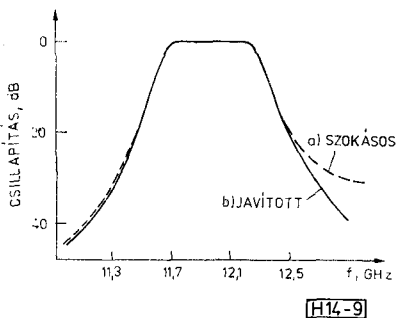
Egyik legfontosabb feladat a szűrő és a keverő illesztése. Az impedanciák aránya nagy és a sáv is széles, ezért az illesztést több lépésben végezzük.



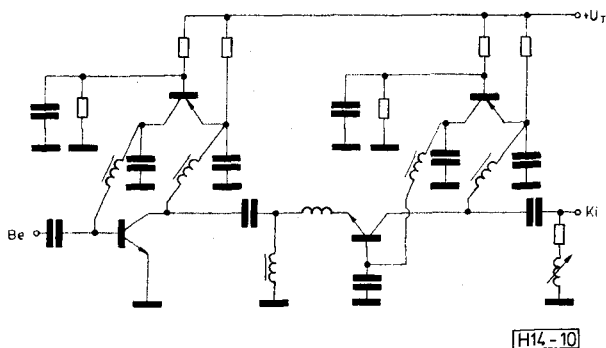
7. ábra. A fin-vonalas sávszűrő és keverő rajzolata a hordozó két oldalán



8. ábra. Fin-vonalas áramkör keresztmetszete a keverő síkjában



9. ábra. A sávszűrő csillapítás-görbéje: a) szokásos, b) javított



10. ábra. Az URH előerősítő kaszkód fokozatának elvi kapcsolása

A sávszűrőt kisebb impedanciájú egyoldalas fin-vonalhoz csatlakoztatjuk és a szűrőnek a keverő felé eső íriszt impedancia transzformátorként is használjuk. Ez a transzformátor egyúttal kétoldalas—egyoldalas fin-vonalátmenetet is képez, ugyanis a szűrő kétoldalas, a csatlakozó fin-vonal pedig egyoldalas kialakítású, amint ez a 7. ábrán látható.

A további impedancia-transzformációt az exponenciális fin-vonalas átmenet biztosítja, melyet úgy terveztünk, hogy a diódák csatlakozásánál a zajtényező

szempontjából optimális impedanciát adjon. A zajtényező csökkentésére még a keverő és a sávszűrő elektromos távolságát is optimálisra kell beállítani.

## 5. Keverő

A keverőt fin-vonal és sztrip-vonal átlapolásával valósítottuk meg, a 7. ábrán látható módon. A diódák az átlapolt szakaszhoz csatlakoznak. Ez az elrendezés hibrid működést ad, vagyis nincs csatolás az átlapolt szakaszhoz csatlakozó fin-vonal és sztrip-vonal között, ha a diódák impedanciája azonos. Keverésre GaAs Schottky diódákat használunk LID tokozásban. A vett jelet a fin-vonalon, a lokáljelet a sztrip-vonalon vezetjük a keverő diódákhoz. A keverő diódák tehát a vételi oldalon sorba, míg a lokál-oldalon párhuzamosan kapcsolódnak.

A keverővel szemben támasztott legfontosabb követelmény, hogy a zajtényezője kicsi legyen. Ennek érdekében meg kell akadályozni, hogy a nem hasznosított frekvenciákon valós terhelés legyen a diódákon, mert ez a keverési funkció során teljesítményt von el, ami a keverési veszteség és ezáltal a zajtényező megnövekedését okozza. Ilyen szempontból a legzavaróbb az összegfrekvencián, vagyis a jelfrekvencia és a lokálfrekvencia összegén jelentkező valós terhelés. Ennek megakadályozását szolgálja a sztrip-vonalas harmonikus szűrő. Ez egyúttal meggátolja a helyi oszcillátorból felharmonikus jeleknek a keverő diódákra jutását.

## 6. URH előerősítő

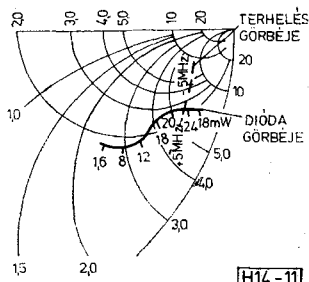
A kikevert jel az URH sávú középfrekvenciás előerősítőre aluláteresztő szűrőn át kerül, mint ez a 7. ábrán látható. A szűrő megakadályozza a mikrohullámú jeleknek az előerősítőre való jutását. Az aluláteresztőt impedancia-transzformátor követi, mely a keverő középfrekvenciás impedanciáját az előerősítő bemenetén szükséges értékre transzformálja.

Az előerősítő bemenő fokozatot tartalmaz, melyet két hibridintegrált áramkörös erősítőfokozat követ. Az erősítő hőmérsékleti stabilitásának javítására külön tranzisztorok szolgálnak, melyek automatikus munkapont-beállítást végeznek. A kaszkód fokozat elvi kapcsolása a 10. ábrán látható. A zajtényező 1,6 dB, az erősítés 30 dB a 400–800 MHz sávban.

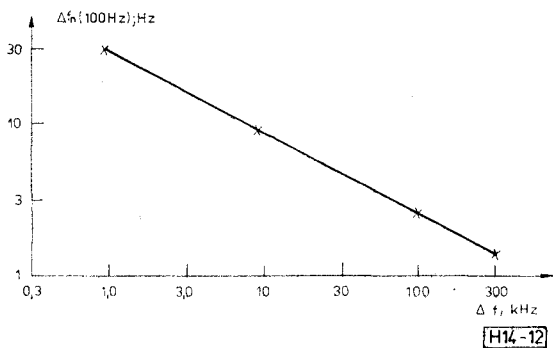
A kábelhez való csatlakozás külön illesztő hálózat révén történik. Ez egyrészt elválasztja a kábelben érkező egyenáramú táplálást az előerősítő kimenetétől, másrészt olyan pontos illesztést ad az egész sávban az előerősítő kimenete és a kábel között, hogy a mikrohullámú egység és a csatornaegység közé 30 m hosszú kábel legyen iktatható.

## 7. Helyi oszcillátor

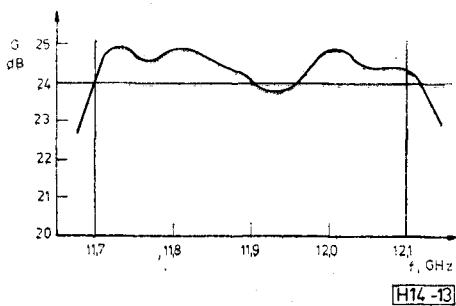
A helyi oszcillátortól a keverő 10–20 mW teljesítményt igényel. A frekvenciastabilitásra csak  $10^{-4}$  nagyságrendű követelmény adódik, mivel a csatornaegységben levő második helyi oszcillátor automatikus



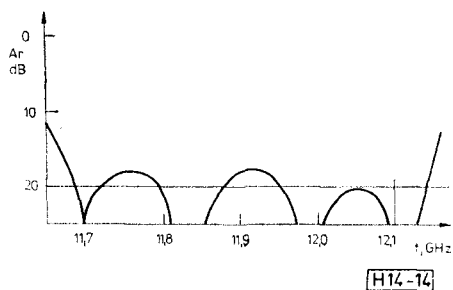
11. ábra. Az oszcillátor optimális beállítása



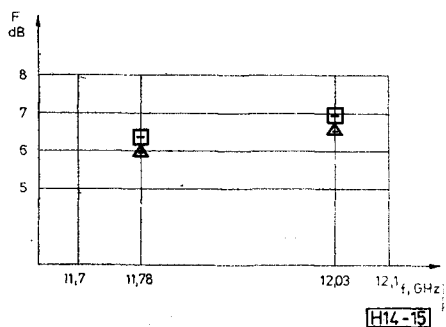
12. ábra. Az oszcillátor FM zajspektruma



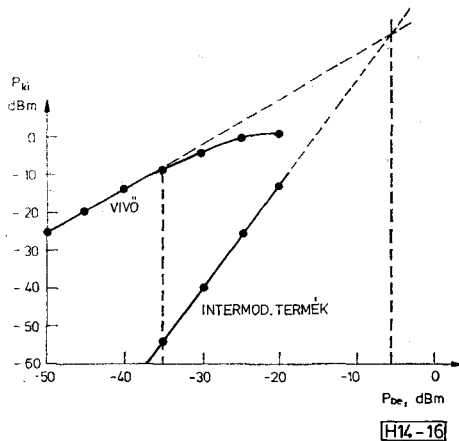
13. ábra. Erősítés a frekvencia függvényében



14. ábra. Bemeneti reflexió csillapítás a frekvencia függvényében



15. ábra. Zajtényező a frekvencia függvényében két egység esetében



16. ábra. Intermodulációs torzítás a bemenő teljesítmény függvényében

frekvenciaszabályozással rendelkeznek. A követelményeket egyszerű felépítésű szabadon futó Gunn-oszcillátor teljesíti.

Az oszcillátorban invár belső vezetőjű koaxiális rezonátort használunk. Ennek előnye, hogy kis-méretű, ugyanakkor jóság tényezője nagy, hőmérsékleti együtthatója pedig kicsi, tehát az oszcillátor frekvenciáját elegendően stabilan tartja.

A Gunn-oszcillátor tervezése céljából nagyjelű méréseket végeztünk a diódán. A nagyjelű leíró függvények mérési módszerét [7] alkalmazva meghatároztuk a diódára jellemző egykapus leíró függvény reciprokát a szint függvényében. Ezzel megkaptuk a dióda görbét adott frekvencián.

Az oszcillátor tervezésénél arra törekedtünk, hogy egyidejűleg közel maximális kimenő teljesítményt és kis zajt érjünk el. A zaj szempontjából optimális beállításhoz jutunk, ha a dióda görbéje a terhelés görbéjét merőlegesen metszi az impedancia vagy admittancia diagramon [8]. Az oszcillátor optimális beállítását a 11. ábra mutatja.

Smith-diagramon ábrázoltuk a dióda görbéjét és a terhelés görbéjét a dióda kapcsaira transzformálva. A két görbe metszéspontja adja meg a munkapontot. A dióda görbéjének a teljesítmény, a terhelés görbéjének pedig a frekvencia a paramétere. Így a görbéről a teljesítmény és a frekvencia munkaponti értéke leolvasható. A tervezés során a terhelés transzformációját változtattuk és így kaptuk meg az ábrán látható optimális beállítást. Ekkor, mint látható, a kimenő teljesítmény közel maximális, a két görbe metszése pedig majdnem merőleges és így a zaj minimális.

Az oszcillátor mért paraméterei a következők: kimenő teljesítmény 20 mW, a frekvencia változása a  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  és  $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$  közötti hőmérséklet-tartományban max. 2 MHz. Az FM zaj effektív lökete a vivőtől 10 kHz távolságban 100 Hz széles sávban mérve 9 Hz. Az FM zaj spektrális eloszlása a 12. ábrán látható, mely a zajeffektív lökete adja meg a vivőtől való  $\Delta f$  távolság függvényében 100 Hz sáv szélesség esetén. A helyi oszcillátor zaja tehát a keverő zajához képest nem számottevő.

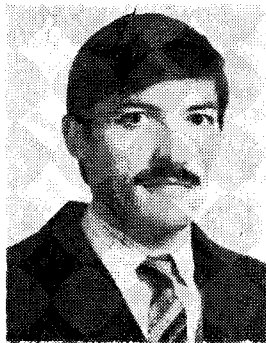
A helyi oszcillátor jelét a sztrip-vonalra negyed-hullámú csatolt vonalpár révén juttatjuk, mint ez a



GRÁNÁSY JÓZSEF

A Budapesti Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Karának „B” tagozatán

1951-ben szerzett gépészmérnöki oklevelet. Szakmérnöki diplomáját a Villamosmérnöki Kar Folyamat szabályozási Tanszéken védte meg 1965-ben. A nehézhíradástechnikai iparban finommechanikai konstruktőr, majd főtechnológusi beosztásban dolgozott. Mikrohullámú antennák kutatás-fejlesztésével a Távközlési Kutató Intézetben kezdett 1972-ben foglalkozni. Publikációi a fémzett műanyag Cassegrain antennákkal és irányított mikrohullámú antennák konstrukciós problémáival kapcsolatosak.



JUHÁSZ KÁLMÁN

Villamosmérnöki oklevelét 1972-ben szerezte a Budapesti Műszaki Egyetemen. Azóta a Távközlési Kutató Intézetben dolgozik, mikrohullámú áramkörök tervezésével és mérésével foglalkozik. 1975 óta tudományos munkatárs. 1977-ben kitüntetéses szakmérnöki oklevelet szerzett a BME Rádió-híradástechnika szakán. Szakmai területe: mikrohullámú diódás oszcillátorok és generátorok tervezése és realizálása.

7. ábrán látható. A csatolt vonalpár teljes átviteli iránycsatolóként működik. A lokálfrekvenciás kapu illesztésének javítását járulékos vonalcsomók segíti.

### 8. Eredő jellemzők

A mikrohullámú egység félsávós kialakítású, azonos felépítésben az egyik változat a 11,7–12,1 GHz közötti, a másik változat a 12,1–12,5 GHz közötti félsávban használható. Egy-egy ország műholdcsatornáit mindig egy félsávon belül vannak, ezért a félsávós megoldás sok esetben előnyösen használható. A félsávós kialakításnak ugyanis gazdasági előnyei vannak, mivel ekkor az első középfrekvencia az ultrarövidhullámú sávba helyezhető, ahol olcsó integrált áramköröket lehet használni.

A mikrohullámú egységnek a mikrohullámú bemenet és az ultrarövidhullámú kimenet közötti teljes erősítést a 13. ábra mutatja a frekvencia függvényében az alsó félsávban. Az erősítés ingadozása a sávban kb. 1 dB. Egy műholdcsatorna sávzélessége 27 MHz. Az ábrán látható, hogy egy csatornán belül az erősítés változása a legrosszabb esetben sem több 0,5 dB-nél, ami teljesen megfelelő érték.

A mikrohullámú egység bemeneti reflexiós csillapítását a 14. ábra adja meg a frekvencia függvényében. A reflexiós csillapítás elegendően nagy, a leg-



KOLUMBÁN GÉZÁNE

1976-ban végzett a BME Villamosmérnöki Kara Híradástechnika tagozatán

mikrohullámú adástechnika ágazatán. Első munkahelye a Finommechanikai Vállalat volt, ahol mikrohullámú passzív áramkörökkel foglalkozott. Több FMKT szakdolgozattal helyezést ért el, és megkapta a „Kiváló Ifjú Szakember” kitüntetést. 1981 óta a Távközlési Kutató Intézetben dolgozik, ahol különböző tápvonaltípusban realizált (csőtápvonal, koax, fin-line, mikrostrip) szűrőkkel és egyéb mikrohullámú passzív áramkörökkel foglalkozik.

rosszabb esetekben sem kisebb 18 dB-nél. Látható, hogy az illesztés Csebisev típusú. A fin-vonalas szűrő négy rezonátort tartalmaz, és ennek megfelelően a reflexiós görbének négy minimuma van.

Az eredő zajtényezőt a 15. ábra adja meg a sáv két csatornafrekvenciáján két mikrohullámú egység esetére. A zajtényező 7 dB alatt van és magába foglalja a sávszűrő áteresztő csillapítását is, ami 0,5 dB körüli.

A mikrohullámú egység linearitását kétjelű intermodulációs mérési módszerrel vizsgáltuk. Megmértük a vivő és a harmadrendű intermodulációs termék szintjét a kimeneten a bemenő szint függvényében. Az eredményt a 16. ábra adja meg. Az egység üzemi bemenő szintje lényegesen az 1 dB-es erősítéscsökkenéshez tartozó szint alatt van, mely utóbbi esetünkben –35 dBm. A lineáris erősítés és harmadrendű torzítási termék egyenesének metszéspontja (az ún. intercept pont) –6 dBm bemenő szintnél van. Ez nagyfokú linearitást jelent az üzemi szinteken, ami több jel egyidejű vétele esetén fontos követelmény.

### 9. Összefoglalás

A műholdas televízió műsorszórás vételéhez kifejlesztett mikrohullámú vevő egyszerű felépítésű és új áramköri megoldásokat alkalmaz. A mikrohullámú vevő egyaránt használható egyéni vagy közösségi vételre megfelelő méretű antennával.

### I R O D A L O M

- [1] Dietrich-Büchs, J.: Broadcasting Satellite Systems in the 12 GHz Range. European Electronics, pp. 41–49, No. 3. 1981.
- [2] Konishi, Y., Hoshino, N., Utsumi, Y. and Matsu-mura, H.: 12 GHz-Band FM Receiver for Satellite Broadcasting. NHK Laboratories Note, Serial No. 230. December, 1978.
- [3] Harrop, P., Lesarrie, P. und Vlek, T. H. M., A.:

Rauscharme 12 GHz-Empfänger für das Satellitenfernsehen. Philips Technische Rundschau, pp. 241–253, No. 9, 1980/81.

[4] *Greenhalgh, S. J., Pengelly, R. S. and Turner, J.:* Receivers Evolving for TV by Satellite. Microwave Systems News, pp. 82–92. September, 1980.

[5] *Berceli, T., Geleji, V., Hammer, G., Juhász, K., Mrs. Kolumbán, T. and Reiter, G.:* A multiple-channel 12 GHz receiver for satellite television broadcasting. Conference Record of ICC '83, Boston, USA, pp. A17.1.–5, June, 1983.

[6] *Berceli, T., Geleji, V., Juhász, K. and Mrs. Kolumbán, T.:* A simple down-converter for the direct reception of satellite television broadcasting. Conf. Proc. of 13th EuMC, Nürnberg, FRG, pp. 195–200, 1983.

[7] *Wagner, W.:* Oscillator design by device line measurement. Microwave Journal, pp. 43–48. February, 1979.

[8] *Berceli T.:* Mikrohullámú diódás oszcillátorok tervezési kérdései. TKI Közleményei. 1976, XXI. évf. No. 1, 9–45. old.