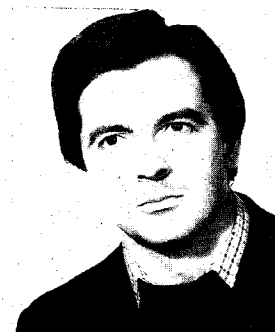


TV IV.-V. sávi adóantennarendszer

Dr. Szabó Pál – Dr. Szabó Zoltán
BHG Fejlesztési Intézet



Dr.SZABÓ PÁL



SZABÓ ZOLTÁN

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők ismertetik a teljes UHF sávban használható antenna-panelt és az ezekből felépített antennarendszereket, mint alkalmazásokat. Néhány megvalósított állomás antennáit is bemutatják. Foglalkozik a cikk az UHF antennarendszerek további építőelemeivel - elosztók, diplexer - is.

Bevezetés

A TV IV.-V. sávi átjátszóprogram kiépítése szükségessé tette egy, az ebben a sávban működő antennapanel kifejlesztését, amely adó- és vevőantennaként egyaránt alkalmazható. Több antennapanel megfelelő összekapcsolásával tetszőleges tulajdonságokkal rendelkező szektor vagy körsugárzó karakterisztikák valósíthatók meg. Telepítésükre azokon a helyeken kerül sor, amely területrészeket a nagy gerincadók valamilyen oknál fogva nem tudnak kellőképpen besugározni. Ezen okok közül a zsúfolt nagyvárosok magasabb épületkomplexumainak árnyékoló hatása, vagy adott területrész változatos domborzati viszonyai szerepelnek leggyakrabban. Vizsgálni kell több program közös antennarendszerrel történő kisugárzásának a sugárzási viszonyokat érintő kérdéskörét. Bevezetését e megoldásra vonatkozó konkrét igények indokolják. A műszaki követelmények teljesítése mellett a stabil mechanikai felépítés, a kis súly, a könnyű és gyors szerelhetőség döntő szempont.

Az antenna felépítése

A IV.-V. sávi antennapanel összefüggő reflektorfal előtt elhelyezett négy azonos fázisban azonos amplitúdóval táplált közel egészszulámú dipólból és a dipólok táplálását biztosító tápvonal, illetve balunrendszerből áll. Zuzmara és jegesedés ellen nagyszilárdságú üvegszálalás poliészterburkolat nyújt védelmet.

Műszaki adatok

Frekvenciatartomány	470 - 860 MHz
Bemeneti impedancia	50 Ohm aszimmetrikus
Bemeneti állóhullámarány	$r \leq 1,15$
$\lambda/2$ hosszúságú dipólra vonatkozó nyereség	$\sim 11\text{dB}$

* Beérkezett. 1989. VI. 28.(#)

1964-ben a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Kar Gyengeáramú Szakon szerzett okleveles villamosmérnöki diplomát. Az Elektrotechnikai Vállalatnál (EMV) először mint fejlesztő mérnök, majd mint laboratórium vezető a koaxiális elemek fejlesztését vezette. 1976 óta a BHG Fejlesztési Intézetben az Antenna és Koax. fejlesztési osztály munkáját irányítja. 1978-ban írt egyetemi doktori értekezése a $\lambda/4$ -nél rövidebb nagyteljesítményű koaxiális szűrők témakörét tárgyalta. Szakterülete az URH és TV adástechnikában alkalmazott antennák és koaxiális elemek illetve rendszerek fejlesztése.

Villamos üzem mérnöki oklevelét a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola Híradásipari Szakán szerezte 1970-ben. 1972-1975 között a jászberényi RH adóállomás antenna és tápvonal mérési munkáiban vett részt. Ezt követően antenna és koaxiális áramkörök tervezésével és fejlesztésével foglalkozik. Témafelelőse volt a TV IV. sávi ill. TV IV.-V. sávi adóantenna és elosztóhálózat tervezési, fejlesztési feladatainak. Jelenlegi munkahelye a BHG Fejlesztési Intézet, Antenna és Koaxiáltechnikai Osztályán van.

Előre-hátra sugárzási viszony	$\sim 17\text{ dB}$
Teljesítményterhelhetőség	1kW
Polarizáció	horizontális
Tömeg	18kg
Csatlakozó	7/16
Méretek	970x470x222mm
	Szélterhelés
szemben	117 kp/220km/6
oldalt	56 kp/220km/6
Torlónyomás	94 kp/m ²

Az antennapanel fejlesztése

Az egyedi antennapanel fejlesztése a relatív nagy sávszélesség miatt $B=400\text{ MHz}$; 60% / egy komplett műszaki követelményrendszer igénypontjainak alapos átgondolását és megfelelő rangsorolását indokolja.

Elsőrendű követelmény adott területrész előírt nagyságú nagyfrekvenciás jellel való ellátása, illetve a besugárzott területrész térerősség ingadozásának minimális értéken tartása.

Egy terület besugárzása egyedi panelekből, a pane-

leket tápláló kábel és elosztó hálózathoz felépített antennarendszerrel lehetséges, kialakítására nagyszámú megoldás létezik. Az antennarendszer műszaki paraméterei közül a horizontális sugárzási karakterisztika alakulása a panelek elrendezésétől - ez az esetek túlnyomó többségében négyzet elrendezés - valamint az egyedi panelek sugárzási jellemzőitől függ.

Az elrendezésből adódó ún. toronyátmérő D , - egyazon emelet reflektorsíkjai közé írható érintőkör átmérője - és a mindenkori hullámhossz hányadosa a D/λ viszony, a karakterisztika ingadozás előírt érték tartása érdekében optimális átmérőt feltételez.

Számítások alapján ez az átmérő 500 mm-től 600 mm-ig változhat. A szakirodalom $D/\lambda = 1$ viszony számig ígér problémamentes megoldást.

Ez az állapot jelen esetben csak sávközépig $f_0=660\text{MHz}$ $\lambda=454\text{ mm}$ / érvényes, a frekvencia növelésével a viszonyszám is nő, és értéke a sáv tetején $f=860\text{ MHz}$: $\lambda = 348,8\text{ mm}$ / $D=600\text{ mm}$ -t alapul véve már 1,72.

Mindezen követelmények teljesítése az egyedi antenna horizontális sugárzási karakterisztika amplitúdó és fázismenetének helyes beállítását igényli a teljes TV IV.-V.-ös sávban. A beállítás nagyszámú mérési, ill. a mért adatok birtokában végzett számítási sorozat kiértékelése alapján történt, amit a relatíve nagy sáv szélességeken kívül még két további tény indokolt.

Elsőként említhető, hogy az antenna geometriából számított egyedi karakterisztika a sáv felső részében 800-860 MHz nem ad pontos információt a fejlesztésnek erre az egyébként is kritikus problémakörére. Így a mért egyedi amplitúdó és fázisadatokból történő, a valóságos állapotokat megfelelően tükröző rendszer karakterisztika számítások eredményeképpen - $D = 500$ és 600 mm toronyátmérőre elvégezve - megválaszolhatók a több program közös antennarendszerrel történő kisugárzásának kérdései is. Összegző berendezés által összefogott két vagy több program egyidejű kisugárzása szélessávúan táplált ún. "lélegző" rendszer kialakításával lehetséges. Ez a megoldás a sávban könnyen megvalósítható karakterisztika ingadozás értékei ellenére, szigorúbb feltételeket ró az egyedi antenna impedancia menetének alakulására, ami a komplex rendszer reflexiómentesítése szempontjából bonyolult illesztő hálózatot igényel.

A szelektív jellegű fázistáplált rendszer az egyedi antenna impedancia menetét tekintve nem támaszt szigorú feltételeket, ismerv ezen áramköri megoldás reflexiós paraméterekre gyakorolt kedvező hatását.

A mérési tapasztalatok igazolják, hogy egy TV csatornán belül 26dB-es reflexiós csillapítás, azaz $r=1,1$ ÁHA érték beállítása jóval könnyebb feladat, mint ugyanezen csatornán belül az előírt horizontális rendszer karakterisztika ingadozás megvalósítása.

Erre nézve az elrendezéstől függő és az abból számított "eltolási" optimum értéket meghatározó mérési sorozat ad választ. A TV IV.-V. sávi antennapanel egyedi horizontális sugárzási jellemzőiből következően

a vele kialakított szélessávú ún. fázistáplált rendszerről - $D=500 - 600\text{ mm}$ toronyátmérőre vonatkozóan - elmondható hogy 470 MHz és 780 MHz között $\pm 2\text{ dB}$, 780 MHz és 830 MHz között $\pm 2,5\text{ dB}$, míg 830 MHz-től 860 MHz-ig $\pm 3\text{ dB}$ -es horizontális rendszerkarakterisztika ingadozás értékeket lehet megvalósítani.

Nagyobb toronyátmérőnél, ahol a D/λ viszony 2 vagy ezt jóval meghaladó mértékű, körsugárzó rendszer esetében a dolog természeténél fogva nagy karakterisztika ingadozás tapasztalható. Az ún. "beszivódások" körüli térrészben a kisugárzott nagyfrekvenciás teljesítmény szintje nem elégséges a biztonságos vételi lehetőségek megteremtéséhez.

Az ingadozás minimalizálása és a beszivódások kiküszöbölése csak az előzőekben vázlatosan említett egyszerű megoldástól merőben eltérő különleges kialakítású, az esetek többségében sokszög elrendezésű antennarendszerrel lehetséges. Kiépítésük nem oly gyakori mint az egyszerűbb négyzet elrendezés, telepítésüket speciális körülmények indokolják, amelyek közül leggyakoribb a már meglévő nagy átmérőjű tartószerkezet.

Itt kell megemlíteni a szakirodalom és a mérési tapasztalatok által egybehangzóan megerősített, az egyedi antenna vonatkozásában fontosnak ítélt tényezőt, nevezetesen az ily módon kialakított rendszerek amplitúdó ingadozásainak kiegyenlítése kisebb félérték szélességű egyedi horizontális sugárzási karakterisztikát kíván.

Az antennapanellel szemben támasztott követelmények bemutatása tette végül is szükségessé a sugárzási viszonyok részletesebb tárgyalását, ami a fejlesztés elsőrendűen fontos szakasza volt.

Maga az antennapanel hagyományos felépítésű, reflektorral és az előtte elhelyezett négy, közel egész-hullámú dipól kombinációjaként létrehozott sugárzó szerkezet.

Az optimális antenna geometria megvalósítására, azaz magára az áramköri tervezésre vonatkozóan a szakirodalom ajánlásai és a korábbi évek fejlesztési tapasztalatai adták a kiindulási alapot. Az elektromos jellemzők alakulása a panelgeometria függvénye.

A változók nagy száma, egymásra hatásuk és a fejlesztés során felmerülő egész sor járulékos probléma bemutatása egy rövid összefoglalóval a legcélravezetőbb.

1. Dipól kialakítása - dipólhossz, dipólalak

$B=400\text{ MHz}$ sáv szélesség átfogása csak egészhullámú (antirezonáns) dipólokkal lehetséges, amelyek végső formájukban közepén táplált szimmetrikus lemez dipólok.

A hengeres dipólok szakirodalma részletes, viszonylag könnyen kezelhető áramköri elemek, a hossz, az átmérő, azaz a karcsúsági tényező és az ebből adódó rövidülés tekintetében, de a táplálásul szolgáló hozzávezetések kialakítását nagyfrekvenciás szempontból

nem lehet tökéletesen megoldani, ezért alkalmazásuktól el kellett tekinteni.

A lemezdipól meghatározása előzetes mérési sorozat eredménye, a méreteket illetően közelítő pontosságú, így kiindulásnak mindenképpen megfelel.

Ezt igazolja a reflektorlap előtt sávközépre vonatkozóan $0,25-0,35 \lambda$ távolságra elhelyezett egyedi sugárzóelem impedancia menetének mérőszimmetrizálóval történő vizsgálata a teljes sávban, ahol $r=1,4 \text{ ÁHA}$ értéket lehetett megvalósítani. Az antenna négy szélessávúan táplált szimmetrikus kettős dipól összekapcsolásával 50 Ohm körüli eredő bemeneti impedanciát ad, így egy dipólnál 200 Ohm körüli dipólimpedanciát kell beállítani.

Ami a sugárzási karakterisztikát illeti, a négyzetes elrendezésnek megfelelő közel 90° -os félérték szélesség realizálása történt. A félérték szélesség bizonyos határokon belül a dipól-dipól távolsággal és karcsúsági tényezővel befolyásolható. Viszonylag vastag dipól - ami ebben az esetben nagy széles lemezfelülettel ekvivalens - alkalmazása vált szükségessé, vékony dipól keskeny horizontális karakterisztikát eredményezett. A sugárzási viszonyok alakulására döntően hat.

2. A dipól-reflektor távolság optimális beállítása

Széles átviteli sáv érdekében $0,3-0,35 \lambda$ a legkedvezőbb érték. A fejlesztés tapasztalatai alapján elmondható, hogy adott dipólalak esetén az optimális távolság meghatározására a 800 MHz-től 860 MHz-ig terjedő tartományban külön mérési sorozatot igényelt.

Az egyedi antenna geometriából végzett karakterisztika számítások nem bizonyultak elégségesnek, mint erről a korábbiakban említés is történt. Az optimális távolság meghatározását finom lépésekben célszerű elvégezni, ugyanis ezen érték fölött széles, alatta keskeny és jelentősen torzult karakterisztikák adódtak.

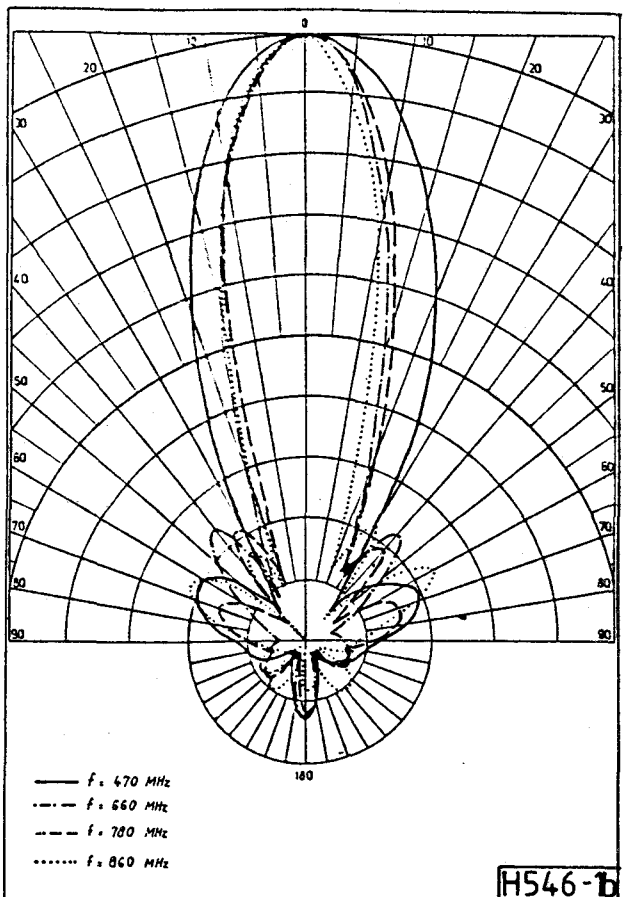
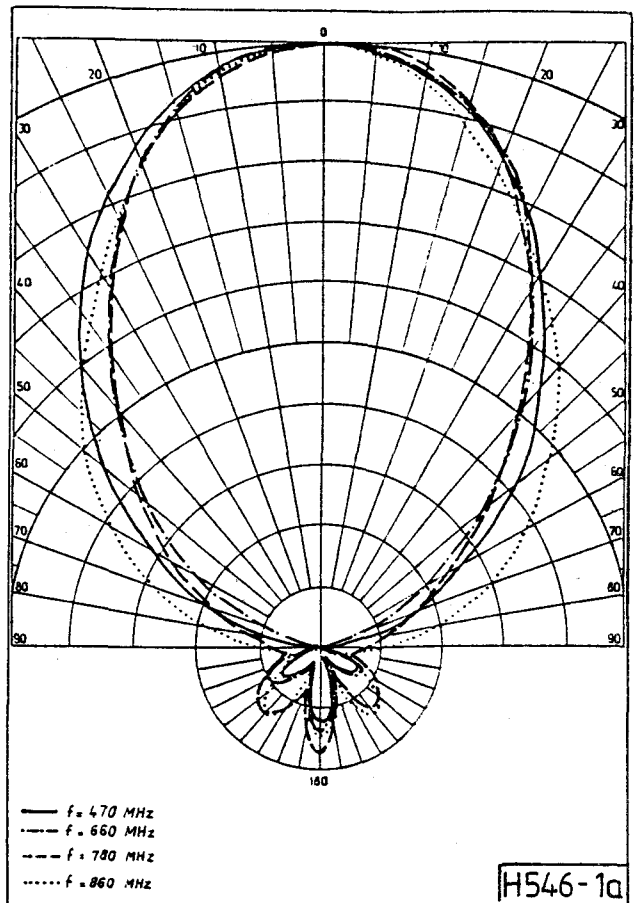
3. Dipól-dipól távolság meghatározása a vertikális karakterisztika alakulásának szempontjából fontos.

A melléknyalábok szintjét -12 dB körüli értékre vagy az alá kell szorítani, ami a távolság növelésével megoldható. Ez egyben a nyereség növekedését is jelenti, de egy bizonyos határon túl $0,7 \lambda$ jelentős sávzélesség csökkenést okoz. A távolságot csökkentve a horizontális karakterisztika félérték szélessége módosítható ugyan, de a vertikális karakterisztika melléknyalábainak szintje megnő. Ez akár a $-6; -8 \text{ dB}$ értéket is elérheti, ami megengedhetetlen, főleg nyereség tekintetében.

A sokféle szempontot egyeztetni, és ezeknek megfelelni egy szélessávú szerkezet esetén természetesen csak nagy számú mérés kiértékelése után lehetséges.

A kifejlesztett panel esetében a dipól-dipól távolság olyan értékű, hogy a vertikális melléknyalábok az előírt -12 dB -es szintet tartják a teljes sávban; a -3 dB -re vonatkoztatott nyílásszögek 470 MHz -en 34° ; 660

1. ábra. A TV IV-V. sávi antennapanel sugárzási karakterisztikái (horizontális, vertikális)



MHz-en 24°; míg 860 MHz-en 21°. A sugárzási karakterisztikák az 1. ábrán láthatók.

4. A balunkonstrukció és a mechanikai felépítés összefüggése

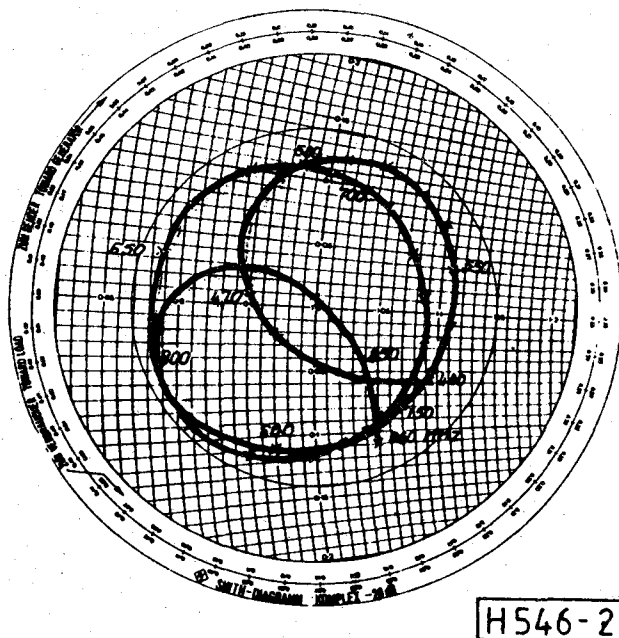
A dipólok gerjesztése közepén, szélessávú módon táplált szimmetrikus légtápvonalakkal történik.

A táplálási pontok kialakítása a dipólok tápponti impedanciáját, a szimmetrikus légtápvonalak csatlakoztatása ill. a teljes vonalhossz távolságtartása a hullámellenállást, közvetve pedig a panel transzformációs viszonyait befolyásoló tényezők. A helyes konstrukció kialakítása mechanikai és áramköri szempontból alapvetően fontos.

Korábbi évek tapasztalatai egyértelművé tették, hogy a több, már előzetesen összefogott részegység - dipólok összekötő tápvonalakkal - egyidejű szerelése nem járható út. A panelt elemi alkatrészeiből kell összeszerelni, csak így biztosítható a korrekt mérettartás. A felépítésbeli egyszerűsítés döntően a balunszerkezet kialakításától függ.

Az 50 Ohmos balunkonstrukció alkalmazása felépítésbeli és nagyfrekvenciás szempontból egyaránt előnytelen, ugyanis a két-két dipólpár párhuzamos összekapcsolására szolgáló 100 Ohmos szimmetrikus tápvonal beiktatásával nő a csatlakozási és töréspontok száma.

Közismert a tápvonal diszkontinuitások nagyfrekvenciás térre, s ezen keresztül az impedancia menetre gyakorolt kedvezőtlen hatása, aminek kikompenzálása zömmel a szimmetrikus tápvonalakba iktatott illesztő hálózattal lehetséges. A mechanikai és elektromos szempontból fontosnak ítélt egyszerű felépítés a 100 Ohmos balunkonstrukció alkalmazásával megoldható.



2. ábra. A TV IV-V. sávi antennapanel bemenő impedanciája a frekvencia függvényében

Két-két dipólpár összefogása után az összekötő tápvonalak középpontjaihoz egy-egy 100 Ohmos balunszerkezet csatlakozik, amely egyben a szimmetrikus-aszimmetrikus átalakítás eszköze, majd az aszimmetrikus felek párhuzamos kapcsolása eredőként az 50 Ohm körüli bemeneti impedanciát adja. Ez a megoldás lehetővé teszi a homogén szimmetrikus tápvonalak alkalmazását, mert a $\lambda/4$ -es vonalakkal megvalósított impedancia transzformáció a balunszerkezet aszimmetrikus felében realizálható.

Az impedancia menet kiegyenlítése, tehát a még szükséges reflexió mentesítés a balun felvezető tápvonalaiban elhelyezett teflon kompenzáló elemekkel történik, amelyek egyúttal a korrekt mérettartást is biztosítják. A bemérési idő rövid, maga a beállítás a kompenzáló elemek helyzetének kismértékű változtatásával történik. Az impedancia menet alakulása a sávban -20 dB-es Smith-diagramon felrajzolva a 2. ábrán látható.

Az antennapanel mechanikai felépítése

Az antenna tetszőleges méretű oszlopra, rácsos toronyszerkezetre, konzolra rögzíthető. Erre a reflektorfal hátoldalán a felerősítésre szolgáló fémtuskók furatai szolgálnak. A fémlemezből kialakított reflektorlap mechanikailag az egész szerkezet alapját képezi. A megfelelő mechanikai szilárdság érdekében közbelső fémbetétes merevítés alkalmazása vált szükségessé. A dipólok $d=10$ mm átmérőjű, nagyfrekvenciás szempontból megfelelő szigetelésű rúd segítségével szerelhetők fel. A dipól anyaga 1mm-es vörörézlemez (tökéletesen öntartó); az összekötő tápvonalak, illetve a balun szimmetrikus részére csatlakozó felvezető tápvonalak anyaga 2mm-es vörösrézlemez.

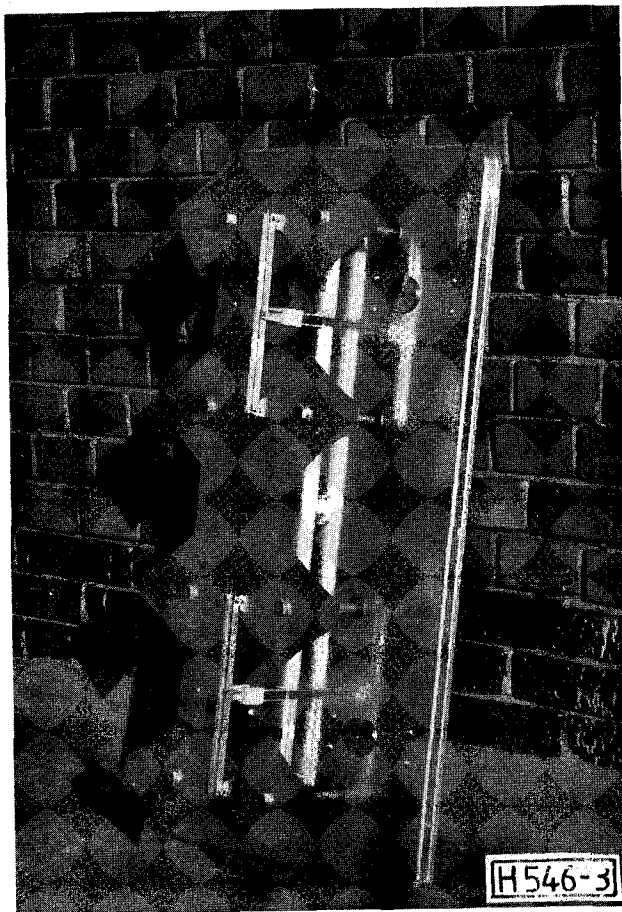
A balun anyaga szintén vörösréz, az "I" elektromos hossz, azaz a szimmetrizáló üregben a pontos illesztésnek megfelelő rezonancia beállítására szolgáló "rövidzárútkók" egyben mechanikai rögzítésre szolgálnak.

Végül az egész szerkezetet úgynevezett zúzmarateknő borítja, kellő védelmet nyújtva a szélsőséges időjárási változásoknak kitett panel számára. A zúzmaravédő-teknő anyaga üvegszálalás poliészter, hatása elektromos szempontból elhanyagolható.

Figyelembe véve, hogy az antennapanelnek 220 km/h szélsősebességet is kell viselni, indokolt a panel teljes védelme, és áramlástechnikailag megfelelő forma kialakítása. Éles sarkok, kiszögélő élek alkalmazása megengedhetetlen. A legnagyobb beállítható érték 220 km/h szélsősebesség volt. A mérés szerint a fedélre ható terhelés ennél a szélsősebességnél 117 kp, míg oldalirányban 56 kp. A vizsgálat eredménye pozitív, a panel megfelel a vele szemben támasztott mechanikai követelményeknek. Az elkészült panel fényképe a 3. ábrán látható.

A TV IV-V. sávi antennarendszerek építőelemei I. Elosztók

Az antennarendszerek fontos elemei az elosztók, feladatuk a nagyfrekvenciás teljesítmény szétosztása.



3. ábra. A TV IV-V. sávi antennapanel fényképe

A szétosztás történhet egyenlő arányban, ezek az ún. egyenlő arányú teljesítményelosztók, amelyek a hagyományos felépítésű antennarendszerek szint és fő elosztói.

Az ismertetésre kerülő egyenlőtlen teljesítmény elosztók - amikor a nagyfrekvenciás teljesítmény nem egyenlő arányban kerül szétosztásra - felhasználását speciális körülmények indokolják.

Ezek között szerepel olyan sugárzó rendszerek kiépítése, ahol adott területrészek kihangsúlyozása mellett más területrészek zavartatásának elkerülésére megfelelő védettséget kell biztosítani. Az egyenlőtlen teljesítmény elosztók koaxiális kivitelben készültek, és öt különböző osztás arányú elosztó típus kifejlesztésére került sor. Ezen osztásarányok - 1:2; 1:3; 1:4; 1:1:4; 1:1:1:3 - realizálása megfelelően választott impedanciák kombinációjával történik, és a szükséges impedancia értékek transzformáció révén nyerhetők.

A nagy sáv szélességre, a legkülönbözőbb áttételi viszonyokra és a szerkezeti kialakításra való tekintettel a Dolph-Csebisev karakterisztikájú transzformáló vonalak alkalmazása áramkörileg a legjobb megoldás.

A viszonylag magas előállítási ár a gazdaságos sorozatgyártást nem teszi lehetővé.

Áramköri, mechanikai és gazdaságossági szempontokat figyelembe véve a négylépcsős vonaltranszformátorok alkalmazása megfelel a követelményeknek.

A felépítés egyszerű, az esetek többségében 3 db,

egyenként $3 \times \lambda/4$ -es Csebisev-karakterisztikájú vonal összekapcsolásával tág határok közt mozgó osztásarányvariáció realizálható. Mint ismeretes, a teljesítményosztás arányos a segéd tápvonalaknak az elágazási síkban mutatott bemenő impedanciájával.

Áramkörileg a felmerülő problémák egy konkrét példa, az 1:4 arányú elosztó, bemutatásával érzékelhetőek. (4. ábra)

Az I. sz. segéd tápvonal elágazási síkra vonatkoztatott impedancia értékének megvalósításánál mechanikai szempontok döntöttek. Nagyobb hullámellenállású tápvonal ugyanis kis belső átmérőt eredményez, s így a szerelési nehézségeken túl mechanikailag instabillá válik az egész szerkezet.

A szerelhetőség és a mechanikai stabilitás biztosítása érdekében két olyan transzformáló vonalszakasz alkalmazására van szükség, ahol az impedancia áttétel - $R_1 = 3,33$ fővonal, ill. $R_2 = 2,66$ II. sz. segéd tápvonal - nevezett értékei miatt az egyes vonalszakaszok egzakt hullámellenállásai a Collins formula megoldása után nyerhetők.

Az összeszerelt elosztóban 17 db ugrásátmenet és könyökök helyén 2 db törés található. Az impedancia menet kiegyenlítése, azaz a reflexiómentesítés, kapacitív kompenzálás alkalmazásával történik.

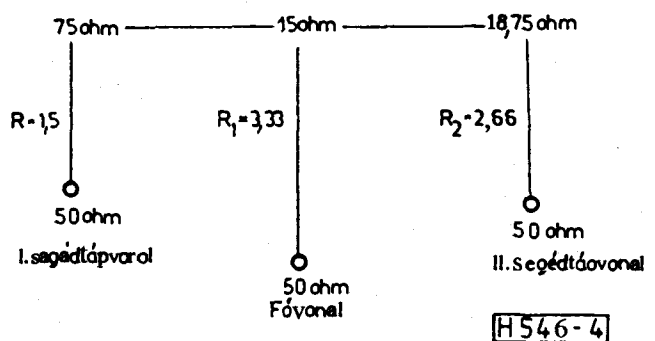
Valamennyi elosztónál a fő és segéd tápvonalak mechanikai megfogásáról két félből álló összezsavarozható merevítő szerkezet gondoskodik, a felerősítés bilincses kivitelű.

2. TV.IV-V. sávi adóösszegző (diplexer)

Az összegző lehetővé teszi 2 db TV IV-V. sávi adóberendezés közös antennára való üzemelését.

A berendezés két adóbemenettel és egy kimenettel rendelkezik, melyre az antenna kapcsolódik. A felépítés a következő: Mindkét adóbemenet egy 3 dB csatlósi tényezővel rendelkező iránycsatlóra, a továbbiakban szétosztó illetve összegző áramkörre kapcsolódik.

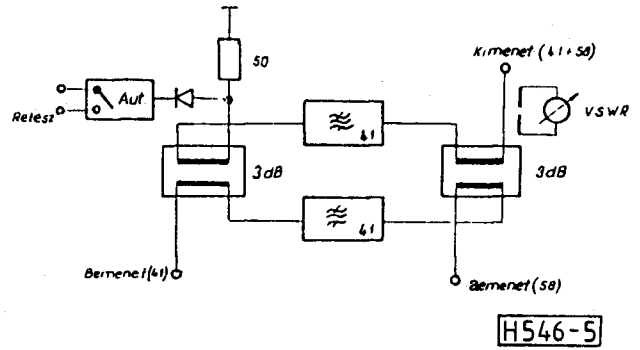
A 3 dB-es összegzők egy-egy teljesen azonos sávszűrővel kapcsolódnak össze. A felépítésből következik, hogy az egyik adóbemenet szelektív, TV csatornára hangolt, míg a másik adóbemenet szélessávú. A



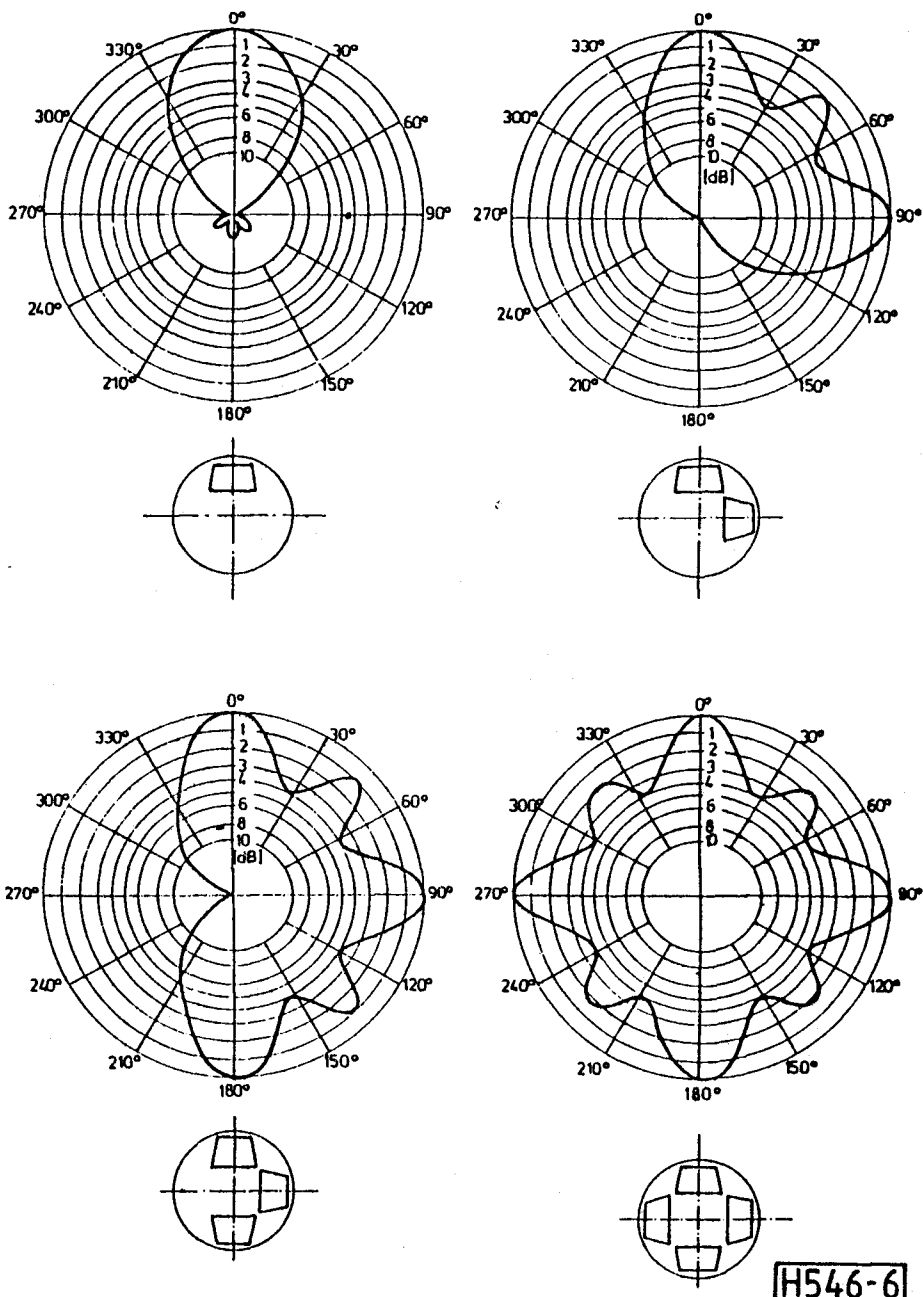
4. ábra. A TV IV-V. sávi 1:4 osztásarányú elosztó elvi felépítése

szelektív bemenetre kapcsolt RF teljesítmény a 3 dB-es szétosztó áramkör után fele-fele arányban rájut az azonos frekvenciára hangolt, két darab sávszűrőre, majd a másik 3 dB-es összegzőn keresztül jut az antennára, így a szélessávú adóbemenetre nem jut RF teljesítmény, vagyis megvalósul a nagy elválasztási csillapítás a szelektív- és a szélessávú adóbemenetek között.

A szélessávú adóbemenetre kapcsolt RF teljesítmény a 3 dB-es szétosztó áramkör után fele-fele arányban rájut az azonos frekvenciára hangolt sávszűrőkre. Mivel a sávszűrők nagyfokú beiktatási csilla-



5. ábra. A TV IV-V. sávi adóösszegző elvi kapcsolási rajza



6. ábra. Egy emeleten elhelyezhető leggyakrabban előforduló antenna elrendezések

pítással rendelkeznek, a rájuk jutó RF teljesítményt teljes mértékben reflektálják, amely visszajut a 3 dB-es összegzőre, az antenna csatlakozó-ponton kijut az antennára.

A szélessávú és a szelektív bemenet közötti elválasztási csillapítást most a szűrők nagyfokú beiktatási csillapításai biztosítják.

A 3 dB-es 90° fázistolású összegzők-szétosztók alapvető tulajdonsága, hogy ha a csatlóvonalak átlós kapuit a bemeneti kapuhoz viszonyítva illetően, vagy extrém, de azonos /pl. rövidzár vagy szakadás/ impedanciával zárjuk le, a bemeneti kapu illesztett marad, a bemeneti kapuval átlóban lévő kapu illesztett lezárása mellett.

A fenti működésből következően a berendezés biztosítja úgy a szelektív, mint a szélessávú adóbemenet illesztett lezárását, amennyiben az antennakimenetet az üzemi frekvenciákon jó illesztést biztosító antennával zár le.

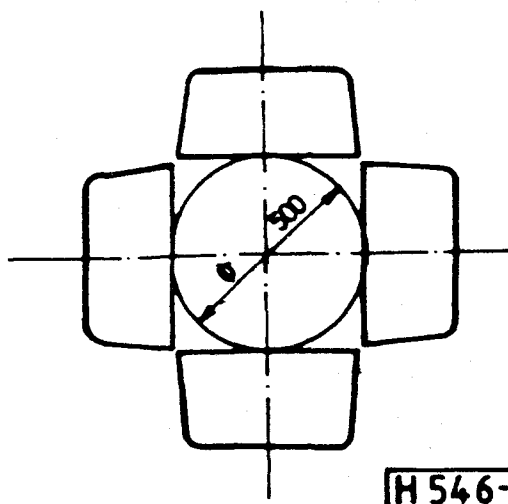
A TV IV-V. sávi adóösszegző elvi kapcsolási rajza az 5. ábrán látható.

Megvalósított TV IV-V. sávi adó antennarendszerek

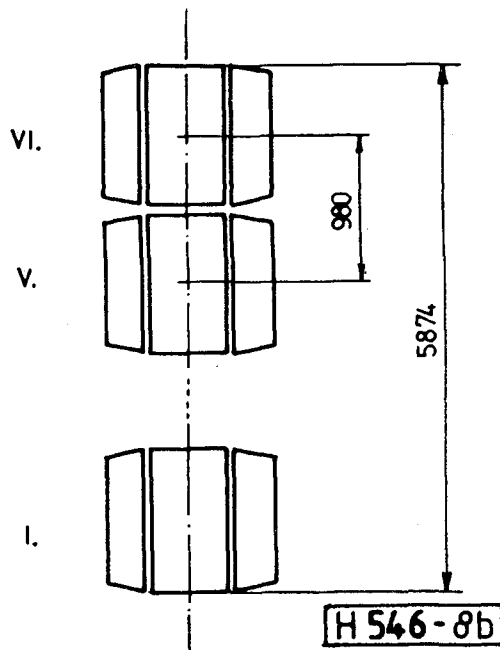
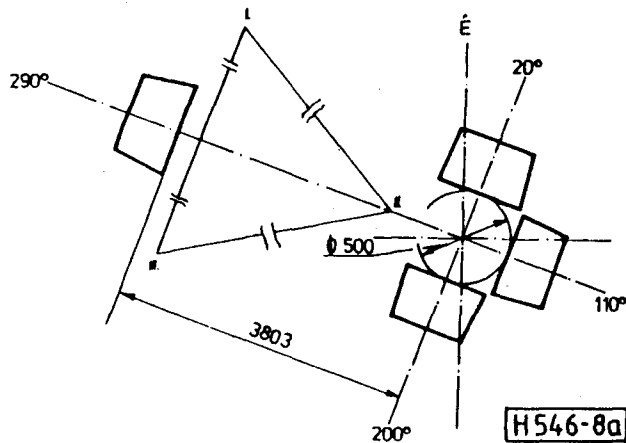
Az ismertett antennapanelből - mint építőelemből - tetszőleges nyereségű és sugárzási karakterisztikával rendelkező adó antennarendszer építhető fel.

A legegyszerűbb elrendezésű antenna az egy emeleten elhelyezkedő

1 x 90°	szektorsugárzó	
2 x 90°	- " -	
3 x 90°	- " -	
4 x 90°	körsugárzó rendszer	(6. ábra)



7. ábra. A TV IV-V. sávi antennarendszer optimális torony keresztmetszete



8. ábra. Nagy toronykeresztmetszetre kialakított antenna elrendezés

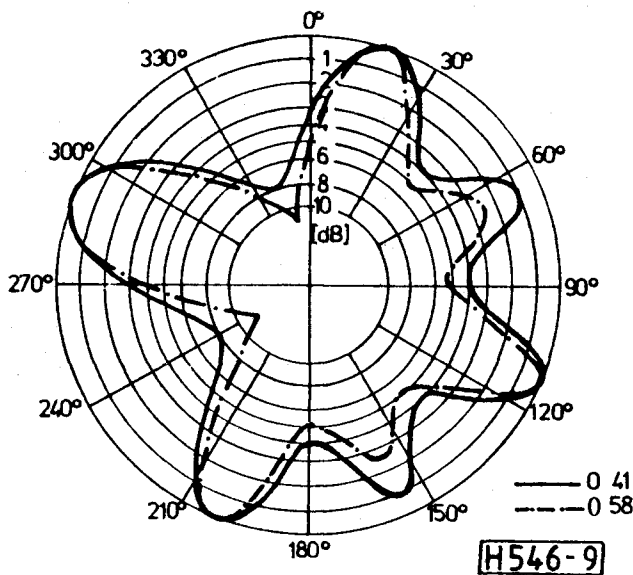
Ezeknek a rendszereknek a teljesítménynyeresége a következő:

1 x 90°	11 dB
2 x 90°	8 dB
3 x 90°	6 dB
4 x 90°	5 dB

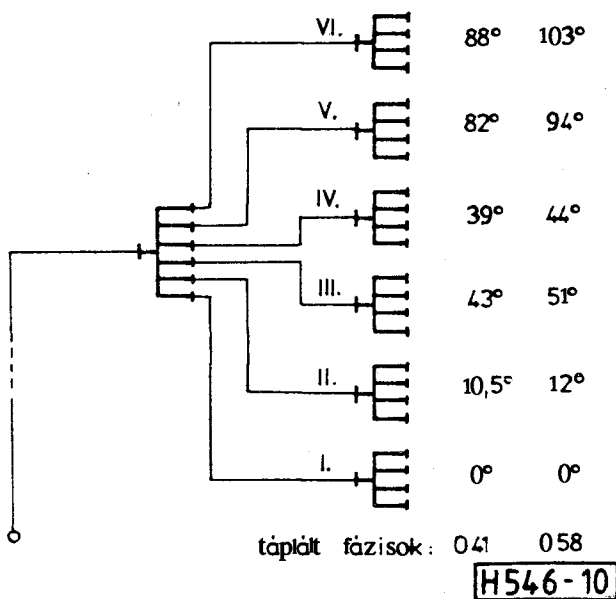
Az optimális toronyelrendezés szélessávú TV IV-V. sávi antennarendszer esetén 500 mm-es reflektorkörnél adódik (7. ábra).

A valóságos igények alapján az antennarendszer nyereségét az ellátandó terület nagysága és domborzati tagoltsága határozza meg. A gyakorlatban a nagy (20-40 kW) adóteljesítmények mellett 12-16 emeletes rendszerek alakultak ki.

Igen komoly műszaki problémát jelent, ha egy olyan meglévő TV toronyra kell antennarendszert tervezni,



9. ábra. Nagy toronykeresztmetszetre kialakított antennarendszer horizontális sugárzási karakterisztikája



10. ábra. 6 emeletes, 24 paneles antennarendszer elvi táplálása

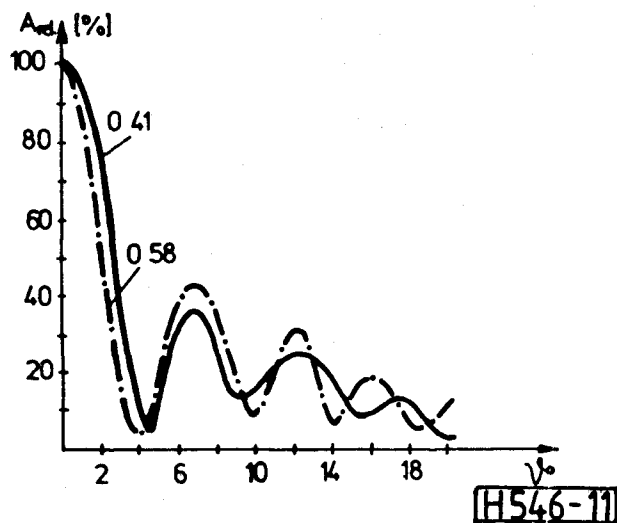
melynek toronyátmérője nagy, így nem lehetséges az optimális 500 mm körüli reflektor kört megvalósítani.

Példaképpen bemutatjuk a budapesti 041 és 058-as csatornák együttes sugárzására alkalmas szélessávú TV IV-V. sávi antennarendszert. A toronyelrendezés a 8. ábrán látható.

Az antennarendszer 6 emeletes, 3 x 90°-os tartományban körsugárzónak tekinthető, a negyedik irány a közel 4 m-es reflektor kör következtében egy szektor sugárzó (9. ábra).

Az antennarendszer elvi táplálása a 10. ábrán látható.

A vertikális karakterisztika kialakítása is nagy körültekintést igényel, főként ha több TV programot sugároz egyidőben az antennarendszer (11. ábra).



11. ábra. 6 emeletes antennarendszer vertikális karakterisztikái két csatornára

A vertikális karakterisztika számításánál olyan kompromisszumot kell kialakítani, hogy a távoltér ellátásához a maximális nyereség biztosítható legyen, ugyanakkor a köztér is jól ellátott maradjon. E kétösszeget jól kielégíti a több csatornás sugárzás esetén is az antennarendszer, ha a csatornák frekvenciában nincsenek túl messze egymástól (pl. 030; 034).

A példában bemutatott rendszer az 041 és 058-as csatornákon működik. A különbség 17 TV csatorna. Az ilyen nagy frekvenciakülönbség esetén a "0" helyek nem egyeznek meg. Gyakorlatban ez azt jelenti, hogy azonos adóteljesítmény esetén is a vett jelek szintje nagy eltérést mutat egy szélessávú vevőantennát alkalmazva. Bonyolítja a vételproblémákat az is, ha ilyen nagy csatorna távolság esetén az adóteljesítmények sem azonosak (pl. 1 kW és 0,1 kW).

Összegezve: A cikkben leírt elemek és azok alkalmazása egy TV IV-V. sávi antennarendszerben csak nagyságrendileg érzékeltetik a műszaki problémákat a tervezés folyamán. A rövid terjedelem miatt nem került sor a tartószerkezet, koaxiális kábelezés és egyéb technológiai kérdések megtárgyalására.

IRODALOM

- [1] G. L. Matthaei, L. Young, E. M. T. Jones: Microwave filters, Impedancematching networks, and Coupling structures Mc Graw-Hill Book Company, INC 1964.
- [2] Dr. Istvánffy E.: Tápvonalak, antennák, hullámterjedés 1967.
- [3] Dr. Szalai P.: Antennák, tápvonalak Egyetemi Mérnöktoábbképző Jegyzet 1966.
- [4] Rohde Schwarz Mitteilungen: TV adóantennák az UHF IV. és V. frekvencia sávokra 1960. április