VI

Magyar HIRADÁSTECHNIKA

BUDAPESTI MŰSZAKI EGYETEM KÖZPONTI KÖNYVTÁRA 1848

3

MAGYAR HIRADÁSTECHNIKA X. ÉVF. 3. SZÁM 85—124. OLDAL BUDAPEST, 1959. JÚNIUS

1959. június, X. évfolyam, 3. szám

Magyar HIRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

Felelős szerkesztő:
Balogh Pál
VI. Eötvös u. 11/a
Telefon: 420-536

Szerkesztő:
Boglár Gyula
XI. Szigethy Gyula u. 11
Telefon: 259-660

A Híradástechnikai Tudományos Egyesület Titkársága:
V. Szabadság tér 17.
Telefon: 113-027

Előfizetési ár
egész évre 30 Ft
Egyes szám ára 5 Ft

Megjelenik kéthavonként

TARTALOM:

Megemlékezés *Bogát László* és *dr. Radványi László* haláláról ... 85

Frischmann Gábor: Szélessávú mikrohullámú hálózat létesítésével kapcsolatos vezetékes átviteltechnikai problémák 86

Meleg József: Intermodulációs zajmérés 103

Ballagi-Pordány Konrád: Ultrarövidhullámú, frekvenciamodulált műsoráttevő vevőkészülék 107

Nádas Tibor és *Fényes Tamás:* Lemezmaglapok gazdaságosságának vizsgálata 115

Új tranzisztoros készülékeket mutatott be a Híradástechnikai Kutató Intézet Elektronikus Laboratóriuma 119

Содержание и обобщение на русском языке 121

Inhaltverzeichnis mit Zusammenfassungen in deutscher Sprache 121

Contents and summaries in english 121

Table des matières avec résumé des articles en langue francaise 121

BOGÁT LÁSZLÓ
† 1959 április

Bogát László neve összefonódik a magyar híradástechnika hőskorával. Kezdettől fogva a szakma egyik leglelkesebb úttörője volt, akiben párosult a kiváló mérnök a kiváló emberrel.

1898-ban Kecskeméten született, elemi és középiskoláit is ugyanitt végezte. 18 éves korában besorozták katonának és 1 évi frontszolgálat után súlyosan megsebesült — elvesztette az egyik lábát. A háború után elvégezte a műegyetemet és 1924-ben a Telefongyárban kezdte meg mérnöki pályafutását és itt dolgozott egyhuzamban 1950-ig.

Azon mérnökök közé tartozott, akik állandóan új utakat kerestek és lépést tartottak a nemzetközi színvonal fejlődésével. Kezdetben főleg vasútbiztosító berendezésekkel, később pedig a rádiótechnika fejlődésével — elektromedikai készülékek szerkesztésével foglalkozott. Ezen a vonalon európai hírű szakemberként 1932-ben meghívták a Bécsben tendezett elektromechanikai kongresszusra. Több ízben felkeresték világhírű orvosok, hogy tanulmányozzák rövidhullámú terápiás berendezéseit. Széleskörű érdeklődési köre és kimeríthetetlen tudásvágya a telefontechnika területére csábította és 1939-től kezdve a Telefongyár telefon-műszaki osztályának vezetője volt. Számos, még ma is használatban levő konstrukció fűződik a nevéhez.

A felszabadulás után a Telefongyár műszaki igazgatója lett. A vállalat államosításáig a párt irányvonalát vitte a legnehezebb körülmények között és a munkásosztály harcában vezető szerepet vállalt a külföldi tőkés gyártulajdonosokkal szemben. Az államosítás után a Telefongyár igazgatója lett és ekkor kezdődött meg a gyár rohamos műszaki fejlődése. Új gyártmányok, új profilok, új technológia — mind az ő nevéhez fűződik. A gyárban élte le életét, ott érezte jól magát. 1949-ben, szolgálatba lépésének 25 éves évfordulóján a Magyar Népköztársaság Érdeméreme kitüntetésben részesült.

1950-ben a Külkereskedelmi Minisztériumba helyezték, ahonnan 1957-ben nyugdíjba ment. Nyugdíjaztatása után sem tudott megválni a rajztáblától és visszatért a Telefongyárhoz, amelyhez úgyszólván hozzánőtt.

Munkatársai rajongásig szerették, mert szerette az embereket, de főleg a fiatalságot. A fiatal műszakiakat szenvedélyesen tanította, hosszú lenne azoknak a nevét felsorolni, akik az ő keze alatt váltak szakemberekké és irányelveit egy életre átvették tőle. Irányelve az egyszerűség volt, mind a munkában — a rajztábla mellett —, mind pedig az életben is, ahol mindenek előtt a párt szeretete vezérelte és amelynek élete utolsó percéig hű katonája volt.

A Híradástechnikai Tudományos Egyesületet és vele együtt a magyar híradástechnikai ipart váratlan halálával nagy veszteség érte és mélyen megdöbbentette. Egyesületünknek alapító és elnökségi tagja volt és ameddig egészsége engedte, aktívan részt vett az egyesületi munkában.

Az alkotás szeretete, a műszaki munka szépségeinek hangoztatása, az emberséges ember, ez jellemezte őt. Emlékét szeretettel őrizzük.

N. T.

DR. RADVÁNYI LÁSZLÓ
† 1959 május 14

Fájdalmas veszteség érte barátait, munkatársait, a híradásipart és egyesületünket Dr. Radványi László tragikus, váratlan halálával. Az átviteltechnika kiválóan képzett szakembere volt. Szinte emberfeletti munkabírása, éles gondolkodása, lelkiismeretes alapossága, fáradtságot nem kímélő segítő készsége, szerénysége és még sok-sok más jó tulajdonsága mindnyájunk szeretetét és elismerését érdemelte ki.

1913. október 12-én született Budapesten. Édesapja is mérnök, elismert szabadalmi szakember volt. Széleskörű ismereteit és jogászi jártasságát édesapja munkatársaként szerezte meg. Iskoláit végig kiváló eredménnyel végezte el. 1936-ban mérnöki diplomát szerzett és 1942-ben letette a jogi doktorátust, majd 1945-ben a szabadalmi ügyvivői vizsgát is. A Beloiannisz Híradástechnikai Gyárba 1945-ben lépett be, és bámulatosan rövid idő alatt kiváló átviteltechnikussá képezte magát. A Távközlési Kutató Intézet megalakulása után az ottani átviteltechnikai csoport tudományos munkatársa lett, majd annak megszünte után visszakerült a BHGy-ba, ahol mindvégig az átviteltechnikai osztályon dolgozott, legutóbb mint vezető tervező. Számos nehéz elméleti feladat kidolgozása, sok általa kidolgozott berendezés és újítás őrzi emlékét. Különösen a passzív áramkörök elméletével, rendszer- és vonalproblémákkal foglalkozott szívesen és maradandó eredményekkel. A Mérnöki Továbbképző Intézet kiadásában megjelent „*szűrő*" könyve és a Magyar Híradástechnikában közölt értékes szakcikkei is tanúsítják alapos elméleti felkészültségét és alkotó készségét. Sok előadást tartott egyesületünkben, sőt néhány évvel ezelőtt kínai útja alkalmával is, melyek osztatlan érdeklődést és elismerést váltottak ki. Aktív tagja volt átviteltechnikai szakosztályunknak, akire itt is, mint mindenütt, ha szakmai feladatokról volt szó, mindenkor számítani lehetett.

A tragikus halál szíriai küldetése küszöbén érte utól és vetett szomorú véget eredményekben gazdag és reményekkel teli fiatal életének. Az űr, amit hátrahagyott, szinte pótolhatatlan. Emlékét kegyelettel és szeretettel fogjuk megőrizni.

I. M.

Szélessávú mikrohullámú hálózat létesítésével kapcsolatos vezetékes átviteltechnikai problémák

FRISCHMANN GÁBOR
Magyar Posta

A cikk áttekintést ad a magyarországi szélessávú mikrohullámú hálózat tervezése során felmerült egyes vezetékes átviteltechnikai problémákról. Foglalkozik a mikrohullámú csatorna és távbeszélő vivőáramú végberendezések csatlakozási értékeivel (áramkörszám, sávszélesség, impedancia); a mikrohullámú rendszereknek az országos távbeszélő hálózatba való beillesztésével, csoportok és főcsoportok átkapcsolásával és leágaztatásával; a távbeszélőcsatornák és televízió program kábelen való átvitelével a mikrohullámú állomásról a távbeszélő központig, illetve a studióig; a pilotfrekvenciák alkalmazásának és a megszakítás nélküli üzem biztosításának kérdéseivel. A cikk célja nem a problémák megoldására végleges válaszadás, hanem a felmerülő kérdések tárgyában vitaindítás.

1. Bevezetés

Amint ismeretes, a hazai szélessávú mikrohullámú gerinchálózat a közeli jövőben megépül. Rövid határidőn belül üzembe kell helyezni az első főirányt televízió program és nagyszámú távbeszélőcsatorna átvitelére alkalmas módon. A mikroirány létesítése során számos vezetékes átviteltechnikai probléma is megoldásra vár; ezek egy része újszerű, hazánkban eddig még nemigen vetődött fel. Sok olyan kérdésben kell dönteni, amely területen tervezési vagy üzemeltetési tapasztalatokkal nem rendelkezünk és külföldi tanulmányutak, tapasztalatcserék hiányában csak főképpen irodalmi adatokra támaszkodva lehet a feladatok megoldásához fogni.

A következőkben a mikrohullámú hálózat létesítésével kapcsolatos vezetékes átviteltechnikai problémák egy részét — talán a legfontosabbakat — kívánjuk röviden összefoglalni, teljességre nem is törekedve, hogy a problémák felvetésével azok megoldását elősegítsük.

A következő kérdésekkel foglalkozunk:

a) A mikrohullámú rendszerek beillesztése az országos hírközlő hálózatba.

b) A szélessávú mikrohullámú csatorna és a távbeszélő vívőáramú végberendezések csatlakozási értékei (áramkörök száma, sávszélesség, impedancia és szint értékek).

c) Csoportok és főcsoportok átkapcsolása és leágaztatása.

d) Televízió program továbbítása kábelen a mikrohullámú berendezés végállomásáról a stúdióig.

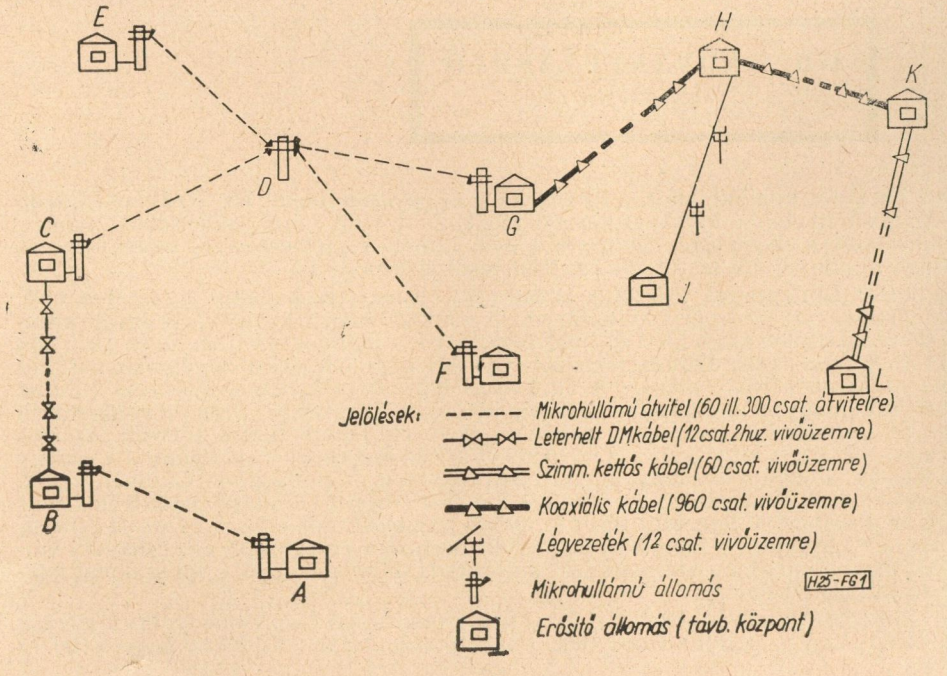
e) Egyes üzemviteli kérdések (pilotok alkalmazása, megszakítás nélküli üzem biztosítása).

2. A mikrohullámú rendszerek beillesztése az országos hírközlő hálózatba

A jelentős áramköri igények kielégítésére alkalmas korszerű helyközi távbeszélő hálózat gerincét a sokcsatornás vivőáramú rendszerek képezik, amelyeket vagy szimmetrikus páros, vagy koaxiális kábeleken, esetleg régi DM kábelek leterhelt érnégyesein, kisebb mértékben légvezetékes vivőáramú alapáramkörökön, újabban egyre szélesebb körben mikrohullámú rendszereken létesítünk.

Egy ilyen — különböző átviteli rendszerekkel kiépített — távbeszélő hálózatot mutat az 1. ábra. A különböző szakaszokon létesítendő áramkörök számát és viszonylatát a 2. ábra tünteti fel.

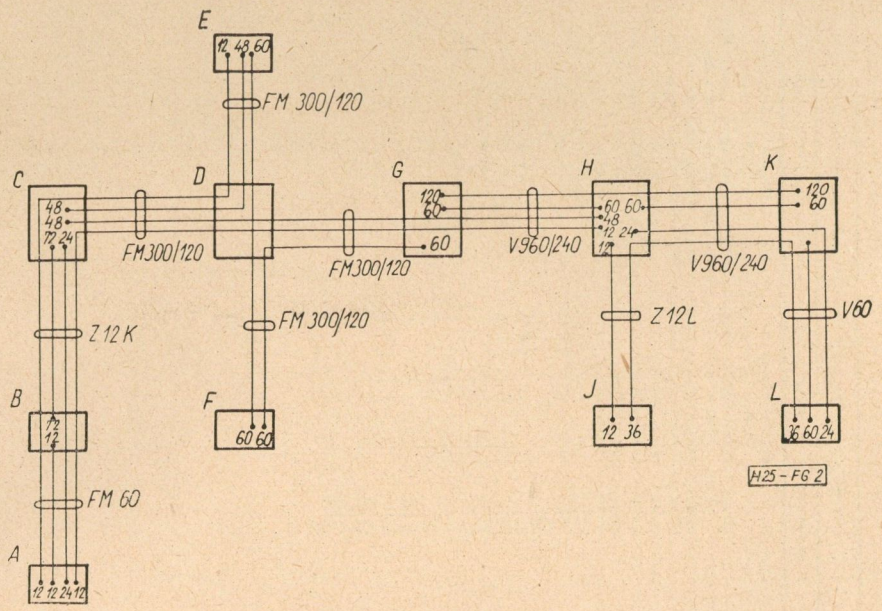
A hálózati képből megállapíthatjuk, hogy a mikrohullámú irányok tervezése teljes összhangban kell, hogy történjék az országos és nemzetközi hírközlő hálózat fejlesztésével, te-



1. ábra. Távbeszélő hálózati terv vezetékes és mikrohullámú átviteli rendszerekkel

hát a mikrohullámú rendszerek annak mind forgalmi, mind műszaki és átviteltechnikai szempontból szerves részét kell, hogy képezzék.

Ha az első és második ábrát összevetjük, megállapíthatjuk, hogy csak viszonylag kevés számú áramkör végződik egy-egy átviteli rendszer (pl. koakoxiális kábel, mikrohullámú rendszer, léges vivőáramú berendezés stb.) végpontjain, míg az áramkörök nagy része átkapcsolódik egy, vagy több másféle átviteli rendszerre, vagy esetleg közbenső helyen leágazik.



2. ábra. Az 1. ábrán feltüntetett hálózat áramkör- kiosztási terve

A hálózat tartalmaz tehát:

közvetlen áramköröket, így pl. *A—B* között 12, *B—C* között 72, *G—K* között 120 áramkört,

más rendszerre átkapcsolt áramköröket, így pl. egyszer átkapcsolt az *A—C* között létesítendő 24 áramkör *B* állomáson, kétszer átkapcsolt az *A—E* között létesítendő 12 áramkör *B* és *C* állomáson,

a rendszerből leágaztatott áramköröket, így pl. a *G—K* közötti 240 áramkörből *H* állomáson mindkét irányból leágazik 120 csatorna, ezek részben végződnek, részben más rendszerre átkapcsolódnak.

A következőkben megvizsgáljuk, hogy a létesülő távbeszélő hálózat kifogástalan minősége érdekében milyen kérdések tisztázása szükséges a vivőáramú áramkörök mikrohullámú csatornákon való átvitelének megvalósításakor.

3. Csatlakozási értékek

A vezetékes átviteltechnika eddig kialakult sokcsatornás vivőáramú berendezései akkor alkalmazhatók a mikrohullámú csatornákon, ha a két rendszer csatlakoztatásánál biztosítjuk a kellő összhangot. A mikrohullámú csatorna a létesítendő csatornaszámot és az átviteli sávot illetően leginkább a koaxiális kábellel hasonlítható össze.

3.1 Csatornaszám és frekvenciasáv

A fejlesztés alatt álló hazai szélessávú mikrohullámú berendezések a tervek szerint a CCIR 189. ajánlásának megfelelően egyelőre 240 távbeszélő csatorna átvitelére készülnek, de kapacitásuk a későbbiekben 600 csatornára bővül. Ennek megfelelően a legfelső átvitt frekvencia 1052 kHz, illetve 2540 kHz lesz.

Hasonlítsuk össze ezeket az adatokat a sokcsatornás vivőáramú berendezések hasonló jellemzőivel, figyelembevéve a CCI ajánlásait és a Tanulmányi Bizottságok munkájának újabb eredményeit.

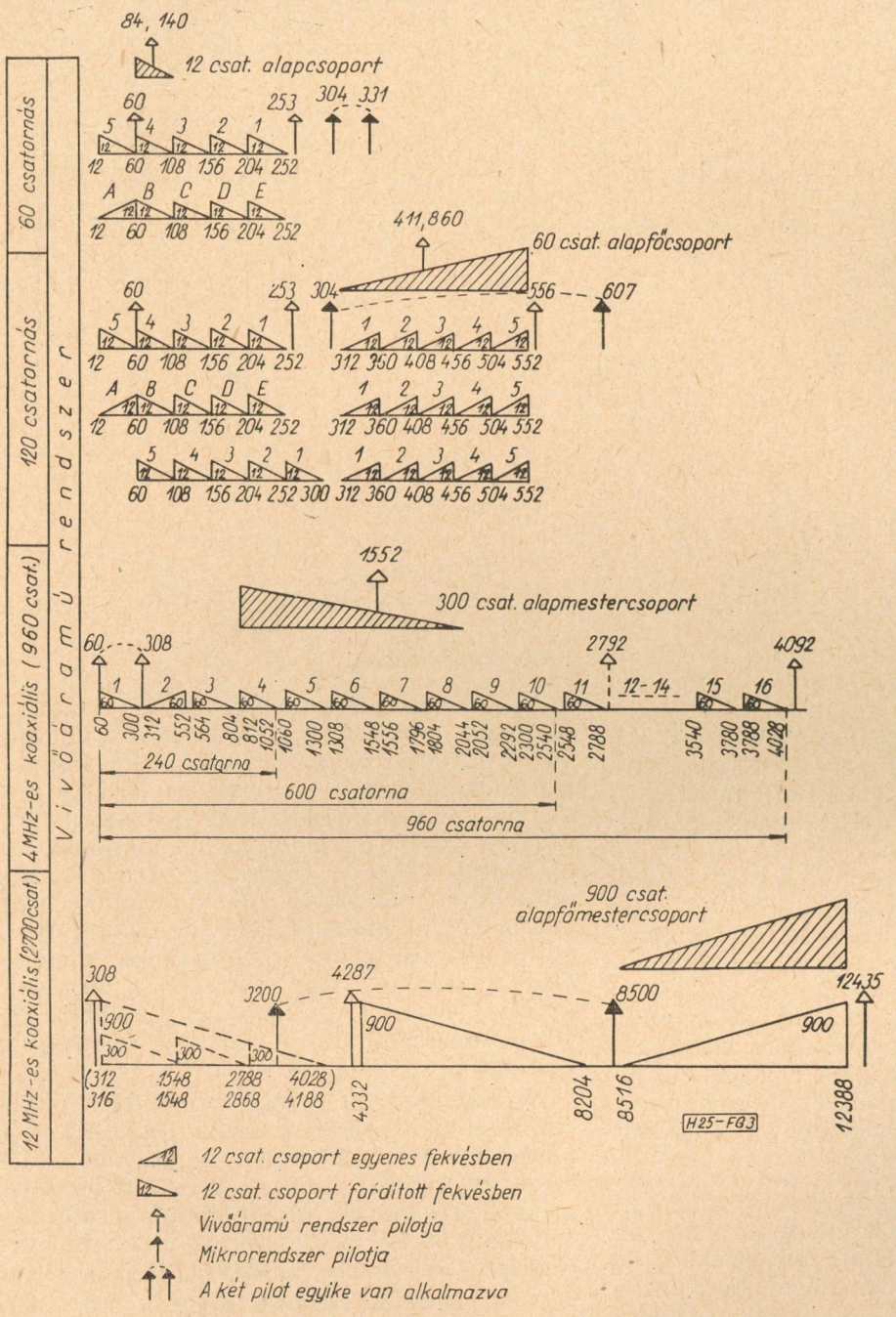
3.11 Csatornaszám

A 3. ábrán feltüntettük a CCI ajánlásainak megfelelő, szimmetrikus kábelen alkalmazható 60 és 120 csatornás, valamint a koaxiális kábelra alkalmas 960 csatornás vivőáramú rendszerek frekvencia kiosztását és csoport elrendezését. Látható, hogy az öt alapcsoportból kialakított 60 csatornás rendszerek átvitelisávja a 12 kHz frekvenciánál kezdődik, a két alapfőcsoportból származtatott 120 csatornás rendszerekre vonatkozó ajánlások között azonban már szerepel a 60 kHz-től induló lehetőség is, míg a koaxiális kábel 16 főcsoportból álló vivőáramú rendszerének kezdő frekvenciája 60 kHz.

A mikrohullámú rendszerek 240 és 600 csatornás kiépítéséhez szükséges vivőáramú rendszerekre a CCIF külön ajánlást nem adott, ezért a 120-nál több távbeszélő csatornát átvivő szélessávú mikrohullámú csatorna a 4 MHz-ig átvivő 960 csatornás koaxiális kábelrendszer frekvencia kiosztása szerint létesül.

A 3. ábrából látható, hogy a 240, illetve 600 csatornás mikrohullámú átviteli rendszer tervezett 1052, illetve 2540 kHz felső átvitt frekvenciája a koaxiális kábelekre érvényes ajánlásokkal összhangban van. A csatornaszám és az átviteli sáv kérdésével mégis foglalkoznunk kell, mert a koaxiális kábelek átviteli rendszereinek csatorna és frekvencia kiosztása a CCI-n belül folyó tárgyalások alapján megváltozik, illetve már módosult is. A változások kétirányúak és hatásukat a 3. ábra alsó részén feltüntetett rajz alapján tanulmányozhatjuk.

A koaxiális kábel távbeszélő átvitelre jelenleg alkalmazott 4 MHz-es rendszere mellett új 12 MHz-es rendszer alakul ki. Az eddigi 9 km-es erősítőszakasz felezésével az átvitt frekvenciasávot 12 MHz-ig bővítik és a 4—12



3. ábra. Sokcsatornás vivőáramú rendszerek vonalon átvitt frekvenciasávjai (a frekvenciák kHz-ben)

MHz közötti frekvenciasávban 1800 távbeszélőcsatorna létesítésére nyílik lehetőség.

Az 1800 csatorna kialakítása a 812—2044 kHz közötti 5 db főcsoportot magában foglaló 300 csatornás alapmestercsoport és 3 db mestercsoportból kialakított 900 csatornás alapfőmestercsoport (frekvenciasávja 8516—12388 kHz) felhasználásával történik.

Ez a 4 MHz-en felüli rész a szélessávú mikrohullámú rendszert — legalábbis a fejlesztés jelen helyzetében — még alig érinti, mert ezer feletti csatornát átvivő rendszer fejlesztésének kérdése hazánkban még nem merült fel.

Az előzőkből viszont következik a 240, illetve 600 csatornás mikrohullámú rendszert érintő változás is. Az egységes rendszerképzés, valamint a koaxiális és mikrohullámú rendszerek könnyű összekapcsolhatósága érdekében a 4 MHz alatti — jelenleg érvényes — frekvencia elrendezési terv is megváltozik és az eddigi 16 főcsoport helyett 3 db mestercsoport létesül, azaz a 960 csatornás rendszer 900 csatornássá alakul át.

A különböző átviteli rendszerek együttműködtetése érdekében tehát a

12 csatornás csoport és a

60 csatornás főcsoport után a

300 csatornás mestercsoport és a

900 csatornás főmestercsoport is kialakul.

Ebből máris következik, hogy a tervezett 240 csatornás mikrohullámú rendszer helyett 300 csatorna átvitelére alkalmas rendszert kellene kidolgozni, a későbbi 600 csatornás rendszer pedig ily módon két mestercsoportot vinne át.

3.12 Frekvenciasáv

Állapítsuk meg, hogy a mikrohullámú rendszer csatornájának átviteli sávját milyen mértékben kell bővíteni ahhoz, hogy 240 helyett 300 távbeszélő áramkör átvitelére legyen alkalmas.

A 3. ábra alsó részén feltüntettük a 12 MHz-es rendszer 4 MHz-ig terjedő frekvencia sávjában elhelyezett 3 db mestercsoport frekvenciakiosztási terveit. Látható, hogy a koaxiális kábel átviteli sávja a terv szerint 60 kHz helyett 316, esetleg 312 kHz-nél kezdődik.

A javaslatok szerint azonban a mikrohullámú rendszereknek a 60 kHz-től kezdődő 300 csatornás vivőáramú berendezések átvitelét, illetve a főcsoport síkon való átkapcsolhatóságot is biztosítaniok kell. A CCI 1. és

3. Tanulmányi Bizottságában tárgyalt javaslatok szerinti csatornaszám és frekvenciasáv adatokat az 1. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat

Mikrohullámú rendszereken átvitt távbeszélőcsatornák száma és az átvitt frekvenciasáv

Távbeszélő csatornák száma db	A távb. csatornák csoport-kialakítási módja	A távb. csatornák frekvenciasávja kHz	A mikroh. rendszer alapsávja kHz
300	1 mestercsoport vagy 5 főcsoport	64—1296 vagy 60—1300	60—1300
600	2 mestercsoport vagy 10 főcsoport	316—2868 vagy 64—2660 vagy 60—2540	60—2868
900 (960)	3 mestercsoport (1 főmestercsop.) vagy 16 főcsoport	316—4188 vagy 60—4028	60—4188
1800	6 mestercsoport (2 főmestercsop.)	316—8204	308—8204

Annak ellenére tehát, hogy a mikrohullámú rendszerek átviteli sávjára vonatkozó végleges CCI állásfoglalás jelenleg még nem ismeretes, megállapítható, hogy a tervezett átviteli sávok kibővítése indokolt és végrehajtandó. Szükséges továbbá, hogy a közölt szempontokat a 120-nál nagyobb csatornaszámú vivőáramú berendezések fejlesztésénél is figyelembe vegyük a mikrohullámú és a vivőáramú rendszerek összhangjának biztosítása érdekében.

3. 13 Az alsó kezdőfrekvencia megválasztása

A hazai mikrohullámú rendszerekkel kapcsolatban említést kell még tenni az alsó kezdőfrekvencia megválasztásának kérdéséről. Az első tervek szerint a mikrohullámú csatorna átviteli sávja 60 kHz-től indult volna. Mivel a 60 csatornás kábeles vivőáramú rendszerek a 12—252 kHz közötti frekvenciasávban dolgoznak és a jelenleg fejlesztés alatt álló 120 csatornás vivőáramú rendszerek kezdő frekvenciája is 12 kHz, szükségesnek látszott a mikrohullámú csatorna kezdő frekvenciájának 12 kHz-re való leszállítása.

A mikrohullámú vonal túlsó végén alkalmazásra kerülő Vesznya-berendezések azonban — és általában más 120-nál nagyobb csatornaszámúmikrohullámú berendezések is — csak a 60 kHz feletti frekvenciasáv átvitelére alkalmasak. Ennek figyelembevételével a 60 kHz-től induló 120 csatornás vivőáramú rendszerre lenne szükség már a kezdeti kiépítéskor is. Ha ilyen berendezés nem áll rendelkezésre, megtehető, hogy a 60 csatornás alsó főcsoportot csak 60 kHz-től, azaz 48 csatornásként üzemeltetjük, de ez csak rövid átmeneti szükségmegoldás lehet.

A 60 kHz-től induló 120 csatornás vivőáramú rendszer kifejlesztése a jelenlegihez képest csak a két főcsoportot elválasztó szűrő tervezésében jelentene változást, mert a többlet vivőfrekvencia biztosítása nem okozna nehézséget. A szigorúbb feltételekkel méretezendő szűrő a 60 kHz-től és a 12 kHz-től való kezdést egyaránt biztosítaná, míg a jelenleg tervezés alatt álló enyhébb feltételű szűrő az alsó főcsoportnak csak a 12—252 kHz közötti elhelyezését engedi meg.

Nemzetközi viszonylatban tehát a 12—60 kHz közötti frekvenciasáv távbeszélőüzem céljára nem látszik kihasználhatónak. Ugyanakkor mind a hazai, mind pedig a Vesznya-rendszer a 24—34 kHz frekvenciasávban egy jó minőségű zeneközvetítő csatorna létesítésére alkalmas, amely lehetőséget elveszítenénk, ha a távbeszélő üzemmel 12 kHz-től indulnánk.

Mindezek alapján revízió alá kellene venni a mikrohullámú csatorna kezdőfrekvenciájának 12 kHz-ig való leszállítására vonatkozó korábbi igényt, bár — ha mikrohullámú rendszerek alsó frekvencia határának leszállítása tervezési nehézséget nem jelent — csak előnynek mondható, ha legfeljebb 120 csatornás üzemig mindkét frekvencia fekvésű vivőáramú berendezés egyaránt alkalmazható.

3.2 Csatlakozó impedancia. Reflexiós csillapítás

3.21 Impedancia

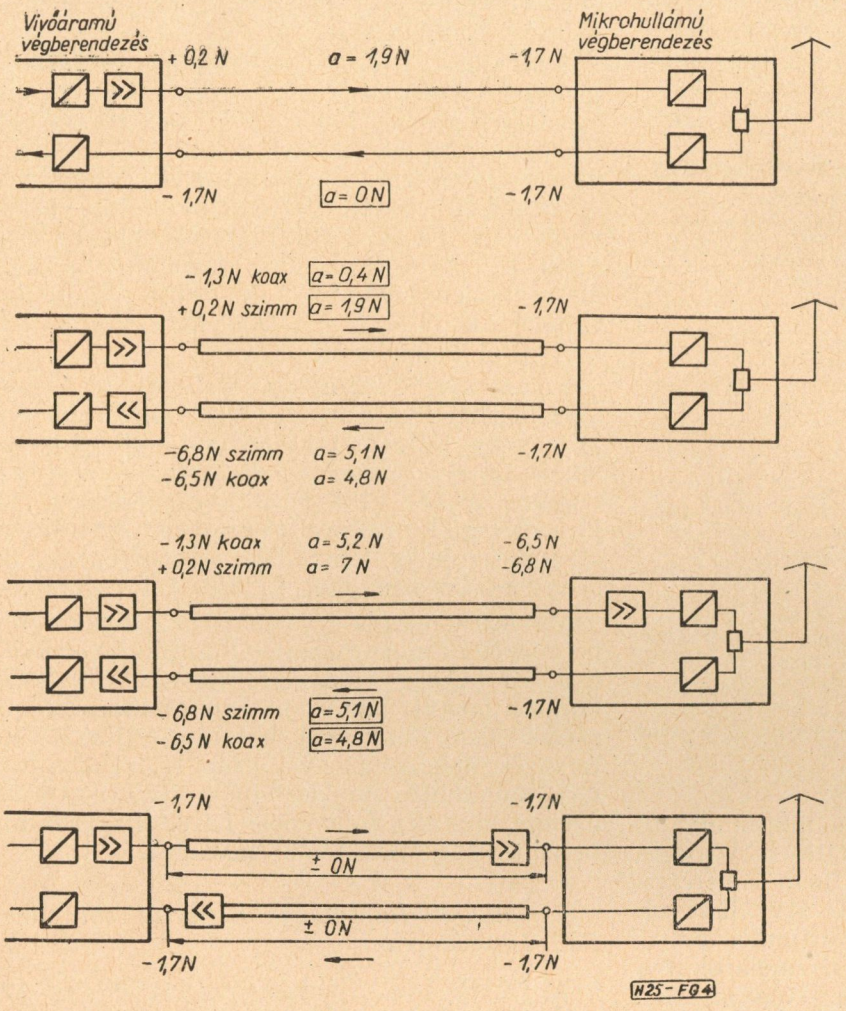
A CCIR 189. ajánlása szerint 60 és 120 csatornás üzemben 150 ohm (szimmetrikus) vagy 75 ohm (aszimmetrikus) impedanciára készülhet a mikrohullámú berendezés, ennél nagyobb csatornaszám esetén csak a koaxiális, azaz 75 ohmos (aszimmetrikus) csatlakozás ajánlott.

A 60 és 120 csatornás kábeles vivőáramú rendszerek 150 ohm (szimmetrikus) impedanciájúak, az ennél nagyobb csatornaszámú rendszerek már valószínűleg 75 ohm (aszimmetrikus) impedanciára készülnek.

Az első ütemben üzembe kerülő 120 csatornás vivőáramú berendezés 150 ohm impedanciáját tehát illeszteni kell a mikrohullámú csatorna 75 ohmos impedanciájához és egyúttal biztosítani kell a szimmetrikus—aszimmetrikus rendszerek csatlakoztatását. Ezt az illesztő transzformátort a mikrohullámú berendezésben célszerű elhelyezni.

3.22 Reflexiós csillapítás

A mikrohullámú rendszer bármely csatornájának egyaránt alkalmasnak kell lennie televízió vagy távbeszélő átvitelre, ezért a reflexiós csillapítást illetően a televízió átvitel szigorúbb követelményeit kell teljesítenie a távbeszélőüzemre kijelölt mikrohullámú csatornának is.



4. ábra. Vivőáramú berendezések és mikrocsatornák csatlakoztatása

A CCIF által a televíziót átvivő koaxiális kábelre megadott ajánlás alapján a mikrohullámú csatorna reflexiós csillapítását 24 dB-ben állapíthatjuk meg (a névleges 75 ohmhoz képest). Ez az érték 6% reflexiós tényezőnek felel meg. Megjegyezzük, hogy a CCIF korábbi ajánlása 20 dB, azaz 10% volt. Ha csak a távbeszélőüzem követelményeit vennénk figyelembe, az utóbbi érték továbbra is megfelelő lenne.

3.3 Csatlakozási szintértékek

A 60 vagy ennél nagyobb csatornaszámú mikrohullámú rendszerek csatlakozási szintértékeire vonatkozólag a CCIR 189. ajánlása kimondja, hogy

a bemenő szint	— 52 dB (—6 N)
a kimenő szint 75 ohm impedanciánál	— 15 dB (—1,7 N)
a kimenő szint 150 ohm impedanciánál	+ 1,75 dB (+ 0,2 N)

Ha ezekkel az adatokkal összevetjük a fejlesztés alatt álló mikrohullámú rendszer hasonló adatait (bemenő szint: —22... —14dB, kimenőszint: —15dB), akkor megállapíthatjuk, hogy a hazai berendezés kimenőszintje a koaxiális csatlakozásra előírt értéknek megfelel, a névleges —15 dB bemenőszint azonban az ajánlott értéknél 37 dB-el magasabb.

Ennek figyelembevételével a 4. ábra alapján vizsgáljuk meg a vivőáramú berendezések és mikrohullámú csatornák csatlakozási szintadatait és a két rendszer összekapcsolási lehetőségeit a gyakorlatban előforduló különböző esetekben.

Az ábra rajzain feltüntettük az összekötő kábel adó- és vevőirányban megengedhető csillapítás értékeit és a kábel hosszát meghatározó csillapítás-adatokat bekereteztük.

Az első rajz azt az esetet tünteti fel, ha a legfeljebb 120 csatornás vivőáramú berendezések (150 ohm szimmetrikus csatlakozással) és a mikrohullámú rendszerek együtt vannak telepítve és a két rendszer közötti összekötő kábel csillapítása gyakorlatilag elhanyagolható.

Feltételezve, hogy a vivőáramú végberendezés vonaloldali bemenőszintje a mikrohullámú rendszerrel való célszerű együttműködés érdekében + 0,2 N helyett — 1,7 N-re is beállítható, vevőerősítő nélkül összekapcsolható a két rendszer.

A második rajz szerint a vivőáramú végberendezéseket vevőerősítővel is ellátjuk. Szimmetrikus kábel és 150 ohmos vivőáramú berendezések esetén 1,9 N, koaxiális kábel és 75 ohmos berendezések esetén pedig 0,4 N lehet az összekötő kábel csillapítása.

A harmadik rajz szerinti esetben a mikrohullámú állomáson is alkalmazunk vevőerősítőt, így az összekötő kábel csillapítása szimmetrikus kábel esetén 5,1 N, koaxiális kábel esetén 4,8 N lehet.

A negyedik rajz azt a megoldást tünteti fel, amikor a két — térbelileg szétválasztott — rendszert „O" maradékcsillapítású szimmetrikus vagy koaxiális kábellel kötjük össze. Ez esetben mindkét oldali vevőerősítő a kábel tartozéka és mind a bemenő, mind a kimenő pontok szintje mindkét rendszernél azonos értékű lenne. A gyakorlatban ez a megoldás a legkívánatosabb, mert a különböző rendszerek összekapcsolása, üzemvitele, a fenntartási mérések elvégzése így a legkönnyebben végrehajtható.

A 2. táblázatban összeállítottuk a Széchenyi hegy—József erősítőállomás közötti kb. 9,5 km hosszú kábelszakasz csillapítását a 60—600 csatornás távbeszélő rendszernek megfelelő frekvenciasáv átvitelének esetére, 1,2 mm ∅ papírszigetelésű, 1,3 mm ∅ stiroflex és 2,6/9,5 típusú koaxiális kábelt véve alapul.

2. táblázat

9,5 km hosszú kábelszakasz csillapítás adatai

Csatorna db	Max. frekvencia kHz	1,2 papír	1,3 stiroflex	2,6/9,5 koaxiális
		kábel csillapítása néperben		
60	252	3,2	2,2	
120	552	5,0	3,2	1,9
300	1300			3,0
600	2868			4,4

A csillapítás-adatok és a 4. ábrán megadott értékek összevetésével megállapíthatjuk a következőket:

a) A vevőerősítő alkalmazása a mikrohullámú állomáson nem kerülhető el, mert a kábel csillapítása minden esetben nagyobb, mint amennyi a 4. ábra második rajza szerint e vevőerősítő nélkül áthidalható.

b) Akár 120 csatornát viszünk át szimmetrikus kábelen, akár 600 csatornát koaxiális kábelen, középerősítő alkalmazása nem szükséges.

c) 120 csatornás rendszer átvitelére 1,3 mm átmérőjű stiroflex szigetelésű terheletlen szimmetrikus kábel használatos, melynek csillapítása 552 kHz-nél ugyanakkora, mint az 1,2 mm érátmérőjű papírszigetelésű kábelé 252 kHz-nél (60 csatornás üzem).

Stiroflex kábelt Magyarországon ez idő szerint nem gyártanak, így alkalmazásával alig számolhatunk. Szóba jöhet azonban az eddig 18 km-es erősítőszakasszal csak 60 távbeszélő csatorna átvitelére használt 1,2 mm érátmérőjű papírszigetelésű kábel kiépítésének lehetősége 120 csatorna átvitelére, figyelembe véve, hogy a két állomás közötti 9,5 km távolságnak megfelelő csillapítás a 4. ábra szerint még éppen megfelelő.

d) Ha a kezdeti 120 csatornás kiépítést követően a későbbiekben 300 vagy 600 csatornás rendszer létesítésével számolunk, a két állomás között a koaxiális kábel kiépítése alig látszik elkerülhetőnek. Szóba jöhet ugyan olyan megoldás, hogy pl. a 300 csatornás mikrohullámú rendszer távbeszélő csatornáit is 60 vagy 120 csatornás csoportokra szétbontva papírszigetelésű kábelen adjuk be az erősítőállomásra, azonban ez esetben a mikrohullámú állomáson kell elhelyezni a vivőáramú rendszerek egyik modulációs fokozatát, ami üzemeltetési szempontból nem kívánatos.

Az a megoldás is felmerülhet, hogy egy koaxiális kábelt több mikrohullámú irány vagy egy irány több szélessávú csatornáján létesülő távbeszélő összeköttetések továbbítására használjunk fel, hiszen a koaxiális kábel egészen 12 MH-ig is kihasználható. Ennél a megoldásnál is az egyéb műszaki nehézségeken kívül az jelenti a legnagyobb nehézséget, hogy a vivőáramú berendezéseket tartalmazó erősítőállomáson kívül a mikrohullámú állomáson is el kell helyezni modulációs fokozatokat.

Fentiek alapján kimondhatjuk, hogy a legcélszerűbb megoldás az, ha egy-egy szélessávú mikrohullámú csatornát egy-egy koaxiális csővel hosszabbítunk meg az erősítőállomásig.

e) Bár a mikrohullámú rendszer névleges bemenő szintje 37 dB-el eltér a CCI által ajánlott értéktől, a vivőáramú végberendezésekkel való csatlakoztatása kifogástalanul megoldható.

4. Csoportok és főcsoportok átkapcsolása és leágaztatása

A második pontban tárgyalt távbeszélő hálózat áramköreinek kiépítése során sok esetben szükség van 12 csatornás csoport vagy 60 csatornás főcsoport más átviteli rendszerre való átkapcsolására, vagy ilyen csatornanyalábok leágaztatására.

(A 12 csatornás csoportnál kisebb áramkörnyalábok átkapcsolásával, mint a gyakorlatban szerepet alig játszó esettel nem foglalkozunk. Ugyanígy nem tárgyaljuk a több száz csatornát képviselő mestercsoportok és főmestercsoportok átkapcsolásának esetét sem.)

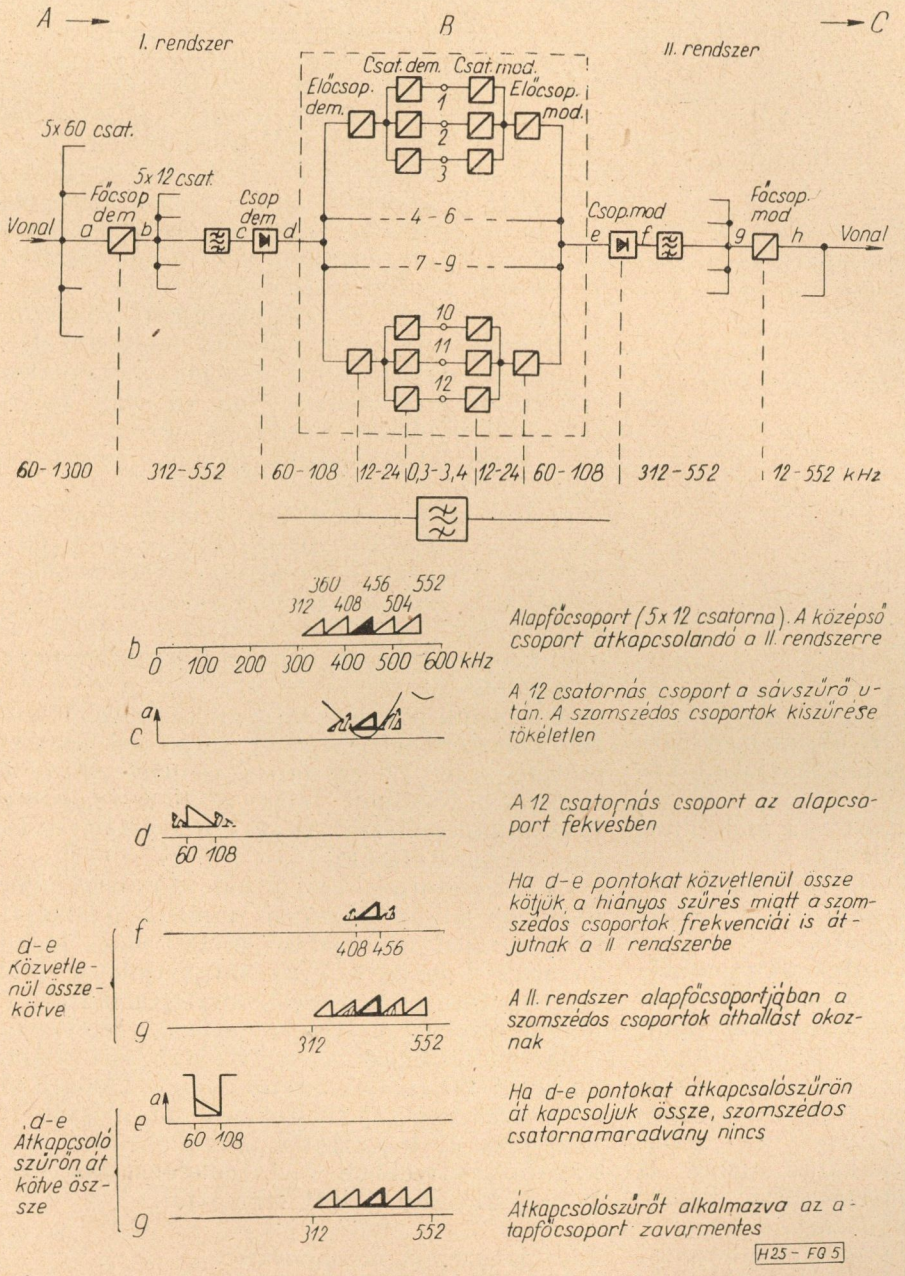
Magyarországon a nagy áramkörnyalábot biztosító szélessávú mikrohullámú hálózat kiépítésével kapcsolatban kerül sor először átkapcsolás és leágaztatás alkalmazására, ezért kissé részletesebben kell foglalkoznunk ezzel a még kevésbé ismert feladattal.

4. 1 Áramkörök átkapcsolása

Vivőáramú rendszerek csoportjainak és főcsoportjainak más rendszerre való átkapcsolási lehetőségeit és a felmerülő kérdéseket az 5. ábra alapján tárgyaljuk.

4. 11 Csoportátkapcsolás

Tegyük fel, hogy az *A* állomás felé üzemben levő 300 csatornás mikrohullámú rendszer I. jelű vivőáramú végberendezésének 3. főcsoportjából a középső 12 csatornás csoportot *B* állomáson át kell kapcsolni a *C* állomás felé üzemben levő 120 csatornás vivőáramú rendszer első főcsoportjának középső csoportjába. Az ábrán sematikusan feltüntettük az előcsoport modulációs vivőáramú rendszerek különböző modulációs fokozatait és megadtuk az egyes pontokon megjelenő frekvenciasávokat is. A modulációs rajz alatt feltüntettük a rajzon *b*, *c*, *d* stb. betűvel jelölt helyeken



5. ábra. 12 csatornás csoport átkapcsolása

az átkapcsolás folyamán megjelenő frekvencia termékeket.

A 12 csatorna átkapcsolására 3 lehetőség kínálkozik:

1. Az I. rendszer érintett 12 csatornájának szabályszerű demodulációja után a hangfrekvenciás sávban megjelenő (1—12-vel jelölt) csatornákat a II. rendszer megfelelő csoportjához tartozó csatornák hangfrekvenciás bemenő kapcsaival összekötjük.

2. A CCIF ajánlásának megfelelően a 12 csatorna átkapcsolását a 60—108 kHz közötti alapcsoport szinten hajtjuk végre. Ennek megfelelően a *b* pontban megjelenő 312—552 kHz-es alapfőcsoport középső csoportját (lásd *b* rajzot) a csoportmodulátor előtt sávszűrővel kiszűrjük) lásd *c* rajzot). Ez a kismeredekségű szűrő azonban a 12 csatornás csoport frekvenciáin kívül a szomszédos csoportok frekvenciáit is kisebb-nagyobb mértékben átengedi. A vivőáramú berendezések rendes üzemében ez a körülmény semmiféle zavart nem okoz, mert a következő demodulációs fokozatokban kerül sor a felesleges szomszédos frekvenciák meredek szűrővel való elnyomására.

Átkapcsolás esetén azonban más a helyzet. A csoportmodulátor a *d* pontban megjelenő 60—108 kHz közötti alapcsoport (lásd *d* rajzot) szennyezett az I. rendszer szomszédos csatornáinak frekvenciáival. Ha tehát a *d* pontot közvetlenül összekötjük a II. rendszer megfelelő alapcsoport-pontjával (*e* pont), akkor a II. rendszer az I. rendszerrel áthallásba kerül a nem kielégítő szűrés következtében (lásd *f* és *g* rajzot). Ez a megoldás tehát a I. és II. rendszer zavartalan üzemét nem biztosítja.

3. Az áthallások elkerülése érdekében a csoport átkapcsolását az úgynevezett átkapcsoló szűrőn keresztül hajtjuk végre, azaz a *d* és *e* pontok közé egy nagymeredekségű, csak a 60—108 kHz közötti frekvenciákat áteresztő szűrőt iktatunk be, így az átkapcsolás tökéletesen végrehajtható (lásd *e* és *g* rajzot).

Az 1. és 3. alatti megodást összehasonlítva láthatjuk, hogy a csoportátkapcsoló szűrő a *B* állomáson a szaggatott vonalak által határolt berendezéseket feleslegessé teszi, így a hangfrekvenciás átkapcsolással szembeni előnye bővebb magyarázatra nem szorul.

4. 12 Főcsoportátkapcsolás

A 60 csatornás főcsoportnak átkapcsolása teljesen hasonló elvek szerint történik a 312—552 kHz közötti alapfőcsoport szinten. Ez esetben tehát a zavartalan üzemvitel érdekében alkalmazandó főcsoport-átkapcsoló-szűrőt

a *b* és *g* pontok közé kell kapcsolni. (Megjegyezzük, hogy ezeket a szűrőket nemcsak a főcsoportok más rendszerre való átkapcsolására használjuk, hanem pl. igen hosszú koaxiális kábelek csatornáin előálló zajszint csökkentése céljából a különböző frekvenciafekvésű főcsoportok rendszeren belüli szabályos keverésére is.)

4. 2 Áramkörök leágaztatása

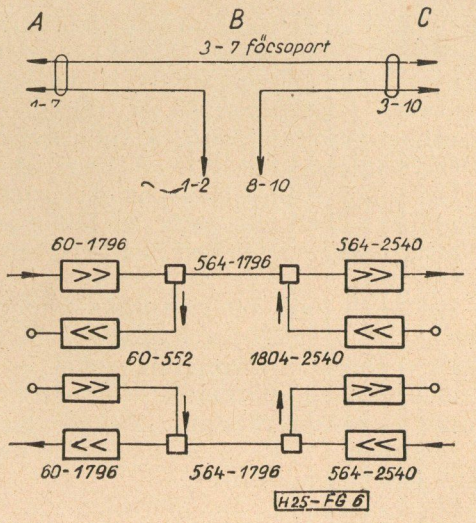
A távbeszélő áramkörigények kielégítésekor a csoportok és főcsoportok átkapcsolásán kívül gyakran szükség van a vonalon átvitt nagy áramkörnyaláb egy részének a két végberendezés közötti szakaszon való leágaztatására. Amíg tehát az átkapcsolás demoduláció után az alapcsoport vagy alapfőcsoport síkján történik, addig itt a vonalra kiadott áramkörök egy részét leágaztatjuk, legtöbbször szűrővel, míg a többi áramkör változtatás nélkül áthalad a leágaztató állomáson.

Csak olyan csoport ágaztatható le, amely alatt és felett bizonyos frekvenciaköz rendelkezésre áll a szűrés kivitelezésére. Ilyen hézagokat találunk a koaxiális rendszer főcsodortjai és mestercsoportjai, valamint a 120 csatornás rendszer két főcsoportja között (lásd a 3. ábrát).

Ha elválasztó sávval nem rendelkező csatornacsoportot, például egy 60 csatornás rendszer 108—156 kHz közötti 12 csatornáját kell a vonalról leágaztatni, akkor a szomszédos 12 csatornás csoportok átvitelének megszüntetésével lehet biztosítani a szűrés elvégzéséhez szükséges frekvencia közt. Mivel így a 60 csatorna helyett csak 36 csatorna hasznosítható és e megoldás igen gazdaságtalan, ezért a gyakorlatban a leágaztatás csak a 60 csatornás főcsoportokra (vagy az újabb nagy csatornaszámú rendszereknél a mester- vagy főmestercsoportokra) korlátozódik. Ennél kevesebb áramkört az alapáramkörök és végberendezések megfelelő csoportosításával, vagy 12 csatornás csoportok átkapcsolásával biztosítunk. A következőkben csak a főcsoport leágaztatással foglalkozunk.

4. 21 Leágaztatás szűrő nélkül

A leágaztatás legegyszerűbb módja a 6. ábrán látható. Itt a leágaztatást szűrő nélkül, csak hibrid beiktatásával oldjuk meg. Az *A* felől jövő és *B*-ben leágaztatott 1. és 2. főcsoport frekvenciasávját a *B*—*C* szakaszon nem kívánjuk felhasználni, s ugyanígy a *B*—*C* közötti 8, 9, 10-ik főcsoportét az *A*—*B* irányban kihasználatlanul hagyjuk. Ez a megoldás egyszerű ugyan, de műszaki szempontból nem tökéletes és nem gazdaságos, mivel az egyik irányból leágaztatott csatornák frekvenciasávja a másik irányban már nem hasznosítható. E megoldás alkalmazására csak igen kivételesen kerül sor.

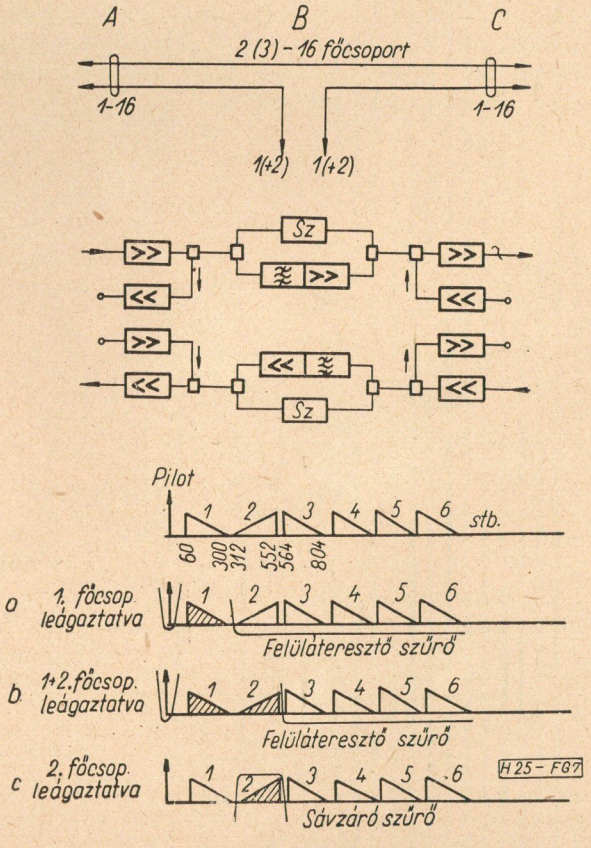


6. ábra. Főcsoport leágaztatás szűrő nélkül

4. 22 Leágaztatás felüláteresztő vagy sávzáró szűrővel

A gyakorlatban szokásos leágaztatási eseteket a 7. ábra alapján vizsgáljuk meg. Mindkét irányból, tehát *A* és *C* felől 1 vagy 2 főcsoportot ágaztatunk le *B* állomáson, míg a 960 csatornás koaxiális rendszer többi főcsoportja *A*—*C* között van üzemben. A megoldási lehetőségeket az ábrán megadott frekvenciakiosztási vázlatok mutatják.

a) Ha az első főcsoportot kívánjuk leágaztatni, akkor a többi főcsoport zavartalan



7. ábra. Főcsoport leágaztatás felüláteresztő vagy sávzáró szűrővel

átvitelét a 312 kHz-től átvivő felüláteresztő szűrővel *(SZ)* biztosítjuk. Mivel azonban a 60 kHz-es pilotfrekvenciának a vonalon át kell jutnia, pilotlyukszűrő is szükséges. A vele sorbakapcsolt erősítő a pilotfrekvencia megfelelő szintjének beállítását teszi lehetővé.

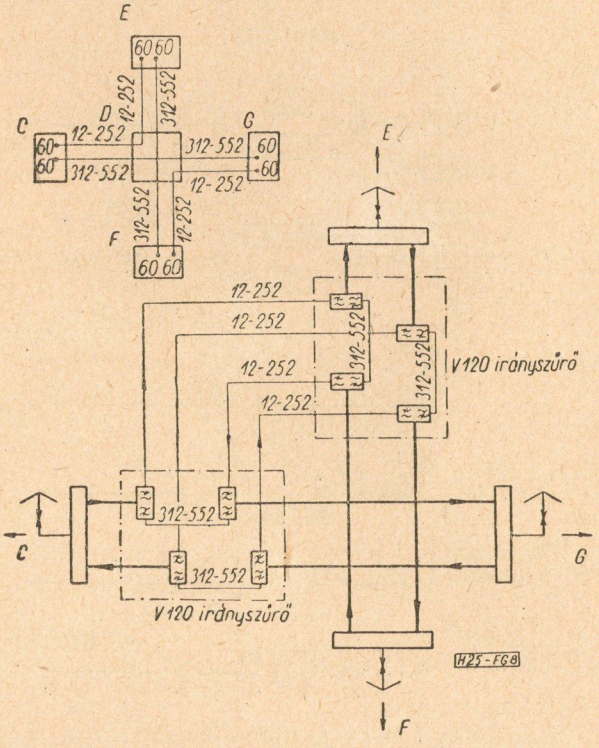
b) Ha az első két főcsoportot ágaztatjuk le, hasonló a helyzet, csak a felüláteresztő szűrő határfrekvenciáját kell 564 kHz-ben megállapítani.

Ha kettőnél több 60 csatornás főcsoportot kell leágaztatni, akkor a felüláteresztő szűrőnek már nehezebb követelményeket kell kielégíteni, mert a harmadik főcsoport után már csak 8 kHz elválasztó köz áll rendelkezésre, szemben az 1. és 2. főcsoport melletti 12 kHz frekvencia közzel.

c) Ha a második főcsoportot — a 312—552 kHz közötti alapfőcsoportot — kell leágaztatni, akkor a felüláteresztő szűrő helyett sávzáró szűrőt kell alkalmazni, mely a leágaztatandó frekvenciákat nem engedi tovább, míg valamennyi egyéb frekvencia átvitele akadály nélkül megtörténik. Ez esetben pilotszűrő és piloterősítő nem szükséges.

4.23 Leágaztatás irányszűrővel

A két főcsoportból álló 120 csatornás rendszer egyik főcsoportjának mindkét irányból való leágaztatása irányszűrővel elvégezhető. A 8. ábra példaképpen megadja az 1. ábrán feltüntetett *D* jelű mikrohullámú állomás 2. ábra szerinti áramkörkiosztási tervnek megfelelő főcsoport leágaztatásának megoldását irányszűrők alkalmazásával. Látható, hogy a főcsoportok négy irányba való továbbadásához 8 db szűrőpár szükséges.



8. ábra. Főcsoport leágaztatás irányszűrővel

4.3 A szűrőkkel szemben támasztott követelmények

A csoport és főcsoport átkapcsoló szűrőkkel szemben támasztott követelmények részben a CCI vonatkozó ajánlásaiból, részben a vivőáramú rendszer felépítéséből adódnak. (A következőkben főképpen az átkapcsoló szűrőkkel foglalkozunk, de az elmondottak értelemszerűen vonatkoznak a leágaztató szűrőkre is.) A szűrőknek szigorú előírásokat kell teljesíteniök, tervezésük és gyártásuk a mai fejlett szűrőtechnika mellett is igen komoly feladatot jelent.

4. 31 A szűrők beiktatási csillapítása

Az átkapcsoló szűrő egy vivőáramú rendszer csoport- vagy főcsoport demodulátor kimenete és egy másik rendszer hasonló fokozatú modulátor bemenete közé kapcsolódik.

A két pont között határozott szintkülönbség van és az átkapcsoló szűrő beiktatási csillapításának e szintkülönbséggel kell egyenlőnek lennie.

A 3. táblázatban összehasonlítjuk néhány vivőáramú rendszer csoport és főcsoport átkapcsolási pontjainak teljesítményszintjeit és feltüntetjük az átkapcsoló szűrő megengedhető beiktatási csillapítását.

3. táblázat

Csoportok és főcsoportok átkapcsolási szintjei

Rendszer	Csoport			Főcsoport		
	demod. ki	mod. be	szint-különbs.	demod. ki	mod. be	szint-különbs.
	néper			néper		
BHG	—3,5	—4,2	0,7	—3,5	—4,0	0,5
KGST	—0,6	—4,5	3,9	—2,6	—4,0	1,4
Siemens	—3,5	—4,2	0,7	—3,5	—4,0	0,5
Hasler	—0,9	—4,7	3,8	—3,0	—4,0	1,0
Ericsson	—1,2	—5,4	4,2	—2,8	—5,4	2,6
Standard	—0,9	—4,2	3,3	—3,5	—4,0	0,5
Philips	—0,6	—4,2	3,6			

Láthatjuk, hogy a BHG rendszer mind a csoport, mind a főcsoport átkapcsolási ponton a legszigorúbb feltételeket szabja, illetve a legkisebb beiktatási csillapítást engedi meg a szűrőre (0,7 N a csoportátkapcsolásnál és 0,5 N a főcsoport átkapcsolásnál).

A BHG berendezéseknek a KGST követelményeit is teljesíteniök kell, azaz biztosítani kell e kétféle rendszer együttműködésének lehetőségét. A KGST előírások szerint az átkapcsolás lényegesen enyhébb követelményeket teljesítő szűrőkkel is végrehajtható. Ha tehát a BHG típusú berendezést a szigorú feltételeket teljesítő átkapcsoló szűrővel kapcsoljuk át a KGST előírása szerinti berendezésfelé, a csatlakoztatásnál csillapító tagokat kell beiktatni. Ha viszont a KGST típusú beren-

dezésekhez tervezett nagyobb csillapítású átkapcsoló szűrőt alkalmazunk, kiegészítő erősítő beiktatása szükséges. Ugyanígy kiegészítő szerelvényeket kell beiktatni a legtöbb esetben más vívőáramú rendszerekhez való csatlakozásnál is.

A teljes átkapcsoló berendezés (beleértve a demodulátort, az átkapcsoló szűrőt és a modulátort) beiktatási csillapításának változása a frekvencia függvényében + 10 C° és + 40 C° közötti hőmérséklet változáskor a teljes átviteli sávban nem haladhatja meg a 0,2 N-t. Ebből 0.1 N vehető a modulációs fokozatokra és 0.1 N magára az átkapcsolószűrőre.

4.32 A szűrők zárócsillapítása

A csoportok vagy főcsoportok átkapcsolását úgy kell elvégezni, hogy távbeszélő átvitelnél a hasznos és a nemkívánatos összetevők viszonya 8 N-nél nagyobb legyen érthető és érthetetlen áthallásokra egyaránt.

Ismeretes azonban, hogy a 12 csatornás csoport 84—96 kHz közötti frekvenciasávjában 3 távbeszélő csatorna összefogásával jó minőségű, 50—10 000 Hz átviteli sávú, zenecsatorna létesíthető. Ez a zenecsatorna a szomszédos távbeszélő áramkörökkel együtt átkapcsolható, de a zeneáramkörök között nagyobb áthallási védettség szükséges, mint távbeszélő áramkörök között.

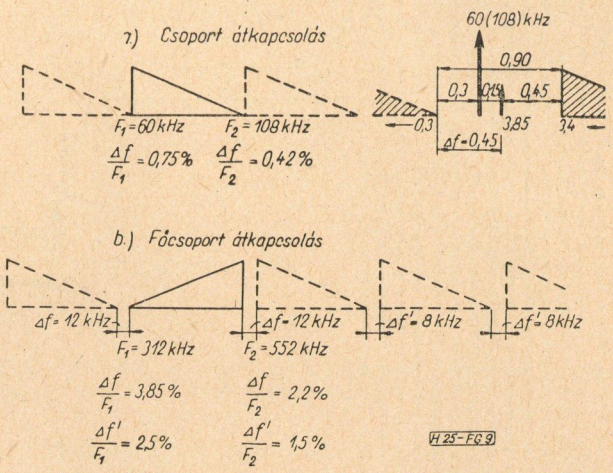
A CCI a zenecsatornák átkapcsolását illetően még ajánlást nem ad, de az I. számú Tanulmányi Bizottság a problémát tárgyalja és az máris látható, hogy legalább 9,3 N, de még inkább 10 N a zenecsatorna átkapcsolásánál biztosítandó áthallási védettség. (Itt közbevetőleg megjegyezzük, hogy lehetőség van csak magának a zenecsatornának az átkapcsolására is, miközben a 9 db távbeszélő csatorna végződik, de az 50 Hz-től átvivő zenecsatorna átkapcsolása még nehezebb probléma, mint a 12 csatornás csoporté.)

4.33 A szűrők kivitelezése

A beiktatási és zárócsillapításra vonatkozó legfőbb adatok ismeretében vizsgáljuk meg, hogy milyen követelmények adódnak a szűrő meredekségére vonatkozólag és milyen jelleggörbéjük van egyes külföldön már megvalósított szűrőknek.

A szűrővel szemben támasztott követelményekre a $\frac{\Delta f}{F}$ viszonyszám jellemző (Δf az elválasztandó sávok közötti frekvencia távolság, F pedig az a frekvencia, amelynél az elválasztás végrehajtandó). A 9. ábrán feltüntettük a csoport és főcsoport átkapcsolós szűrő tervezésénél figyelembe veendő Δf frekvencia sávokat és F frekvenciákat.

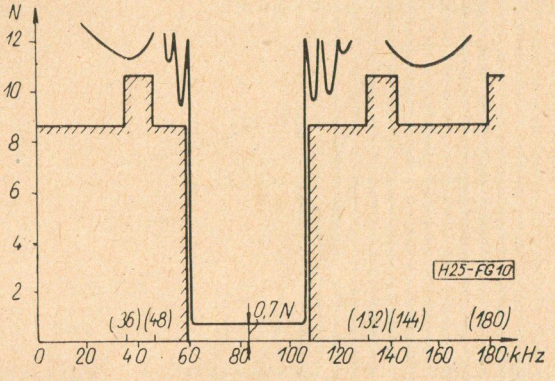
Látható, hogy a csoportátkapcsoló szűrőnél 900 Hz állna rendelkezésre a 8 N zárócsillapítás elérésére, mivel azonban a korszerű vivőáramú berendezésekben sávon kívüli jelzőrendszert alkalmazunk, a 3,85 kHz-es jelzőfrekvencia és a szomszédos sáv kezdete között már csak $\Delta f = 450$ Hz elválasztóköz vehető figyelembe. Ezzel számolva az áteresztő sáv alsó részén 0,75%, a felső részén 0,42% a $\frac{\Delta f}{F}$ viszony, ami igen komoly követelményt jelent.



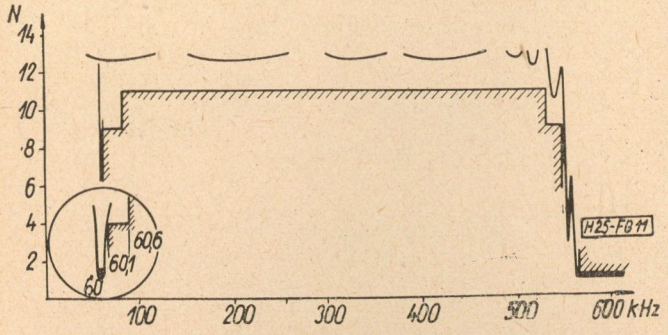
9. ábra. Átkapcsoló szűrők tervezésénél figyelembeveendő elválasztó frekvenciasávok

Főcsoportátkapcsolásnál kedvezőbben alakul a helyzet, amennyiben az 1. és 2. főcsoport széleinél 12 kHz, a többi főcsoport között pedig 8 kHz elválasztósáv áll rendelkezésre. A szűrőt a $\Delta f' = 8$ kHz-re, azaz a kisebb elválasztó közre kell méretezni, s így a $\frac{\Delta f'}{F}$ viszony 2,5%-nak, illetve 1,5%-nak adódik.

A 10. ábra egy külföldön megvalósított újtípusú csoportátkapcsoló szűrő jelleggörbéjét mutatja. A szűrő csillapítása az áteresztősávban 0,7 N, ami a Siemens-rendszer demodulátor kimenet és modulátor bemenet közti szintkülönbségének felel meg. Az ábráról látható, hogy a zárócsillapításra vonatkozó 8 N-es követelmény a szomszédos csoportok zenecsatornáinak megfelelő frekvenciáknál 10 N-re



10. ábra. Csoportátkapcsoló szűrő jelleggörbéje



11. ábra. Két főcsoportot leágaztató felüláteresztő-szűrő jelleggörbéje

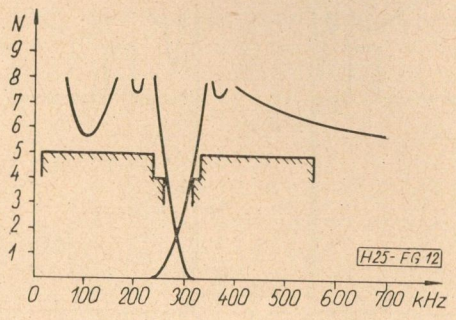
növekszik. A szűrő csillapításingadozása az áteresztő sávban az 0,1 N-es követelményt igen jól teljesíti. (A korábbi szűrőtípus csillapítása 1,8 N volt és átkapcsoláskor erősítőt is kellett alkalmazni).

A 11. ábra egy 120 csatorna (1. és 2. főcsoport) leágaztatására alkalmas újtípusú felüláteresztő szűrő jelleggörbéjét mutatja (lásd a 7. ábra *b* rajzát). A szűrő az 564 kHz-től kezdődő többi főcsoportot átengedi, míg az ez alatti frekvenciákra 10 N-nél nagyobb zárócsillapítást biztosít. A 60 kHz-es pilot átvitele érdekében a szűrővel párhuzamosan egy 60 kHz-es meredek pilotszűrt és vele sorbakapcsolt erősítőt is alkalmazni kell.

A 12. ábra a 4.23 pontban tárgyalt főcsoport szétválasztó irányszűrő jelleggörbéjét mutatja. A szűrő a 12—252 és a 312—552 kHz frekvenciasávok szétválasztására alkalmas. Ha az alsó főcsoport a 60—300 kHz frekvenciasávot foglalja el — pl. mikrohullámú átvitelnél — akkor lényegesen nagyobb követelményeket kielégítő irányszűrők szükségesek.

4.34 Egyszerű csoportátkapcsoló szűrő

A 4.11 pontban tárgyalt csoportátkapcsoláshoz a 10. ábrán látható nagymeredekségű átkapcsolószűrő szükséges. A 12 csatornás csoport átkapcsolása egyszerűbb, kevésbé meredek szűrővel is elvégezhető, ha az elválasztandó frekvenciasávok között legalább 6 kHz frekvenciaköz áll rendelkezésre a szűrés kivitelezéséhez. Ilyen eset fordul elő pl. a kéthuzalos különfrekvenciás 12 csatornás rendszerre való átkapcsoláskor.



12. ábra. Az 1. és 2. főcsoportot szétválasztó irányszűrő jelleggörbéje

A 13. ábrán bemutatjuk az egyszerű csoportátkapcsoló szűrő alkalmazását. Egy 300 csatornás mikrohullámú végződő rendszerről 12 csatornát átkapcsolunk egykábeles 12 csatornás különfrekvenciájú vivőáramú rendszerre, melynek vonalra kiadott frekvenciasávja 6—54 kHz, illetve 60—108 kHz.

Az *a*) rajzon feltüntetett esetben, tehát amikor a 12 csatornás rendszer áramkörei a *B* állomáson végződnek, megfelel az egyszerű átkapcsolószűrő is, mert a 60—108 kHz sáv alatt az 54 kHz, felette pedig a 114 kHz (vívőfrekvencia) van legközelebb.

Más a helyzet akkor, ha a kéthuzalos vívőáramú rendszer csatornái nem végződnek a túlsó végen (a *B* állomáson), hanem a 12 csatornát ott ismét továbbkapcsoljuk pl. 60 csatornás mikrorendszerre (13/*b* ábra). Ha ebben az esetben is csak egyszerű átkapcsolószűrőt alkalmaznánk, az *A* állomás vivőáramú rendszeréből átkapcsolt 60—108 kHz sáv alatt és felett 6 kHz-en belüli sávban található frekvenciák akadálytalanul átjutnának a *B* állomás 60 csatornás mikrorendszerének szomszédos csoportjaiba és áthallást okoznának.

Ennek elkerülésére azon az átkapcsolóponton, ahol az átkapcsolandó csoport mellett levő többi csoport frekvenciáit ki kell zárni (*V60→Z12* vagy *V300→Z12*), meredek átkapcsoló szűrőt kell beiktatni, míg a másik csatlakozási ponton (*Z12→V60* vagy *Z12→V300*) egyszerű szűrő beiktatása is elegendő. Hasonló a helyzet a másik átviteli irányban is.

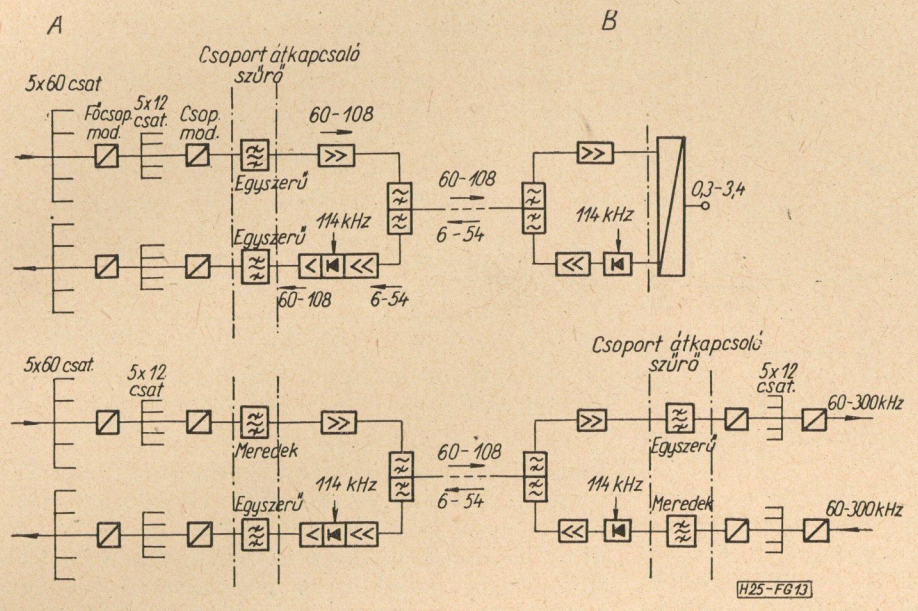
Megjegyezzük, hogy az egyszerű átkapcsolószűrő csak akkor alkalmazható, ha az átviteli sávok közötti 6 kHz-es frekvencia hézagban pilotfrekvencia nincs. Ha van, pl. egyes légvezetékes 12 csatornás berendezéseknél 3 kHz távolságban, akkor meredek szűrőt kell alkalmazni. Az egyszerű csoportátkapcsoló szűrő jelleggörbéjét a 14. ábra mutatja.

5. A televízió program továbbítása kábelen a mikrohullámú végállomásról a stúdióig

A televízió videosávnak a mikrohullámú végállomástól a stúdióba való továbbítása történhet mikrohullámú csatornán vagy kábelen. A mikrohullámú csatornán való átvitel városon belül az optikai átlátás hiánya folytán sokszor nehézségbe ütközik és gazdaságossági szempontból is főképpen csak hosszabb szakaszokon lép előtérbe.

A mikrohullámú csatornán való átvitel nehézséget jelenthet olyankor is, ha nagyobbszámú oda-vissza irányú videosáv továbbítása szükséges a mikrohullámú végállomás és a stúdió között.

A videosávnak kábelen való átvitele sok olyan komoly problémát jelent, amelyek a távbeszélőátvitelnél nem jelentkeznek. A több MHz széles videosáv átvitelére használhatunk szimmetrikus páros vagy koaxiális kábelt.



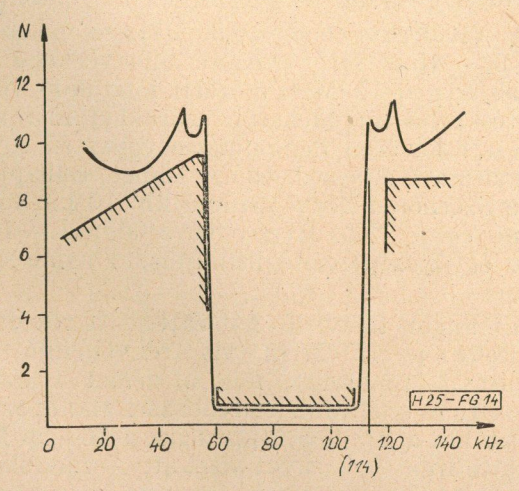
13. ábra. Egyszerű csoportátkapcsoló szűrő alkalmazása

5.1 A videosáv átvitele szimmetrikus kábelen

A távbeszélőüzemben szokásos 0,6—0,8, esetleg 0,9, vagy 1,3 mm értátmérőjű papírszigetelésű kábelek televízió átvitelre alig alkalmasak, mert csillapításuk a frekvenciával rohamosan növekszik. Pl. 5 MHz-nél a

0,6 mm ∅ kábel csillapítása	4,8	N/km
0,8 mm ∅ kábel csillapítása	3,8	N/km
1,3 mm ∅ kábel csillapítása	3,2	N/km

tehát 1,3 mm ∅ kábelt választva is, kb. 2 km-enkint kell erősítőt alkalmazni. További nehézségek adódnak abból, hogy a gyártási hosszúságú kábelnek és az erősítőszakaszoknak igen nagy mértékben egyenletesnek kell lenniök, az erősítők erősítésének pontosan meg kell felelnie a kábel erősen frekvenciafüggő csillapítás és fázis menetének továbbá, hogy az árnyékolt, földdel szemben szimmetrikus



14. ábra. Egyszerű csoportátkapcsoló szűrő jelleggörbéje

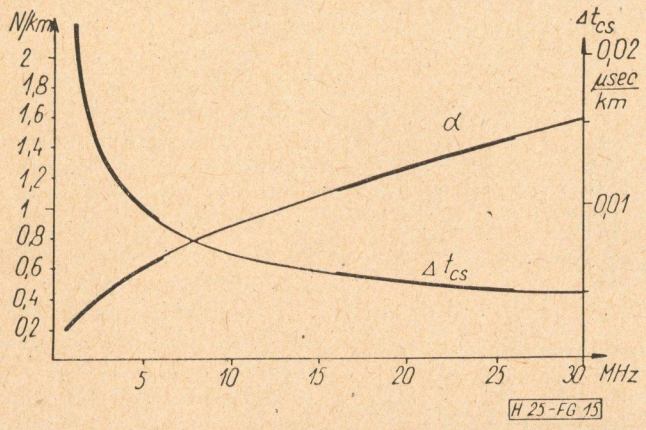
érpár az igen kis frekvenciáknál (50 Hz és ez alatt) igen érzékeny zavarokkal szemben. Külön problémát jelent végül a megfelelő szélesávú átvivőcséve hiányában a szimmetrikus ősvezetékről az aszimmetrikus erősítőre való átmenet megoldása.

E nehézségek ellenére külföldön többféle szimmetrikus kábeltípust és hozzávaló erősítőrendszert dolgoztak ki rövidtávolságú televízióátvitelre. Pl. a francia hálózatban a 30 Hz-10 MHz átvitelére 1,6 mm érátmérőjű, 31 nF/km üzemkapacitású különlegesen kivitelezett polietilén szigetelésű érpárat használnak. A kábel csillapítása 10 MHz-nél 1,5 N/km. A japán hálózat 1,4 mm érátmérőjű, polietilén szigetelésű, különlegesen rézszalagokkal árnyékolt és nagy impedanciaegyenletességű kábelt használ, melynek 10 MHz-nél 2,1 N/km a csillapítása. Az USA — a csak 4,5 MHz széles videosáv átvitelére — 1,3 mm érátmérőjű polietilén szigetelésű különleges kivitelű és árnyékolású kábelt alkalmaz, melynek csillapítása 4,5 MHz-nél 1,3 N/km.

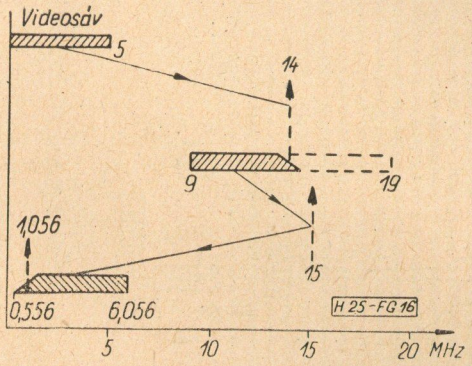
Az említett példák azt mutatják, hogy a különleges kivitelű szimmetrikus kábelérpárak a televízió videosáv rövidebb szakaszon való átvitelére alkalmasak, mégis kiterjedtebben használják e célra a koaxiális kábelt.

5.2 A videosáv átvitele koaxiális kábelen

A koaxiális kábel televízió céljára való felhasználási lehetőségét vizsgáljuk meg először általában, majd a CCIR szerinti 625-soros átvitel esetére, végül állapítsuk meg az OIR szerinti 625 soros videosáv továbbításánál felmerülő újabb problémákat. A 15. ábrán feltüntettük a CCI ajánlása szerinti 2.6/9.5 típusú koaxiális kábel fajlagos csillapításának és a csoportterjedési idő eltérésnek ($f = \infty$ frekvenciához képest) változását a frekvencia függvényében. Láthatjuk, hogy az igen kis — a videosáv alsó határához közeleső — frekvenciák felé a kábelnek nemcsak a csillapítása változik erősen, hanem a terjedési időkülönbség is rohamosan emelkedik, azaz olyan nagy fázistorzítások lépnek fel, amelyek a televízió átvitel minőségét erősen lerontják és kiegyenlítésük igen komoly nehézséget jelent. (A gyakorlatban megengedhető legnagyobb terjedési idő különbség televízió átvitel esetén kb. 0,1 μs és a csillapítástorzítás kiegyenlítésnek $\pm$ 0,1 N-en belül kell megtörténnie.)



15. ábra. 2, 6/9.5 típusú koaxiális kábel jelleggörbéje



16. ábra. Maradékoldalsávos átvitel koaxiális kábelen 3. Csoportok és főcsoportok átkapcsolási szintjei

A videosáv eredeti fekvésben való átvitele azért is nehézségbe ütközik, mert a kb. 50 kHz alatti frekvenciákon a koaxiális kábel árnyékoló hatása a külső zavarófrekvenciákkal szemben nem kielégítő és az átvitel minősége erősen romolhat. Ezen túlmenően a 30 Hz... 5—6 MHz átviteli sávú erősítő tervezése komoly problémát jelentene, mivel 17 oktávról van szó.

Mindezek alapján koaxiális kábelen a videosávot közvetlen fekvésben átvinni nem lehet (csak épületen belül, kivételesen néhány száz méterre továbbítható ily módon), hanem a videosávot más frekvenciafekvésbe kell áthelyezni.

5.21 A CCIR szerinti videosáv átvitele

A CCIR szerinti 625 soros televízió rendszer videosávja 30 Hz — 5 MHz.

A videosávnak vivőáramú berendezésekkel való továbbítása a szokásos módon (azaz: egyoldalsávos átvitel elnyomott vivővel) nem lehetséges, mert a 30 Hz-es alsó frekvencia miatt a vivőfrekvencia és az oldalsáv között nincs meg a szűrő részére szükséges elválasztási hézag.

A nehézség elkerülésére kidolgozott megoldási módok közül az európai hálózatban leggyakrabban alkalmazottakat említjük meg.

a) Nagytávolságú átvitel. A nagytávolságú televízió átvitelre a CCIF által is ajánlott ún. 1 MHz-es maradékoldalsávos átviteli rendszer a videosávot a 0.5—6 MHz közé helyezi át. A 16. ábrán látható, hogy az 5 MHz széles videosávval először a 14 MHz vivőfrekvenciát moduláljuk meg, majd a 9—14,5 MHz közötti oldalsávval modulálva a 15,056 MHz vivőfrekvenciát, elérjük, hogy a videosáv a 0,5—6 MHz közötti frekvenciasávba kerül. Az 1,056 MHz vivőfrekvenciától ± 500 kHz távolságban egy egyenesvonalú, ún. Nyquist oldal határolja a kábelre kiadott frekvenciasáv alsó részét. A demoduláció hasonlóképpen, de fordított sorrendben, és a nonlineáris torzítások elkerülése érdekében különleges módon, fázishelyes vivővisszatáplálással történik. Bonyolult berendezés alkalmazásával így elérhető, hogy az átviendő frekvenciasáv 3,5 oktávra csökken, az alsó frekvencia 500 kHz fölé kerül, azonban a fázistorzítás kiegyenlítése így is nagyon komoly feladatot jelent (l. 15. ábrán a jelleggörbe baloldali vastag vonalszakaszát). A középerősítő nélkül áthidalható távolság kb. 9 km.

b) *Rövidtávolságú átvitel.* A rövidebb távolságú, elsősorban a stúdió és televízió adó, továbbá helyszíni közvetítési helyek (opera, sportstadion stb.) és a studió (vagy a mikrohullámú állomás) közötti átvitelt viszonylag egyszerűbb és olcsóbb megoldással biztosíthatjuk.

Az átviteli rendszer olcsóbbá tételének módját a 15. ábra alapján állapíthatjuk meg. Ha a bonyolult, egyéb átviteltechnikai berendezésekben nem alkalmazott, különleges tervezési és gyártási felkészültséget igénylő maradékoldalsávos átvitel helyett az egyszerű amplitudómodulációs kétoldalsávos átvitelt választjuk és a videosávot a felsőbb frekvenciasávba toljuk, egyrészt az átviendő oktávszám csökken, másrészt a csillapítás és a fázistorzítás kiegyenlítése egyszerűvé válik (a jelleggörbék mindinkább kiegyenesednek) és a televízió átvitel viszonylag olcsón és egyszerűen megoldható.

A vivőfrekvenciát 10,5 MHz-re választva, az 5,5—15,5 MHz között elhelyezkedő két oldalsáv a 0—5 MHz közötti moduláló videosávtól kellő meredékségű szűrőkkel már szétválasztható és a demoduláció egyszerű egyenirányítással elvégezhető. A kábel csillapítása — a Széchenyi hegy—Stúdió kb. 10 km távolságot és a 15,5 MHz-t véve alapul — 11 N, azaz egy középerősítő beiktatására lenne szükség.

Az angol televízió hálózatban a rövidtávú átvitelre a 15 MHz vivőfrekvenciájú kétoldalsávos rendszert, míg a német televízióhálózatban a 21 MHz-es rendszert alkalmazzák. Ez utóbbi a 21 ± 5 MHz, azaz a 16—26 MHz közötti frekvenciasávot viszi át. A modulációs és erősítő berendezések így tovább egyszerűsödnek, hiszen a csillapítás és a terjedési idő-

különbség görbék csaknem egyenesek az alig 1 oktávot jelentő frekvenciasávban (lásd a 15. ábra jelleggörbéinek jobboldali megvastagított szakaszát).

A csillapítás 26 MHz-nél a 10 km-es szakaszon 14,2 N, ami két középerősítő beiktatását igényli.

5.22 Az OIR szerinti videosáv átvitele

A külföldön alkalmazott — előbb említett — megoldások a CCI által ajánlott és a 30 Hz — 5 MHz széles videosáv átvitelére alkalmasak. Az OIR szabvány szerint, így nálunk is, a 30 Hz — 6 MHz szélés videosáv tartozik az ugyancsak 625 soros televízió rendszerhez. Így tehát kereken 1 MHz-cel szélesebb frekvenciasávot kell átvinnünk, mint a CCI szabvány szerinti átvitelnél. Az átviteli sávnak 1 MHz-cel való kiszélesítése a 10 km-es szakaszon csillapításban alig jelent néhány tized néper többletet, problémát okoz viszont olyan szempontból, hogy a külföldi átviteli rendszerek nálunk minden további nélkül nem lennének alkalmazhatók.

Bármilyen megoldást válasszunk is, ehhez biztosítani kell az igen szigorú követelményeket kielégítő koaxiális kábeleket és a bizony eléggé bonyolult moduláló berendezéseket (vagy a különleges szimmetrikus kábeleket és erősítőket.) Koaxiális kábelt Magyarországon eddig nem gyártottak, de jelenleg folynak erre vonatkozó kísérletek, ezért mielőbb meg kellene vizsgálni, hogy a távbeszélőcsatornák és a televízió átvitelére mily mértékben megfelelő e kábeltípus. Mérlegelni kellene továbbá az OIR szerinti videosávot átvivő modulációs berendezések és erősítők importálásának lehetőségét, mivel a kisszámú új berendezés hazai kifejlesztése nem látszik célszerűnek. Mindenekelőtt azonban a televízió részéről kell eldönteni, hogy milyen televízió átviteli megoldást kíván, hol és milyen rendszerű televízió program átkapcsoló rendszert tervez kiépíteni, hiszen a Széchenyi-hegy és a stúdió közötti átviteli rendszernek célszerűen azonosnak kell lennie a városon belül létesülő helyi televízió átviteli rendszerrel.

5.3 Kísérőhang átvitele

A videosáv átvitelén kívül szükség van még a kísérőhang és szolgálati beszélgetések, jelzések átvitelére néhány szimmetrikus érnégyes, ill. érpár biztosítására is a mikrohullámú végállomás és a stúdió között. Elsősorban a kísérőhang átvitelének kérdésében kellene véglegesen dönteni, azaz hogy az 50—10 000 Hz sávszélességű jó minőségű vagy a 30—15 000 Hz-es átviteli sávú kiváló minőségű zeneáramkör létesüljön-e. Tudvalevő, hogy ez utóbbi csak a CCIF korábbi ajánlásai között (Sárga könyv) található, de az újabb ajánlásokban csak a jó minőségű zeneáramkör szerepel és meglevő zeneerősítőink is csak 10 000 Hz-ig visznek át.

Mivel a mikrohullámú rendszeren átvitt televízió kísérőhangra vonatkozó követelmények szerint a 30—15 000 Hz átvitele szükséges, továbbá mivel az URH adó részére is hasonló sávszélességű zeneáramkör létesítésének szükségessége merült fel, e kérdésben végleges döntést kell hozni. Ha szükség lesz újtípusú zeneáramkör kialakítására, akkor valószínűleg a szokásosnál (1830 m) rövidebb terhelési szakaszokat kell kialakítani, ugyanakkor a szélesebb átviteli sávú zeneerősítőket is ki kell fejleszteni.

6. Üzemvitellel kapcsolatos kérdések

A mikrohullámú rendszerek és csatornák tervezésekor és kivitelezésekor biztosítani kell, hogy a létesülő nagyszámú távbeszélő csatorna üzeme, az áramkörök stabilitása, az átvitel minősége kifogástalan legyen. A következőkben csak két lényeges szemponttal, a pilotfrekvenciák alkalmazásának és a megszakítás nélküli üzem biztosításának kérdésével foglalkozunk.

6.1 Pilotok

Az átvitel minőségét, az egyenletes szint biztosítását, esetleg szinkronizációt és tartalék alapáramkörre való átkapcsolást végző pilotfrekvencia alkalmazását illetően is új problémák vetődnek fel a mikrohullámú csatornák vivőáramú rendszerek alapáramköreként való alkalmazásakor, továbbá 12 és 60 csatornás csoportok átkapcsolásakor.

A gyakorlatban minden szempontból megfelelő és műszakilag leghelyesebb egyértelmű megoldás a külföldi szakirodalomból és a CCI tanulmányi bizottságainak tárgyalási anyagából sem állapítható meg, és lényeges eltérések mutatkoznak a különböző igazgatások véleményeiben. Ehhez hozzá kell tenni azt is, hogy a hazai szélessávú mikrohullámú berendezés pilot-rendszere sincs még teljesen tisztázva. A mikrohullámú rendszerek és a sokcsatornás vívőáramú berendezések pilotjait a 3. ábrán feltüntettük.

6.11 A mikrohullámú rendszer saját pilotja

A korszerű szélessávú mikrohullámú rendszer nagy amplitudóállandósága miatt a vezetékes átviteltechnikában szokásos vonalszabályozó pilot alkalmazása a mikrohullámú rendszerben feleslegesnek látszik.

Alkalmazásra kerül viszont egy *folytonossági* pilot, mely az alapsáv alapvető működését ellenőrzi és *igen-nem* döntés alapján megállapítja, hogy a szélessávú csatorna megfelelő minőségű-e vagy sem.

A folytonossági pilot a sokcsatornás távbeszélőrendszer által elfoglalt frekvenciasávon

belül, vagy a határokon kívül van elhelyezve. Frekvenciáját a CCI 1958. évi genfi ülése meghatározta. Néhány rendszerre vonatkozó értékek a következők:

60 és 120 csatornás rendszernél a két főcsoport közötti (304 kHz) vagy a sáv feletti 331, illetve 607 kHz frekvenciát alkalmazzuk. (A 304 kHz-es pilotfrekvencia alkalmazása gyakoribb).

600 csatornás rendszernél a korábbi 3,2 MHz pilotfrekvencián kívül a 8,5 MHz is ajánlott frekvencia és ez utóbbi vonatkozik a 900 (960) csatornás rendszerekre is.

A televízió videosávot átvivő csatorna pilotja 8,5 MHz és így valószínűleg célszerű a 600 távbeszélőcsatornát átvivő mikrohullámú csatorna pilotját is 8.5 MHz-nek megválasztani a tervezett 3,2 MHz helyett.

A folytonossági pilotnak ellenőriznie kell az egész mikrohullámú átvitelt és annak folyamatosságát a modulátor bemenettől a reléállomásokon át a demodulátor kimenetig.

A frekvencialöket ellenőrzésére is felhasználható, ha pedig valamely reléállomáson is kívánjuk alkalmazni pl. tartalékátkapcsolás céljára, akkor ott egy segéddemodulátort kell párhuzamosan beiktatni.

6.12 Kábeles vivőáramú rendszerek pilotjai

A 3. ábrán láthatjuk a különböző csatornaszámú vívőáramú rendszerek pilotfrekvenciáit.

A többszáz távbeszélőcsatornát átvivő mikrohullámú csatorna a koaxiális kábelnek megfelelő szélessávú alapáramkört biztosít. Ezért tekintsük át a 960 csatornás koaxiális rendszer pilotfrekvenciáit, hogy következtetést tudjunk levonni a mikrohullámú csatornára telepített vivőáramú rendszerek szükséges pilotjait illetően.

a) *A vonalszabályozó pilot* feladata az áramkör maradékcsillapításának a beállított értéken való megtartása és a csillapítástorzítás-kiegyenlítés jóságának folyamatos biztosítása.

A sáv alsó részén alkalmazhatunk 60 vagy 308 kHz, a felső részén pedig 4092 kHz pilotfrekvenciát, esetleg még egy segédpilotot, pl. a 2792 kHz-et.

b) *A szinkronizáló, frekvenciaszabályozó pilot* feladata az egyre kiterjedtebb koaxiális hálózat vezéroszcillátor frekvenciáinak összehasonlítása és szabályozása.

Erre a célra a 60 vagy 308 kHz frekvencia használható. (Lehet ugyanezt a pilotfrekvenciát alkalmazni a szintszabályozásra és frekvencia egyeztetésre is.)

c) *Az önműködő kapcsoló pilot* üzemzavar esetén a tartalékra való átkapcsolást biztosítja.

Az említett pilotok mellett csak időszakosan átvitt, specifikált szintű ún. mérőfrekvenciák is alkalmazásra kerülnek a főcsoportok közötti szabad frekvenciaközökben.

6.13 Csoport és főcsoport pilotok

A tapasztalat szerint nagy távolságokon, amikor 12 csatornás csoportok vagy 60 csatornás főcsoportok több különböző vivőáramú rendszereken haladnak át, még akkor sem lehet a távbeszélőcsatornák kielégítő stabilitását biztosítani, ha az egyes vivőáramú rendszereket gondosan karbantartják.

Az egyes vivőáramú szabályozási szakaszok önműködő szintszabályozása ugyanis egymástól függetlenül történik és az egyes rendszerek maradék szinteltérései összegeződnek.

A többszörösen átkapcsolt csatornák maradékcsillapítás ingadozásának csökkentése a csoport vagy főcsoport pilotfrekvenciák alkalmazásával lehetséges (lásd a 3. ábrát).

A 12, illetve 60 csatornával együtt átvisszük a 84, 140 kHz, illetve 411,860 kHz frekvenciájú pilotfrekvenciákat, melyek tehát végigkísérik a csoportokat kezdettől végig. Tehát pl. a Moszkva—Kiev között koaxiális kábelen, Kiev—Budapest között mikrohullámú rendszeren, Bp—Szeged között 12 csatornás kábeles vivőáramú berendezésen, Szeged—Belgrád között ismét mikrohullámú rendszeren létesített 12 csatorna esetén Moszkva—Belgrád között kell a csoportpilotot működtetni. A csoport vagy főcsoport végződési helyén a maradékcsillapítás névleges értékéhez képest ± 4 dB (0,4 N) határok között önműködő erősítőszabályozó működtethető, mely a maradékcsillapításnak csak azokat az elkerülhetetlen változásait egyenlíti ki, amelyek az összekapcsolt vivőáramú rendszerekben megengedett eltérések kedvezőtlen összeadódásából keletkezhetnek.

6.14 A mikrohullámú rendszeren átviendő pilotok

Az eddigiek alapján megállapíthatjuk, hogy

a) A mikrohullámú rendszer saját pilotja a vivőáramú rendszerek vonalra kiadott frekvenciasávján kívül esik, csak a mikrohullámú rendszeren belüli állapotok ellenőrzésére, esetleg löketellenőrzésre, tartalékra való átkapcsolásra használatos és teljesen független a vivőáramú rendszerektől.

b) A vonalszabályozó pilotra, mint a mikrohullámú alapáramkör maradékcsillapításának szabályozó eszközére valószínűleg nincs szükség. Hasonlóan nem szükséges az önműködő kapcsolópilot átvitele sem.

c) Feltétlenül biztosítandó a csoport és főcsoport pilotok átvitele a csoportok kezdő és végpontja között és a ± 4 dB határok közötti manuálisan vagy önműködően szabályozó erősítők alkalmazása.

További megfontolást kíván a frekvencia szabályozó, szinkronizáló pilot, valamint a mérőpilotok alkalmazásának kérdése. Ezenkívül vizsgálatokat kell még végezni a vonalszabályozó pilot esetleges átvitelének szüksé-

gességére vonatkozólag is annak ellenére, hogy magán a mikrohullámú csatornán szabályozás nem szükséges.

A vonalszabályozó pilot átvitele szükséges lehet, ha a szabályozási szakasz túlterjed a mikrohullámú átviteli rendszerek végpontjain. Ilyen eset áll elő akkor, ha a vivőáramú berendezések nem a mikrohullámú állomáson, hanem attól távol fekvő erősítőállomáson vannak elhelyezve, és a kettő között összekötőkábel van (pl. Széchenyi-hegy—József erősítőállomás), vagy ha a mikrohullámú végállomástól a vivőáramú rendszerek továbbvitele hosszabb szakaszon kábelen történik.

Ilyen esetekben az erősítőállomáson a kábelre kiadott vonalszabályozó pilot csak a kábelszakaszokon végez szabályozást, a mikrohullámú rendszeren csak egyszerűen áthalad.

Mindenesetre a mikrohullámú rendszernek biztosítania kell valamennyi — a vivőáramú rendszerhez tartozó — pilotfrekvencia zavartalan átvitelét és az ezután végrehajtandó beható vizsgálatokkal, valamint az érdekelt országok postaigazgatásaival lefolytatandó tárgyalások alapján lehet az alkalmazandó pilotok kérdésében véglegesen dönteni. Gondosan ügyelni kell arra, hogy elágazási pontokon zavaró interferenciák ne keletkezhessenek.

6.2 Megszakítás nélküli üzem biztosítása

A vezetékes átviteltechnika egyik igen fontos célkitűzése a távbeszélő és távíró áramkörök lehető zavartalan üzemének biztosítása hálózati áram kimaradásakor és tartalék áramkörre vagy berendezésre való átkapcsoláskor is. A mikrohullámú irányok tervezésekor és kialakításakor is gondoskodni kell arról, hogy a mikrohullámú csatorna megszakítás nélküli üzem szempontjából sem legyen kisebb értékű, mint a kábelösszeköttetés.

A távbeszélő átvitelben 50 ms megszakadás még nem látszik zavarónak.

Távíróüzemben 1—2 millisecundum az a leghosszabb megszakítási idő, amely még zavart nem okoz, míg pl. 40 ms megszakítás már kb. két távírójel kiesését eredményezi.

6.21 Hálózati áram kimaradás okozta megszakítások elkerülése

Vizsgáljuk meg külön-külön az erősítőállomáson elhelyezett vivőáramú berendezések és a mikrohullámú (vég és relé) állomáson telepített berendezések folyamatos üzemeltetésének lehetőségét.

a) Az erősítőállomásokon alkalmazott tartaléktelepes áramellátó rendszerek biztosítják a vivőáramú berendezések megszakítás nélküli üzemét. Hálózatkimaradáskor az anódáramkör az egyenirányítóról legfeljebb 20 ms alatt átkapcsolódik a 220 V-os akkumulátortelepre és az amperenként legalább 1000 mikrofarad kapacitású kondenzátorcsoport biztosítja, hogy az anódáram a névlegeshez képest csak legfeljebb 10%-kal csökken az átkapcsolási idő alatt. Az elektroncsövek fűtőfeszültségét és a jelfogó feszültséget az akkumulátortelepről meginduló és 2—5 mp alatt váltakozó feszültséget szolgáltató áramátalakító biztosítja. Az áramátalakító felgyorsulása alatt az anódáram folyamatosságát a nagy hőtehetetlenségű katódok elektronemissziója biztosítja.

b) A mikrohullámú állomásokon levő mikrohullámú berendezések folyamatos áramellátása kétféleképpen biztosítható.

1. Olyan áramellátó berendezést választunk, mely hálózatkimaradáskor is folyamatosan, a legkisebb megszakítás nélkül szolgáltatja a tápfeszültséget. Ilyen pl. az akkumulátorteleppel vagy önműködő indítású Diesel-gépegységgel kombinált lendítőkerekes gépegység. Hátránya a megoldásnak a rossz hatásfok (50—70%) és az, hogy nagy tömegű gépegységek állandó üzembentartása szükséges.

2. Rendes üzemben a mikrohullámú berendezéseket a hálózatból táplálják, csak hálózatkimaradáskor kapcsolják át az állandóan üresenjáró vagy akkor induló és akkumulátortelepről működő turbovibrátoros gépegységre, mely az első esetben kb. 50 ms, a második esetben kb. 100 ms alatt tudja szolgáltatni a tápfeszültséget.

Magukban a mikrohullámú rendszerekben kell tehát megfelelő műszaki megoldással biztosítani, hogy a tápfeszültség 50—100 ms-ig tartó hiánya ellenére a mikrohullámú rendszeren átvitt jelekben 1—2 ms-nál hosszabb megszakadás ne mutatkozzék.

E megoldás nagy előnye, hogy a tartós üzemeltetés hatásfoka egészen 95%-ig emelhető.

c) A mikrohullámú állomásokon felszerelt egyéb (vezetékes) átviteltechnikai berendezések, (pl. összekötőkábel erősítői, átkapcsolószűrők esetleges erősítői, lebontó modulációs fokozatok, televízió kábelen való továbbításához szükséges modulációs berendezések, zeneerősítők stb.) rendes tartaléktelepes áramellátását (külön főegyenirányító, jelfogóegyenirányító, akkumulátortelep, csepptöltő, gyorstöltő, áramátalakító) néhány berendezésért kiépíteni nem gazdaságos. Szükséges tehát, hogy a mikrohullámú rendszerek áramellátó berendezéseiről e berendezések üzeme is megszakítás nélkül biztosítva legyen. Végeredményben tehát a mikrohullámú rendszerek, az egyéb átviteltechnikai berendezések és az áramellátó berendezések egymással összhangban levő tervezésével kell biztosítani, hogy a hálózatkimaradások ne befolyásolják a mikrohullámú csatornákon átvitt távbeszélő, távíró és televízió jelátvitelt.

6.22 Tartalékra való átkapcsolás

Más a helyzet a tartalékra való átkapcsolásnál. Ugyanis maga az átkapcsolás különleges jelfogókkal és kapcsolókkal kb. 1 ms alatt végrehajtható. Az egész önműködő átkapcsolórendszer működési ideje azonban — az átviteli jóság lényeges csökkenésének pillanatától a tartalékcsatornára való tényleges átkapcsolásig — kb 35 ms-ot vesz igénybe. (A vezérlő szervnek több lépcsőben kell a különböző műveleteket elvégeznie és a tényleges átkapcsolás előtt azt is meg kell vizsgálnia, hogy a tartalékcsatorna jobb-e mint az üzemi csatorna.)

Mindebből következik, hogy hirtelen, átmenet nélkül bekövetkező hibák esetén a teljes 35 ms működtetési idő + 1 ms átkapcsolási idő megszakításként jelentkezik pl. a távíróáramkörön. Ugyanakkor viszont a lassan, fokozatosan bekövetkező üzemzavar lehetővé teszi, hogy az átkapcsoló rendszer még az átvitel megszakadása előtt működtesse az átkapcsolót és így a távíróáramkör csak arra az 1 ms időre szakad meg, ami alatt az átkapcsolás ténylegesen megtörténik. Külföldi irodalmi adatok szerint ez utóbbi eset a gyakoribb, ezért megállapíthatjuk, hogy a gyakorlatilag megszakításmentes üzemvitel lehetősége biztosítható a mikrohullámú rendszereken is.

7. *Összefoglalás*

Magyarország nemzetközi kötelezettségeit teljesíti, amikor szélessávú mikrohullámú irányok kiépítését megkezdi. A most felvetett — főként vezetékes átviteltechnikai — problémák csak egy részét teszik ki azoknak, amelyek megoldásra várnak. Szükséges ezért, hogy a tervező és kivitelező szervek egymással szorosan együttműködve oldják meg a feladatot és így a kiépülő új távközlési irányok mind műszaki, mind forgalmi és gazdaságossági szempontból beváltsák a hozzájuk fűzött reményeket.

IRODALOM:

Aoki, Kameda, Yokose, Uchino: Video-Pair Cable System (Reports of The Electrical Communication Laboratory, Nippon 1956 június)

Barthel: Fernseh-Übertragung auf Kabelstrecken (AEÜ 1955 augusztus)

Bauer, Valloton: Trägerfrequenzsysteme für Koaxiale Kabel (Technische Mitteilungen PTT 1954 szeptember)

Becicka, Friedrich, Rosenhaupt: Filter für die Durchschalte- und Abzweig-Technik bei trägerfrequenten Fernsprechnetzen (FTZ 1955 február)

Bode, Steinmassl: Abzweigen und Durchschalten in TF-Fernsprechnetzen (NTZ 1958 szeptember)

CCIF XVIIIth Plenary Assembly Geneva, 1956 Volume III^{Bis} (1958)

CCITT Red Book Volume I. (1957)

CCITT 1. és 3. Tanulmányi Bizottságának Dokumentációi (1957—1958)

Christ, Laaff, Schmid; Richtfunkanlagen zur Übertragung von Telephonie und Fernsehen im GHz-und 2 GHzBand. (Elektrotechnische Zeitschrift, Ausgabe A 1958 október)

Germann: Turbowechselrichter als Sofortreserve für Wechselstromgespeiste Anlagen der Nachrichtentechnik (AEG Mitteilungen 1957 5/6)

Hartmann: Umsetzen, Abzweigen und Durchschalten von Sekundärgruppen in Trägerfrequenz-Telephonsystemen mit Koaxialkabeln (Technische Mitteilungen PTT 1954 március)

Hoffmann: Die Technik der Ortskabelleitungen im deutschen Fernsehnetz (Der Fernmelde Ingenieur 1956 julius)

Hoffmann: Die Fernseh-Ortskabelanlage in Westberlin (NTZ 1957 május)

Kaiser: Die Technik der Übertragung in Vielkanal-Richtfunksystemen mit Frequenzmodulation 1—7 Teil (Der Fernmelde Ingenieur 1957 február—1958 október)

Keil: Filter und Laufzeitentzerrer für die Fernsehübertragung auf Kabeln (NTZ 1956 október)

Poschenrieder: Steile Quarzfilter grosser Brandbreite in Abzweigschaltung (NTZ 1956 december)

Rendall, Padel: The Broadcasting House-Crystal Palace Television Link (Proc. J. E. E. 103, Part B. 1956)

Schmidt: Das 21-MHz-System für Fernsehortsnetze (NTZ 1956 április)

Schult: Stromversorgungsanlagen für Richtfunkstellen (Fernmelde Praxis 1957. dec. és 1958. jan.)

Intermodulációs zajmérés

MELEG JÓZSEF
Távközlési Kutató Intézet

Az alábbiakban a sokcsatornás távbeszélő rendszerek vizsgálatára alkalmas mérést ismertetünk. Az általa szolgáltatott mérési eredmény közvetve a sokcsatornás rendszer nem lineáris torzításairól, közvetlenül pedig a beszédcsatornák közötti áthallás mértékéről ad felvilágosítást. A mérési eljárás üzemszerű körülmények között történik, anélkül azonban, hogy minden egyes beszédcsatornán egyidejüleg valóságos beszélgetést kellene folytatni.

A sokcsatornás távbeszélőberendezések üzemében akár koaxiális kábelen, akár szélessávú rádióösszeköttetéssel történik az átvitel, a nemlineáris torzítások miatt bármely csatorna és az összes többi közt intermodulációs áthallás lép fel. Több csatorna egyidejű használatakor az átvivőrendszer bemenetére számos különböző frekvenciájú komponensből álló jel kerül rendszertelenül változó amplitudóval. A kimenő oldalon nemcsak az eredeti jelkomponensek jelennek meg, hanem egyrészt egy csomó felharmonikus és intermodulációs szorzatfrekvencia, röviden *intermodulációs zaj* keletkezik, másrészt pedig ún. *termikus zaj* is fellép, a rendszerben levő elektroncsövek és ohmos ellenállások miatt. Végeredményben bármely csatorna alaprajza két részből: termikus zajból és a terhelt csatornából származó intermodulációs zajból áll. Az előbbi független a nem lineáris torzítástól és a terhelt csatornákra adott jelek összteljesítményétől, az utóbbi azonban nem.

A C. C. I. F. ajánlásai szerint [1] egy 2500 km hosszúságú összeköttetés bármely beszédcsatornájának 0 dBm relatív szintű pontjában a legforgalmasabb üzemóra alatt mért pszofometrikus zajteljesítménynek a mérési idő 1%-ánál hosszabb ideig nem szabad túllépnie a 10 000 pW-ot. Ebből 2500 pW engedhető meg a végállomások vivőfrekvenciás (multiplex) berendezéseire és 7500 pW lehet a tulajdonképpeni szélessávú összeköttetés hozzájárulása. Ha a mérés nem pszofometrikusan történik, továbbá a szabványos 3,1 kHz helyett 4 kHz sávszélességben, akkor ez az érték 3,5 dB-lel nő, vagyis 16 800 pW lesz. Végeredményben az átlagos állomástávolságra átszámítva az összeköttetés 56 km-es szakaszán csatornánként 377 pW, vagy relatív szintben kifejezve —64,4 dBm zajteljesítmény léphet fel. Miután az említett C. C. I. F. ajánlás üzemszerű terhelésre vonatkozik, szükség van a több csatornán egyidejűleg folyó beszélgetés átlagos teljesítményének, más szóval a teljes sokcsatornás jel P teljesítményének ismeretére. B. D. Holbrook és J. T. Dixon erre vonatkozó vizsgálataiból kiindulva [2], a P teljesítményre különböző csatornaszámok esetén az alábbi táblázat szerinti szinteket állapíthatjuk meg:

60 csatorna esetén + 9,6 dBm
120 csatorna esetén + 11,3 dBm
240 csatorna esetén + 12,8 dBm
600 csatorna esetén + 16,0 dBm
960 csatorna esetén + 17,6 dBm

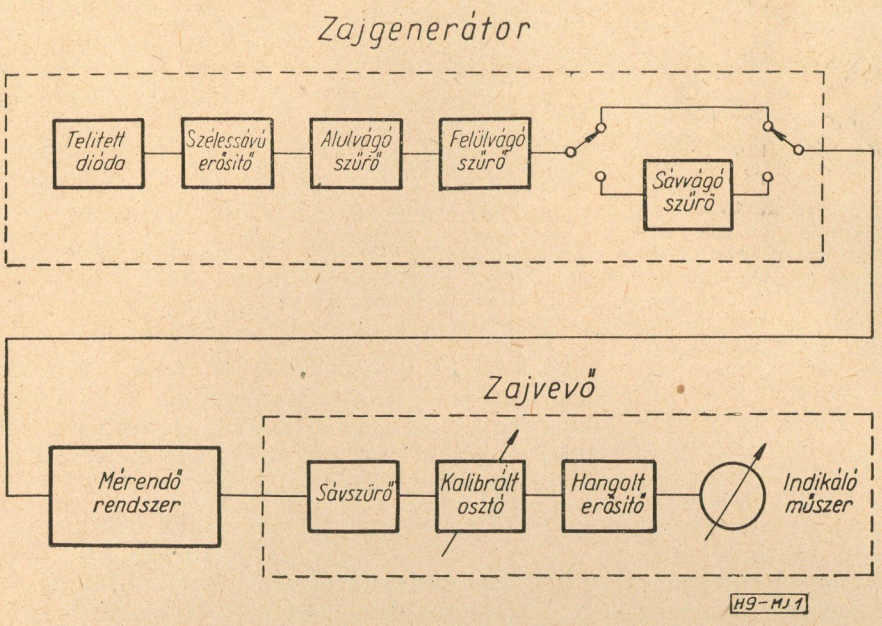
Ha a fenti teljesítményeket a csatornaszámoknak megfelelő frekvenciasávokban (alapsávokban) egyenletes eloszlásúnak tételezzük fel, akkor egyetlen csatorna ΔP teljesítményszintjét a következő táblázat adja meg:

60 csatorna esetén —8,2 dBm
(= 9,6 — 10 log 60)
120 csatorna esetén —9,5 dBm
240 csatorna esetén —11,0 dBm
600 csatorna esetén —11,8 dBm
960 csatorna esetén —12,2 dBm

Az egyetlen csatornára vonatkozó jel- és zajszint ismeretében a következő minimálisan megengedhető jel/zaj viszony értékeket számíthatajuk ki:

60 csatorna esetén 56,2 dB
(=64,4—8,2)
120 csatorna esetén 54,9 dB
240 csatorna esetén 53,4 dB
600 csatorna esetén 52,6 dB
960 csatorna esetén 52,2 dB

Szélessávú összeköttetés előzetes vizsgálata keretében a termikus zaj mérése nem jelent különösebb problémát, az intermodulációs zajé azonban nehezebb feladat, mert csak üzemszerű terhelési viszonyok közt végezhető. Laboratóriumi körülmények mellett az üzemszerű terhelést úgy utánozhatjuk a legegyszerűbben, ha a rendszer alapsávú bemenetére az alapsávval azonos sávszélességű (csatornaszám ×4 kHz) zajgenerátorból egyenletes eloszlású és olyan intenzitású zajt kapcsolunk, amely a kimenő oldalon az első táblázatban megadott P szinten jelenik meg. Miután az intermodulációs zaj méréséhez legalább egy terheletlen csatornára is szükség van, az egyenletes zajspektrumból egy csatornaszélességnek (4 kHz) megfelelő sávot ki kell vágni. Ezután a vizsgálandó rendszer kimenetén az említett sávra hangolt szelektív zajvevő segítségével megmérhetjük az egy csatornába jutó intermodulációs és termikus zaj eredőjét, illetve kikapcsolt zajgenerátor esetén csak magát a termikus zajt. A gyakorlatban a zajteljesítmény abszolút értéke nem is érdekes, hanem ehelyett az illető csatorna úgynevezett *zajteljesítmény viszonyát* szokás mérni. A vizsgált berendezés zaj szempontból akkor megfelelő, ha a mért zajteljesítmény viszony nem kisebb a legutolsó táblázatban felsorolt jel/zaj viszony értékénél.



1. ábra

A Távközlési Kutató Intézetben elkészült egy ilyen elven működő intermodulációs zajmérő berendezés, amelynek blokksémája az 1. ábrán látható. E mérőberendezés két főrészből áll. A mérendő rendszer alapsávú bemenete elé kapcsolt rész a zajgenerátor, az alapsávú kimenet utáni rész pedig a zaj-vevő. A zajgenerátor a teljes alapsávban egyenletes eloszlású zajt állít elő, amely vagy közvetlenül, vagy egy sávvágó szűrőn keresztül kapcsolódik a mérendő rendszer alapsávú bemenetére. A tulajdonképpeni zajforrás egy telített dióda, amelynek zaját egy szélessávú erősítő megfelelő szintre erősíti. Az erősítő után beiktatott sávhatároló szűrők az alapsávon kívül eső zajkomponenseket levágják. A zajvevőnek az a rendeltetése, hogy a sávvágó szűrő által kivágott keskeny sávba jutó, kb. 10 pW nagyságrendű zajteljesítményt mérje, mégpedig elhanyagolható saját intermodulációs torzítás mellett. A zajvevő bemeneténél alkalmazott sávszűrő éppen ezt az intermodulációt gátolja meg azáltal, hogy a mérni nem kívánt frekvenciájú zajkomponenseket csak erősen csillapítva engedi a keskenysávú hangolt erősítő bemenetére. A ki-, illetve bekapcsolt sávvágó szűrővel mért zajteljesítményeket egy kalibrált osztóval hasonlítjuk össze. Az indikáló műszer mindenkor állandó kimenőszintet jelez. Végeredményben a mérés úgy történik, hogy a dB-ben kalibrált osztó csillapításának szabályozásával előbb kikapcsolt, majd bekapcsolt sávvágó szűrő mellett azonos indikáló műszer kitérést állítunk be és a két állapothoz tartozó csillapítás értékek különbségét leolvassuk. A dB-ben leolvasott csillapítás különbség azonos a vizsgált csatorna eredő zajteljesítmény viszonyával, amelyre a következő összefüggés érvényes:

$$p_e = 10 \log \frac{\Delta P}{\Delta P_t + \Delta P_i} \qquad (1)$$

Itt ΔP a vizsgált csatornába jutó direkt zajteljesítmény, továbbá ΔP_t a termikus, ΔP_i pedig az intermodulációs zajteljesítmény. A továbbiakból kitűnik, hogy a p_e mellett célszerű még két másik viszonyszámot is bevezetni. Az egyik termikus zajteljesítmény viszony, amelyre a

$$p_t = 10 \log \frac{\Delta P}{\Delta P_t}, \qquad (2)$$

a másik pedig az intermodulációs zajteljesítmény viszony, amelyre a

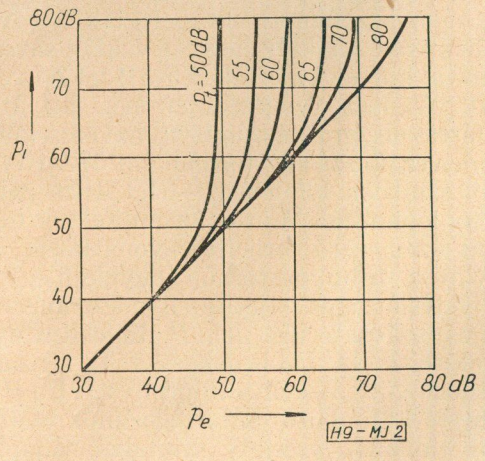
$$p_i = 10 \log \frac{\Delta P}{\Delta P_i} \qquad (3)$$

összefüggés érvényes. A termikus zajteljesítmény viszonyt is méréssel határozhatjuk meg, ha a sávvágó szűrőt kikapcsolva az osztóval az indikáló műszeren előbb bekapcsolt, majd kikapcsolt zajgenerátor mellett állítunk be azonos kitérést és a beállított csillapítások különbségét leolvassuk. Az intermodulációs zajteljesítmény viszonyt ellenben számítással határozhatjuk meg az alábbi összefüggés alapján:

$$p_i = p_e + p_t - 10 \log \left(10^{\frac{p_t}{10}} - 10^{\frac{p_e}{10}}\right)$$

Ezen összefüggés alapján szerkesztettük meg a 2. ábrán látható görbéket.

Az eddigi fejtegetés szerint a p_i viszony csak az átvivő rendszer nem lineáris torzításának függvénye. Célszerű tehát egy olyan összefüggés levezetése, amely egy adott nem lineáris átviteli karakterisztika és a p_i intermodulációs zajteljesítmény viszony közt áll fenn. A gyakorlatban előforduló átviteli karakterisztikák túlnyomó többségükben csaknem tiszta harmadfokú torzí-

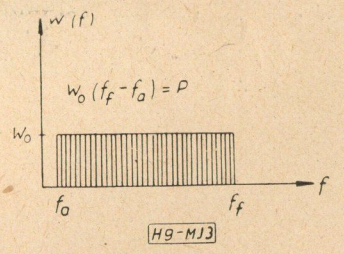


2. ábra

tást okoznak, tehát egyenletük jó közelítéssel a következő alakban írható:

$$V_k = a_1 V_b + a_3 V_b^3 \qquad (5)$$

ahol V_k a kimenő, V_b pedig a bemenő feszültség, az a_1 és a_3 együtthatók pedig frekvenciafüggetlen állandók. Jelen esetben a V_b bemenő feszültség a 3. ábrán látható zajspektrum, amely a



3. ábra

teljes alapsávon belül egyenletes eloszlású. Az (5) egyenletből kiindulva és a Fedida és Palmer által közölt eredmények [3] felhasználásával az alapsáv felső határfrekvenciájánál (f_f) mérhető p_{i3} viszonyra az alábbi összefüggést számíthatjuk ki (a részletes számítást a Függelékben közöljük):

$$p_{i3} = 10 \log \frac{a_1^6}{7{,}5\, a_3^2 R^2 \cdot P^2} \qquad (6)$$

Itt R a terhelő ellenállás, P pedig a reá jutó összes zajteljesítmény, amely azonos értékű az első táblázatban megadott jelteljesítménnyel.

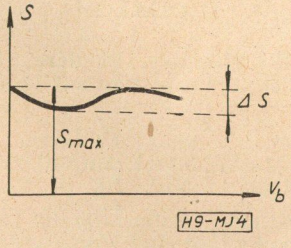
Egy átviteli karakterisztika minőségét az a_1 és a_3 együtthatókon és a p_i értékén kívül még az ún. „linearitás" mértékével is jellemezhetjük. A linearitás (l) nem más, mint az átviteli karakterisztika meredekségingadozásának a maximális meredekséghez való viszonya, vagyis a 4. ábra szerint

$$l = \frac{\Delta S}{S_{max}} \qquad (7)$$

Ha ismét feltételezzük, hogy az átvivő rendszer csak harmadfokú torzítást okoz, vagyis az átviteli karakterisztikát az (5) egyenlet írja le, akkor differenciálással egyszerűen kimutatható, hogy

$$l_3 = 6 \frac{a_3}{a_1^3} R P \qquad (8)$$

Végül, ha a (6) egyenletbe a (8) egyenletből kifejezett RP értéket helyettesítjük, akkor az alábbi egyszerű összefüggést kapjuk:



4. ábra

$$p_{i3} = 6{,}8 - 20 \log l_3 \qquad (9)$$

Az utolsó egyenlet igen hasznos a gyakorlatban, mert két egymástól eltérő elven meghatározott, de lényegében ugyanazt mondó mérési eredmény között kölcsönös ellenőrzési lehetőséget biztosít.

FÜGGELÉK

Az intermodulációs zajteljesítmény viszony (p_{i3}) számítása adott átviteli karakterisztika esetén

Általános esetben egy nem lineáris rendszer átviteli karakterisztikája az alábbi egyenlettel írható le:

$$V_k = a_1 V_b + a_2 V_b^2 + a_3 V_b^3 + \ldots + a_n V_b^n \qquad (10)$$

Az itt szereplő V_k és V_b mennyiségek jelentése ugyanaz, mint az (5) egyenletben, az a_1, a_2, a_3, ..., a_n tényezők pedig szintén frekvenciafüggetlen állandók. A V_b bemenő zajspektrum (lásd 3. ábrát) alsó határfrekvenciáját (f_a) az egyszerűség kedvéért zérusnak tekintjük. Ezek előrebocsátása után a feladat két részre osztható. Először ki kell számítani, hogy az átviteli karakterisztika n-ed fokú tagja miatt mekkora, úgynevezett n-ed rendű intermodulációs zajteljesítmény (P_{in}) keletkezik. Másodszor pedig ennek a P_{in} teljesítménynek a W_{in} (f) spektrumeloszlását kell meghatározni.

A P_{in} teljesítmény meghatározása céljából az egyenletes zajspektrumot egyelőre r számú azonos amplitudójú, de különböző frekvenciájú komponens összegével közelítjük meg, vagyis

$$V_b(t) \simeq v_1 + v_2 + v_3 + \ldots + v_r \simeq$$
$$\simeq V (\cos \omega_1 t + \cos \omega_2 t + \cos \omega_3 t \ldots +$$
$$+ \cos \omega_r t) \qquad (11)$$

Ennek megfelelően a kimenő teljesítmény torzítatlan komponense, ha a terhelő ellenállás R értékű

$$P = \frac{r \cdot a_1^2 V^2}{2R} \qquad (12)$$

Az n-ed rendű torzításból eredő P_{in} teljesítmény pillanatnyi értéke pedig

$$P_{in}(t) = \frac{a_n^2}{R} (v_1 + v_2 + v_3 + \ldots + v_r)^{2n} \qquad (13)$$

Az átlagteljesítmény a hatványozásból eredő állandó tagok összegeként adódik. A koszínuszos tagokból álló polinom hatványozása esetén egyrészt az eredménynek csak olyan tagjai tartalmaznak állandó komponenst, amelyekben a v_1, v_2,..., v_r tényezők páros kitevőkkel fordulnak elő, másrészt kombinatorikai meggondolásokból következik, hogy a legtöbb tényezőből álló, de még páros kitevőjű, vagyis a v_1^2, v_2^2, $v_3^2 \ldots v_n^2$ jellegű tagok az r tagszám növelésével az átlagteljesítmény egyre nagyobb hányadát képviselik. Végeredményben, ha az átlagolást felülvonással jelöljük

$$P_{in} = \frac{a_n^2}{R} \lim_{r\to\infty} \overline{(v_1 + v_2 + v_3 + \ldots + v_r)^{2n}} =$$

$$= \frac{a_n^2 (2n)!}{R\ 2^n} \lim_{r\to\infty} \sum^{\binom{r}{n}} \overline{v_1^2 v_2^2 v_3^2 \ldots v_n^2} \qquad (14)$$

A $\sum^{\binom{r}{n}}$ szimbólum az r számú komponens n-ed osztályú kombinációinak összegezését jelenti. A $(2n)!/2^n$ tényező pedig a bármely kombinációt alkotó $2n$ elemből (melyek közül 2—2 azonos) képezhető ismétléses permutációk számát adja meg. Miután

$$\overline{v_1^2 v_2^2 v_3^2 \ldots v_n^2} =$$

$$= V^{2n} \cos^2 \omega_1 t \cdot \cos^2 \omega_2 t \cdot \cos^2 \omega_3 t \ldots \cos^2 \omega_n t =$$

$$= V^{2n} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos 2\,\omega_1 t\right)\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos 2\,\omega_2 t\right) \ldots$$

$$\ldots \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos 2\,\omega_n t\right) \qquad (15)$$

bármely kombináció átlagértéke

$$\overline{v_1^2 v_2^2 v_3^2 \ldots v_n^2} = \frac{V^{2n}}{2^n} \qquad (16)$$

Így a fentebb kijelölt összegezés az $\binom{r}{n}$ együtthatóval végzett szorzássá egyszerűsödik, tehát

$$P_{in} = \frac{a_n^2}{R} \frac{(2n)!}{2^{2n}} V^{2n} \lim_{r\to\infty} \binom{r}{n} =$$

$$= \frac{a_n^2}{R} \frac{(2n)!}{2^{2n} \cdot n!} (r\ V^2)^n \qquad (17)$$

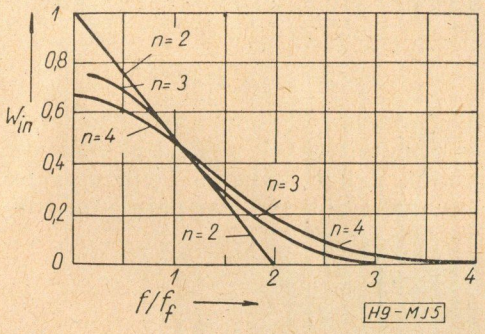
Felhasználva P a teljesítményre érvényes összefüggést [(12) egyenlet]:

$$P_{in} = \frac{(2n)!}{2^n \cdot n!} \frac{a_n^2}{a_1^{2n}} R^{n-1} \cdot P^n \qquad (18)$$

A meghatározni kívánt végeredmény (p_i) számításához szükséges egyik részleteredményt ezzel megkapjuk az átviteli karakterisztika együtthatóinak függvényében. A még ezen felül szükséges $W_{in}(f)$ spektrumeloszlásra pedig Fedida és Palmer[3] az 5. ábrán látható görbéket adta meg. A P_{in} intermodulációs zajteljesítménynek az f sávközéppel és b sávszélességgel bíró beszédcsatornába jutó része:

$$\Delta P_{in} = \frac{b}{f_f} P_{in}\, W_{in}(f) \qquad (19)$$

Megjegyzendő, hogy beiktatott sávvágó szűrő esetén ezen csatornában csak a ΔP_{in} teljesítmény mérhető. (A termikus zajteljesítményt elhanyagolhatjuk.) A sávvágó szűrő kiiktatása esetén viszont ugyanezen csatornába jutó direkt zajteljesítmény (a most is jelenlevő ΔP_{in} teljesítmény hozzáképest elhanyagolhatóan kis értékű):



5. ábra

$$\Delta P = \frac{b}{f_f} P \qquad (20)$$

Tehát a (3) egyenletben definiált intermodulációs zajteljesítmény viszony, ha csak az n-ed rendű torzítást vesszük figyelembe

$$p_{in} = 10 \log \frac{\Delta P}{\Delta P_{in}} = 10 \log \frac{P}{P_{in}\, W_{in}(f)} \qquad (21$$

A (18) egyenlet behelyettesítése után

$$p_{in} = 10 \log \frac{2^n \cdot n!\ a_1^{2n}}{(2n)!\ a_n^2 \cdot R^{n-1} \cdot P^{n-1} \cdot W_{in}(f)} \qquad (22)$$

A (10) egyenlet minden tagjának figyelembevételével pedig

$$p_i = 10 \log \frac{P}{\sum_{k=2}^{n} P_{ik} \cdot W_{ik}(f)} \qquad (23)$$

Ez a kifejezés már bármilyen átviteli karakterisztika esetén megadja a hozzá tartozó intermodulációs zajteljesítmény viszonyt. Ugyanis adott frekvencia (f), teljesítményszint (P) és terhelőellenállás (R) esetén a p_i értéke csak az $a_1, a_2, a_3, \ldots, a_n$ együtthatóktól függ.

Ha a gyakorlatban leginkább előforduló tiszta harmadfokú átviteli karakterisztika [(5) egyenlet] esetére alkalmazzuk a (22) egyenletet, továbbá, ha a $W_{i3}(f)$ spektrumeloszlás helyébe az f_f határfrekvenciához tartozó 0,5 értéket (lásd 5. ábrát) behelyettesítjük, akkor az alábbi egyszerű összefüggést kapjuk:

$$p_{i3} = 10 \log \frac{a_1^6}{7{,}5 \cdot a_3^2 \cdot R^2 \cdot P^2}. \qquad (24)$$

IRODALOM

1. CCIF, XVI. Assemble Pleniére, Firenze 1951. Tome III. bis. Transmission sur les lignes. Maintenance. Page 120.

2. *B. D. Holbrook and J. T. Dixon:* Load Rating Theory for Multichannel Amplifiers. Bell System Technical Journal Vol. 18, p. 624. Oct. 1939.

3. *S. Fedida and D. S. Palmer:* Some Design Considerationfor Lineks Carrying Multichannel Telephony. Part II. Th Marconi Rewiew. Vol. 19. p. 16.

Ultrarövidhullámú, frekvenciamodulált műsoráttevő vevőkészülék

BALLAGI-PORDÁNY KONRÁD
BHG Ultrarövihullámú Fejlesztési Osztály

Műsoráttevő vevőkészülékek alkalmazási területe. A vevőkészülék nagy- és kisfrekvenciás zajai és azok meghatározása. Statikus és dinamikus szelektivitás. Határolók. Diszkriminátor. Hangfrekvenciás, demodulátor és középfrekvenciás torzítások. Sávszűrők, diszkriminátor és oszcillátor stabilitás. Mikrofónia. Oszcillátor sugárzás. A mintakészülék elektromos és mechanikus felépítése.

Az URH—FM adók műsorellátása gyakran rádió útján, műsoráttevő vevők felhasználásával történik. E készülékek veszik a szomszédos vezéradó jelét, az így nyert hangfrekvenciás szintig lebontott jelet használják fel a helyi adó modulálására. Erre a célra 1—2 mW kimenő teljesítmény már elégséges. Ezekkel a vevőkkel szemben különleges szigorú minőségi követelményeket támasztanak [1].

Tervezésüknél kiváló minőségi jellemzők és rendkívül nagy üzembiztonság elérésére kell törekedni.

A vevő irányított, nagynyereségű antennáját olyan magasan kell elhelyezni, hogy a műsoradó nagyfrekvenciás jeleinek akadály nélküli vétele biztosított legyen. A térerősség várható ingadozásait figyelembe véve, kell a vevő megfelelő nagyfrekvenciás táplálását biztosítani. Általános követelmények:

jel/zaj viszony.....	— 70 dB
határérzékenység	≈ 10 kT$_o$
dinamikus szelektivitás ..	— 60 dB
tükörszelektivitás	— 74 dB
torzítás	0,5%
stabilitás (+10—+35 C°)	
hangolható oszcillátor	± 20 kHz
kristályoszcillátor	± 2 kHz

1. *Zaj.*

A minőségi átvitel egyik legfontosabb követelménye, hogy a készülék saját zaja a legkisebb legyen. Igen tekintélyes zajfeszültséget jelent a csövek által termelt sörét- és termikus- zaj. Ez a zaj főként a nagyfrekvenciás egységben keletkezik.

A létrejövő jel/zaj viszonyt ideális határolás esetén a következő összefüggéssel értékelhetjük ki:

$$\frac{U_{jel}}{U_{zaj}} = \frac{E_A}{\sqrt{\frac{8}{3} KT_o \cdot R_a \cdot n}} \cdot \frac{\Delta f}{\sqrt{b^3}} \cdot \frac{1}{D}$$

U_{jel} = hasznos jel,
U_{zaj} = zajfeszültség,
E_A = antenna nagyfrekvenciás bemenő feszültsége (300 μV)
R_a = antenna ellenállása,
n = zajszám,
Δ_f = löket,
b = hangfrekvenciás sávszélesség,
D = deemphasis zajcsökkentő hatása (kb. 14 dB; 50 μsec és 15 kHz-re vonatkoztatva) ≈ 3,1

Az üzemi értékek behelyettesítése után a kapott érték — 68 dB. A kivitelezett mintakészüléken psophometrikus szűrő után mérve a jel/zaj viszony — 69,8 dB. A keletkezett zajfeszültséget 40 kHz-s lökethez és + 6 dB szinthez vonatkoztattuk.

Keverés előtt nagyfrekvenciás előerősítő alkalmazása szükséges, hogy az előírt $n = 12$ zajszám elérhető legyen. Ez a zajszám viszont megengedi pentóda előerősítő használatát és 20 dB erősítésnél a kívánt határérzékenység megvalósítható. $E_A = 1{,}3\,\mu$V mellett elérjük a kétszeres zajteljesítményt.

$$n = \frac{\frac{U^2}{Ra}}{KT_o B} \approx 11{,}2$$

B = 180 kHz
R_a = 50 ohm

Feltételeztük a jó jel/zaj viszony elérésénél a tökéletes határolást. Ennek megvalósítása érdekében megfelelő feszültséget kell biztosítani a határoló fokozatok bemenetén. A szükséges erősítést a középfrekvenciás fokozatok biztosítják.

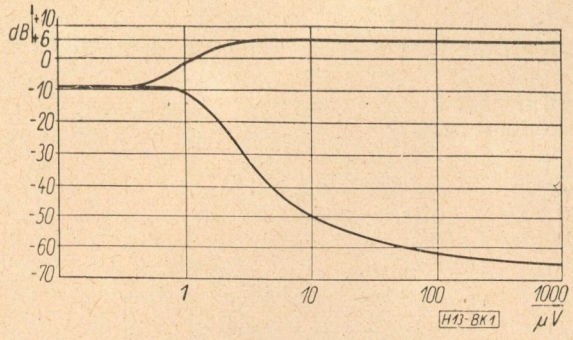
Zaj keletkezik a demodulálást végző fokozatban is. Ezt a zajt a diódák váltóáramú fűtése okozza. Germánium diódák alkalmazása esetén ezzel a zajösszetevővel már nem kell számolni.

Hangfrekvenciás egységben legalább —80 dB jel/zaj viszony szükséges ahhoz, hogy a kimeneten jelentkező zajt a kívánt értéken lehessen tartani. Figyelembe véve azt a körülményt, mely szerint a demodulátor egység 150 mV-os hasznos hangfrekvenciás feszültséget képes szolgáltatni, a hangfrekvenciás erősítő méretezhető és zajszegény csövek alkalmazása esetén a fent említett jel/zaj viszony megvalósítható.

Az elmondottakat összegezve, a megfelelő jel/zaj viszony eléréséhez legfontosabb követelmények:

a) határérzékenység,
b) tökéletes határolás,
c) erősítési követelmény,
d) kisfrekvenciás zaj.

Az 1. ábrán közöljük a jel/zaj viszony alakulását a bemenő feszültség függvényében. Ezen az



1. ábra. Zajtávolsággörbe

ábrán megfigyelhető az is, hogy a határolók mekkora bemenő feszültségnél kezdenek hatásosan működni.

2. *Statikus szelektivitás*

A vevő szelektivitását elsősorban a középfrekvenciás sávszűrők biztosítják. Hogy a 300 kHz-es elhangolás esetén a kívánt szelektivitást biztosítani tudjuk (kb. 56 dB csillapítás), figyelembe véve a minőségi átvitel által megkövetelt 150 kHz-s sávszélességet és $K/D = 0{,}7$ értékét, a szükséges sávszűrők száma négyre adódik. A sávszűrők méretezésénél ellentétes követelményeket kell teljesíteni. A kellő átvitel biztosítása érdekében szükséges a sávot minél szélesebbre választani, ami maga után vonja a tekercs jósági tényezőjének csökkentését.

Alacsony tekercs jósági tényezők megvalósítása esetén pedig a szelektivitás nem éri el az előírt értéket. Kompromisszumot kötve, a két adatot sikerült úgy összeegyeztetni, hogy négy középfrekvenciás sávszűrő segítségével teljesíteni lehet a kívánt szelektivitást és a szükséges sávszélességet.

A sávszélesség birtokában a tekercsjóság számolható, ugyanis a $\eta \cdot Q$ relatív elhangolás az ismert sávszűrő görbékből megállapítható, amelyből a Q kifejezhető. A fokozatonkénti sávszélesség kb. 250 kHz-nek adódik. A sávszűrőt jellemző adatok esetünkben a következőképpen alakulnak:

$$\eta = 0{,}0233$$

feltételezve, hogy $K/D = 0{,}7$

$\eta \cdot Q = 1{,}05$ (sávszűrő görbékből kikeresve)

ebből $Q = 45$

300 kHz-s elhangolásnál $\eta \cdot Q = 14$ dB.

ahol η = a relatív elhangolás,

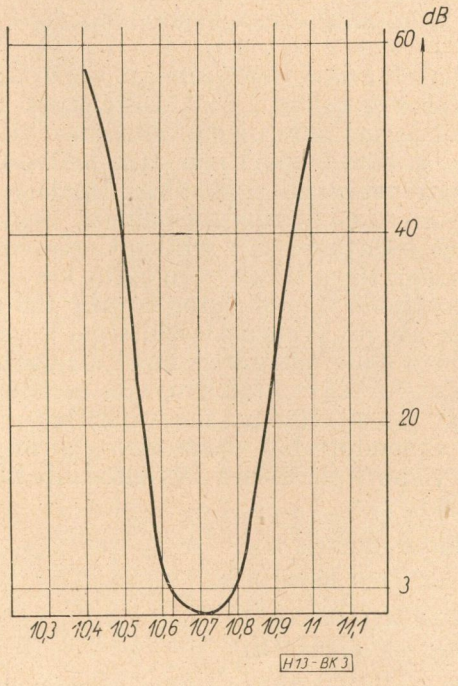
K = csatolási tényező,

Q = körjóság.

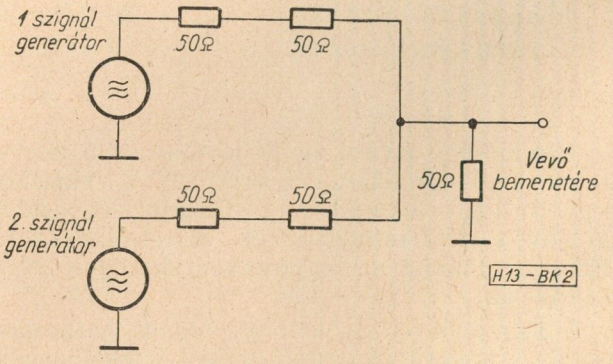
A sávszűrő görbék alapján megállapítható, hogy fokozatonként 14 dB csillapítást érhetünk el a 300 kHz-es elhangolásra, mely négy sávszűrőnél 56 dB csillapítást jelent. A mérések igazolták, hogy az így elért eredő csillapítás a követelményeknek megfelelő. Az eredő csillapítás görbét a 2. ábra szemlélteti [3].

3. *A szomszédos csatorna zavarása* (dinamikus szelektivitás)

Az URH sávon két szomszédos csatorna vivőfrekvenciája 300 kHz frekvencia távolságra fekszik. Tehát 300 kHz-s frekvencia távolságban elhelyezkedő szomszédos adó jele, mint zavaró jel fogható fel és a vevőkészülék kimenetén mint zaj jelentkezik. A szomszédos csatorna elnyomása a középfrekvenciás hangolt körök feladata.



2. ábra. Statikus szelektivitásgörbe



3. ábra. Mérési elrendezés a szomszédos csatorna zavarása méréséhez

Az egyes sávszűrők méretezésénél figyelembe kell vennünk, hogy a hasznos jellel azonos nagyságú 300 kHz távolságban levő 75 kHz-s lökettel modulált szomszédos adó jele legalább — 60 dB csillapítást szenvedjen. Ezt az értéket a sávszűrők szelektivitása és az FM rendszer közismert zajelnyomó tulajdonsága biztosítja. Méréseink azt bizonyítják, hogy a szomszédos

csatorna adója — 65 dB-re rontotta a jel/zaj viszonyt. A mérési módszert a 3. ábra szemlélteti.

4. *Tükörszelektivitás*

Szuperrendszerű vevőkészülékeknél a tükörfrekvencián dolgozó adó zavaró jelként jelentkezik. Ennek az adónak vétele nem kívánatos, ezért gondoskodnunk kell elnyomásáról. A szükséges elnyomás legalább — 74 dB. A tükörszelektivitást csak a nagyfrekvenciás egységben, vagy az antenna és az első cső bemenete között tudjuk biztosítani, mivel csak egy előerősítő fokozatunk van. Ezért szükségessé vált egy hangolható sávszűrő beépítése, mely megoldás 100 MHz-en már 45 dB elnyomást képes biztosítani. A fennmaradó csillapítás egy fixen hangolt sávszűrő segítségével oldható meg, mely az antennacsatlakozás és az előerősítő cső bemenő rezgőköre közé illeszkedik. A bemeneti sávszűrő nem kívánatos elem, mert a határérzékenységet rontja és a bemenő ellenállást csökkenti. Mérések alapján a tükörszelektivitás minimális értéke a 87,5—100 MHz-s sávban dolgozó vevőnél — 74 dB, a 64,8—73 MHz-s sávban dolgozó vevőnél pedig — 77 dB volt.

5. *Határoló*

A középfrekvenciás erősítőn keresztülhaladó jelkeverékben nagymértékben található AM moduláció is. Az AM moduláció lehet impulzus eredetű zavar, vagy szinkron AM. A szinkron AM jel keletkezik a vevőben is, amikor a jel a középfrekvenciás transzformátorokon áthalad, és a keskeny sáv miatt torzulást szenved. Mielőtt a jel a demodulátorhoz érkezne, határoló fokozatokon halad keresztül. Ezek a fokozatok hivatottak az AM elnyomást elvégezni. Helyesen megválasztott áramköri elemekkel a határolás kellőképpen elvégezhető és AM moduláció nélkül juttatható a jel a demodulátorra. Ezt a követelményt maradék nélkül akkor lehet teljesíteni, ha a határoló fokozatok sávszélessége nagy. Az időállandót a gyors amplitudó moduláció változások kiegyenlítése céljából 2 μsec-ra célszerű választani. A határoló fokozatok karakterisztikáját a 4. ábra szemlélteti.

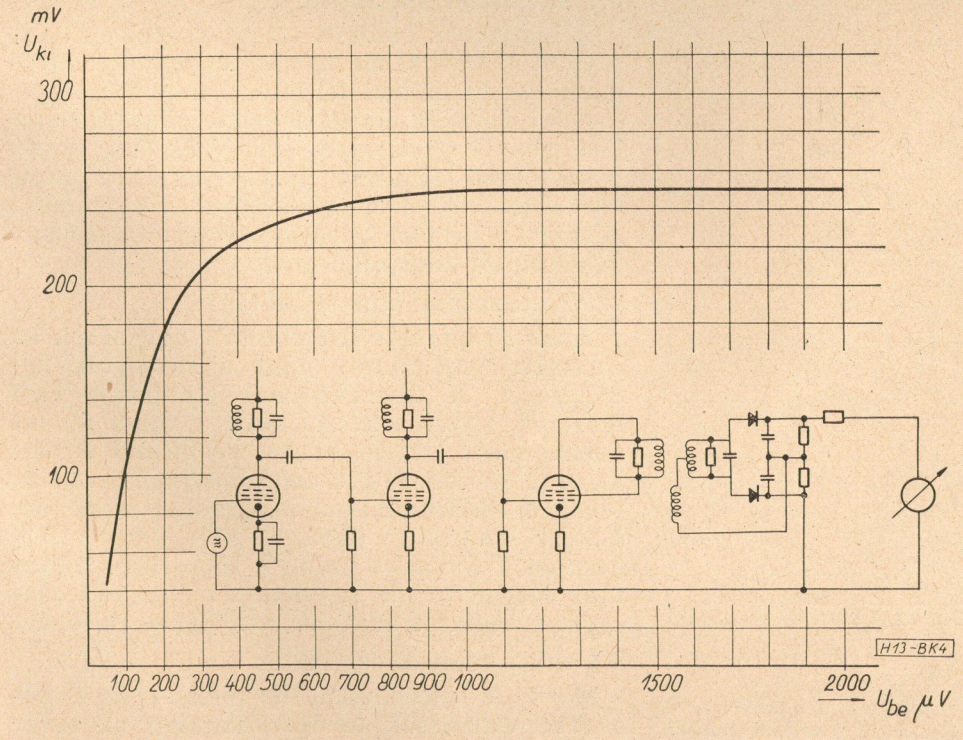
6. *Demodulátor*

A jel-egyenirányító fokozatot két igen fontos szempontból kell vizsgálni. Egyik a demodulátor stabilitása, vagyis frekvenciaváltozás esetén a diszkriminátor görbén beállított munkapont elvándorlása. (A frekvenciaváltozást kiküszöbölni nem lehet, ezért arra kell törekedni, hogy az esetleges változás esetén a munkapont a diszkriminátor egyenes szakaszán belül maradjon.) Másik kérdés a diszkriminátor torzítása. Ez a kérdés kapcsolódik a stabilitáshoz, mert éppen a torzítás érdekében kell a görbe lineáris szakaszán maradni. A kis torzítás érdekében a diszkriminátor karakterisztika hosszú szakaszán legyen lineáris, melyet úgy lehet elérni, ha a diódákat tápláló rezgőkörök jósági tényezőjét alacsonyra választjuk. Ez a görbe meredekségét sajnos erősen csökkenti és az egyenirányítás hatásfokát lerontja. Demodulátornak alkalmazható a Foster—Seely-típusú fáz sdiszkriminátor, mivel annak felépítése egyszerű.

7. *Nem lineáris torzítások*

7.1 Demodulátor torzítása

A diszkriminátor torzításával behatóbban kell foglalkozni, mert rossz megépítés és beállítás esetén a torzítás tetemesen megnő és így az előírt követelményeket nem tudja teljesíteni. Legfontosabb kérdés a diszkriminátor karakterisztika, illetve a karakterisztika felhasznált szakaszának lehető legjobb kialakítása. Ahhoz, hogy a torzítás minimális legyen, a felhasznált szakasznak egyenes nek kell lennie. A karakterisztika linearizálását egyrészt a



4. ábra. Limiter-karakterisztika

nagyfrekvenciás körök csillapításával, másrészt a körök csatolásának helyes beállításával lehet elérni. Szimmetrikus beállítás esetén a második harmonikus komponense eltűnik és csak a megmaradt harmadik harmonikus komponenst kell figyelembe venni. Grafikus szerkesztéssel a torzítás jó közelítéssel meghatározható. A torzítás értékének ilyen meghatározása az S/S_0 karakterisztika felvételével történik. Kis löket mellett fel kell venni a diszkriminátor kimenetén jelentkező hangfrekvenciás jelet a vivőfrekvencia függvényében, diagramban ábrázolni és a felhasznált szakasz helyét bejelölve a kapott értéket kell viszonyítani a 0 helyre.

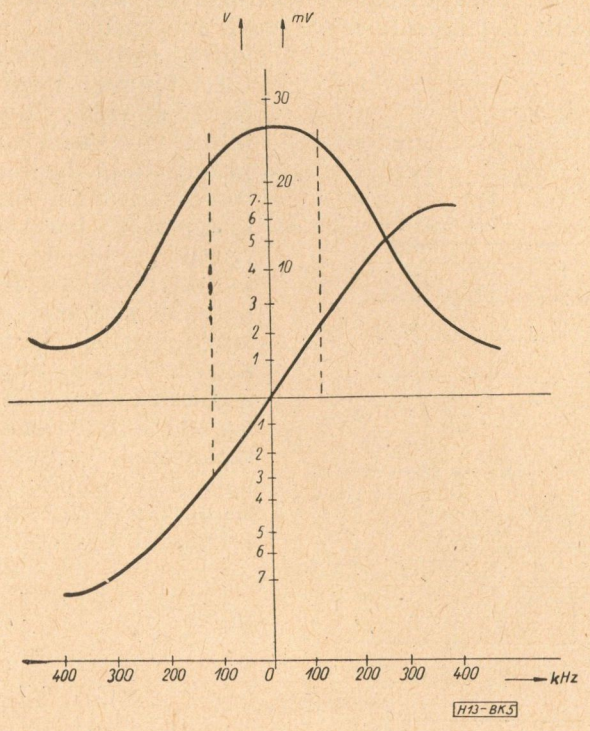
$$K_3 = \frac{1 - S/S_0}{12}$$

A felhasznált képlet nem általánosítható és esetenként külön kell meghatározni. Az így kapott torzítás a mi esetünkben megközelítőleg 0,4% körül van. Közvetlen méréssel meghatározni nem tudtuk, mert ez idő szerint ilyen kistorzítású mérőrendszer nem állt rendelkezésünkre.

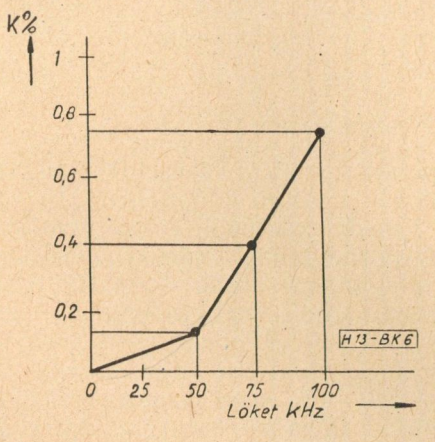
A megfelelő csatolás mértékét kísérleti úton állítottuk be a minimális torzítás értékére. A legjobb érték $K/D = 1{,}5$ környezetében adódott.

A helyes beállítás szerkesztés útján szintén meghatározható.

A diszkriminátor méretezésénél az általánosan használt elvek alkalmazhatók. A megvalósított diszkriminátoron mért értékeket az 5. ábrán láthatjuk. A karakterisztikán be van jelölve a



5. ábra. Torzítás meghatározásához szükséges S/S_0 karakterisztika és diszkriminátor görbe tizedekben



6. ábra. Diszkriminátor torzítása löket függvényében

felhasznált szakasz (± 75 kHz löket), amiből a torzítás számolásához szükséges adatok leolvashatók. Látható, hogy a löket növelésével az S/S_0 hányados változik (növekedik) és ezáltal a torzítás is nő. Tájékoztatásként közöljük a torzítás növekedését a löket függvényében. (6. ábra) [4].

7.2 A hangfrekvenciás erősítő torzítása

Az előírt torzítás megfelelő értéken való tartása érdekében a hangfrekvenciás egységben kb. 0,1%-os torzítást kell elérnünk teljes kivezérlést feltételezve. Ezt a követelményt nagy negatív visszacsatolás segítségével lehet megvalósítani. Ezenkívül a kimenő transzformátorra dolgozó fokozat katódcsatolt erősítő, és így a torzítás és a kimenő ellenállás alacsony értéken tartható.

8. *A hangolt körök frekvencia stabilitása*

8.1 Sávszűrők stabilitása

A fentiekben említett tulajdonságok miatt a sávszűrőket mind mechanikusan, mind elektromosan stabilan kell felépíteni, hogy tulajdonságaik időben állandóak legyenek, akár mechanikus igénybevétel, akár melegedés hat rájuk. A sávszűrők felépítésénél az anyag és az áramköri elemek helyes megválasztása esetén mind a hő, mind a mechanikai igénybevétel által okozott ingadozások kiküszöbölhetők.

8.2 A diszkriminátor stabilitása

A diszkriminátor felépítésénél ugyanazok az irányelvek mérvadók, mint a sávszűrők felépítésénél. A diszkriminátor stabilitása igen lényeges, mivel a készüléknek a venni kívánt adóállomásra történő pontos beállítását a diszkriminátor kimenetére csatlakozó műszer jelzi, tehát a diszkriminátor instabilitás hibás beállítást és torzítást okozhat. Alkalmunk volt a készüléket 5 hónapi üzem és többszöri szállítás után megmérni, de figyelemre méltó változást egyik specifikált adatban sem tapasztaltunk.

8.3 Öngerjesztésű oszcillátor

Megfelelő mechanikai felépítéssel és a hőokozta változások kompenzálásával az előírt

stabilitási követelményeket (± 20 kHz) teljesíteni lehet. A hálózati feszültség ingadozását a stabilizált tápáramforrás kiegyenlíti.

Felmerült még az automatikus utánhangolás kérdése, amelynek segítségével a frekvenciaváltozás szűkebb határok közé szorítható. Célszerűbb inkább kristályoszcillátort alkalmazni. Kézenfekvő megoldás kristályüzemet választani, ha a vevő állandó frekvencián működő műsoradó vevőjeként dolgozik. Hasonlóképpen célszerű kristályüzemet választani felügyelet nélküli üzemmódnál, amelynél az áthangolás nem szükséges. Öngerjesztési oszcillátorüzemnél a többszörös frekvenciaváltás miatt kezelőszemélyzet szükséges, viszont így lehetőség van az esetleges frekvenciaváltozások korrigálására. Automatikus utánhangolás megvalósítása feleslegesen terhelné a vevő előállítási árát, nem beszélve egyéb hátrányairól.

8.4 A kristályoszcillátor

A frekvenciaváltozás minimumra csökkenthető kristályoszcillátor alkalmazásával. A kristályoszcillátor alkalmazása azért fontos, mert feltételezhető, hogy a vevőkészülék fő üzemmódja a program továbbítása, amely állandó kijelölt frekvencián történik. A vevő oszcillátorának áthangolása tehát szükségtelenné válik és így állandó frekvenciájú oszcillátort alkalmazhatunk. A kristályoszcillátor pedig a vevő frekvenciastabilitását nagymértékben növeli.

9. *Mikrofónia*

Kellemetlen hatásként jelentkezik és zavaróan hat az oszcillátorcső mikrofónia érzékenysége. Ezen jelenség ellen sikeresen lehet védekezni, ha az oszcillátorcsövet rugalmasan függesztjük fel, vagy ha a másik, kényelmesebb módot választjuk, válogatott csövet alkalmazunk. Ez a jelenség a mintakészüléknél is kimutatható volt egyes frekvenciákon, de csőcserével sikerült megszüntetni. Kristályoszcillátor üzemnél ilyen jelenség nem tapasztalható.

Másik kellemetlen jelenség a forgókondenzátor mikrofóniája. Mechanikus visszahatás következtében a forgókondenzátor lemezei mechanikai rezgéseket végeznek, miáltal frekvenciamoduláció lép fel. A forgókondenzátor stabil felépítése (mart forgó) megszünteti ezt a jelenséget.

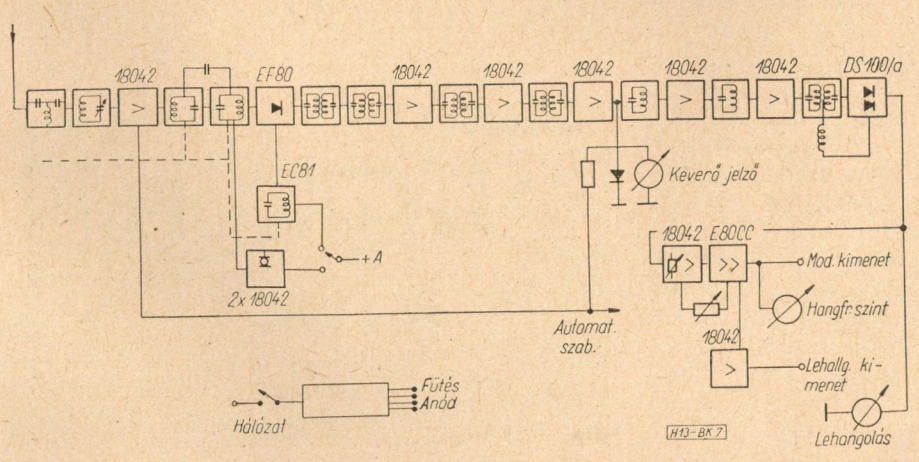
10. *Oszcillátor sugárzása*

Az URH vevőkészülékeknél az oszcillátorkisugárzás maximális értékét előírások szabják meg. Ennek betartása szükséges, ezért az elektromos kapcsolást, mechanikus felépítést, valamint az árnyékolást úgy választjuk meg, hogy a követelményeknek megfeleljenek és a sugárzás a maximálisan megengedett érték alatt maradjon. A bemenetnél alkalmazott pentóda elegendő biztonságot nyújt az oszcillátorfeszültség kijutásának megakadályozására, ezenkívül a hangolható oszcillátor használata esetén a keverőcsőnek felhasznált pentóda fékező rácsára jut az oszcillátorjel, ami további biztonságot nyújt a jel kisugárzásának megakadályozására. Mechanikai felépítésben az egyes kényes részeket szükséges egymástól árnyékolni. Ezenkívül az oszcillátoregységet még külön is árnyékolni kell. Így sem közvetlen sugárzással (az árnyékolás biztonsága miatt), sem a keverőcsövön (az elektromos felépítés miatt) jel nem tud kijutni az antennára.

11. *Általános árnyékolás*

A vevőkészülék üzemeltetése adó mellett, esetleg ugyanazon helyiségben is történhet. Közvetlenül az adó mellett komoly zavaró térerőre számíthatunk, amely a vevő működését esetleg hátrányosan befolyásolja. Gondoskodni kell tehát arról, hogy a vevő áramköreihez a zavaró nagyfrekvencia ne jusson be. Ez a zavaró jel mind közvetlen sugárzással, mind az egyes áramköröket összekötő vezetékeken keresztül juthat a berendezés érzékeny részeihez. A közvetlen sugárzást gondos árnyékolással, az egyes egységeknek külső tértől való fémes elválasztásával tudjuk megszüntetni. Az elektromos vezetékeken bejutó zavaró jelet elektromos szűrőkkel lehet távoltartani. Fojtótekercsek és átvezető kondenzátorok segítségével ez a szűrés megoldható.

A mintapéldányt egy 1 kW-os adó mellé helyezve és az adó üzemi frekvenciájától 300 kHz-re elhangolva, a vevő kimenetén zavaró jelet nem észleltünk. A vevőkészüléket szignálgenerátorról 150 μV bemenő feszültséggel hajtottuk meg.



7. *ábra.* RV—2- s műsoráttevő vevőkészülék tömbvázlata

12. *Kivitelezett elektromos felépítés*

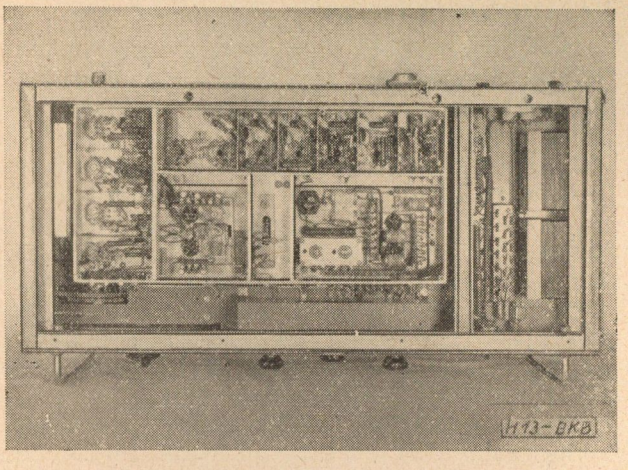
Az ismertetett elvek alapján felépített RV-1 és RV-2 vevők elektromos felépítése a 7. ábrán látható.

Az antennáról bejutó nagyfrekvenciás feszültség a tükörszelektivitást biztosító nagyfrekvenciás szűrő bemenetére jut, majd onnan a nagyfrekvenciás előerősítő cső rácsára. A keverőcső és a nagyfrekvenciás előerősítőcső között foglal helyet a hangolható nagyfrekvenciás sávszűrő. A keverés a keverőcsőnek a 3-ik rácsára vezetett oszcillátorfeszültség (kb. 15 V) segítségével történik. A kristályoszcillátor feszültsége a keverőcső rácsában elhelyezett rezgőkörre csatlakozik.

Keverés után keletkező középfrekvenciás jelet a keverőcső anódköréhez csatlakozó középfrekvenciás transzformátor választja ki. A középfrekvenciás erősítő után a jel a határolókba, majd utána a demodulátorba kerül. Demodulálás után a deemphasist alkotó RC tagon keresztül a hangfrekvenciás egység bementére jut. A hangfrekvenciás erősít kimenete biztosítja egy katódcsatolt fokozaton keresztül a modulációs csatorna részére a szükséges jelet.

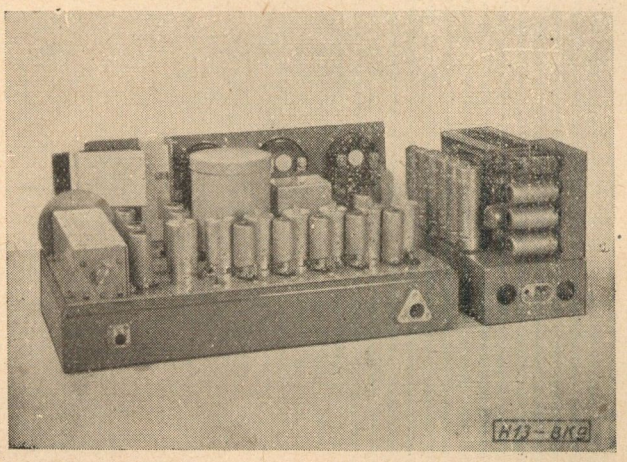
13. *Mechanikai felépítés*

A 8. ábrán látható a készülék alulnézetben. Jól megfigyelhető az egye egységek felépítése.



8. ábra. Mintakészülék alulnézeti fényképe

Balra található a nagyfrekvenciás egység. Látható a fiókszerű felépítés, amely az egyes részek egymástól való árnyékolását biztosítja. Alulról felfelé haladva az első, második és harmadik rekeszben a nagyfrekvenc ás fokozatok hangolt körei kerültek. A négyes rekeszben pedig az öngerjesztésű oszcil átor helyezkedik el. Minden egyes egységben egy-egy keramikus trimmer kondenzátor van elhelyezve, amelyek segítségével a pontos behangolás elvégezhető. A nagyfrekvenciás egységtől balra a keskeny dobozban a fix sávszűrő foglal helyet. A nagyfrekvenciás egységtől jobbra fent helyezkedik el a középfre venciás egység. Balról jobbra haladva: első rekeszben található a két egymással csatolt négykörös sávszűrő, majd a másodikban és a harmadik rekeszben szintén egy-egy sávszűrő található. A negyedik és



9. ábra. Mintakészülék hátulnézeti fényképe kidobozolva

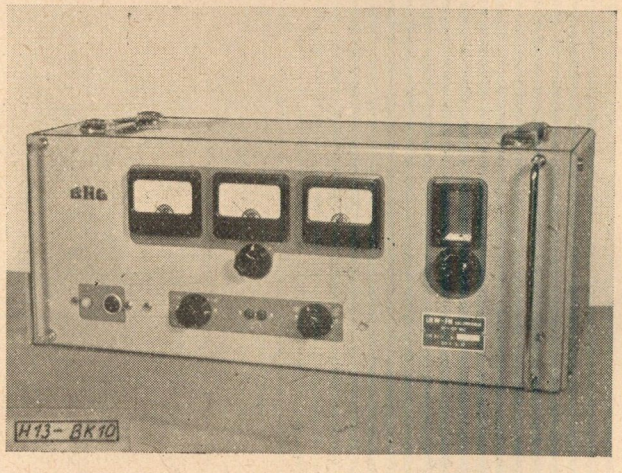
ötödik rekeszben foglal helyet a két zárókör, majd az utolsó rekeszben a diszkriminátor és a deemphasis *RC* köre. A középfrekvenciás egységben alkalmazott tekercsek trolitul testre vannak csévélve, és vasmagok segítségével hangolhatók. A nagyfrekvenciás egységtől jobbra lent található a kristályoszcillátor, a jobb alsó részben a hangfrekvenciás egység.

A 9. ábrán látható a vevőkészülék a dobozból kiszerelve, hátulnézetben. Mellette jobbra a tápegység helyezkedik el. A vevőkészüléken balra a forgókondenzátor, középen a kristálykályha látható. Az antennacsatlakozás és a hangfrekvenciás moduláló csatorna kivezetése a készülék hátlapján, a kezelőszervek és a lehallgatócsatorna kivezetése pedig az előlapon helyezkednek el.

A 10. ábrán látható a vevőkészülék összeszerelt állapotban.

14. *A készülék műszaki adatai:*

Frekvenciasáv	RV-1 ..	64,8— 73 MHz
	RV-2. ..	87,5—108 MHz
Frekvenciaállandóság		
öngerjesztő oszcillátornál .		± 20 kHz
kristályvez. oszcillátornál..		± 2 kHz



10. ábra. Mintakészülék elölnézeti fényképe

Határérzékenység	8—15 kT_0
Dinamikus szelektivitás	— 60 dB (300 kHz-en)
Jel/zaj viszony (U_{be} 150 μV) ...	— 65 dB
Maximális löket	± 75 kHz
Tükörszelektivitás	— 74 dB
Középfrekvencia áthallása	— 80 dB

Modulációs csatorna:

kimenőszint	± 6 dB
frekvenciamenet (30 Hz—15 kHz-ig)	± 0,5 dB
deemphasis.....	50 μsec
torzítás ..... max.	0,5 %

Lehallgató csatorna:

frekvenciamenet (30 Hz—15 kHz-ig)	± 0,5 dB

Tápegység:

feszültségstabilitás (hálózat —15 és +10% közötti ingadozásánál) ...	± 0,5 V
Méret	625×285×250 mm
Súly	32 kg

Felhasznált csövek:

tápegység: 2×EZ 80, 3×EL 84, 1×EF80, 1×VR 75,
vevőkészülék: 10×18042, 1×E80CC, 1×EF 80, 1×EC 81.

15. *Automatikus átkapcsolás*

Felügyelet nélküli üzemnél az üzembiztonság növelése érdekében célszerű melegtartalékkal rendelkezni. Gondoskodni kell azonban arról, hogy az üzemelő vevő meghibásodása esetén egy másik vevő kapcsolódjék automatikusan a modulálandó adóra.

Ezúton mondok köszönetet Adamis Béla témavezető mérnöknek hasznos útmutatásaiért és messzemenő támogatásáért.

BUDAVOX
Telefonkészülékek
CB és LB-kapcsolótáblák
Automata telefonközpontok
BUDAVOX
Ismétlőállomások
Többcsatornás, mikrohullámú berendezések
BUDAVOX
BUDAPESTI HÍRADÁSTECHNIKAI VÁLLALAT
BUDAPEST, VII., TANÁCS KÖRÚT 3/a
TELEFON: 426-549. - TÁVIRAT: BUDAVOX, BUDAPEST
Rövid- és középhullámú adóállomások
Hordozható és beépített adó-vevő berendezések
BUDAVOX
Átviteltechnikai mérőműszerek
Nagyfrekvenciájú generátorok
BUDAVOX

IRODALOMJEGYZÉK

1. *Adamis Béla:* Frekvenciamodulált adók elvi kérdései. Magyar Híradástechnika 1958. 2—3 szám.
2. *W. Pöhlmann und H. Sauerland:* UKW—FM- Ballempfänger. R&S Mitteilungen No 3/1953.
3. *dr. Barta István:* Rádiókészülékek és erősítők.
4. *Komarik József:* Fázisdiscriminátor. Magyar Híradástechnika 1954. 9—10 szám.
5. *Kiss Ernő:* Ultrarövidhullámú frekvenciamodulációs műsorvevő rádiókészülékek.

Felhívjuk figyelmét az alábbi szakkönyvekre!

Bodak: **Rádiószerelési útmutató**
3. változatlan kiadás
156 old. Ára fűzve 13,— Ft

Büscher: **Rádió és elektrótechnika I—II. kötet** 708 old. Ára kötve 74,— Ft

Dosse: **A tranzisztor**
122 old. Ára kötve 13,50 Ft

Magyari Béla: **Elektroncsőatlasz I.**
336 old. Ára kötve 69,50 Ft
+ 176 melléklet

Kazarnovszkij: **Híradástechnikai anyagok és alkatrészek vizsgálata**
312 old. Ára kötve 46,— Ft

Nozdroviczky: **Az ultrahang**
96 old. Ára fűzve 7,— Ft

Somos—Barna: **Feszültség és áramstabilizátorok** 212 old. Ára kötve 24,— Ft

Shockley: **Félvezetők elektronfizikája. Tranzisztorok elmélete**
484 old. Ára kötve 84,— Ft

A Rádiótechnika könyvei közül az alábbiakra hívjuk fel figyelmét:

14. *OMK.* **Híradástechnikai könyvek bibliográfiája és ismertetése**
300 old. Ára fűzve 30,50 Ft

15. *Kiss László:* **Mikrofonok**
74 old. Ára fűzve 6,— Ft

16. *Lamoth Emil:* **Hangszórók**
80 oldal Ára fűzve 6,— Ft

17. *Flórián Endre:* **Hullámterjedés**
116 old. Ára fűzve 11,— Ft

19. *Kulikovszkij:* **Újdonságok a rádióamatőr vételtechnikában**
148 old. Ára fűzve 14,— Ft

23. *Makai István:* **A 2+1-es**
188 old. Ára fűzve 17,— Ft

24. *Kaminyir:* **Katóderősítők**
52 old. Ára fűzve 4,50 Ft

ÚJDONSÁG!

Lóránt Péter:
A mikrohullám
A könyv a mikrohullám alapfogalmainak szemléletes magyarázata után a mikrohullám felhasználását tárgyalja az iparban, közlekedésben, háztartásban, gyógyászatban, stb. A mikrohullámú technika mind nagyobb térhódítása tette szükségessé a mikrohullámok és különböző alkalmazásainak népszerű ismertetését.
120 oldal Ára fűzve 8,— Ft

Fenti könyvek megrendelhetők, illetve beszerezhetők az

ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT
KÖNYVESBOLTJAIBAN

Szakboltok:

MŰSZAKI KÖNYVESBOLT, ANTIKVÁRIUM
BUDAPEST, VII., LENIN KRT. 7.

ERKEL KÖNYVESBOLT
BUDAPEST, VII., LENIN KRT. 52.

Lemezmaglapok gazdaságosságának vizsgálata

NÁDAS TIBOR ÉS FÉNYES TAMÁS
Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet
MTA Matematikai Kutató Intézet

A tömeggyártásban készülő transzformátorokhoz szabványosított lemezmaglapok gazdaságosságának vizsgálata adott anyagárak mellett. A rézkitöltési tényező meghatározása. Az EI, majd az M lemezmaglapokból készült transzformátorok közelítő fajlagos árának vizsgálata a geometriai méretek függvényében. A függvények vizsgálata, illetve grafikus ábrázolása alapján megállapítható, hogy a vonatkozó szabvány által megadott méretek jó közelítéssel gazdaságilag optimálisnak tekinthetők.

A híradástechnikai hálózati kistranszformátorok és fojtótekercsek méretezése általában nem a kiszámítható leggazdaságosabb vasmagméretekre történik, hanem a szabványokban közzétett, az optimálishoz legközelebb álló méretet választják ki a számítás alapjául. Ennek a módszernek helyességéhez — a tömeggyártás szemszögéből nézve — kétség nem fér és szakember előtt magyarázatra sem szorul.

A magyar szabványban közzétett lemezmaglapméretek több évtizedes gyakorlatot rögzítenek és nagyrészüket a DIN szabványokból vettük át. Gyártmányaink önköltségének csökkentésére irányuló törekvés szükségessé tette, hogy megvizsgáljuk, vajon hazai körülmények és anyagárak mellett a hazai híradástechnikai ipar által használt szabványos, ún. hulladékmentes lemezmaglapok az optimálistól milyen gazdasági eltérést mutatnak.

1. *A rézkitöltési tényező elvi meghatározása*

A lemezlapok méreteinek megállapítása szempontjából egyik legjelentősebb kérdés a tekercselési tér, illetve az ezzel szorosan összefüggő ún. ablakméret, amelynek helyes meghatározásához ismerni kell a rézkitöltési tényezőt. A rézkitöltési tényezőt általában százalékosan szokás megadni. Ez kifejezi, hogy a vasmagban a tekercselésre rendelkezésre álló térben a tekercselőanyag rézköbtartalma az egész térnek hány százalékát foglalja el. A rézkitöltési tényező a 100%-ot soha sem érheti el, hiszen a tekercstest, a huzalszigetelés, a huzalok és rétegek közötti hézagok jelentős teret foglalnakel a tekercselési térben.

Legkedvezőbb a rézkitöltési tényező téglalap vagy négyzetes keresztmetszetű huzal alkalmazása esetén, azonban technológiai okok miatt ilyen szelvényeket csak nagyteljesítményű transzformátoroknál alkalmaznak. A híradástechnikai kistranszformátorokat leginkább zománcszigetelésű körkeresztmetszetű huzallal tekercselik.

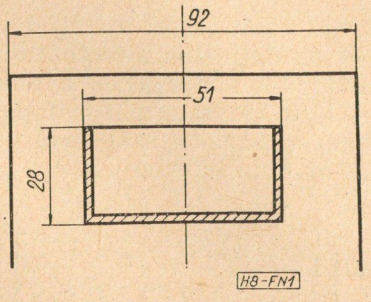
A felvetett kérdést gyakorlati példán kívánjuk kifejteni, amelyet jó közelítéssel — középesetnek is tekinthetünk. Példánkban egy 92 mm főméretű és 51×23 mm ablakméretű szabványos lemezmaglapokból álló transzformátort fogunk vizsgálni (1. ábra).

Az egyszerűség kedvéért a felhasznált tekercselőhuzalt átlagolva egyöntetűen 0,5 mm-es egyszer zománcszigetelésűnek vesszük fel. A tekercselési teret csökkentő tényezők az alábbiak:

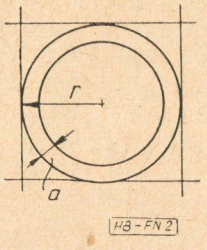
1. Tekercstest térszükséglete
2. Rétegszigetelés térszükséglete
3. Huzalszigetelés térszükséglete
4. Menetek és réteg közötti légrétegek
5. Technológiai veszteségek

A tekercselési tér keresztmetszete tulajdonképpen a lemezlap „ablaka", tehát a tekercselési veszteséget ennek a területére kell vonatkoztatni. Az ablak területe 1173 mm². A tekercstest keresztmetszeti területszükséglete 1,5 mm vastag anyagot feltételezve 141 mm². Az ablak felületére vonatkoztatva ez 12%-os veszteséget jelent.

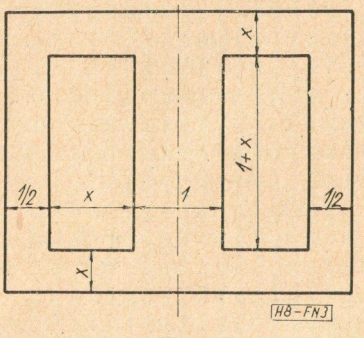
Az oldallap nélküli csévetest — amit üzemeinkben sajnos sűrűn használnak — csak látszólagosan javítja a térkitöltési hányadot, a valóságban lényegesen rontja, hiszen az egymást fedő tekercsrétegek szélessége egyre csökken a menetzárlatok elkerülése miatt és „kúpossá" teszi a tekercset magát.



1. ábra.



2. ábra.



3. ábra.

A rétegszigetelésre általában 20μ vastagságú szigetelő papírt, az egyes tekercsek közötti szigetelésre pedig 100μ vastagságú prespánt alkalmaznak. Ha példaképen 32 tekercsréteget tételezünk fel, továbbá 4 egymástól különálló tekercset, akkor a rétegszigetelések területfoglalása 48 mm², ami azt jelenti, hogy a rétegszigetelés kb. további 4%-ot foglal el.

Legnagyobb veszteséget kétségkívül a huzalon levő szigetelő réteg vastagsága és a körkeresztmetszetű huzalok között keletkező légcsatornák képezik. A két tényező együttes veszteségének számítása az alábbi meggondolás szerint történik (2. ábra):

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{(r-a)^2 \pi}{4r^2}$$

r a huzal sugara szigeteléssel együtt

a szigetelőréteg vastagsága

q_1 a réz keresztmetszete

q_2 a szigeteléssel megvastagított keresztmetszet köré írható négyzet területe.

A példánkban alkalmazott 0,5 mm átmérőjű huzal egyszeri zománc szigetelésének szabvány szerinti vastagsága: $a = 0{,}04$ mm. A számszerű értéket behelyettesítve $\frac{q_1}{q_2} = 0{,}60$ vagyis az így keletkezett veszteség 40%. Mivel azonban a kitöltési tényező az egész ablakkeresztmetszetre vonatkozik, a veszteség ténylegesen valamivel kisebb. A területveszteségek összege 56%, vagyis a réz valóságos térfoglalására marad 44%, amelyhez még a tekercselési technológia következtében 5—10% további veszteség járul. Ez a példa természetesen egy közepes értéknek számít, amely a lemezmaglapok méretnövekedésével javulhat, az átlagos huzalkeresztmetszet csökkenésével pedig romlik.

A gazdaságossági számítás menetében 20—30% rézkitöltési tényezővel fogunk számolni, mert az elérhető legjobb tömeggyártási feltételekkel az üzemben csak elvétve találkozunk. A jelenlegi gyakorlat szerint a 0,2 alsóhatárt, a 0,3 pedig jó közepes értéket képvisel.

2. *Általános megjegyzések*

A rézkitöltési tényező meghatározása után rátérhetünk a gazdaságossági vizsgálatokra. Ki fogjuk mutatni, hogy a transzformátor fajlagos ára, vagyis az árnak és a teljesítménynek hányadosa adott vasmagindukció, áramsűrűség, frekvencia és oszlopszélesség mellett az optimális ablakméretek esetében minimumot ér el. Látni fogjuk, hogy a gyakorlatban előforduló ablakméreteknél a fajlagos árnak a minimumtól való eltérése igen kis értékű. A transzformátor árának csupán a felhasznált réz és vasmag árának összegét tekintjük, mivel a transzformátor egyéb alkatrészeivel ezen cikk keretében nem foglalkozunk.

A továbbiakban a következő mennyiségek szerepelnek:

$\gamma_v = 7{,}65$ kg/dm³	a vas fajsúlya,
$p_v = 522$ Ft/kg	a vas egységára,
$f_v = 0{,}95$	vaskitöltési tényező,
$\gamma_r = 8{,}89$ kg/dm³	a réz fajsúlya
$p_r = 41{,}56$ Ft/kg	a leggyakrabban használt rézhuzalok közepes egységára.
$f_r = 0 \cdot 2$, ill. 0,3	rézkitöltési tényező értékek,
$B = \frac{\gamma_v \cdot f_v \cdot p_v}{\gamma_r \cdot f_r \cdot p_r}$	a vas adatainak szorzatából képezett hányados

3. *Hulladékmentes EI lemezmaglapok vizsgálata*

A transzformátorlemez beméretezett rajza egységnyi hosszúnak felvett oszlopszélesség esetén a 3. ábrán látható:

a) *Négyzetes oszlopkeresztmetszet*

A transzformátor vasanyagának súlya

$$G_v = 2\,\gamma_v f_v (1+x)(1+2x)$$

A transzformátor rézanyagának súlya közelítően a közepes menethossz figyelembevételével

$$G_r = 4\,\gamma_r f_r x(1+x)^2$$

A transzformátor ára közelítően

$$Q = 2\,\gamma_v f_v p_v (1+x)(1+2x) + 4\gamma_r f_r p_r x(1+x)^2$$

Közismert, hogy a teljesítmény arányos az ablakkeresztmetszet és a vaskeresztmetszet szorzatával, tehát írható, hogy

$$N = \alpha x (1+x)$$

A továbbiakban α arányossági tényező értékét, mely tartalmazza az áramsűrűség, az indukció, a frekvencia, a réz és vaskitöltési tényezők értékeinek szorzatát, egynek választjuk. Így a következő képlethez jutunk:

$$P(x) = \frac{Q}{N} = 2\gamma_v f_v p_v \left(2 + \frac{1}{x}\right) + 4\gamma_r f_r p_r (1+x)$$

Ezen függvény minimumának helye ott van, ahol

$$\frac{dP}{dx} = 0; \quad x_{opt} = \sqrt{\frac{B}{2}}$$

Legyen $M(x)\%$ a tetszőleges x mérettel bíró transzformátor, és az optimális méretű transzformátor fajlagos árai különbségének a tetszőleges x mérettel bíró transzformátor fajlagos árával képezett hányadosának százalékos értéke, akkor e definició alapján egyszerűen nyerjük, hogy

$$M(x)\% = 100\left[1 - \frac{2\sqrt{2B} + 2B + 2}{\frac{B}{x} + 2x + 2B + 2}\right]$$

Ez a mennyiség független a teljesítmény kifejezésében szereplő α konstanstól és a transzformátor oszlopszélességétől és jellemző a lemezmaglap gazdaságosságára.

b) $\sqrt{2}$-es oszlopkeresztmetszet

A számítások az előzőkhöz hasonlóak. Ezért csupán az eredményeket közöljük:

$$Q = 2\sqrt{2}\,\gamma_v f_v p_v (1 + x)(1 + 2x) + 2\gamma_r f_r p_r x (1 + x)(1 + \sqrt{2} + 2x)$$

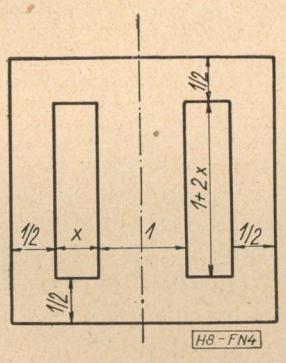
$$P(x) = \frac{Q}{N} = 2\gamma_v f_v p_v \left(2 + \frac{1}{x}\right) + \sqrt{2}\gamma_r f_r p_r (1 + \sqrt{2} + 2x)$$

$$X_{opt} = \sqrt{\frac{B}{\sqrt{2}}}$$

$$M(x)\% = 100 \left[1 - \frac{4\sqrt{\sqrt{2}\,B} + 4B + 2 + \sqrt{2}}{2\frac{B}{x} + 2\sqrt{2}x + 4B + 2 + \sqrt{2}} \right]$$

4. *M típusú lemezmaglapok vizsgálata*

A transzformátorlemez beméretezett rajza egységnyinek felvett oszlopszélesség esetén a 4. ábrán látható.



4. ábra.

a) Négyzetes oszlopkeresztmetszet

A transzformátor magjának előállításához szükséges vasanyag súlya:

$$G_v = 4\gamma_v f_v (1 + x)^2$$

A transzformátor rézanyagának súlya a közepes menethossz figyelembevételével

$$G_r = 4\gamma_r f_r x (1 + x)(1 + 2x)$$

Ebből a transzformátor ára közelítően

$$Q = 4\gamma_v f_v p_v (1 + x)^2 + 4\gamma_r f_r p_r x (1 + x)(1 + 2x)$$

A teljesítmény arányos az ablakkeresztmetszet és vaskeresztmetszet szorzatával, tehát

$$N = \alpha x (1 + 2x)$$

Amennyiben az α arányossági tényezőt ismét egynek választjuk, a transzformátor fajlagos ára x függvényében

$$P(x) = \frac{Q}{N} = 2\gamma_v f_v p_v \left(1 + \frac{1}{x}\right)\left(1 + \frac{1}{1 + 2x}\right) + 4\gamma_r f_r p_r (1 + x)$$

Az optimális x értékére differenciálással a következő negyedfokú egyenletet nyerjük:

$$4x^4 + 4x^3 + (1 - 3B)x^2 - 4Bx - B = 0$$

Ennek az egyenletnek egyetlen pozitív gyöke szolgáltatja az optimális értéket.

Most is bevezetjük az $M(x)\%$ függvényt. A definició alapján

$$M(x)\% = 100 \left[1 - \frac{B\left(1 + \frac{1}{x_{opt}}\right)\left(1 + \frac{1}{1 + 2x_{opt}}\right) + 2x_{opt} + 2}{B\left(1 + \frac{1}{x}\right)\left(1 + \frac{1}{1 + 2x}\right) + 2x + 2} \right]$$

Ezen függvény jellemző a lemezmaglap gazdaságosságára, továbbá független a teljesítmény kifejezésében szereplő α tényezőtől és a transzformátor oszlopszélességétől.

b) $\sqrt{2}$-es oszlopkeresztmetszet

Tekintve, hogy a számítások, teljesen hasonlóak az előbbiekhez, itt is csupán az eredményeket közöljük:

$$Q = 4\sqrt{2}\,\gamma_v f_v p_v (1 + x)^2 + 2\gamma_r f_r p_r x (1 + 2x)(1 + \sqrt{2} + 2x)$$

$$P(x) = 2\gamma_v f_v p_v \left(1 + \frac{1}{x}\right)\left(1 + \frac{1}{1 + 2x}\right) + \sqrt{2}\,\gamma_r f_r p_r (1 + \sqrt{2} + 2x)$$

Az optimális ablakszélesség meghatározására a következő egy pozitív gyökkel bíró negyedfokú egyenlet szolgál:

$$4\sqrt{2}\,x^4 + 4\sqrt{2}\,x^3 + (\sqrt{2} - 6B)x^2 - 8Bx - 2B = 0$$

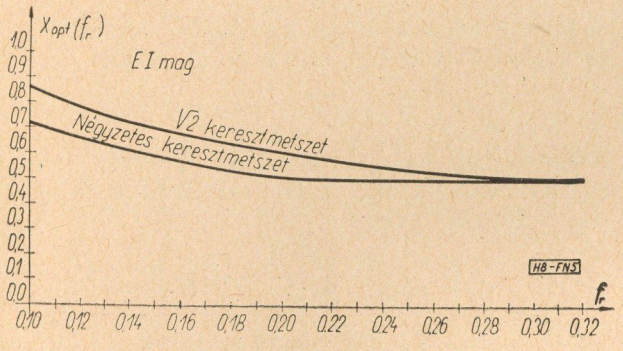
BUDAPESTI MŰSZAKI EGYETEM KÖZPONTI KÖNYVTÁRA 1848

Továbbá

$$M(x)\% = 100\left[1 - \frac{\sqrt{2B}\left(1+\frac{1}{x_{opt}}\right)\left(1+\frac{1}{1+2x_{opt}}\right)+2x_{opt}+\sqrt{2}+1}{\sqrt{2}\,B\left(1+\frac{1}{x}\right)\left(1+\frac{1}{1+2x}\right)+2x+\sqrt{2}+1}\right]$$

5. *Összefoglalás*

Előzőleg meghatároztuk a gazdasági optimumot úgy EI, mint M magok esetén. A kívánt értékek a felhasznált réz és vas már megadott számszerú adataiból numerikusan kiszámítható. Megjegyezzük, hogy a rézkitöltési tényezőre 0,2, illetve 0,3 értéket vettünk fel, ami a hazai iparban gyártott transzformátorok esetében egy alsó határt, illetve egy jó közepes értéket ad meg. A numerikus számításokat elvégeztük és az eredményeket diagramokban ábrázoltuk.



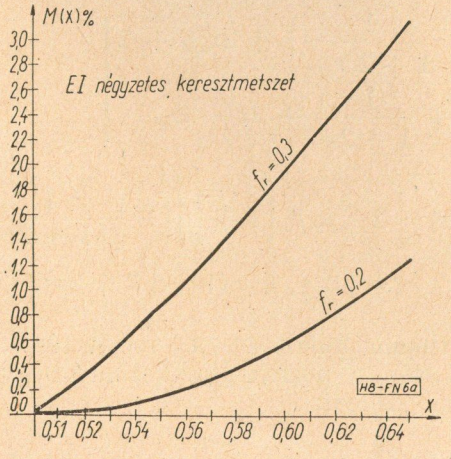
5. ábra.

Az 5. ábrán látható EI mag esetén X_{opt} a rézkitöltési tényező függvényében. Ez az érték a gyakorlatban nyilvánvalóan nem lehet kisebb 0,5-nél. Tehát amennyiben a képletek alapján 0,5-nél kisebb értéket kapunk, akkor 0,5 veendő. Az ábrán jól látható, hogy négyzetes oszlopkeresztmetszet esetében a rézkitöltési tényező azon értéke után, melynél x_{opt} eléri 0,5 értéket, a függvény nem csökken tovább, e ponttól kezdve ábrája egy vízszintes egyenes. A 6a és 6b ábrákon van feltüntetve az $M(x)\%$ függvény 0,2 és 0,3 rézkitöltési tényezők esetén. Az ábrákból világosan látható, hogy jó rézkitöltési tényező esetén az optimális x érték 0,5, alacsonyabb rézkitöltési tényező esetén az optimális x érték nagyobb, azonban az $M(x)\%$ függvény értékei olyan kicsinyek, hogy a 0,5 értékű ablakszélességet a gyakorlatban gazdaságilag optimálisnak tekinthetjük, tehát kimondhatjuk, hogy hulladékmentesen sajtolható *EI lemezmaglapok esetében a DIN szabvány által megadott hulladékmentes forma gazdaságilag optimálisnak tekinthető.*

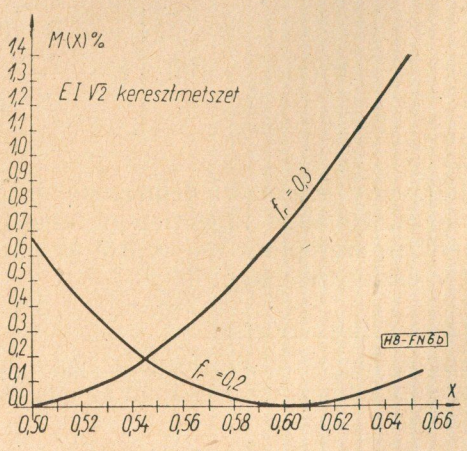
Az M lemezlapokra vonatkozó $M(x)\%$ függvények görbéi a 7a, illetve 7b ábrákon láthatók. Ebből könnyen leolvashatóak az x_{opt} értékek. Amennyiben ezeket az optimális ablakszélesség értékeket összehasonlítjuk a DIN szabvány által előírt M magokra vonatkozó x értékekkel, az ábrákból látható, hogy *a DIN lemezforma ekkor is erősen közelíti a gazdaságilag optimális lemezformát.*

Amíg az eddig kifejtettekből látható, hogy *a szabványban rögzített geometriai méretektől való eltérés gazdaságilag nem indokolt,* annál inkább kell súly helyezni a tekercselési tér minél jobb kihasználására.

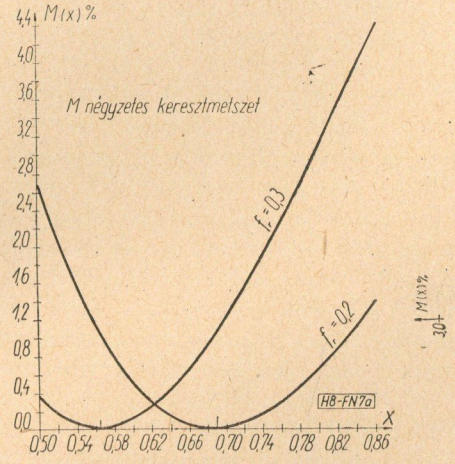
Ezzel a közleménnyel a híradástechnikai kistranszformátorok gazdaságossági vizsgálatainak csupán első részét ismertettük. Folyamatban van még a különböző mágneses tulajdonságokkal



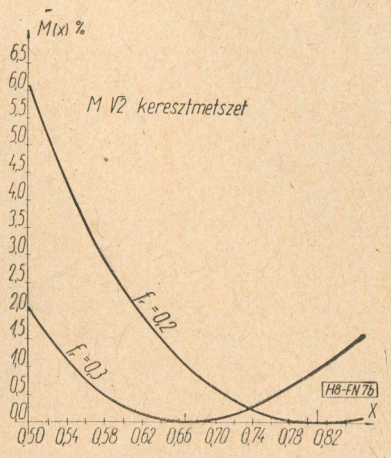
6a ábra.



6b ábra.



7a ábra.



7b ábra.

rendelkező lemezmagokkal készülő transzformátorok gazdaságossági optimumának megállapítása a transzformátorlemezek minőségének és az azok anyagának függvényében. Ehhez hasonlóan vizsgálatok folynak a tekercselési anyag jobb vezetőképességével kapcsolatban is.

IRODALOM

1. *Stelio Silleni:* Proporzionamento economico di piccoli transformatori;
2. *Somos István:* Előmágnesezett fojtótekercsek és simító szűrők gazdaságos méretezése. Somos István. Elektrotechnika, 1948. december.
3. *Cikin:* Hangfrekvenciás transzformátorok.

Új tranzisztoros készülékeket mutatott be a Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet Elektronikus Laboratóriuma

A laboratórium, amely azelőtt az elektroncsövek méréstechnikájának és alkalmazásának kérdéseivel foglalkozott, a KGM Híradástechnikai Igazgatóságának kezdeményezésére 1957 folyamán megkezdte a tranzisztorok és félvezető diódák különböző alkalmazási lehetőségeinek tanulmányozását. Munkájának különös fontosságot adott az, hogy az Intézet Bródi Imre Laboratóriumának kutatási eredményei alapján az Egyesült Izzólámpa és Villamossági Rt. időközben megindította a hazai tranzisztorgyártást. Így lehetségessé vált egyrészt a hazai félvezető eszközök világpiaci színvonalon álló minőségének gyakorlati igazolása, másrészt lehetőség nyílott arra, hogy egyes készülékeket kizárólag hazai gyártású, másokat vegyesen hazai és külföldi tranzisztorokkal dolgozzanak ki.

A Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet Elektronikus Laboratóriuma 1959. április 28—30. között a Technika Házának kupolatermében összefoglalóan bemutatta kutatómunkájának alapján 1958 év eleje óta kifejlesztett tranzisztoros készülékeit és berendezéseit; ezek között erősítőket, mérőberendezéseket, stabilizátorokat stb.

Az erősítők közül újszerűségével és kiváló hangminőségével kiemelkedett a tranzisztoros sztereofonikus hangerősítő. A készülékbe hazai és külföldi tranzisztorokat vegyesen építettek be. Kimenőteljesítménye 2 × 2 W. Ennél a teljesítménynél a torzítás kisebb, mint 1%, amely — összehasonlítva a külföldi berendezésekkel — jelentős eredménye az erősítők területén végzett kutatómunkának. Frekvenciakarakterisztikája 40 Hz és 15 000 Hz között 1 dB-en belül egyenletes. A készülék 12 V tápfeszültség mellett 1 A áramot vesz fel.

A sztereofonikus hangerősítő üzemeltetéséhez készült a kisméretű tranzisztoros, stabilizált tápáramforrás, amelynek kimenő feszültsége 10 és 14 V között szabályozható, maximálisan 1,2 A leadott áram mellett.

Egy másik, tisztán hazai tranzisztorokkal kivitelezett erősítő 10 W kimenőteljesítményű. A teljesítményerősítők végfokozataiban eddig csak külföldi tranzisztorokat lehetett alkalmazni. A magyar teljesítménytranzisztor tömeggyártásának beindítása ezen a téren is lényeges változást fog hozni. Az erősítő harmonikus torzítása 8 W kimenőteljesítménynél, 60 Hz és 12 000 Hz között kisebb, mint 3%. 800 Hz-en 8 W kimenő teljesítménynél 0,85%. A kellemes hangszín egymástól független „mély" és „magas" hangszínszabályozóval állítható be. Az erősítő bemenetére dinamikus mikrofont, kristály-, vagy mágneses pick-up-ot lehet kapcsolni. Az áramfogyasztás 10 W kimenő teljesítménynél 12,6 V mellett 1,3 A. A felvett áram arányos a kimenő teljesítménnyel. Az erősítő berendezés —25 és +50 C° között stabilan működik.

A mérőberendezések közül ki kell emelni a kisméretű tranzisztoros RC generátort, mely ugyancsak kizárólag hazai félvezető eszközöket tartalmaz. A frekvenciasáv 4 sávban 20—50 000 Hz-ig terjed. A közvetlen kimenő feszültség 0 és 2 V között változtatható, amelyet egy beépített csővoltmérő mér. A kimenőteljesítmény max 4 mW. A jel torzítása 20 Hz és 50 kHz között mindig kisebb, mint 1%. A generátor —25 és +50 C° között teljesen kielégítően működik. A táplálás 3 db 4,5 V-os zseblámpaelemről, vagy hálózatról történhet. Súlya a telepekkel együtt 1,7 kg.

A bemutató érdekességei közé tartozott a magyar gyártmányú tranzisztorokkal megépített hangfrekvenciás feszültségmérő, amelynek méréshatára 7 sávban 100 μV-tól 3 V-ig terjed. Belső ellenállása 10 Mohm/V (max 1 Mohm; 10 pF). Pontossága ± 3%. A készülék 9 V tápfeszültség mellett 3 mA áramot vesz fel. Súlya 1,8 kg.

Különös jelentősége van annak a bemutatott mérőkészüléknek, amellyel a p-n-p tranzisztorok „*h*" és „*y*" paramétereit lehet mérni, földelt emitteres kapcsolásban. A kisjelű paramétereken kívül még 5 különböző visszáram mérése is lehetséges. A hálózati táplálású készülékben hazai tranzisztorokat alkalmaztak. A berendezés igen hasznos és előnyös mindenütt, ahol tranzisztorok vizsgálatával és alkalmazásával foglalkoznak.

A tranzisztoros stabilizált tápegységeknek is több típusát láthattuk a bemutatón. Az egyes típusok között egyaránt megtalálhattuk az egészen kisáramú (10 mA), fix feszültségű és a nagyáramú (2 A) 0—40 V között szabályozható feszültségű stabilizátorokat.

Előnyös tulajdonságokkal rendelkezik a tranzisztoros egyenfeszültség és árammérő, amely 6 db Philco SB tranzisztort tartalmaz.

Kis méretével és ízléses kivitelével tűnt fel az RC vizsgáló generátor, amely 2 fix frekvencián (1 kHz és 30 kHz) működik. Súlya telepekkel együtt 665 gramm.

A vegyes (elektroncső és tranzisztor) készülékekben az elektroncsövek anódfeszültségének előállítására alkalmas a jó hatásfokkal (75—80%) működő, egyenfeszültség átalakító.

A fenti néhány kiragadott példa is igazolja azt az érdeklődést és tetszést, amit a bemutató az iparág igazgatási és vállalati szakembereiben kiváltott. A joggal kiállításnak is nevezhető bemutató érdekességét növelte az, hogy a kiállított készülékeket működés közben is tanulmányozni lehetett a kutatók szakszerű magyarázata mellett. A bemutató alapján levonható az a következtetés, hogy a félvezetők alkalmazásával foglalkozó kutatás a helyes irányban, aránylag gyors ütemben fejlődik, továbbá az, hogy viszonylag szerény keretek között is figyelemre méltó eredményeket lehet elérni. A bemutatóért köszönet illeti Valkó Iván Péter docens, laboratóriumvezető kartársat és eredményes, lelkes gárdájának valamennyi tagját.

KÖNYVISMERTETÉS

Heinz Richter: Ultrarövidhullámú és televíziós zsebkönyv. Fordította: Hegedűs László és Laszip Sándor. Ellenőrizte: Major János. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1958. 495 oldal, 369 ábra, 6100 példány, B—6 formátum, ára: 44,— Ft.

Szerző előszavában megjegyzi, hogy zsebkönyveket akkor szoktak kiadni, ha a kérdéses területen a fejlődés már teljes szélességében kibontakozott. Bár ezen a területen ez ma még nem mondható, az eddig elért eredmények összegyűjtése mégis szükséges. A könyv majdnem kizárólag csak a vételtechnikával foglalkozik; az adás kérdéseit éppen hogy megemlíti. Szerző célkitűzése szerint a könyv — melynek eredeti címe: Az URH és TV vételtechnika zsebkönyve — elsősorban az URH és TV vételtechnikával foglalkozó intézmények szakemberei számára készült, de jó szolgálatot tesz a készülékszervissel foglalkozóknak is. A kézikönyv jelleget szemelőtt tartva, kicsit soknak tűnik az elmélet, a magyarázás, bár az rendkívül szabatos és főleg tanulságos. A kézikönyv négy részbe foglalja tárgyát: I. Ultrarövidhullámú technika; II. Szélessávú technika; III Televíziós impulzus- és eltéritéstechnika; IV. Általános televíziótechnika. E négy nagy fejezeten belül a könyv, terjedelméhez képest, igen sok részletkérdésbe belemegy. Például a szigetelőrétegek viselkedését is ismerteti, vagy néhány külföldi készülék egyes speciális alkatrészét részletrajzzal dokumentálja. A könyv a német és holland eredményekre épült, elsősorban az ezekkel kapcsolatos problémákat tárgyalja, ennek ellenére az URH és TV vételtechnikával foglalkozó magyar szakemberek is hasznosan forgathatják. A fordítók jó munkát végeztek, mert sikerült a rengeteg idegen szakkifejezést tartalmazó szöveget gördülékeny stílusban magyarra áttenniök. Mégis egyes szóösszetételeket talán szerencsésebben kellett volna kialakítaniok, mert ezzel a könyvvel számos új kifejezés kerül be a köztudatba. A szűkre szabott tárgymutató céljának nem felel meg, de ez nem okoz hiányt, mert a részletes tartalomjegyzék ezt amúgy is fölöslegessé teszi.

Hargitai Endre

Обобщение на русском языке

Г, Фришманн: Проблемы проводной передачи, связанные с осуществлением широкополосной микроволновой сети

Статья дает обзор отдельных проблем техники проводной передачи, возникших при проектировании венгерской широкополосной микроволновой сети. Она занимается коммутационными показателями соединения микроволнового канала и телефонных конечных установок несущей частоты (число цепей, ширина полосы, импеданс); органическим введением микроволновых систем в государственную телефонную сеть, переключением и ответвлением групп и главных групп; передачей телефонных каналов и телевизионных программ по кабелям с микростанции до телефонной станции и соответственно до теле-студии; вопросами применения ведущих частот и обеспечения бесперебойного действия. Целью статьи является не окончательное решение проблем, а лишь открытие дискуссии по возникшим вопросам.

И. Мелег: Измерение интермодуляционного шума

Ниже описывается метод измерения, пригодный для исследования уплотненных телефонных систем. Полученные при помощи этого метода результаты измерений косвенно определяют нелинейные искажения многоканальной системы, непосредственно же дают величину диафонии между разговорными каналами. Измерения производятся в эксплоатационных условиях, однако нет необходимости, чтобы одновременно по каждому отдельному разговорному каналу велся действительный разговор.

Баллаги-Пордань: Ретрансляционный УКВ-ЧМ

Область применения ретрансляционного приемника. Высоко- и низкочастотные шумы приемников и их определение. Статическая и динамическая избирательность, ограничители. Дискриминатор. Звукочастотный демодулятор и искажения на промежуточной частоте. Стабильность полосового фильтра, дискриминатора и осциллятора. Микрофония. Излучение осциллятора. Электрическое и механическое исполнение прототипа.

Т. Надаш и *Т. Фенеш:* Исследование экономичности трансформаторных пластин

Для малых трансформаторов, находящих массовое применение в слаботочной технике применяются стандартные трансформаторные пластины, чаще всего типа EI и M. Оказалось необходимым исследовать, действительно ли при данных ценах на материал эти пластины являются экономически оптимальными.
После принципиального определения коэфициента заполнения медью, как одного из наиважнейших данных расчета, статья исследует в теоретическом порядке приближенные удельные цены трансформаторов, изготовленных из пластин соответственно типа EI и M — как функцию геометрических размеров. На основании анализа приведенных функций и их графического изображения можно установить, что размеры, данные в соответствующих стандартах действительно могут рассматриваться как экономически оптимальные.

Zusammenfassugen in deutscher Sprache

G. Frischmann: Leitung-Übertragungs-Probleme bei Errichtung eines Breitband-Mikrowellen-Netzes

Der Artikel gibt einen Überblick über einzelne Probleme der Leitungs-Übertragungstechnik, die sich beim Projektieren des ungarischen Breitband-Mikrowellen-Netzes ergeben haben. Der Artikel beschäftigt sich mit den Anschluß-Kennwerten des Mikrowellen-Kanals und der Telephonie-Trägerstromendeinrichtung (Anzahl der Stromkreise, Bandbreite, Impedanz); mit der Einfügung der Mikrowellensysteme in das Landes-Fernsprechnetz, mit Umschaltung und Abzweigung von Gruppen und Hauptgruppen; mit der Übertragung der Fernsprechkanäle und des Fernsehprogrammes per Kabel vom Mikro-Netz bis zur Fernsprechzentrale, bzw bis zum Fernsehstudio; mit Fragen der Anwenendung der Pilotfrequenz und der Sicherung des ununterbrochenen Betriebes. Die Aufgabe dieses Artikels ist nicht die endgültige Lösung aller Probleme, sondern nur die Eröffnung eines Meinungsaustausches über die aufgekommenen Fragen.

J. Meleg: Das Messen der Zwischenmodulationsrauschen

Der Artikel beschreibt eine Messmethode, die zur Untersuchung von Mehrfachkanal-Fernsprechanlagen geeignet ist. Die bei so einer Messung erhaltenen Resultate geben uns indirekt die nicht linearen Verzerrungen der Mehrfackhanal-Anlagen, direkt aber das Mass der Diaphonie zwischen den Sprechkanälen an. Das Messen erfolgt in betriebsmässigen Verhältnissen, verlangt jedoch nicht, dass auf jedem einzelnen Sprechkanal gleichzeitig tatsächliche Gespräche geführt werden.

K. Ballagi—Pordány: UKW—FM Ballempfänger

Verwendungsgebiet der Ballempfänger. Hoch- und Niederfrequenzgeräusche der Empfänger und ihre Bestimmung. Statische und dynamische Selektivität, Limiter. Diskriminator. Tonfrequenz-Demodulator und Zwischenfrequenz-Verzerrungen. Bandfilter-, Diskriminator- und Oscillator-Stabilität. Mikrophonie. Oszillatorausstrahlung. Elektrischer und mechanischer Aufbau des Mustergeräts.

T. Nádas—T. Fényes: Untersuchung der Wirtschaftlichkeit der Kernbleche

Bei der Massenproduktion von Kleintransformatoren für die Schwachstromtechnik werden Kernbleche normierter Abmessungen verwendet, meistens in EI- und M-Form. Es erwies sich als notwendig zu untersuchen, ob bei gegebenen Materialpreisen diese Kernbleche wirklich die wirtschaftlich-optimalen sind. Nach prinzipieller Bestimmung des Kupferfüllungsfaktors, als eines der wichtigsten Kennwerte bei der Dimensionierung, untersucht der Artikel theoretisch die annähernden spezifischen Preise, als Funktion der geometrischen Abmessungen, für Transformatoren, die aus EI, bzw M Kernblechen hergestellt wurden. Auf Grund der Untersuchung der angeführten Funktionen, bzw. der graphischen Darstellung ist festzustellen, dass die in den entsprechenden Normen gegebenen Abmessungen als wirtschaftlich-optimale angesehen werden können.

Summaries in english

G. Frischmann: Wire transmission technical problems connected with the establishing of wide band micro wave networks

The article gives a survey of certain wire transmission problems when planning Hungarian wide band micro wave network. It deals with the connection *values* of micro wave channels and telephone carrier frequency terminal equipments (number of circuits, band-width, impedance); with the fitting in, of micro wave systems in to the national telephone network, further with the interconnection and dropping of groups and supergroups and with the cable transmission of telephone channel and television program from the micro station to the exchange or to the studio respectively; the author deals, finally, with the problems of applying pilot frequency and with the insurance of no-break power supply. The object of the paper is not to give a final solution of problems, but to start a discussion about questions arisen.

J. Meleg: Intermodulation noise measurement

The paper introduces a measurement suitable to examine multi-channel telephone systems. The results obtained give indirectly an information on the nonlinear distortion of multi-channel telephone systems and directly of the rate of crosstalk between speech chanles. The measuring method takes place while the operating of telephone system without the requirement of a practical call on each speech channel.

K. Ballagi Pordány: UHF—FM Broadcasting Relay Receiver

The field of application of modulated broadcasting relay receivers. High and low frequency noise of receivers and their determination. Static and dinamic selectivity and limiters. Discriminators. Audio-frequency demodulators and intermediate distortion. Bandfilters, discriminators and oscillator stability. Oscillator radiation. Electrical and mechanical construction of models.

T. Nádas—T. Fényes: Economical examination of laminated core sheets

Laminated core sheets with standardized dimensions generally having the form of EI and M (symbols) are used to the small transformers in the telecommunication serial production. It became necessary therefore to examine the problem whether these laminated core sheets represent the economical optimum by given material prices or not. After the theoretical determination of the copper space factor — as one of the most important dimensioning data — the paper theoretically examines the specific price of transformers in the function of geometrical dimensions, first those made of EI laminated core sheets, than those of M. It can be stated by the examination of the given functions and their graphical performances respectively, that the dimensions given by concerning standards can, with a very good approximation, be taken economically optimal.

Les résumés en francais

G. Frischmann: Des problèmes de la technique de la transmission en connexion avec la réalisation des résauxde miero- onde a gamme vaste

L'article donne un aperçu de certains problèmes de la technique de la transmission par fil, qui surgissent en Hongrie au cours du projet de réseau de micro-onde a large bande. Il s'occupe des données de l'interconnexion des caneaux de micro-onde et des termineurs de la porteuse téléphonique (le nombre des circuit, largeur de bande, l'impédance); puis de l'adaptation des systèmes de micro-onde au réseau téléphonique national et du transfert et de la dérivation des groupes primaires et secondaires; en outre il s'occupe de la transmission des caneaux télephoniques et de la transmission du programme téleviseur sur câble de la micro station jusque au bureau central, respectivement au studio. En fin l'auteur discute les questions de l'adaptation de la fréquence pilote et de l'assurance de fonctionnement sans interruption. Le but de l'article n'est pas de donner une réponse décisive de la solution définitive des problèmes, mais de declancher un discussion concernant les questions actuelles.

J. Meleg: La mesure des bruits par l'intermodulation

Nous présentons ci-dessus la méthode d'une mesure convenable pour examiner les systèmes téléphoniques multicanaux. Les résultats de mesure ainsi obtenus donnent des information indirectes sur les distorsions non linéaires du système de canal multiple et des informations directes sur la mesure de la diaphonie entre les divers canaux de conversation. Le procédé de la mesure s'éxecute par voie opérative mais sans la nécessité de devoir exécuter des conversations effectives simultanées par chaque canal de conversation.

K. Ballagi—Pordány: OUC-Relais récepteur

Le champ d'application des relais récepteurs. Les bruits à haute-et à basse fréquence des récepteurs et leurs déterminations. La sélectivité statique et dynamique, les limiteurs. Le discriminateur. Démodulateurs à basse fréquence, distortion à moyenne fréquence. Les filtres de bande, les discriminateurs et la stabilité d'oscillateur. La microphonie .La radiation d'oscillateur. La construction èlectrique et mécanique des modèles.

T. Nádas—T. Fényes: Étude de l'économie des plaques de noyau feuilleté

Pour des petits transformateurs faits dans la fabrication de la télécommunication on utilise des plaques de noyau feuilleté surtout en forme de EI et de M. Il fallait examiner si les plaques de noyau feuilleté en raison des prix de matières données représentent l'optimum économique?
Apres la détermination du principe du facteur de remplissage du cuivre comme un des plus importants élements de la construction — l'article examine d'abord théorétiquement le prix spécifique approximatif des transformateurs éxécutés en plaque de noyau feuilleté en forme de EI et puis en forme de M dans la fonction des dimensions géometriques. Par l'examen des fonctions et par leurs diagrammes on peut constater que les dimensions données par la norme correspondante peuvent être considerées optimales par bonne approximation au point de vue économique.

HÍRADÁSTECHNIKAI

ANYAGOK GYÁRA

VÁC, ZRÍNYI UTCA 17.

HÍRADÁSTECHNIKAI FÉLGYÁRTMÁNYOK:

Lágy ferrit gyártmányok — Televíziós eltérítő gyűrűk és sortrafók — Különböző fazékmagok, hangoló magok és hangoló rudak — Nyomtatott áramkör — Gyantás és különleges töltetű, valamint töltet nélküli forrasztó huzalok

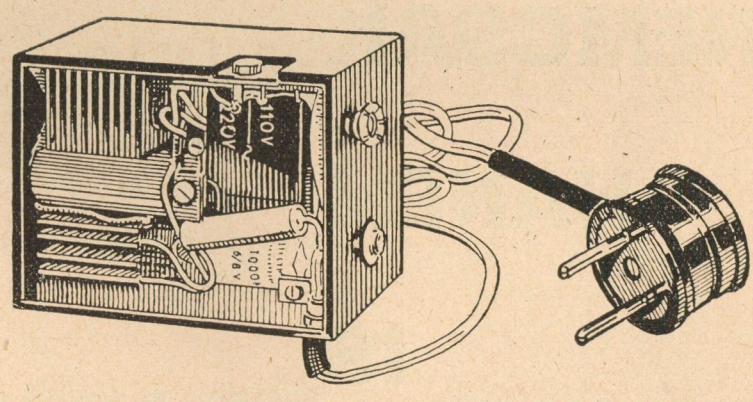
EGYÉB GYÁRTMÁNYOK:

Horgany és alumínium hengerelt termék — Alumínium tetőfedő hullámlemez — Alumínium szétszedhető autógarage, mely csónakház, raktár, vikkendház stb. céljára is alkalmas — Alumínium árusító pavillonok

FONTOS KÖZLEMÉNY

A TERTA-TÁSKARÁDIÓVAL KAPCSOLATBAN

A TERTA táskarádió-adapter alkalmazásával a telepes készülék 110 és 220 Voltos hálózatra is csatlakoztatható. A TERTA táskarádió tulajdonosok az adapterrel a korábbi telephasználat lehetőségének megtartása mellett egy második hálózati készülékkel is rendelkeznek. A hálózati adapter ára: 285 Ft. Szaküzletekben már kapható.



TELEFONGYÁR

Sok száz elektromos és elektronikus műszer

raktárról kapható

Méréstechnikai feladataira a legkorszerűbb elektromos és elektronikus műszereket biztosítjuk rövid szállítási határidővel

Izotóp laboratóriumok

nukleáris műszerrel való ellátását vállaljuk, izotópos méréstechnikai problémáiban szívesen adunk díjtalanul szaktanácsot

MŰSZER ÉS IRODAGÉPÉRTÉKESÍTŐ VÁLLALAT
ELEKTROMOS OSZTÁLYA
BUDAPEST, VI., BAJCSY-ZSILINSZKY ÚT 37. TELEFON: 113-443

TRANZISZTORÁRAMKÖRI SZUBMINIATÜR ELEKTROLIT-KONDENZÁTOR

A fajlagos kapacitás ($\mu F/cm^2$) növelése a katód oldalon jelentkező polarizációs kapacitás és az aluminiumon levő természetes oxidréteg okozta kapacitás növelése útján történik

Üzemi és csúcsfeszültség:	Kapacitásérték:	Méretek mm-ben:
12/15 V	2 μF	∅ 3×9
6/8 V	5 μF	∅ 3×9
6/8 V	10 μF	∅ 3×9
3/4 V	20 μF	∅ 3×9

MŰSZAKI ADATOK:

Kapacitásérték tűrés: + 50%, —20%
Veszteségi tényező: 20%
Átvezetési áram: max. 30 μA (mérés 1' után, 1 μA 20' után)
Üzemi környezeti hőmérséklet: —10C° ... + 60 C°-ig
Kivitel: hengeres alumínium ház, polarizált kivitel

FELHASZNÁLÁSI TERÜLET:

Ezen kondenzátortípus kifejlesztése tranzisztoráramköri felhasználásra történt. Jól alkalmazható zsebrádióban, nagyothalló készülékekben, hangfrekvenciás áramkörökben és általában olyan helyen, ahol maximális mértékben ki kell használni a szerelési teret.

REMIX

REMIX
RÁDIÓTECHNIKAI VÁLLALAT
BUDAPEST, X., PATAKI ISTVÁN TÉR 20.

NEMCSAK *új magyar- és idegennyelvű*

HANEM *antikvár szakkönyveket*

IS *vásárolhat és eladhat a*

MŰSZAKI KÖNYVESBOLT ANTIKVÁRIUM-ban
BUDAPEST,
VII., Lenin körút 7. sz.
Telefon: 221-082.

MAGYAR HÍRADÁSTECHNIKA

Felelős szerkesztő: Balogh Pál — Kiadja a Műszaki Könyvkiadó, Budapest, V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. — Telefon: 113-450
Felelős kiadó: Solt Sándor — Megjelent 1200 példányban
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hírlapirodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850) vagy bármely postahivatalnál
Előfizetési díj: félévre 15 Ft, egész évre 30 Ft. Egyes szám ára: 5 Ft. Megjelenik kéthavonta — Csekkszámlaszám: egyéni 61,254, közületi 61,066
(vagy átutalás az MNB 47. sz. folyószámlájára)
8490 — Egyetemi Nyomda, Budapest, Dohány utca 12. — F. v.: Janka Gyula