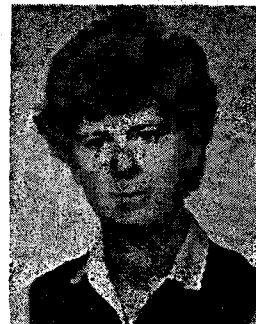


# 100 W-os tv-átjátszóberendezések új generációja

SOMODI JÓZSEFNÉ DR.

BHG Híradástechnikai Vállalat Fejlesztési Intézete



## ÖSSZEFOGLALÁS

A BHG Híradástechnikai Vállalat az utóbbi években fokozatosan kifejlesztette teljesen tranzisztorizált tv-átjátszóinak és adóinak új generációjú termékcsaládját a különféle tv-sávokra és szabványokra 1, 10 és 100 W névleges kimeneti teljesítményre. Az 1 W-os alapkészülék kifejlesztése után most fejeződött be a 10 és 100 W-os erősítők fejlesztése. Egy, az 1 W-os készülékről szóló korábbi cikk után jelen cikk beszámol a legújabb fejlesztési eredményekről és a fejlesztés során felmerült főbb műszaki problémákról.

## Bevezetés

A televízió gerinchálózati adók által rosszul ellátott „fehér foltok” megszüntetésére szolgáló kis teljesítményű tv-átjátszók telepítése nemzetközi viszonylatban 2—3 évtizedes múltra tekint vissza. Kezdetben az átjátszók elektroncsövekkel működtek. Később a technikai lehetőségek határai között sor került a kis teljesítményű áramkörök félvezetősisítésére. A 70-es években megjelent nagyfrekvenciás, széles sávú, lineáris teljesítménytranzisztorok új lendületet adtak az átjátszók fejlesztésének. Ekkor kezdte meg vállalatunk is a teljesen tranzisztorizált berendezések fejlesztését a III. sávban, 20, 40 és 80 W teljesítményre, és ezekből a típusokból ma a Magyar Posta számottevő mennyiséget üzemeltet.

A félvezetők állandó fejlődése — nemcsak a teljesítménytranzisztorok, hanem különféle integrált és hibrid áramkörök területén is — új meg új ösztönzést ad a világ adástechnikai termékeket előállító cégeinek, és ez bennünket is folyamatos újításra kényszerít. A közelmúlt években új átjátszócsaládot fejlesztettünk ki, figyelembe véve nemcsak az alkatrészválaszték alakulását, hanem az egyre szigorodó műszaki elvárásokat is. Korszerűsítettük VHF-sávi termékeinket, kialakítottuk az UHF sávi tranzisztoros átjátszókat, és választékunkat bővítettük kis teljesítményű tv-adókkal, melyekre újabban, a helyi stúdiók szaporodásával, egyre fokozódó igény van.

Ha nem is tudunk az élenjáró világcégekkel folyamatosan lépést tartani (a Magyarországon közismert gondok miatt, melyek az elektronikus készülékek fejlesztését és gyártásbavitelét lassítják), új átjátszóinkat korszerű, versenyképes termékcsaládnak tekintjük mind a KGST, mind sok dollárelszámolású piacon.

## SOMODI JÓZSEFNÉ DR.

A Budapesti Műszaki Egyetemen szerzett gyengeáramú villamosmérnöki diplomát 1964-ben. Azóta dolgozik jelenlegi munkahelyén, az akkori Elektromechanikai Vállalat adástechnikai fejlesztésén. Mint fejlesztőmérnök, tv- és urh- adók video- és automatika áramköreivel és

rendszer technikájával foglalkozott. 1970-ben rádióműsor-szóró szakmérnöki oklevelet szerzett. 1975-ben doktorált, dolgozatának témája a televízióadók differenciális torzításának problémaköre volt. 1971 óta laborvezető, 1979 óta pedig a BHG adóberendezés fejlesztési osztályát vezeti.

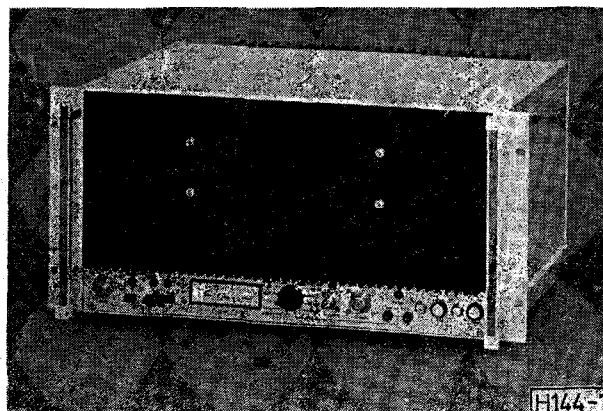
A termékcsalád 1, 10 és 100 W-os átjátszó-, ill. adótípusokat tartalmaz a III., IV. és V. sávra, ill. 10 W-ig az I. és a II. sávra is. (Az I. és II. sávi 100 W-os berendezéseket azért nem fejlesztettük ki, mert ezekre zavartatási okokból várhatólag nem lesz kereslet.)

A berendezések teljesítik a Magyar Posta, a Szovjet Posta és az NSZK-beli ARD előírásait (melyek közül a Magyar Postáé a legszigorúbbak az átviteli jellemzők tekintetében).

E család legújabb tagjainak fényképe látható az 1., 2. és 3. ábrán.

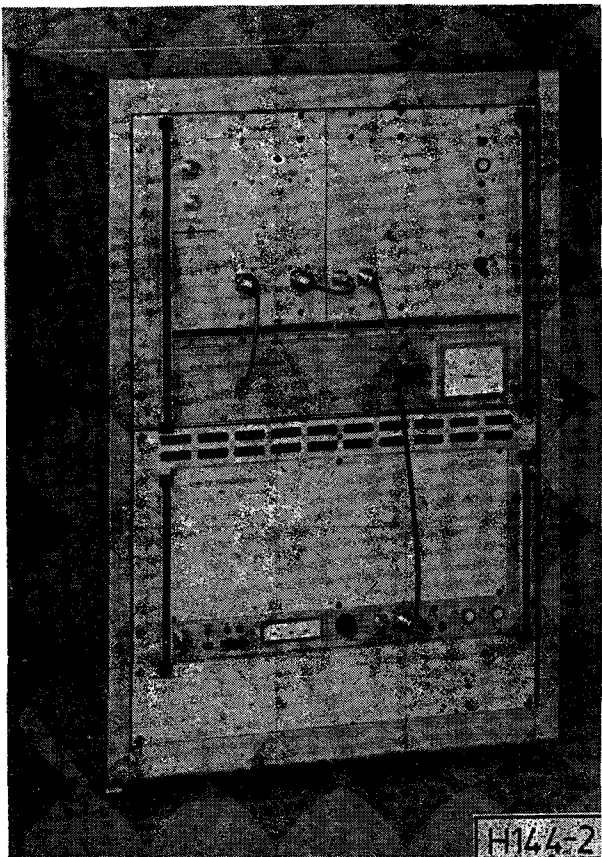
## Alapátjátszó

A termékcsalád alaptermékje az 1 W kimenő teljesítményű alapátjátszó. Ennek III. sávi típusáról, melyet elsőnek fejlesztettünk ki, részletesen olvasható e folyóirat egy korábbi számában ([1]). Előlapjára megjelenése látható a 2. ábra felső részén. A többi sávra készült újabb változatok — az eredeti célkitűzésnek megfelelően — a III. sávon kialakított konstrukciós

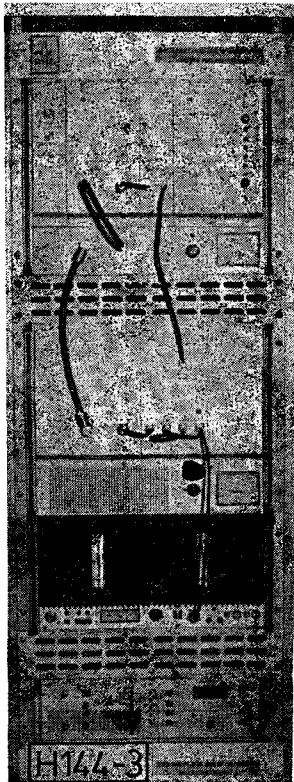


1. ábra. UHF sávi 10 W-os átjátszó

Beérkezett: 1985. XII. 10. (#)



2. ábra. III. sávi 100 W-os átjátszó



3. ábra. IV/V. sávi 100 W-os adó

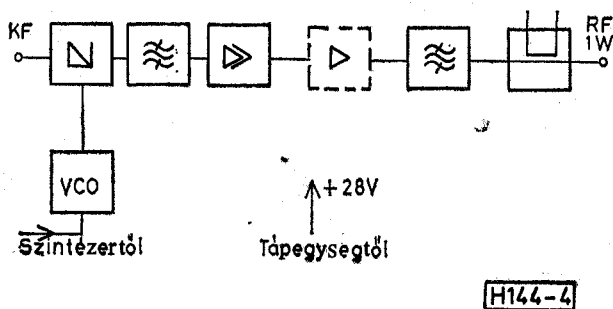
rendszerbe illeszkednek bele. Lényegében az alapátjátszó adórészváltozatait kellett kidolgozni, hiszen a vevőrész valamennyi sávi változata a „III. sávi alapátjátszó” megnevezés mögött készen állt. Az adórész blokkját mutatja a 4. ábra. A blokkcséma egyes kockái önmagukban mérhető, 50 Ohm csatlakozású, dugaszolható funkcionális és mechanikai egységek. Ezek külső méreteit és lehetőleg belső struktúráját megtartva készült el a keverő, a feszültségvezérelt adóoszillátor, a teljesítményerősítők és az iránycsatoló I., II. és IV/V. sávi változata. Az egyes szűrők a vevőben alkalmazottakkal egyező típusúak. A szaggatott vonallal határolt blokk csak az UHF-sávokban szükséges. VHF-sávokon a keverő utáni erősítő BLX 93A (Philips) típusú (viszonylag olcsó és kis disszipációjú) tranzisztora megfelelő linearitással ki tudja adni az 1 W teljesítményt akár önálló átjátszóként, akár a 100 W-os átjátszók meghajtófokozataként. A IV/V. sávban e fokozat tranzisztora TPV 590 (TRW-gyártmány). Utána még egy további fokozatot kellett beiktatni. Ennek tranzisztora BLW 32 (Philips) típusú. A tranzisztor kivehető szinkron-csúcsteljesítménye 860 MHz-en (a tv-sávok felső határán) tipikusan 0,63 W, — 60 dB intermodulációs produktum mellett, 5:1 kép-hang teljesítmény aránynál. Az alapátjátszóba 2 db BLW 32 került, 90°-os hibridekkel párhuzamosan kapcsolva. Az erősítő áthangolás nélkül átfogja a IV. és V. sávot. Az 5. ábrán látható ennek a fokozatnak a fényképe. Az alapátjátszó adórészének kialakításakor kiemelt szempont volt az alacsony disszipáció, mivel az 1 (és 10) W-os átjátszóknak akkumulátoros táplálásra is alkalmasnak kell lenniük. A nagy fogyasztású egységek igen gondos méretezésével és a KF rész korábbi konstrukciójának megjavításával (új KF-korrektor kifejlesztésével) sikerült jó értékeket elérni: mind a VHF-, mind az UHF-sávon 100 W alatt van a teljesítményfelvétel.

Külön súlyt fektettünk az egyes fokozatok optimális hőelvezetésére, megfelelő légutak és hűtőbordák alkalmazásával. Az egyébként is igen jó hatásfokú, kapcsolóüzemű tápegység a fiók hátoldalára került, egyetlen kifelé sugárzó nagy hűtőbordára szétterítve, és így nem rontja a nagyfrekvenciás részek klímakörülményeit (ld. a 6. ábrát). Mindennek köszönhetően az alapátjátszó nem igényel forszírozott léghűtést még +45 °C környezeti hőmérsékletnél sem. Alapsávi jeleket fogadó tv adó esetében az alapátjátszó vevőrésze és KF részének java elmarad, és a maradék rész elé KF modulátor kerül. Berendezéseinket a Híradástechnika Szövetkezet által gyártott KF modulátor beépítésére alkalmas módon alakítottuk ki. Egy ilyen beépítés látható a 3. ábrán.

### 100 W-os teljesítményerősítők

A 100 W teljesítményű berendezések az alapátjátszó, ill. -adó megfelelő teljesítményű erősítőláncsal való kiegészítésével jönnek létre. Az erősítőláncok erősítőmodulok soros és párhuzamos kapcsolásai. A láncok felépítésének alapkérdése tehát a modulok kialakítása, ezen belül elsősorban az optimális tranzisztorválasztás. Itt természetesen össze kell egyeztetni a korszerűség, a hozzáférhetőség és a gazdaságosság kérdését.

100 W-os szinten ma csak a kifejezetten tv-alkalmazásra kifejlesztett, széles sávú lineáris tranzisztorok



4. ábra. Az alapátjátszó adórésze

jöhetnek szóba. Ezek legjobb típusait kevés cég gyártja, melyek közül számunkra a legjobban hozzáférhető a Philips cég. A hozzáférhetőség itt nemcsak tranzisztorok szállítására vonatkozik, hanem a velük kapcsolatos alkalmazási dokumentációk, gyári mérési eredmények, előzetes adatok gyors, rugalmas szolgáltatására is. Ezért moduljaink valamennyi tranziszortípusa Philips-gyártmány.

100 W szinten az igen korszerű BLV 36, ill. BLV 57 tranzisztort választottuk a III., ill. IV/V. sávra. Mindkettő ún. balansz tranzisztor. Ezeknél egy tokba 2 tranzisztor épül, a tokon belül összekötött és földelt emitterrel, ami kiküszöböli a külső emitter-hozzávezetések szórt-induktivitás problémáját. A két tranzisztor ellenütemű kapcsolásban használandó. Kiemelendő tulajdonságai a nevezett két tranzisztornak, hogy bemenetük széles sávú belső előillesztést tartalmaz, és hogy multibázisú és -emitterű strukturájuk, valamint emitterük diffundált belső terhelőellenállása megbízható árameloszlást és ezáltal nagy hőstabilitást biztosít. A BLV 36-ból kivehető szinkron-csúcsteljesítmény kb. 30 W, teljesítményerősítése kb. 14 dB. Ugyanezek az adatok a BLV 57-nél kb. 7,5 W és kb. 8,5 dB. (Az adatok a III. ill. V. sáv felső határán, 5:1 kép-hang teljesítményarány mellett — 55 dB intermodulációs produktum esetére vonatkoznak.) Ezekből az adatokból könnyen következik, hogy 100 W teljesítményhez 4 db BLV 36-ot, ill. 16 db BLV 57-et kell párhuzamosan kapcsolni. Bizonyos teljesítménytartományokra szükség van a paraleljáratási veszteségek és a kimeneti szűrő és iránycsatló alapszabvány miatt.)

Az általunk modulok nevezett blokkok 1 db BLV 36-ot ill. 2 db BLV 57-et tartalmaznak. A végerősítő és az alapátjátszó közé további fokozatot — fokozatókat — kell beiktatni. III. sávban a BLV 32F tranzisztor alkalmazása látszott célszerűnek ( $P_{szinkr.} = 10 \text{ W}$ ,  $G_p = 16 \text{ dB} - 55 \text{ dB IP}$  mellett), míg a IV/V. sávban homogén BLV 57-es láncot építettünk fel. A III. és IV/V. sávi teljesítményerősítők blokkvázlata a 7. és 8. ábrán látható.

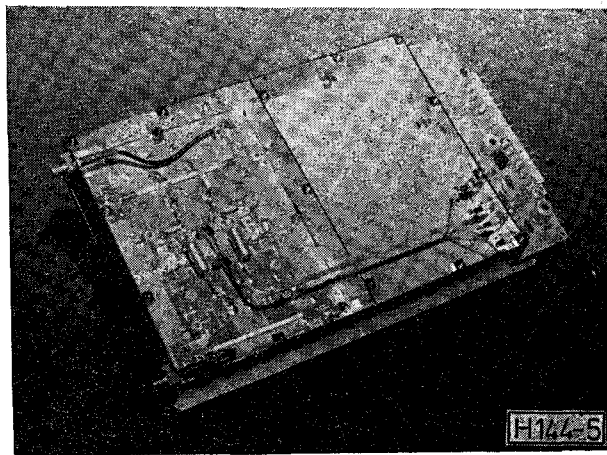
Az egyes modulok tervezése az optimális teljesítményerősítésre (ezen keresztül a minimális IP-re), minimális erősítésingadozásra (a IV/V. sávban pl. 0,59 relatív sávzélességű frekvenciatartományon belül), kis bemeneti és kimeneti reflexióra, valamint stabilitásra törekszik. E céloknak a megvalósítása, figyelembe véve még a tranzisztoradatok frekvencia- és szintfüggését is, bonyolult optimalizálási feladat, melyet összetett, elvileg hosszadalmas számításokkal lehet megoldani. E számításokhoz PTK 1096 zseb-kalkulátorra programot készítettünk, melyről [2]-ben

tájékoztattuk e lap olvasóit. Az illesztő áramkörök a tranzisztorok bemenetén és kimenetén Csebisev típusú aluláteresztő szűrők. A teljesítmény szétosztók és összegezők, melyek a modulon belüli tranzisztorokat ill. a modulokat párhuzamosan kapcsolják, a csatlakozási impedanciákra való rendkívüli érzékenység miatt 90°-os hibridek, strip-line technikával megvalósítva. Egy IV/V. sávi modul 2 db BLV 57-tel látható a 9. ábrán.

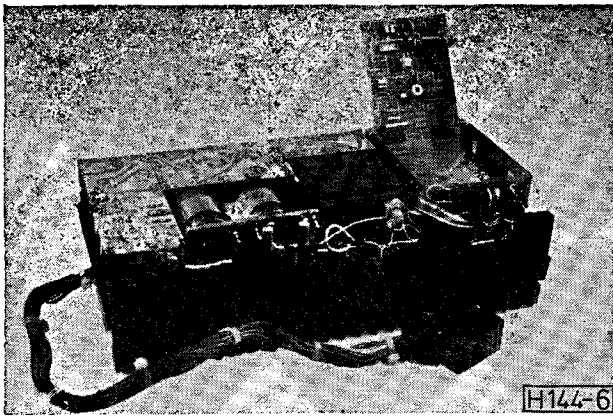
A modul áramkörei alumínium hőelosztó lemezre vannak szerelve. Az egyes modulok és az őket összekötő hibridek hűtőbordákra kerültek. A hűtőbordák előlappal és kiegészítő mechanikai szerelvényekkel együtt subrackeket alkotnak. III. sávban a 100 W-os végfokozat és meghajtó fokozata egy-egy subrack-et képez, melyek közös fiókba kerültek. IV/V. sávban egy fiók 50 W teljesítményű, és a 100 W-hoz két fiók van párhuzamosan kapcsolva. (A 7. és 8. ábrán a szagatott vonalak jelölik egy-egy subrack tartalmát.)

Az erősítőlánc nem teljesíti minden további nélkül a linearitásra vonatkozó követelményeket (ami gazdaságosan méretezett tv-berendezéseknél általános gyakorlat). Különösen szigorúak a követelmények a csatornán belüli intermodulációs termékekre ( $IP < -54 \text{ dB}$ , egyes előírásokban  $-57 \text{ dB}$ ), és a differenciális erősítésre vonatkozóan ( $< 10\%$ ). Ezek teljesítéséhez linearitáskorrekciót alkalmazunk. Ami kevésbé általános, hogy az előkorrekció egy részét középfrekvencián, egy részét pedig vivőfrekvencián valósítjuk meg. A KF-korrektor az alapátjátszóba, az RF-korrektor a 100 W-os erősítőlánc első tagjába van beépítve. Mindkettő állítható, stabilitásukat klímavizsgálat igazolta.

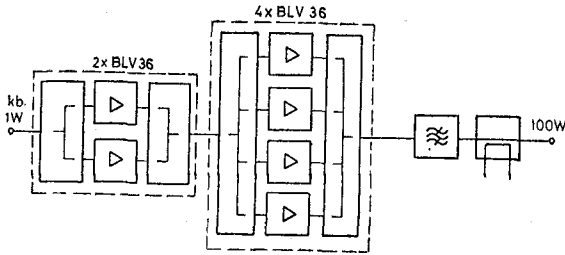
Az erősítőfiókok tartalmaznak az erősítők közös tápegységét is. IV/V. sávban az egyik fiókban a tápegység helyén található a két fiók paraleljáratója és közös meghajtófokozata. Maga a tápegység (közvetlen hálózati egyenirányítású, kapcsolóüzemű, 28 V — 45 A-es tápegység) szintén subrack-be épült, az erősítőkéhez hasonló hűtőbordás konstrukcióban. (A tápegység egyik tagja annak a tápegységcsaládnak, amelyről fejlesztői korábban a [3]-ban beszámoltak.) Az átjátszó kimeneti csatornaszűrője, mely a csatornán kívüli nemlineáris torzítási termékeket (felharmonikusokat, rászterfrekvenciákat) hivatott csillapítani,



5. ábra. 1 W-os UHF sávi teljesítményerősítő



6. ábra. Az alapátjátszó tápegysége



H144-7

7. ábra. III. sávi 100 W-os erősítő blokkcsémája

VHF-en a fiók hátoldalára, UHF-en a paraleljáratot tartalmazó fiók hátoldalára van szerelve. A kimeneti szűrő kivezetett hangoló szervekkel rendelkező sáv-szűrő, mely a III., IV. ill. V. sáv teljes terjedelmében áthangolható. A fiókok hűtése forszírozott. A fiók alsó részén található perforált előlapú sávban nagy megbízhatóságú Gamma gyártmányú ventilátorok helyezkednek el. Ezek a berendezésben alulról felfelé irányuló légáramot hoznak létre.

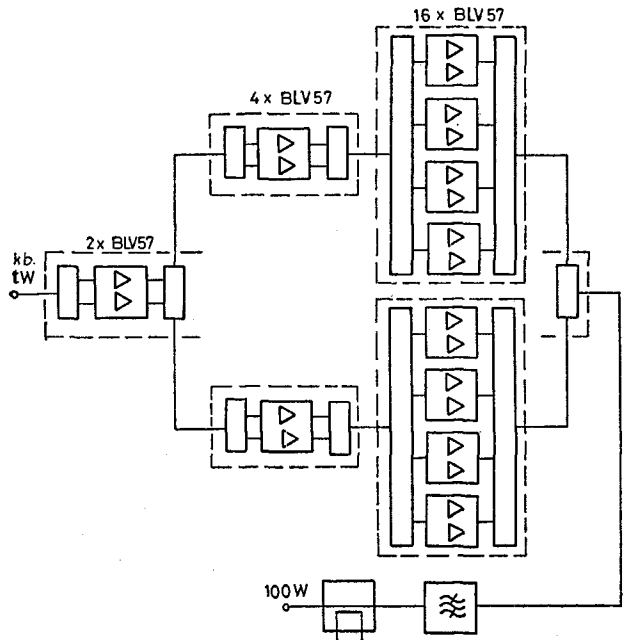
Az erősítőfiók egy automatika kártyát is tartalmaz, amely két feladatot tölt be: egyrészt védelmet nyújt az erősítő kimeneti illesztetlensége vagy túlemelegedése ellen, másrészt ellenőrzi a berendezés kimeneti jelét, és ennek alapján jelzést ad az alapátjátszó automatikájának (távjelzés céljából), valamint a berendezéshez csatlakoztatható tartalékoló automatikának. Ez az ellenőrzés átjátszó esetén a kimeneti csúcsteljesítményre vonatkozik, adó esetében a csúcsteljesítményre, a szinkronjel meglétére és a különbségi hangvívó jelenlétére.

#### Vizsgálati eredmények, fő műszaki adatok

A 100 W-os átjátszókat igen alapos vizsgálatoknak vetettük alá. A normál környezetben lefolytatott méréseket klímavizsgálatok követték nemcsak a teljes berendezés szintjén, hanem egyes részegységek (pl. alapátjátszó, korrektorok stb.) szintjén is. A klímavizsgálatok eredménye helyenként visszahatott a konstrukcióra, és áramkört módosítást, alkatrész (pl. trimmer kondenzátor) típusváltást, anyagváltást (pl. a szűrőkben invar alkalmazását) tették szükségessé. Ezek eredményeként mind az alapátjátszó, mind a komplett 100 W-os átjátszó elektromos paraméterei  $-20...+45\text{ }^{\circ}\text{C}$  környezeti hőmérséklet-tartományban specifikáción belül maradnak.

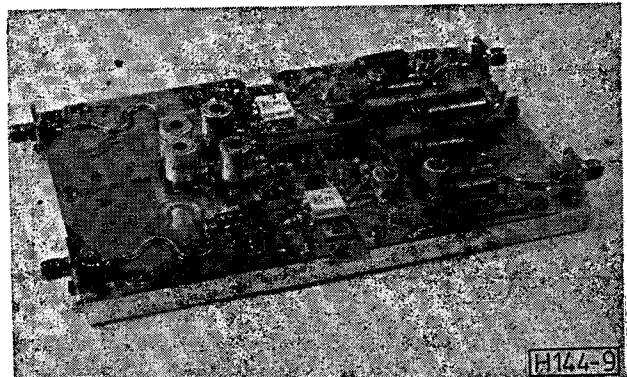
#### A 100 W-os átjátszó fő műszaki adatai

Vételi frekvenciatartomány	I. sáv (48,5...66 MHz) II. sáv (76...100 MHz) III. sáv (174...230 MHz) IV/V. sáv (470...860 MHz)
Adási frekvenciatartomány	III. sáv IV. sáv V. sáv
Kép-hang teljesítményarány (amelynél a linearitásjellemzők teljesülnek)	10:1
Terhelőellenállás	50 Ohm
Középfrekvencia	38,9 MHz (más szabvány szerint is lehetséges)
Bemeneti jelszint (szinkroncsúc)	0,2...20 mV <sub>eff</sub>
Zajtényező	$\approx 8\text{ kT}_0$
Amplitúdó-frekvencia-menet	tetszőleges tv szabvány előírása szerint



H144-8

8. ábra. IV/V. sávi 100 W-os erősítő blokkcsémája



9. ábra. IV/V. sávi erősítőmodul

Csoportfutásidó-ingadozás	$\cong 100$ ns
Jel-zaj viszony	$\cong 46$ dB
Differenciális erősítés	$\cong \pm 5\%$
Differenciális fázis	$\cong \pm 3^\circ$
Intermodulációs termék	$\cong -54$ dB
(f <sub>k</sub> = -8 dB, f = -10 dB, f <sub>old</sub> = -16 dB összetételű mérőjellel mérve)	
Harmonikusok és mellék- hullámok	$\cong -60$ dB
(a 100 W szinkroncsúcs- teljesítményhez viszonyít- va)	
Frekvenciainstabilitás	$\cong 350$ Hz/hónap
Hálózati táplálás	220 V, 50 Hz
Teljesítményfelvétel	a III. sávban max. 1000 W a IV/V. sávban max. 1800 W

Méretetek	a III. sávban
(szélesség × mélység × × magasság)	kb. 560 × 550 × 810 mm a IV/V. sávban kb. 560 × 550 × 1310 mm

## IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Szalay István: TV-átjátszóberendezések meghajtó-fokozata  
Híradástechnika XXXII. évf. 1981. 2. szám  
61...65. old.
- [2] Szalay István: Erősítőtervezés S-paraméterek segítségével programozható kalkulátorral  
Híradástechnika XXXVI. évf. 1985. 4. szám  
163...170. old.
- [3] Bihari György—Deák János: Nagy teljesítményű kapcsolóüzemű tápegység  
Híradástechnika XXXV. évf. 1984. 5. szám  
211...215. old.