

Vivőfrekvenciás műsorhang-közvetítő berendezések a vezetékes hírközlésben

MÁNYOKY ZSOLT
Magyar Posta
Helyközi Távbeszélő
Igazgatóság

Az elmúlt évek során a rádió- és televízióműsorok jelentős hányadát teszik ki a stúdiókon kívüli, úgynevezett külső helyszínekről történő közvetítések. Mint köztudott, ezen események sikeres lebonyolításában a Posta döntő szerepet vállal, ami természetesen feltételezi, hogy a nevezett szervezet megfelelő mennyiségű és minőségű berendezéssel rendelkezik ahhoz, hogy ennek a tevékenységének maradéktalanul eleget tegyen. A korábbi évekkel ellentétben ma már elmondhatjuk, hogy az elmúlt időszakban, elsősorban a nemzetközi és belföldi helyközi közvetítések terén, az újonnan beszerzett műsorhang-közvetítő berendezések jóvoltából számottevő javulás tapasztalható.

Tekintettel arra, hogy az említett viszonylatokban a vezetékes hírközlés ma már hazánkban is elsősorban a korszerű koaxiális kábelekre és részben a mikrohullámú alapáramkörökre telepített sokcsatornás vivőáramú rendszerekre épül, így a közvetítésekhez, valamint egyes rádió-adóállomások műsorrelátásához felhasznált berendezések jelentős része is e műszaki szempontok szerint üzemel.

Magyarországon jelenleg négyféle műsorhang-közvetítő berendezéstípus — régebbi, helytelen szóhasználat szerint „zenevivő” — használatos, melyek közül hármát, csekély darabszámuk vagy gyengébb műszaki paramétereik miatt csak vázlatosan, míg a negyediket, a CCITT által is ajánlott típust részletesebben tárgyaljuk.

I. Rel 13R 91a típusú berendezés

Jó minőségű, monofónikus műsorhang átvitelre alkalmas, korábbi, többnyire elektroncsövekkel működő Siemens-konstrukció. Hangfrekvenciás működési tartománya 50–10 000 Hz, melyet 96 kHz-es vivőfrekvencia segítségével a CCITT ajánlása szerinti 60–108 kHz-es „B” alapszoport második előcszoportjába (84–96 kHz), három távbeszélő csatorna helyére helyez el. Önálló, kristályoszillátort tartalmazó vivőellátó egységgel rendelkezik, de csatlakoztatható az állomás külső vivőellátó rendszeréhez is. A konstrukció egyik lényeges jellemzője, hogy vivőfrekvenciás kompander alkalmazása esetén, a többszörös moduláció után keletkező 85,4–95,35 kHz-es egyenes fekvésű frekvenciasávot, az érthető áthallás és a zaj további csökkentése érdekében, a normál,

távbeszélő üzemben kapott sávhoz képest 600 Hz-cel eltolja.

A nevezett berendezés rendelkezik a vivőfrekvenciás rendszereken elengedhetetlen pre- és deemfázis áramkörökkel, valamint a már említett kompander egységgel is. Ez utóbbi egység működtetéséhez szükséges további két vivőfrekvenciát, valamint a 87,75 kHz-es ellenőrző pilot frekvenciát külön oszcillátorból nyerjük.

A berendezés, többnyire elektroncsöves felépítése mellett is, igen alkalmas jó minőségű zene és beszédhang átvitelére. Magyarországon ebből a típusból összesen egy példány van, mely Budapest–Wien viszonylatában üzemel.

2. AV 2/3 típusú berendezés

Szovjet gyártmányú, az OSZSZ-szabványoknak megfelelően működő, tranzisztoros berendezéstípus, mely monofónikus műsorhangátvitelt tesz lehetővé. Alkalmazása, hasonlóan a Siemens Rel 13R 91a típusú berendezéshez, elsősorban ott célszerű, ahol csatlakoztatható a már üzemelő 12 csatornás vivőfrekvenciás távbeszélő rendszerekhez. Az 50–6400 Hz, vagy 50–10 000 Hz sáv szélességű műsorhangáramkört ugyancsak a 60–108 kHz-es „B” alapszoport második előcszoportjába, két vagy három távbeszélő csatorna helyére ülteti be. A nevezett frekvenciatartományon kívül, megfelelő kiegészítő egységek alkalmazásával, mód van más, kábeles vagy légvezetékes vivőáramú rendszereken való üzemeltetésre is, de Magyarországon ezeket az egyéb megoldásokat nem alkalmazzuk. Önálló vivőellátással nem rendelkezik, a 96 kHz-es vivőfrekvenciát az állomás külső vivőellátó rendszeréből tápláljuk be. A felhasznált hangfrekvenciás sávától függően 7,2 kHz vagy 11 kHz-es, kizárólag riasztási célokat szolgáló pilotot állít elő. A berendezésben mind a pre- és deemfázis, mind pedig a kompander egységeket megtaláljuk, de az utóbbi jelentős hátránya az, hogy működési tartománya a hangfrekvenciás sávba esik. Ez a megoldás — mint köztudott — azzal a hátránnyal jár, hogy a kompander működési ideje alkalmasint összemérhető az alacsony frekvenciás műsorjelekkel, ami az utóbbiak torzulását okozhatja. Meg kell említeni azt is, hogy a berendezésben alkalmazott, a távvezérlés céljait szolgáló és a jelútba eső jelfogó és nyomógomb-kontakusok miatt viszonylag gyakoriak a meghibásodások.

Mindezek ellenére a megfelelően karbantartott AV 2/3 típusú berendezés, főként az 50—10 000 Hz-es kiépítésben, alkalmas a jó minőségű műsorhang-átvitelre. A Magyarországon működő példányok mindegyike meghatározott nemzetközi viszonylatokban üzemel.

3. Philips 8 TR 319/10 típusú berendezés

Hollandiában gyártott, félvezető elemekre épülő konstrukció, mely kiváló minőségű mono- vagy sztereofónikus műsorhangátvitelre alkalmas. E két különböző üzemmódjának megfelelően az egy vagy két 30—15 000 Hz-es hangfrekvenciás alapsávot többszöri moduláció után úgy helyezi el a CCITT szerinti „B” alapszoport fekvésben, hogy sztereo üzemmódban a két csatorna egymáshoz képest ellentétes fekvésbe, mono üzemmódban pedig a második csatorna a 7—11. távbeszélő csatorna helyére kerül. Ez utóbbi esetben mód nyílik az 1—6. távbeszélő csatorna üzemszerű használatára is, míg az előző esetben a két műsorhangáramkör mellett is lehetőség van egy-egy 4 kHz sávzsélességű távbeszélő áramkör üzemeltetésére.

A berendezésnek önálló vivőellátó egysége van, mely előállítja a többszöri modulációhoz szükséges összes vivőfrekvenciát és melynek alapfrekvenciája saját belső kristályoszillátorából, de az állomás külső vivőellátó rendszeréből is származhat.

A szokványostól eltérő megoldásnak tekinthető, hogy a vételoldali vivőfrekvenciák az adóállomáson betáplált és az ellenállomásra az átviteli úton eljutatott 60 kHz vagy 84 kHz-es szinkronizáló pilotból is előállíthatók.

A berendezésnek szigorúan vett pilotjele ugyan nincs, de az adóoldalon betáplált műsorjelek dinamikája az ún. kompanderpilot — egy, a dinamikától függő frekvenciamodulált sáv — felhasználásával a vételoldalon hűen visszaállítható.

A zajcsökkentő egységek közül a pre- és deemfázis áramkörök a csatornakeretben, míg a hosszabb átviteli út áthidalásához szükséges kompander külön, az ún. kompander alkeretben található.

A 8 TR berendezést mind a hangfrekvenciás, mind pedig a vivőfrekvenciás tartományát illetően, igen jó elektromos paraméterek jellemzik, de ugyanakkor bizonyos technológiai megoldásai, melyek elsősorban a kezelhetőségben jelentkeznek, a fenntartás szempontjából bizonyos hátrányokat jelentenek. A Magyarországon üzemelő Philips berendezések a belföldi műsorhang-hálózat fejlesztésében kaptak jelentős szerepet.

4. S 42022—A401—A1 típusú berendezés

A Siemens cég félvezető elemekből felépített műsorhang-közvetítő berendezése, mely kiválóan alkalmas mind mono-, mind sztereofónikus műsorjelek átvitelére. Tekintettel arra, hogy a CCITT és a CMTT egyaránt ezt, a pillanatnyilag legkorszerűbbnek mondható berendezéstípust ajánlja és mert a Magyar Posta az OSZSZ-tagországok társigazgatásaival összhangban a nevezett típus felhasználásával alakítja

ki vezetékes műsorhang-közvetítő hálózatának gerincét, e típust részletesebben tárgyaljuk.

Az S 42022-A401—A1 berendezés, a Philips gyártmányhoz hasonlóan, de attól eltérő frekvenciaterv alapján, két 30—15 000 Hz-es hangfrekvenciás alapsávból egy sztereo csatornapárt, vagy 6 távbeszélő csatorna betáplálása mellett egy alapsávól egy mono műsorhang csatornát épít fel a CCITT szerinti 60—108 kHz-es alapszoport szintig.

A megfelelő jel-zajtávolság elérése céljából a pre- és deemfázis áramkörök mellett alkalmazást nyert egy, a vivőfrekvenciás sávban működő új típusú kompander is, mely a kiváló átviteli minőség mellett a sokcsatornás vivőfrekvenciás rendszerek távbeszélő üzeméhez hasonló mértékű terhelést is biztosítja. Ennek a megoldásnak köszönhető, hogy egy főcsoporton belül akár mind az öt csoport felhasználható műsorhang-áramkörök létesítésére. Az egyetlen, és igen könnyen megvalósítható kikötés csupán az, hogy ebben az esetben (ugyanabban a főcsoportban) nem élhet négyenél több azonos műsorral terhelt mono csatorna, vagy kettőnél több sztereo csatornapár.

Újszerű megoldás az is, hogy a műsorhangcsatornák az első modulációt követően (pilottal együtt) a 78,7—95,47 kHz-es, ún. első középfrekvencia fekvésbe kerülnek, minek következtében az áramkörök középállomásokon leágaztathatók, eloszthatók és tovább kapcsolhatók anélkül, hogy a hangfrekvenciás alapsávba való lebontással, ill. az onnan történő újbóli felépítéssel elősegítenénk a felesleges zajok kitermelődését.

A berendezés kis méretű, csereszabatos egységeiből akár erősítő állomások berendezései közé telepíthető keretes, akár fémládákban használható mobil kiépítés, többféle variációban is könnyen kialakítható. Lényeges fenntartási szempont, hogy az egységek fontosabb kezelőszervei ki vannak vezetve azok előlapjaira (pl. a kompandert ki- és beiktató kapcsoló stb.), továbbá, hogy az egységek belső kártyáiba épített miniatűr kapcsolók (pl. csoportpont illesztő impedanciáinak kiválasztásához) lehetővé teszik a kényes és aprólékos forrasztási munkák csökkentését.

4.1. A berendezés legfontosabb adatai

a) Általános adatok:

- hangfrekvenciás alapsáv 30—15 000 Hz
- csatornapilot 16 800 Hz
- csatornák fekvése a vivőfrekvenciás alapszoportban (60—108 kHz)
 - 1. csatorna ($F_{vv}=82$ kHz) 67—82 kHz
 - 2. csatorna ($F_{vv}=86$ kHz) 86—101 kHz

b) Átviteli jellemzők:

- sávátvitel 30—15 000 Hz között $\pm 0,5$ dB (ezen belül 150—10 000 Hz között) $\pm 0,3$ dB
- 1. és 2. csatorna közötti szintkülönbség $> 0,3$ dB
- fázisszögkülönbség $> 5^\circ$

- futásidő-eltérés
50 Hz-en max 10 ms
100 Hz-en max 5 ms
15 000 Hz-en max 1,8 ms
- frekvenciakülönbség az adó és vevő állomás között max. 0,03 Hz
- zajcsökkentés pre- és deemfázis, valamint kompander együttes alkalmazásával cca 20 dB
- kivezérlési határ cca +18 dBmO
- nonlineáris torzítás zajcsökkentőkkel együtt (kb. +12 dBmO-ig) max 0,3%
- zajteljesítmény zajcsökkentők alkalmazásakor (CCITT P 53 szerint mérve) cca -68 dBmOps
- áthallási csillapítás az 1–2 csatorna között min 80 dB

c) A hangfrekvenciás csatlakozás jellemzői:

- bemenő impedancia az adó oldalon földszimmetrikus és 600 ohm vagy 30 kohm
- kimenő impedancia a vevő oldalon földszimmetrikus (600 ohm-mai terhelve) és 20 ohm
- csatlakozási szinttartomány a bemeneten -34...+14,4 dBu a kimeneten +3,6...+8 dBu

d) A vivőfrekvenciás csatlakozás jellemzői:

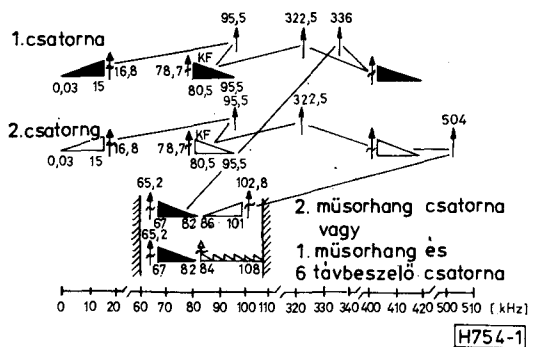
- csatlakozási impedancia a csoportpont felé szimmetrikus vagy asszimmetrikus 75, 135 vagy 150 ohm és
- csatlakozási szinttartomány a csoportponton adás irányban -32...-50 dBu vétel irányban -6...-38,5 dBu

4.2. A berendezés frekvenciaterve

Az 1. ábrán látható, hogy a két csatorna a sávközéphez képest tükröszimmetrikusan helyezkedik el és ennek következtében a köztük fellépő és a sztereo üzemmódot jelentősen befolyásoló fázisszögkülönbségek viszonylag csekélyek, és az alkalmazott fáziskiegyenlítővel igen jól kompenzálhatók. Az ábrából kiténik az is, hogy az alapsortban, egy műsorhangáramkör átvitele mellett, 6 távbeszélő csatorna is elhelyezhető, továbbá csoportszabályzás céljából bármely csoportpilotfajta betáplálható. A frekvenciaterve szerint kialakított „B” alapsort természetesen alkalmas arra, hogy a műsorhangcsatornákat – bizonyos megkötöttségek figyelembevételével – a továbbiakban a sok csatornás vivőfrekvenciás rendszerek bármely pozíciójában üzemeltessük.

4.3. A berendezés felépítése

A szóbanforgó Siemens berendezés mind keretes, mind hordozható kivitelben ugyanolyan típusú, egy-egy betétekből épül fel, mely betétek mindegyike



1. ábra. Az S42022–A401 típusú berendezés frekvenciaterve (CCITT-ajánlás)

a megfelelő funkció ellátásához szükséges csereszabatos fiókokat tartalmaz.

4.3.1 Az adásirány felépítése (2. ábra)

a) Adóáttevő betét

Az adóáttevő betét a bemeneti pontjára érkező 30–15 000 Hz-es hangfrekvenciás alapsávot a 78,7–95,47 kHz-es első középfrekvencia-fekvésbe helyezi át. Sztereo üzemmódban történő kiépítés esetén természetesen két adóáttevő betétet alkalmazunk, de ezek egymással bármikor felcserélhetők.

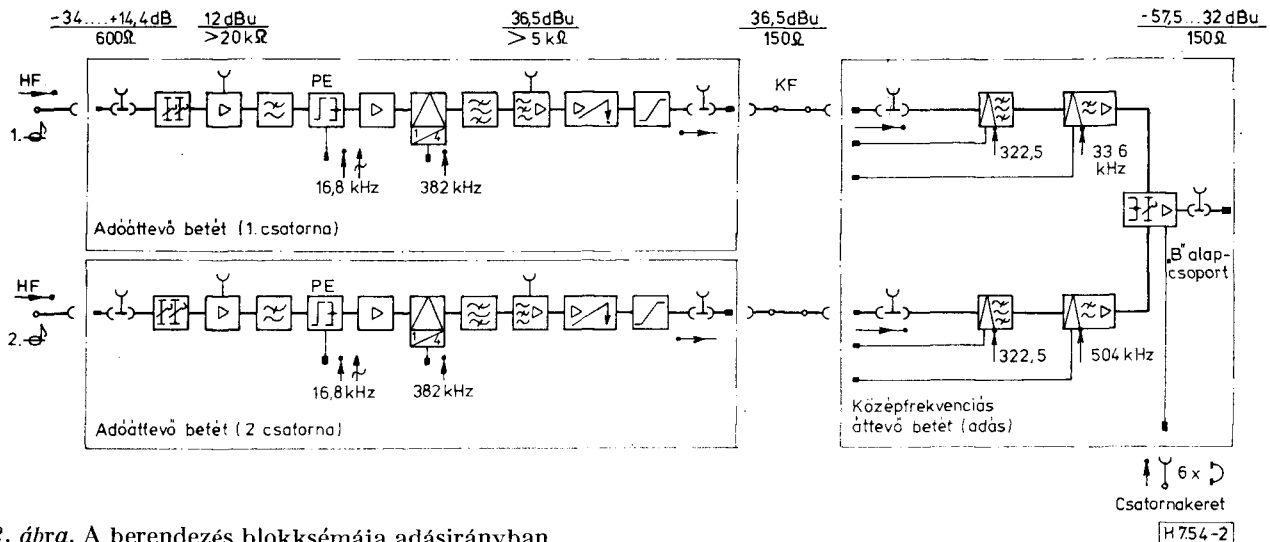
Az adóáttevő betéten áthaladó jel útja a következő: A 600 ohm-os bemenőpontra érkező hangfrekvenciás alapjel először a betét első fiókhelyén található csillapítótagra jut, mely biztosítja, hogy a következő fiókban elhelyezett és lényegében csatolásmentesítő célokat szolgáló, kétfokozatú ellen-csatolt előerősítő bemenőszintje az előírt -34 dB legyen. Az ezt követő 15 kHz-es aluláteresztő szűrő 15,15 kHz-es sáv szélességre korlátozza a beérkező frekvenciatartományt, és egyben biztosítja azt a több mint 82 dB-es zárócsillapítást, mely a később betáplálendő 16,8 kHz-es pilot sávjában szükséges.

A negyedik fiókhelyen a preemfázis/pilotvilla egységet találjuk. Mint ismeretes, a preemfázis áramkör a jelsorozat magasabb frekvenciáin jelentkező alacsonyabb jelszinteket megemeli, a mélyeket pedig bizonyos fokig lenyomja. A berendezésben alkalmazott preemfázis egység 3. ábra szerinti jelleggörbéje megfelel a CCITT vonatkozó ajánlásának.

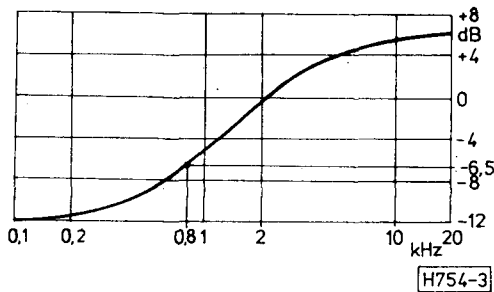
A nevezett áramkörnek három üzemmódja lehetséges, melyek közül a célnak megfelelőt a fiók előlapjára kivezetett fokozatkapcsoló segítségével választhatjuk ki. Az 1. kapcsolóállást a preemfázis és kompander együttes üzemeltetésékor használjuk, mert ebben az esetben, a kisebb rendszerterhelés érdekében a preemfázist egy 5 dB-es csillapítótaggal együtt iktatjuk be. Igaz ugyan, hogy ily módon csökkentettük a hasznos jel szintjét, de az említett együttes üzemből a kommandált műsorjel közepes teljesítménye (beleértve a pilot okozta többletet is), az elért cca 20 dB-es zajcsökkentés mellett még mindig mintegy 250 µW, ami kb. 6 távbeszélő csatorna közepes terhelésének felel meg.

A 2. kapcsolóállásban pusztán a preemfázis áramkör üzemel.

A szóbanforgó egység kezelése (ki-, ill. beiktatása a jelútba) a fiók előlapjára kivezetett kapcsoló se-



2. ábra. A berendezés blokksemája adásirányban



3. ábra. A CCITT ajánlása szerinti preemfázis jelleg-görbe

gítségével igen egyszerű. Az adóáttevő betét 10. és egyben utolsó egysége kétféle lehet, úgy mint korlátozó és elágazó fiók, vagy átkötő egység.

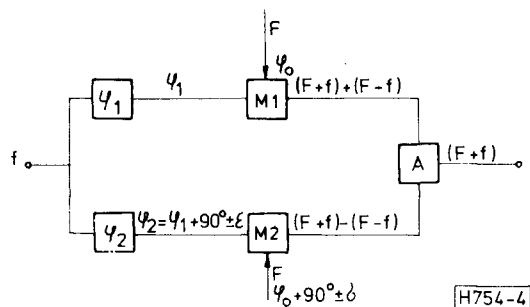
A korlátozó és elágazó fiók lényegében egy erősítő, melyet a középfrekvenciás leágaztatás tesz szükségessé, és egyúttal +15...+23 dBmO közötti tartományban korlátozza az adóáttevő legnagyobb kimenő amplitúdóját. Leágaztató funkciója lehetővé teszi a műsorjel max. 20 felé való szétoztását és ezzel különféle átviteli csatornába való egyidejű betáplálását anélkül, hogy beiktatási csillapítása nagyobb mértékben megnövekednék, mint 0,2 dB. Ha a korlátozó fiókot átkötő fiókra cseréljük fel, akkor az a nevében foglalt egyszerűbb feladatot látja el.

b) Középfrekvenciás áttevő betét

A középfrekvenciás áttevő betét lényegében két feladatot lát el, úgy mint az adóáttevőből kikerülő középfrekvenciás sáv, valamint a nevezett egységbe esetlegesen betáplált 6 db távbeszélő csatorna „B” alapsoportha (60–108 kHz) való helyezését, továbbá a vételirányban beérkező alapsoport lebontását középfrekvenciás sávra és az esetleges 6 távbeszélő csatorna leágaztatását.

A betét működése adásirányban a következő:

A 3. állásban a preemfázist kiiktatjuk, és az 5 dB-es csillapítótag mellett újabb 6,7 dB-es csillapítás



4. ábra. A fázistolós modulátor elve

is a jelútba kerül. Ez a kapcsolóállás mérési célokat szolgál. Ebben az egységben tápláljuk be a 16,8 kHz-es csatornapilotot is, melynek szintje -29 dBmO, és a vételoldali szint- és fázisszögeltérések korrigálását teszi lehetővé.

A jel útjába eső következő fiók egy adóerősítő, majd az adómodulátor. Az utóbbi egység működését szemlélteti vázlatosan a 4. ábra. Jól látható, hogy az f bázisjelet két, mindent átteresztő áramkör φ_1 és φ_2 jelre választja szét, melyek amplitúdója egyforma, de fázisuk $90^\circ \pm \varepsilon$ -nal különbözik. E két jel az M1 és M2 modulátorra kerül, melyeknél a vivők amplitúdója és frekvenciája megegyezik, de fázisuk $90^\circ \pm \sigma$ -val különbözik egymástól, minek következtében a modulátor kimenetére – a magasabb rendű modulációs termékeken túl – az $(F-f)+(F+f)$ és az $(F-f)-(F+f)$ kétoldalsávú jelek egyike jut. Feltételezve, hogy a két modulátor keverőcsillapítása egyforma, továbbá ε , valamint σ fázishibák nullával egyenlők, úgy az „A” áramkörben a két alsó $F-f$ oldalsáv adódik össze, míg az $F+f$ oldalsávok kioltják egymást, hiszen amplitúdójuk egyforma, de fázisuk 180° -kal különbözik egymástól.

Végeredményben tehát a fázistolós modulátor kimenetére az alsó oldalsáv jut ki. Felső oldalsávot akkor nyernénk, ha az M1 és M2 modulátor utáni vezetőkeket vagy egyszerűen a vivők tápvezetéseiket felcserélnénk egymással.

A gyakorlatban az ε és α fázishibák értéke, valamint a keverőcsillapítások különbsége nem zérus, következésképpen a kívánt oldalsáv is csak oly mértékben csillapodik, ahogy az említett értékeket sikerül leszorítani.

Az S42022—A401—A1 típusú berendezés modulátorában a 30—16 800 Hz terjedelmű hasznos sáv a 95,5 kHz-es vivőfrekvencia alsó oldalsávjaként, a 78,7—95,47 kHz-es tartományban jelenik meg, amit első középfrekvencia-tartománynak nevezünk. Az alkalmazott modulátor a 95,53 cca 110 kHz közötti oldalsávot több mint 40 dB-lel csillapítja, míg 98 kHz fölött a szomszéd csatornák szétválasztását a modulátor és az öt követő adósávszűrő együttesen végzi. A nevezett két egység összcsillapítása több mint 87 dB.

A 95,5 kHz-es vivőből eredő kiszivárgást elnyomó kvarcszűrő után az adóáttevő betét második zajcsökkentő egysége, a kompresszor következik. Mint közismert, a vivőfrekvenciás rendszereken üzemelő műsorhangáramköröknél a zajszint mintegy 14,5 dB-lel meghaladja a CCITT által javasolt értéket.

Tudjuk azt is, hogy a műsorhangcsatorna —4,5 dBmO szintű közepes teljesítménye 12 távbeszélő csatorna közepes teljesítményének felel meg. Az említett okok miatt tehát a jel—zaj távolság növelésének érdekében meg kell emelni a jelszintet. Tekintettel azonban az alapáramkör terhelhetőségére, ez a szintnövelés csak a műsorjel kis teljesítményű időszakaira vonatkozhat. Ezt a feladatot látja el a vivőfrekvenciás kompander.

A vivőfrekvenciás kompander, kompresszorként működve, a kis szintű jeleket kb. 17 dB-lel erősíti, majd —4,5 dBmO-nál nulla értéket vesz fel. Efőlött az érték fölött hamarosan átmegey a jelek csaknem egyenletes, mintegy 3 dB-lel való csillapításába. (Lásd a CCITT ajánlotta jelleggörbét — „Híradástechnika” XXXII. évfolyam 4. szám.) Az átviteli rendszer közepes teljesítménye ily módon — rövid, cca 0,9 ms berezgeési idővel, pre- és deemfázis nélkül — hozzávetőleg ugyanaz marad, mint kompander nélkül. A preemfázisba iktatott 5 dB-es csillapítással együtt a közepes teljesítmény mintegy 3 dB-lel tovább mérséklődik, miáltal egy ugyanazon főcsoportban több műsorhang-csatornapár is üzemeltethető. Az expander a vételoldalón visszaállítja az eredeti dinamikát és rövid (cca 2,9 ms) feléledési ideje folytán a mérhető zajnyereség érzékelhető is marad.

Az adó oldalon a kompresszor a műsorszünetekben 17 dB-lel emeli a szintet, a vételoldali expander ugyanilyen mértékben csökkenti, minek következtében természetesen a vonalzaj is 17 dB-lel csillapodik. Mihelyt azonban műsorjel-feszültségek mutatkoznak az áramkörön, a kompander szabályzó áramkörének differenciál-hídjában megváltoznak a feszültségviszonyok és ebből kifolyólag működésbe lép a második részegység, a vezérlőerősítő, amely a 17 dB-es szintnövelést, illetve -csökkenést a megfelelő mértékben változtatja. A szabályzótagok egyben modulátorként is működnek, vagyis a csatornába a műsorjelek mellett a szabályzó feszültségeknek megfelelő szabályzó oldalsávokat is előállítanak, melyek a műsorjellel együtt haladva az expanderben

keletkező kiegészítő szabályzó oldalsávok hatására oldódnak ki. Ez a tény minden esetre feltételezi, hogy:

- a kompresszor és az expander jelleggörbéi szigorú reciprokai egymásnak, és
- a jelcsatornában, valamint az átviteli úton keletkező lineáris torzítások eléggé csekélyek ahhoz, hogy ne keletkezzenek nonlineáris torzítások.

Ezek a kritériumok a nevezett egységben teljesülnek, mert a két egység, azaz a kompresszor és az expander mind kiépítésükben, mind kialakításukban teljesen azonosak. Alkalmazásuk mikéntje csak az adó vagy vevő áttevő betét bekábelezésétől függ.

Az adóáttevőkből kikerülő két (monoüzemben egy) 78,7—95,47 kHz-es első középfrekvencia sáv egy-egy, sávszűrővel ellátott kettős ellenütemű modulátorba jut, melynek kimenetén, az alkalmazott 322,5 kHz-es vivőfrekvenciát modulálva, a 401,2—417,97 kHz-es tartományban jelenik meg. A tárgyalt egységet követő, aluláteresztő szűrővel kombinált újabb modulátor (-pár) felépítését tekintve szintén egyforma, csak a betáplált vivőfrekvenciák eltérők. Az egyik az 1. csatornát a 336 kHz-es vivőfrekvencia segítségével a 65,2—81,97 kHz-es (fordított) fekvésbe, a másik a 2. csatornát az 504 kHz-es vivővel a 87,03—102,8 kHz-es (egyenes) fekvésbe helyezi át.

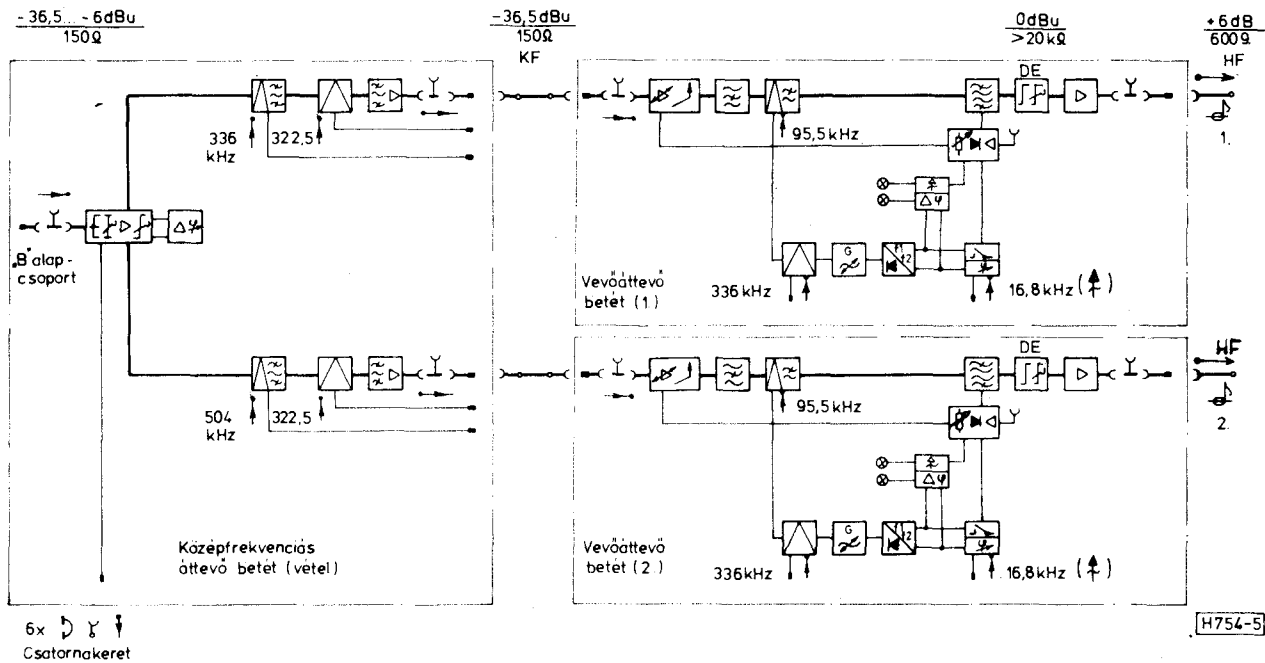
Az adásirány teljes felépítéséhez szükséges utolsó fiók az adóvilla egység, ahol is megtörténik a két műsorcsatorna 60—108 kHz-es sávban való egyesítése, továbbá — a fiókba épített miniatűr kapcsolók segítségével — itt lehetséges a kívánt kimenőszint és -impedancia kiválasztása is. Ugyancsak az adóvilla-fiók nyújt lehetőséget arra, hogy a 2. műsorhangcsatorna elhagyásával (mono üzemmódban) betáplálható legyen a 12 csatornás távbeszélő alapszoport 1—6 csatornája, valamint a 84,08 vagy 84,14 kHz-es csoportpilot is. A vázolt folyamat alapján látható, hogyan épül fel a 30—15 000 Hz-es hangfrekvenciás alapsávokból a 60—108 kHz-es vivőfrekvenciás alapszoport.

4.3.2 A vételirány felépítése (5. ábra)

Az adásirányhoz hasonlóan a vételirányt is a beérkező jel útját követve vizsgáljuk.

a) Középfrekvenciás áttevő betét

A sokcsatornás vivőáramú rendszerek 12/60-as áttevőitől érkező 60—108 kHz-es alapszoport először a már korábban ismertett középfrekvenciás áttevő betét vételirányú bemenő pontjára jut. A nevezett betét e második felének feladata természetesen ellentétes az adásiránynál tárgyaltakkal, mert jelen esetben az alapszoport lebontására szolgál. A beérkező alapszoport sáv ez esetben is éppúgy tartalmazhat egy sztereo csatornapárt, mint egy mono műsorhangáramkört és 6 db távbeszélő csatornát. A tárgyalt betét vételirányú kiépítésének első helyén a vevővilla fiók található. A nevezett egység egyrészt tartalmazza ugyanazokat az elemeket, melyeket az adóvilla fiók (impedancia és szintillesztő kapcsolók), másrészt arra hivatott, hogy mono üzemnél — ha szükséges — leválassza az 1—6 távbeszélő csatornát, valamint a csoportpilotot is.



5. ábra. A berendezés blokk-sémája vételirányban

A vevővilla megfelelő ágához csatlakozik a fázis- és pót fázis-kiegyenlítő fiók, sztereo üzemmódban ugyanis a két műsorhangcsatorna fázisszög-különbségének lehetőleg kis értékűnek kell lennie. Éppen ezért a középfrekvenciás áttevő vivőfrekvenciás oldalán helyezték el a nevezett két kiegyenlítőt, melyekkel a csoportösszeköttetésen az alsó és felső tartományok között keletkező frekvenciafüggő fáziseltéréseket lehet kiküszöbölni. A durva szabályozás léptéke $\pm 15^\circ$ -os fokozatokban $\pm 75^\circ$, a finomszabályozásé $\pm 2,5^\circ$ -os lépésekben $\pm 12,5^\circ$. A pót fázis-kiegyenlítővel ezen túlmenően újabb $\pm 15^\circ$ -os fázisdifferencia korrigálható.

A fázisszög-különbség kiegyenlítésén kívül a vevővilla fiókon található fokozatkapcsolókkal az alapcsoport sáv bizonyos fokú kiegyenlítetlenségéből adódó csillapítástorzítás kiegyenlítésére is lehetőség van.

A műsorjel a vevővilla két szemközti kapocspárján megoszlik és az 1. csatorna a 336 kHz-es, a 2. az 504 kHz-es demodulátorba bejut, melyek sávszűrőinek kimenetén a már egységes 401,2–417,97 kHz-es fordított fekvésű második középfrekvencia-fekvésben jelennek meg. Az egyes csatornák további lebontása már teljesen azonos módon megy végbe. A második középfrekvenciás sáv ugyanis mindkét esetben a 322,5 kHz-es demodulátorba kerül, melynek kimenetén megkapjuk a 78,7–95,47 kHz-es első középfrekvenciás tartományt. A középfrekvenciás demodulátorhoz kapcsolódó vevősávszűrő elnyomja a nem kívánt oldalsávot, valamint a modulációs torzítási termékeket és egyben biztosítja a szomszédos csatorna áthallásvédelmét is. A műsorjel ezt követően elhagyja a középfrekvenciás áttevő betétet.

b) Vevőáttevő betét

A vevőáttevő betétnek a feladata az, hogy a bemenetére érkező 78,7–95,47 kHz-es első középfrek-

venciás tartományból előállítsa a 30–15 000 Hz-es hangfrekvenciás alapsávot.

A műsorjel útjába került első fiók az expander, mellyel kapcsolatban a legszükségesebbeket az adóáttevő betétnél tárgyaltuk. Amennyiben a rendszernél kompander használatára nem kerül sor, úgy az expander helyére pilotszabályzó fiókot kell elhelyezni.

Az expandert követő 85,5 és 81,5 kHz-es sávzáró szűrők feladata az, hogy a vivőfrekvenciás rendszerekből kikerülő, meghatározott frekvenciájú zavaró kiszivárgásokat elnyomják. Ezek alapszoportzában főként 72, 96 és néha 68 kHz-en jelennek meg, melyek az első középfrekvenciás sávban 85,5 és 81,5 kHz-nek, a hangfrekvenciás tartományban pedig 10 és 14 kHz-nek felelnek meg. A két szűrő olyan keskeny lyukat vág ki a műsorjel sávjából, hogy az sem a beszéd, sem a zeneátvitelt észrevehetően nem zavarja meg.

A vevőáttevő betét harmadik fiókja a vevőmodulátor, mely egyszerre több részegységet is tartalmaz. A jelsorozat először egy egyfokozatú elválasztó erősítőre kerül, mely megakadályozza, hogy a meg nem engedhető zavarfeszültségek a modulátor bemenetéről visszajussanak az expanderre és annak működését zavarják.

Az elválasztó erősítőt két, kettős ellenütemű modulátor követi. Az $F-f$ vivőfrekvenciás műsorjelek, hasonlóan az adómodulátorhoz, itt is két egymáshoz képest 90° -kal eltolt fázisú, de azonos F frekvenciájú vivő vezérli. A kimenetre jutó modulációs termékek mindent áteresztőkre kerülnek, melyek további 90° -os fáziseltérést hoznak létre, majd a nevezett rezgések az összegző áramkörön hangfrekvenciás műsorjellel adódnak össze. Ezzel szemben a bemeneten még meglévő $F+f$ oldalsávok a fázisforgatások folytán kioltják egymást.

A vevőmodulátor további részegységei (vivőelő-

készítő, hangfrekvenciás erősítő) az elnevezésükből adódó feladatokat látják el.

A demodulátorból kikerülő jelsorozat az alul- és felüláteresztő szűrőket magában foglaló pilotvillába jut, ahol is a szűrők hatására különválnak a hangfrekvenciás alapsáv és a 16,8 kHz-es pilot. A kiszűrt csatornapilot a pilotvevőbe kerül és ott a rendszer felügyeletéhez, valamint frekvencia- és fázisszabályzáshoz szolgál alapul.

A szintszabályzás folyamata:

A felerősített pilotot egyenirányítjuk, majd az így nyert vezérlő feszültséggel egy aktív és passzív elemekből álló szabályzó-beállítótagot vezérlünk. A beállítótagot gyárilag úgy szabályozzák be, hogy annak kimenetéről látszó 169 ohm-os ellenállása már igen kis szinteltérések hatására is nagy mértékben megváltozik.

A szabályzó meredekségi tényezője több mint 30, ami azt jelenti, hogy 0,1 dB-es bejövő szinteltérés hatására az ellenállás változása olyan nagy, hogy a kimenőszint 3 dB-t módosul.

A szabályzótag, visszacsatolás folytán, az expander előerősítőjéhez csatlakozik, miáltal a bejövő jel szintjét még a nevezett egység előtt az előírt értékre szabályozza. Ennek eredményeként a 6 dB-ig terjedő vonalszabályzó-eltéréseket (cca 30 ms szabályzási idő mellett) kisebb, mint 20-ad részére csökkentik. Ez a csökkenés a $\pm 0,1 \dots \pm 3$ dB-es tartományban kisebb, mint az eredeti eltérés 30-ad része.

A frekvencia és fázisszabályzás folyamata:

A pilotvevőből — a szintszabályozástól független útvonalon — a pilot a fázisszabályzó fiókba, majd onnan közvetlenül a frekvencia-összehasonlító egységbe jut. A fázisszabályzóba, a vonalról érkező pilotjel mellett a vevő végberendezés saját pilotját is betápláljuk. A fázisszabályzóval, mely egy kétfokozatú erősítő megfelelő ágai között foglal helyet, a saját pilot fázisa az egység előlapjára kivezetett külső fokozatkapcsoló segítségével $\pm 10^\circ$ -os tartományban egyedileg korrigálható, így sztereopár esetén a két csatorna közötti frekvenciafüggetlen fáziskülönbségek — ha erre egyáltalán a KF-betét fáziskiegyenlítőinek használata után még szükség van — pontosan kiegyenlíthetők.

A fázisszabályzó fiókból mind a vonalról érkező, mind pedig a vételi végberendezés saját pilotja a frekvencia-összehasonlító egységbe jut. Ez az egység az idegen és saját pilotot összehasonlítja oly módon, hogy mindkettőt egy fázisdiszkriminátorként működő gyűrűs modulátor átfogóira juttatja. Amennyiben a vonalpilot és a saját pilot fázisszög különbsége éppen 90° , úgy a diszkriminátor kimenetén egyenfeszültség nem jelenik meg, de minden más esetben a fáziskülönbség nagyságára és értelmére jellemző egyenfeszültség mutatkozik. Ez a szabályzó egyenfeszültség a következő fiókban helyet foglaló szabályzógenerátor kapacitás-diódájának előfeszültségét változtatja, ezáltal befolyásolja az 1726 kHz-es kvarcot, minek következtében a szabályzó generátor frekvenciája is természetesen meg fog változni. A generátor frekvenciájának és az abból leszármaztatott, demodulátor-vivőfrekvenciából eredő 95,5 kHz-

es vivőfrekvenciának az elhangolódása mindaddig tart, míg az előírt 90° -os fáziseltérés elő nem áll.

A hangfrekvenciás alapsáv végleges előállításához szükséges, imént említett 95,5 kHz-es vivőfrekvenciát szabályzó generátor 435,4 kHz-es és a 336 kHz-es csatornavivőből nyerjük. Ez a frekvenciaosztással szemben költségesebb eljárás azért szükséges, hogy a 431,5 kHz-en rendelkezésre álló több mint ± 20 Hz-es szabályzó frekvencialöket teljes mértékben megmaradjon a demoduláció céljára. A frekvencia- és fázisszabályzásnak ez a 20 Hz-es átfogása minden olyan frekvenciaeltolódás kiegyenlítésére elegendő, mely az átviteli út mentén alkalmazott frekvencia-áttételekből előállhat.

E vázlatosan ismertetett szabályzási folyamat eredményeként a vevőáttevő kimenetén megjelenő jelsorozat frekvenciatartománya gyakorlatilag megegyezik az adóáttevő bemeneti jelsorozatáéval és a lehetséges legnagyobb eltérés max. 0,3 Hz-re adódik. A két csatorna közötti fázisszögműködés a 16,8 kHz környezetében nulla, a kisebb frekvenciákon fellépő eltérések pedig a már említett manuális mód-szerekkel gyakorlatilag 5° alá szoríthatók.

A vevőáttevő betét szabályzó és rendszerellenőrző egységei közül funkcióban is a szint- és fázisriasztó fiók az utolsó. Vizuális és akusztikus riasztást akkor ad, ha a vonalról érkező pilotjel fázisszöge (a fázisszabályzó kimenetén) több mint 25° -kal eltér az előírt 90° -hoz képest, továbbá, ha a pilotszint ± 5 dB-nél nagyobb eltérést mutat.

A fázisriasztás úgy jön létre, hogy egy ellenütemű erősítőre, egy-egy 45° -os fázisforgató tagon át, egyrészt a fázisszabályzó kimenetéről származó saját-pilot, másrészt a pilotvevő kimenetén megjelenő idegen pilot megfelelő feszültsége kerül. Ha a vevő végberendezés saját-pilotjának és a vonalról érkező idegenpilotnak a fázisszögműködése éppen 90° , akkor az egymással ellentétes értelemben forgató RC tagok az ellenütemű erősítő két ágára egymással fázisban levő feszültséget adnak. Ha az eltérés eléri a kb. 25° -ot, akkor egy félvezető kapcsolás hatására az egység előlapján levő piros, „fázis” riasztólámpa kigyullad és egyúttal „sürgős” akusztikus riasztás is fellép.

Szintriasztáskor a pilotvevőből az egységbe jutó egyenfeszültséget egy megfelelő elektronikus kapcsolás kiértékeli. Az áramkörbe iktatott jelfogó ± 5 dB-es szinteltérésnél elenged és ekkor az egység előlapján található piros „szint” riasztólámpa is kigyullad, valamint a már említett „sürgős” akusztikus riasztás is fellép. A fázis- és szintriasztások természetesen együtt vagy egymástól függetlenül is működhetnek.

Amint az a szabályzó áramkörök rövid leírásából is kiténik, az S42022—A401—A1 típusú másorhang-közvetítő berendezés minden olyan szint-, fázis- és frekvenciaeltérést önműködően képes kiegyenlíteni, melyek normál esetben az átviteli úton keletkezhetnek, és ennek eredményeként a vevőáttevő betét hangfrekvenciás kimenőpontján jelentkező műsorjel spektruma gyakorlatilag teljesen azonos az adó oldalon betáplált jelsorozattal, minek következtében a tárgyalt berendezés kiváltképp alkalmas sztereo műsorok átvitelére. A minden tekintetben szabályo-

zott és kiegyenlített jelsorozat a deemfázis egységet tartalmazó fiókba jut, ahol az adó oldali preemfázis áramkör által eltorzított jelek az eredeti értékükre módosulnak. A fiók előlapján szintén megtaláljuk a kivezetett üzemmód kapcsolót, melynek 1., 2. és 3. állásával — a preemfázishoz hasonlóan — a különböző üzemmódok állíthatók be. Ügyelni kell azonban arra, hogy az ugyanazon rendszeren belül működő két egység adó és vevő oldali beállítása azonos legyen, különben szinteltérések adódnak. A deemfázis fiók előlapján található fokozatkapcsolóval szabályozható az utolsó, a vevőerősítő egységre jutó jelszint. A 0,4 dB-es fokozatokban állítható csillapítótag sorozat teljes átfogási tartománya 4,4 dB. Használatára az esetben kerül sor, ha a be- és kimeneten jelentkező hangfrekvenciás műsorjelek szintjén bizonyos finomításokat kell, hogy elvégezzünk. A vevőerősítő 38,8 dB-es alaperősítéssel rendelkezik és biztosítja a teljes 30—15 000 Hz-es hangfrekvenciás alapsáv +6 dBu kimenőszintjét. Kimenetéről látszó belső ellenállása a teljes tartományban kisebb, mint 15 ohm, minek következtében az ott megjelenő műsorjelek akár 20 irányban is szétszórhatók anélkül, hogy az ily módon keletkező szinteltérés nagyobb lenne 0,2 dB-nél.

4.4 Tápáram- és vivőellátás

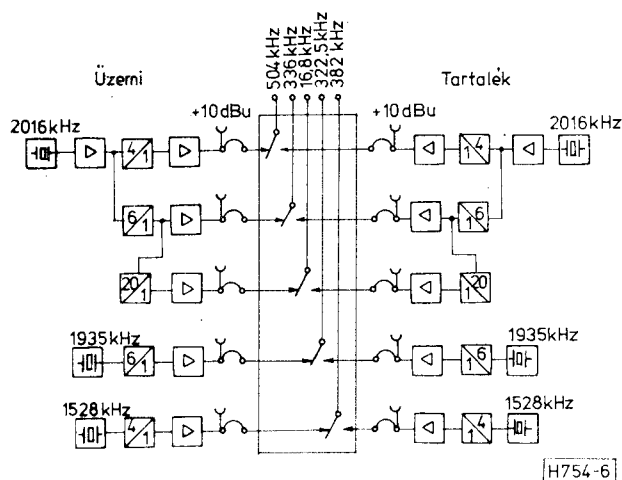
A műsorjel útját immár végig követtük, így most igen röviden tekintsük át a berendezés tápáram- és vivőellátását. Az 5 keskeny keretet tartalmazó teljes keretkiépítés esetén külön vivőellátó és külön tápáramellátó betétekről beszélhetünk, melyek mindegyike teljes értékű tartalékkal rendelkezik. Az egyéb kiépítések esetén (pl. mobil berendezés) a vivő- és tápáramellátó fiókok egy közös betétben foglalnak helyet és beépített tartalék egységekkel nem rendelkeznek.

A teljes vivőellátó betét tehát külön üzemi és tartalék vivőellátó, valamint pilotelőállító egységeket, továbbá üzemi tartalék átváltó egységeket tartalmaz. Az üzemi és tartalék egység egyaránt három, kvarcvezérelt alapkfrekvencia-generátort tartalmaz, melyekből a kívánt vivő-, ill. pilotfrekvenciákat megfelelő frekvenciaosztók segítségével állítjuk elő (6. ábra).

Helyszűke miatt legyen elég az a jellemző adat, hogy pl. a pilotfrekvencia eltérése legfeljebb 0,015 Hz, a szabályzó áramkör utáni szinteltérés max. +0,05 dB-re adódik.

Az áramellátó betét 110, 120, 220, 230 vagy 240 V-os szabályzott hálózati feszültséget alakít át 24 V egyenfeszültséggé és terhelhetősége max. 8 amper. Szabályzó és stabilizáló áramkörei révén, a hálózat ingadozásától függetlenül is, a kimenetén megjelenő feszültség $\pm 1... \pm 2,5\%$ között változhat.

A kombinált vivő- és tápáramellátó betét — a már említett belső tartalék hiánya miatt — az imént tárgyalt két betét tulajdonságait és szolgáltatásait egyesíti. Az elvileg hátránynak felróható tartalék egységek hiánya a gyakorlatban nem valós probléma, mert tapasztalataink szerint a berendezés nagy meg-



6. ábra. A vivőellátó betét működési vázlatja

bízhatósága folytán üzemzavar gyakorlatilag alig fordul elő.

Meg kell említeni, hogy a teljes keretes kiépítésnél alkalmazott vivőellátó betét összesen 25 db, átvevő betéteket magában foglaló teljes kiépítés táplálására alkalmas, míg a tápegységekből minden ötös keret-höz külön-külön üzemi és tartalék betét tartozik.

A berendezéshez tartozó további betétek (vivő-, tápáram- és riasztáselosztó betét, továbbá mérőgenerátor és vevőműszert tartalmazó mérőbetét stb.) az alkalmazott kiépítési módok szerint építhetők be.

Az eddig elmondottak alapján tehát nyugodtan állíthatjuk, hogy a tárgyalt berendezéstípus minden tekintetben kielégíti azokat a kívánalmakat, illetve műszaki előírásokat, melyeket a bel- és külföldi műsorszóró társaságok, valamint a CCITT és a Posta egy korszerű műsorhang-közvetítő berendezéssel szemben támasztanak. Éppen ezért a Magyar Posta és ezen belül a Helyközi Távbeszélő Igazgatóság az elmúlt évek során viszonylag nagyobb mennyiségű berendezést szerzett be ebből a típusból. A berendezés konstrukciójából adódó lehetőségeket kihasználva mind a fix (keretes), mind pedig a hordozható (kofferes) kivitel a rendelkezésünkre áll. Az állandó jelleggel telepített keretes kiépítéseket elsősorban a nemzetközi, kis részben egyes belföldi irányokban használtuk fel. A mobil berendezésekkel elsősorban a Magyar Rádió külső helyszínekről történő sztereo adásaihoz kívántunk nagymértékben segítséget nyújtani. Ez annál is inkább módunkban állt és áll, mert a mobil kivitel a célnak megfelelő adó-vevőerősítőkkel kiegészítve kiválóan alkalmas még a gyengébb minőségű városi helyi hálózatok áthidalására is. Tekintettel arra, hogy a mobil berendezések felhasználása, főleg a hangverseny idényben és nemcsak Budapest területén, ma már mindennapos gyakorlattá vált, ezért a Helyközi Távbeszélő Igazgatóság úgy döntött, hogy a vezetékes hírközlés történetében először olyan műsorhang-közvetítő gépkocsit fejleszt ki, mely minden szempontból kielégíti a műsorszóró társaságok és a Posta igényeit. A nevezett közvetítőkocsi kialakítása folyamatban van, bemutatására később visszatérünk.