

URH—FM műsorszórás

ETO 621.396.74.029.62(439):654.19(439)

A magyar rádióműsorszórás 50 éves jubileuma alkalmából a legifjabb ágazatról, az ultrarövidhullámú sávban dinamikusan fejlődő frekvenciamodulált adóhálózatról is szólni kell. A frekvenciamoduláció elmélete, az URH terjedési viszonyok, az adóhálózat tervezése, az állomások rendszertechnikai felépítése és berendezései, a Posta és a Magyar Rádió ezzel kapcsolatos koncepciói és tervei — megfelelő részletességű feldolgozás esetén — külön-külön meghaladják e cikk kereteit. A jubileumi összefoglaló érdekében azonban a fenti témakörökről együttesen kell beszélni, amely természetesen a tárgyalás mélységét meghatározza.

1. Az URH—FM műsorszórás bevezetésének szükségessége

1.1 A középhullámú rádió-műsorellátás problémái

Az 525 kHz-től 1605 kHz-ig terjedő középhullámú sávban a belföldi rádióműsorszórás részére kedvező terjedési és egyéb műszaki feltételek következtében az adók száma gyorsan növekedett, maga után vonva a kölcsönös zavarások megjelenését és az ellátási határok kialakulásában döntő tényezővé válását. Kellő koordináció hiányában az egyes rádióigazgatások teljesítményemelésével oldották meg a zavartatási problémákat; elindult a teljesítmény-háború. Az így kialakult helyzetben ma már kb. 1000-szer akkora teljesítményt használunk ugyanakkora terület ellátására, mint 50 évvel ezelőtt.

Az amplitúdómodulációval biztosítható 26 dB-es dinamika és a zavartatások miatti viszonylag kis megengedhető vételi hangfrekvenciás sáv szélesség (4-5 kHz) azonban nem sokáig elégítette ki a hallgatókat. A minőség javítását, ugyanakkor több műsor sugárzását is igényelték. Ezeket az ellentmondásokat oldotta fel és biztosította a további fejlődés lehetőségét a frekvenciamodulációs adásrendszer kidolgozása és bevezetése.

1.2. A frekvenciamoduláció és az URH sáv felhasználásának előnyei

1.2.1. A frekvenciamoduláció tulajdonságai

A modulált harmonikus rezgés általános alakja

$$F(t) = A(t) \cos \Phi(t) = A(t) \cos [\omega_0 t + \varphi(t)]$$

ahol $A(t)$ a pillanatnyi amplitúdó,
 $\varphi(t)$ a pillanatnyi fázis.

Amplitúdó moduláció esetén

$$A(t) = A_0 [1 + f(t)], \quad \varphi(t) = \varphi_0$$

$f(t)$ a modulációs függvény.

Fázismoduláció alkalmával

$$\varphi(t) = \varphi_0 + f(t); \quad A(t) = A_0$$

vagyis a fázismodulált rezgés egyenlete

$$F(t) = A_0 \cos [\omega_0 t + f(t) + \varphi_0]$$

A rezgés pillanatnyi körfrekvenciáját fázisának időszerinti deriváltja adja,

$$\omega(t) = \frac{d\Phi(t)}{dt} = \frac{d[\omega_0 t + f(t) + \varphi_0]}{dt} = \omega_0 + f'(t)$$

Frekvenciamoduláció során a fázismodulációtól eltérően nem a rezgés pillanatnyi fázisát, hanem pillanatnyi körfrekvenciáját moduláljuk a modulációs függvénnyel.

$$\omega_{\text{frekv}}(t) = \omega_0 + f'(t)$$

Ennek megfelelően

$$\Phi(t) = \int_0^t [\omega_0 + f'(t)] dt = \omega_0 t + \int_0^t f'(t) dt + \varphi_0$$

és

$$F(t) = A_0 \cos \left[\omega_0 t + \int_0^t f'(t) dt + \varphi_0 \right]$$

a frekvenciamodulált jel egyenlete.

Az $f(t)$ modulációs függvény maximális értéke meghatározza a pillanatnyi frekvencia legnagyobb eltérését (Δf) a vivőfrekvenciától a moduláció során,

$$\Delta f = \frac{f(t)}{2\pi}$$

melyet frekvencialöketnek nevezünk. A frekvencialöket tehát csak a moduláló jel amplitúdójától függ.

A frekvenciamoduláció vizsgálata során jelentőséggel bír a frekvencialöket és a moduláló frekvencia hányadosa

$$\frac{\Delta f}{f_{\text{mod}}} = \beta$$

a modulációs index.

A szinuszos jellel frekvenciamodulált jel spektruma a vivőtől a moduláló frekvencia egészszámú többszöröseinek (n) távolságában tartalmaz összetevőket, melyek amplitúdóját a β argumentumú n -edrendű Bessel-függvények határozzák meg. $\beta = 0,5$ esetén csak az első oldalrezgések jelentősek, de a frekvencialökef növekedésével a nagyobb amplitúdójú összetevők Δf környezetébe tolnak el, a szükséges sáv szélesség egyre nagyobb lesz. A sáv szélesség növekedése azonban a vétel zajtulajdonságainak javulásával jár.

— Ha a hasznos jellel együtt egy közeli frekvenciájú, kisebb amplitúdójú zavaró jel érkezik az

FM-demodulátorra, akkor a demodulált jelben fellépő zavar szintje $\frac{1}{\beta}$ -szorososa az AM-vételnél mérhetőnek.

- A frekvencia függvényében egyenletes eloszlású (fehér) zajokat vizsgálva az AM-vételhez képest a jel-zaj viszony javulás $\sqrt{3} \beta$ értékű. A szokásos $\Delta f = 50$ kHz és $f_{max} = 15$ kHz ($\beta = 3,3$) esetén a javulás 15,2 dB.
- Impulzusszerű zavarok alkalmával a jel-zaj viszony 2β -szoros mértékben javul az AM-hez képest, ami az előző értékek helyettesítésével 16,5 dB-t jelent.

Fentiek csak addig állnak fenn, amíg a vevő bemenetén a zavaró jel csúcserője nem éri el a hasznos jel szintjét!

Mindhárom vizsgált esetben a jel-zaj viszony javulás β -val arányos. Mivel β értéke adott rendszerben a moduláló frekvencia növekedésével csökken, a zajok amplitúdó-eloszlása a frekvencia növekedésével növekvő egyenest követ (1. ábra). Az ábrából látható, hogy a felső frekvenciasávot nagyobb zaj terheli. Ennek a hatásnak az ellensúlyozására a műsoradás során a nagyobb frekvenciájú összetevőket kiemeljük, így a jel-zaj viszony a határfrekvencia felett nem romlik tovább (2. ábra). A kiemelés (preemfázis) egyszerű RC-áramkörrel történik, melynek időállandója 50 μ sec (3. ábra).

A vevőben alkalmazott deemfázis-áramkör a hasonló időállandójú vágás révén biztosítja a lineáris frekvenciaátvitelt (4. ábra). Általános esetekben túlzérlés nem lép fel, mert az érintett frekvenciatartományban a természetes hangforrások szintje a preemfázis-karakterisztika növekedésénél gyorsabban csökken. Az előkiemelés alkalmazásával elérhető jel-zaj viszony javulás 15 kHz felső határfrekvencia figyelembevételével 10,2 dB fehér-zaj, ill. 9,2 dB impulzus-zaj terhelésnél.

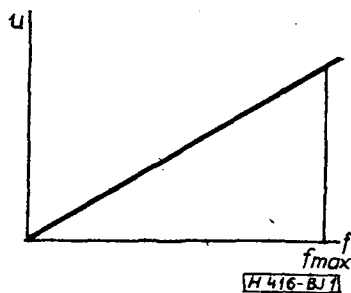
1.2.2. A frekvenciamodulált átvitel előnyei az amplitúdómodulációval szemben

Előzők alapján összefoglalhatjuk a szélessávú ($\beta > 1$) frekvenciamoduláció előnyeit az amplitúdómodulált rendszerekhez képest, amelyek lehetővé teszik az FM-műsorszórás dinamikájának 60 dB-re növelését.

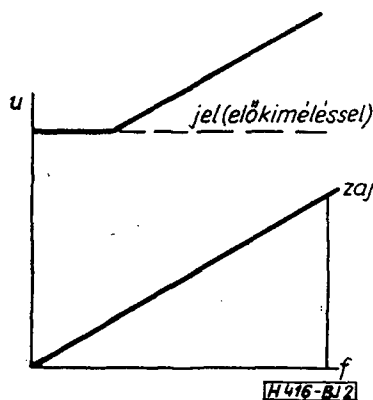
- azonos vételi jelszint esetén jel-zaj viszony 15,2 ill. 16,5 dB-el javul.
- Preemfázis alkalmazása révén további 10,2 ill. 9,2 dB-es jel-zaj viszony növekedés érhető el.
- Azonos típusú végerősítő csővel megépített adóberendezés teljesítménye az állandó amplitúdó következtében négyszerese az amplitúdómodulált végfokozaténak. Az AM-jel csúcserője — amelyre a méretezés történik — ugyanis kétszerese, csúcsteljesítménye pedig négyszerese a modulálatlan vívőnek, a zajszámítások vonatkoztatási alapjának.

1.2.3. Az ultrarövidhullámú sáv felhasználásából származó előnyök

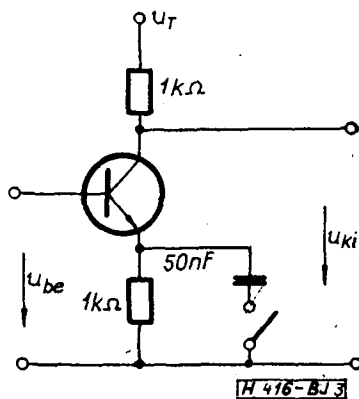
Az FM-rádióműsorszórástól megkívánt dinamika a szélessávú rendszerek alkalmazásával biztosítható.



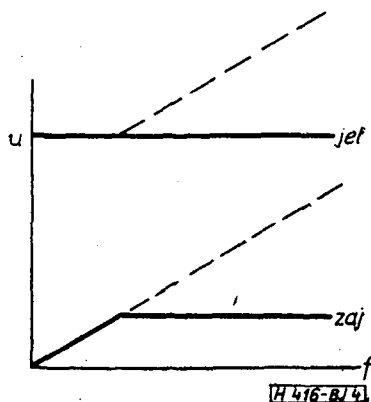
1. ábra



2. ábra



3. ábra



4. ábra

A nagy sáv szélesség-igény következtében azonban csak a középhullámú rádióműsorszóró sávnál jelentősen szélesebb frekvencia-sávokban oldható meg az FM-adás. Egy FM-adó sáv szélessége durván tízszerese a 18 kHz sáv szélességű AM-adónak, tehát megfelelő számú csatorna csak mintegy 10 MHz széles tartományban helyezhető el. A szolgálat lebonyolításához igényelt nagy sáv szélesség eleve a magasabb frekvenciatarományok igénybevételét feltételezi. Így került kiosztásra az URH—FM-rádióműsorszóró szolgálatok részére az OIRT előírásai szerint a 66-73 MHz közötti frekvenciasáv, a CCIR frekvenciakiosztásában a 87,5-100 MHz-es sáv.

Ezek a sávok az ultrarövidhullámok tartományába esnek, melyek terjedési tulajdonságai lényegesen eltérnek a középhullámok terjedésétől. A Föld görbülete mentén elhajlásuk jelentéktelen, a látóhatáron túl gyorsan csillapodnak. Így azonos csatornák 800—1000 km távolságban kioszthatók egymás lényeges zavarása nélkül. Ez a tény lehetővé teszi országonként 3-4 URH rádióműsor sugárzását.

Az URH tartományban nagy nyereségű adóantenna rendszerek realizálhatók. Ezek az antennarendszerek a kisugárzott teljesítményt a horizontális irányba koncentrálik. Jellemzőjük a nyereség (G), amely megmutatja, hogy a vizsgált irányban hány-szor nagyobb a vételi jelszint a félhullámú dipól azonos teljesítménnyel történő gerjesztése esetén a fősugárzási irányban mért szinthez képest. Az antennanyereség általában 5-10 dB között mozog. Az adás jellemzője az effektív kisugárzott teljesítmény (ERP) amely egyenlő az adóteljesítmény és az antennanyereség szorzatával.

Az adóantenna nyeresége és az esetleg nyereséges vevőantenna alkalmazása az URH műsorsugárzás hatékonyságának további növelését eredményezi.

2. A hazai URH adóhálózat fejlesztése napjainkig

2.1. Az első kísérletek

A Posta Rádió- és Televízióműszaki Igazgatóság jogelődje a Posta Rádióműszaki Hivatal szakemberei az 1953-ban megkezdett TV kép- és hangadó kísérletek eredményei alapján 1957-ben 1 kW-os kísérleti URH—FM adót fejlesztettek ki, amely a CCIR sávban 89,2 MHz-en sugárzott kísérleti műsort a Széchenyi-hegyi Hargita-szálló épületéből. Eközben már folyt a fejlesztés a Budapesti Rádiótechnikai Gyárban is, elkészült és próbaüzembe került egy 1 kW-os adóberendezés. 1959 augusztusában megérkezett a Szovjetunióból 2 db OIRT sávú 2 kW-os adóberendezés, melyeket Budapesten és Pécsen helyezett üzembe a Posta. A kísérleti URH—FM műsor sugárzása az OIRT sávban 1960 január 1-én indult meg.

2.2. A hálózatterv kidolgozásának szempontjai

Az ultrarövidhullámú sáv felhasználásának előnyei csak egységes, nemzetközileg koordinált hálózat- és frekvenciatervek alapján használhatók ki. A nemzetközi egyeztetés első dokumentuma a Szocialista Országok Postaügyi Minisztereinek (OSZSZ) Berlinben, 1959 júniusában tartott konferenciájának zárójegyzőkönyve. Az ebben foglalt adatokat pontosította a

genfi 1960-as speciális körzeti konferencia zárójegyzőkönyve és az 1961. évi európai VHF/UHF rádióműsorszóró konferencia (Stockholm). Az ultrarövidhullámú műsorszóró adóhálózatok tervezését — kisebb kiegészítésekkel és finomításokkal — a mai napig is ezen egyezmények alapján végezzük.

A hazai URH adóhálózat tervezési irányelvei az önnálló URH zenei műsor országos ellátását, a középhullámon be nem sugárzott területek Kossuth- és Petőfi műsorral való ellátását és a vidéki stúdiók körzetében a helyi műsor vételének biztosítását tűzték ki célul.

2.3. Az első hálózatterv

Az első átfogó besugárzási terv a Kossuth és Petőfi kiegészítő, valamint az URH zenei adóhálózatra vonatkozóan 1962-ben készült el a Posta Kísérleti Intézetben. A hálózattervezési munkát 1964-ben a Postai Tervező Iroda folytatta tovább. Felismerték, hogy a kitűzött célok megvalósítása érdekében nem elegendő mind a 10 nagyadó telephelyen, mind a 4 engedélyezett frekvencia sugárzását tervezni, mert a zsúfolt frekvencia-raszter következtében jobb ellátottság biztosítható kevesebb csatorna felhasználásával. Ennek megfelelően az önálló URH műsor sugárzását 10, a Kossuth műsor sugárzását 5, a Petőfi műsor sugárzását 10 telephelyről, a helyi műsor sugárzását 6 telephelyről tervezték. A III. és IV. ötéves tervben a hálózatfejlesztési és berendezésfejlesztési munkák a POTI 1964. évi hálózattervének figyelembevételével bonyolódtak.

2.4. Magyar gyártmányú berendezések fejlesztése

Az első kísérletek után a Budapesti Rádiótechnikai Gyárban elkezdődött a 3 és 10 kW-os adóberendezések, modulációs összeköttetések és antennarendszerek fejlesztése a postai előírások alapján. Ezek a berendezések azonban nem jutottak tovább a prototípus állapotánál, vagy csak egy-két db-os gyártás történt az iparban végrehajtott profil átszervezés következtében. Ezek közül 2 db 3 kW-os és egy 10 kW-os adó kisebb átalakításokkal Kabhegyen állt üzembe. Egy másik 3 kW-os adót és sztereofonikus gerjesztő egységét 1963-tól a sztereo adás kísérletek során használtunk fel, 1968-tól pedig Pécsen üzemelt, jelenleg tartalék adó. A VR-8 nyolccsatornás URH modulációs rendszer nem vált be, az RV-2 típusú átjátszó vevőkészülékeket Kabhegyen és Pécsen használtuk a legutóbbi időkig modulációs célokra.

A profilátszervezés után a beruházások berendezések hiányában megtorpantak, azonban az előkészítő munkák tovább folytatódtak. A Posta tervcél felhívást adott ki az URH adóhálózatban tervezett berendezések hazai gyártására vonatkozóan. 1966 júliusában elkészült az adóberendezésekre vonatkozó postai feltétlfüzet, melyet az Elektromechanikai Vállalattal, az új profilgazdával egyeztetünk. A postai követelményeknek megfelelően indult meg az automatikus, távvezérelhető adóberendezések fejlesztése. Az adók felépítése a „család”-jellegnek felel meg. Az 5 W-os teljesen tranzistorizált modulátorfiók mindenben teljesíti az adóra vonatkozó specifikációt, kimenő impedanciája 50 ohmos. Akár az antennára, akár az 50 ohm bemenő impedanciájú 300 W-os foko-

zat bemenetére kapcsolható. Ugyanígy a 300 W-os fokozat is vagy antennára, vagy a következő 3, ill. 10 kW-os erősítő fokozat bemenetére csatlakozhat. A teljes 3 kW-os adó 620×820×2100 mm méretű szekrény. A 3 és a 10 kW-os végfokozat is 300 W meghajtó teljesítményt igényel, a 10 kW-os végcső (4 CX 10 000 D) jó megválasztása következtében. A 10 kW-os tartalékos adóberendezés így mindössze 3 szekrény méretű lesz.

Az első 3 kW-os EMV adó 1968-ban készült el, a Budapesti Mikrohullámú Központban tartottak a típusvizsgálatát. A tapasztalatok alapján végrehajtott, üzembiztonságot és kezelhetőséget javító módosításokkal indult meg 1970-ben egy 10 db-os sorozat gyártása, melyek telepítése 1971-ben fejeződött be. Ezek az adók oldották meg a soproni Kossuth és Petőfi, a pécsi Kossuth, a miskolci Kossuth, Petőfi és harmadik műsor, és a budapesti Petőfi és harmadik műsor sugárzását. (Budapesten az üzembiztonság fokozása érdekében tartalékolt rendszert valósítottunk meg.)

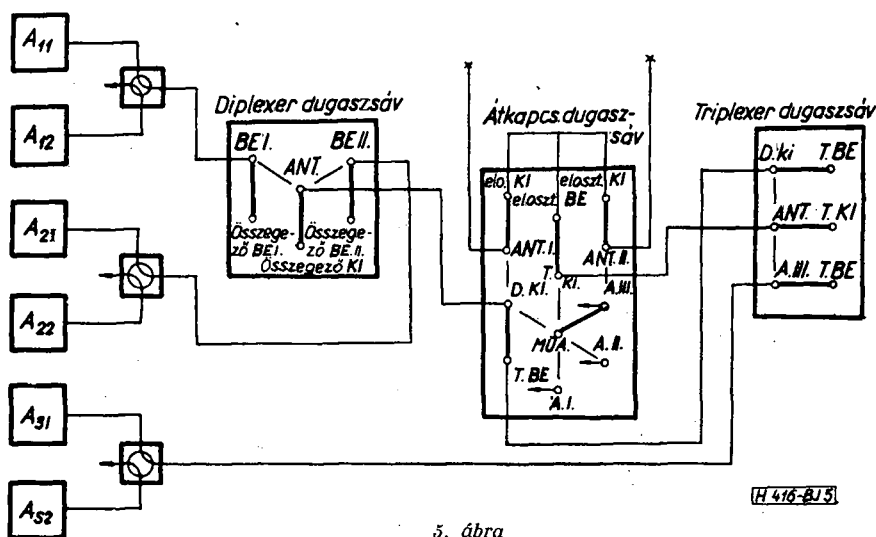
A 10 kW-os végfokozat kialakítása a 3 kW-os adó elkészülte után 1968-ban kezdődött meg. Végül is 1971 tavaszán — sok buktató leküzdése után — előállt a komplett 10 kW-os adóberendezés. Mivel a berendezések fejlesztése postai igények alapján történt, az EMV-vel kötött előzetes megállapodások szerint a prototípust 2000 órás tartampróbának vetettük alá. A tartampróbát két szakaszban folytattuk le. Az első 600 órás szakaszban 3 meghibásodást, a hátralevő 1400 órában pedig 4 meghibásodást tartottunk elfogadhatónak. Meghibásodásként értékeltük, ha az adó minőségi jellemzői nem teljesítették az előírásokat. 100 óránként ellenőrző méréseket végeztünk, egyébként az adó felügyelet nélkül üzemelt. Az ellenőrzést a hálózati feszültség, a kimenő teljesítmény és a moduláció szintjének folyamatos regisztrálásával és szűrőpróba ellenőrzésével valósítottuk meg.

Az első 608 órában meghibásodás nem következett be. A regisztrátumok kiértékelése szerint 3 esetben fordult elő rövid idejű lekapcsolás — mivel felügyelet nem volt — ismeretlen okból. Ezek összideje 8 másodperc, az üzemidő 0,4 ezred százaléka volt. A tartampróba második szakaszát 775 óra után a tele-

pitendő berendezések gyártásának meggyorsítása érdekében befejeztük. A teljes 1383 óra alatt nem fordult elő katasztrofális meghibásodás. A különböző frekvenciákra történt áthangolásokon kívül hangolást, korrekciót nem végeztünk, az előírásoknak az adó mégis megfelelt. A vivőfrekvencia eltérése azonban 3 alkalommal túllépte az 1 kHz-es tűrésmezőt, így a meghibásodások száma 3 volt. Az automatikus frekvenciaszabályzó egység (AFC) módosítása és néhány kisebb változtatás után az adóberendezést Pécssett helyeztük üzembe a harmadik műsor sugárzására.

Az adóberendezések műszaki jellemzői közül csak néhányat emelünk ki. A névleges modulációhoz tartozó frekvencialöket az OIRT előírásainak megfelelően ± 50 kHz. A modulációs frekvenciatartomány 30 Hz-től 15 kHz-ig terjed, sztereo átvitel céljából az adók 30 Hz-től 75 kHz-ig modulálhatók. Az előkiemelés időállandója — szintén az OIRT előírásainak megfelelően — $50 \pm 5 \mu\text{sec}$, mérési célokra kikapcsolható. Az amplitúdó-frekvenciamenet ingadozása az átviteli sávban kisebb, mint 0,5 dB, a demodulált sztereo csatornában is. Az adóberendezésbe a sztereokóder fiókos kivitelben bedugható. Az amplitúdó és fázis frekvenciamenet linearitása a sztereo csatornák között 30 Hz-en minimálisan 34 dB, 1 kHz-en pedig 40 dB áthallási csillapítást biztosít. A tipikus mérési érték 1 kHz-en 48-50 dB. Az FM-objektív (pszofometrikus szűrő nélkül mért) jel-zaj viszony értéke a hangfrekvenciás csatornában mind mono, mind sztereo üzemben nagyobb, mint 60 dB. Az AM jel-zaj viszony jobb, mint 48 dB, és 50 kHz-es frekvencialöket esetén sem romlik 40 dB alá. (A frekvenciamodulátorok, de a korlátozott sáv szélességű erősítő fokozatok tulajdonsága is, hogy a frekvenciamodulációval szinkron amplitúdómoduláció is fellép.) Az 1 kHz-en mért torzítás tipikus értéke névleges szintű moduláció alkalmazása mellett 0,1-0,2%, a sáv széleken sem haladja meg a 0,5%-ot. A vivőfrekvencia ingadozása 1 hónap alatt 100 Hz nagyságrendű.

Egy maximális kiépítésű adóállomás rendszer-technikai vázlatát az 5. ábra mutatja. A_1 az egyik program üzemi adója, A_{12} pedig a tartalék adó. A_{21} a másik program üzemi adója, A_{22} pedig a tar-



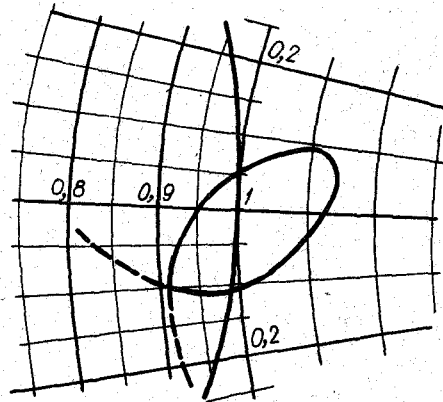
5. ábra

talék, és így tovább. A következő egység egy motorikus működtetésű koaxiális átkapcsoló, amely egyidejűleg tudja az üzemi adót az antenna, a tartalékadót a műantenna felé kapcsolni. Másik állapotában a kapcsoló az adóberendezések üzemi-tartalék funkcióját felcseréli. Az antennatápvonal a diplexer, a harmadik adó esetében a triplexer dugaszszáv felé halad. A dugaszszávok kézi dugaszos kivitelűek, az üzemi kapcsolatokat a vastag vonallal kihúzott összeköttetések jelzik. A további lehetséges kapcsolatokra a csatlakozó pontok közé húzott vonalak utalnak. Üzemi állapotban a dugaszszávon az 1-es 2-es adó a diplexer bemenetére, a 3-as adó és a diplexer kimenete pedig a triplexer bemenetére csatlakozik. A triplexer kimenete az antennaelosztót táplálja, amelyből a két főkábel juttatja a teljesítményt a két szimmetrikus félből álló antennarendszerhez. Adó üzemzavar alkalmával a tartalékadó indítása és a motorikus koaxiális kapcsoló átváltása után változatlan paraméterekkel folyhat a sugárzás. Triplexer meghibásodás után a 3. adó az antenna dugaszszáv segítségével közvetlenül az egyik antennafélre, a diplexer kimenete pedig a másik antennafélre kapcsolható. Ez esetben, mivel a fél antennarendszerek nyeresége 3 dB-el kisebb az egészénél, az effektív kisugárzott teljesítmény (ERP) 3 dB-el csökken, kb 3 dB jel-zaj viszony romlást okozva. Ez a romlás a diplexer javítása idején elviselhető. Ugyanez a helyzet valamelyik fél antennarendszer meghibásodása esetén is, amikor mindhárom programot a másik fél rendszeren keresztül sugározzuk. Diplexer hiba idején a hiba jellegétől függően az egyik program nem sugározható. A rendszer tartalékolása igen nagyfokú, de a kiesésmentes műsorsugáráshoz erre szükség is van (6. ábra).

A diplexer és a triplexer szerepe az előző ismertetésből is kitűnik; feladatuk 2, ill. 3 különböző frekvencián üzemelő adóberendezés teljesítményének közös tápvonalra kapcsolása úgy, hogy az adóberendezések kimenetei között megfelelő elválasztást biztosítsanak. A diplexer fejlesztése 1966-ban indult meg, az első berendezést Sopronban helyeztük üzembe 1970-ben. A triplexer fejlesztése a diplexernél lényegesen nehezebb kérdés volt. Triplexerből ugyanis csak 4 darabra volt szüksége a Postának, az EMV pedig saját fejlesztési alapjából ilyen kis sorozat érdekében a fejlesztést nem tudta elvállalni. A triplexer alkalmazása

független antennarendszerek helyett gazdaságos, ezért az EMV-vel a Posta fejlesztési szerződést kötött. A szerződés alapján a 3×3 kW-os triplexer 1971 végére készült el és a miskolci TV-URH adóállomáson állt üzembe. A 3×10 kW-os triplexer gyári vizsgálatai 1972 szeptemberében zajlottak le, a triplexer helyszíni telepítése óta a tokaji URH műsorok sugárzásában vesz részt. A teljesítmény összegezők legfontosabb jellemzője az áthallási csillapítás: bármelyik adóról a másik adóra átjutó teljesítmény az adó teljesítményére vonatkoztatva dB-ben. Előírt értéke minimum 30 dB. A gyakorlatban a különböző bemenetek között 30-60 dB között változik.

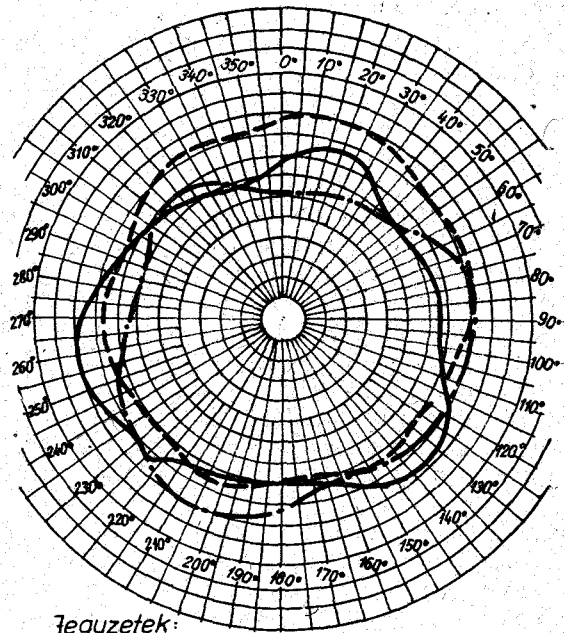
Az áteresztő csillapítás a bemenet és a kimenet kö-



URH antennapanel talpponti impedanciája

H 416-BJ 7

7. ábra



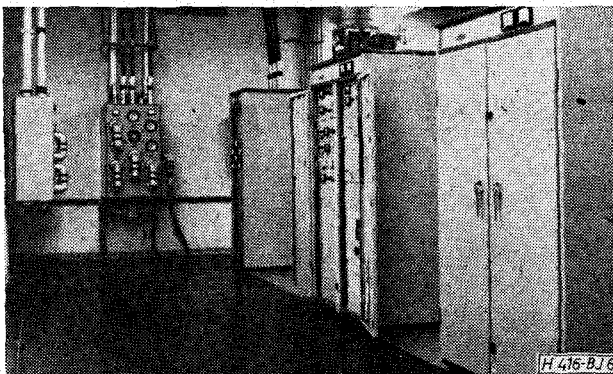
Jegyzetek:

- f = 66 MHz
- - - f = 70 MHz
- · - · f = 73 MHz

Miskolci URH antennarendszer horizontális karakterisztikája

H 416-BJ 8

8. ábra



H 416-BJ 6

6. ábra. A budapesti URH adóterem képe. Jobboldalt a Petőfi és a harmadik műsor 10 kW-os adója, bal felől a diplexer. A közöttük levő helyre kerülnek majd a tartalék adók és a triplexer. Szemben az antenna dugasz száv

zött az üzemi frekvencián mérhető. Megtúrt értéke 0,4 dB. A bemeneti állóhullám arány előírt értéke kisebb 1,2-nél. Mivel a triplexerre kapcsolható adók legkisebb frekvenciatávolsága 780 kHz lehet, a jó áthallási csillapítás érdekében alkalmazott rendkívül meredek levágású szűrők átérésztő sávi ingadozása járulékos amplitúdómodulációt okoz. A teljesítményösszegzők az adó maximum 1%-os szinkron AM-jét legfeljebb 1,5%-ra ronthatják.

Nem szóltunk még az antennarendszerek fejlesztéséről, amely szintén 1966-ban kezdődött meg az EMV-ben. A nemzetközi egyezmények néhány telephelyen és frekvencián irányított antennarendszereket igényelnek, mert bizonyos irányokban a kölcsönös zavartatás elkerülése érdekében csak kisebb teljesítmény sugározható. Az irányítottág követelményeit panel-típusú antennákkal lehet jól kielégíteni. Az antenna méretének és súlyának csökkentése érdekében az URH antenna panel félhullámú dipólusokból áll. A dipólusok bemeneti állóhullám-aránya r kisebb, mint 1,2. (7. ábra.) Körsugárzó antenna megvalósításához szintenként 3 vagy 4 panel szükséges, a tartótórony átmérőjétől függően. Az egyes szinteken levő paneleket fázisban eltolt jelekkel táplálva elérhető, hogy az egész rendszer bemeneti állóhullám-aránya r 1,1-nél is kisebb legyen.

A miskolci körsugárzó antennarendszer sugárzási karakterisztikáját mutatja a 8. ábra.

2.5. A sztereo adások beindítása

A térhatású hangátvitel az 50-es évek vége körül kezdte aktívan foglalkoztatni a rádió műsorszórás szakembereit. Rövidesen tisztázódott, hogy a természetű hangátvitel követelményei miatt csak URH—FM adásrendszerek lehetnek megfelelőek a sztereo átvitel céljára. Az első hazai sztereo adás kísérletek a Posta Kísérleti Intézet sztereo kóderének és egy 3 kW-os BRG adónak a felhasználásával történtek. A kísérletek alapján a PKI állást foglalt a pilotjeles AM-segédvívós elnyomott vivőjű (FCC) rendszer mellett.

1963-67 között intenzív kutatás folyt a sztereo műsorsugárzás vételkörzetre gyakorolt hatásának vizsgálatára. Közben 1966 áprilisában a PRTMIG üzembe helyezett egy 3 kW-os sztereo adót Budapesten. Az adóberendezés üzembehelyezése után alkalmanként folytak a sztereo adáskísérletek, a rendszeres adáskísérletek megkezdését a vevőkészülékek hiánya akadályozta. A vevőkészülékek fejlesztése a Székesfehérvári Villamossági Televízió és Rádiókészülékek Gyárában indult meg, kezdetben a Budapesti Műszaki Egyetem közreműködésével. Az első sorozat — SR 61 típusú, a Pacsirta rádióból átalakított — készüléket 1966 augusztusában adták át a Posta és a Magyar Rádió szakembereinek megfigyelésre. A második sorozat, amely már önálló VTRGy fejlesztés volt, — típusa R 4930 — 1967-ben készült el. 1967 júniusában heti 3 alkalommal sugároztunk kísérleti sztereo műsort, októbertől kezdve pedig rendszeresen, heti 4 alkalommal. A kísérleti adások során szerzett stúdió és adástechnikai tapasztalatok alapján a Magyar Rádió és Televízió a sztereo kísérleti adásokat a 3. műsor keretébe közé építette be, később pedig megszüntette a sztereo adások kísérleti jellegét.

2.6. Az üzemelő URH adóhálózat adatai

URH adóhálózatunk telephelyei, a sugárzott programok és az adási frekvenciák a Rádió és Televízió Újság éven közismertek. A hálózatnak a nagyközönség szempontjából azonban sokkal inkább jellemző adata az egyes programokra megvalósított ellátottság. Az URH adóhálózatok ellátottságát befolyásolják a terjedési viszonyok, az azonos, ill. szomszédos csatornákon üzemelő, földrajzilag közel fekvő zavaróadók és az ipari zajok. Az ipari zavarok elleni védelem érdekében csak azokat a területeket tekintjük ellátottnak, amelyeken a télerősség meghaladja a $250 \mu\text{V}/\text{m}$ -t. Ezt az értéket városokban $1 \text{ mV}/\text{m}$ -re, nagyvárosokban $3 \text{ mV}/\text{m}$ -re kell növelni. Az interferencia zavarok elleni védelmet statisztikus módszerekkel végzett számítások alapján határozzuk meg. A számításokat úgy végezzük, hogy a vételkörzet határán a helyek 50%-ában és az idő 99%-ában legyen biztosítva a zavarmentes vétel. Az ellátottsági térképeken ezt a határt tüntetjük fel. A gyakorlatban ezen a határon túl is lehetséges jó minőségű URH vétel, ehhez azonban általában nyereséges vevőantenna felszerelése szükséges. A Kossuth műsort sugárzó miskolci, pécsi, soproni, nagykanizsai és tokaji (kísérleti jelleggel a budapesti is) adóberendezések által ellátott terület $47\,600 \text{ km}^2$ az ellátott lakosság 5,4 millió, %-ban kifejezve 51%, ill. 52%.

A Petőfi műsort sugárzó budapesti, miskolci, nagykanizsai, kabhegyi, pécsi és soproni adóberendezések által ellátott terület 60%, az ellátott lakosság: 64%. A 3. műsor 7 adója az ország területének 68%-át látja el, ahol a lakosság 75%-a él.

3. Az URH adóhálózat fejlesztése az V. ötéves tervben

3.1. A hálózat terv korszorústtése

Az első hálózat terv tervezési irányelveinek kialakítása óta jelentősen megváltozott a helyzet a középhullámú sáv vételi lehetőségeit illetően. Hiába növeltük meg a lakihegyi 135 kW-os adóberendezés teljesítményét 300 kW-ra, a Kossuth műsor ellátás színvonalára csak időlegesen javult a zavaró adók hasonló vagy még nagyobb mértékű teljesítmény emelése következtében.

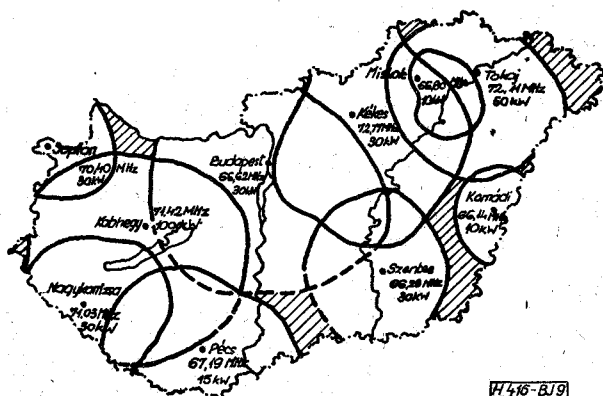
A középhullámú Petőfi adóhálózatban ugyancsak kedvezőtlen a helyzet. Ezeket a tényeket figyelembe véve a Kossuth és Petőfi műsor sugárzásában az URH—FM adók szerepe már nemcsak a középhullámon el nem látott területek besugárzása, hanem országos ellátás biztosítása is. Az eddigi hálózat tervokről szólva említettük, hogy valamennyi frekvencia felhasználása a kölcsönös zavartatás nagymértékű növekedése miatt nem célszerű. Erre jellemző, hogy ha csak 3 műsor teljes ellátottságát tűzzük ki célul, akkor a konkrét számításokat elvégezve 93, 80 és 96%-os területi ellátottságot tudunk biztosítani. 4 műsor viszont már csak 78, 77, 82 és 96%-os ellátottsággal sugározható. Az új hálózat terv ezért a 66-73 MHz-es URH sávban már csak 3, országos fedettséggű program sugárzásával számolnak.

Az V. ötéves tervben új URH telephely lesz Komádi, ahol 3 db 3 kW-os adót telepítünk mindhárom műsor sugárzására 10 kW ERP-vel.

Kékesen is megindul az URH műsor sugárzás, szintén 3 kW-os adóberendezésekkel, de 30 kW effektív kisugárzott teljesítménnyel.

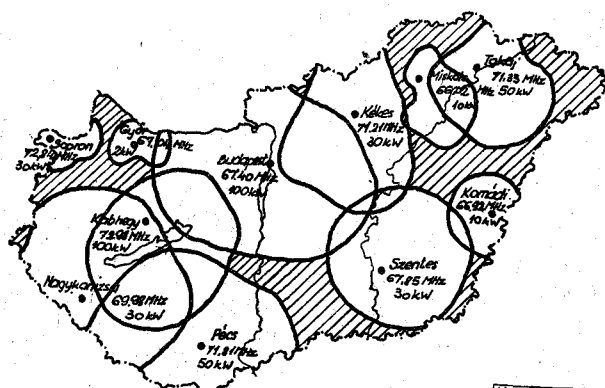
Az új telephelyeken kívül valamennyi meglévő nagyadó telephelyen megvalósítjuk mindhárom rádióprogram sugárzását, ezzel biztosítva a 3 műsoros hálózatra megadott ellátottsági adatokat, amely a Kossuth műsorra 92,8%-ot, a Petőfi műsorra 79,3%-ot, a 3. műsorra 95,7%-ot jelent.

A Kossuth műsor vételkörzeteit a 9. ábra, a Petőfi műsorét a 10. ábra, az URH mono műsorét pedig a 11. ábra tartalmazza.



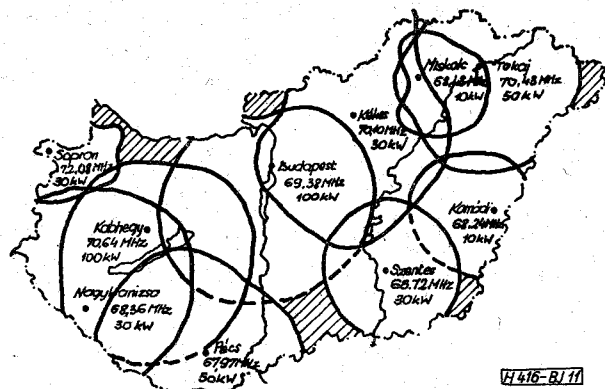
9. ábra

H 416-BJ9



10. ábra

H 416-BJ10



11. ábra

H 416-BJ11

3.2. Berendezés fejlesztés

A jelenleg üzemelő és telepítés előtt álló berendezések konstrukciója lassan már 10 éves lesz. A fejlesztés irányai, a kitűzött célok, a berendezésekkel szemben támasztott követelmények lényegében nem változtak. A közvetlen műszaki paraméterek teljesítésén túl változatlan követelmény az automatikus, felügyelet nélküli, távvezérelt üzemre való alkalmasság. Az időközben bekövetkezett technikai haladás azonban szükségessé teszi az új konstrukciók kidolgozását, az ún. 3. generációs adók kifejlesztését, amelyek korszerű műszaki színvonalon elégitik ki a fenti követelményeket. Az integrált áramkörök és nagyteljesítményű félvezetők által nyújtott lehetőségek a felügyelet nélküli üzem követelményeinek kielégítését is elérhetővé teszik. Ezek között elsősorban a megbízhatóság jelentős javítására gondolunk. A Posta Rádió és Televízió-műszaki Igazgatóság 1978 után már csak a felügyelet nélküli üzem követelményeit maradéktalanul kielégítő berendezéseket és rendszereket kíván telepíteni.

4. Az URH adóhálózat fejlesztésének távlati kérdései

Az V. ötéves terv során befejeződik a gerinchálózat kiépítése, jelentősen előrehalad a nagyadók tartalékolása. Előtérbe kerül a továbbra is ellátatlan területek elhelyezkedésének pontos felmérése és ezen területek besugárzása is. A megoldást ehhez az átjátszó és kisadó berendezések nyújtják. Már folyamatban van az átjátszó adóhálózat frekvenciatervények kidolgozása, a tervek realizálása azonban csak 1980 után kerül sorra. A 3 műsoros adóhálózat teljes ellátottságának biztosítása után napirendre kerül a 4. műsor problémájának megoldása. Erre lehetőséget kínál a 100-104 MHz-es frekvenciatartomány felhasználása, amelyre a nemzetközi egyezmények lehetőséget nyújtanak és konkrét hálózatterv is rendelkezésre áll.

A 4. műsor bevezetése és az új frekvenciasáv megnyitása azonban sok műszaki, gazdasági probléma megoldását igényli, az első berendezések telepítése várhatóan 1980 után fog megtörténni. Nyitott kérdés jelenleg a kvadrfon rádió műsor adás bevezetése, amely a sztereo átvitelnél kényesebb az intermodulációs zavarokra. Elterjesztése szintén új frekvenciatartományok igénybevételét teheti szükségessé.

I R O D A L O M

- [1] KPM IV. Postafőosztály: URH-FM mono és sztereo adók műszaki előírásai.
- [2] Posta Kísérleti Intézet: Javaslat három műsoros URH-FM adóhálózatra. 1973.
- [3] PKI: URH-FM adóhálózat 4 műsoros (OSZSZ szerinti) változata. 1973.
- [4] Postai Tervező Intézet: Vezetéknélküli hírközlő hálózatok terve. III.
- [5] PRTMIG: URH triplexer fejlesztése. Zárójelentés 1972.
- [6] PRTMIG: Tervezési irányelvek és rendszertechnikai vázlatok az V. ötéves terv beruházásaihoz. 1975
- [7] PRTMIG: URH Kossuth műsorellátás vizsgálata. 1974.
- [8] MODULÁTOR A PRTMIG híradója: 1970. III. sz. 1972. IV. sz. 1973. I. sz.