

HB1423



HÍRADÁSTECHNIKA

XLIII. ÉVFOLYAM

1992. OKTÓBER

DIGITÁLIS RÁDIÓMŰSORSZÓRÁS

Bevezető gondolatok	Heckenast G.	1
Digitális stúdiótechnika	Takács F.	3
Digitális rádióműsorszórás (DAB)	F. Müller-Römer	9
Rádiós Adatátviteli Rendszer – Európai alkalmazások	D. Kopitz	17
Digitális rádióműsor- és adatszórás Magyarországon	Szokolay M.	22
Euroradio	Sütő L.	26
Az OIRT és az EBU egyesülése	Radnai J.	30

Gazdaság – Kutatás – Oktatás

A Magyar Műsorszóró Vállalat privatizációs és műszaki fejlesztési tervei	Bartha J.	34
--	-----------	----

Hírek – Események

Az első nemzetközi szimpózium a DAB-rendszerről	Vajda Z.	37
22. Európai Mikrohullámú Konferencia	Kenderessy M.	38
Europa Telecom'92	Lajtha Gy.	42
Az Ambrózy András Emlékalapítvány pályázata	Kormány T.	43

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET FOLYÓIRATA

SZPONSZOROK

Főszerkesztő
BARANYI ANDRÁS

Rovatvezetők
BATTISTIG GYÖRGY
KORMÁNY TERÉZ
PRÓNAY GÁBOR
SOMOGYI ANDRÁS

Szerkesztők
BARTOLITS ISTVÁN
KÁSA ISTVÁN
LADVÁNSZKY JÁNOS
FÖLDVÁRINÉ OROSZ JULIANNA
ANTALNÉ ZÁKONYI MAGDOLNA

Munkatárs
ANGYAL LÁSZLÓ

Szerkesztőbizottság
TÓFALVI GYULA
elnök
BERCELI TIBOR
FRAJKA BÉLA
FRIGYES ISTVÁN
GORDOS GÉZA
MOJZES IMRE
PAP LÁSZLÓ
SALLAI GYULA



MAGYAR MŰSORSZÓRÓ VÁLLALAT

SIEMENS

ERICSSON 
Ericsson Technika Kft.



MOTOROLA



"AZ ÉPÍTÉS FEJLŐDÉSÉÉRT"
ALAPÍTVÁNY

Szerkesztőség
Budapest II., Gábor Áron u. 65.
Postacím
1525 Budapest, Pf. 15.
Telefon: 135-1097
201-7471
Telefax: 135-5560

Előfizetési díj
Hazai előfizetők részére
1 évre 2900,— Ft, egyes számok 360,— Ft
HTE egyéni tagjai részére
1 évre 480,— Ft, egyes számok 60,— Ft
Külföldi előfizetők részére
1 évre 6 angol szám 60 USD, 12 szám 90 USD, egyes számok 15 USD

HÍRADÁSTECHNIKA megjelenik havonta váltakozva magyar és angol nyelven. Kiadja a TypoTeX Elektronikus Kiadó Kft. Budapest I., Batthyány u. 14. 1015. Telefon: 202-1365. Felelős kiadó: Votisky Zsuzsa. Készült a HUNGAPRINT nyomdában. Szövegszedés: TypoTeX Kft. A lap példányoként megvásárolható a nagyobb könyvesboltokban és a kiadónál.

HU ISSN 0018-2028

BEVEZETŐ GONDOLATOK

A Híradástechnika c. lap jelen száma megkísérli áttekinteni és összefoglalni azokat az új műszaki eljárásokat, amelyek eredményeként a rádiózás — és ezen belül különösen a műsorszóró rádiózás — születése óta a legfontosabb és a jövő szempontjából döntő fordulóponthoz érkezett. A digitális rádiózás jelenlegi helyzetéről, röviden az előzményekről és a várható fejlődésről lesz szó. Végigtekintünk az átviteli lánc egyes elemein, kezdve a stúdióval és folytatva a bevezetés előtt álló adástechnikai rendszerrel. Bár döntően a műsorszóró rádiózással és annak fő feladatával, a műsorsugárással foglalkozunk, nem mellőzzük a másodlagos vagy kiegészítő szolgáltatások kérdését sem, beleértve ebbe mindennemű adatátviteli lehetőséget. Megemlítjük a kezdeti szerény, de biztató hazai eredményeket, majd érintjük a nemzetközi műsorcsere mai lehetőségeit, valamint a rádiózás hazai és nemzetközi szervezeteinek feladatát, jogállását is. Az izgalmas műszaki fejlődés alapvetően meghatározza az előttünk álló évtizedek rádiójának szerepét. A tét tehát a rádió jövője.

Jó három évtizeddel ezelőtt egyik szaklapunk egy cikket kért tőlem, amely főleg azt volt hivatva taglalni, hogy van-e jövője a rádiónak a televíziózás nálunk akkor megkezdődött rohamos elterjedése mellett. A cikkben azt bátorkodtam állítani, hogy a rádió előtt biztos jövő áll, mert rádiózni fogunk mindenhol és mindenkor, ahol és amikor nem lehet televíziót nézni; és rádiózni fogunk akkor, amikor a képi információra nincs szükség, sőt esetleg zavaró (pl. háttérzene). Azt hiszem, ez a megállapítás ma is érvényes, még akkor is, ha a televíziózás időközben nagyot lépett előre (és még nagyobb lépésre készül), és a rádió akkor még meglevő vitathatatlan előnye: a gyors és friss informálás, a televíziózás hírbegyűjtési (ENG) és műholdas hírtovábbítási (SNG) eljárásainak fejlődése következtében elenyészőben van. Az is tény, hogy egyes tv-műsorok — és nem csak nálunk — már elérték azt a „színvonalat”, hogy a képi információ a bemondóra korlátozódik, és mi mégis bámuljuk a képernyőt. De ma is van olyan helyzet, ahol és amikor nem lehet tévézni, de rádiózni igen, és van amikor tényleg teljesen felesleges bármilyen „kísérőkép”, a főszerep az audio információé. Nem vitás, bizonyos napszakokat a tv teljesen elhódította, de vannak időszakok (pl. a reggel, a déli órák és a késő este), melyek viszont zömében a rádióé maradtak. Megváltoztak a hallgatási körülmények is: a rádióhallgatók jelentős része a mobil rádiózásnak hódol, kevesen vannak, akik leülnek a hálózati készülék elé. A többség hordozható készüléken vagy autóban hallgatja a műsorokat. Ehhez persze az a forradalmi változás is kellett, amit a félvezetőtechnika megjelenése, majd fantasztikusan gyors fejlődése és elterjedése jelentett. A rádió azonban ma is alapjában véve azokkal a műszaki megoldásokkal működik, melyeket a 20-as évek elején (hosszú- és középhullámú AM-műsorsugárzás), majd a húszas évek végén, harmincas évek elején (RH-technika) és a negyvenes években fejlesztettek ki (URH-FM műsorsugárzás). Áramköri módosítások, egyre nagyobb kényelmet, könnyebb kezelést biztosító változtatások történtek természetesen, de az alapelvek változatlanok.

Ugyanakkor a rádiónak nem a televízió az igazi vetélytársa. A hanglemez a zenebarátok számára mindig is alternatív megoldást jelentett. Meg is lehet figyelni bizonyos

párhuzamosságot a két technika fejlődése között. A csöves rádiókészülékekkel majdnem egyidőben jelentek meg a rádióhoz kapcsolható, elektromos meghajtású és elektromos hangszedővel ellátott lemezjátszók. A hosszabb játékidőt és lényegesen jobb minőséget nyújtó mikrobarázdás lemezek és lemezjátszók az URH-FM technika kortársai. Persze nemcsak a lemez, hanem a magnó is megingatta a rádió egyeduralmát. Már az orsós gépek is szép számmal voltak el — legalábbis időben és átmenetileg — hallgatókat a rádiótól, de a komolyabb konkurenciát a kazettás magnók hihetetlen sebességű elterjedése jelentette. A hangminőséget illetően azonban az URH adások mind az LP hanglemezzel, mind a magnóval — még a zajcsökkentő rendszerek (Dolby) alkalmazása esetén is — állták a versenyt.

A legkomolyabb kihívás a digitális technika hangtechnikai területen való alkalmazásával jelent meg. Különösen akkor, amikor ez a technika és az annak eredményeként elérhető nagyságrendekkel jobb hangminőség kilépett a stúdiók világából és a közhasználatú készülékeknél is elérhetővé vált. A hatvanas években már folyó kísérletek és a — helyenként vitatható életképességű — digitális stúdiótechnikai berendezések megjelenése már mutatta, hogy előbb vagy utóbb — a nagy integráltságú építőelemek felhasználásával — a digitális technika mindenki számára elérhető, sőt megfizethető lesz. Így valószínűleg csak a laikusok számára jelentett meglepetést, amikor 1983-ban az AES Eindhoveni szimpóziumán a Philips bemutatta és még abban az évben piacra hozta a digitális hanglemezt, a CD-t. Az azóta eltelt közel tíz esztendő alatt a CD gyakorlatilag majdnem kiszorította a hagyományos „fekete-lemezt” és a fantasztikus műsorkínálat a CD-t megővta attól, ami jónéhány életképesnek látszó műszaki eljárás esetében a bemutatkozás utáni gyors eltűnésben nyilvánult meg, mert a gyártók vagy a forgalmazók nem gondoltak arra, hogy „szoftver”, vagyis megfelelő műsoranyag nélkül a legcsodálatosabb technikai eszköz sem piacképes. A CD név pedig egyben egy minőségi fogalomná vált és egyre többen kezdték feltenni a kérdést: miért marad el a műsorszóró rádió minősége a laikus által is megvehető és kezelhető CD mögött. Időközben a hanglemez örök vetélytársa, a magnó is megtette a kor által kikényszerített előrelépést, és először megjelent a gyufaskatulya méretű kazettával dolgozó DAT-magnó, majd a megszokott kompakt kazettával azonos méretű kazettát használó, lefelé kompatibilis DCC eljárás.

Ekkor azonban már javában folytak az elméleti vizsgálatok és a laboratóriumi kísérletek a digitális rádió megteremtése érdekében. Az átviteli lánc tulajdonképpen nagy részében már készen állt. A digitális jelforrások, a stúdiótechnikai berendezések, akár a magnóra, akár a lemezre gondolunk, adottak voltak, és ha bizonyos kompromisszumokkal, de a keverőasztalok digitális változatai is megszűntek már. A modulációs áramköröknél már hosszú évek óta használnak digitális eljárásokat, akár kábeleknél, akár az úrtávközlésben. Az igazi problémát a műsorrádiófrekvenciás rezgések útján szállító rendszer, a „delivery system” jelentette. A fejlesztő keze ugyanis nagyon sok esetben meg van kötve egy sok szempontból jogos, sok szempontból azonban a fejlődést fékező követelmény: a kompatibilitás követelménye által. A hallgató, a néző jogosan várja el,

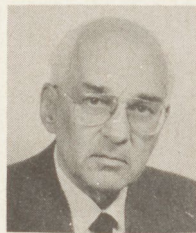
hogya a bevezetendő, jobb minőséget vagy több információt szolgáltató rendszer legalább lefelé kompatibilis legyen, tehát mono készülékén legalább mono-ban vehesse a sztereó adásokat, fekete—fehér készülékén fekete—fehérben a színes műsorokat stb. Szerencsére hosszú időn át mindig lehetett találni a meglévő rendszerben olyan „lyukakat”, a rendelkezés álló frekvenciasávban olyan ki nem használt sávreszeket, ahová az új szolgáltatások a régi sérelme nélkül beszoríthatók voltak, s így a kompatibilitási követelmény teljesíthető volt. A kompatibilitás azonban egy határon túl már a fejlődés gátjává válhat, és akkor át kell lépni rajta. A digitális technika eleve nem kompatibilis az analóggal. Van azonban egy olyan terület, ahol a fejlesztő lehetőségei még szorosabban behatároltak, mint másutt. Ez pedig a frekvenciasáv felhasználása. Az ITU megfogalmazása szerint a frekvenciák „a korlátozott mennyiségben rendelkezésre álló természeti javak” kategóriájába tartoznak, amelyeknek használatára „minden ország, kicsi és nagy” azonos feltételekkel jogosult. Nyilvánvaló, hogy semmiféle új eljárás bevezetése nem indokolhatja egy frekvenciasáv elvételét meglévő és sokfelé még sokáig használni kívánt szolgálatoktól. Különösen igaz ez akkor, ha az új rendszer sávzélesség-igénye lényegesen meghaladja a régiét. Márpedig akár a nagyfelbontású televíziót (HDTV), akár a digitális rádiót nézzük, a szükséges sávzélesség a forrás jelének módosítás nélküli, „natur”-ban való átviteléhez sokszorosa a ma használatos eljárásokénak. Kevésbé kritikus a helyzet, ha a műsorsugárzás a ma még kevésbé igénybevert GHz-es sávokban, ott is minél feljebb történik. A földi sugárzásnál azonban ha nem is a rendszer-kompatibilitás, de a frekvenciakompatibilitás, tehát az, hogy az új rendszerek azonos számú műsor esetén ne vegyenek igénybe nagyobb frekvenciatartományt, mint az eddigiek, követelmény volt és marad. A digitális rádió frekvenciatakarékos megoldásához különböző redundanciacsökkentő eljárásokkal és pszichoakusztikai jelenségek felhasználásával, valamint igen bonyolult, de eredményes modulációs rendszer kidolgozásával olyan adatáramlási sebességsökkentést, ill. adattömörítést lehetett elérni, ami gazdaságosabb frekvenciafelhasználást tesz lehetővé, mint a jelenlegi URH-rendszerek. Ez a rendszer a DAB, amely mind földi, mind űrtávközlési eszközök igénybevételével használható. A DAB — ha bürokratikus huzavona és a világ megegyezésre való gyakori képtelensége nem húzza el a végtelenségig a bevezethetőségét — biztos és szép jövőt ígér a rádiózásnak. A rádiónak tehát változatlanul van jövője, fel tudta venni a versenyt a konkurens médiumokkal és valószínűleg még hosszú évtizedekre az egyik legfontosabb tömegkommunikációs eszköz marad.

Végezetül néhány szót a rádiózás hazai helyzetéről. Mint mindenre, az általános pénztelenség a rádió fejlődésére is rányomja bélyegét. Ezt azonban néhány egyéb tényező még súlyosbítja. A műsorszóró rádió fejlesztéséhez először is világos és lehetőleg hosszútávú műsorkoncepcióra van szükség: mit, mikor, kiknek és milyen eszközökkel akarunk eljuttatni? Műsorkoncepciót azonban csak akkor lehet és szabad kidolgozni, ha egyértelmű és hosszabb időre hatályos jogszabályok rendezik a közszolgálati, a kereskedelmi, az országos, a regionális és a helyi (lokális) rádiók feladatait és jogosultságát. Magyarul: sürgősen meg kellene alkotni a médiatörvényt. Annak alapján azután végre fel lehetne oldani a frekvenciamoratóriumot, és a befagyasztott szabad frekvenciakészlet felhasználható lenne. Erre annál is inkább szükség van, mert talán így

a piaci igények is feltámadnának a rádiózást szolgáló be-
rendezések iránt. Magyarországon ugyanis volt egy ilyen iparág, ha nem is mindenben világszínvonalú, de viszonylag jó, elfogadható termékekkel. Ez az iparág ma romokban van, egyes vállalatok már csődbe mentek, egyesek afele tartanak, mások vegetálnak. Ez a folyamat természetes következménye annak, hogy ezek a cégek eddigi piacaikat elvesztették, új piacokat pedig részben a már említett minőségi hiányosságok, részben az erős nyugati konkurencia, részben a világszerte ezen a területen megmutatkozó recesszió miatt nem sikerült szerezni. Pedig az összeomlott keleti piac valószínűleg csak tetszhalott. A közelmúltban — megkísérelve válaszolni egy kérdésre — hézagos ismereteim alapján megpróbáltam kiszámítani, jobban mondva megbecsülni, hogy a volt KGST európai tagállamainak területén (a volt NDK nélkül) kb. hány hangtechnikával foglalkozó stúdió lehet. A becslés eredménye egy 1200—1500 közötti szám. Ez egy fantasztikus méretű piacot jelent, s ezeknek a stúdióknak előbb-utóbb szükségük lesz új be-
rendezésekre. Nem ok nélkül érdeklődnek a nyugati cégek ez után a térség után. Persze könnyű nekik, ők kibírják azt a 3—5 vagy 7 évet, amíg ez a piac fizetőképessé is válik. Jó lenne, ha akármilyen kis méretekben is, de sikerülne a magyar ipar kulcsvállalatait vagy azok utódait addig életben tartani. De a legfontosabb az emberi tényező: a szakemberek, a szakmai csapatok megőrzése. Mert műszereket, anyagokat, szerszámokat gyorsan be lehet szerezni, de az embereket újra összegyűjteni, sokéves tapasztalatukat újjal helyettesíteni nagyon sok időt igényel.

E sorok írója abban a szerencsétlen (vagy szerencsés?) helyzetben van, hogy másodízben éli át a kezdés vagy újakezdés összes keservét, de örömet is. A háború utáni években a jelenleginél sokkal nehezebb gazdasági helyzetben, sokkal rosszabb bel- és külpolitikai körülmények között kellett a magyar rádiózást szinte a nulláról újakezdve elindítani. Pénz természetesen — mint mindig — akkor sem volt, de nem volt sem anyag, sem alkatrész és később már importlehetőség sem. De voltak lelkes, megszállott emberek! Én biztos vagyok benne, hogy ilyenek ma is vannak, és meg fogják tudni oldani az új, digitális rádió belátható időn belüli megindítását Magyarországon.

HECKENAST GÁBOR



Heckenast Gábor a Magyar Rádió műszaki igazgatója. Gépészmérnöki oklevelet 1950-ben szerzett. 1948-49-ben a lakihegyi rádióállomáson dolgozott. 1949-ben a Magyar Rádió stúdiójába helyezték át és ettől kezdve évekig a mágneses hangrögzítéssel foglalkozott intenzíven. 1964-ben kinevezték a Televízió műszaki igazgatóhelyettesévé. 1971-ben megbízták a Rádió Műszaki Igazgatóságának vezetésével is, 1974-ben kinevezték a Magyar Rádió műszaki igazgatójává, mely pozíciót nyugdíjba vonulásáig — 1993. január 1-ig — betölti. 1957-től az OIRT munkájában és vezetésében az OIRT megszűnéséig részt vett, utóbb a Technikai Bizottság elnöke volt tíz éven át. Számos könyve és cikke jelent meg. 1953 óta részt vesz az OPAKFI munkájában. Több éven keresztül volt az akusztikai szakosztály vezetője, az Egyesület alelnöke, majd elnöke. Az AES Magyar Tagozatának elnöke. Munkája elismeréseként sok kitüntetésben részesült: a Munka Érdemrend minden fokozata, Állami Díj, Petzvál József-díj, Puskás Tivadar-emlékérem, Békésy-díj és a Kempelen Farkas-díj. Ez év szeptemberében életművéért a Magyar Köztársasági Érdemrend Tiszti Keresztjét vehette át.

DIGITÁLIS STÚDIÓTECHNIKA

TAKÁCS FERENC

BUDAPESTI MŰSZAKI EGYETEM
HÍRADÁSTECHNIKAI TANSZÉK

A cikk a digitális hangrendszerek kulcsfontosságú részeit veszi szemügyre. Ilyenek a túlmintavételezett A/D, D/A átalakítók, a digitális szalagos magnók, a mágneslemezes stúdiórendszerek, a MIDI a digitális zenei rendszerekben és a bitkomprimált rögzítő és műsortovábbító rendszerek. A vizsgálatok alapján megállapítja, hogy a digitális hangrendszerekben megteremtődtek a technikai feltételei a professzionális, a félprofesszionális és a kommersz rendszerparaméterek egymáshoz illeszkedő, fokozatos szétválásának, illetve kifejlesztésének.

1. BEVEZETÉS

A digitális stúdiótechnika teljes áttekintése természetesen messze meghaladja egy szakcikk kereteit, hiszen erről már szakkönyvek sora jelent meg.

Ezért e cikk keretében elsősorban a stúdiótechnika jövőbeni fejlődése szempontjából kulcsterületeket tekintjük át, és a technikai megoldások mellett elsősorban azoknak a stúdiótechnológiára kiható következményeivel foglalkozunk.

Ilyen kulcsterületek:

- az A/D, D/A átalakítás,
- a szalagos magnók,
- a lemezalapú stúdiórendszerek,
- az elektronikus zenei rendszerek,
- a kódsűrített átviteli rendszerek.

Jelen cikk — terjedelmi okokból — csak az A/D, D/A átalakítókkal és a lemezalapú stúdiórendszerekkel foglalkozik, a többi területet egy következő cikk tekinti át.

Természetesen sok minden egyébről is lehetne itt beszélni, mint például a vezérlő számítógépek, a jelprocesszorok, a lézeres rögzítéstechnika vagy az effekt berendezések fejlődése, de egyelőre ebben a cikkben érjük be ennyivel.

A digitális stúdiórendszerek fejlesztésének történelmi előzményeiből csak annyit említünk meg, hogy főleg kezdetben, de bizonyos mértékig még ma is két irányzat érvényesül vagy „küzd” egymással. Az egyik irányzatban a fejlesztési cél az eddig használt analóg rendszerek digitális megvalósítása, sok esetben azzal a törekvéssel, hogy a kezelés is teljesen az analóg berendezések kezelésével legyen azonos.

A másik irányzat igyekszik kihasználni a processzorok programozhatóságában rejlő óriási szabadságot, azt a tényt, hogy maga az áramkör elvileg nem köti meg a jelfeldolgozás algoritmusát (mint ahogy azt az analóg áramkörök nagymértékben megkötik), minden egyértelműen megfogalmazott algoritmust meg lehet valósítani megfelelő számú processzor és program segítségével, a program cserélhető, ill. fejleszthető is. E második irányzatnál a kezelés is csak a célszerűség határain belül hasonlít az esetleg létező analóg berendezések kezeléséhez, csak találékonyaság kérdése, hogy annál intelligensebb kezelési, vezérlési eljárást valósítsunk meg.

A digitális hangrendszerek fejlődése a 80-as évek elején egy, a professzionális és a közszükségleti területen egységes paraméterű és minőségű rendszert hozott létre, amelyet a 44 100 Hz mintavételi frekvencia, a 16 bit felbontás és Shannon által a sáv szélességre és a kvantálási zajra megfogalmazott összefüggések jellemeznek. Így vizsgálódásaink másik iránya, hogy helyes-e ez az egyenszilárdságú

minőség, milyen eljárásokkal lehet a digitális átviteli lánc paramétereinek változtatása nélkül az átvitt jel minőségét javítani, és van-e lehetőség a professzionális területen a minőséget emelni, ill. a közszükségleti területen a jelenleginél kevesebb bitet alkalmazó módszerekkel a hangminőség jelentősebb romlása nélkül jelátvitelt megvalósítani.

2. AZ A/D, D/A ÁTALAKÍTÁS

Bár a mintavételi tételek sávkorlátozott jelek átvitelére elvileg tökéletes megoldást ígérnek, a gyakorlatban az A/D és D/A átalakítást megvalósító áramkörök nem ideális működése az iskolázott fül számára is hallható zavaró tényezőkkel jár együtt. E zavaró hatások a következők:

- A 44 100 Hz mintavételi frekvenciájú, lineáris, közvetlen analóg—digitális átalakítás 20 kHz-es sávhatárolást ígér, ami önmagában nem is volna zavaró. A gyakorlatban a problémát az okozza, hogy az ezt megvalósító analóg szűrő fázis vagy futási idő karakterisztikája messze eltér az ideáltól. A zavar főleg az ütő és pengetős hangszerek, de sok más hangszer hangszínében is felismerhető, de az ideális szűrők kimeneti jelében is felfedezhető a szűrő határfrekvenciájára jellemző periodikus jelengadozás.
- A 16 bit-es felbontás $2^{16} = 65\,536$ lépcsőt jelent. Ez a nagy jeleknél elegendő finomságú felbontást ad, de a kisebb jeleket csak jóval kevesebb lépcsőre bontja. A digitális átvitelben, ellentétben az analóg technikában megszokottal, minél kisebb a jel, annál nagyobb a torzítás.
- A kvantálás azt jelenti, hogy a mintavétel időpontjában nem az eredeti jel pillanatértékét, hanem a legközelebbi kvantálási lépcső értékét visszük át. A két érték közötti, véletlenszerűen változó, különbségi jelsorozat azonban idegen jel, amit kvantálási zajnak nevezünk. Ennek szintje a 16 bites rendszerben elvileg $-97,7$ dB a teljes kivezérléshez képest.
- Az átalakítók kritikus alkatrészeit 2^{-16} -nál egy nagyságrenddel nagyobb pontossággal kell megvalósítani. Ma tulajdonképpen ez korlátozza a 16 bitnél nagyobb felbontású, közvetlen átalakító realizálását. De a megvalósított átalakítóknál is az öregedés során az elemek értéke kismértékben véletlenszerűen megváltozik, ami különösen kódváltásoknál okozhat tüskéket a jelben. Ez a hangot enyhén érdessé teszi.

Az adatokból egyértelmű, hogy a digitális rendszer minőségi paraméterei messze meghaladják az analóg jelrögzítők hasonló és itt nem említett paramétereinek szintjét, de nem érik el a professzionális, félprofesszionális erősítők

mérőszámait. Hibái elsősorban a fázisátvitelben és a kis jelek tartományában jelentkeznek. Nem véletlen, hogy éppen a keverőasztaloknál a nagy digitális áttörés még nem történt meg.

A minőség javításának egyik útja az volna, hogy megemeljük mind a mintavételi frekvenciát, mind a felbontást, hiszen ezzel az alapparaméterek automatikusan javulnak. Az ötlet a következő korlátokkal valósítható meg:

- A mintavételi frekvencia emelését az korlátozza, hogy az A/D, D/A átalakítókban a mintavételt követő átmeneti jelenségek lefolyása (pl. a szórt kapacitások feltöltődése) időt igényel, és annál több időt vesz igénybe, minél nagyobb a felbontás. A 16 bites átalakítókat a villamos kiegyenlítődési folyamatok időigénye miatt legfeljebb 100 kHz mintavételi frekvenciára lehet kivitelezni.
- Az átalakítók áramköri elemeinek (ellenállás, feszültség referencia stb.) a fent említett megengedett tűrés igénye miatt a 16 bites átalakítóhoz tud a félvezető technika megfelelő pontosságú és hosszú időn át is stabilan viselkedő elemeket gyártani, ezért az ennél nagyobb felbontású, direkt átalakítók még nem megvalósíthatók.
- Végül és nem utolsósorban a legnagyobb akadály „pusztán” gyakorlati természetű. Piaci okokból nem változtatható meg a jelenleg használt mintavételi frekvencia és felbontás (ugyanaz a problémája a technikailag teljesen kifejlesztett, a jelenleginél nagyobb sorszámú, ún. High Definition TV bevezetésének is).

Ezért csak olyan módszerek jönnek számításba, amelyek illeszthetők a jelenlegi 44 100 kHz (egyed stúdióeszközökben 48 000 kHz) mintavételi frekvenciájú, 16 bites felbontású, közzsükségleti, digitális jelátviteli rendszerhez.

Az e célra kifejlesztett, összetett átalakítók néhány jellegzetes jelfeldolgozási módszer kombinációját használják. Vegyük először ezeket szemügyre. A következőkkel fogunk megismerni:

- túlmintavételezés,
- zajspektrum-alakítás,
- delta – szigma moduláció,
- zajmoduláció (dither),
- decimálás.

2.1. Túlmintavételezés

Az A/D átalakítóknál a jobb felbontás érdekében használhatunk ugyan nagyobb ($8 - 16 - 64 \cdot F_M$) mintavételi frekvenciájú átalakítót, de ennek a felbontása kisebb, csak 8–12 bit lehet. A névleges mintavételi frekvencián az előnyösebb paramétereket a későbbiekben leírt jelfeldolgozási eljárásokkal lehet elérni.

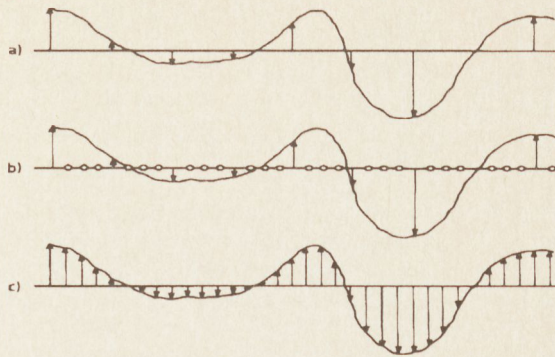
A D/A átalakítóknál a mintavételi frekvencia növelését a túlmintavételező szűrővel lehet elérni. E szűrő szintén az eredeti mintavételi frekvenciának a kétszeres egész hatványával szorzott értékét, tehát 2, 4, 8, ..., 256, 512, 1024-szeresét állítja elő.

A túlmintavételezés technikája a következő. Az 1. ábrán bemutatott négyeszes túlmintavételezés esetén minden két szomszédos minta közé képzeljük el a három új, közbenső minta helyét. Az új helyekre kerülő mintákat az interpoláló vagy túlmintavételező szűrő generálja.

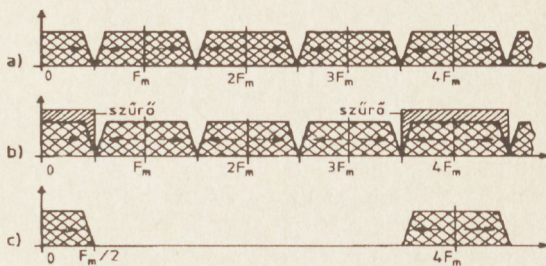
Ezen aluláteresztőként megvalósított szűrővel ugyanis a túlmintavételezett rendszerben a fölösleges, közbenső spektrumösszetevőket is el lehet távolítani (2. ábra).

Felmerül a gyanú, hogy nem okoz-e újabb fázistorzítást ez a túlmintavételező szűrő. A digitális szűrők között azonban vannak olyan véges impulzusválaszú, ún. FIR szűrők,

amelyek lineáris fáziskarakterisztikával rendelkeznek, így az ilyen túlmintavételező szűrő nem visz fázistorzítást a jelbe.



1. ábra. A túlmintavételezés technikája négyeszes túlmintavételezés esetén. a) Az analóg és a mintavételezett jel; b) A négyeszes túlmintavételezett jel a zérus amplitúdójú mintákkal; c) A sávhatárolt túlmintavételezett jel



2. ábra. A túlmintavételezett rendszerben fölösleges, közbenső spektrumösszetevők kiszűrése aluláteresztővel. a) A mintavételezett jel spektruma; b) A túlmintavételező szűrő átviteli karakterisztikája a túlmintavételezett jel spektrumában; c) A jel spektruma a túlmintavételező szűrő kimenetén

A túlmintavételezésnek így az az egyik előnye, hogy az A/D átalakító előtti sávhatárolásra és a D/A átalakító kimenetén megjelenő jel simítására egy sokkal egyszerűbb, kis levágási meredekségű szűrő is megfelel, amelynek szintén elhanyagolható a fázistorzítása.

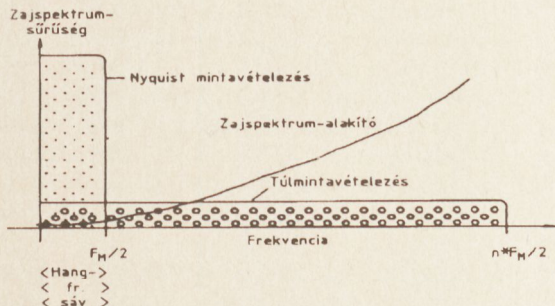
Van azonban a túlmintavételezésnek egy további előnyös tulajdonsága. Említettük, hogy a digitális jel elválaszthatatlanul magával hordozza a kvantálási zajt. Ez a teljes $F_M/2$ hangfrekvenciás sáv szélességben egyenletes teljesítménysűrűséggel oszlik el. A túlmintavételezéssel ez a kvantálási zajteljesítmény nem változik, de esetünkben n -szer akkora, azaz $n \cdot F_M/2$ sáv szélességen terül szét (3. ábra). Így a túlmintavételezett jelnek a hallás tartományába eső zajteljesítménye esetünkben n -edére, azaz $n \cdot 3$ dB-lel csökken.

A teljesség kedvéért meg kell jegyezni, hogy a túlmintavételező szűrő is ún. csonkolási vagy kerekítési zajt okoz, de ezt megfelelő hosszúságú, pl. 28–32 bites aritmetikával a kvantálási zaj szintje alatt lehet tartani.

A kimeneten a kerekítést 18 vagy 20 biten végrehajtva nagyobb felbontású mintákhoz juthatunk. A mai és a jövőbeni 18 bites vagy ennél nagyobb felbontású A/D átalakítók ezzel a módszerrel és decimálással állítják elő a digitális kódokat.

Összefoglalva, a túlmintavételezés három előnnyel jár:

- viszonylag kis meredekségű, fázistorzításmentes sávhatároló, ill. simító szűrő használható;
- a zajteljesítmény nagyobb frekvenciatartományban oszlik el, ezért a hangfrekvenciás tartományra eső hányada csökken;
- nagyfelbontású A/D átalakító valósítható meg, ill. ha nagyobb felbontású D/A átalakító áll rendelkezésre, akkor ennek a részére nagyobb felbontású mintát is elő tudunk állítani.



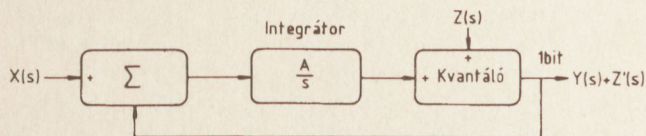
3. ábra. A kvantálási zaj teljesítménysűrűség spektruma túlmintavételezett rendszer kimenetén

2.2. Zajspektrum-alakítás

A túlmintavételezett rendszerekben a zajteljesítmény szélesebb sávban terül szét, ezért a szorosan vett hangfrekvenciás sávban kisebb lesz a zajteljesítmény. Ezt a hatást tovább lehet fokozni azzal, ha megfelelő és a hasznos jelet nem befolyásoló szűrővel a hangfrekvenciás tartományból a magasabb frekvenciájú tartományba toljuk ki a zajt (3. ábra). Végülis valahol a rendszer végén úgyis csak a hangfrekvenciás tartományban maradó zaj lesz a mértékadó. E zajspektrum-alakító technikának több megoldási formája van, a delta-sigma modulációhoz kapcsolódó változatával a következő fejezetben ismerkedünk meg.

2.3. A delta-sigma modulátor

A túlmintavételezett rendszerben egy sor lehetőségünk van a hangfrekvenciás sávba eső zajteljesítmény csökkentésére. A zajspektrumot alakító áramkör egyik legegyszerűbb változatát a 4. ábrán mutatjuk be.



$$\text{A jel átviteli függvénye: } \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{A}{1 + \frac{A}{s}} = 1 \text{ Egységnyi átvitel}$$

($A/s \gg 1$)

$$\text{A zaj átviteli függvénye: } \frac{Z'(s)}{Z(s)} = \frac{1}{1 + \frac{A}{s}} = \frac{s}{A}$$

4. ábra. Zajspektrum-alakító áramkör

Mint korábban említettük, a digitális rendszerekben a zaj mindig valamilyen kvantálási, kerekítési vagy csonkolási műveletnél keletkezik. Építsük be ezt a zajgerjesztő szakaszt az ábrán látható kapcsolásba. A kapcsolás lényegében egy visszacsatolt áramkör, amelyben az A/D vagy D/A átalakítóhoz kapcsolódik valamilyen kerekítési, kvantálási művelet, tehát a zaj keletkezése. Az áramkör jelbemenete $X(s)$, a kimeneti hasznos jel $Y(s)$.

Az áramkörön keletkező zajt az összeadóhoz felülről csatlakozó $Z(s)$ zajbemenettel szimbolizáljuk. Ez a $Z'(s)$ megváltozott spektrális összetételben jelenik meg a kimeneten.

Az áramkör működését az integrátornak nevezett erősítő határozza meg. Ennek a jelútban elhelyezett kétkapunak átviteli függvénye a frekvenciával fordítva arányos, nagy frekvenciák felé monoton csökken. A 6 dB/oktáv meredekséggel csökkenő karakterisztikájú erősítő kimenő jele a bemenőjel integráljával azonos.

A zajjel szempontjából azonban az egyenesúti erősítés elegendő, az integrátor a visszacsatoló hurokban helyezkedik el. A hurokerősítés ugyanakkora, mint a jelátvitelnél. Itt is a visszacsatolás reciproká határozza meg az eredő erősítést. Ennek következtében a zajjel kisfrekvenciájú összetevőire az erősítés egynél sokkal kisebb lesz és a hangfrekvenciás sávon kívül közelíti meg az egységet. Ez az áramkör tehát a hangfrekvenciás tartományban az eredetinek a töredékére csökkenti a kerekítéssel okozott zajt.

2.4. Zajmoduláció

Ez a módszer is régóta ismert, azonban a korszerű jelfeldolgozásban a hagyományosnál sokkal hatásosabb eredményt lehet vele elérni.

A digitális jelátvitelben a kvantálás átviteli karakterisztikája lényegében egy lépcsőfüggvény, ahogy ezt az 5. ábrán is láthatjuk. Ez azt jelenti, hogy egy olyan jel, amelynek amplitúdója összemérhető a lépcsőfok nagyságával, a digitális rendszerben igen durván képződik le, nagy lesz a torzítása. E lépcsőket a kimeneti simító szűrő ugyan kisimítja, de a torzítás így is megmarad.

E torzítás csökkentésére egy nagyjából az elemi lépcső méretének megfelelő zajjelet adnak a hasznos jelhez. Ez ugyan rontja a jel/zaj viszonyt, de véletlenszerű pillanatértékével sűrűbb lépcsőváltásokat eredményez, így a jel ugyan zajosabb lesz, de torzítása gyakorlatilag megszűnik.



5. ábra. A kvantálók átviteli karakterisztikájának lépcsőfüggvénye

A túlmintavételező rendszerek nagy előnye, hogy ezekben a moduláló zajjelet úgy is meg lehet választani, hogy az a hasznos frekvenciasávban ne tartalmazzon összetevőket. Így a digitális jel „granuláltságát” az ultrahangú zajjellel úgy szüntethetjük meg, hogy annak a hangfrekvenciás tartományban nincs hátrányos következménye.

Fontos megjegyezni, hogy egyik zajcsökkentő eljárás sem módosítja a jellel együtt érkező, tehát a külső forrásokból származó zajt.

2.5. Decimálás

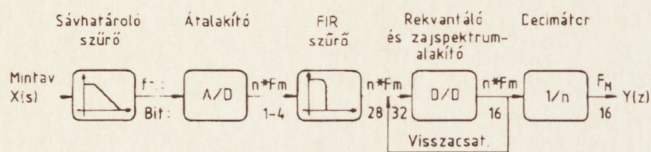
A decimálás alatt a mintavétel frekvenciájának csökkentését értjük. Ennek a legegyszerűbb módja minden n -edik kód átvitele és a többi elhagyása.

A felsorolt módszerek az A/D és a D/A átalakítás technikájában a következőképpen alkalmazhatók.

- Minél nagyobbra kell választani a mintavételi frekvenciát annak érdekében, hogy az analóg oldali sávhatároló, ill. simító szűrő a lehető legegyszerűbb legyen;
- Ha a magasabb mintavételi frekvencia miatt csak kisebb felbontású kvantálót, ill. D/A átalakítót használhatunk, megköveteljük, hogy a csonkítás következtében az átalakító ne vigyen a jelre további zajt, ezért
 - a megnövekedett zajt zajformálással távolítsuk el a hangfrekvenciás tartományból;
 - az áramkör lehetőleg minél kevesebb nagy precizitású elemet igényeljen.

Az előzőekben megismert eljárások az első három követelmény kielégítésére használható lehetőségeket biztosítanak, tehát csak ezeket kell megfelelően egymással kombinálni. A megoldások a negyedik feltételt is kielégítik, de ennek igazolásával nem foglalkozunk részletesebben.

Egy, az ismertetett elvek alapján felépített A/D átalakító fontosabb részeit a 6. ábrán mutatjuk be.

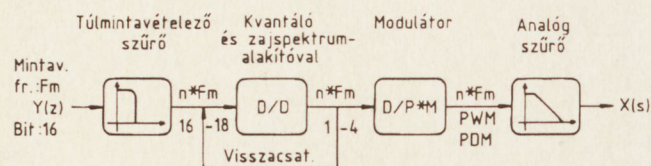


6. ábra. Túlmintavételező delta-sigma modulátor zajspektrum-alakítással az A/D átalakítóban

Az analóg oldalon egy egyszerű, rendszerint elsőfokú szűrő található. Ezt követi az n -szeres (8, 16, 64) túlmintavételező A/D átalakító, amely természetesen alacsony, 1–4 bit felbontással dolgozik. A tényleges hangfrekvenciás sávhatárolást lineáris fázisú FIR szűrővel oldják meg. A jelfeldolgozás közben szükséges kerekítés által keletkező zajjelet a viszonylag nagy szóhosszúsággal tartják alacsony szinten. Erre itt annál is inkább ügyelni kell, mivel a lineáris fáziskarakterisztikájú FIR szűrő fokszáma igen magas: tipikusan 64 vagy 128.

A szűrő kimenetén nagy mintavételi frekvenciájú, nagyfelbontású jel jelenik meg. A szóhosszúságot egy zajspektrum-alakítóval kombinált rekvantálóval, azaz delta-sigma modulátorral csökkentjük az átviteli rendszer által megengedett hosszúságra, a mintavételi frekvenciát egy decimátor szűrő csökkenti a kívánt értékre. Ennek legegyszerűbb változata, hogy minden n -edik kódot visszük át.

A delta-sigma modulátor D/A áramkörben való alkalmazásának elvét a 7. ábrán mutatjuk be.



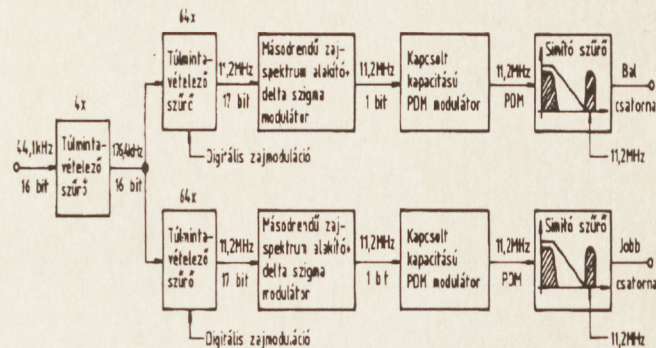
7. ábra. Túlmintavételező delta-sigma modulátor zajspektrum-alakítással a D/A átalakítóban

Az első fokozatban egy aluláteresztő, túlmintavételező szűrő a névleges mintavételi frekvenciát többszörözi. Az ezt követő kvantáló és zajformáló ezen a megnövelt mintavételi frekvencián olyan kisfelbontású, 1–4 bit hosszúságú kódsort állít elő, amelyben a zajenergia döntő

hányada a hangfrekvenciás tartományon kívül esik. Ebből a modulátor pulzusszélesség modulált (PWM) vagy pulzussűrűség modulált (PDM) jelet képez, amely egyszerű aluláteresztő szűrővel simítható.

A fenti ábrák természetesen csak az átalakítás elveit tartalmazzák. A gyakorlatban megvalósított kapcsolások rendszerint magasabb, legalább másodrendű integrátorral működnek.

Az elmondottak stúdiótechnikában való alkalmazására példaként megemlíthetjük a SONY Superbit™ Mapping System-jét. E rendszerben, szakítva a hagyományokkal, a K 1183 típusú rögzítő berendezés 44 100 kHz vagy 48 000 kHz mintavételi frekvenciájú 20 bit felbontású jelet rögzít. A kimenetén azonban képes zajmodulált 16 bites kódok kiadására is. A jelformálásban a fül szubjektív érzékenységét is figyelembe veszik, ugyanis a hallásküszöb frekvenciamentének megfelelően a zajspektrumban a 3–5 kHz közötti sávban egy minimumot hoznak létre. A SONY szakértői szerint a fenti rögzítőről a K 1203 1U SBM processzorral készített CD lemezek hangzása egyenértékű a 20 bites forrásanyagával.



8. ábra. A Philips Bitstream átalakítójának blokkisméjája

A D/A oldal gyakorlatban megvalósított számos kapcsolása közül a 8. ábra szemlélteti a Philips Bitstream átalakítójának blokkisméjáját.

3. A LEMEZALAPÚ STÚDIÓRENDSZEREK

A digitális lemezalapú jelrögzítők rendszerbe állítása (legyen az akár hang-, akár videotechnika) nemcsak egyszerűen egy újszerű rögzítési formát jelent, hanem alapvetően átalakította a stúdiótechnika utómunkálatti technológiáját és nagymértékben kiterjesztette annak lehetőségeit. Ezért a lemezalapú rendszereket nem egyszerűen egy új rögzítési formaként, hanem komplex rendszerként célszerűbb tárgyalni. Itt különösen szembetűnő a hagyományos, szalagalapú stúdiótechnikai eszközök célorientált áramkörti és rendszertechnikai felépítésével szemben a programozhatóság óriási szabadsági foka.

A lemezalapú rendszerek hatékony jelfeldolgozási lehetőségeit a következő megoldások biztosítják:

- A nyersfelvétel egyes darabjait önálló adatállományként kezeli (szegmentált file-szerkezet) és a felvétel során egy véletlen hozzáférésű memóriába írja be.
- Az utómunkálatok gyors és hatékony végrehajtásához a berendezés olyan szabadon programozható jelprocessor rendszert tartalmaz, amely egyidejűleg (minél) több be- és kimenő csatornát képes kezelni és valamennyi(!), a stúdiótechnikai gyakorlatban igényelt jelfeldolgozási feladatot képes megoldani.

- A kezdeti időszak gondja, nevezetesen, hogy gondoskodni kellett cserélhető adathordozón az adatállomány eredeti nyers vagy előfeldolgozott formában történő gyors elmentéséről, ill. visszatöltéséről, gyakorlatilag a cserélhető mágneses vagy lézerlemez hordozóval megoldódott.
- A lassú működésű soros tárolókat csak az adott formában valamely célra véglegesnek tekintett, „fogyasztáskész”, a rendszeren kívüli terjesztésre, sokszorosításra, azaz a mesterjelhordozó céljára használjuk.
- A rendszert számítógép vezérli, amely támogatja egy áttekinthető nyilvántartás vezetését az adatállományról, a funkciókat minél szemléletesebben megjelenítő képernyőkkel tájékoztatja a kezelőt a lehetőségekről, gondoskodik a kezelő által kiadott utasítások végrehajtásáról, az eredményesnek bizonyult utasításokat naplózza és lehetővé teszi az utasítássor szerkesztését, ill. tetszőleges későbbi időpontban történő ismétlését.

Egy ilyen „hagyományos” számítástechnikát és digitális jelfeldolgozást egyaránt tartalmazó rendszer elemeinek jellemzői évről évre gyorsan változnak, jelenlegi jellemzőit a következőkben ismertetjük.

3.1. A jeltárolók

- Ma a hangtechnikában szabványos 48 kHz-es mintavételi frekvencia és 16 bit felbontás csatornánként 768 kbit/s nettó adatáramlási sebességet jelent, azaz ugyanekkora memóriát igényel fajlagosan. Ez nagyobb időegységre és byte-ban kifejezve ismét csak csatornánként:

$$96 \text{ kbyte/s} = 5,76 \text{ Mbyte/perc} = 345,6 \text{ Mbyte/óra}$$

- Ez néhányszor 10 perc időtartamra könnyen (és a fejlődés haladásával egyre könnyebben) megvalósítható a mai 16–64 Mbit kapacitású félvezető RAM-okkal. Így e rendszerek 5–20 perc kapacitású, operatív hangadat-tárral rendelkeznek.
- Az elmúlt években kifejlesztett nagy írássűrűségű 12,5–20 cm-es mágneses merevlemez tárolók oldalankénti kapacitása 0,3–2 Gbyte nagyságrendű, tehát egy lemezen is többórás kapacitás érhető el. Ezért a mágneslemez a fő jeltároló szerepét tölti be.
- Az optikai lemez tároló ma már legtöbb esetben egyenrangú a mágneses tárolóval és a legtöbb funkció betöltésére alkalmas. Kapacitását tekintve alkalmazható a mágneslemez-tároló mellett (helyett) a nyers felvételek véletlen hozzáférésű melléktárolójának. A lemez betöltheti a cserélhető háttértár szerepét is. Ma már erre a célra nem kell esetenként külön beírást, ill. elmentést szervezni a mágneslemez-tároló közreműködésével.

3.2. A jelprocesszorok

A jelprocesszorok tízéves történelme igen radikális fejlődéssel járt együtt. Az első programozható 16 bites jelprocesszorokkal szerzett tapasztalatok azt mutatták, hogy a stúdiótechnikai berendezésektől elvárható minőségi igény 24–32 bites pontossággal oldható meg. Az elmúlt öt évben kifejlesztett, nagyobb felbontású processzorokban egyúttal a működési sebesség is megnövekedett 5 MIPS-ról 50–100 MIPS nagyságrendre. Megjelentek a lebegőpontos aritmetikák és a több művelet egyidejű végrehajtása. A soros, párhuzamos és a kombinált (szisztolikus) többprocesszoros architektúrákkal egyre bonyolultabb jelfeldolgozási algoritmusok valósíthatók meg egyidejű üzemmódban. Emellett a

véletlen hozzáférésű lemez memóriában elhelyezett műsorjel is eredményesen processzálható.

3.3. A műsorhordozók

Egy tartalmában komplett felvételt sokféle hordozón és egymástól kisebb–nagyobb mértékben eltérő hangzással és összeállításban kell a felhasználó rendelkezésére bocsátani. A hordozók lehetnek:

- 6,25 mm-es hangszalag,
- videoszalag vagy videokazetta hangcsíkja,
- digitális videokazetta,
- DAT kazetta.

A felvétel hangzását is befolyásolhatja a felhasználási cél, amely lehet:

- hanglemez (az igény egyre inkább csökken),
- műsoros kazetta,
- kompakt lemez,
- Mini Disc,
- Digital Compact Cassette,
- rádióműsor,
- video- vagy film-kísérőhang.

3.4. A vezérlő számítógép

Napjank személyi számítógépei és az árban egyre könnyebben hozzáférhető munkaállomások mind operatív és háttérmemóriájukat, mind processzási teljesítményüket tekintve elegendő erőforrással rendelkeznek egy viszonylag bonyolult stúdiótechnikai rendszer felügyeletére és vezérlésére. Egyes cégek célszámítógépet fejlesztettek ki a vezérlésre. A hagyományos számítógépek közül az ATARI és a Macintosh APPLE gépek, a SUN és a VAX munkaállomások használatosak, de mellettük IBM AT kompatibilis gépekkel és újabban Laptop számítógépekkel is találkozunk. Hatékonyágukat az aritmetikai koprocesszorokkal is fokozzák. Meg kell azt is jegyezni, hogy a számítástechnikai, tehát a vezérlési funkciók ellátására a gép a saját merevlemez tárolójára támaszkodik, a jeltárolás egy második lemezrendszeren valósul meg.

3.5. A vezérlő programok

A rendszervezélő programok meglehetősen egyedi felépítésűek, mivel ezeknél tág tere van a rendszerprogramozó fantáziájának. A tartalomban és a kezelési elvekben lényeges eltérés van a ma működő berendezések között. A programkészítésbe fektetett munkát leginkább az jellemzi, hogy ez a ráfordítás egyes cégek nyilatkozata szerint eléri a 10–20 munkaévet. A rendszervezélő program főbb feladatai (a teljesség igénye nélkül) a következők:

- a jelprocesszorok mikroprogramjainak felügyelete,
- a hangminták forgalmának irányítása,
- a stúdiótechnikai funkciók felügyelete,
- a kezelői utasítások felkínálása és fogadása,
- a kezelő szervek állapotának regisztrálása,
- a képernyőkép generálása,
- a hangadattár nyilvántartása,
- eseményregisztrálás.

3.6. A jelfeldolgozó programok

A lemezalapú rendszerek időköddal működnek, amelynek már a felvétel készítésénél is jelentkező nagy előnye, hogy a nyers felvétel minden részlete azonnal, várakozás nélkül elérhető, lejátszáskor a belépés időpontja, időtartama igen pontosan szabályozható. Az utómunkálatokra

kifejlesztett, digitális jelfeldolgozó berendezéssel természetesen minden hagyományos munka kivitelezhető. Tehát alkalmasak a berendezések a nyers felvételek montírozására, a sokcsatornás üzemmódban a keverő tevékenység támogatására, de olyan előnyöket nyújtanak és velük olyan feladatok is megoldhatók, amelyekre a hagyományos eszközökkel egyáltalán nincs lehetőség. Ilyenek többek között:

- Az elektronikus szerkesztésnél a nyers felvétel érintetlen marad, más változat összeállításához is felhasználható (soft editing), a szerkesztés eredményét egy vagy több szerkesztési listában tárolja a berendezés.
- Az elektronikus szerkesztés paraméterei: az átkeverés helye, időtartama, a burkoló alakja, az esetleges szint- és hangszínkorrekciók paraméterei is bekerülnek a szerkesztési listába.
- A kritikus vágási helyek több változatban is elkészíthetők és közvetlenül összehasonlíthatók.
- Az impulzusszerű zajok kivágása után az eredeti jelszakasz a környezetből interpolálással jó közelítéssel helyreállítható.
- Archív felvételek felújításánál nagyon rugalmas, adaptív szűrőtechnikát lehet használni.
- A hangmagasság és a tempó széles határok között, egymástól függetlenül vagy szabadon kombinálva transzponálható (1:2–1:4).
- A sokcsatornás magnó is szimulálható a rendszerrel, a csatornák azonban nincsenek mereven egymáshoz kapcsolva, azok jelei időben is és a csatornák között is szabadon áthelyezhetők.
- A sokcsatornás keverés könnyen automatizálható.

- A sokcsatornás technikában bizonyos határok között a játékidő és a csatornaszám egymásba konvertálható.
- A műsor bármely pontja várakozás nélkül elindítható.
- Film- és videofelvételek kísérőhangjának szerkesztése igen gyorsan és hatékonyan oldható meg.
- A kísérőhang kép- és ajakszinkronitása a korábbinál sokkal finomabban szabályozható.
- Zenei hangok szintézise és átformálása (reszintézise) a rendszerbe integrálható.
- A rendszer az egyik üzemmódról a másikra a program átváltásával azonnal átállítható.

A következő táblázatban egy tömör összehasonlítást közlünk a különféle jelhordozóval végzett montírozási munka legfőbb jellemzőiről.

Editálás, montírozás			
Hordozó	Módszer	Minőség	Jellemző
ANALÓG			
Mechanikai lemez	—	—	—
Mágnesszalag (kétsatornás)	Kézi vágás	Destruktív	Gyors
Mágnesszalag (sokcsatornás)	Másolás	Nem destruktív	Minőségromlás
DIGITÁLIS			
Mágnesszalag (kétsatornás)	Kézi vágás	Destruktív	Gyors
Mágnesszalag (sokcsatornás)	Másolás	Nem destruktív	Hosszadalmas
Digitális kazetta	Elektronikus	Nem destruktív	Hosszadalmas
Digitális lemez	Számítógép-vezérelt	Minőségmegőrző	Rugalmas, gyors

DIGITAL STUDIO TECHNICS

F. TAKÁCS

TECHNICAL UNIVERSITY OF BUDAPEST
DEPARTMENT OF TELECOMMUNICATIONS

The author surveys those topics of digital audio systems which resulted in the most significant progress of the area. These are the oversampled converters, the digital tape recorders, the hard disc audio systems, the MIDI in the electronic music and the bitcompressed recording and transmitting systems. The result of the study is, that the technical conditions are established to develop special digital parameters of the professional, semiprofessional and consumer audio technics.



Takács Ferenc okl. villamosmérnök, 1951-től dolgozik a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karának Híradástechnikai Tanszékén. Számos tárgy (Rádiótechnika, Adástechnika, Elektroncsövek, Alkatrészek, Jelrögzítés) oktatása mellett behatóan foglalkozott korábban a sztereótechnika, később a digitális hangtechnika különböző területeivel. E tevékenységével párhuzamosan 1960–1991 között a Magyar Hanglemezgyártó Vállalat főmérnöke, ill. műszaki igazgatója volt. E munkakörében irányító szerepe volt a korszerű hanglemez- és műsoros kazettagyártás felépítésében és technológiájának kidolgozásában, a digitális hangfelvétel technika hazai bevezetésében. Kandidátusi disszertációját 1970-ben védte meg a sztereó hangfelvételtechnika témaköréből. Kutatói tevékenységét több mint hetven cikkben, konferencia előadásban, kutatási jelentésben tette közzé. Az MTA Akusztikai Komplex Bizottságának, a HTE-nek, az OPAKFI-nak és az AES-nek tagja. 1991-től az utóbbi Magyar Tágozatának titkára.

DIGITÁLIS RÁDIÓMŰSORSZÓRÁS (DAB)*

FRANK MÜLLER-RÖMER

BAYERISCHER RUNDFUNK
MÜNCHEN

Ma a digitális jelfeldolgozás lehetővé teszi az audio- (hang-) jelek (vagyis teljes rádióműsorok) digitalizálását, és az emberi hallás „analitikus tulajdonságának” segítségével pszichoakusztikus jelenségek felhasználását az adatmennyiség jelentős csökkentése érdekében. Egy CD-re rögzített sztereójel 1411 kbit/s bitrátája így 192 kbit/s-ra (tehát 8:1 arányban) csökkenthető a rádióműsoroknál (az IRT /Institut für Rundfunktechnik/ MUSICAM eljárása). Ennek a drasztikus adatcsökkentési eljárásnak a használatával a jövőben lehetséges lesz frekvenciatakarékos digitális adástechnika alkalmazása a földi adóhálózatoknál (a CCETT, Rennes COFDM eljárása). A Digital Audio Broadcasting (DAB), amelyet ezen eljárás felhasználásával fejlesztettek ki, az NSZK-ban 1995-től bevezethető, és középhátvon (10–15 év alatt) ki fogja váltani az FM-rendszert. Ha ezt az eljárást a műholdas műsorszórásban is alkalmazni fogják (vagyis az 1,5 GHz-es sávban), akkor a jövőben lehetséges lesz a nagy területű országok beszórása mind a műholdas adás, mind a földi adók segítségével (az utóbbi főleg az agglomerációk számára).

Ez a rendszer frekvenciatakarékos és kiváló vételi minőséget biztosít.

1. BEVEZETÉS

A Német Szövetségi Köztársaságban a közszolgálati rádiók már néhány év óta vitatják azt a kérdést, hogy a rádióprogramok jelenlegi, URH sávban való továbbítása a jövőben is kielégíti-e a hallgatók igényeit:

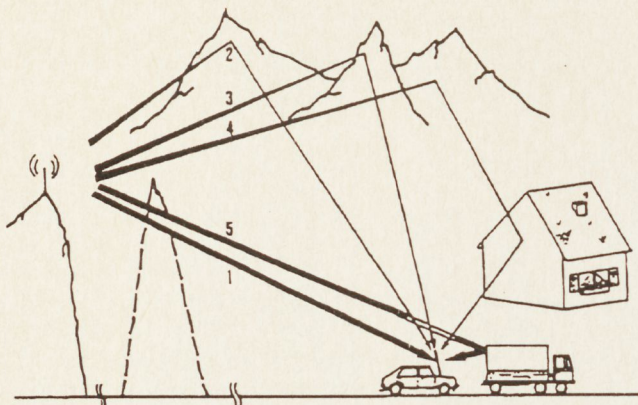
- A vételi viszonyok romlása az URH sáv egyre nagyobb zsúfoltsága miatt, a különböző „modulációjavító” eljárások, mint a kompresszió, az „OPTIMOD”-készülékek alkalmazása következtében előálló kölcsönös zavarok egyre több panaszt váltanak ki a rádióműsorok hallgatóságából. Különösen érvényes ez a kis, hordozható, antennacsatlakozás nélküli készülékekkel való rádióvétellel és főleg a mozgó gépkocsiban való rádiózásra, mert az URH-rendszereket egyáltalán nem erre a feladatra tervezték és kiviteleztek. Az 1982-ben és 1984-ben Genfben megrendezett Nemzetközi Igazgatási Értekezleteken az URH-ellátottság tervezésénél a vételi irányba 12 dB-es nyereségű irányított antennát vettek alapul.
- Figyelembe véve az URH sáv zsúfoltságát Közép-Európában, az olcsó URH-vevőkészülékek, amelyeket tömegáruként állítanak elő a világpiac részére, gyakran túl gyenge stabilitással rendelkeznek az országos hálózatoknak a városoktól távolabb elhelyezett adóinak vételénél, összehasonlítva ezt a városban lévő kis helyi adók vételével, és kicsi a szelektivitásuk is. Magának az URH-rendszernek a technikai javítása aligha lehetséges. A Telefunkon részéről néhány évvel ezelőtti javasolt „Hi-com” kompander rendszert nem lehetett bevezetni, mivel — különösen a régebbi műsoranyagok tekintetében — nem volt kompatibilis. A müncheni Institut für Rundfunktechnik (IRT) javaslatára a változtatható dinamikájú rendszerre a későbbiekben még részletesebben kitérünk.

Az „analóg” URH-rádió műszaki szabványa lényegében az ötvenes és hatvanas évekből származik. A digitális technika bevezetése a hangtechnikába a rádiószerkezeteket a jövőben egy alapvető probléma elé állítja:

A kompakt lemezzel (CD), a digitális kazettás magnóval (DAT) és az év őszén piacra kerülő digitális kompakt ka-

zettával (DCC) az URH-rádió olyan konkurenciát kapott, amely a zene — vagy egészen általánosítva — a műsorok reprodukálását jobb, méghozzá hallhatóan jobb minőségben teszi lehetővé. A Sony cég Mini Disc rendszere (MD), amelyre a rádióhallgató maga is készíthet felvételt, vagyis a „felírható” lemez, ugyancsak ez év őszén jelenik meg. Ezzel a digitális közszükségleti felvevőberendezéssel bárki készíthet digitális felvételeket, ill. mindenki számára lehetővé válik digitális műsorok átjátszása; természetesen a kereskedelemben meg fognak jelenni a felvétellel ellátott digitális kazetták és mini-disc-ek is a CD-nél megszokott minőségben. Ezek a digitális kommersz készülékek a rádióműsorszórás számára olyan minőségi mércét állítanak, amely az analóg URH-rendszereket jóval felülmúlja. Az 1989-es berlini Funkausstellung óta a DSR rendszerben (Digitális Satellit Rádió) műholdon keresztül sugárzott 16 rádióműsört hasonló digitális minőségben viszik át. A földi URH-ellátás tehát — amely továbbra is a rádióműsorok szétosztásának a súlypontját képezi — két oldalról is lényegesen jobb technikai minőség közé szorul. Így a földi adóhálózattal kisugárzott URH-műsorokat illetően olyan helyzet alakul ki, hogy a hallgatók által készen megvásárolt műsorok a rádióval összevetve annál sokkal jobb minőségben hallgathatók. A közszolgálati rádiók, amelyeknek a tartalmi alapellátás mellett a technikai alapellátást is biztosítaniuk kell, továbbá a privát rádiótársaságok éppen ezért nagy figyelmet szentelnek ennek a műszaki fejlődésnek. Úgy érzik, rá vannak kényszerítve arra, hogy új utakat keressenek a digitális műsorosztás felé. A rádiószervezetek műsora és a kereskedelem által kínált digitális minőségű program közötti jövőbeni „versenyt” nem szabad a hallgatóhoz vezető átviteli utak közötti műszaki eredetű minőségi különbségnek megterhelnie. A hallgatók igényt tartanak arra, hogy a műsorokat a lehető legjobb minőségben vehessék. Éppen ezért a rádió, de a tv számára is kényszerűen és sürgősen szükséges új földi adásrendszerek kifejlesztése a digitális rádiócsatornák igénybevételével. A jövőben a vétel nem romolhat az állomások jelének csökkenése vagy reflexiók miatt (többutas vétel, lásd az 1. ábrát), hogy csupán két példát említsünk.

* Exkluzív publikáció a Híradástechnika részére



1. ábra. Többutas vétel. 1 — közvetlenül érkező hullám; 2–5 egyszer vagy többször reflektálódott hullám

2. AZ ELSŐ GONDOLATOK EGY KÖVETKEZŐ URH-RENDSZERŐL

A digitális kódolású földi rádióműsorszórás kérdésének fontolgatása és vizsgálata 1980-ban kezdődött el az Institut für Rundfunktechnik-ben (IRT). A forrás-kódolási eljárás állandó javításával, ahol az adatmennyiség csökkentéséhez az emberi hallás redundancia- és irrelevancia-csökkentési képességét használták fel, kirajzolódott az a lehetőség, hogy az URH sáv egyetlen jelenlegi sáv szélességű csatornájában egy digitálisan kódolt sztereóműsor átvihető. Dr. Plenge professzor dolgozta ki az erre vonatkozó első javaslatokat.

A Bajor Rádió (Bayerischer Rundfunk) meghívására 1981-ben a digitális URH-rádiózás témájában egy vitarendezvényre került sor, amelyen Dr. Klimek professzor a DLR-től, Dr. Musmann professzor a Hannoveri Műszaki Egyetemről részletesen beszámoltak a témában folytatott vizsgálataikról. A durva becslés azt mutatta, hogy elvileg lehetséges az URH sávban egy mai definíciónak megfelelő FM-csatornán egy digitálisan kódolt sztereójel átvitele.

Akkori szemszögből nézve ennek a megfontolásnak az alapfeltételei — az akkor még konkrétan nem meghatározott, 104–108 MHz közötti URH sáv felhasználását figyelembe véve — az alábbiak voltak:

- az átvitel műszaki minőségének érzékelhető mértékben meg kell haladnia egy jelenlegi adóét;
- az azonos és a szomszéd csatornában dolgozó adók által okozott vételromlás nem lehet nagyobb az URH adókra jelenleg érvényes értékeknél, és
- a digitális adó ellátottsági területének legalább azonosnak kell lennie egy hagyományos URH-adóéval.

Az Institut für Rundfunktechnik (IRT) a Bajor Rádióval közösen 1985-ben végezte az első adáskísérleteket a Gelbsee-nél, egy Ingolstadt-tól északra fekvő adóval. Ez alkalommal összehasonlító méréseket végeztek az ugyanazon adóval hagyományos módon (URH-FM) kisugárzott műsorokkal az azonos és a szomszéd csatornában dolgozó adók által okozott zavartatásra és hatósugárra vonatkozólag. Ekkor kiderült, hogy az a gondolat, miszerint az URH sáv egyes csatornáit lehetne felhasználni a digitálisan kódolt moduláció kisugárzására, nem realizálható. Az előzetes várakozásokkal szemben a digitálisan modulált jel

jobban zavarta az FM adókat, mint egy tisztán analóg-modulációjú jel. Ezért a digitálisan modulált adó teljesítményét lényegesen csökkenteni kellett volna, aminek következtében viszont az ellátott terület is nagymértékben beszűkült volna. Az adáskísérletek egyértelműen megmutatták, hogy milyen előfeltételeket kell teljesíteni a földi digitális rádiózás bevezetéséhez:

- kizárólagos használatú frekvenciatartomány a digitális földi rádióműsorszórás számára;
- az adóhálózat kiépítése, ill. a meglévő adóhálózat sűrítése.

Jóllehet 1985-ben még teljesen tisztázatlan volt, hogy a digitálisan kódolt rádióműsorok egyszer majd melyik frekvenciatartományban lesznek sugározhatók, az ARD rádiószervezetei és az IRT megállapodtak, hogy kezdeményezik egy project elkészítését a digitális földi rádióműsorszórásról (Digital Audio Broadcasting — DAB).

1986 elején a Kutatási és Technológiai Szövetségi Minisztériumban (Bundesministerium für Forschung und Technologie — BMFT) került sor az első ülésre a német, francia és holland ipar, valamint a német kutatóintézetek képviselőinek részvételével, azzal a céllal, hogy egy nagy és lehetőleg európai kutatási és fejlesztési programot készítsenek elő, amely a DAB fejlesztésével és kipróbálásával foglalkozik.

3. EUREKA-PROJECT EU 147

1986-ban a stockholmi európai miniszteri értekezleten dördült el a startpisztoly az „Eureka Project EU 147” — Digital Audio Broadcasting (DAB) számára, amelynek keretében négy éves időtartamú (1987–1991) kutatási és fejlesztési tevékenységet terveztek mintegy 80 millió DM és 360 emberév ráfordítással. Egyedül a BMFT 30 millió DM költséggel vesz részt ebben a programban. Mint a project kezdeményezője, a Német Szövetségi Köztársaság vállalta magára a kutatási rész legnagyobb hányadát. Az AEG, a Boschen-Blaupunkt, a Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt (a Légiközlekedési és Űrutazási Német Kutatóintézet, DLR mint témavezető), a Fraunhofer Gesellschaft, a Forschungsinstitut der Deutschen Bundespost Telekom (a Német Szövetségi Posta Kutatóintézete), a Grundig A.G., az Intermetall, az Institut für Rundfunktechnik (IRT) és a Deutsche Thomson-Brand voltak az NSZK-beli partnerek. Franciaország részéről a Rádió- és Távközléstechnikai Kutatóközpont (CCETT), HOLLANDIÁBÓL a Philips és Nagy-Britanniából a BBC vesz részt a programban.

1991 őszén az a döntés született, hogy az EU 147 Project-et egy második szakaszban (1992–1994) összesen 45 millió DM (kb. 170 emberév) ráfordítással tovább kell folytatni. A második szakasz fejlesztési munkáinak súlypontját a következő feladatok képezik: az egyes rendszer-specifikációk teljessé tétele, speciális integrált áramkörök kifejlesztése és olyan tömegkommunikációs szolgáltatások megfontolása, amelyek mint kiegészítő szolgáltatások a DAB-nál bevezethetők. Erre néhány példa: közlekedési információk és útvonalkijelölő rendszerek, adatátvitel zártkörű felhasználói csoportok számára stb.

A második szakaszban olyan cégek is bekapcsolódnak a munkába, amelyek tevékenysége annak lényeges célkitűzéseihez szorosan van (pl. Rhode und Schwarz — mérés-technika, adástechnika és a Siemens — félvezetőtechnika).

4. DIGITAL AUDIO BROADCASTING (DAB)

4.1. Feladatkitűzések és követelmények

Az Eureka Project keretében 1987-ben az NSZ közszolgálati rádiószervezeteivel közösen az alábbiak szerint fogalmazták meg a feladatot és a követelményeket:

- *Kiváló minőségű digitális átviteli eljárás*

Zavarmentes jelátvitelt kell biztosítani az alapparaméterekben (zaj, torzítás stb.) kifejezhető jobb hangminőség mellett, szemben a hagyományos URH többutas vételnél jelentkező erős zavartatásával és ugyanakkor a lehető legkisebb sávzsélességet igénybevéve. A rádiócsatornának transzparensnek kell lennie. (Ez azt jelenti, hogy a jelnek a csatorna kimenetén ugyanolyan minőségben kell megjelennie, mint ahogy a bemenetre került. — A fordító megjegyzése) A feladatkitűzéstől függően és a forráskódolás jelenlegi, valamint jövőbeni fejlődési állapotának megfelelően jövőbeli, várható fejlesztések alkalmazása is legyen lehetséges a sztereójel-átviteltől a sokcsatornás „térhangig” (Raumklang), ill. az adáshoz szabadon hozzárendelhető adatátvitelig.

A sztereóhangtól a térhangig terjedő továbbfejlesztés lehetőségére már csak a CD-vel való „versenyképesség” miatt is különösen ügyelni kell. Egy új, a következő 50 évre vagy esetleg beláthatatlan időre szóló digitális földi átviteli rendszernek megfelelő perspektívával kell rendelkeznie.

- *Korlátozás nélküli mobil, hordozható és állandóhelyű vétel*

Szemben az URH-rendszerrel, amelynél egy 12 dB-es nyereségű irányított vevőantenna a hálózattervezéskor és így a kifogástalan vétel érdekében is előfeltétel volt, a Digital Audio Broadcasting-ot (DAB) úgy kell értelmezni, hogy kifogástalan vételt biztosít hordozható készülékeknel (botantennával) és a gépjárművekben is.

Ma nagyjából csak minden ötödik URH-vevőkészülék csatlakozik URH irányított antennára, ill. a Német Szövetségi Posta Telekom kábelrendszerére. Öt vevőkészülékből négy botantennával vagy autóantennával veszi az adást. Egy jövőbeni digitális rendszer tervezési kritériumainál ezt figyelembe kell venni. A jövőben a kifogástalan DAB-vételnek minden rádiókészülékkel lehetségesnek kell lennie.

- *Átviteli kapacitás*

Ma az NSZK-ban átlagosan 6 URH-sztereóműsor fogható országosan (az egyes régiókra, ill. szövetségi köztársaságokra vonatkoztatva). Ehhez jönnek a helyi műsorok, egyes városokban egészen hat programig. Az EU 147 Project keretében a rendszerfejlesztés célkitűzése ezért az volt, hogy minimálisan ezt a műsormennyiséget lehessen kisugározni olyan vidékekre is, ahol különböző rádiószervezetek ellátottsági területe egymással érintkezik. Ez egyaránt érvényes a körzeti (regionális) és helyi (lokális) ellátottsági területekre.

- *Átviteli kapacitás kiegészítő információk számára*

A jövőbeni DAB-rendszernek nagykapacitású adatátviteli csatornákkal kell rendelkeznie a kiegészítő (másodlagos) információk átviteléhez (pl. közlekedési információk, vezérlőjelek, műsorazonosító jelek, radiotext stb.). Így például elképzelhető, hogy a rádióműsorokat tehermentesítik a főműsorral párhuzamosan átvihető — a hallgató által azon-

ban hallgatni nem kívánt — hosszabb közlekedési információktól és ezeket az információkat a vevőkészülékben mesterséges beszédkódolással állítják elő. Ilyen esetben az átvitt vezérlőimpulzusok a vevőkészülékben akusztikusan előállítják az egyes szavak szótagjait; ebből aztán maga a híradás „mesterséges beszéd” formájában áll elő. További kiegészítő információként szóba jöhet közlekedési útkereső vagy útmutató rendszer is (lásd még a Bevezetés-ben).

Ezen túlmenően az Institut für Rundfunktechnik (IRT) javasolta a „változtatható dinamika” elnevezésű rendszer tervbe vételét is. Ennél a rendszernél a stúdió-oldalon egy dinamika-vezérlőjelet állítanak elő, amelyet (nem hallható módon) a műsorral együtt átvisznek. Ezáltal lehetővé válik a dinamika, vagyis a hangos és a halk műsorrészek közötti arány egyéni beállítása és így a különböző lehallgatási körülményekhez (pl. lakás, autó stb.) való alkalmazkodás. A jelenlegi URH rádió utódrendszerének, mint kiváló minőségű átviteli rendszernek természetesen biztosítani kell azt a lehetőséget, hogy a műsort a lehető legnagyobb dinamikával vagy kedvezőtlen lehallgatási körülmények között, mint pl. gépkocsiban, tudatosan csökkentett dinamikával jól és érthetően lehessen fogni.

5. A DIGITAL AUDIO BROADCASTING (DAB) RENDSZER

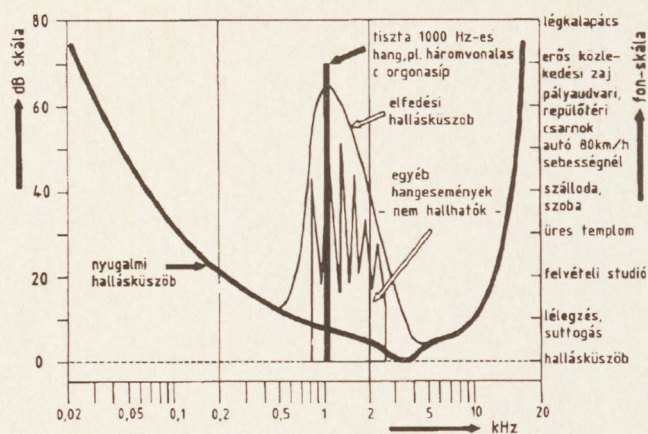
Az Eureka Project EU 147 első szakaszának lezárásával 1991 végén egy olyan Digital Audio Broadcasting (DAB) rendszer került előterjesztésre, amely megvalósítható. A project valamennyi, tudományos és műszaki szempontból rendkívül igényes problémáját meg tudták oldani; a rendszert kísérleti berendezésekkel demonstrálták és megvizsgálták. Különösen két témakör igényelt sok munkát és ráfordítást:

- *Forráskódolás*

A rádióműsorok földi kisugárzásánál a digitális átviteli rendszerek bevezetését a nagy sávzsélesség, vagyis a nagy frekvenciaigény akadályozta.

Modern forráskódolási eljárások segítségével a technika mai állása mellett lehetséges az átvihető adatmennyiséget igen jelentősen csökkenteni: míg a CD-nél a sztereójelhez 1411 kbit/s-os adatáramlás szükséges, addig a javarészt az IRT által kifejlesztett MUSICAM (Masking pattern adapted Universal Subband Integrated Coding and Multiplexing) eljárás alkalmazásával ez az érték 192 kbit/s-ra csökkenthető. Ez az átvihető adatmennyiség hetedrészére való redukálását jelenti.

Az adatmennyiség csökkentését speciális eljárások és algoritmusok teszik lehetővé, amelyek az észlelés pszichoaakusztikus jelenségeit is figyelembe veszik: a jelentős adatcsökkentés ellenére az ember nem tud különbséget tenni a vevőkészüléken érkező és az eredeti jel között. Olyan információkat, amelyeket az ember nem tud észlelni, az adatáramlásban sem szükséges átvinni. A 2. ábra mutatja a DAB-nál ezt a jelenséget: a nyugalmi hallásküszöb, ill. egy másik hang (vagy természetesen más hangok) elfedése miatt megemelkedő hallásküszöb alatti zajok nem hallhatók. A megfelelő adatok kiszűrése a szubjektív hallásbenyomást nem változtatja meg. A rádióban átvihető frekvenciasáv-
nak keskenyebb sávokra való felosztása és az egyes sávokba tartozó jel külön-külön való feldolgozása további adatcsökkentést tesz lehetővé. A részletek megtalálhatók Prof. Dr. Plenge egy erre vonatkozó cikkében [1].



2. ábra. Adatcsökkentés a MUSICAM rendszernél a nyugalmi és az elfedési hallásküszöb figyelembevételével

Az Institut für Rundfunktechnik (IRT), a Philips cég és a CCETT francia kutatóközpont által közösen benyújtott MUSICAM (részsvékódolási) eljárásra vonatkozó javaslat tal párhuzamosan az erlangeni Fraunhofer Gesellschaft együttműködve a hannoveri Deutsche Thomson-Brand (Telefunken) céggel, előterjesztette az ASPEC (transzformációs kódolás) rendszerjavaslatot, amellyel ugyancsak jelentős adatcsökkentés érhető el a digitális rádiójelnél.

Az Európai Rádióunió (EBU) széleskörű lehallgatási vizsgálatában 1989-ben a BBC-nél Londonban, valamint 1990/91-ben az ISO/IEC-nél (International Standards Organisation/International Electrical Commission) a MUSICAM kiválóan szerepelt és a versenyből győztesként került ki. Ezzel párhuzamosan további javításokat eszközöltek. A sztereó rádióműsorok kisugárzásánál a jövőben a sztereóredundanciát is figyelembe lehet venni, ami az adatmennyiség további redukciójához vezet, egy jó minőségű sztereóműsor számára éppen ahhoz az említett 192 kbit/s értékhez.

1992 elején a „Mozgóképek szakértői csoport” (Moving Picture Expert Group – MPEG) nemzetközi egyezsége jutott a MUSICAM forráskódolási eljárás tekintetében (mint 2. réteg = Layer 2):

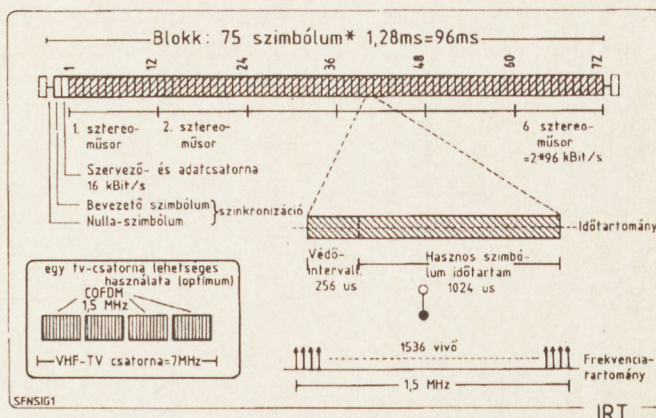
A jövőbeli fejlesztésnél tervezik az ASPEC-rendszerjavaslat egyes részleteinek és ezáltal a transzformációkódolás elemeinek bevonását a további adatmennyiség-csökkentés érdekében. Az Eureka Project EU 147 rendszerjavaslatot ezért úgy alakították ki, hogy a sztereójel 192 kbit/s-os adatfolyamát 32 kbit/s-os részblokkokra osztják, s ezáltal a javított adatcsökkentő eljárásoktól függően a sztereójel átviteléhez kisebb adatáram (pl. 160 kbit/s vagy 128 kbit/s) is elegendő lesz, vagy a nagyobb adatfolyam (192 kbit/s és 128 kbit/s mint kompatibilis kiegészítő) felhasználható ötszörös hangjel (térhang) átvitelére. A hanglemezipar már ma felkészül erre a továbbfejlesztésre, mint valamilyen esemény akusztikus leképzésének javított lehetőségére, és egyre többször készít sokcsatornás felvételeket pl. koncertekről. Itt is érvényes, hogy hosszútávon biztosítani kell a rádió esélyegyenlőségét a hallgató által a lemezboltban megvásárolt „szoftver”-rel.

• Átviteli eljárás

A Rennes-ben lévő francia kutatóintézet, a CCETT kifejlesztett egy olyan speciális szélessávú átviteli rendszert,

a COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex) eljárást, amelynek segítségével a különböző úthosszakon terjedő rádiójelek (a jel vétele direkt úton és a hegyekről vagy épületekről reflektálódó ugyanazon jel vétele; l. az 1. ábrát: Többutas vétel) fizikailag meghatározott torzulása és az ebből adódó zavarok kiküszöbölhetők. Ez az eljárás, amelyet a DAB-nál alkalmaznak — speciális hibavédelem használatával mellett — egy transzparens digitális csatornát eredményez, amely használható pl. sztereóműsor vagy tet-szés szerinti adatok átvitelére.

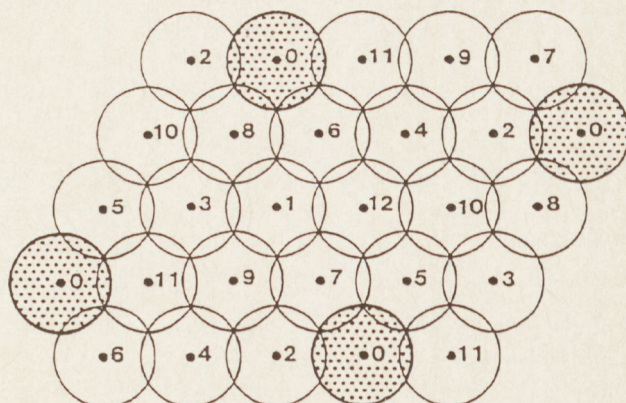
A 3. ábra mutatja, hogy hogyan történik pl. 6 sztereóműsor átvitele egy multiplex jel összesen 1536 vívőfrekvenciáján, amelyek egy 1,5 MHz széles frekvenciasávban vannak elosztva. A DAB-rendszer-nél ezen a módon egy-egy vívőnek az esetleges kiesése miatt bekövetkező zavar megfelelő hibavédő eljárással teljesen kompenzálható.



3. ábra. Közöshullámú hálózat COFDM-jele (Példa)

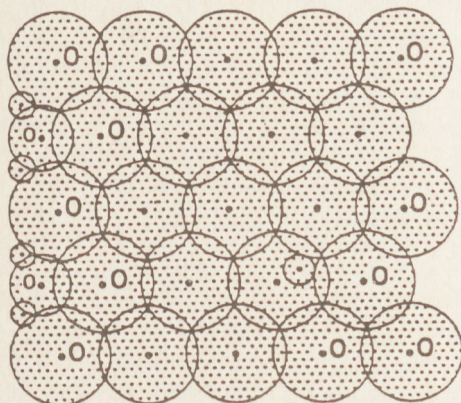
• Adóhálózatok

Az analóg adóhálózatoknál a fizikai adottságok miatt ugyanaz a frekvencia mindig csak nagyobb földrajzi távolságban használható újból, amely távolság természetesen függ a topográfiai viszonyoktól. A 4. ábra példaképpen bemutatja egy adott terület teljes befedését 13 különböző URH-frekvenciával (csatornával). Egy távolabbi — ugyanazt a frekvenciát használó — adó, mint „zavaróadó”, a terület ellátását biztosító adót csak csekély mértékben befolyásolhatja, nehogy az analóg jel minőségét hallható módon lerontsa.



4. ábra. Egyenletes URH-FM területi ellátás hagyományos tervezéssel (Példa 13 csatornára)

A digitális átviteli eljárással dolgozó rádiócsatornák a jövőben lehetővé teszik közshullámú adóhálózatok üzemeltetését is. Az ilyen digitális közshullámú hálózatok bevezetése figyelemreméltó gazdaságossághoz vezet a frekvenciafelhasználásban: egy rádióműsor kisugárzása a teljes ellátottsági területen csupán egyetlen átviteli csatornát igényel (vagy a megfelelő multiplex-jelnek egy részét). Az 5. ábrán látható: minél nagyobb az ellátandó terület, relatíve annál kevesebb frekvencia szükséges egy műsor átviteléhez. Így az NSZK-ban a ma URH-n kisugárzott műsort mennyiség DAB-bal való adásához csak mintegy 1/3 annyi frekvenciára van szükség, mint eddig.



5. ábra. Egyenletes területi ellátás közshullámú hálózattal

Annak érdekében, hogy az egyes frekvenciablokkokat lehetőleg gyakran lehessen ismételni, és a digitális közshullámú hálózatok további fizikai sajátosságai miatt az adóteljesítményt — a hagyományos URH-hoz viszonyítva — jelentősen csökkenteni kell, ill. lehet. Csak kis adóteljesítmények teszik lehetővé ugyanazon frekvenciablokk ismételt felhasználását nem túl nagy távolságra. Ezenfelül az ellátottsági terület peremén a zavarok minimalizálása érdekében irányított vevőantennákat kell használni, egészen 20 dB nyereségig [2].

A következő években lefolytatandó vizsgálatok és üzemi kísérletek adják majd meg a feleletet arra a kérdésre, hogy az adóhálózatokat ki kell-e egészíteni további, kisebb átvírázóadókkal. Átfogó DAB sugárzási kísérletek nélkül, amelynek eredményei alapján a megbízható frekvencia- és hálózattervezés lehetséges lesz, az URH-ról a DAB-ra való rendszerváltáshoz nem lehet hozzáfogni.

Az előző fejtegetés azonban azt is mutatja, hogy az URH-nál eddig megszokott határontúli vétel bizonyos korlátok között marad, és az ellátottsági területen kívül a vétel nagyobb mértékben csak stabil irányított antennákkal lesz lehetséges.

6. A DAB-RENDSZER ELŐNYEI

A hagyományos URH-rádióval szemben a DAB a következő döntő előnyöket nyújtja:

- A hallgatónak állandó és azonos kiváló vételi lehetősége van mozgó (mobil) és hordozható vevőkészülékkel is. Nem lesz többé jelcsökkenés, mint ahogyan az ma a mozgó autóban való vételnél szokásos.
- Az átvitel műszaki minősége megfelel a legmagasabb igényeknek és nem különböztethető meg az azonos bit-rátájú digitális hanghordozók minőségétől.
- A vevőkészülékek lényegesen egyszerűbben kezelhetők: a ma gyakran körülményes frekvenciaeresés (hangolás)

elmarad; ehelyett csak egy műsorazonosító számot kell a készülékbe beadni és a készülék automatikusan rááll a megfelelő programra.

- Távoli adók vétele — a határontúli vétel is — stabil irányított antennákkal kb. az eddigi mértékben továbbra is lehetséges lesz.
- A műsorhoz tartozó kiegészítő (másodlagos) információk megvalósíthatóvá teszik a beszéd — zene azonosító jel, műsor — műfaj azonosító jel átvitelét és a jövőben a változtatható dinamikát is nagyobb bit-rátával, mint ahogy ez az URH-nál lehetséges.
- Nagykapasitású adatcsatornák lehetőséget adnak további kiegészítő információk átvitelére (közlekedési információk és útvonalvezető rendszerek, adatátvitel zárt felhasználói csoportok részére stb.).

A rádiószervezetek számára az előnyök a frekvenciatartomány lényegesen gazdaságosabb kihasználásában rejlenek. A ma az URH-rádiózás rendelkezésére álló frekvenciamennyiség felhasználásával a rádiótársaságok a drótnélküli rádióvételnél is olyan sokféle műsort tudnak felkínálni hallgatóiknak, mint amilyent ma a satellit-vétel vagy a kábelhálózat biztosít [3].

Nem utolsó sorban a DAB tömegpiacot kínál az iparnak a legmodernebb, nagyintegráltságú chip-ek számára (16 M-technológiával) mintegy 600–700 millió új, többnormás rádióvevőkészülékkel számolva csupán Európában. A piaci potenciál (készülékeket véve számításba) mintegy évi 4–6 milliárd DM-ben adható meg.

7. DAB – AZ URH UTÓDRENDSZERE

Az elmúlt időszakban többször új frekvenciatartományokat nyitottak meg a rádiózás számára: a hosszú- és középhullámok kiegészítésekként 1949-ben megtörtént az URH-rendszer bevezetése és 1989-ben a DSR-rendszerrel megkezdődött a rádióműsorok továbbítása műholdon keresztül.

Az új rendszerek a hallgatók számára mindenkor jobb vételi minőséget és további, nagyszámú műsor vételi lehetőségét hozták magukkal és ezért rendkívül gyorsan elfogadottá váltak.

A DAB-bal is egy új rendszert kell a hallgatóknál bevezetni. Persze nem úgy, mint egy további szétosztórendszert a rádióműsorok számára, hanem mint az URH utódrendszerét a hosszabb idejű párhuzamos (simulcast) üzemeltetés szükségességével.

Az a célkitűzés, hogy a DAB-adásoknak az 1995-ös Funkausstellung alkalmával való beindításától kezdve először minden, jelenleg az URH-sávban sugárzott műsort párhuzamosan továbbra is kisugározzanak. Hogy ezt hogyan és mekkora frekvencia-igénybevétellel lehet megvalósítani — különösen a tartományi rádiók nagyszámú regionális adásait és a privát rádiótársaságok számos körzeti műsorát figyelembe véve (pl. Bajorországban és Északrajna-Westfáliában) — azt még részletesen tanulmányozni kell. Egy kb. 15 éves bevezető időszak után a DAB az URH rádió helyébe lép.

Egy olyan komplex, tudományosan és műszakilag igényes rendszernél, mint a DAB, a fejlődés természetesen nem áll meg. Így 1992 nyarán a Német Légiközlekedési és Űrutazási Kutatóintézet (Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt — DLR) híradástechnikai intézete a DAB-rendszer további javítására tett javaslatot. Egy közös

DAB-rendszer további javítására tett javaslatot. Egy közös megbeszélés keretében azonban a Szövetségi Posta és Távközlési Minisztérium (Bundesministerium für Post und Telekommunikation), a DAB-Plattform e.V. (bejegyzett egyesület), valamint a tudományos intézetek képviselői arra az eredményre jutottak, hogy új javaslatokkal, amelyek a legutóbbi időben kidolgozott tudományos megfontolásokon nyugszanak, nem szabad akadályozni a DAB-rendszer megvalósítását, amely most a piaci bevezetés (az előkészítés) fázisában van. Ezért az eredetileg kifejlesztett technikával folytatják a DAB-rendszert azzal az opcióval, hogy adott időpontban a továbbfejlesztést is figyelembe kell venni. Ezen túlmenően erőteljesebben tovább kell folytatni a forráskódolás javítására irányuló munkálatokat.

A DAB bevezetéséhez különös jelentősége van a kb. 15 éves párhuzamos (simulcast) üzemeltetéshez szükséges megfelelő frekvenciatartomány rendelkezésre bocsátásának. Az eddigi megfontolások abból indultak ki, hogy a III. sávban lévő 12. tv-csatornát kell felhasználni. Annak függvényében, hogy ez a csatorna a keleti szomszéd országokban (Ausztria, Lengyelország és a CSFR) milyen mértékben van igénybe véve nagy tv-adók számára, és hogy Franciaországban mennyiben használják más szolgálatok a 12. csatornát, Németország keleti részein, valamint a francia határ mentén más frekvenciasávot kell tervbe venni. Erre megoldásnak látszik az I. sávban a 3. csatorna egyes részeinek az igénybevétele. Bizonyos körülmények között — a tv-adóknál történő felhasználástól függően — a 11. tv-csatorna részei is felhasználhatók.

Az 1992. február 3. — március 3. között Malaga-Torremolinos-ban (Spanyolországban) megrendezett Rádiós Igazgatási Világértekezleten (WARC'92 — World Radio Administrative Conference) Németország egy olyan határozattervezetet terjesztett elő, amelynek értelmében legkésőbb 1996 végéig egy DAB frekvenciatervező konferenciát kell összehívni két üléssperiódussal, azzal a feladattal, hogy az 1984-es genfi tervnek megfelelő jelenlegi 87,5–108 MHz-es URH-sávot egy új DAB-frekvenciatervvel váltsák fel. Sajnos ez a német javaslat már a konferencia előkészítése során sem talált nagy támogatásra a szomszédos távközlési igazgatásoknál. Így nem csodálható, hogy a német határozattervezet a konferencia résztvevőinél nem kapott többségi igent. Ismételten utaltak arra, hogy egy sor ország az analóg FM-rendszert (az URH-t) hosszútávon továbbra is használni szándékozik. Az országok egy része (pl. Kanada) azt az álláspontot képviselte, hogy a DAB-rendszerű digitális rádiót az 1,5 GHz-es tartományban kell megvalósítani.

Az Igazgatási Világértekezlet (WARC'92) az 1,452–1,492 GHz-es frekvenciatartományt — az USA és Mexiko kivételével — világszerte elsődleges felhasználási alapon a rádiózás, a műholdas rádióműsorszórás számára jelölte ki. Ezzel lehetővé válik műhold segítségével nagy területek ellátása rádióműsorral, amely hordozható készülékekkel és autórádióval is vehető.

Egy lábjegyzetben, amelyet Németország terjesztett be, s amelyhez számos más ország csatlakozott, a jelenleg ezt a frekvenciát használó, meglévő szolgálatok védelme érdekében lerögzítették, hogy a rádiózás számára történt kijelölésnek 2007. április 1-ig csak másodlagos státusza van. 1998-ig tervezési konferenciát kell összehívni a műholdas rádiózás témakörében. Addig az 1,467–1,492 GHz-es frekvenciasávot csak a szomszéd államokkal történő egyeztetés alapján lehetséges használni.

Néhány európai országban is, különösen Franciaországban, jelenleg arról vitatkoznak, hogy az új műsorszóró rádiószolgálatot, a DAB-ot 1995-ben ne a 12. csatornában, hanem a földi rendszernél is az 1,467–1,492 GHz-es tartományban indítsák meg. Ehhez azonban még egy sor kérdést tisztázni kell, mint a terjedési tulajdonságokat, a közöshullámú üzemeltetés lehetőségét, a vételi feltételeket s egyéb problémákat. Az Európai Rádióunió (EBU) egyik tanulmányában többek között arra is utalnak, hogy a közöshullámú, egy adott területet lefedő digitális hálózat az 1,5 GHz körüli tartományban műszakilag lehetséges, azonban kb. tízszer annyi adóra van szükség, mint a VHF-sávban (a 12. csatorna és az I. sáv egyes részei). Körülbelül ugyanilyen arányban növekednének meg az 1,5 GHz-es sávban működő földi adóhálózat üzemeltetési költségei a VHF-fel szemben. Miután az adóhálózat költségei már ma is az összköltség jelentős részét teszik ki a rádiónál, a műsorszolgáltatóknak nem szabadna olyan DAB-adóhálózatot elfogadniuk, amelyeknek költségei jelentősen magasabbak, mint a jelenlegi URH-hálózatoké.

A DAB beindításával azonnal lényegesen jobb lesz a műsorokkal való területi ellátottság, zavarmentesebb és legjobb minőségű a vétel. A digitális műholdas rádió (DSR) a 16 további sztereócsatornával már ma is a műsorok olyan bőségét kínálja a hallgatóknak, mint amilyent már sok éve a televízió, és olyan minőségben, ami megfelel a CD-nek. A DSR a műholdas rádiózásban vezette be a CD-minőséget, a DAB ugyanezt fogja tenni a földi adásoknál. A két rendszer ideálisan egészíti ki egymást. A DAB lesz a „CD-rádió”.

8. A BEVEZETÉSI STRATÉGIA

Annak érdekében, hogy a DAB-projectben részt vevő német partnereket koordinálják, és hogy egy bevezetési stratégiát dolgozzanak ki, azt minden résztvevővel egyeztessék és végrehajtsák, a Bundesministerium für Forschung und Technologie 1990-ben létrehozta a nemzeti DAB-Platformat. A következő évben kitűnt, hogy egy olyan komplex project előkészítése és végrehajtása, mint a DAB-nak az URH utódrendszereként csupán néhány év alatt, az 1995-re tervezett üzembehelyezésig történő bevezetése sokoldalú tevékenységet, valamint valamennyi részt vevő partner aktivitásának átfogó irányítását és koordinálását követeli meg.

Ezért a nemzeti DAB-Plattform 1991 decemberében megalapította a DAB-Plattform e.V. egyesületet, amelynek elsőrendű feladata a DAB tudományos fejlesztése, a nyilvánosság informálása és a rendszer bevezetése 1995-től kezdődően [4]. A rendes tagok tagdíjából (hozzájárulásából) finanszírozzák a Plattform munkáját, valamint egy kis irodát a titkársággal. Jelenleg több mint 40 partnerük van az ipartól, a rádiótól, a tudományos és kutatóintézetektől, a minisztériumoktól és egyéb hatóságoktól, a média területéről, továbbá tag a Deutsche Bundespost Telekom, külföldről pedig a Svájci Posta (PTT), a Svájci Rádió (SRG), valamint a CLT Luxemburgból. A szerző a DAB-Plattform e.V. vezetőségének elnöke és így meghatározó módon vesz részt a DAB további fejlesztésében és bevezetésében.

A DAB-Plattform munkájának súlypontja lesz a különböző munkacsoportok közötti koordináció és a valamennyi partnerrel való információcsere. A DAB-Plattform keretében a következő témakörökben működnek munkacsoportok:

- **Munkacsoport a kipróbálásra és a terepkísérletekre**
(Elnök: Stumkat úr, DBP Telekom vezérigazgatóság)

Ebben a munkacsoportban tárgyalják meg mindazokat a kérdéseket, amelyeknek a tisztázása az átfogó terepkísérletek véghezviteléhez szükséges. A közöshullámú digitális hálózatok megfelelő mérési eljárásainak az iparral együtt történő definiálása és megállapítása mellett kezdeményezniük kell az iparnál a megfelelő mérőeszközök kifejlesztését. Minden partnernek, aki a terepkísérletekben érdekelt, mint a DBP Telekom, a tartományi rádiószervezetek, tudományos intézetek és iparvállalatok, meg kell egyezniük a közös mérési akciókban. A különböző tevékenységeket (a DBP Telekom nagyszabású kísérlete Berlin térségében, az IRT-é és a Bajor Rádióé München térségében, a Südwestfunk, a Süddeutscher Rundfunk, a Saarländischer Rundfunk, Franciaország és Svájc közös projectje, valamint az északnémet és nyugatnémet térségbe tervezett kísérletek) koordinálni és egymással egyeztetni kell.

- **Hálózattervezési munkacsoport**
(Elnök: Lau úr, Bajor Rádió)

Kezdeményeznie kell egy sor elméleti, a terjedési viszonyokra vonatkozó alapvető vizsgálatot a digitális közöshullámú hálózatoknál, valamint a megfelelő hullámterjedési modellek és szimulációk kidolgozását.

A BMPT-vel és a BAPT-vel közösen véglegesen meg kell határozni azt a frekvenciasávot vagy sávokat, ahol a DAB üzemeltetését meg lehet kezdeni. A „kipróbálás és terepkísérletek” munkacsoporttal szoros együttműködésben széleskörű frekvenciatervezési munkát kell elvégezni és koordinálni az adóteljesítmény és az adósűrűség közötti optimalizálás azon célú kidolgozása érdekében, hogy lehetőleg fel lehessen használni a jelenlegi adóállomásokat, ugyanakkor viszont minimalizálni lehessen a mindenkori ellátottsági terület határán túli zavaró hatásokat. A tartományi rádiószervezetekkel és a DBP Telekom-mal együtt ki kell dolgozni és meg kell vitatni az adóhálózat struktúrájára vonatkozó javaslatokat.

- **Végkészülékek munkacsoport**
(Elnök: Halbe úr, Philips Car Stereo)

A félvezetőelemek gyártóival és a készülékipart képviselő partnerekkel egyezségekre kell jutni a kísérleti készülékek, valamint a vevőkészülékek első sorozatának előállításáról és megrendeléséről, amelyeket azután az 1995-ös Nemzetközi Rádiókiállítás (Internationale Funkausstellung) időpontjától kezdve a végfelhasználóknak, a hallgatóknak ajánlani lehet.

- **Bevezetési stratégia munkacsoport**
(Elnök: Müller-Römer úr megbízottként)

A médiapolitika mérvadó felelőseinek részvételével javaslatokat kell kidolgozni arra, hogy az 1995-ös DAB milyen műsorokat adjon: ezek mind a ma is menő programok legyenek vagy azoknak csupán egy része és a többi helyett új, pl. az egész Németországban sugárzandó rádióműsor? Kiindulva azokból az előnyökből, amelyeket a DAB nyújt a hallgatóknak, a bevezetésre egy piaci stratégiát kell kidolgozni közösen valamennyi partnerrel és azt meg kell valósítani. Ebben különös figyelmet kell fordítani az új információszolgáltatásokra (mint pl. a közlekedési információk), de a zárt felhasználói közösségek számára szolgáló adatátvitelre is. A DAB-ot a kiegészítő szolgáltatásokkal együtt a

kezdet kezdetétől attraktívan kell kialakítani mind a műszaki minőséget, mind az új szolgáltatásokat illetően.

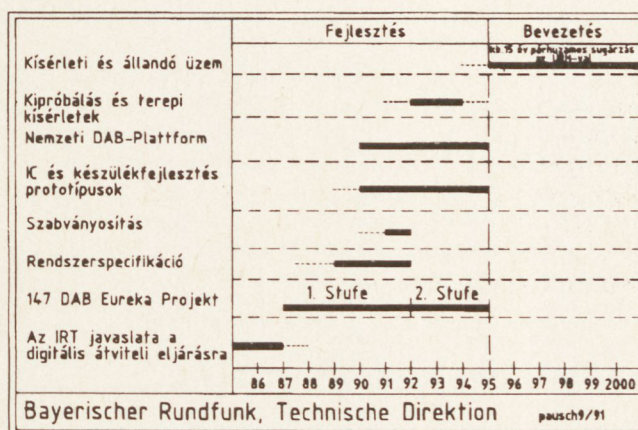
A szövetségi államok miniszterelnökei számára, akiknek később dönteniük kell a DAB átviteli csatornák odaítéléséről a műsorszolgáltatók számára, most egy megvalósíthatósági tanulmány készül, mint az első e témával foglalkozó anyag.

9. A RENDSZER BEVEZETÉSE

1992 elejére az EU 147 DAB Eureka-program munkálatainak a keretében minden lényeges rendszerparamétert meghatároztak. A rendszer pontos leírását 1992 végén – 1993 elején, a szabványnak az ETSI (European Telecommunication Standard Institute) által történő elfogadása után, ki fogják adni.

A már idáig meghozott határozatok alapján az Eureka-Project EU 147-ben részt vevő partnereknek már most lehetőségük van a chip-készletek és a készülékek gyártás-előkészítésébe bekapcsolódni. Harmadik fél, tehát a nem európai gyártók, ezt a munkát legkorábban 1993 elején kezdhetik el. Az európai gyártóknak így egy év előnyük van.

A DAB vezetésére eddig az alábbi ütemterv érvényes (6. ábra).



6. ábra. Digital Audio Broadcasting (DAB) időtengely

1995:

Piaci bevezetés az 1995-ös Berlini Nemzetközi Rádiókiállítás alkalmából.

1995 – 2010:

Valamennyi ma az URH-sávban sugárzott műsor párhuzamos sugárzása URH-n és DAB-on („Simulcast”).

2010:

Az URH-val párhuzamos mintegy 10–15 éves átmeneti időszak után a DAB-ot át kell helyezni — esetleg két lépésben — a 87,5–108 MHz-es jelenlegi URH-sávba.

2010-től:

Legkorábban az URH megszüntetése után áll rendelkezésre további átviteli kapacitás, összesen 20,5 MHz sávszélességgel (II. sáv) további rádióműsorok, új átviteli rendszerek (mint pl. a térhang), új rádiószolgáltatások és a tömegkommunikáció egyéb szolgálatai számára.

10. ZÁRÓMEGJEGYZÉSEK

A Digital Audio Broadcasting (DAB) révén a jövőben a földi rádiózás is technikailag kiváló minőségű átviteli

lehetőséggel fog rendelkezni; a hangfelvételi és lejátszási technika további fejlődési eredményei, mint pl. a térhang, ugyancsak megvalósíthatók lesznek.

Az igényes cél, hogy a DAB-bal ne egy további rendszert hozzunk létre, hanem az URH-t váltsuk ki, még sok tárgyalást és megbeszélést igényel a nemzetközi rádiószervezetek keretében és Európa nagy ipari országai között.

IRODALOM

- [1] Plenge, G., „DAB – ein neues Hörrundfunksystem – Stand der Entwicklung und Wege zu seiner Einführung”, *Rundfunktechnische Mitteilungen*, 35. évf. 1991/2.szám, p.45.
- [2] Müller-Römer, F., „Digitale terrestrische Sendernetze für Hörfunk und Fernsehen”, *Fernseh- und Kinotechnik (FKT)*, 45. évf. 1991/11.szám, pp.575 – 583.

A DAB-Plattform arra törekszik, hogy a szomszéd országok, mint Franciaország, majd Hollandia és Nagy-Britannia, hasonló szervezeteivel szoros kapcsolatot tartson. A DAB csak akkor válik CD-rádióvá, ha Európában általánosan bevezetésre kerül és minden ország tevőlegesen sikkra száll érte.

- [3] Müller-Römer, F., „Radio and TV Broadcasting”, Különnyomat a *Hans Bredow Institut: International Manuel of Radio and TV* könyvből, 1992/93.

- [4] DAB-Plattform e.V.: „DAB – Digital Audio Broadcasting – a jövő rádiója” c. információs füzet beszerezhető: *DAB-Plattform e.V. c/o Bayerischer Rundfunk*, Rundfunkplatz 1, 8000 München 2.

DIGITAL AUDIO BROADCASTING (DAB)

F. MÜLLER-RÖMER

BAVARIAN BROADCASTING CORPORATION
MUNICH

Today, digital signal processing is capable of digitizing audio signals (i.e. complete radio programmes) and, with the help of the „analytical property” of the human ear, of expliciting psychoacoustic phenomena in order to perform extensive data reduction. A stereo signal (1411 kbit/s) recorded on a Compact Disc (CD) can be reduced in this way to 192 kbit/s (i.e. at a ratio of 8:1) for broadcasting radio programmes (MUSICAM process of the IRT, Institute for Broadcasting Technology, Munich). Using this powerful method of data reduction, it will be possible in future to use frequency saving digital transmission techniques in terrestrial transmission networks (COFDM process, CCETT, Rennes. The system of Digital Audio Broadcasting (DAB) developed using this process is due to be introduced in the Federal Republic of Germany as of 1995, and in the medium term (10–15 years) it will replace the FM system. If this process is also used over satellite (e.g. in the 1.5 GHz band), it will be possible in future to broadcast over large-area countries both by satellite and using terrestrial transmitters (in agglomerations). This system will use frequency-saving methods and provide top transmission quality.



Dr. Frank Müller-Römer a Bajor Rádió (Bayerischer Rundfunk) műszaki igazgatója Münchenben. Tanulmányait a Stuttgarteri Műszaki Egyetemen végezte és mérnöki diplomáját 1962-ben szerezte meg. Az egyetemet követő években a Siemens A.G. alkalmazottja volt különböző pozíciókban Stuttgartban, Reutlingenben és Münchenben. 1975 óta a Bajor Rádió műszaki igazgatója. Az NSZK közszolgálati rádiói által

szervezett számos munkacsoport tagjaként Müller-Römer úr mindig aktívan részt vett a rádió és televízió folyamatos fejlődését szolgáló munkálatokban. Számos cikk és monográfia szerzője szerette Európában. 1990 óta az NSZK „Nationale Plattform Digital Audio Broadcasting (DAB)” elnöke.

RÁDIÓS ADATÁTVITELI RENDSZER – EURÓPAI ALKALMAZÁSOK

DIETMAR KOPITZ

EBU MŰSZAKI FŐOSZTÁLY
GENÉ

A Rádiós Adatátviteli Rendszer (RDS) a VHF/FM műsorszóráshoz rugalmas adatátviteli kísérőcsatornát és a lehetséges alkalmazások széles körét kínálja a műsorszóróknak. A 70-es és a korai 80-as évek, azaz a rendszerfejlesztés hosszú periódusa után, valamint a több európai országban folytatott terepróbatokat követően nagyszámú EBU tagszervezet helyezte üzembe az RDS-t. Jelen cikk áttekinti az eddigi fejlődést és megvizsgál néhány olyan módszert, amelyet a műsorszórók választottak az új átviteli lehetőség kihasználására. Különös figyelmet fordít a cikk a behatárolt adatkapacitás problémájára és azokra a tervekre, amelyek a Rádiós Adatátviteli Rendszert egy Európa méretű közlekedési információs csatorna támogatására kívánják alkalmazni.

1. BEVEZETÉS

A Rádiós Adatátviteli Rendszer (Radio Data System – RDS) fejlesztése az EBU keretein belül 1974-ben kezdődött, éppen akkor, amikor az EBU az ARI rendszert (Autofahrer Rundfunk Information – rádiós információszolgáltatás gépkocsivezetők számára) ajánlotta. Az ARI rendszert a Német Szövetségi Köztársaságban fejlesztették ki gépkocsivezetők számára a VHF/FM műsorszóró adók azonosításához, hogy megoldják a II. sávú adók viszonylag szűk vételkörzetének, valamint a nagy távolságokon utazók vevőkészülékei gyakorta szükséges utánhangolásának problémáját.

Az ARI rendszert széles körben használják Németországban, Ausztriában, Svájcban, Luxemburgban és a volt Jugoszláviában. Bár a rendszer lényeges segítséget nyújt a hallgatóknak készülékeik hangolásához, az alkalmazott analóg modulációs technikával elérhető igen kisszámú kód miatt korlátozott lehetőségekkel bír.

Fentiekkel ellentétben az RDS egy pontosan 1187,5 bit/s sebességű nem hallható digitális adatfolyamot használ és több, mint 18 jól definiált szolgáltatást kínál, bár az adatkapacitás nem elégséges ahhoz, hogy ugyanazon programban minden szolgáltatás hozzáférhető legyen. A szolgáltatások választékának szokatlan flexibilitása miatt a különböző európai országok műsorszórói az RDS-t különböző módon vették alkalmazásba. Az RDS automatikus hangolási funkcióját mindenütt használják. Ugyancsak vannak javaslatok az RDS Európa méretű alkalmazására a gépkocsivezetők számára Közlekedési Információs Csatorna (Traffic Message Channel – TMC) néven ismert speciális szolgáltatás megvalósítására.

Az RDS-t az EBU fejlesztette ki 1974 és 1984 között, amikor az EBU Specifikációt [1] publikálták. Azóta számos korszerűsítést hajtottak végre. Jelenleg az RDS a CENELEC európai szabványa [2]. Az EBU által specifikált rendszer tárgya a CCIR 643. Ajánlásának is [3], melyet már 1986-ban elfogadtak, amely évben más műsorszóró egyesülések is ajánlották az RDS bevezetésének tanulmányozását. Ennek eredményeként az RDS-t számos, Európán kívüli országban is használják, az Egyesült Államokat is beleértve.

2. AZ RDS SZOLGÁLTATÁSAI

A Rádiós Adatátviteli Rendszer több, mint 18 szolgáltatást kínál bevezetésre. Az öt legfontosabbat elsősorban autórádiókhoz való alkalmazásra szánták és az automatikus hangolással kapcsolatban használják. Ezek az alábbiak:

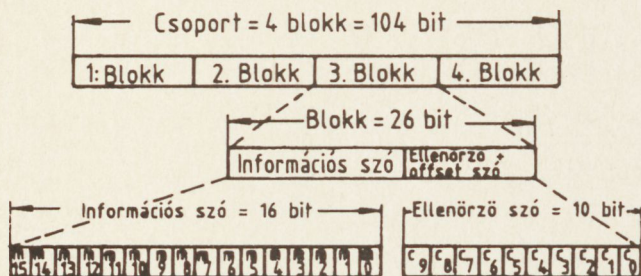
- PI – Műsorazonosítás (Programme Identification), mely egy 16 bites kód. Ez tartalmaz egy országazonosítót, a műsor által biztosított területlefedés típusának jelzését és egy számot, mely a műsorszóró és a konkrét műsor azonosítását szolgálja. A PI üzenet generikus kódot alkalmaz.
- PS – Programnév (Program Service Name), mely az EBU által definiált kis- és nagybetűs karakterkészletből 8 alfanumerikus karaktert tartalmaz és a hallgató számára a műsor nevével ad információt.
- AF – Alternatív frekvencialisták. Egy vagy több lista kerül átvitelre, melyek mindegyike az ugyanazon műsort sugárzó adók vagy reléadók maximum 25 frekvenciáját tartalmazza a megfelelő II. sávú csatorna számával jelölve.
- TP – Közlekedési műorkód (Traffic Programme code), mely azon műsorok azonosítását szolgálja, melyek időről időre a gépkocsivezetők számára továbbítanak üzeneteket.
- TA – Közlekedési tájékoztató (Traffic Announcement) jel, mely közlekedési tájékoztatást kapcsol be egy előre beállított hangerővel. Ha a gépkocsivezető a rádió helyett magnót hallgat, megállítja a kazettát és rádióra kapcsol a közlekedési üzenet vételéhez.

Az RDS szolgáltatásait adatcsoportokban kódolják. A fent felsorolt alapszolgáltatások pl. valamennyien a OA típusú csoportban vannak (1.a és 1.b ábrák). Ha csak ezeket a szolgáltatásokat vennék alkalmazásba, csak a OA típusú csoportot kellene átvinni. A tizenhat lehetséges csoportból kb. tizenegyet specifikált az EBU, a maradékot a még kifejlesztendő szolgáltatások számára tartották fenn. Több szolgáltatást már specifikáltak, mindegyiknek saját csoportja van.

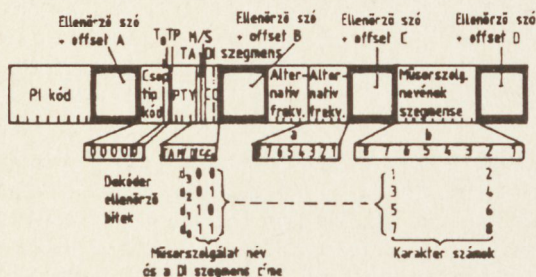
Műsorazonosító szám (PIN)	1A/B csoport
Radiotext (RT)	2A/B csoport
Dátum és pontos idő (CT)	4A csoport
Transzparens adatcsatorna (TDC)	5A/B csoport
Házon belüli információ (IH)	6A csoport

Rádiós személyhívó (RF)
Bővített információ más
hálózatokról (EON)

7A csoport
14A/B csoport



1.a ábra. RDS csoportstruktúra



1.b ábra. Alapvető hangolási és kapcsolási információk (OA csoport típus)

A Közlekedési üzenetsatorna (Traffic Message Channel – TMC), melyet még nem definiáltak, a 8A csoportot fogja használni és ennek terepróbbái jelenleg is számos országban folynak, mint Németország, Hollandia, Franciaország, az Egyesült Királyság stb.

A Vészjelző rendszer (Emergency Warning System), melynek specifikációját már szintén egyeztetették, a 9A csoportot használja.

Ha egy kivételes országazonosító iránt merül fel igény, az az 1A csoport használatával elérhető.

3. AZ RDS TELEPÍTÉSE

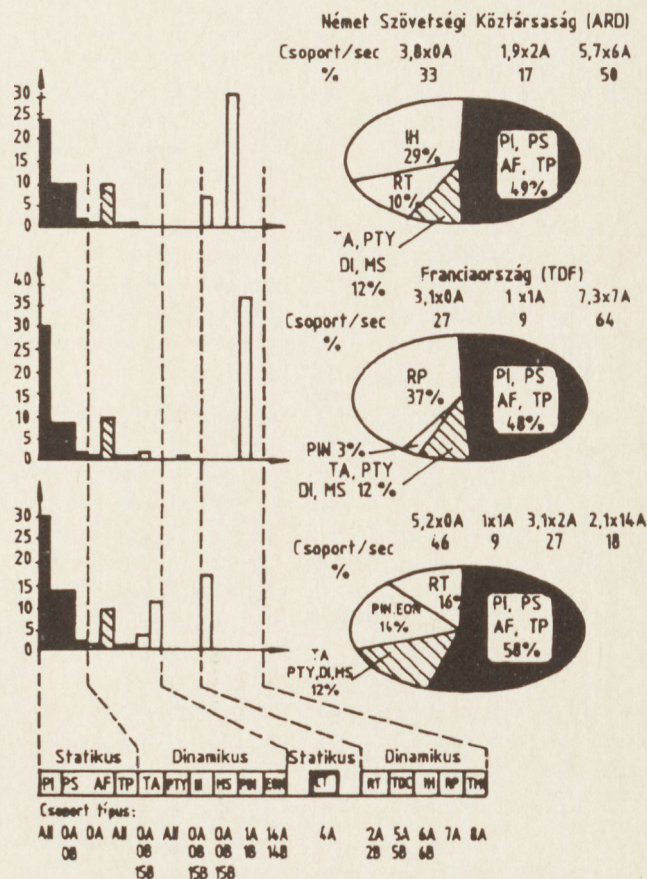
Az RDS-t először 1987-ben használták és 1992-től a legtöbb ország bevezette több vagy valamennyi nemzeti közszolgálati műsorszóró adóján. Ezen időszakban számos magán-műsorszóró is használatba vette az RDS szolgáltatásait. 1992-től a Cseh és Szlovák Köztársaság, valamint Magyarország a következők az RDS-en keresztül használt személyhívó szolgáltatással, amellyel finanszírozni kívánják az RDS bevezetését.

1990-ben több, mint nyolc európai gyártó tudott professzionális RDS kódoló berendezéseket ajánlani. Egyike ezen gyártóknak az RDS fejlesztéséhez laboratóriumban használható RDS jelegenerátort is szállítja. Egyre több gyártó jelentkezik és az árak egyre lejjebb és lejjebb szállnak a fokozódó verseny következtében. Ami a vevőkészülékeket illeti, kb. 50 európai, japán és amerikai gyártó több, mint 200 RDS autórádió típust fejlesztett ki és dobott piacra, ugyancsak RDS tunereket és vevőket otthoni használatra, míg a hordozható RDS rádiók piacán egyelő-

re csak egy, igen bonyolult modell létezik. Az 1. táblázat felsorolja az egyes országok által választott RDS szolgáltatásokat [4]. Látható, hogy a gépkocsivezetőket segítő fent részletezett öt alapszolgáltatást mindenütt használják és az RDS vevők első generációját ezek fogadására tervezték. A vevőknek természetesen minden országban kifogástalanul kell üzemelniük tekintet nélkül a választott konfigurációra. Ez magában foglalja, hogy a vevők dolgozzák fel a választott szolgáltatásokat és hagyják figyelmen kívül azok adatait, amelyeket vesznek ugyan, de nem használnak.

4. A KORLÁTOZOTT ADATKAPACITÁS PROBLÉMÁJA

Fentebb elmondtuk, hogy az RDS adatjelsor sebessége, tehát az az adatmennyiség, amely egy egyszerű rádióműsört kísérni képes, 1187,5 bit/s. A hibavédelem miatt azonban a tisztán felhasználható adatsebesség 673,7 bit/s [5]. A 2. ábra a kezdetben adaptált szolgáltatások által lefoglalt teljes kapacitást mutatja azokban az országokban, ahol az RDS bevezetése előrehaladott (Németország, Franciaország, az Egyesült Királyság). Meg kell jegyezni, hogy néhány opciót arra a célra választottak, hogy tartalékoljanak RDS kapacitást a jövőbeni alkalmazások céljára.



2. ábra. Adatcsatornák kihasználtsága Franciaországban, Németországban és az Egyesült Királyságban

1. táblázat. Üzembehelyezett és tervezett RDS-szolgáltatások Európában

Szolgáltatások	PI	PS	AF	TP(1)	TA(1)	PTY	DI	MUS	PIN	EON	CT	RT	TDC(2)	IH(2)	RP	Segédvívó szint
Ausztria																
ORF	I	I	I	I	I	—	—	—	—	A	—	—	—	—	—	1,2 KHz
Belgium																
BRTN	I	I	I	I	I	—	—	—	—	A92	—	—	—	—	—	2,0 KHz
RBTF	I	I	I	I	I	—	—	—	—	A92	—	—	—	—	—	2,0 KHz
Csehszlovákia																
CSR	T	T	T	L	L	—	—	L	—	—	L	L	—	—	T	49,0 kHz
Dánia																
DR (11)	I	I	I	I	A92	A92	—	—	—	A92	L93	—	—	L	—	2,0 kHz
Finnország																
YLE	I	I	I	L	L	L	L	L	L	L	I	L	—	—	T	2,0 kHz
Franciaország																
Radio France	I	I	I	I	I	—	—	—	—	A	I(3)	—	—	I	I(3)	4,0 kHz
RTL	I	I	I	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
RMC	I	I	I	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Europel	I	I	I	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Sud Radio	I	I	I	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
M40	I	I	I	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
FM	I	I	I	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Németország																
ARD	I	I	I	I	I	—	—	—	—	—	A92	—	T	—	—	1,25 kHz
Görögország																
ERT (5)	I	I	I	—	—	—	—	—	—	L	I	—	—	—	A92	1,25 kHz
Magyarország																
MMV	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	A	
Írország																
RTE	I	I	I	I	I	T	—	—	L	A93	I	T	—	I	I(4)	2,5 kHz
Olaszország																
RAI	I	I	I	I	I	—	—	—	—	—	—	T	T	—	—	20 kHz
Luxemburg																
RTL	T	T	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Hollandia																
NOS	I	I	I	I	I	T	—	—	—	T	I	T	—	—	—	2,0 kHz
Norvégia																
NRK	I	I	I	T	T	—	—	—	—	—	I	—	L	—	—	
Portugália																
RDP	I	I	I	I	I	L	T	T	I	T	T	T	—	—	—	2,0 kHz
Spanyolország																
NRE (7)	T	T	T	L	L	—	—	—	—	—	T	T	—	—	—	2,0 kHz
C.Iberica (8)	I	I	I	I	I	T	T	—	T	—	I	T	—	A	I	
Catalunya R.	I	I	I	I	I	T	T	—	T	I	I	T	—	T	T	2,5 kHz (12)
Canal Sur	I	I	I	T	T	T	T	T	T	I	I	T	—	—	T	3,0 kHz
Svédország																
RR/SLR	I	I	I	I(10)	I(10)	P	P	P	P	I	I	P	L	L	I	2,5 kHz
Svájc																
SSR/PIT	I	I	I	I	I	—	L	—	—	A92	—	T	—	T	—	1,5 kHz
Egyesült Királyság																
BBC	I	I	I	I	I	P	—	—	P	I	I	P	—	I	—	2,0 kHz (6)
Independent	I	I	I	I	I	T	—	—	—	L	I	T	—	L	—	2,0 kHz
Ex-Jugoszlávia																
RTB, Serbia	I	I	I	I	I	L	T	T	—	I	I	T	—	—	I	4,0 kHz (9)
RTV, Slovenia	I	I	I	I	I	—	—	—	—	A93	I	I	—	—	I	4,0 kHz
HRT, Croatia	I	I	I	I	I	L	P	P	—	P	I	P	—	—	I	4,0 kHz
RTV, BiH	I	I	I	I	I	—	—	—	—	I	I	—	—	—	I	4,0 kHz

Megjegyzések:

- (1) Közlekedési információval csak a vonatkozó hálózaton
(2) TDC és IH a műsorszórók által különleges alkalmazásokban is használható
(3) Csak a France Inter és a France Musique programokon
(4) Csak a Radio 1 programon
(5) Csak az Athén és Patras (Attika) közötti régióban, az ERA 1 és 2 programokban
(6) A Radio 3 programon (klasszikus zene csatorna): 1,2 kHz
(7) Csak Madrid körzetében, vizsgálati célra
(8) 12 nagyobb városban üzemel
(9) A közlekedési információs programon: ARI 3,5 kHz és RDS 1,2 kHz

- (10) Csak két hálózaton, P3 és a regionális rádió
(11) Közlekedési információ a 2. (helyi) és a 3. (nemzeti) programon
(12) Klasszikus zene csatorna: 1,8 kHz
Kódok:
A93: 1993. évre jelezve
I: üzembe helyezve
L: valószínű szolgáltatás
P: üzembehelyezés előtt
T: vizsgálat

Van egy olyan szolgáltatás — a Bővített információ más hálózatokról (EON [7]) —, melyet 1989-ben vezettek be az RDS rendszerben, és jelentős fejlődést eredményezett az automatikus hangolási funkcióban. Az EON-nal ellátott

RDS vevőket ezért második generációs típusoknak kell tekinteni. Lényegében a szolgáltatás hatékonysága abban áll, hogy alternatív frekvenciákat ad arra a műsorra vonatkozólag, amelyre a vevőt az adott időpontban hangolták.

Ez érdekes lehetőség mind a vevőkészülékgyártó, mind az RDS rádió felhasználója szempontjából és a műsorszóróknak különös gondot kell fordítaniuk arra, hogy ezt a lehetőséget optimálisan kiaknázzák. Közelebbről, a vevők képesek kell, hogy legyenek gyorsan alkalmazkodni a változó vételi körülményekhez vagy a hallgató választásához, így az alternatív frekvencialistákat a műsorszóróknak legalább minden két percben ki kell sugározniuk. Bizonyos körülmények között az EON szolgáltatás által igényelt adatkapacitás igen nagy lehet. Ez függ az alternatív frekvencialisták hosszától és hegyes vidékeken, mint az Alpokban (nem csak Ausztriában és Svájcban, hanem Franciaország, Németország és Olaszország egyes részein is), hosszú frekvencialistákra lehet szükség [5]. Olyan esetekben is, amikor a hálózatok különböző konfigurációkat használnak a regionális műsorok szerinti felosztás miatt, az EON szolgáltatás fejlettebb lehetőségeket kínál a keresztreferenciák és csatlakozások vonatkozásában.

Sok autórádió-gyártó, különösen az európaiak, igen aktívan tanulmányozzák az EON-t és hatékony bevezetési lehetőségeit. Az Egyesült Királyságban a BBC volt az EON bevezetésének úttörője és kitűnő lehetőségeket kínál a gyártók számára második generációs RDS szoftvereik teszteléséhez. További országok, amelyek már bevezették vagy legalábbis már vizsgálják az EON-t: Svédország, Hollandia, Spanyolország és Portugália. Németország 1992 októberétől csatlakozik. További részleteket lásd az 1. táblázatban.

5. AZ RDS ÉS A KÖZLEKEDÉSI INFORMÁCIÓK

5.1. Az ARI rendszernek megfelelő szolgáltatások

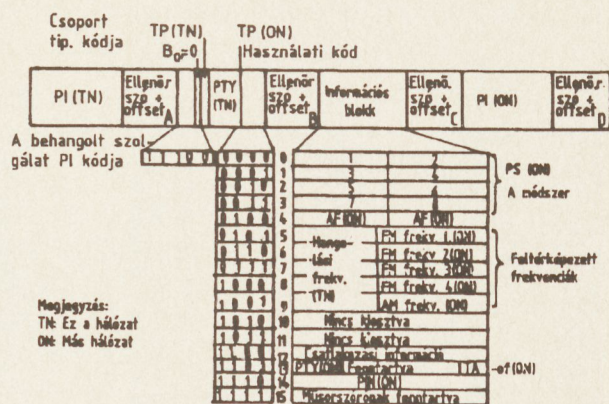
Az ARI rendszernek megfelelő RDS szolgáltatások a Közlekedési műsor (Traffic Programme – TP) és a Közlekedési tájékoztató (Traffic Announcement – TA). Az ARI területi kód elvben beilleszthető az RDS-be is, de némi vita után az EBU úgy döntött, hogy nem használja. Annak érdekében, hogy az ARI-t egy tíz éves periódus alatt használaton kívül lehessen helyezni, az ARI-t és az RDS-t 2005-ig együtt sugározzák. 1995 után az ARI dekóderekkel felszerelt vevőket már nem szállítják, tehát a TP és TA adatok csak az RDS adásokból nyerhetők.

5.2. A BBC utazási szolgáltatásai

A BBC utazási szolgálatot az RDS EON szolgáltatásának kihasználására fejlesztették ki. Azon a megfigyelésen alapul, hogy a közlekedési információk két csoportra oszthatók: „stratégiai” információkra hosszú utazások tervezéséhez és „taktikai” információkra, amelyek a gépkocsivezetőket a helyi és körzeti közlekedési problémák elkerülésében segítik. Ez a két információkategória ideális a különböző rádió műsorszolgálatokon való kisugárzásra: az előbbi az országosan vehető, az utóbbi a helyi vagy körzeti lefedésű adókon.

A BBC valóban működteti mindkét típusú rádiószolgálatot, az egyik országos fedettséget nyújt a négy nemzeti műsoron, míg a másikra több tucat BBC helyi rádióadót használnak. Mindkét típusú szolgálat már közvetít közlekedési tájékoztatást. A taktikai információkat illetően az elv az, hogy a nagy távolságra utazó a nemzeti rádióhálózatok egyikét hallgathatja, de a műsor vételét megszakítja a BBC azon helyi rádióadójának közlekedési jelentése, amelynek vételkörzetén éppen áthalad. A megszakítást a nemzeti műsor RDS csatornájának TA adatai vezérlik,

melyeket az EON-on keresztül vesz (14B csoport, 3. ábra). A turisztikai információ szolgáltatása hasonló módon történik.



A DRIVE tervezeten [8] belül egy RDS-TMC néven ismert rendszert vizsgálnak, az európai fogyasztói elektronikai ipar és a gépjárműipar szakértőivel.

Speciális RDS-TMC vevőket fejlesztenek ki, hogy a gépkocsivezető a rendszer összes előnyét élvezhesse úgy, hogy csak igen kis mértékben vonják el figyelmét elsődleges feladatáról, a gépkocsi biztonságos vezetésétől. A vevőnek egy járulékos egységet kell tartalmaznia, amely látszólag függetlenül működik a közönséges RDS gépkocsirádiótól. Minthogy a technológia még nem kapott megfelelő piaci háttérrel, ezeknek a vizsgált vevőpéldányoknak ára magas, bár a cél az, hogy a hatalmas piacot figyelembe véve a lehető legalacsonyabbra nyomják le a költségeket.

A TMC technika arra szolgál, hogy kiküszöbölje a hagyományos közlekedési információk fent részletezett hátrányait. Az alapkoncepció magában foglalja egy, a vevőkészülékben, a gépkocsivezető által választott nyelven tárolt szabványosított információkatalógusra történő kódolt hivatkozások sugárzását az RDS csatornán. Amikor egy kód vétele megtörténik, a megfelelő üzenet jut el a gépkocsivezetőhöz saját nyelvén beszédszintetizátor segítségével, tekintet nélkül a kódot sugárzó adó helyi nyelvére. A kódolt sugárzásnak ez a formája egyúttal lehetővé teszi az információk szelektív vételét és tárolását arra a célra, hogy a vezető számára megfelelő későbbi időpontban azok

előhívhatók legyenek. Így a vezető által hallgatott műsort csak rendkívül sürgős esetben szakítják meg.

Az eddig végzett munka során egy kb. 1000 szabványos üzenetből álló katalógust állítottak össze a számos országban végzett tanulmányokra alapozva. A javasolt TMC protokollban hozzáférhető 11 bit segítségével összesen 2048 szabványos üzenet kódolható [6, 8]. Ezen kívül országonként vagy régióként kb. 65000, 16 bites szó formájában megjelenő, készülékekbe rendezett helymeghatározó kódot definiálnak, melyeket a vezető vagy cserélhető memóriakazettából vagy több készletet tartalmazó CD-ROM-ból tud felhasználni. A TMC szolgáltatás bevezetéséhez szükséges RDS átviteli kapacitás egy műsorcsatornában (valószínűleg a már most kódolt, közlekedési műsort (TP) hordozó csatornában) kb. 15% lesz (másodpercenként egy csoport). Az esetek többségében lehetséges lesz két információt elhelyezni egyetlen adatcsoportban (8A típusú csoport), bár bonyolultabb helyzetekben egy adatcsoportnál több is szükséges lehet egy információhoz. Egy ilyen rendszer átviteli megbízhatósága, különösen több jelsort tartalmazó üzenetek sugárzása esetén, valamint a nagytávolságú forgalom információinak feldolgozásához szükséges infrastruktúra problémái nyilvánvalóan részletes vizsgálatot igényelnek. Ezért az Európai Közösség DRIVE II (1992–95) tervezetében számos terepróba szerepel.

IRODALOM

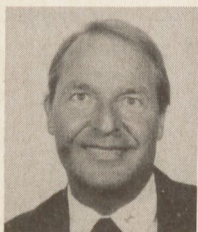
- [1] Specifications of the Radio Data System RDS for VHF-FM sound broadcasting. EBU document Tech. 3244 (1984) and supplements 1 to 4, published by *European Broadcasting Union*, Ancienne Route 17A, CH-1218 Grand-Saconnex (Geneva), Switzerland.
- [2] CENELEC EN 50067: 1992, published jointly by *CENELEC* (rue de Stassart, B-1050 Brussels, Belgium) and the EBU, Geneva.
- [3] System for automatic tuning and other applications in FM radio receivers for use with the pilot-tone system. *CCIR Recommendation 643*, Vol. X-Part 1, XVIth Plenary Assembly, Dubrovnik 1986.
- [4] RDS Newsletters published by the *EBU*, especially No. 14 (the last RDS Newsletter) of August 1992.
- [5] Guidelines for the implementation of the Radio Data System. *EBU document Tech. 3260*.
- [6] D. Kopitz, „Development of the Traffic Message channel in RDS”. *EBU Review (Technical)*, No. 245, February 1991. pp.29–32.
- [7] S. Parnall, „Functional objectives of the Enhanced Other Networks (EON) feature”. *EBU Review (Technical)*, No. 245, February 1991, pp.4–10.
- [8] Advanced Telematics in Road Transport, *Proc. of the DRIVE Conference 1991*, Elsevier, ISBN 0 444 890432, pp.482–503.
- [9] Wedell & Crookes, „Radio 2000 – The opportunities for public and private radio services in Europe”. Published by the *European Broadcasting Union*, Geneva, in 1991.

RADIO DATA SYSTEM – ITS IMPLEMENTATION IN EUROPE

D. KOPITZ

TECHNICAL DEPARTMENT, EUROPEAN BROADCASTING UNION,
GENEVA

The Radio Data System offers broadcasters a flexible data-transmission channel accompanying their VHF/FM sound broadcasts, and a wide range of possible applications. Following a long period of systems development in the 1970s and early 1980s, as well as field trials in several European countries, a large number of EBU Member-organizations have now implemented RDS. This presentation reviews the progress so far, and examines some of the ways in which broadcasters have chosen to exploit this new transmission resource. Particular attention is given to the problem of limited data capacity and to plans to use the Radio Data System as the support for a Europe-wide traffic message channel.



Dietmar Kopitz a genfi European Broadcasting Union (EBU) főmérnöke. Egyéb műszaki projektek mellett ő volt a Rádiós Adatrendszer (RDS) koordinátora. 1967 és 1971 között a berlini Sender Freies alkalmazásában állt, 1971 óta dolgozik az EBU-nál. A Berlini Műszaki Egyetemen szerzett távközlési technikából mérnöki diplomát.

DIGITÁLIS RÁDIÓMŰSOR- ÉS ADATSZÓRÁS MAGYARORSZÁGON

SZOKOLAY MIHÁLY

BUDAPESTI MŰSZAKI EGYETEM
MIKROHULLÁMÚ HÍRADÁSTECHNIKA TANSZÉK
1521 BUDAPEST

Az adatszórás jelentősége az utóbbi években egyre növekszik, új adatszóró hálózatok alakulnak ki. Megfigyelhető, hogy a már meglévő műsorszóró adókat is ellátják adatszórásra, valamint szelektív személyhívásra alkalmas berendezésekkel. A digitalizálás megjelent a műsorszórás területén is, várhatóan elsőként a rádióműsorszórás digitalizálása valósul meg. A szerző ezen területek hazai eredményeit foglalja össze, megemlítve a már ténylegesen létező adatszóró, ill. személyhívó, közlekedési információs szolgálatokat, továbbá a kísérleti állapotban lévő rendszereket.

1. BEVEZETÉS

Az alábbiakban áttekintjük néhány fontos jellemzőjét azoknak a digitális adat- és műsorszóró rendszereknek, ill. szolgáltatásoknak, amelyek a hazai rádióhálózatokon már üzemelnek vagy pedig bevezetésükre várhatóan sor kerül.

A híradástechnikai gyakorlatban az összeköttetéseket rendszertechnikai szempontból három fő csoportba szokás sorolni: a) pont–pont (*pp*), b) pont–sokpont (*psp*), c) pont–terület (*pt*) összeköttetések.

A *pp* összeköttetésekre jellemző, hogy azok mindig két állomás (készülék) között jönnek létre és az állomások helye fix és ismert. A telefonhívások többségükben *pp* kapcsolatok.

A *psp* összeköttetéseknél kettőnél több állomás között jöhet létre kapcsolat. Az állomások helye szintén fix és ismert. Az állomások azonban a kapcsolat szempontjából többnyire nem egyenrangúak, valamelyik állomás szerepe kitüntetett. *psp* összeköttetésre példaképpen a helyi hálózatok (LAN) vagy a kábeles tv-hálózatok említhetők.

A *pt* összeköttetések abban különböznek a *psp* összeköttetésektől, hogy az állomások helye ismeretlen is lehet, ill. az állomások mozgásban is lehetnek. Jellemző *pt* összeköttetés a műsorszórás, amelynél a kitüntetett állomás az adó, a többi állomás pedig vevőkészülék.

Amennyiben valamely *psp* vagy *pt* összeköttetés adatokat — számjegyes vagy alfanumerikus információt, vagy egyéb digitális jelsorozatot — visz át, akkor ezt a kommunikációs formát adatszórásnak nevezzük.

Az adatszórás jelentősége az utóbbi időben megnövekedett. Az adatszórás technikájával egyszerűen elérhetők olyan eszközök vagy eszközcsoportok is, amelyekkel mozgásuk vagy ismeretlen helyük miatt más módon nem tudunk kapcsolatba kerülni. Adatszórásra jellegzetes példa a szelektív személyhívás. További alkalmazási lehetőséget jelent nagyobb területen szétszórta elhelyezkedő villamos készülékek vezérlő jelekkel történő ellátása. Megnőtt ezen kívül a műsorsugárzás területén is az igény arra, hogy az adó műsorral együtt az adóhálózatra vagy műsorokra, a közlekedési helyzetre stb. vonatkozó szöveges információt továbbítsa. Ez a műsorsugárzással egyidőben egy adatszórási feladat ellátását igényli.

Az adatszórás technikailag különféle módon oldható meg. Az egyik megoldás különálló rádióhálózat telepítése. Különálló hálózatban a résztvevő állomások területi, ill.

időbeli elérésének a valószínűsége nagy, de a hálózat költséges. Egy másik megoldás, hogy adatszórásra már meglévő műsorszóró hálózatot hasznosítanak. Ez olcsóbb és e mellett gyorsabban realizálható megoldás. A műsorszóró hálózat saját adatszóró rendszere arra is alkalmas, hogy a műsorokkal kapcsolatos tájékoztatást maga sugározza.

A rádió-, ill. képműsorszórás jelenleg még főként analóg hullámalak sugárzását igényli. A műsorszórás digitalizálásának vizsgálata azonban már kb. két évtizede megkezdődött. A digitális rádióműsorszórás (DAB) kísérleti sugárzásai kb. 4 éve folynak, rendszertechnikájának kidolgozása előrehaladott állapotban van. A DAB technika bevezetésének előkészítését a műsorszóró igazgatások vagy szervezetek napirendre tűzték.

A fenti területek fejlesztésén hazai kutatóhelyek, ill. szolgáltatók is dolgoznak. A szerző a továbbiakban főként olyan tevékenységeket említ meg, amelyek hazai fejlesztési eredményeket is tartalmaznak. A cikkben szereplő adatszórási eljárások részletes ismertetésétől terjedelmi okokból eltekintünk, annál is inkább, mert az olvasó ezek némelyikével a lap ezen számában is találkozhat.

2. SZELEKTÍV SZEMÉLYHÍVÁS

2.1. Előkísérletek

Rádiós szelektív személyhívással Magyarországon 1978 óta foglalkoznak. Az első személyhívó rendszer a budapesti monofonikus URH-FM Kossuth programra települt. A személyhíváshoz szükséges cím- és üzenetjeleket 24 kHz frekvenciájú modulált járulékos vivőhullám közvetítette. A rendszer legfeljebb 99 előfizető részére négyféle üzenetet tudott továbbítani. A modulációs sávzélesség még beszédhang átvitelét is lehetővé tette. A rendszerben két adó működött, Budapest és Kabhegy úgy, hogy Kabhegy képes volt a budapesti adást relézni {3, 5}.

Ezt a rendszert később sztereofonikus adókon is alkalmazható modulációs eljárás váltotta fel. Az új eljárás közepes vivőfrekvenciáját 21 kHz-re választották és számjegyes üzenetek is továbbíthatók voltak. Az előfizetői hívások felvétele automatikusan történt. Hívás esetén a hívó fél először egy kettős hívásmódú telefonkészülekről — impulzus üzemmódban — egy megadott budapesti számot hívott. Ez után a hívásfogadó eszköz újabb tárcsázási hangot adott ki, amelynek hatására a telefonkészülék DTMF üzemmódra

váltott. Ekkor következett a címszám és üzenetszám beadása. Ha nem állt rendelkezésre két hívásmódú telefon, egy kisméretű kézi DTMF akusztikus jeladóval a mikrofonba közvetlenül be lehet adni a DTMF hívóhangokat. A vevő numerikus kijelzője 10 számjegy megjelenítésére volt képes {3, 5}.

A korai hazai kísérletek célját elsősorban a személyhívásnak az URH-FM adóhálózaton keresztül történő megvalósíthatósága, a főműsorral való kompatibilitás vizsgálata, ill. az ellátottság megállapítása képezte. Végleges hazai rendszer bevezetésére csak nemzetközileg is elfogadott eljárás kialakulása után kerülhetett sor.

2.2. Az MBS rendszer

A svéd PTT a nyolcvanas évek elején bemutatott egy, az URH-FM adókon alkalmazható szelektív személyhívó rendszert. A járulékos vivőhullám 57 kHz frekvenciájú, az információátviteli sebesség 1187,5 bit/s volt. A rendszer névlegesen egymillió előfizető kiszolgálását tette lehetővé. A kisméretű személyi vevőkészülék kijelzőjén 12 számjegyű számjegyes üzenet vagy legfeljebb 68 betű hosszúságú távirat volt megjeleníthető. A rendszert az európai műsorszóró közösség tagszervezetei (EBU) elfogadták. Hazai bevezetésre az MBS rendszer alkalmasnak látszott.

Az MBS rendszerű szelektív személyhívás kísérleti adása Magyarországon 1989 márciusában, a nyilvános szolgáltatás pedig 1989 szeptemberében indult meg. Kb. másfél év múlva a Petőfi URH-FM adóhálózat valamennyi adója képes volt MBS jeleket sugározni. A forgalom mértékére nézve érdekes adat, hogy a napi hívások száma nagyobb, mint a nyugat-európai rendszerekben ugyanennyi előfizetőre jutó hívásszám. Ennek egyik oka valószínűleg az, hogy nálunk az alacsony értékű távbeszélő sűrűség miatt sokkal többen használják a személyhívó rendszert. A hívásszám napi eloszlását az 1. ábra tünteti fel {6}.



1. ábra. A személyhívó rendszer hívásszámainak napi eloszlása

Az MBS vevőkészülékeket a Nokia cég szállította. A vevő a 66–73 MHz sávban működik és képes megjeleníteni a magyar ékezetes karaktereket is. A vevőtípus ezen továbbfejlesztését a Nokia magyar szakemberekkel közösen végezte {3, 5}.

Az MBS rendszer további lakossági felhasználása céljából Magyarországon olyan vevőkészüléktípust dolgoztak ki, amelyik helyhez kötött kivitelű és alkalmas villamos kapcsolási feladatok végrehajtására. Ezzel a vevőtípussal lényegében psp típusú hálózatok szerkesztésére is lehetőség nyílt {3, 8}.

2.3. Az RDS szolgálat

Hazánkban az első RDS (Rádiós Adatátviteli Rendszer) kísérleti adás 1987-ben indult meg a budapesti URH-FM Petőfi adón. A megindulás időszakában Európában még csak öt országban volt RDS sugárzás. Az adóoldali modulátor az RDS protokoll szinte minden szolgáltatására — a személyhívás kivételével — képes volt. A nyilvános RDS szolgáltatás megindítását azonban késleltette az RDS vevőkészülékek hiánya. A hazai vevőgyártást technológiai problémák késleltették, a külföldről beszerezhető vevők viszont csak a 100 MHz-es URH sávban működtek {3, 5}.

A hazai nyilvános RDS sugárzás megindítására 1992 szeptemberében került sor. A sugárzás a 100 MHz tartományban működő Danubius rádió adóiról történik. Az RDS protokoll szelektív diszpécser-szolgálat. Jelenleg az országban 3 olyan diszpécserállomás működik, amelyek akár az RDS, akár az MBS hálózati személyhívó üzenetek fogadására képesek. A hívásokat személyesen, telefonon, telexen, adatátviteli vonalon, ill. DTMF jelek fogadására alkalmas egységen keresztül lehet a hálózatba juttatni {6}.

2.4. Kompatibilis RDS-MBS rendszer

A csak szelektív személyhívásra alkalmas MBS rendszert, valamint a vételi tájékoztató céljára is alkalmas RDS rendszert egy URH-FM műsoron egyszerre nem lehet alkalmazni. Ennek oka a két rendszer eltérő adatszerkezetében rejlik. A rendszer kidolgozói a kompatibilitásnak — úgy tűnik — nem tulajdonítottak jelentőséget. A két rendszer együttes alkalmazása azonban előnnyel járna, amennyiben az RDS rendszer hasznos szolgáltatásait ki lehetne egészíteni az MBS rendszer nagyobb személyhívó kapacitásával.

Irodalmi adatok szerint keresik a megfelelő eljárást. Megemlíthető azonban, hogy hazai fejlesztési munka eredményeképpen nálunk is született kompatibilis eljárás. A megoldást a járulékos vivőhullámnak 4 fázisú modulációja jelentette. Itt a demodulációnál két független jelsorozat áll elő, amelyek közül az egyik az RDS, a másik az MBS információt hordozza. Az eljárás alkalmazása azonban olyan vevőkészülék alkalmazását teszi szükségessé, amelyben a demodulációnál a fázishelyzet is beállítható. A külföldön gyártott vevők azonban ezzel a sajátossággal nem rendelkeznek. Bár ilyen vevő villamos mintája elkészült, hazai gyártásra eddig még nem került sor. {3, 5, 8}.

2.5. Egyfrekvenciás személyhívó hálózat

1989-ben egyfrekvenciás személyhívó rendszer kísérleti üze me kezdődött. Az egyfrekvenciás hálózat (SFN) lényeges jellemzője, hogy a hálózat valamennyi adója ugyanazt a frekvenciát használja, így a rendszer frekvenciatakarékos. Az adóoldali berendezések, valamint a kb. 200 alfanumerikus vevőkészülék külföldi termék volt. A próbaüzem kb. 4 hónapig tartott, de a szolgáltatás nyilvános bevezetésére nem került sor.

3. ADATSZÓRÓ ELJÁRÁSOK

3.1. ARI-szolgálat

Az URH-FM adókon további járulékos szolgálatot jelent a gépjárművek forgalmi tájékoztatását segítő ARI

rendszer kialakítása. A hazai ARI rendszert a Postakísérleti Intézetben dolgozták ki. A nyilvános szolgáltatás 1987-ben indult meg. Az ARI rendszer terjedése érdekében hazai gyártmányú (Videoton), ARI dekóderrel is ellátott autórádiók kerültek forgalomba {7, 5}.

3.2. A 76 kHz-es adatszóró rendszer

Magyarországon 1987-ben újabb kísérleti adatszórás indult a budapesti Petőfi adón, 76 kHz frekvenciájú járulékos vivőhullám alkalmazásával. A kísérleti adómodulátorban kétféle modulációt is kipróbáltak, egy 19 kbit/s sebességű 16QAM, valamint egy 4750 bit/s sebességű QPSK eljárást. A kísérlet célját a nagyobb modulációsebességű átvitel zaj-, ill. zavarviszonyainak tanulmányozása képezte {3, 5}. Hasonló frekvenciájú járulékos szolgáltatást dolgoztak ki az utóbbi években Japánban, elsősorban közlekedési információk sugárzása céljából.

3.3. Szoftversugárzás műsorszóró adóról

1986–88 között az URH-FM Bartók adóról az éjszakai műsorszünetben szoftversugárzás történt. A digitális jelek erre a célra fejlesztett interfészen keresztül jutottak az adó jelcsatornájába. A programokat Commodore, ill. IBM-PC számítógépek számára sugározták {5}.

3.4. Adatszórás AM műsorszóró adón keresztül

Nagy — legalább 100 km sugarú — vételkörzettel rendelkező nagyteljesítményű AM adók járulékos modulációja további adatszórási lehetőséget jelent. Az AM adatszórás a vivőhullám járulékos, többnyire fázis-modulációjával történik. A modulációsebesség kicsi (50 Baud), mivel az információátvitel a főműsor legkisebb moduláló frekvenciája „alatt” történik. Az AM adatszórórendszer elsősorban villamos készülékek ki-bekapcsolására, pontos idő sugárzásra, adóazonosításra alkalmas. Hazánkban az AM adatszórás kísérleti adásai 1988-ban kezdődtek. Jelenleg valamennyi hazai középhullámú adót felszereltek járulékos adatszórásra alkalmas modulátorra. Az átviteli eljárást hazai szabvány szabályozza. Tervezik más adókra, pl. rövidhullámú műsorszóró adókra történő telepítést is. A vevőkészülékek szintén hazai gyártmányúak {9, 5}.

3.5. Adatszórás tv-műsorban

A tv teletext szolgálata tulajdonképpen a műsorsugárzás keretében megvalósított adatszórásnak tekinthető. A hazai teletext rendszertechnikai kialakításánál a magyar ékezetes karakterek sugárzásának problémáját hazai kutatóhelyen oldották meg {2, 5}.

3.6. Adatszórás épületen belül

Korszerű épületeket adatátviteli hálózattal is ellátnak, az épületben üzemelő számítógépek közötti kapcsolat létrehozása vagy pedig más jelző-, ill. kapcsoló-készülékek működtetése céljából. A vezetékes adathálózatok mellett azonban kidolgoztak épületen belüli vezeték nélküli (wireless) eljárásokat is. A vezeték nélküli kapcsolatot mikrohullámú vagy optikai hullámsávú eszközökkel hozzák létre. A vezeték nélküli hálózat egyik előnye, hogy az a vezeték nélküli rugalmasabban telepíthető {3}.

3.7. Rádió adathálózatok

Hazánkban több, távközlési profillal rendelkező kutatóhely, ill. vállalat is megkezdte adatszórási célra szolgáló URH-, ill. mikrohullámú sávú földi vagy szatellit hálózat kiépítését. E mellett megfigyelhető olyan törekvés is, hogy a meglévő, nem adatszórási célokra tervezett földi mozgószolgálatok készülékeit adatátviteli segédegységekkel egészítsék ki. Az újabb mozgó rádióhálózatoknál pedig az adatátviteli célú alkalmasság szinte tervezési alapkövetelmény {2, 3, 5, 7}.

4. A HAZAI DIGITÁLIS RÁDIÓMŰSORSZÓRÁS (DAB) ELŐKÉSZÍTÉSE

Angol, francia, ill. német kutatóhelyeken már évekkel ezelőtt kidolgoztak és bemutattak egy DAB kísérleti rendszert. Az 1988. évi külföldi bemutatkozás is után a rendszer tanulmányozásával, ismeretterjesztéssel a hazai DAB-tevékenység is elkezdődött. 1989-ben a célt már egy, a külföldi kísérleti eredmények alapján létrehozandó kísérleti DAB-adó, ill. -vevő képezte. Ezt a munkát a Magyar Műsorszóró Vállalat, a BME Mikrohullámú Híradástechnika Tanszéke, valamint a BHG Fejlesztési Intézete közösen kezdték el. A munkát az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság anyagilag támogatja.

A jelenleg is folyamatban lévő közös munka tartalma és célja az alábbiak szerint foglalható össze.

A digitális rádióműsorszórás rendszertechnikájában a legfontosabb három területet

- a rádióműsor digitális kódolása,
- az rf. vivőhullám modulációja, valamint
- a DAB adóhálózat szerkesztése,

képezi. Bár az eddigi kísérletek igen eredményesek voltak, a DAB rendszertechnikája még nem tekinthető kiforrottnak. Az eljárás technikai részleteit a kutatók ezért még nem is hozzák nyilvánosságra.

A rádióműsorok digitális kódolásának igénye tulajdonképpen már korábban felmerült olyan alkalmazási területeken, mint pl. stúdiók közötti műsorátvitel, digitális magnetofon (DAT) vagy a tv-kísérőhang. Hatásos kódolás kidolgozásához azonban nemcsak az ismert kódolási technikák — rész-sáv kódolás, vektorkvantálás stb. — alkalmazhatóságát kellett megvizsgálni, hanem a zenei hallás pontos mechanizmusának ismeretére is szükség van. A digitális kódolás/dekódolás eredményes realizálásához továbbá nagy műveleti sebességű jelfeldolgozó áramkörök, tárolók, működtető program stb. szükségesek. Nagyszámú alkalmazás esetén, mint pl. a DAT vagy DAB technika, ezeket az eszközöket olcsó tömegcikk formájában kell gyártani. A feladat megoldására csak az igazán nagy kutatóhelyek, ill. ipari cégek vállalkozhatnak.

Úgy látjuk, hogy a fenti problémákkal, a nehézségek ellenére itthon is foglalkozni kell. A hazai tevékenység célját a külföldi ismert eredmények felhasználásával egy DAB-kísérletben alkalmazható rádióműsor kódoló kidolgozása képezi {3}.

A jelátvitel céljára a DAB rendszerben olyan rádiófrekvenciás modulációs eljárást alkalmaztak, amelyik egyrészt a távtakarékos, másrészt pedig a többutas terjedésből, a szelektív fadingből, valamint a mozgásból származó torzításnak jól ellenáll. A modulátor sok, egymástól függetlenül modulálható és demodulálható szubvivőhullámot állít elő.

A szubvívóhullámokat az átvendő digitális jelek fázisban modulálják. Egyetlen modulációs periódusidőnek a töb-
butas terjedés várható időkülönbségéhez képest nagy-
nak kell lenni, a szubvívóhullámok frekvenciakülönbségének
pedig a periódusidő reciprokával kell egyenlőnek lennie
(COFDM modem). A szubvívóhullámok száma a rendszer
egyéb specifikációs adataitól függ.

A fenti modulációs rendszer azonban már korábbról,
a hatvanas évek szakmai irodalmából ismert. A BME
Mikrohullámú Híradástechnika Tanszékén a hetvenes évek
végén kidolgoztak egy rövidhullámú adatátvitel céljára
alkalmas modemet. A modemben 16 olyan szubvívóhullám
hordozta az információs tartalmat, amelyek frekvenciáját
és időtartamát ennek az elvnek megfelelően alakították ki.
Az átviteli kísérletek eredménye rendkívül kedvező volt.
A DAB-kísérletek is beváltották az ehhez a modulációs
rendszerhez fűzött elvárásokat.

A COFDM modem egy áramköri modelljének a kidol-
gozása folyamatban van, DAB rendszerben történő alkal-
mazása céljából {3}.

A kísérleti DAB rendszer adóberendezése a BHG Fej-
lesztési Intézetében készül, amelynek frekvenciasávja a
TV3 csatornájába esik. Az adó a COFDM modemet is
tartalmazni fogja.

A DAB hálózat szerkesztésének előkészítésével a Ma-
gyar Műsorszóró Vállalat foglalkozik. A hálózatszerkesztés
problémái közé az adók telephelyének, valamint teljesítmé-
nyének megválasztása tartozik. Ugyancsak az MMV fela-

datát képezi az adáskísérlet tapasztalatainak összegyűjtése
és értékelése is.

5. AZ ADATSZÓRÁS TOVÁBBI FEJLŐDÉSE

Az adatszórás iránti igények a jövőben várhatóan növe-
kedni fognak. Az igények kielégítése részben a meglévő
hálózatokkal, részben pedig új rendszerekkel valósítható
meg. A földi rendszerek továbbfejlesztése pl. azERMES
rendszer fokozatos elterjedése, az újabb, még csak terve-
zési szinten létező alacsony pályás műholdas rendszerek
megjelenése további lehetőségeket biztosít. Az adatszórás
fejlődéséhez azonban nemcsak technikai eszközök, hanem
megfelelő szervezési, ill. gazdasági feltételek, valamint jo-
gi szabályozás is szükséges. Az adatszórás hazai fejlődését
igyekszik segíteni egy, a HTE keretében létrejött, adatszór-
ással foglalkozó új szakosztály is.

A cikkben kapcsos zárójelben feltüntetett számok az alábbi
intézményekre vonatkoznak:

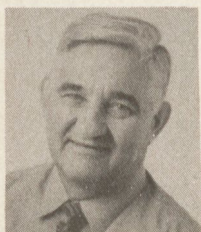
- 1 BHG Fejlesztési Intézet, BHG-FI
- 2 BME Híradástechnikai Elektronika Intézet, BME-HEI
- 3 BME Mikrohullámú Híradástechnika Tanszék, BME-MHT
- 4 Elektrotechnika Szövetkezet, ELKISz
- 5 Magyar Műsorszóró Vállalat, MMV; ill. jogelődje, a Posta
Rádió- és Televízióműszaki Igazgatóság, PRMTIg
- 6 Operator-MMV Kft.
- 7 Postakísérleti Intézet, PKI
- 8 Remix Elektronikai Vállalat
- 9 Széchenyi István Közlekedési és Távközlési Főiskola Vezeték-
nélküli Híradástechnika Tanszék

DIGITAL RADIO AND DATA BROADCASTING IN HUNGARY

M. SZOKOLAY

TECHNICAL UNIVERSITY OF BUDAPEST
DEPT. FOR MICROWAVE COMMUNICATION 1521 BUDAPEST, HUNGARY

The importance of the data broadcasting is in a permanently growing state, there have been developed new data networks. People observe that existing networks are
equipped with devices devoted for data broadcasting or for selective personal calling. The digitalization appeared in the field of broadcasting too, probably firstly the
digital audio broadcasting will be realized. Author summarizes the national results of the these fields, the really existing data broadcasting, selective personal calling,
traffic information systems, including systems under development are mentioned.



Dr. Szokolay Mihály 1952-ben szerzett vil-
lamosmérnöki oklevelet a Budapesti Mű-
szaki Egyetemen. 1952 óta folyamatosan
dolgozik oktatóként a Mikrohullámú Hí-
radástechnika Tanszéken, jelenleg egyetemi
docens. Oktatási területe a rádió rendszer-
technika, valamint a műholdas műsorszór-
ás. Tudományos tevékenységi területei kö-
zé tartozott a beszédjelvizsgálat, hibajavító
kódolás, adatátvitel rádiócsatornán, digitá-

lis modulációs eljárások kutatása. Az utóbbi években legtöbbet a
műsorszóró adók járulékos modulációs problémáival, a szelektív
személyhívás hazai megvalósításával foglalkozott. Újabb feladatát
képezi a digitális rádióműsorszórás bevezetésének előkészítése.

EURORADIO

SÜTŐ LÁSZLÓ

MAGYAR RÁDIÓ
1088 BUDAPEST
BRÓDY S. U. 5-7.

Az itt közölt cikk az Euroradio rendszerét kívánja bemutatni. Megismerkedhetünk a nemzetközi szervezet létrejöttét kiváltó okokkal, szervezeti felépítésével, működési mechanizmusával és azokkal a műszaki megoldásokkal, melyek segítségével egy tetszőleges helyszínen zajló koncert Európa-szerte egy időben kerülhet a rádióhallgatókhoz.

1. BEVEZETÉS

Az Euroradio az EBU (European Broadcasting Union) rádiós szervezete és egyben egy speciális, a tagországok között működő rádiós programcsere-rendszer is. Létrehozásának alap gondolata a 80-as évek második felében született azzal a céllal, hogy a tagországok egyre bővülő zenei programcsere-igényét egy sajátos, a kor műszaki lehetőségeinek és elvárásainak megfelelő színvonalú hálózat kiépítésével elégítsék ki.

A megvalósítás műszaki hátterét egyrészt az addig is nemzetközi műsortovábbításra használt földi kábelhálózat, másrészt az egyre inkább előtérbe kerülő műholdas műsor-szétosztás kihasználásának lehetősége adta. Jogi lehetőséget az EUTELSAT és az EBU közti szerződés biztosított, mely alapján az EBU jelen pillanatban is két szélessávú transzpondert bérel az Eurovízió és az Euroradio összeköttetéseinek biztosításához.

A rádió nemzetközi nyelve, kapcsolódási pontja programszinten alapvetően a zene. Az Euroradio felkérésére a tagországok által szervezett, egy-egy kijelölt témához illeszkedő zenei esemény, évfordulók, más országok érdeklődését is vonzó bemutatók alkotják egy szezonban a koncert- és operaközvetítések kínálatát. Ezek érdekessége, hogy élőben sugárzott programok, melyek Európa-szerte egy időben kerülnek a rádióhallgatókhoz.

Míg 3-4 évvel ezelőtt a programcsere szinte kizárólag a földi hálózatok igénybevételével folyt, addig ma a szétosztás vegyes hálózaton keresztül történik, melynek gerincét egy műholdas rendszer alkotja. Az Euroradio 1993 végére szeretne olyan kiépítettséggel rendelkezni, s ez kizárólag a tagországok aktív együttműködésével történhet, melyben mindegyikük legalább műholdveteli lehetőséggel rendelkezik. Ez kiküszöbölne a vegyes hálózat használatából adódó műszaki és szervezési problémák nagy részét, s természetesen növelné a bérelt transzponder kihasználtságát. Az ez irányú fejlesztést nem csupán műszaki és lebonyolítás-technikai megfontolások vezérelnék, hanem hosszú távon pozitív pénzügyi kihatásai is lennének.

2. SZERVEZETI FELÉPÍTÉS ÉS MŰKÖDTETÉSI FORMA

A jelenlegi struktúrában az Euroradio tevékenységeinek összehangolását program- és technikai részről egyaránt egy-egy megbízott koordinátor végzi. A nemzetközi együttműködés és egyeztetés az EUTELSAT RADIO OPERATIONS GROUP nevű, program és műszaki szakembereket tömörítő munkacsoporton belül történik. Munkájuk és döntéseik során természetesen figyelemmel kísérik a Tech-

nikai Bizottság egyéb munkacsoportjainak műszaki tevékenységét és azok ajánlásait is. Az Euroradio Technikai Koordinátorának feladata a programcsere, a műsortovábbítás műszaki lebonyolításának előkészítése, megszervezése, a tagországok műszaki együttműködését biztosító specifikációk összegyűjtése és folyamatos közreadása.

1987-től ugrásszerűen megnőtt a programcsere keretében sugárzott koncertek száma, s ez ma az 1991/92-es szezonban elérte a hatvanat. A multilaterális kapcsolatrendszeren kívül, melynek koordinálását szükség szerűen az EBU végzi, megsokszorozódott a bilaterális programcsere, s ezzel egyidejűleg ugyancsak megnőtt az igény a szalagon rögzített zenei anyagok cseréje iránt is, mely bár jelenleg postai úton történik, de új, ennél gyorsabb és gazdaságosabb megoldást kíván. Így érthető, hogy műszakilag is komoly kihívást jelentett egy olyan egységes műsor-szétosztó rendszer kialakítása, mely biztosítja a programrészről felterülő igények nemzetközi szinten történő, megbízható és technikailag jó minőségű kielégítését.

A műszaki előírások, paraméterek egyeztetésén, a műholdas átviteli rendszer kiválasztásán túl, a hatékonyság és ellenőrizhetőség érdekében, egységes lebonyolítási mechanizmust kellett kidolgozni. Eszerint az első lépésben programrészről kijelölik a közvetítésre szánt koncerteket. Ezután műszaki szempontból a Technikai Koordinátor végzi az előkészítést. Az ő feladata a helyszín ismeretében a részt vevő tagországok közti, műsortovábbítást szolgáló hálózat megtervezése, s a tervezet közreadása. Ez a „szinopszis” tartalmazza a részt vevő országok listáját, a kapcsolódási pontokat, a vonalrendelést segítő adatokat, a koncert és a szünet tervezett időtartamát, egyszóval minden információt, mely szükséges a problémamentes előkészületekhez. A moduláció továbbítása történhet zenekábelhálózat segítségével vagy vegyesen, műhold és zenekábelhálózaton, ill. kizárólag műholdon keresztül. Bármely megoldást alkalmaznak, egyidejűleg egy négyhuzalos koordinációs hálózatot is üzembe helyeznek a tagországok és az EBU Technikai Központja között. Ez a vonal a közvetítést megelőző vonal-mérés során és a koncert alatt is a folyamatos információ-cserét szolgálja. A felügyelői teendőket egy a koordinátor mellett dolgozó megbízott látja el. A mérés a koncert előtt 1 órával kezdődik és lehetőséget nyújt a forrásország és a végpontok közti átviteli rendszer paramétereinek mérésére és dokumentálására. A mérőprogram lefuttatása során mód nyílik színtezésre, oldalazonosításra, frekvencia- és fázisjelleggörbe felvételére, torzítás és zaj mérésére. A végpontokon készített mérési jegyzőkönyvet a koordinátornak kell visszaküldeni, aki negyedévenként értékelést készít a lezajlott műsorok műszaki minőségéről.

A koordinátor és megbízott felügyelőjének partnere a tagországok rádióiban az ott kijelölt „CONTACT PER-

SON", kapcsolattartó személy. Ő látja el a műsorcserevel kapcsolatos szervezési feladatokat, a műsorátvétel során mérési jegyzőkönyvet készít és a koordinációt biztosítja, továbbá szükség esetén kapcsolatot tart az összeköttetésben részt vevő egyéb intézményekkel. A fent említett tevékenységek pontos meghatározását és egyéb, az Euroradio műszaki, jogi és pénzügyi működési mechanizmusait és követelményrendszerét tömörítő adatgyűjtemény a „CODE OF PRACTICE”, mely a rendszerben dolgozó szakemberek kézikönyve. Ennek tartalmát természetesen folyamatosan felülvizsgálják, illeszkedve a rendszeren belül történő változásokhoz, hiszen sem műszaki, sem pénzügyi tekintetben nem statikus, változásoktól mentes rendszerről van szó.

3. MŰSZAKI MEGOLDÁSOK

Az Euroradio hivatalos működését megelőzően már folytak vizsgálatok és kísérletek arra vonatkozóan, hogy mely formátum, digitális átviteli rendszer lenne a legalkalmasabb a műholdon keresztül történő sztereóhang továbbítására. A tagországok aktívan részt vettek ezekben a kísérletekben, különösen azok, amelyek már működtettek valamilyen földi digitális átviteli rendszert. Ilyen formátum a NICAM, melyet a BBC dolgozott ki a tv sztereóhangjának továbbítására, a DS1 1 Mbit/s-os formátum, melyet a németek használnak a rádiók közötti összeköttetésekben. Ezek mindegyike 32 kHz-es mintavételezéssel dolgozik és folyamatos, ill. kvázi folyamatos bitkomprimációs rendszer.

A földi kábelhálózatra vonatkozó specifikáció jelen pillanatban is egyezik a CCITT szabvány előírásaival. Az Euroradio tevékenysége számára a leglényegesebb, ún. Q minőségű „VERY WIDE BAND CIRCUITS (40 Hz – 15 kHz)”-re vonatkozó előírásokat a CCITT REC.10 ajánlás tartalmazza.

A kábelhálózatok használata mellett egyre sürgetőbb igény merült fel a műholdas műsortovábbítás beindítására. Az aktívan részt vevő tagországok komoly reményeket fűztek az Euroradio hálózatának működéséhez. Ez pedig arra készítette a műszaki hátteret kidolgozó szakembereket, hogy átmenetileg, a rendszer mielőbbi beindíthatósága végett, egy olyan formátumot, kódolási rendszert fogadjanak el, mely paramétereit tekintve megfelel a földi analóg kábelhálózattal szemben támasztott követelményeknek, működképessége, megbízhatósága biztosított, a berendezésnek van gyártója és kapható a piacon. Így esett a választás a DSI rendszerre.

1989 szeptemberében kezdte meg az Euroradio hivatalos működését. Ekkor biztosították, hogy az Eurovízió számára folyamatosan bérelt két transzponderen a rádió is külön frekvenciát kapjon. Mindkét transzponder az EUTELSAT I-F2 (16°E) műholdon kapott helyet, az egyik üzemszerűen működő, a másik állandó tartalék. A műszaki megoldás mellett ki kellett alakítani az Eurovízióval való pénzügyi együttműködés feltételeit is. Ez a transzponderen elfoglalt sávszélességnek megfelelő részarányos bérleti díj fizetését jelenti, melynek bevezetésére 1993-tól fokozatosan kerül sor. Az Eurovízió és az Euroradio egy transzponderen való, de frekvenciaszeparált elhelyezése lehetővé tette az Eurovízió vételére alkalmas tv-állomások számára, hogy igen kis költséggel Euroradio-vételi lehetőséggel is rendelkezzenek. Így lett az egyik első Euroradio-vételi lehetőséggel rendelkező intézmény a Dán Rádió (DR), ahol a szervezeti felépítés folytán, a tv-vel közösen telepítették

és üzemeltetik a vevőállomást. A másik úttörő szerepet vállaló rádió a rendszer életre keltésében a BBC volt, mely már 1989-ben a szabvány választása után mobil adó-vevőt telepített, s a 90/91-es esztendőben közel 20 000 perc nemzeti programot sugárzott műholdon keresztül, bizonyítva ezzel a rendszer üzembiztonságát.

Megtorpanást jelentett az elképzelések valóra váltásában az a tény, hogy az EUTELSAT egyik műholdja 1990 elején instabillá vált, s ennek következtében az Eurovízió és az Euroradio két külön műholdra került, miután a tv-s földi állomás számára nem jelent gondot az instabilitás. Ezáltal azonban megszűnt a legkisebb beruházást igénylő Euroradio-vételi lehetőség megteremtésének módja, de szerencsére nem mindörökre. 1991 áprilisában visszaállították az eredeti állapotot, mely a mai napig érvényes. Az Eurovízió és az Euroradio műsortovábbítása az EUTELSAT I F5 (21.5°E) műhold 1. és 9. transzponderén keresztül történik. Mindkettőn, melyek egyenként 80 MHz sávszélességek, két analóg tv-csatorna mellett egy digitálisan kódolt sztereó rádiócsatorna átvitelére van lehetőség. A sávközépi frekvenciák kijelölésénél a következő megkötéseket tették:

- minimális távolság a tv és rádió csatornái között 20 MHz, 25 MHz/V löketet feltételezve,
- maximális távolság a transzponder középfrekvenciája és a rádiócsatorna között 38,5 MHz.

Az Euroradio számára a programok digitálisan kódolt és műholdon keresztül továbbított átviteli rendszerének leírását az EBU N17 szabvány tartalmazza.

A rendszer egy QPSK modemmel kombinált DS1 kodekből áll. A DS1 kóderben a kódolás során az analóg sztereójel 1024 kbit/s csatornakapacitást igénylő digitális adatsorrá alakul, mely 32 kHz-es mintavételezés és 16/14 bites lebegőpontos kvantálás során jön létre. A rendszer bitkomprimáció nélküli, lineáris 16 bites felbontást eredményez mindazokra a bemenőjelekre, melyek nagyságrendje nem esik a dinamika felső 12 dB-es tartományába. Ez a megkötés azért lényeges, mert megóvjá az alkalmazott átviteli rendszert a túlvezérlés lehetőségétől. Az élőközvetítések során bekövetkező csúcsmoduláció értéke dinamikus jelekre vonatkozóan nem tervezhető előre. Az AES/EBU digitális interfész biztosítja a stúdiótechnikai berendezésekkel való kapcsolódási lehetőséget. A modem először egy hibajavító kódrendszerrel egészíti ki a digitális adatsort, mely miután 100%-os redundanciát visz a rendszerbe, 1024 kbit/s-ról 2048 kbit/s-os adatsorrá alakul, megfelelő hibavédelmet biztosítva a DS1-től érkező jelsor számára. A megelőző, hibajavító kódrendszer konvolúciós kódoló és Viterbi dekódoló egységből áll. Ezt követi a QPSK modulációs eljárás, mely során a vivő értéke 70 MHz és ez az ún. KF jel (középfrekvenciás jel) szolgáltatja az adóállomás bemenőjelét. További két lépcsőben megvalósuló frekvenciakonverzióval jutunk az RF sávba, melyben a műholdra fellövés történik.

Vétel során a KF jelből QPSK demoduláció során kapott adatsor hibajavítás után 1024 kbit/s-os jelként jut a DS1 dekóderhez, mely az analóg sztereójelet szolgáltatja. Az átvétel során lehetőség van arra is, hogy AES/EBU interfészen keresztül digitális formátumban (3 Mbit/s) jusunk a dekódolt jelhez. A rendszer működési alsó határát a $C/N=6,7$ dB előírás adja meg, mely során a bithibaarány (BER) jobb, mint 1 hiba 10^7 bitben. A kodek pontos kódolási eljárását, átviteli keretstruktúráját a CCIR 718 ajánlás írja le. A kodek és modem közti adatforgalom RS 422/449 interfészen keresztül történhet. A fent említett modulációs

rendszerben is a CCITT V.35 előírásnak megfelelően olyan eljárást alkalmaznak (energy dispersal, scrambling), mely biztosítja, hogy moduláló jel nélkül a vivő nem kerül ki-sugárzásra. Ez azért szükséges, mert a földi mikrohullámú rendszerek, melyek a műholdas összeköttetésekkel hasonló frekvenciasávban működnek, könnyen interferálódhatnak egy modulálatlan nagy teljesítménnyel sugárzott vivővel.

A jelenleg használt feladó frekvencia (up-link) és polarizáció:

1. transzponder $f = 14,253167$ GHz, Y polarizáció,
9. transzponder $f = 14,496833$ GHz, X polarizáció.

A maximálisan alkalmazható EIRP=(70-CT_{tx}) dBW, ahol CT_{tx} a Eurobeam vételi-kontúr értéke az adás helyén.

A jelenleg használt leadó frekvencia (down-link) és polarizáció:

1. transzponder $f = 10,953167$ GHz, X polarizáció,
9. transzponder $f = 11,196833$ GHz, Y polarizáció.

A vételi oldalra vonatkozó minimálisan előírt jósági tényező $G/T=(25-CT_{rx})$ dB/K, ahol CT_{rx} a Eurobeam vételi-kontúr a vétel helyén.

A kezdeti periódus nehézségei ellenére a leghatékosabb tagországok megkezdték a földi állomások telepítését, üzembe helyezését és egyre gyakrabban használták ezeket a koncertközvetítések során. A beruházások döntő többsége függetlenül, a rádiók által, de némely esetben a helyi sajátosságoknak megfelelően a hírközlést felügyelő szervezettel közösen történt. Minden országnak más-más problémával kellett szembenéznie a telepítés során, hiszen az új rendszert illeszteni kellett a már meglévő és működő földi és mikrohullámú hálózatokhoz.

4. HOGYAN TOVÁBB?

1990 során számos új földi állomás létesült, de a beruházási kedv 1991-ben már érezhetően lassult. Ezáltal az Euroradio rendszerének kihasználtsága, különösen a műholdas összeköttetések terén, nem hozta a hozzáfűzött eredményeket. Bár a tagországok ez idő alatt, mely kísérleti periódusnak számított, ingyen jutottak a transzponder adta lehetőséghez, ez mégsem volt elég ösztönző. Új stratégiát kellett kidolgozni, melynek alapvető és első lépése az új kódrendszer eldöntése volt. Emellett meg kellett fogalmazni azokat az elképzeléseket is, melyekkel fokozni lehet a kihasználtságot úgy, hogy hosszú távon csökkenjenek a tagországok vonalköltségei. Egy olyan pénzügyi rendszert kellett létrehozni, mely egyrészt inspirálja az országokat a beruházásra, másrészt segíti őket. E célból hozták létre 1991 őszén az Euroradio Alapítványt, mely a részt vevő tagországok számára a befolyt percdíjakból a hivatalos költségek kifizetése után fennmaradó pénzt beruházási támogatásra kívánja költeni.

A megújulásnak műszaki értelemben is igen nagy volt a tétje, hiszen az első kódrendszerrel kapcsolatos döntés, mely azt átmenetinek deklarálta, bebizonyította, hogy minden további bizonytalankodás az új rendszer kiválasztásával kapcsolatban súlyos pszichológiai nyomás azokra nézve, akik a tagországokban a beruházásért felelősek.

A felhasználók és a műszaki szakemberek nézetkülönbségeik mellett egy kérdésben egyetértettek: minél gyorsabban olyan döntést kell hozni, mely alapján a választott szabvány hosszú távon, legalább 10 évig érvényes. Műszaki értelemben ez persze nagyon nehéz döntés, hiszen a technikai fejlődés egy bizonyos pontjának befagyasztását jelenti. Ennek megfelelően a kódrendszerrel kapcsolatos döntést aktív vita előzte meg. A végleges szabványválasztást 1992 áprilisáig kellett meghozni. 3 elképzelés látott napvilágot:

- a DS1 rendszer marad legalább 1996-ig,
- a CCIR 724 ajánlás, 2 Mbit/s mint új kódrendszer,
- a technológiai fejlődés legújabb törekvését reprezentáló bitkomprimációs rendszer, MUSICAM (384 kbit/s).

Hosszas vita után a Technikai Bizottság bolognai ülésén 1992 áprilisában a 2 Mbit/s-os rendszer mellett döntöttek. Ezt a kódrendszert 1993 szeptemberétől alkalmazzák majd. Legfontosabb adatai:

- átviteli csatornkapacitás 2 Mbit/s,
- 48 KHz mintavételezés,
- 20 bites felbontás, 18 bites audio átvitel,
- AES/EBU interfészen keresztül elérhető, illeszkedik a digitális audio interfész 32 bites subframe struktúrájához,
- USER DATA továbbítási lehetőség,
- minimális jelkésleltetés kódolás, ill. dekódolás során,
- AUX DATA átvitel 64 kbit/s kapacitással,
- illeszkedik a CCITT, Rec. 704 ajánlásban leírt, telefonában használatos digitális adatátviteli rendszerhez.

Tervek szerint ezt a kódolást kívánják a tv digitális hanglejtésénél is alkalmazni a jövőben. Az új kódolást használva természetesen megnő az Euroradio transzponderen foglalt sáv szélessége 2 MHz-re.

További változások is várhatók az Euroradio technikai rendszerében. Az EUTELSAT-tal kötött megállapodás értelmében 1993 januárjától az EBU részére fenntartott csatornák átkerülnek egy új, második generációs műholdra, melynek fellövését ez év szeptemberére tervezték. Ez lesz az EUTELSAT II F4, melynek pontos pozíciója még nem ismeretes. Annyi biztos, hogy az új műholdak megnövelt adóteljesítménnyel dolgoznak (20 helyett 50 watt), és ezáltal az ECS Eurobeam értéke a nyáláb középpontjában kb. 3 dB-lel megnő, emellett a takarási zóna a régi körkörös – elliptikus forma helyett alapvetően módosul. A régi és új műholdak alapadatait az 1. táblázat foglalja össze.

Az Euroradio jövőjét illetően még egy lényeges változás, hogy az EBU új genfi székházának átadása után, mely 1994 őszén várható, a jelenleg működő brüsszeli technikai központból ide költözik az Euroradio műszaki tevékenységével foglalkozó stáb is. Új négyhuzalos koordinációs rendszert kívánnak bevezetni régiókra osztott alkoordinációs központok létrehozásával. Az új genfi székház, mely természetesen Euroradio adás-vételi lehetőséggel is rendelkezik majd, megfigyelői funkciót is betölt a jövőben. Jelenleg minden adóállomás üzembe helyezése esetén a párizsi EUTELSAT központból kell engedélyt kérni, s innen ellenőrzik, hogy betartják-e az előírt frekvenciát és teljesítményt. A jövőben a teljes Euroradio rendszer működtetési jogát átruházzák az EBU-ra.

1. táblázat. A régi és új műholdak alapadatai

Az EUTELSAT műholdak	EUT SAT I-F1	EUT SAT I-F2 F4 és F5	EUT SAT II
Stabilizáció	3 axis	3 axis	3 axis
Bruttó tömeg	1048 kg	1172 kg	1870 kg
Nettó tömeg (űa. nélkül)	512 kg	550 kg	915 kg
Fesztávolság behajtott	13,80 m	13,80 m	23,60 m
napelemekkel Elektromos teljesítmény	1100 W	1100 W	3000 W
Élettartam (év)	7	7	7
Frekvenciasáv	14/11 GHz	14/11 GHz 14/12 GHz	14/11 GHz 14/12 GHz
Transzponderek száma (db)	12	14	16
Egyidejűleg használható transzponderek száma (db)	10	10	16
Egyes transzponderek adóteljesítménye	20 W	20 W	50 W
Antennák:			
adó/vevő	—	1	1
vevő	1+1 tart.	1	—
adó	4	4	1

5. MAGYAR RÉSZVÉTEL

A Magyar Rádió az elmúlt évek során folyamatosan részt vett a nemzetközi műsorcsereben, gazdagítva ezzel a

hallgatókhoz jutó programválasztékot. Külön érdekesség, hogy 1992 februárjában a Magyar Rádióból először történt nemzetközi műsortovábbítás műholdon keresztül, mely során az Euroradio közreműködésével a BBC mobil adóját helyezték üzembe a Rádió udvarán.

Az élőadások átvételén túl komoly jelentősége van a rögzített zenei anyagok szalagon történő cseréjének (kb. évi 35–40 000) is. Az Euroradio tervei szerint ez a tevékenység 1994-től szintén a műholdas rendszer igénybevételel történne, mely figyelemreméltó anyagi megtakarításokkal járna. Ez előrevetíti a vételi lehetőség megteremtésének sürgető igényét, mely továbbra is lehetővé tenné a rendszerben való aktív és gazdaságos részvételünket. Az adóval nem rendelkező tagországok kiajánlani kívánt műsoraikat egy DAT kazettán juttatják majd el a genfi központba, ahonnan műholdon keresztül továbbítják az érdeklődők felé.

Az adóberuházás a gazdaságossági megfontolásokon túl jogi és adminisztrációs feltételek tisztázását kívánja, mely az illetékes szakminisztérium és intézményeinek bevonásával, közös együttgondolkodás során történhet.

A legutóbbi felmérés szerint, mely a tagországok részvétele és beruházásai iránt érdeklődik, újfent optimizmus uralja a válaszokat. Ennek alapján 1993 során 14 új vevőállomást kívánnak telepíteni az európai rádiók, s ha figyelembe vesszük, hogy jelenleg 3 bérelhető mobil adóállomás is rendelkezésre áll és az új kódrendszerre való átállás is zökkenőmentesen befejeződik 1994 elejére, ha egy kis késséssel is, de létrejöhet műholdon keresztül a rádiók közreműködésével a határok nélküli, egységes Európa.

EURORADIO

L. SÜTŐ

HUNGARIAN RADIO
BUDAPEST
H-1088 BUDAPEST, BRÓDY S. U. 5–7.
HUNGARY

The article introduces the EURORADIO system. It presents the reasons of why this international organization was established, it's structure and operational method and all those technical aspects which help to produce live music programs available at the same time all over Europe.



Sütő László 1983-ban szerzett diplomát a Budapesti Műszaki Egyetemen. Tanulmányai utolsó éveiben a Műsorközlő Ágazat előadásait és kiegészítésként akusztikát hallgatott. 1983 szeptemberében került a Magyar Rádió Külső Közvetítések Osztályára. Különleges vonzódása, szerette a zene iránt és műszaki ismeretei szerencsés összekapcsolását jelentette az osztályon végzett munka. Aránylag gyorsan le-

hetőséget kapott, hogy önálló, zenei felvételeket és adást készítő hangmérnökként dolgozzon. 1991-ben bízták meg első ízben azzal a feladattal, hogy képviselje a Magyar Rádiót az EBU-val kapcsolatos, zenei programcsereket érintő műszaki megbeszéléseken. Jelenleg hangfelvételi munkái mellett az EURORADIO „contact engineer” feladatait látja el a rádióon belül és részt vesz az ezzel kapcsolatos munkacsoportok tevékenységeiben is.

AZ OIRT ÉS AZ EBU EGYESÜLÉSE

RADNAI JENŐ

MAGYAR RÁDIÓ
1088 BUDAPEST
BRÓDY S. U. 5–7.

A nemzetközi műsorszórási szervezetek feladatainak és munkájának ismertetése után bemutatásra kerül az a folyamat, melynek során Európa e téren is megosztásra került, két rádióunió jött létre. A megosztottság következményeképpen különböző műszaki előírások és munkamódszerek kerültek elfogadásra, ezek a kelet-európai térség elmaradottságát tovább fokozták. Az Európában 1989/90-ben bekövetkezett nagy politikai fordulat eredményeképpen végre megindulhatott a két unió egyesítésére irányuló munka. 1993. január 1-én az OIRT megszűnik és Európában újra csak egyetlen unió fog működni. Bemutatásra kerülnek az egyesítéssel kapcsolatos műszaki, gazdasági, szervezési és műsorpolitikai problémák, valamint az egyesítés előnyei, különös tekintettel a magyar vonatkozásokra.

1. A NEMZETKÖZI RÁDIÓSZERVEZETEK FELADATA ÉS SZEREPE

Nem sokkal azután, hogy a világ különböző tájain megindult a rendszeres rádió műsorszórási, elkezdődött az egyes nemzeti rádiók között az együttműködés. A rádió egyik legvonzóbb szolgáltatása ugyanis, hogy távoli eseményeket tud a hallgató otthonába varázsolni: operaelőadásokat, koncerteket, sportversenyeket vagy akár politikai megmozdulásokat. Hamar kiderült az is, hogy ha mindenki kénye-kedve szerint sugározza ki műsorait, akkor az egyes adások zavarni fogják és élvezhetetlenné teszik egymást, tehát a cél, a hallgatók elérése hiúsul meg. Szükség volt tehát nemzetközi egyeztetésekre, s rövidesen meg is alakultak az erre szolgáló szervezetek. Amikor azután a televízió belépett a műsorszolgáltatásba, az együttműködés igénye még egyértelműbben jelentkezett, hiszen egy bonyolultabb és drágább technikát kellett az országhatároktól függetleníteni, ráadásul egy olyan korban, amely zászlajára tűzte a nemzetek elszigeteltségének feloldását. Mára gyakorlatilag minden rádió és tv társaság tagja valamelyik nemzetközi szervezetnek, ez utóbbiak pedig az egész Földet behálózák.

Feladatukat és szerepüket a műsorszórási feladatokban a következőkben foglalhatjuk össze:

- a tagszervezetek (rádió és tv társaságok) érdekeinek képviselése más fórumok előtt elsősorban a műsort érintő ügyekben, jogi kérdésekben és műszaki területen, de adott esetben bármely egyéb felmerülő ügyben;
- a más műsorszórási szervezetekkel és azok tagjaival való együttműködés elősegítése;
- a műsorszórási tevékenység általános fejlődésének előmozdítása;
- a nemzetközi rádió- és tv-műsorcsere szervezése;
- valamennyi olyan elméleti és gyakorlati kérdés tanulmányozása, amelyek a műsorszórási befolyással vannak és az ezekkel kapcsolatos információknak a tagszervezetekhez való eljuttatása;
- a műsorszórási feladatokra vonatkozó nemzetközi előírások betartatása tagszervezeteikkel;
- szakmai és jogi segítségnyújtás és tanácsadás a tagszervezetek nemzetközi ügyeiben, különösen vitás esetekben.

2. TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉS

2.1. Az OIRT és az EBU kialakulása

A jelenlegi helyzet megértéséhez egy kissé vissza kell tekinteni a múltba. A második világháború után az európai rádiózás újjászervezésében nagy szerepet vállalt magára az akkor még csak rádiószervezeteket tömörítő OIR (Organisation International de Radiodiffusion). E szervezet brüsszeli székhellyel működött és gyakorlatilag valamennyi európai rádió a tagja volt. A hidegháború megindulása után azonban a szervezet működése egyre nehezebbé vált és 1949-ben bekövetkezett a szakadás: Prágába helyezte székhelyét az akkori szocialista országok rádióit képviselő szervezet, s magával vitte az OIR nevet. Brüsszelben pedig megalakult az új szervezet a nyugat-európai országok rádióinak részvételével. Ez utóbbi két hivatalos nyelven, angolul és franciául EBU (European Broadcasting Union), ill. UER (Union Européenne de Radiodiffusion) néven került bejegyzésre. Nem sokkal a kettéválás után Nyugat-Európában szükségessé vált a televíziók közötti együttműködés megszervezése is, így az EBU felvette feladatai közé ezt a tevékenységet is, a prágai szervezet pedig az ötvenes években iktatta munkájába a televíziós témákat és vette fel az OIRT rövidítést (Organisation International de Radiodiffusion et Television). E két szervezet létrejöttével Európában a rádiót és a televíziót is sikerült megosztani.

2.2. A hidegháború korszaka: szembenállás és szeparáltság

Az OIRT működésére ezután rányomta bélyegét az, ami a kor általános jellemzője volt: elsődlegessé váltak a politikai szempontok, s mindent alárendeltek ennek, így a műszaki kérdéseket is. A szervezet politikai jellegéből következően felvették a tagok közé a nem európai szocialista országok rádióit és televízióit is, teljesen figyelmen kívül hagyva az ITU-nak (a Nemzetközi Távközlési Uniónak) azt az ajánlását, hogy az egyazon rádióhálózatra tartozó rádiók és televíziók alakítsanak regionális együttműködési szervezetet. A műsorakciók szervezése, az új műszaki lehetőségek tanulmányozása vagy egyes eljárások egységesítése is csak a politikai szempontoknak megfelelően, azoknak alárendelve kerülhetett napirendre. Ez persze igen csak lelassította az amúgy sem töretlen fejlődést, és mint-hogy azok az országok, amelyek az OIRT-hez csatlakoztak,

nem jártak a technikai fejlődés élén, az elmaradás Nyugat-Európához képest egyre fokozódott. Minden, ami Nyugat-Európában kialakult, gyanús volt, átvételét alaposan meg kellett fontolni. De ugyanakkor azt is demonstrálni kellett, hogy az OIRT — és tagországai — „a fejlődés zászlóvivői”, tehát van válaszuk a nyugati kihívásra. Ilyen körülmények között alakultak ki a nyugatitól szándékosan különböző „OIRT-szabványok”, elég talán itt csak az URH-rádiózásnak és a színes televíziózásnak a nyugatitól eltérő módon megállapított műszaki paramétereire utalnunk. Ugyanakkor nem lévén ipari háttere ezeknek az „újdonságoknak”, a fejlődést lassító újabb tényezővé váltak.

Míg az EBU területén gyorsan meghonosodtak a rádiós — televíziós újdonságok, elterjedtek a sztereo rádió- és a színes tv-adások, kialakultak a műsorátvételeket elősegítő előírások és mérési módszerek, gördülékennyé vált az egyes tagszervezetek együttműködése, az OIRT-ben minden előrehaladásért meg kell küzdeni. Ebben fontos szerepet játszottak azok a szakemberek, akik megkísérelték a szakmai szempontokat érvényesíteni, mégis mindenki érezte, hogy az elmaradás fokozódik, az OIRT másodrendű szerepet játszik.

Az általános politikai légkör enyhülése tette azután lehetővé azt, hogy az OIRT-ben is szóhoz jussanak az ésszerű együttműködést már régóta szorgalmazó erők, hogy lépéseket tehessenek a további elszigetelődés ellen. Ebben az időben kezdődött meg az óvatos kapcsolatfelvétel az EBU-val, és ekkor hagyott fel az OIRT a Nyugat-Európában elfogadott elvekkel mindig szembenálló technikák preferálásával. Az elmaradottság természetesen nem szűnt meg, sőt, még tovább fokozódott, de legalább lehetővé vált az újabb technikai eredmények egységes átvételét előlegező előírások lefektetése és néhány esetben közös műsorakciók szervezése is.

2.3. AZ EUROVÍZIÓ ÉS AZ INTERVÍZIÓ LÉTREJÖTTE

A televíziós műsorcsere volumenének növekedése indokoltá tette, hogy az EBU létrehozza az Eurovíziót, azt a szervezetet, amely csak a tv-s műsorcserevel foglalkozik és lényegében önállóan gazdálkodik. Ez mind a hatékonyság, mind a gazdaságosság szempontjából sikeres lépésnek bizonyult. Az OIRT erre „válaszként” megalakította az Intervíziót, amelynek tulajdonképpen az Eurovízióval azonos funkciója lenne, de a két szervezet közötti különbség ebben is jelentős, mert az Intervízió természetesen mindig az aktuális politikai irányvonalat szolgálta. A műsorcsere a nem európai tagszervezetekkel pedig súlyos nehézségeket és anyagi terhet jelentett.

2.4. Együttműködési kísérletek

Az EBU és az OIRT közötti együttműködés mégis először a két tv-s alszerv között kezdett kialakulni, hiszen a megenyhült politikai légkörben nagy jelentőséget kaptak a világméretű televíziós akciók. Eleinte csak kölcsönös műsorátvételekre került sor, majd létrejött az első nagyobb közös közvetítéssorozat a montreali olimpiáról.

Ezt követte a szakemberek kölcsönös látogatása a másik szervezetnél, a hasonló témákkal foglalkozó munkacsoportok ülésein egyre gyakrabban jelentek meg a másik szervezet megfigyelői. Kiderült, hogy az együttműködés mindkét fél számára hasznos, jobb közvetítéseket és gazdagabb mű-

sorkínálatot, valamint reményt jelent a jövőbeli egységes európai szabványok létrejöttére.

A 80-as évek második felére már igen élénk kapcsolatok alakultak ki a két szervezet között, közösen szervezték közvetítéseiket a nagyobb sport- és egyéb eseményekről és közös műsorakciókra is sor került. A műszaki előírások terén az OIRT teljesen felhagyott régi bezárkózásával, sőt, minden napirendre került ügyben, de már a napirendre tűzésben is, igyekezett az EBU-hoz igazodni. Ennek az irányzatnak a csúcspontja volt az a határozat, amely kimondta, hogy minden EBU-előírás automatikusan érvényes az OIRT-ben is. Nyilvánvalóvá vált, hogy az európai rádiózásban a vezető szerep az EBU-é.

Ekkor már az OIRT-n belül igen óvatosan, de egyre gyakrabban el-elhangzott az a vélemény, hogy nincs értelme az OIRT-t, ezt a hidegháborús kövületet fenntartani, egyesíteni kellene a két szervezetet. Ennek a lépésnek azonban még nem voltak adottak a feltételei. Az EBU érdeklődését viszont az jelzi, hogy egyre több EBU-tag kérte társult tagként az OIRT-be való felvételét.

2.5. A történelem közbeszól: Az OIRT-tagok az EBU-t választják

Az 1989 őszen végbement történelmi fordulat azután egy csapásra megváltoztatta a helyzetet. Az OIRT európai tagszervezetei egyöntetűen követelték az Európától elválasztó falak ledöntését, s az EBU-tagok is nyilvánították elvi egyesülési szándékukat. Az Európán kívüli OIRT-tagszervezetek eleinte megpróbálták akadályozni és megnehezíteni az egyesülést, de később belátták, hogy a folyamat feltartóztathatatlan, hiszen minden egyéb volt szocialista nemzetközi szervezet feloszlott.

2.6. Az egyesülési tárgyalások megindulása

Már 1989 őszen megindultak a puhatolódzó tárgyalások a két szervezet között. Az elvi egyetértés hamar létrejött: a falakat le kell bontani. A probléma csak az volt, hogy nem volt egyszerű megállapodni az egyesülés gyakorlati lépéseiben. A két szervezet ugyanis annyira eltérő műszaki, gazdasági és műsorpolitikai környezetben működött, hogy az egybeolvadás szándéka távolról sem bizonyult elegendőnek, mindkét félnek kompromisszumok sorozatát kellett elfogadnia.

3. AZ EGYSÉGES EURÓPAI RÁDIÓUNIÓ

3.1. Az egyesítés lépései

Első lépésként legalizálni kellett a két szervezet közötti szorosabb kapcsolatokat. Az látszott a legcélszerűbbnek, ha az európai OIRT-tagok társult tagként belépnek az EBU-ba, hiszen így már tanácskozási jogot kapnak és pontosabban megismerhetik az EBU szervezetét és munkamódszereit. Csakhogy az EBU szervezeti szabályzata szerint az európai rádiózóna területén működő rádiók és televíziók nem lehetnek az EBU társult tagjai, ezért módosítani kellett az alapszabályt. Az elgondolás tehát az volt, hogy a Bulgária, Csehszlovákia, Lengyelország, Magyarország és Románia területén működő öt európai tagszervezet előbb társult tag lesz, majd a feltételek kimunkálása után, előreláthatólag 1993. január 1-én előlép aktív taggá: az NDK rádiója és televíziója beolvad a német EBU-

tagszervezetekbe, a Szovjetunióval viszont — lévén nem csak európai ország — külön kell tárgyalásokat folytatni, de távlatilag szintén az EBU-hoz fog csatlakozni. További bonyodalmat okozott, hogy rövidesen önállósultak a bal-ti köztársaságok, s rádióik, televízióik természetesen szintén EBU-tagok szerettek volna lenni, csak hogy ehhez nem teljesültek az előfeltételek: az ENSZ- és az ITU-tagság. Minthogy azonban ez is csak átmeneti akadály lehet, megállapodás született arról, hogy immár nyolc a leendő új EBU-tagok száma.

A középkelet-európai változások további követése helyett az alábbiakban a jelenleg érvényes és a megvalósulás felé haladó tervet ismertetjük.

3.2. Szervezeti egyesítés

Az OIRT 1993. január 1-én megszűnik. Volt európai tagjai közül azok, amelyek jelenleg az EBU társult tagjai, ettől az időponttól aktív tagokká válnak. Nem végleges álláspont szerint a FÁK területén egy „regionális” rádióunió alakul — feltehetőleg Eurázsiai Rádióunió néven —, mely 1993. január 1-től társult tagja lesz az EBU-nak, később az aktív tagság feltételeit megteremthetik. Az OIRT egyelőre minden EBU-bizottságba delegálhatott megfigyelőket, ezek addig dolgoznak a megfelelő bizottságban, míg ott a tisztségviselők újraválasztására nem kerül sor. A bizottságok vezetőségét általában kibővítik, s az új választásoknál már az új tagok delegátusai is választhatók lesznek, de sehol sincs eleve nekik fenntartott hely.

Az OIRT munkabizottságai fokozatosan befejezik tevékenységüket, megkísérlik az évek során elért eredményeiket, ha ilyenek egyáltalán vannak, összefoglalni és az EBU-ba átvinni. Folyik az állandó szervek létszámának csökkentése. 1993 januárjában az OIRT már csak egy szűk körű „felszámoló brigádból” fog állni, ez is befejezi tevékenységét március végéig. Az OIRT által koordinált közvetítések már jelenleg is az EBU-val egyeztetett módon, sőt bizonyos esetekben már teljesen az EBU vezérletével kerülnek lebonyolításra. Ilyen közvetítések pl. az 1992. évi téli és nyári olimpiákról voltak, az OIRT gyakorlatilag már csak továbbítja a tagszervezetek közvetítési igényeit, ill. az EBU lebonyolításra vonatkozó anyagait.

3.3. Gazdasági kérdések

Az új EBU-tagok öt évre tagdíjfizetési kedvezményt kapnak, ez idő után viszont érvénybe lép az új, már a nemzeti össztermék értékét is figyelembe vevő tagdíjmegállapítási rend. Erre azért van szükség, mert a jelenlegi rendszer szerint a tagdíj kiszámításának alapja az adott ország rádió-, ill. tv-előfizetőinek száma, s ez igen magas összeget eredményezne nagy, de szegény volt OIRT-országok esetében. Ha azonban ezek kedvezményt kapnának, ezt joggal sérelmeznék az EBU hasonló adottságú tagjai, pl. az észak-afrikai országok. Ezért az új rendszer figyelembe veszi majd az egyes országok nemzeti össztermékét is, azaz a gazdagabb országok nagyobb részt vállalnak a közös költségekből. Ez is mutatja, hogy az EBU egyik legfontosabb alapelve a tagszervezetek közötti szolidaritás, hiszen a kevésbé tehetős rádiók és tv-k támogatása révén javulnak az együttműködés esélyei, végső soron tehát a saját műsor gazdagításának lehetőségei is.

Az OIRT vagyona az EBU tulajdonába megy át. Az állóeszközök nagy részét azonban előbb értékesítik, mert

jórészt elavult műszaki és használati tárgyakat az EBU nem óhajt átvenni. Így az OIRT-tagok megvásárolhatják ezeket, a maradékot pedig bizományi úton értékesítik. Az így befolyt összeg és a működési költségek fedezetére létesített bankbetétek maradéka annak fejében kerül az EBU-hoz, hogy az EBU elengedi az új tagoknak azt a letétet, amelyet egyébként minden új belépőtől megkövetel és egy évi teljes tagdíjjal egyenlő.

Külön gondot jelent az egyik legjelentősebb kiadás, a sportközvetítési jogdíjak ügye. Manapság ugyanis minden „komoly” sportesemény közvetítési jogát, sőt újabban már az eseményről a televízióban képpel kísért hírek adásának jogát is drágán meg kell fizetni. E téren pedig igen nagy különbség volt az EBU és az OIRT között, noha összességében az OIRT is igen sok pénzt költött erre. Mindkét szervezetnek már biztosítva van pl. az 1994. és 1998. évi labdarúgó vb közvetítésének joga, a jogdíjak aránya kb. 1:5. Ennél még nagyobb, mintegy 1:25 az arány az ugyancsak már jóelőre biztosított közvetítési jogdíj esetén a Lillehammeri 1994-es téli olimpiáról. De hogy az egyéb események jogdíjait az egységes EBU hogyan fogja felosztani, arról még nincs megállapodás. Az EBU felosztási kulcsa e téren is az adott ország rádió-, ill. tv-előfizetőinek számát veszi alapul, ily módon azonban a volt OIRT-tagok kénytelenek lennének egy sor közvetítésről eleve lemondani, ezzel pedig az egész teher a régi EBU-tagokra hárulna.

3.4. A technikai feltételek egységesítése

Súlyos gondot jelent az, hogy a volt OIRT-országok technikai színvonala lényegesen elmarad az EBU-területtől. Vonatkozik ez a telefonhálózatra éppúgy, mint a televíziók felszereltségére. A napi együttműködés viszont elképzelhetetlen, ha állandóan tekintettel kell lenni „egyesek” speciális körülményeire. A közvetítővonalak száma és minősége, a kommunikációs eszközök színvonala, a helyi információgyűjtés technikája stb. mind-mind fejlesztendő, hogy a volt OIRT-országok egyenrangú partnerként szerepelhessenek.

Természetesen sürgősen fel kell számolni az OIRT specialitásait, azaz azokat a műszaki előírásokat, szabványokat stb., amelyeket az OIRT a nyugat-európaiaktól eltérő módon fektetett le. Ez azonban nem egészen egyszerű dolog. Nem lehet egyik napról a másikra megszüntetni az OIRT-rendszerű URH-adásokat vagy áttérni a PAL-rendszerű színes tv-adásra, hiszen nincsenek meg a szükséges eszközök, vevőkészülékek, nincs megtervezve a szükséges adóhálózat, de főként hiányzik az áttéréshez szükséges pénz. Van ezenkívül egy sor olyan kérdés, amelyekben mérlegelni kell, érdemes-e most erőfeszítéseket tenni egy pillanatnyilag még érvényes, de rövidesen megváltozó előírás vagy módszer átvételéért. Így tehát nagyon sok munkát kell még mindkét félnek befektetni, mire ténylegesen előállhat az egységes európai rádiós — tv-s paletta.

3.5. A közvetítőhálózat egyesítése

Az egyik legsürgősebb feladat a rádióunió alapfeladatának biztosítása: a műsorcsere megszervezése immár egész Európára kiterjedően. Az EBU területén már régen létrejött egy tv-közvetítőhálózat, amelyet az EBU bérelt és a tagok igen kedvező feltételek mellett vehették igénybe. Ez olyan rugalmasságot és műszaki minőséget kölcsönzött az Eurovízióknak, amilyenről az OIRT-tagok nem is álmodhat-

tak. A másik oldalon a tagok a postai vonalakat használták, hiszen ezek bérbevételéhez csak az egyazon forrásból származó állami pénzeket kellett átcsoportosítani. De mint-hogy nem is volt senkinek érdeke magasabb igényeket kielégíteni, ezek a postai vonalak — kevés kivételtől eltekintve — nem voltak egyenértékűek a nyugat-európaiakkal.

A kapcsolatot az Eurovízió saját hálózata és az Intervízió által használt postai vonalak között vagy alkalmi átadó-állomások, vagy a prágai Intervízió-központ biztosította.

Hasonló különbség van a rádióközvetítések terén: Az EBU-országokat behálózták kiváló minőségű közvetítővonalakkal, az OIRT területén viszont csak igen lassan és csekély számban alakultak ki sztereóközvetítésre is alkalmas összeköttetések. Míg az EBU rendszeresen lehetővé tette tagjainak egymás koncertjeinek élő átvételét, az OIRT-ben jobbra csak hangfelvételek cseréje folyt, ezt viszont az érdekeltek egymás között, bilaterális alapon szervezték meg, többnyire az OIRT nélkül.

3.6. Műholdas közvetítési technikák szerepe

Korunk nagy technikai csodája, a műholdas közvetítési technika az EBU területén igen fontos szerepet kapott: jelenleg kettő, rövidesen azonban már hat bérelt

EUTELSAT-transzponder áll rendelkezésre. Mind a minőség, mind a rugalmasság, de legfőképpen a költségek szempontjából nagy előnyt jelent ez az OIRT-vel szemben, hiszen ott mindössze egy INTERSZPUTNYIK-transzponder hozzáférhető, az sem teljes kapacitással.

Élve a lehetőséggel, az EBU megszervezte az EURO-RADIO rendszert (l. külön cikkünket). Ez megsokszorozza a lehetőséget az élő koncertátvételekre, sőt a tervek szerint rövidesen feleslegessé teszi a szalagos műsorcserét — s mindezt digitális hangátvitellel, a ma elérhető legjobb minőségben.

4. A MAGYAR MŰSORSZÓRÁS BEKAPCSOLÓDÁSA AZ EBU MUNKÁIBA

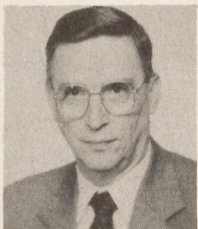
Hazánk 1993. január 1-től az EBU teljesjogú, aktív tagja lesz. Bekapcsolódhatunk az európai rádiós — tv-s vérkeringésbe, kivehetjük részünket az európai szakirányú előírások kidolgozásában, élvezhetjük a modern technika e téren jelentkező áldásait. Csupán rajtunk múlik, hogyan élünk ezekkel a lehetőségekkel, s azon, hogyan találjuk meg a felzárkózáshoz szükséges anyagi eszközöket.

AMALGAMATION OF THE OIRT AND THE EBU

J. RADNAI

HUNGARIAN RADIO
BUDAPEST
H-1088 BUDAPEST, BRÓDY S. U. 5 — 7.
HUNGARY

Outlining the task and work of international broadcasting unions the way is shown how Europe was divided into two unions. The consequence of this division was the creation of different technical standards and practices, which has led to a further backwardness in Eastern Europe. As a result of the great political change in 1989/1990 in Europe now the work is going on for the unification of the two unions. From January 1, 1993 the OIRT ceases to exist, there will be only one broadcasting union in Europe. A general description is given on the technical, economical, organizational and program-political problems and benefits of this unification also regarding the special case of Hungary.



Radnai Jenő 1961-ben szerzett villamosmérnöki diplomát a Budapesti Műszaki Egyetemen. Két évig dolgozott az Orion Gyárban, majd 1963-ban került a Magyar Rádióba, amelynek azóta is dolgozója. 1961 és 1972 között a BME-n is dolgozott a Híradástechnikai Intézet Akusztikai Kutatócsoportjában, mint kutatómérnök, majd 1972-től 1985-ig másodállásban a BEAG szakértőjeként. 1985-ben az OIRT prágai

központjába delegálta a Magyar Rádió, itt főmérnöki beosztásban dolgozott és feladata volt többek között a nagy nemzetközi sportközvetítések megszervezése és lebonyolítása. 1992 augusztusától a Magyar Rádió műszaki igazgatója.

A MAGYAR MŰSORSZÓRÓ VÁLLALAT PRIVATIZÁCIÓS ÉS MŰSZAKI FEJLESZTÉSI TERVEI

A Magyar Műsorszóró Vállalat (MMV) jelenleg az egyetlen hazai szolgáltató a műsorsugárzás, műsorszétoztás és a vezeték nélküli távközlés, rádiókommunikáció területén. Annak ellenére, hogy Magyarországon európai színvonalú műsorszóró szolgáltatást képes biztosítani a vállalat, a rádió- és televízió-adóberendezések 70, ill. 40%-a 15 évesnél idősebb. Az adópark technikai színvonalának megőrzése és fejlesztése érdekében a meglévő — az üzemeltetés szempontjából korszerűtlen — berendezések kiváltása, lecserélése szükséges. A fejlesztési forrásokat azonban a vállalat saját erőből kigazdálkodni nem tudja, a költségvetés jelenlegi helyzete miatt állami támogatásra nem számíthat. A megoldást a vállalat részvénytársasággá történő átalakítása, majd privatizálása jelenti, mivel így külső tőke bevonásával megteremthető a fejlesztéshez szükséges pénzügyi háttér.

A Magyar Műsorszóró Vállalatot 1990. január 1. hatállyal alapította meg a Posta Rádió- és Televízióműszaki Igazgatóság jogutódjaként a Közlekedési, Hírközlési és Építésügyi Miniszter. Ez az esemény a Magyar Posta átszervezéséhez kapcsolódott, melynek során különvált egymástól a „klasszikus” postaszolgálat (Magyar Posta Vállalat), a telefonszolgáltatás (Magyar Távközlési Vállalat) és a műsorszórás.

A Magyar Műsorszóró Vállalat önálló, országos hatáskörű gazdálkodó szervezetként tevékenykedik. Megtisztelő küldetése a rádió- és televízióműsorok európai színvonalú továbbítása, sugárzása és vezeték nélküli hírközlési szolgáltatások nyújtása minden hazai és külföldi igénybe vevő részére. Vállalatunk célja, hogy megőrizzük, ill. tovább növeljük szolgáltatásaink színvonalát. Tudatosan fejlesztett adóhálózatunkkal az ország minden részében sugározzuk a Magyar Televízió, a Magyar Rádió, valamint az engedéllyel rendelkező regionális és kereskedelmi stúdiók programjait. Üzemeltetjük az országos mikrohullámú elosztóhálózatot, amely a műsorszóró adók kép- és hangmodulációs jeleinek, a televíziós helyszíni közvetítések, valamint a nemzetközi műsorcseré jeleinek továbbítására és a távközlési forgalom lebonyolítására szolgál.

Célunk, hogy a hazánkban végbemenő politikai, társadalmi és gazdasági változásokhoz vállalatunk is alkalmazkodjék. A jelenlegi monopolhelyzet megszűnését követően piaci viszonyok között kell helytállni. Vállalatunk életében először határozhattuk meg műszaki, gazdasági, humánpolitikai célkitűzéseinket, középtávú stratégiánkat, amely a következőkben foglalható össze:

- Meg kell őriznünk a magyar műsorszórás nemzetközileg elismert jó minőségét és megbízhatóságát.
- A piaci körülményekhez és igényekhez rugalmasan

alkalmazkodó, részvénytársasági formában nyereséges műsorszóró és távközlési szolgáltatásokat kell nyújtánunk, amellyel hosszú távra biztosíthatjuk a vállalat műszaki, gazdasági fejlesztését és dolgozóink jó színvonalú, stabil életkörülményeit.

- A moratórium feloldását követően valamennyi megrendelőnknek jó minőségű, igényük szerinti megbízhatóságú szolgáltatást kell nyújtanunk, azonos feltételek mellett.

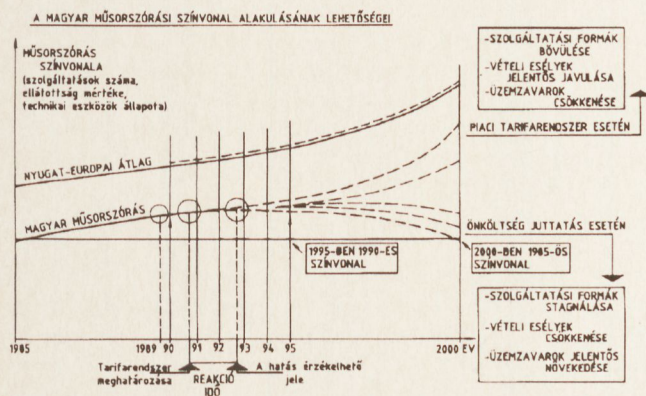
Jelenleg a Magyar Műsorszóró Vállalat csaknem a teljes lakossághoz jó minőségben, európai színvonalon juttatja el a Kossuth, a Petőfi és a Bartók Rádió műsorait, valamint a Televízió 1. és 2. programját. Regionális és helyi programok, valamint kereskedelmi műsorok továbbítása is folyik telephelyeinkről. Rövidhullámon a világ szinte minden tájára eljuttatjuk a Magyar Rádió magyar és idegen nyelvű adásait. Az 1989-ben életbe lépett frekvenciamoratórium azonban az utóbbi évek dinamikus fejlődését megszakította. Ez a műsorkészítő szervezetek számára okozott problémán túlmenően, vállalatunk gazdasági pozícióját is gyengíti, ugyanis szabad sugárzási kapacitásainkat nem tudjuk értékesíteni, és a saját kutatási – fejlesztési tevékenységünk során létrejövő új szolgáltatások bevezetése is késedelmet szenved vagy lehetetlenné válik.

A törvényi háttér megteremtésével azonban — bízunk benne — a nem túl távoli jövőben alapvetően megváltozhat a helyzet. Vállalatunk céljai nagy vonalakban megegyeznek az ország közvéleményének elvárásaival: meg kell teremteni az új viszonyok között a minőségi műsorsugárzás feltételrendszerét, fel kell készülni a frekvenciamoratórium feloldása utáni helyzetre. Ennek során előtérbe kerülnek a világban ma már gyorsan terjedő új, magasabb minőségi színvonalú és a jelenlegivel nem kompatibilis szolgáltatási formák: a digitális rádióműsorszórás, a nagyfelbontású televíziózás stb. Különös hangsúlyt kap a helyi és körzeti magyar műholdas műsorszórási igények közeljövőbeni konkretizálódásával, miután csak ez biztosíthatja elfogadható színvonalon és feltételekkel a Kárpát-medence magyar és más ajkú lakosságának anyanyelvi műsorokkal való ellátását.

Mindezen feladatokkal reálisan számolhatunk, azonban a kielégítésükhöz szükséges anyagi feltételek hiánya beláthatatlan ideig elodázhathatja az előrelépést. 1989. december 31-éig a műsorszórás finanszírozása két csatornán keresztül történt:

- Az általános üzemi költségek fedezetét a Magyar Rádiótól és a Magyar Televíziótól beszedett tarifális díj biztosította.
- A fejlesztések forrását közvetlen költségvetési hozzájárulás teremtette meg. Ebből következően a Magyar Rá-

díval, ill. a Magyar Televízióval szemben alkalmazható tarifánkat mesterségesen alacsony szinten tartották, miután 1990-ig a szolgáltatások szinten tartásához és bővítéséhez szükséges fejlesztéseket állami célcsoportos beruházásként valósíthattuk meg. 1990-től viszont megszűnt a beruházások állami támogatása, és a felhasználható forrás mennyisége a több évvel ezelőtti szintre zuhant vissza. Ez kritikus helyzetet teremtett: bár a külső szemlélő talán még nem veszi észre, de megtört a korábbi lendület, és a vállalat eszközállományának — és ami ezzel egyenértékű: a magyar műsorszórás állapotának — romlása fokozatosan gyorsul. Ma gyakorlatilag a nélkülözhetetlen tartalékokat éljük fel (lásd a következő grafikont).



A magyar műsorszórás színvonal alakulásának lehetőségei

A hazai műsorszórás színvonalának megőrzéséhez és az új technológiájú szolgáltatások bevezetéséhez a vállalati források nem elegendőek, költségvetési támogatás a jelenlegi helyzetben nem biztosítható. A megoldást a vállalat privatizálása jelenti olyan külső befektetőkkel, akik az új jövedelmező szolgáltatások bevezetését forrás és technológiai oldalról egyformán képesek támogatni. Ez megoldást nyújtana a költségvetés számára és a hazai műsorszórás színvonalának fejlesztésére egyaránt. A privatizáció kulcskérdése azonban a megfelelő jövedelmezőség. Ez egészen természetes, mert ha egy adott vállalkozás nem jövedelmező, akkor a külső befektető pénzt nem fog elhelyezni. Ezért alapvető kérdés a műsorszórás tarifarendszerének ezzel összefüggő kialakítása. Véleményünk, hogy a műsorszórás árának olyan reális nyereségszintet kell tartalmaznia, amely biztosítja a tervszerű fejlesztéseket pótlásokat és a külső befektető számára is elfogadható osztalékokat biztosít. Egy modell segítségével — ahol a három érdekelt szempontjait vettük figyelembe (állami költségvetés, reménybeli külső befektető és vállalatunk) — megvizsgáltuk, hogy mi az a reálisnak nevezhető tarifa, ami a költségvetés számára nem hátrányos, ugyanakkor olyan nagyságrendű, hogy a külső befektetőtől elvárható, hogy a műsorszórásba tőkét helyezzen el.

A megfelelő árképzés és ennek alapján a külső tőkebevonás megteremti azokat a forrásokat, melyekből — a költségvetés terhelése nélkül — a feladatok finanszírozhatók, sőt, a költségvetés az új üzletágakból adó formájában részesedik.

A frekvenciamoratórium kihirdetése óta több mint 260 igénylő jelentkezett a KHVM-nél frekvenciaengedélyért.

Jogos az a feltételezés, hogy a moratórium feloldása után az igénylők jelentős hányada a MMV szolgáltatását veszi igénybe, s a rendelkezésre álló frekvenciakészletet tekintve ez 40–50%-os növekedést jelent a műsorszórási tevékenységben.

A fentiek értelmében a műsorszóró szolgáltatás árát úgy kell kialakítani, hogy ez az önköltségi szint felett olyan nyereségtartalommal rendelkezzen, amely a külső befektetőnek megfelelő jövedelmezőséget biztosít; túl magas sem lehet, mert akkor a frekvenciamoratórium oldása után a kereskedelmi stúdiók jelentkezése válik kérdésessé.

Véleményünk szerint a külső befektetés 10% körüli osztalék esetén várható el reálisan. Ez a mérték 17% adózás előtti, eszközarányos nyereségnek felel meg ($17 \times 0,6 = 10,2$).

Az 1992. évi hatósági díjak alapján a közszolgálati műsorszórás eredménye a következőképpen alakul:

	Televízió (eFt)	Rádió (eFt)	Együtt (eFt)
Árbevétel	1.018.700	952.800	1.971.500
Ráfordítás	921.702	925.061	1.836.763
Eredmény	96.998	37.739	134.737
Bruttó	2.347.421	3.156.392	5.503.813

eszközérték

E szerint az eszközarányos nyereség:

- adózás előtt: 2,45%,
- adózás után: 1,47%.

A 17% eszközarányos nyereség eléréséhez 800.911 eFt többlet árbevételt kell elérni. (A műsorszórás díját kell ilyen mértékben növelni.) Ez esetben a közszolgálati műsorszórás nyeresége 935.648 eFt, mely biztosítja a 10,2%-os osztalékokat.

Az elért nyereség 40%-a mint társasági adó a költségvetésbe kerül, s a vállalkozásnál maradó 60% nyújt fedezetet az osztalékokra.

Megvizsgáltuk, milyen volumennövekedésnél (kereskedelmi sugárzás) lesz a többlet nyereség egyenlő a közszolgálati sugárzás nyereségének 60%-ával.

Az összefüggéseket a következő képlet mutatja:

$$0,6(0,17E) = x(R + 0,17E - R/2),$$

ahol

E eszközérték,

R ráfordítás (a költségek 50%-a állandónak tekinthető),

x volumennövekedés %-a.

Megoldva a fenti egyenletet, $x = 0,3027$ érték adódik. Tehát 30,27%-os volumennövekedés — a vázolt árképzéssel — annyi nyereséget eredményez, mint a közszolgálati sugárzás nyereségének 60%-a.

A moratórium feloldása után tehát 30%-os teljesítménynövekedéssel számolva, a műsorszórás hatékonysága növekszik, fajlagos költsége csökken. (A sugárzási költségek 50%-a viszonylag állandónak tekinthető meglévő telephelyen új adók telepítése és üzemeltetése esetén.) Ezért a következő számszerű bemutatás során a költségtömeg felének 30%-os növekedését prognosztizáltam. Az eszközértéknél a híradástechnikai berendezések értékét növeltem 30%-kal (külső befektető).

Így a 30%-os volumennövekedéssel számolva 1993-ban a következő eredményalakulás várható:

	Közszolgálati (eFt)	Kereskedelmi (eFt)	Összesen (eFt)
Árbevétel	2.772.441	831.723,3	3.604.134,3
Ráfordítás	1.836.763	275.514,5	2.112.277,5
Eredmény	935.648	556.208,8	1.491.856,8
Bruttó eszközérték	5.503.813	791.280,6	6.295.093,6
Társasági adó	596.742,7		
Adózott nyereség	895.114,1		
10%-os osztalék esetén állami részvényekre:			550.381,3 eFt.
Külső befektetők részére:			79.128,1 eFt.
Vagyonnövekmény:			265.604,7 eFt.
Így a költségvetési egyenleg a következő képet mutatja:			
Kiadás:			935.648 eFt
Bevétel:	596.742,7 eFt	Társasági adó	
		550.381,3 eFt	Osztalék
Összesen:			1.147.124,0 eFt
Különbözet:			+211.476 eFt

A vázolt módszer alkalmazása esetén a költségvetésnek többet nem kell a műsorszórás problémáival foglalkoznia, s az egyidejűleg megteremti az európai színvonalú műsorszórás pénzügyi alapjait.

A nyugat-európai országok gyakorlatából példaként említhetem a francia TDF, a spanyol RETEVISION vagy az angol NTL műsorszóró vállalatok privatizálását, ahol a közszolgálati műsorsugárzás biztosítása mellett kereskedelmi műsorszóró és távközlési tevékenységet is végeznek, s ezen keresztül önfinanszírozó vállalatokká váltak.

Vállalatunk privatizálása jelentős mértékben kihatna a hazai műsorszórás és rádióhírközlés technológiai és szolgáltatási színvonalának fejlődésére, a rohamosan növekvő európai követelmények kielégítésére.

Vegyük sorba azokat a szolgáltatásokat, amelyekben vállalatunk valamilyen formában részt kíván venni.

Tervezzük az EBU (European Broadcasting Union) nemzetközi műsorszóró szervezet 1993-tól induló műholdas hírcseréjébe történő bekapcsolódásunkat. A magyar nyelvű műholdas műsorsugárzás kísérleti adása kedvező eredményekkel zárult. Reméljük, hogy ezt a szolgáltatást a közeljövőben végleges formában is beindíthatjuk. A fix telepítésű földi feladóállomás műszaki előkészítő munkálatait már elvégeztük, de a beruházás finanszírozásának megoldása jelenleg is problémát jelent.

Meglévő URH adóhálózatunkon értéknövelő szolgáltatásként jelenleg is üzemeltetjük MBS személyhívó rendsze-

rünket. Szeretnénk a személyhívás területén is a színvonalasabb igénykielégítés érdekében tovább lépni, az egyfrekvenciás személyhívó szolgáltatás területén is kamatoztatni eddigi tapasztalatunkat, és a meglévő országos URH adóhálózatunkon további értéknövelő szolgáltatást nyújtani igénylőink részére.

A rádiótávközlés területén rendkívül nagy érdeklődés mutatkozik hazánkban is. Külön említem a mobil rádiótelefon szolgáltatást, amelyhez infrastrukturális adottságunk és műszaki szakembergárdánk csak vonzhatja a külső befektetőket.

Meg kell említenem azokat a vezeték nélküli távközlési szolgáltatásokat, amelyek nem közvetlenül, ugyanakkor szükségszerű kiegészítésként kapcsolódnak a vezeték hálózathoz, telefoniahoz. Ezek a telefonközpontokat összekapcsoló nagykapacitású mikrohullámú összeköttetések, a terjedőben lévő optikai hálózatok kiegészítő, vezeték nélküli összeköttetései, a CT rendszerű rádiós telefonszolgáltatások. E vezeték nélküli összeköttetések a leggazdaságosabb megoldással a komplett távközlési rendszerek hatékony működését szolgálják.

Csak felsorolásként még kitérek az EUTELTRACS mobil műholdas fuvarozó szolgáltatásra, a műsorszóró adat-továbbító rendszerekre (DATA-X, KIRA, VIDEOTEXT stb.), a különböző műholdas VSAT távközlési szolgáltatásokra, az autópálya-kiszolgáló rendszerekre és nem utolsósorban a Budapesten jelenleg is üzemelő AM-mikro műsorszórtó rendszerekre.

Visszatérve alapszolgáltatásunkra, jelentős befektetés szükséges ahhoz, hogy a moratórium feloldását követően a rádiós és televíziós műsorkészítők műszakilag megvalósítható sugárzási igényeit kielégítsük.

Mint látható, fejlesztési elképzeléseink kiterjednek a vezeték nélküli hírközlés teljes skálájára, ami vállalatunk küldetéséből adódik. A tervezett szolgáltatásokra a fizetőképességi hazai kereslet és ezzel együtt a piaci viszonyok kialakulásában vannak.

Vállalatunk felkészült a megmértetésre, az új szolgáltatások műszaki feladatainak kifogástalan ellátására. Reméljük, hogy átalakulásunkat és privatizációnkat követően terveinket valóra váltjuk, ezzel megteremtve a hazai vezeték nélküli hírközlés infrastruktúrájának európai színvonalú alapjait.*

Ezúton is köszönöm az újság szerkesztőségének, hogy lehetőséget biztosított vállalatunk bemutatására, fejlődésünk és fejlesztési terveink szélesebb körű ismertetésére.

BARTHA JÓZSEF
Magyar Műsorszóró Vállalat

* A vállalat 1992 októberében részvénytársasággá alakult át, új neve Antenna Hungária Magyar Műsorszóró és Rádióhírközlési Rt.

■ AZ ELSŐ NEMZETKÖZI SZIMPÓZIUM A DAB-RENDSZERRŐL Montreux, 1992. június 8-9.

A DAB-rendszer, amely a jelenlegi URH frekvenciamodulált adásrendszert váltja majd fel a következő évtizedekben, az Eureka 147 program keretében az Eureka DAB Konzorcium (1. táblázat) által végzett nemzetközi fejlesztőmunka eredménye, amelyben az European Broadcasting Union (EBU) mint felhasználó, támogató és bíráló, szakértői szinten vesz részt, s amelynek eredményeit saját tagszervezeteinek, valamint tágabb nemzetközi körben propagálja s a saját, valamint a CCIR tagállamai számára szabványként elfogadásra ajánlja. Az első DAB-szimpóziумot is az EBU szervezte az Eureka DAB Konzorcium és a National Association of Broadcasters (USA) közreműködésével.

1. táblázat. Az Eureka DAB Konzorcium jelenlegi tagjai

Becker Autoradio GmbH	Németország
Bosch-Blaupunkt	Németország
British Broadcasting Corporation	Nagy-Britannia
Centre Commun d'Etudes de Telediffusion et Telecommunications	Franciaország
Daimler Benz AG, Kutatóintézet	Németország
Deutsche Thomson Brandt, TCE	Németország
Deutsche Bundespost	
Telekom Kutatóintézet	Németország
Fraunhofer Gesellschaft, IIS	Németország
Grundig AG	Németország
Institut für Rundfunktechnik GmbH	Németország
Intermetall, Halbleiterwerk der Deutsche ITT Industries	Németország
Philips Consumer Industries	Hollandia
Popov Intézet, Szentpétervár	FÁK
RAI, Radiotelevisione Italiana	Olaszország
Rohde & Schwarz GmbH	Németország
Svensk Telecom Radio	Svédország
Telediffusion de France	Franciaország
Telefunken Sendertechnik GmbH	Németország
Thomson LER	Franciaország
Thomson LGT	Franciaország

A téma iránti érdeklődést mutatja, hogy a találkozót résztvevőinek száma közel 600 volt. A szimpóziум, amelyen csak meghívott előadók szerepeltek, 8 szekcióelnöki bevezetőben, 22 előadásban és egy panelvitában átfogta a DAB-bal kapcsolatos kérdések teljes körét, a rendszer működésétől a sugárzási problémákon keresztül a nemzetközi szerzői jogok és a piaci lehetőségek felméréséig.

A konferenciát I. Childs (BBC), a szervezőbizottság elnöke nyitotta meg, a résztvevőket G.T. Waters, az EBU Technikai Központ igazgatója üdvözölte. Mindketten kiemelték, hogy a téma iránti érdeklődés minden előzetes várakozást felülmúlt. Ezután R.C. Kirby, a CCIR igazgatója méltatta annak jelentőségét, hogy az 1992. márciusi WARC-on (World Administrative Radio Conference) sikerült az 1452... 1492 MHz frekvenciasávot az USA kivételével az egész világra kiterjedő érvénnyel a DAB céljára — mind földi, mind műholdas sugárzásra — kijelölni. Kifejezte azt a reményét, hogy az elkövetkező 1-2 éven belül kialakul az adóberendezések és vevőkészülékek konstruációjához elegendően részletes, egységes szabvány, amely a rendszer elterjedésének alapfeltétele.

Az első szakmai előadás (D. Pommier, CCETT) szelletes, rajzos, ismeretterjesztő áttekintést adott a DAB-

rendszer működésének alapvonásairól, az emberi hallásmechanizmushoz igazodó, nagymértékű redundanciacsökkentést eredményező forráskódolásról és a csatornakódolásról, amely az idő- és frekvenciadiszperzív átviteli csatornából pseudo-invariáns csatornát állít elő a diversity elv frekvencia- és időtartományában, valamint térben történő alkalmazásával. Ily módon válik a rendszer a többutas terjedéssel, a szelektív fadigjelenségekkel és a vevőkészülék nagysebességű mozgásából adódó Doppler-frekvenciaeltolódással szemben érzéketlenné. És ily módon válik a spektrum- és teljesítménytakarékos rendszer mind műholdas, mind földi sokcsatornás műsorszórásra alkalmassá.

Az adásrendszer részletes ismertetését három előadás nyújtotta: G. Stoll (IRT) a forráskódolási eljárásról számolt be, B. Le Floch (CCETT) a csatornakódolást és a modulációs eljárást ismertette, végül J.P. Chambers a multiplex rendszert mutatta be. A rádióházak, stúdiók és az adók közötti összeköttetés biztosítására szolgáló átviteli rendszereket, valamint a DAB-rendszer által megkövetelt szinkronitási problémákat A. Weisser (TDF) tárgyalta. Végül három előadás foglalkozott a vevőkészülékekkel: M. Halbe (Philips), J. Blincau (Thomson) és J.L. McComas (Delco Electronics Corp.) ismertették cégeik megfontolásait, előkísérleteit és elképzeléseit a DAB-vevőkészülékekkel kapcsolatban.

A DAB-rendszer fejlesztési munkálatait, amelyek eddigi menetéről és a második szakasz előirányzatairól E.A. Meier-Engelen (DLR) számolt be, az Eureka 147 program keretében végezték. A program előirányozta, hogy 1993 elejére a Konzorcium néhány száz vevőkészülék és néhány tíz adóberendezést tud azon országok, ill. szervezetek rendelkezésére bocsátani, amelyek a DAB-rendszerrel kísérleteket kívánnak végezni. A nyugat-európai félvezető eszközök fejlesztő JESSI programban a JESSI-DAB projekt keretében folynak az előkészületek a vevőkészülékekhez szükséges nagyintegráltságú áramkörkészlet előállítására.

A rendszer bevezetése, elterjesztése valószínűleg súlyosabb problémákat vet fel, mint kifejlesztése. Az első nehézség a sugárzási frekvenciasáv kijelölése. A WARC által kijelölt 1,5 GHz körüli 40 MHz szélességű sáv ui. csak 2007 után válik világviszonylatban valóban használhatóvá, addig kell a jelenleg ebben a sávban működő szolgálatokat onnan eltávolítani. A vélemények nem egybehangozók a sáv univerzális használhatóságát illetően: Kanada és Mexikó — ezekben az országokban ez a sáv szabad — kombinált műholdas és földi sugárzás mielőbbi megkezdését tervezi és ajánlja. Kanadában igen kiterjedt és részletes terjedési és vételi vizsgálatok folytak ebben a sávban (R. Zeitoun, Dept. of Communication), amelyek nagyban hozzájárultak a WARC döntéséhez. Európában ez a sáv jelenleg nem használható, a rendszer bevezetéséhez a földi adóállomásokkal történő sugárzás részesítik előnyben az 50–250 MHz sávban (P.A. Ratliff (BBC), G. Petke (IRT)). Ez a sáv ui. biztosítja a 150 km/óra sebességű járműben való kifogástalan vétel lehetőségét és a megfelelő területi ellátottságot egymástól 60–70 km távolságban elhelyezkedő adóállomások esetén. A nyugat-európai országok egy része a III. sávban lévő 12.TV csatorna (223–230 MHz) felszabadítását tervezi, míg a skandináv országok a jelenleg bővülő URH rádióműsorszórási tartomány ott még nem betöltött 104–108 MHz sávjának alkalmazását fontolgatják. Természetesen minden ilyen lépés kiterjedt nemzetközi egyeztetést tesz szükségessé. A kielégítő ellátottsághoz

egyik sáv sem elég, márcsak a környező területekkel való kölcsönös zavartatások miatt sem, amelynek mértéke sem ismert pontosan, hiszen az új és a meglévő rendszerek kölcsönös zavartatásának elkerüléséhez szükséges védettségi szintekre csak becslések vannak, a teljesítmény- és frekvenciakiosztási tervezési eljárásokhoz szükséges mérési adatok gyűjtése csak most kezdődik.

A sugárzási sávok kiválasztása nagyban befolyásolja az elfogadható árú vevőkészülék kialakításának lehetőségét. A legolcsóbb nyilván az egyetlen 1,5 GHz-es sávban működő vevőkészülék lenne, az Egyesült Államokban azonban — az európaiak véleménye szerint átmenetileg — a 2,3 GHz-es, a távol-keletiek pedig — az 1,5 GHz mellett — a 2,6 GHz-es sáv mellett döntöttek (2. táblázat). Ezt a képet bonyolítja tovább a földi sugárzás a jelenlegi rádió és televízió sugárzási sávokban. Így a vevőkészülék-gyártóknak az 50 MHz-től a 2,6 GHz-ig terjedő sáv vételére alkalmas nagyfrekvenciás bemeneti fokozatokkal és antennákkal kell éppen a rendszer bevezetésének időszakában számolniuk.

2. táblázat. A három digitális rádióműsorszórásra kijelölt frekvenciasáv területi megosztása

1,5 GHz	2,3 GHz	2,6 GHz
Mindenütt, kivéve az USA	USA India	Oroszország Ukrajna Belorusszia Kína Korea India Japán Pakisztán Szingapúr Sri Lanka Thaiföld

Nem egyszerűek a jogi természetű nehézségek sem (W. Rumphorst (EBU, Dept. of Legal Affairs)). Az előadás témáiból csak egyet kiragadva: egy DAB 1,5 MHz terjedelmű multiplex csatorna nem egy, hanem 6 sztereó vagy 8–10 monóműsor, az ezekhez hozzárendelt digitális segédinformációk (dinamikaszabályozás, műsorra vonatkozó vagy közérdekű információk stb.), valamint ezekről teljesen független további digitális információk átvitelére alkalmas. Tehát a frekvenciahasználatot nem lehet egy műsorhoz, egy közszolgálati vagy kereskedelmi műsorszolgáltatóhoz hozzárendelni, tehát az erre vonatkozó eljárásoknak és jogszabályoknak át kell alakulniuk. De ugyanígy felmerülnek szerzői jogi problémák, különösen a több ország területét besugárzó műholdas adások esetén, amelyek iránt az olyan szervezetek, mint a BBC és a VOA komoly érdeklődést mutatnak (D. Witherow (BBC), Ch. Untermeyer (VOA)).

A nagy kérdés természetesen a piac reakciója, hiszen egy új rendszer elterjedése attól függ, sikerül-e a hallgatók tömegeit rávenni arra, hogy az új minőség, az új szolgáltatások érdekében új vevőkészülékeket vásároljon. Az ilyen piacprognosztikai vizsgálatokat nem ismerő hallgató számomra rendkívül érdekes volt M. Carrasco és A. Lange (IDATE) előadása, amely a DAB bevezetésének számos oldaláról folytatott vizsgálataikat mutatta be és az FM rádiók, valamint a CD játékok és a színes televíziók elterjedési időfüggvényeire alapozva azt a hipotézist tartalmazta, hogy a Közös Piac országaiban a DAB bevezetésének 10. évében 39,5 millió, 20. évében 212,7 millió, 30. évében pedig 382,6 millió DAB vevőkészülék lesz forgalomban.

A szimpózium ideje alatt a résztvevőknek módjukban volt a DAB-adásrendszer minőségét és a terjedési viszonyokkal szembeni érzéketlenségét a gyakorlatban is kipróbálni. Ugyanazon helyen elhelyezett adókkal sugárzott azonos műsort hallgathattunk gépkocsiba szerelt FM és DAB vevőkészülékek kimeneteit kapcsolgatva, miközben a kocsik közel 30 perces utat tett meg Montreux-ben és környékén, s közben spektrumanalizátoron figyelhattuk a vett jelek spektrumkomponenseinek változásait. A demonstráció meggyőzően bizonyította a DAB előnyeit, a jel amplitúdóváltozásaival, az igen erőteljes szelektív fadinggel, a reflexiókkal szembeni érzéketlenséget, a kiváló minőséget.

Az Eureka 147 program keretében kidolgozott digitális rádióadás-rendszer kiváló minősége, a jelenlegi FM műsorszórásnál kedvezőbb spektrumkihasználása, az azonos frekvenciájú adóhálózat kialakításának lehetősége, valamint kisebb teljesítményigénye miatt a hazai műsorszórás jövője szempontjából is komoly figyelmet érdemel. Függetlenül attól, hogy a rendszer kifejlesztőinek a rendszer bevezetésének időpontjára és ütemére vonatkozó optimizmusát elfogadjuk vagy sem, a rendszer megismerése, az azal kapcsolatos nemzetközi tevékenység nyomon követése, esetleg szerény eszközeinkkel való részvétel, a rendszer hazai bevezetési lehetőségeinek, feltételeinek felmérése nem mellőzhető, aktuális feladat.

VAJDA ZOLTÁN
Magyar Rádió

■ 22. EURÓPAI MIKROHULLÁMÚ KONFERENCIA Helsinki, 1992. augusztus 24–28.

Az Európai Mikrohullámú Konferenciát tartották már egyszer Helsinkiben, 1982-ben. Pontosán 10 év után ismét itt rendezték meg, amire a finnek nagyon büszkék. A mikrohullámú kutatás–fejlesztés és gyártás igen nagy jelentőséggel bír Finnországban, sokat költenek rá és sok embert foglalkoztatnak ezen a területen. A Konferenciát Vosukainen asszony finn oktatási miniszter nyitotta meg. Ő is kihangsúlyozta a mikrohullámú ipar fontosságát, és hogy mennyire örülnek ennek a Konferenciának. A Konferencia rendezési költségeihez jelentősen hozzájárult a rendező Essoo város és több nagy cég (Nokia, HP).

Érdekes módon a Konferenciára kb. ugyanannyi előadó jelentkezett, mint Budapesten, 456 fő. A Tudományos Program Bizottság 209-et fogadott el, amihez járult még 14 meghívott előadás, így az előadások száma 223 volt. 36 ország előadói tartottak előadásokat, ami nagyon széleskörű érdeklődést bizonyít és mutatja, hogy a Konferenciának milyen kiterjedt nemzetközi híre van. A résztvevők száma 550 fő körül volt.

Az előadások 24 szakmai témakört öleltek fel:

1. Távközlési alrendszerek
2. Térlemélet és planár struktúrák
3. Rádióhullámok terjedése
4. Aktív antennák
5. Sík antennák és antennasorok
6. Antennamérések
7. Mobil távközlés
8. Radar
9. Távérzékelés
10. Mikrohullámú mérés technika
11. Hálózatanalízis

12. Számítógépes áramkörtervezés
13. Hullámvezető technológiák
14. Passzív alkatrészek
15. Szűrők és iránycsatolók
16. Aktív mikrohullámú és mm-es hullámú áramkörök
17. Kis zajú aktív áramkörök
18. mm-es hullámú teljesítménygenerátorok
19. Monolit mikrohullámú áramkörök az optikai távközlés számára
20. Optika és mikrohullám kölcsönhatása
21. Mikrohullámú oktatás
22. Ipari alkalmazások
23. Orvosi és tudományos alkalmazások
24. Új mikrohullámú anyagok

Az elhangzott előadások mellett tartott több poszter-szekció kiváló alkalmat teremtett a szerzővel való részletes beszélgetésre.

A témák közül külön kiemelésre érdemesek a mobil távközléssel foglalkozó előadások. A téma fontosságát bizonyítja, hogy már az első plenáris előadás is ezzel a témával foglalkozott (D. Goodman, Rutgers University USA). Érdekes összehasonlítást tett az európai és amerikai fejlesztési tendenciák között. Európában ma többféle (min. ötféle) mobil távközlési rendszer létezik, melyek egymással nem tudnak vagy csak részben tudnak kommunikálni. Európa törekvése most az egységesítés (páneurópai rendszer, GSM) és az alkalmazható frekvenciasáv szélesítése (20-ról 25 MHz-re). A teljes frekvenciasáv ily módon 890–915 MHz és 935–960 MHz. Az amerikai távközlési szabályozás továbbra sem engedi meg a frekvenciasáv növelését, viszont javasolja többféle rendszer üzemeltetését ugyanabban a sávban azzal a feltétellel, hogy ezek nem zavarhatják egymást. Ezért most intenzív kutatás folyik ilyen módszerek kidolgozása érdekében. Háromféle irányban folyik a munka:

- kettős módusú TDMA
- CDMA (kiterjesztett spektrum)
- keskenysávú FDMA (N-AMPS)

D. Goodman kifejezte azon meggyőződését, hogy a jelenlegi mobil rendszerek, a mikrocellás rendszerek (CT-2) és a műholdas mobil rendszerek rövidesen egyetlen „személyi távközlési szolgáltatás” fognak alakulni, ahol a felhasználó nem törődik azzal, hogy információja milyen módon jut el a kívánt helyre. Ezt az egységes rendszert várhatóan 1995-96-ban kezdik el üzemeltetni.

A mobil szekcióban két előadás foglalkozott a műholdas rendszerekkel. Az egyik (Cullen, UK) azt vizsgálta, hogy milyen „alacsony pályás műholdakat” célszerű használni, és egy tervezési módszert adott a műholdak számának optimalizálására. Javaslatá szerint a „személyi távközlési szolgáltatáshoz” 877 km magasan keringő 72 db műholdat célszerű használni, ahol 12 különböző pályán 6-6 műhold követi egymást. A műholdakat a Nap helyzetéhez célszerű szinkronizálni (RSSC rendszer). A műholdak frekvenciája a WARC 92 előírásai szerint 1885–2025 MHz és 2110–2200 MHz között lehet. Az egész rendszer még tervezési állapotban van. A másik előadás (Markus, UK) az antennanyalábok mozgatásával foglalkozott. Olyan megoldást javasol, amelynél az antennák tápvonalába fix fázistolók vannak beépítve (pl. különböző hosszúságú tápvonalak), melyek fázistolása azonban a frekvencia függvényében változik. Nyalábátkapcsolás legegyszerűbben a frekvencia kis-mértékű megváltoztatásával lehetséges. Ily módon a nya-

láb egyirányban elmozdítható. A sík másik tengelye mentén való mozgatáshoz egy másik antennasorozat szükséges. Ezek így primer sugárzók lehetnek, melyek egyetlen parabola reflektort világítanak meg, és ennek eredményeként a parabola nyalábja tologatható a Föld különböző helyeire.

A mobil távközlés egy különleges területe a mikrocellás rendszer. Egy további előadás (Lähteenmäki, Finnország) az irodahelyiségekben és metrórendszerek földalatti csarnokaiban végzett terjedési vizsgálatokról számolt be. Ezek szerint lényeges a különbség attól függően, hogy milyen alakú helyiséget kell besugározni. Legjobb a nagyjából négyzet alakú nagy laborhelyiségek, legrosszabbak a metró keskeny, hosszú termei, folyosói. Közben állapottól jelennek az olyan nagy irodák, ahol alacsony elválasztó falak vannak, melyek nem nagyon rontják a terjedési viszonyokat. Emeletek között viszont gyakorlatilag nincs terjedés.

A mobil szekcióban két további előadás foglalkozott az áramköri megoldásokkal. Az egyik (Mobbs, UK) iránycsatolókról és erősítőkről szólt, melyeket az adóknál előforduló nagyteljesítményű szakaszok mérésénél lehet használni. Széles frekvenciasávban használható, nagy irányhatású csatolókat és szélessávú logaritmikus erősítőket fejlesztettek ki. A másik előadás (Rhodes, UK) multiplexer megoldást ismertett, ami a mobil távközlés egyik kulcseleme. Módszerével sok nagyteljesítményű adót lehet összegezni egyetlen antennára.

Különösen sok előadás foglalkozott a mm-es hullámú technikával. Frerking asszony (USA) egy felkért előadásban a NASA számára fejlesztett mm-es hullámú eszközöket ismertette. Az eszközök frekvenciasávja 400 GHz-től 3000 GHz-ig terjed. Ezek között vannak fizikai paramétereket mérő érzékelők, nagyméretű antennák és mikrohullámú távérzékelő eszközök. Legérdekesebb ezek közül egy 300–1200 GHz tartományban működő vevőkészülék, amelyben folyékony héliumban hűtött SIS keverőt alkalmaznak és zajhőmérséklete max. 100 K. A keverő nióbi-um vékonyrétegekből van felépítve. Többszörös keverést használnak, az első KF 2–12 GHz tartományt fogja át. A helyi jelet PLL körrel stabilizált 60–70 GHz-es TUNNET oszcillátorok állítják elő, melyeket többszörözők követnek, hogy a kívánt igen nagy frekvenciát el lehessen érni. A sokszorozókban speciálisan erre a célra kifejlesztett GaAs Schottky varaktorokat alkalmaznak. A háromszorozó fokozatok hatásfoka 5% körüli. Érdekes megoldást alkalmaztak az antennánál is. Tömör dielektrikumból képezték ki a reflektor alakját és annak külső felületét fémlepték. A be- és kicsatolás a dielektrikumba történik.

Egy másik felkért előadás keretében Rembold (Németország) áttekintést adott a mm-es hullámú technika jelenlegi helyzetéről, a legújabb fejlesztésekről. Az alábbi témákat tekintette át:

- kis zajú erősítők: 69–90 GHz, 4–7 dB zajtényező
- teljesítményerősítők: 30–60 GHz, 0,5 W
- szintézerek, mikrohullámú osztók 35 GHz-ig
- terjedési és fading vizsgálatok
- kiterjesztett spektrumú moduláció
- pont–pont összeköttetések
- rádióhálók
- mobil rádió és annak egy érdekes alkalmazása, az egysí-
nú gyorsvasút távközlése 39 GHz-en
- forgalomfigyelés az utakon.

Az előadó szerint a mm-es hullámok alkalmazása nagy jövő előtt áll, de ehhez még nagy ráfordítások szükségesek.

Az elvi kutatások után most már a gyakorlati megvalósítások következnek.

E két hosszabb előadáson kívül sok rövidebb beszámoló is elhangzott a mm-es hullámú technika témakörében. Különösen érdekes volt Vystavkin (Oroszország) előadása, aki a szupravezető-átmenetekkel elért legújabb eredményekről számolt be. Olyan mm-es hullámú vevőkészülékeket készítettek, melyek 50–500 GHz frekvenciasávban (azon belül egy-egy szűk sávban) 30–500 K zajhőmérsékletűek voltak. Ezeknek a vevőknek a lelke a SIS keverő, mely szupravezető Josephson-átmenetből van felépítve. Az átmenetek nióbbiumból készülnek és 4 K-re vannak lehűtve. Vystavkin és csoportja már évek óta foglalkozik ilyen vevőkkel és számos publikációban számoltak be eredményeikről.

Öt előadás foglalkozott mm-es hullámú teljesítménygenerátorokkal, aktív áramkörökkel. Eisele (USA) TUNNETT dióddal és ezzel felépített oszcillátorok tervezésével foglalkozott. Vizsgálatait 50–100 GHz tartományban végezte és a kimenő teljesítmény 30–40 mW között változott. Grönquist (Svédország) varaktor sokszorozó diódák alkalmazhatóságát vizsgálta 50–60 GHz tartományban. Háromszorozó fokozattal 0,1–1 mW kimenő teljesítményt tudott elérni. Luy (Németország) az IMPATT diódák hatásfokát tanulmányozta 55–65 GHz között. A kimenő teljesítmény 0,5–2 W között változott attól függően, hogy milyen hűtést tudott biztosítani. Gross (Németország) az oszcillátorok frekvenciastabilitását vizsgálta dielektromos rezonátorok alkalmazása esetén. Vizsgálatait két frekvencián végezte: 36,5 GHz-en és 44,5 GHz-en. A frekvenciaváltozás 5–6 MHz volt $-10 \dots +50^\circ\text{C}$ hőmérséklettartományban. Valamivel nagyobb változást okozott a terhelés változása: VSWR=2 esetén a frekvenciaelhúzás $\pm 6,8$ MHz-nek, ill. ± 12 MHz-nek adódott. Ezeket az eredményeket csak nagyon gondosan kialakított illesztő áramkörökkel lehetett megvalósítani. A kimenő teljesítmény 5–10 mW. Belyavsky (Oroszország) volt az egyetlen előadó, aki haladóhullámú-csőves oszcillátorral foglalkozott. Az alkalmazott HH csővel 28 GHz-en és 60 GHz-en tudott dolgozni. Az előadásban ismertette a cső felépítését és a hangolási megoldásokat. A kimenő teljesítmény kW nagyságrendű lehet.

Angelov (Svédország) és Karpov (Franciaország) előadása a mm-es hullámú keverőkkel foglalkozott. Mindketten a konstrukciós kialakítást és a hangolást vizsgálták. McGrath (USA) egy olyan érintkezésmentes rövidzárat ismertetett, mellyel pl. ezeket a keverőket is hangolni lehet. A rövidzár főleg mechanikai megmunkálási nehézségeket igyekszik kiküszöbölni, mert a 100 GHz-es tartományban a tápvonal méretek már olyan kicsik, hogy a szokásos érintkezésmentes dugattyúkat nem lehet megvalósítani. Az előadó véleménye szerint a javasolt megoldás akár 1 THz-ig is használható.

Egy további felkért előadó, Robin (Franciaország) a mm-es hullámú tartomány terjedési kérdéseiről beszélt. Ebben a sávban a levegő oxigén, vízgőz és szennyezőanyag tartalma nagyon nagy csillapításokat eredményez, mely csillapítások a frekvencia függvényében erősen változnak. Miután nem földi körülmények között nincs légkör s nincsenek szennyezőanyagok, ezért ezek a frekvenciák nagyon jól használhatók műholdak közötti összeköttetésre. Ez szükséges lehet pl. a mobil rádiózásnál használt sok-sok keringő műhold közötti távközlésnél.

Sok érdekes információt adott a mérés technikai szekció. Meschede (Németország) olyan mérőrendszert ismertetett, mellyel hűtött állapotban lehet mérni félvezető chippek mikrohullámú tulajdonságait. A mérőkamrában a hőmérsékletet 20 K-ig lehet csökkenteni, és a légnyomást is 10^{-2} Pa-ig. A félvezető anyag speciális, rugalmasan kialakított asztalon van elhelyezve, melyhez kétoldaltól nyúlnak be a mikrohullámú mérőszondák. A szondákat a kamrán kívülről lehet precízen állítani. A félvezető fölött üvegablak van, melyen keresztül nagyítóval lehet látni és beállítani a szondák helyzetét. A mérőrendszer kétféle kivitelben 45 MHz-től 40 GHz-ig használható. A szondák segítségével csatlakoztatott félvezető S paraméterei és zajparaméterei mérhetők. A rendszer hitelesítéséhez különleges etalonokkal helyettesíthető a félvezető. A próbaképpen mért zajtényező 0,5 dB körül volt 20–120 K hőfoktartományban és 12 GHz-ig terjedő frekvenciasávban.

Egy másik előadásban Tasker (Németország) olyan módszert ismertetett, melynek segítségével az összes zajparamétert (F , $F_{\min}$, R_{opt} , X_{opt}) egyetlen mérésből lehet meghatározni. A módszert csak akkor lehet használni, ha ismert az áramkör helyettesítő képe. A zajmérés előtt tehát S -paramétereket kell mérni, és annak alapján meg kell határozni az ekvivalens áramkört. Ennek ismeretében egyetlen zajmérésből a többi zajparamétert ki lehet számítani. Az előadás a számítási módszerre is kitért.

Dagys (Litvánia) egy mikrohullámú teljesítményérzékelőt ismertetett. Ez egy ellenállásérzékelő, mely csőtápvonalba van építve és 100 kW-ig terjedő impulzusteljesítmények mérésére alkalmas. Az előadás bemutatta a konstrukciós megoldást. Az érzékelő legfőbb előnye, hogy közvetlenül csőtápvonalba van építve és nem igényel semmiféle csillapítót vagy iránycsatolót a teljesítmény csökkentése érdekében. A teljesítmény tényleges mérésére csak valamilyen kalibráció segítségével alkalmas, erre a célra azonban a kalorimetrikus teljesítménymérők jól használhatók. Az ilyen rendszerű érzékelőket 37 GHz-ig dolgozták ki.

Az előzőtől eltérően Schiek (Németország) egy olyan teljesítménymérőt ismertetett, mely nagyon kis teljesítmények mérésére alkalmas. Érzékelőként egy GaAs FET-et alkalmaz, amit stabilizáló áramkörbe kapcsolt, hogy a hőmérsékletfüggés minimális legyen. Ily módon -80 dBm szintől kezdve használható és mintegy -10 dBm-ig lineáris karakterisztikával rendelkezik.

Vanhoenacker asszony (Belgium) egy különleges mérési módszert ismertetett, mellyel planár tápvonalakon lehet hullámhosszúságot mérni. Ehhez egyetlen különleges kialakítású tápvonalszakaszra van szükség és S -paramétereket kell mérni. Az előadó ismertette a tápvonalszakasz kialakítását és a számítás menetét.

A mikrohullámok tudományos, ipari és biológiai alkalmazásával többen is foglalkoztak. Elsőnek Sigurd (Svédország) plenáris előadását kell említeni, aki a mikrohullámú teljesítményt a félvezető szelet melegítésére használta VLSI technológiánál. A technológia során a szilícium szeletek folyamatosan mozognak a vákuumkamrában a megmunkálás helyére. Itt a szeletet alulról betáplált mikrohullámú teljesítménnyel gyorsan fel lehet melegíteni a kívánt hőmérsékletre. A kísérleti módszerben 600°C hőmérsékletnövelést 30 másodperc alatt lehet elérni. Az alkalmazott magnetron 1,6 kW teljesítményű. A szelet max. 100 mm átmérőjű lehet és azon belül a hőmérséklet változása kisebb, mint $\pm 10^\circ\text{C}$ egészen 1000°C -ig. 450°C -ig a hőmérséklet változása $\pm 5^\circ\text{C}$, arányosan kisebb. A szelet megmunkálá-

sa felülről történik és onnan áramlanak le a technológiához szükséges gázok is.

Nagyon érdekes tudományos munkáról számoltak be Piironen és társai (Finnország). Nemzetközi együttműködésben készül a Radioastron nevű műhold, melyet 1995-ben szándékoznak pályára állítani. A Radioastron célja távolságmérések végzése háromszögelési elven, nagyon hosszú alapvonal segítségével. A Földön használható legnagyobb alapvonal a Föld átmérője. Ezt a távolságot kívánják sokszorosára növelni egy a Földtől távol elhelyezett műholdal. A műholdon négy különböző nagyfrekvenciás vevő lesz elhelyezve, melyeket más-más országok fejlesztenek:

- 327 MHz: orosz – indiai együttműködésben
- 1,67 GHz: Ausztrália
- 4,83 GHz: Hollandia – Németország
- 22,232 GHz: Finnország, Helsinki Egyetem.

Az előadás lényegileg ezen bevezetés után a 22 GHz-es vevő felépítését ismertette és különös hangsúlyt helyezett a tartóssági, megbízhatósági vizsgálatokra. A vevő bemenő fokozata 20–24 GHz között működik, 80 K hőmérsékletre le van hűtve és saját zajhőmérséklete 140 K. A távolságmérések miatt legfontosabb a fázisstabilitás és az erősítésszabályozás. Ezek az értékek az eddigi vizsgálatok szerint $3^\circ/\text{óra}$ és 0,15 dB/óra. Nagyon jelentős és alapos méréseket végeztek az EMC követelmények kielégítésére, hogy a vevő ne zavarjon és a vevőt ne lehessen kívülről zavarni.

Nagyon érdekes előadások hangzottak el a mikrohullámok biológiai alkalmazásáról is. Vander Vorst (Belgium) olyan kísérletről számolt be, amit mikrohullámmal táplált akupunktúrás tűvel végeztek nyulakon. Az előadás ismertette a tű felépítését, mely lényegileg egy dipólus antenna. A kutatók megvizsgálták a közeltér alakulását különböző szövetekben és beszámoltak kísérleti eredményekről, a nyulak idegrendszerének reagálásáról.

Ugyancsak közeltér számításokat végeztek De Langhe és társai (Belgium). Ők egy csőtápvonal irányának közeltérét számolták sós oldatban és különböző szövetekben. Megvizsgálták annak hatását, ha egy mikrohullámú ablakot (plexi lap) alkalmaznak a csőtápvonal lezárásánál.

A mikrohullámú képalkotás minőségének javításáról számolt be Bolomey (Finnország). Nagyon szemléletes diakepeken mutatta be az emberi kéz mikrohullámú képét. A kép kiértékelhetetlennek mutatkozott. Ezért olyan jelfeldolgozási módszert dolgoztak ki, melynek felhasználásával a kép nemcsak kiértékelhető lett, hanem rétegfelvételeket is lehetett készíteni a kéz különböző mélységű síkjairól. Ezt a módszert különösen a mikrohullámú tomográfiában lehet használni a daganatok nagyságának és mélységbeli helyének meghatározásához.

A mikrohullámok egy különleges alkalmazásáról, ill. vizsgálati eredményekről számolt be Keen (Németország). Mikrohullámú spektrométer segítségével vizsgálták a légköri szennyezések mértékét. Erre a célra olyan vevőkészüléket használtak, mely 63 GHz-en a légköri nyomást méri, 183 GHz-en a páratartalmat, 203 GHz-en pedig négy külön csatorna felhasználásával az oxigéntartalmat, a szélereősséget, a hőmérsékletet és a mágneses tér nagyságát. Ilyen vevőrendszert elhelyeztek repülőgépen, és különböző repülési útvonalak mentén mérték ezen adatok változását. Az UARS műholdon elhelyezett vevőkészülék segítségével pedig a Földet kívülről, nagy távolságból vizsgálták. Ezek a mérések jól mutatták az ózonlyuk változását és a légköri szennyezések fellépését a Föld különböző területein. Az előadó kifejezte abbéli reményét, hogy ezekkel a mérések-

kel hozzá tudnak járulni a levegő tisztaságának megőrzéséhez.

Sokat foglalkozott a Konferencia a mikrohullám és az optika kölcsönhatásával: négy előadás hangzott el és kilenc posztert mutattak be. Ebben a szekcióban tartott előadást Dr. Berceli Tibor az injektált mm-es hullámú oszcillátorokról. Petersen (Dánia) kis zajú optikai front-end-et ismertetett. A bemenő fokozatot GaAs alapú MESFET mikrohullámú integrált erősítővel valósította meg. Részletesen foglalkozott a bemenő fokozat illesztési problémáival, végül a bemenő fokozat mérési módszereivel. Glise (Dánia) egy olyan optikai rendszert ismertetett, ahol fázisvezérelt félvezető lézerek segítségével állítanak elő 6 GHz-es mikrohullámú jelet. Ez a megoldás nagy bonyolultsága ellenére számos előnyös tulajdonsággal rendelkezik: a frekvencia nagyon könnyen hangolható (kísérletekben 3–18 GHz között), nagyon széles sávú modulációt lehet megvalósítani, a zajszint nagyon kis értéken tartható (-125 dBc/Hz). Tedjini (Franciaország) egy finvonalas megoldást alkalmazó optikai fázismodulátort ismertetett. Hordozó anyagként lítium-niobátot használt és kísérletei annak megállapítására irányultak, hogy milyen méretű finvonalakkal lehet a legjobb eredményt elérni. A moduláló frekvencia 20 GHz volt és 10μ alatti résszélességeket használt.

Külön szekcióba voltak gyűjtve a mikrohullámú távérzékeléssel kapcsolatos előadások. Ezek azonban elég vegyes képet nyújtottak. Daas (Németország) hőmérsékletmérési módszert ismertetett, mely max. 30 m távolságig alkalmazható (a rendszert zavarja a nedvességtartalom, amit külön meg kell mérni). Koistinen (Finnország) olyan vevőkészülékről adott tájékoztatást, mely a légkör ózonrétegének mérésére alkalmas. Tulajdonképpen 110 GHz-re tervezett, nagy érzékenységgű vevőről van szó. Trabelski (Franciaország) egy dielektromos állandó mérésére alkalmas rendszert mutatott be, mellyel növényi leveleket, vékony rétegeket lehet mérni. Mazanek (Csehszlovákia) a növényzetet borító bevonatok mérésére alkalmas rendszerről beszélt, amellyel pl. a perimetrtéget vagy szennyeződések jelenlétét lehet kimutatni. Mindezekből látható, hogy a szekció tartalma elég vegyes és nyugodtan be lehetett volna sorolni az ipari alkalmazások körébe is.

Kiemelten kell megemlékezni M. Hallikainen és M. Toikka előadásáról, akik a legértékesebb előadásért és a legjobban elmondott szövegért az Európai Mikrohullámú Konferencia ezévi Mikrohullámú Díját kapták. Mindketten a Helsinki Műszaki Egyetem kutatói. Előadásuk címe: A tengeri jég osztályozása radar segítségével. Először ismertették, hogy milyen jégfajtákat kell megkülönböztetni a Balti-tengeren. Eszerint van friss jég (vagy szabad vízfelület), egyéves jég, régi jég (ami 10–15 m vastag is lehet). Ez az osztályozás azért fontos, mert a jégtörő hajók a régi jeget nem tudják megtörni, ezért mindig olyan útvonalakat kell kijelölni, ahol a legvékonyabb a jég, de semmiképpen sem régiebb egy évesnél. A jég mozgása azonban napi 20 km is lehet, ezért fontos, hogy mindig friss információ legyen. Finnország 100 millió márká fölötti összeget költ évente arra, hogy jégtörő hajókkal konvojokat vigyenek északi, jeges finn és svéd kikötőkbe. Ezért nagyon fontos minden olyan kutató munka, mely ezt a költséget csökkenteni tudja. A jég vizsgálatára többféle módszerrel kísérleteznek. Jelenleg csupán optikai vizsgálati eljárásokat használnak, hajókról és repülőgépekről vizsgálják a terepet. Ez azonban nehezen valósítható meg, mert az idő 60–70%-

ában köd van, ami a felderítést lehetetlenné teszi. 1995-re terveznek olyan műholdakat fellőni, amikkel a jég fajtáját fogják vizsgálni, éppen a sarkvidékeken. Addig is kell valamint csinálni, és ezért van különösen nagy jelentősége az előadók munkájának. Ők egy különleges radart (SAR) telepítettek helikopterre. Kétféle frekvencián dolgoznak, 5 GHz-en és 9 GHz-en. Az elmúlt években sok-sok repülést végeztek annak érdekében, hogy a radarfelvételtől a jég típusát minél pontosabban meg tudják állapítani. A kiértékelést olyan ábrákon végzik, melyek az azonos polarizációjú és keresztpolarizációjú reflexiót tartalmazzák. Ezekből nagy biztonsággal meg tudják állapítani a friss jég helyzetét és így ki lehet jelölni a jégtörő hajók haladási irányát. A helikopter gyorsan halad, nagy területeket tud feltérképezni és minden időjárás mellett friss adatokat tud szolgáltatni. A munka legnagyobb része azzal telik, hogy a mért adatok kiértékelése minél megbízhatóbb legyen. A Konferencia hallgatósága nagy lelkesedéssel vette tudomásul az Igazgató Tanács döntését és helyesléssel erősítették meg, hogy ez az előadás mind témájában, mind az előadás módjában tényleg kiemelkedően jó volt.

A Konferencia után három tudományos műhelyt is szerveztek:

- a mikrohullámok alkalmazásáról,
- a szupravezető mikrohullámú alkatrészekről, valamint
- a mikrohullám környezetvédelmi alkalmazásáról.

A szupravezető előadásokat Knoechel és Hinken (Németország) szervezte. A bevezető előadásban Hinken elmondta, hogy a szupravezetést 1988-ig csak folyékony hélium hőmérsékleten tudták produkálni. Akkor jelentek meg az indium alapú szupravezetők, melyeket már folyékony nitrogén hőmérsékleten tudtak használni. Ez óriási lökést adott a kutatásnak és alkalmazásnak egyaránt. Az USA-ban 1993-ban 500 millió dollár forgalmat terveznek a szupravezető piacon. Előjelzések szerint a piac nagysága 2005-re eléri az 1-2 milliárd dollárt. A szupravezető anyagok nagyon széleskörű alkalmazásra számíthatnak a mikrohullámú technikától (pl. műholdak) a vasúti vontatásig (egysíntű vasút, lineár-motor).

Az első előadás (Withers) a vékonyréteg technikában alkalmazható különböző anyagokat ismertette, főleg a felületi ellenállás mérésével foglalkozott. A második előadó (Gallop, UK) szupravezetők mikrohullámú paramétermérését vizsgálta. Különböző rezonátoros módszereket ismertetett, melyekkel a jósági tényezőt lehetett mérni és abból következtetni a felületi ellenállásra. Nagy nehézséget okoz minden ilyen mérésnél, hogy a szupravezető anyagot jól el kell szigetelni a környezet hatásától. A feladat nagyban hasonlít a kalorimetrikus teljesítmény-etalonok problémáihoz. A szerző kísérleteket végzett szalagvonal szerkezetekkel is, ilyen rezonátorok mérésével. Többretegű szerkezeteket készített, melyek a külső árnyékolást, védelmet biztosították. Így nagyon érzékeny rendszert sikerült kidolgozni, amivel nagy pontosságú mérést tudott végezni. Valamennyi vizsgálat azt mutatta, hogy 4 K hőmérsékleten a felületi ellenállás $10^{-2} \dots 10^{-3}$ Ohm nagyságrendű. Ezt az áramkörök tervezésénél mindig szem előtt kell tartani.

Ezután két szekció foglalkozott a passzív, majd aktív szupravezető áramkörökkel. Ezek között szerepeltek szűrők, hibridek, kisméretű antennák és rezonátorok. Az aktív eszközök között erősítők és oszcillátorok tervezéséről, kivitelezéséről volt szó. Az áramkörök felépítése szinte minden esetben szalagvonalas volt. Az előadók foglalkoztak

a konstrukciós megoldással és a mérési módszerekkel is, mert ezek nagyon lényegesek a szupravezető áramkörök-nél. A kísérleteket általában vékonyréteg áramkörökkel végezték, de megvizsgálták a vastagrétegek alkalmazhatóságát is. A vastagréteg azonban nem bizonyult elég jónak a jelenlegi technológiai lehetőségek mellett.

A Konferencia szervezése nagyon jó volt. A Helsinki Műszaki Egyetem Otaniemiben fekszik, ami egy kisebb szigetet a városközponttól kb. 8 km-re. Itt a központi épületben három nagy előadóteremben tartották az előadásokat. Az épület a modern finn építészet jegyében készült, magas, meredek teteje van a termeknek, egymás mellé építve egy félkört képeznek. A félkör udvari oldala dél felé néz, ahol a legkisebb napsütésben is meleg mikroklíma alakul ki (ezt a hallgatók nagy örömmel keresik fel az előadások szüneteiben). A termekben kiváló a világítás, az erősítő berendezés és a vetítési lehetőség. A vetítő vászon mozi méretű, ezért messziről is jól látható. Otaniemiben vannak még kutatóintézetek és diákszállók, valamint egy ipari parkként működő hatalmas épület (Innopoli), ahol nagyon sok kis cég (főleg high-tech cégek) működik.

Az Európai Mikrohullámú Konferencia következő találkozója Madridban lesz 1993. szeptember 6–10. között.

KENDERESSY MIKLÓS
Távközlési Kutató Intézet

■ EUROPA TELECOM'92

A Nemzetközi Távközlési Egyesület (ITU) és a Magyar Köztársaság Közlekedési és Vízügyi Minisztériuma közötti megállapodás alapján 1992. október 12–17. között Budapest ad otthont az EUROPA TELECOM'92 Nemzetközi Távközlési Kiállításának és Fórumának. E rendezvények első Európában, illeszkednek az ITU közelmúltban elhatározott regionális kiállítás- és előadássorozatába.

A budapesti helyszín egyrészt aláhúzza a közép- és kelet-európai térség Európához kapcsolódásának fontosságát, másrészt elismerését jelzi a szerkezetében megújuló és programjában gyors fejlődést tervező magyar távközlési ágazatnak.

A rendezvénysorozat 45 országból több, mint 3000 hivatalos vendéget várnak. Eddig a világ szaksajtójának 80 képviselője akkreditálta magát. Magyar szempontból ez az eredmény az 1996. évi budapesti világkiállítás előfutáraként is tekinthető.

Az „Új nyitottság Európa-szerte” főcímmel megtartásra kerülő távközléspolitikai, a „Jellemző technológiai trendek” főcímű műszaki és a „Távközlés szerepe a nemzeti gazdaság átalakításában” főcímű gazdasági szimpóziumok résztvevői a távközlést sokoldalúan érintő kérdésekben cserélik ki véleményüket, adják közre tapasztalataikat.

A Távközléspolitikai Szimpózium előadásaiban az ágazat állami vezetői, a szolgáltatói és ipari szféra vezető képviselői foglalkoznak az európai átalakulások hatásaival, a távközlésfejlesztési stratégiákkal, a piaci körülmények közötti működéssel és a távközlésfejlesztés közép- és kelet-európai kulcskérdéseivel. Áttekintik a távközlés szerepét a szociális és politikai integrációs folyamatokban, valamint megfogalmazzák Európa tennivalóit az ezredfordulóig terjedő időszakban.

A Technikai Szimpózium fő kérdéskörei: a távközlési hálózatok fejlődése és a hálózatbiztonság, a modern távközlési technológiák, a korszerű mobil rádió távközlés, a

meglévő és jövőbeni távközlési szolgáltatások, a műsorszórás új megoldásai, benne hangsúlyozottan a digitális rádióműsorszóró (DAB), továbbá a nagyfelbontású televízió-rendszerek (HDTV), a rurális kommunikáció stb.

A Gazdasági Szimpózium izgalmas kérdéseinek ígérkeznek: a távközlés és a gazdasági növekedés konvergenciája, a távközlési berendezések és szolgáltatások kínálatának és keresletének módosulása, a privatizáció liberalizálása és a szerkezeti átalakítás hatása, az árak és tarifák alakulása piaci viszonyok között, a közép- és kelet-európai távközlésfejlesztés gazdasági aspektusai, továbbá új igények és szolgáltatások.

A HUNGEXPO területén megrendezésre kerülő kiállításra a világ nagyszámú vezető távközlési gyártó- és üzemeltető vállalata jelentkezett. Előzetes adatok alapján 25 országból több, mint 200 kiállító várható, köztük nem egy a tengerentúlról és Japánból. 8 nemzet önálló pavilonban mutatja be a távközlési mai és talán már kicsit a holnap csúcstechnológiáját. A kiállítás kedvező lehetőség a szakemberek találkozására, a befektetők figyelmének felkeltésére.

A magyar résztvevők között a Magyar Távközlési Rt. nagy sikere, hogy maradéktalanul és korszerű színvonalon biztosította a kiállítók kommunikációs igényeinek kielégítését. E mellett kiállítási területén bemutatja valamennyi beszéd- és nem-beszéd szolgáltatás megoldásait, s a jövőt előrebevitve, kísérleti szinten a 900 MHz-es GSM rendszert, az ISDN alközpontot, a CT2 rendszert és a video-telefon.

A jelen és a jövő egyaránt helyet kap a Magyar Műsorszóró Vállalat kiállításán. Így a kiállítás idején mind a szakemberek, mind a látogatók megismerkedhetnek az Eutelsat műholdról történő televíziós programsugárzással, a 89,5 MHz-es URH sávban üzemelő telecom rádió adásaival, a HDTV kísérletekkel, a digitális rádióműsorszugárzás (DAB) előkészületeivel, a VSAT adatátvitellel, a személyhívó rendszerrel és — budapesti elérhetőséggel — a GSM rendszerű 900 MHz-es mobil telefonszolgáltatással, a műholdas mozgó üzenetközvetítő és helymeghatározó rendszerrel.

Az EUROPA TELECOM'92 kiállítás és fórum biztosan jelentősen hozzá fog járulni a távközlési csúcstechnológia bemutatásához, a közép- és kelet-európai térség távközlési felzárkózásának előmozdításához, a távközléspolitikai műszaki és gazdasági kérdések sokszintű diszkutálásához, s nem utolsósorban a világ távközlési közösségének a magyar fejlesztési célkitűzésekkel való megismerkedéséhez. ■

LAJTHA GYÖRGY
MATÁV Rt.

■ AZ AMBRÓZY ANDRÁS EMLÉKALAPÍTVÁNY PÁLYÁZATA

Az Ambrózy András Emlékalapítvány első ízben hirdetett pályázatot a Budapesti Műszaki Egyetem villamosmérnök hallgatóinak abból a célból, hogy ösztönözze zenei műveltségük elmélyítését. Pályázhattak azok a legalább 4,0 tanulmányi átlagú diákok, akik tanulmányaik mellett zeneelméleti, zenetörténeti, aktív zenei vagy más, zenével kapcsolatos tevékenységet folytatnak.

A pályázati felhívásra — ami a Híradástechnika c. lapban is megjelent — 7 hallgató nyújtotta be pályázatát:

Dócs János, mikroelektronika és technológia szak:

Kórustag régi iskolájában, az ELTE Radnóti Miklós Gyakorló gimnáziumának vegyeskarában, zongorázik 6 éves kora óta. Érdeklődési területe az integrált optika.

Hornig Rudolf, informatika szak:

Hanganalízis programot készített az MTA Zenei Kutató Intézet számára, több hangszeren is játszik.

Jánosy Zoltán, híradástechnika szak:

Diplomamunkát készített gépzongoratekercsek számítógépes feldolgozásáról, kutatómunkát végez digitális zenei jel-feldolgozás és digitális hangszintézis témában (2 cikket a Híradástechnikában, 1 cikket nemzetközi konferencia kiadványában publikált), a Műgyetemi Kórus szólamvezetője, a HTE és az AES Magyarországi Tagozatának diák tagja.

Jung Tamás, híradástechnika szak:

A Bartók Béla Kórus tagja, TDK-konferencián díjat nyert. Érdeklődési köre az energiagazdálkodás és a környezetvédelem.

Müller Gyula, mikroelektronika és technológia szak:

Elvégzte a Debreceni Állami Zeneiskola hegedű tanszakát, rendszeresen koncertezik a BME Szimfonikus Zenekarával, az Albinoni és az Erkel Oktett Kamarazenekarral. Érdeklődési területe a félvezető lézerdiodák, bekapcsolódott az Atomfizika Tanszék kutatómunkájába.

Sallay Balázs, informatika szak:

7 éve fuvolázik, kórustag a Műgyetemi Énekkarban és a Budapesti Akadémiai Kórustársaságban. Mikroprocesszorok funkcionális tesztelése és játékstratégiák témában készített TDK-dolgozatot.

Wimmer Zsolt, híradástechnika szak:

Zeneiskolát végzett, csellózik, tagja a Vasas Művészegyüttes Szimfonikus Zenekarának, egyházi zenét is játszik a Budafoki Református Gyülekezetben.

Az Emlékalapítvány Kuratóriuma szívesen díjazta volna valamennyi pályázót, mert a diákok tanulmányi munkája (TDK, 4,5 körüli eredmények, részvétel tanszéki kutatómunkában stb.) színvonalas volt, és a zenével is elmélyülten foglalkoznak, az is része életüknek. Teljesítményüket a pályázóknak írt levélben elismerte.

A nem könnyű döntés után az első díjat egyhangúlag Jánosy Zoltánnak, míg a második díjat szavazati többséggel Müller Gyulának ítéltek. A díjazásban nem részesülők könyvajándékot kaptak.

A Híradástechnikai Tudományos Egyesület külön díjként valamennyi pályázónak egyéves ingyenes tagságot ajánlott fel, valamint azt, hogy 1 évig díjtanul megkülönböztetik nekik a Híradástechnika folyóiratot.

Az ünnepélyes díjkiosztó ünnepségre 1992. október 14-én került sor. Dr. Zombory László, a BME Villamosmérnöki és Informatika Karának dékánja üdvözölte a megjelenteket, majd Dr. Tarnay Kálmán egyetemi tanár, a régi jóbarát emlékezett meg Ambrózy professzor tudományos és oktatói munkásságáról, valamint erős kötődéséről a zenéhez. Müller Gyula Bach egyik szonátáját adta elő, végül Ambrózy Denise átnyújtotta a díjakat.

Szép este volt. Köszönet érte minden pályázónak! 1993-ban pedig újra lehet pályázni! ■

KORMÁNY TERÉZ
BME Elektronikus Eszközök Tanszék

Az **Európai Jelfeldolgozási Egyesület**, az **EURASIP** (European Signal Processing Association) szeretné tevékenységi körébe bevonni a közép- és kelet-európai országok szakembereit is, segítve ezzel bekapcsolódásukat a fejlett országok műszaki – tudományos életébe.

Az Egyesület tagja lehet minden érdeklődő, elsősorban a hírközlés és a jelfeldolgozás területén tevékenykedő szakember.

Az EURASIP-nek négy folyóirata van:

- Signal Processing
- Image Communication
- Speech Communication
- News Letter.

Az Egyesület kétévenként nagy nemzetközi konferenciát (a következő kettő: 1994 – Edinborough, 1996 – Trieszt), évenként egy sor workshopot és short course-t rendez.

Az Egyesület tagjai minden rendezvényen jelentős kedvezményt kapnak a részvételi díjból.

Az éves tagdíj: egyéni 40 SFr, hallgatói és nyugdíjas 20 SFr, intézményi 80 SFr. A tagdíj befizetésével a News Letter-t mindenki ingyen megkapja.

A többi folyóirat előfizetési díja:

	Egyéni	Hallgatói	Intézményi
Signal Processing	110.-	75.-	735.-
Image Communication	85.-	55.-	300.-
Speech Communication	85.-	55.-	300.-

(Minden tétel SFr-ban értendő.)

Részletes információt Fazekas Kálmán tud adni:

BME Mikrohullámú Híradástechnika Tanszék

XI. Goldman tér 3. V2 épület, 643. szoba

Telefon és fax: 181-2968

TÁJÉKOZTATÓ SZERZŐK RÉSZÉRE

A folyóirat egyes számai az elektronika egy-egy fontos témaköréről adnak átfogó képet. A tematikus cikkeken kívül a folyóiratnak a következő állandó rovatai vannak:

- **EGYEDI CIKKEK:** a kitűzött témakörön kívüli cikkek számára.
- **TERMÉKEK – SZOLGÁLTATÁSOK:** eszközökről, berendezésekről, szoftvertermékekről és szolgáltatásokról közöl információt.
- **GAZDASÁG – KUTATÁS – OKTATÁS:** gazdasági összefüggésekről, kutatási lehetőségekről, szakemberképzésről ad tájékoztatást.
- **HÍREK – ESEMÉNYEK:** elektronikai vállalatokról, fontosabb rendezvényekről számol be.
- **NÉZETEK – VÉLEMÉNYEK:** az olvasók észrevételeit, megjegyzéseit közli.

A cikkeket két példányban kell beküldeni a lap felelős szerkesztőjének címére (lásd a belső borítón). A cikkek max. terjedelme 30, kettes sortávolságú gépelt oldal (minden ábrát 1 oldalnak számítva), a cikk elején 100–200 szavas magyar és angol nyelvű kivonattal. A szerzők rövid életrajzát és kontrasztos fényképét mellékelni kell. A **TERMÉKEK – SZOLGÁLTATÁSOK** és a **GAZDASÁG – KUTATÁS – OKTATÁS** rovatok cikkei legfeljebb 16, kettes sortávolságú oldal terjedelműek lehetnek.

Az ábrák tussal, fehér papírra készített eredeti példányát kell mellékelni. Az ábrákon nagybetűs feliratokat kell alkalmazni olyan méretben, hogy azok az ábrák egy vagy két hasábos kicsinyítése esetén is jól olvashatók legyenek. Az ábrafeliratokat külön lapon kell mellékelni. Lehetőség szerint kerülni kell a fényképek használatát.

A **TERMÉKEK – SZOLGÁLTATÁSOK** rovatban megjelent cikkekért a szerző vállalatától nyomtatott oldalanként 8000, – Ft költségtérítést kérünk.

A HÍRADÁSTECHNIKA FOLYÓIRAT 1993. ÉVRE TERVEZETT SZÁMAINAK TÉMÁI

MAGYAR NYELVEN:

- VSAT HÁLÓZATOK
- DIGITÁLIS JELFELDOLGOZÁS
- DIGITÁLIS ALKÖZPONTOK
- VÉDETT KOMMUNIKÁCIÓ
- RÁDIÓTÁVKÖZLÉS
- STÚDIÓRENDSZEREK
- TÁVKÖZLÉSI HÁLÓZATOK FEJLŐDÉSE
- AZ ELEKTRONIKA OKTATÁSA

ANGOL NYELVEN:

- SZEMÉLYI KOMMUNIKÁCIÓ
- NEURÁLIS HÁLÓZATOK
- FÉLVEZETŐ MODELLEZÉS
- TÁVKÖZLÉSI MÉRÉSEK

A folyóirat előfizetési díja 1993-ban:

Egyéneknek:

1 évre 720 Ft Egyes számok 90 Ft

Közületeknek:

1 évre 4400 Ft Egyes számok 540 Ft

Külföldieknek:

1 évre Egyes számok 20 USD

4 angol szám 60 USD

12 szám 120 USD

A folyóirat megrendelhető a kiadónál:

TypoTeX Kft. Elektronikus Kiadó

1015 Budapest

Batthyány u. 14.

Telefon: 202-1365

Fax: 115-4212

Ha Ön külföldön jár, néhány perc is elég lehet ahhoz, hogy egy **kapcsolat** segítségével otthon érezhesse magát, hogy közeli legyen egy távoli, kedves hang, hogy . . .
Ne feledkezzen meg a Magyar Távközlési Rt. új szolgáltatásáról!

Külföldön - forintért!

A felsorolt országokból, a megadott számon, a hívott fél, vagy
a hívókártya költségére telefonálhat Magyarországra.



Hogyan vegye igénybe a Hungary Direct szolgáltatást külföldön

- Hívja a Hungary Direct hívószámát
- Várja meg a budapesti kezelő jelentkezését
- Mondja be a hívott magyarországi előfizető telefonszámát
- A kezelő azonnal kapcsolja a kért összeköttetést vagy a hívókártya számlájára, vagy a hívott előfizetői állomás költségére
- A beszélgetés végén nem kell a hívás díját valutában kifizetni

Egyes országokban, a pénzbedobós nyilvános állomásokon pénzürmét kell bedobni a hívás kezdeményezéséhez.

Amerikai Egyesült Államok (AT&T)	1 800 352 9469
Amerikai Egyesült Államok (MCI)	1 800 925 0038
Ausztrália	0014 881 360
Belgium	11 * 00 36
Egyesült Királyság	0800 890036
Dánia	80 01 00 36
Finnország	9800 1 0360
Franciaország	19 * 00 36
Hollandia	06 * 0220236
Hong Kong	008 0036 vagy 800 0036
Izrael	177 360 2727
Japán	0039 361
Kanada	1 800 463 8810
Koreai Köztársaság	009 0036
Németország (volt NSZK)	0130 80 00 36
Norvégia	050 19936
Olaszország	172 0036
Svédország	020 * 799 036
Szingapur	800 3600
Törökország	99 800 36 11 77
Új Zéland	000936

* Tárcsahang



MAGYAR TÁVKÖZLÉSI
RÉSZVÉNYTÁRSASÁG