

„Műholdas műsorszórási rendszerek” konferencia

(Saarbrücken, 1982. okt. 19–21.)

DR. KÁSA ISTVÁN

Távközlési Kutató Intézet

ÖSSZEFOGLALÁS

A közlemény a VDE Saarbrückenben 1982. október 19.–22-én megtartott konferenciájáról ad ismertetést, melyben a műholdas televíziós és rádióadók rendszertechnikai, szolgáltatási és áramköri problémáit tekintették át.

1982. október 19. és 22. között tartotta Saarbrückenben, a Saar-vidék fővárosában a Német Elektrotechnikai Egyesület (VDE) a „Műholdas műsorszórási rendszerek” konferenciát, amelyen a műholdas televíziós és rádióadók számos rendszertechnikai, szolgáltatási és áramköri problémáját tekintették át.

A konferenciát az motiválta, és ennek az összefüggésnek az adott különös nyomatókat, hogy a tervek szerint nyugatnémet–francia közös program keretében 1985 tavaszán kezd meg működését a TV–SAT műhold, amely – kísérleti jelleggel – az NSZK számára kezdi meg a műsorszórást, majd néhány hónappal később a TDF–1 műhold is üzembe áll, ez Franciaország számára biztosítja ugyanazt a szolgáltatást.

A program során a fedélzeti és földi részrendszerek és berendezések fejlesztésében a nyugatnémet és francia elektronikai ipar nagyvállalatai kapcsolódtak be, és a konferencián számos előadás tükrözte a műszaki erőfeszítések sokrétűségét. A közelgő határidőnek megfelelően ugyanakkor egyre fokozódó intenzitással folyik a szakemberek felkészítése és tájékoztatása is.

A konferencián elhangzott előadások az alábbi fő csoportokra oszthatók:

- Rendszertechnikai kérdések analízise
- A tervezett műsorszórási rendszerek ismertetése
- A fedélzeti berendezések ismertetése
- Földi vevők konstrukciós kérdései, és ezzel kapcsolatos mikrohullámú áramköri problémák

2. Rendszertechnikai követelmények

A műholdas műsorszórást azt jelenti, hogy a különféle televíziós, vagy audió programokat az előfizetők-höz (nézőkhöz, hallgatókhoz) műholdak fedélzetén elhelyezett adóállomások segítségével juttatják el. Az itt számításba jövő műholdak geostacionárius pályán (mintegy az egyenlítő egy-egy meghatározott pontja felett rögzítve) helyezkednek el, és erősen irányított mikrohullámú sugárzással valósítják meg egy-egy ország, vagy országrész műsorral történő ellátását (1. ábra).

Beérkezett: 1983. III. 31.



DR. KÁSA ISTVÁN

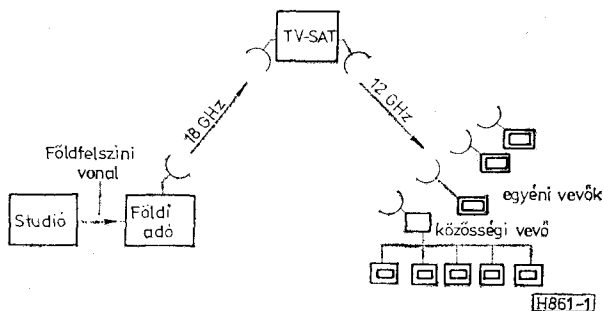
1960-ban végzett a Budapesti Műszaki Egyetem Híradástechnikai Szakán. 1960 óta a Távközlési Kutató Intézetben dolgozik. Beosztása tudományos osztályvezető. 1964-ben a BME-en dok-

torált, 1974-ben a műszaki tudományok kandidátusa lett. Szakterülete az URH és mikrohullámú rendszerek, áramkörök és mérések. Két könyv, valamint számos egyéb publikáció és szabadalom szerzője. (□)

Tágabb értelemben ez azt jelenti, hogy a különféle stúdiókból származó programokat földfelszíni hírközlő eszközök (kábelek, mikrohullámú lánc) segítségével juttatják el a földi adóállomásra, ez pedig erősen irányított, nagy teljesítményű sugárnyalábbal továbbítja azt a műholdra. A műhold fedélzetéről a programot vagy programokat frekvenciaváltás és erősítés után ugyancsak erősen irányítva kisugározzák. Ezt az adást a Föld felszínén egyéni vagy közösségi vevőkkel veszik. A közösségi vevők kábeles elosztó hálózattal továbbítják a programokat kisebb vagy nagyobb közösségek számára. A konferencián hangsúlyozták, hogy a műholdas műsorszórást és a műsorok kábeles továbbítása szerves egységet alkotnak, szolgáltatásaikat egymást kölcsönösen feltételezve és kiegészítve kell megtervezni. Néhány előadásból és hozzászólásból az tűnt ki, hogy a közösségi vételnek – legalábbis az első időszakban – nagyobb jelentőséget tulajdonítanak, mint az egyéni vételnek.

A műholdas műsorszórást vonatkozó legfontosabb előírásokat a WARC (World Administrative Radio Conference) 1977. évi tanácskozásán fogadták el; ezek 1979. január 1-től érvényben vannak.

1979. óta Európára, Afrikára, Ázsiára és Óceániára teljes mértékben rögzítve vannak nemcsak adó műhold pozíciók, hanem több mint 1000 televíziós csa-



1. ábra

torna számára a frekvencia, a polarizáció, a megengedett adóteljesítmény és több más fontos paraméter is. A csatornákat az egyes országok számára kiosztották és így ezeken a földrészekon megteremtették az egymással összeférő és egymást nem zavaró műholdas műsorszóró rendszerek keretét. Az amerikai földrésze vonatkozóan a részletes kiosztás még nem történt meg.

A műholdas műsorszórásra vonatkozó rögzített fontosabb paraméterek az alábbiak:

a) A műholdak pozícióját az ellátni kívánt területtől nyugatra jelölték ki. (Pl. az NSZK számára nyugati hosszúság $+19^\circ$, Magyarországra pedig nyugati hosszúság $+1^\circ$.) E kijelölésnek az az oka, hogy a műhold évente két alkalommal napéjegyenlőség idején mintegy hat héten át, naponta néhány órára a Föld árnyékába kerül, napelemei nem szolgáltatnak tápellátást a fedélzeti adók számára; az adás lehetlenné válik. A műhold pozíció nyugati irányú eltolásával elérhető, hogy a kényszerű üzemszünet helyi idő szerint néhány órával éjfél után következik be, ez a nézőket kevésbé zavarja.

A névleges pozíciótól való eltérés É–D és K–Ny-i irányban külön-külön max. $\pm 0,1^\circ$, a legnagyobb kombinált eltérés $\pm 0,14^\circ$.

b) A műhold fedélzetén elhelyezett adóantenna sugárzási nyalábja max. $\pm 0,1^\circ$ -ra térhet el az előírt iránytól, és $\pm 2^\circ$ -nál jobban nem fordulhat el a tengelye körül.

c) Az ekvivalens adóteljesítmény (EIRP) előírt értéke maximum van, ennek kisebbnek kell lennie 67 dBW-nál. Az adóteljesítmény eltérése a névleges értékhez képest max. $+0,25$ dB.

d) A képátvitelre frekvenciamodulációt írnak elő, 27 MHz sáv szélességgel és 13,5 MHz-es megengedett csúslökettel. Az adás bal vagy jobb forgású, körpolarizált. A műholdas műsorszórásra előírt frekvencia-tartomány a 11,7–12,5 GHz, de jelenleg csupán a 11,7–12,1 GHz frekvenciatartomány kihasználását tervezik.

A névleges frekvenciák értéke:

$$f_N = 11\,727,27 + (N - 1)19,18 \text{ MHz} \quad N = 1, 2, \dots$$

e) A vételi teljesítménysűrűség az ellátott területen legkedvezőtlenebb hónap idejének 99%-ában egyedi vétel számára min. -103 dB (W/m^2), közösségi vételre pedig min. -111 dB (W/m^2).

f) A vétel minőségének biztosítására a vételi jel/zaj viszonyra, valamint az interferencia zavarokra szintén előírások vannak. A más műholdas műsorszóró rendszerekről érkező interferencia zavarokat a Saarbrücken-i konferencián részletesen vizsgálták, különös tekintettel arra, hogy már a kezdeti időszakban közeli műhold-pozíciókban lesznek a nyugatnémet és francia, majd más nyugat-európai műsorszóró műholdak.

A WARC előírásokat kritikai elemzésnek is alávetették, egy előadásban az egyedi vevő előírt vételi szintjének -108 dB (W/m^2)-re történő csökkentését javasolták, tekintettel a vevőberendezések érzékenysége növekedésére. Ez a változtatás különösen a nagy területű országok számára lenne kedvező, a nagy fedélzeti adóteljesítmény csökkentése miatt, a nyugat-európai és közép-európai országok számára azonban kevésbé fontosnak tűnik.

3. A tervezett műsorszóró rendszerek ismertetése

Az előadások során elsősorban az NSZK műholdas műsorszóró tervezetét ismertették, de kitekintést nyújtottak egyéb nyugati, elsősorban nyugat-európai elképzelésekre is. Az ismertetőkből az tűnt ki, hogy — valószínűleg a világméretű recesszió hatására — a programok lelassultak, de 1986-ig már több műholdas műsorszóró program beindulása várható.

A nyugatnémet TV—SAT műholddal csaknem egy időben tervezik a TDF—1 francia műhold üzembe helyezését, ez a nyugatnémet műholddal azonos felépítésű lesz. Ugyancsak hasonló felépítésű lesz Svédország TELE—X műholdja, amelyet (esetleg Norvégia és Finnország részvételével) 1986-ban bocsátanak fel. Ez a program részben helyettesíti a háttérbe szorult NORDSAT tervet.

Belgium, Dánia, Nagy-Britannia, Kanada, Olaszország, Hollandia, Ausztria és Spanyolország vesznek részt az L—SAT programban, ez a műhold szintén 1986-ban kezdi meg az adást. A műholdon Olaszország külön adót biztosított saját kísérleti programja számára.

Nagy-Britannia külön műholdas műsorszóró programot is tervez, ez is 1986-ra várható.

Ismertettek más, kevésbé határozott elképzeléseket is, pl. Luxemburg, Svájc, vagy Spanyolország vonatkozásában, de úgy tűnt, hogy ezek a tervek még sok kérdésben tisztázásra szorulnak.

A konferencia alapvető célkitűzéséből következett, hogy igen részletesen foglalkoztak a TV—SAT nyugatnémet műhold tervezett műsorszóró programjával. Ezekről tudni kell, hogy az első időszakban kísérleti jelleggel, de mindenképpen a műsorszórás igényeit és követelményeit kielégítve tervezik az adást.

A TV—SAT program keretében az NSZK számára kiosztott öt csatornából hármát kívánnak felhasználni, mégpedig kettőn televíziós adást (a ZDF és az ARD programját) sugároznak, a harmadikon pedig 16 jó minőségű sztereó rádióprogramot továbbítanak.

A műsorszórás a 11,7–12,1 GHz sávban történik, a műholdra irányuló adásra viszont a 18 GHz-es sávot használják (17,7–18,1 GHz között).

A műholdak irányítottasága biztosítja, hogy az NSZK területén a térorosság a hely függvényében 3 dB-nél kisebb mértékben változik. A 3 dB-es szintcsökkenéssel megvilágított terület közel ellipszis alakú és a földrajzi viszonyok következtében helyenként jelentősen túlnyúlik az országhatáron. A várható maximális térorosság -98 – -97 dBW/ m^2 , tehát a WARC által megkövetelt szintnél 2–3 dB-lel nagyobb. (A maximális térorosság Frankfurt am Main közelében lép fel).

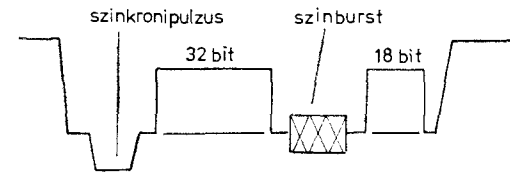
A televíziós adások video információját a WARC ajánlásnak megfelelően frekvenciamodulált módon továbbítják, viszont a kísérő hang, illetve kísérő hangok továbbításának megoldására még nem született döntés.

A kísérő hang átvitelére az alábbi módszereket veték számításba:

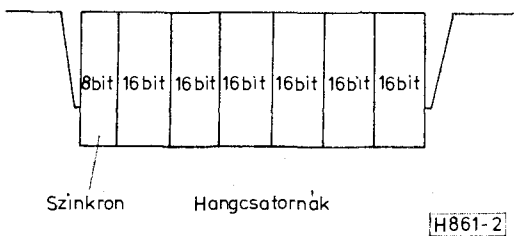
a) Alapsávi frekvenciamultiplex

E módszerről az alapsávban a videojel mellett egy vagy több segédvívót helyeznek el a

1. változat



2. változat



2. ábra

hanginformáció hordozására. Az így létrehozott kiegészített alapsávot a mikrohullámú vivő frekvenciamodulációjával viszik át. A hanginformáció a segédvivőkön kétféleképpen használható:

- a/1. A segédvivő analóg frekvenciamodulációja. Ez több hangcsatorna megvalósítását nehezkesse teszi.
- a/2. A segédvivő digitális modulációja (PSK), amely elvileg akár hat hangcsatorna átvitelét is lehetővé teszi, de a hang-kép áthallás kérdése gondos analízist és tervezést igényel.

b) Időmultiplex az alapsávban

Ezek a módszerek azon alapulnak, hogy a TV kép sorvisszafutási ideje olyan időrestet kínál, amely alkalmas a digitális hanginformáció átvitelére. Attól függően, hogy a hagyományos TV-jel struktúráját milyen mértékben módosítják, vagy esetleg a teljes rést felhasználják-e a digitális hanginformáció átvitelére, az ilyen típusú hangátviteli rendszernek több változatát javasolták (2. ábra). Az így előállított időmultiplex alapsávi jelet ezután frekvenciamodulációval viszik át. E módszerekkel szintén eredményes kísérleteket végeztek, de egyes szerzők szerint a kombinált frekvenciamodulált jelek spektrális tulajdonságai nehézséget okozhatnak.

- c) A hagyományos TV-átviteltől a legnagyobb eltérést és ennek megfelelően bonyolult vevőkészülék kialakítását igényli a rádiófrekvenciás időmultiplex megoldás, amelynél a képjeleket frekvenciamoduláltan, a visszafutási idő alatt a hangot pedig a rádiófrekvencia digitális modulációjával (MSK v. QPSK) viszik át.

A konferencián elhangzottakból az tűnt ki, hogy a digitális hangátviteli módszerek valamelyik típusának elfogadása valószínűbb, és a döntés az elméleti

megfontolások, valamint az áramkörti és OTS kísérletek eredményei alapján 1983-ban várható.

A 16 sztereo rádiócsatorna megvalósítására viszont már teljes mértékben kidolgozták a digitális átviteli rendszert. A kidolgozott rendszer ugyanakkor jól illeszkedik a kábeles műsortovábbító rendszerekhez is.

Ebben a rendszerben a hangcsatornát 32 kHz-cel mintavételezik, lineárisan 14 bittel kódolják, majd két sztereo csatorna jelét (63,44) — BCH kódblokkokba kódolják. A kód struktúrája a 3. ábrán látható. A hangcsatornák 4×11 értékesebb bitjét 19 hibajavító, ill. hibajelző bittel egészítik ki, egy további bit pedig programazonosítóként szolgál. A 4×3 alacsonyabb helyértékű bitet hibajavító védelem nélkül viszik át, így a teljes blokk 76 bitből áll.

Négy ilyen blokkot fognak össze egy „félkeretbe”, amelyet még 16 bittel egészítenek ki, ebből 8 bit a szinkronizálásra szolgál, a másik 8 bitet pedig különleges szolgáltatásokra tartják fenn. Ily módon a teljes „félkeret” 320 bitből áll és 8 sztereo programot hordoz. A másik nyolc program hasonló módon felépülő másik „félkeretbe” kerül, majd a két félkeretet ortogonális vivőkre PSK modulációval ültetik rá, így kapnak egy összetett 4PSK jelet. Erre a szolgáltatásra vevőkészülékeket is bemutatottak.

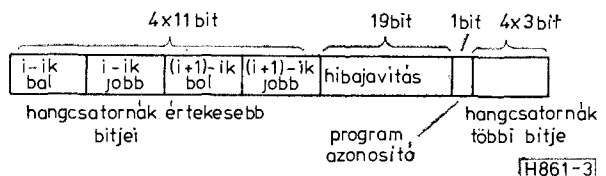
A fentiekben vázlatosan ismertetett szolgáltatásokon kívül utaltak olyan szolgáltatási javaslatokra, amelyek még előzetes vizsgálatok fázisában vannak, ilyenek pl. atomi időtalon továbbítása, közlekedési információk stb.

Felmerült még egy további érdekes javaslat is, mégpedig arra, hogy a 16 sztereo program mellett még egy további szórt spektrumú jelet is átvigyenek. Ekkor pl. egy 5 kb/s sebességű jelet 1 MHz sávzélességen adnának; ezzel jelentős nyereséget lehetne elérni. A számítások szerint ez az adás már 30 cm átmérőjű antennával vehető lenne; az ilyen méretű antenna csekély irányítottága miatt (12 GHz-en) már akár mozgás közbeni, mobil vételt is lehetővé tesz.

4. A fedélzeti mikrohullámú rendszer

A műsorszóró műholdak számos fedélzeti rendszerét (felépítését, tápellátását, nagyteljesítményű adókat, pozíciostabilizálást) részletesen ismertették, ezek közül a fedélzeti mikrohullámú rendszer néhány vonását szeretnénk kiemelni.

A fedélzeti rendszerek kifejlesztése során a súly és fogyasztás mellett fontos szempont volt a megfelelő megbízhatóság, a fedélzeti rendszert hétéves élettartamra tervezték. A nagyteljesítményű (220–250 W-os) végfokozatokat haladóhullámú csövekkel építették meg.



3. ábra

A fedélzeti mikrohullámú rendszerben a műholdra irányuló 18 GHz-es adást kétszeri frekvenciatranszponálással teszik át a 12 GHz-es sávba. Erre azért van szükség, mert közvetlen átkeverés során a 6 GHz körüli fedélzeti helyi oszcillátor frekvencia kétszerese éppen az adósávba esne, ez pedig nem engedhető meg. Ehelyett 5 GHz körüli fedélzeti középfrekvenciát választanak. A két keverőre a lokál jelet közös kvarcvezérelt jelforrásból származtatják frekvenciasokszorozással, így a két lokál jel 12 822 MHz, ill. 6838,4 MHz.

A széles sávú fedélzeti vevő keverővel kezdődik, mivel a fejlesztési ütemtervbe nem tudták beilleszteni a tokozatlan FET-ekkel felépítendő kis zajú előerősítőt, de a további műholdakban ilyen előerősítők alkalmazását tervezik. A parametrikus előerősítő alkalmazását annak kedvezőtlen linearitása miatt vetették el.

A széles sávú átkeverő után az egyes csatornákat multiplexerrel szétválasztják, és erősítik, majd multiplexerekkel egyesítve a jeleket, az adó antennára juttatják.

5. Földi vevők

A konferencián a földi vevőkészülékek problematikája viszonylag kisebb súllyal szerepelt. Ennek oka megítélésünk szerint abban rejlik, hogy a szuperheterodin rendszerű vevők lényeges elvi kérdéseit már korábban tisztázták és több részletes javaslatot dolgoztak ki, legalábbis, ami a vevő mikrohullámú fokozatait és a modulációváltást illeti. Ugyanakkor azonban a komplett földi vevő végleges kidolgozása még mindig bizonytalan elemeket tartalmaz, miután a kísérőhang rendszere és szabványa még nincs véglegesen eldöntve és elfogadva.

Az általános vételtechnikai követelményekre vonatkozóan a Fernmeldetechnische Zentralamt (FTZ) már 1980-ban kidolgozott egy ideiglenes előírást, majd a WARC 77 ajánlásainak ismeretében, az iparral és a szakmai szervezetekkel konzultálva véglegesen rögzítették a követelményeket, amelyeket a konferencián is ismertettek.

E követelmények a főbb vonalakban már ismertett WARC 77 előírásokon kívül rögzítik a középfrekvenciát (0,95–1,35 GHz), a vevő átviteli és tor-

zítási paramétereit, valamint a szelektivitásra és zavarvédelemre vonatkozó előírásokat.

Az ismertnek feltételezett szuperheterodin rendszerű és FET előerősítővel felépített vevőkön kívül több újszerű vevő elrendezést ismertettek, amelyek kutatási, ill. kísérleti szinten vannak, és amelyek használhatósága jelenleg még nem bírálható el. Ezek közül a koherens vevő, ill. az alapsávba történő közvetlen transzponálás esetében a PLL technika alkalmazásával kívánják a vételt megoldani.

Itt szerepelt, de ugyanakkor már a különleges mikrohullámú áramkörök kategóriájába is tartozik az a megoldás, amely parametrikus down-konverter alkalmazását javasolja; azonban erősen kétséges, hogy az inherens sávkorlátozottság és hangolási követelmények mellett a megoldás versenyképes lehet-e az egyre olcsóbbá váló FET előerősítőkkel.

Néhány előadás a vevők egyes elemekre (antennák, FET erősítők, ill. monolit áramkörök, valamint dielektromos rezonátorok) vonatkoztak, és ezek jelentős haladásról számoltak be. Különösen érdekes volt a dielektromos rezonátorok technikájának részletesebb ismertetése, az e téren végbement fejlődés kompakt, nagy jóságú tényezőjű és termikusan is stabil rezonátorok, szűrők és oszcillátorok kialakítását teszik lehetővé mikroszalagvonalas áramkörökben.

Megjegyzések

A konferencián mintegy kétszáz szakember vett részt, többségében az NSZK-ból. A konferencia hivatalos nyelve is a német volt, csupán néhány angol nyelvű előadás hangzott el külföldi előadóktól. A Saarbrückeni tanácskozáson az NSZK-n kívül Franciaországból, Kanadából, Japánból, az USA-ból, Svédországból, Finnországból, Ausztriából és Magyarországról vett részt néhány szakember.

A konferencián elhangzottak jól tükrözték azokat az erőfeszítéseket, amelyeket Nyugat-Európában és különösen a nyugatnémet–francia együttműködés keretében tesznek a műholdas műsorszórás kifejlesztésére, és értékes információkat nyújtottak a műholdas műsorszóró rendszerek rendszertechikájára, a szolgáltatások szervezésére, a vevőrendszerekre, valamint a mikrohullámú áramkörökre vonatkozóan.