

INTERCSAT: Csatornaképző berendezés az Interszputnyik nemzetközi hírközlő rendszer számára

L. Ja. KÁNTOR, V. M. DOROFJEV,
V. I. DJACSKOV, V. V. LOGINOV
(NIIR — SZU)
BARANYI ANDRÁS, UHERECZKY LÁSZLÓ,
HENK TAMÁS, RÁKOSI FERENC
(TKI — MNK)



KÁNTOR, L. J.

1954-ben szerzett diplomát a Moszkvai Távközlési Főiskolán. 1959-ben szerzett kandidátusi tudományos fokozatot, 1972-ben pedig megvédte doktori értekezését.

Szakterülete: műholdas hírközlő rendszerek. Jelenleg a műholdas hírközlő rendszerek különböző aspektusának kutatásával foglalkozik. Munkájának eredményeiről sok tudományos cikket és könyvet írt.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az Interszputnyik műholdas hírközlő rendszer fejlődése szükségessé tette az SCPC típusú, PCM/ADM—PSK elven működő Interscat csatornaképző berendezés kidolgozását. A jelen cikkben összefoglaljuk a magyar (TKI)—szovjet (NIIR) kooperációban fejlesztett Interscat berendezés főbb működési elveit.

1. Bevezetés

Az Interszputnyik nemzetközi műholdas hírközlő rendszer alapvető feladata a szocialista és más érdekelt országoknak telefon- és távíró csatornákkal való ellátása.

Az Interszputnyik rendszer működése a Moszkva és Havanna között létesített első műholdas összeköttetés 1973-ban történt üzembehelyezésével vette kezdetét. Jelenleg az Interszputnyik nemzetközi hírközlő rendszerben több mint 12 földi állomás működik.

Az Interszputnyik rendszer fejlődését az elmúlt évtized folyamán a rendszerben működő földi állomások számának bővülése, valamint a felhasznált retranszlátorok és műhold csatornák számának növekedése jelezte. 1984-ig létrejöttek az Atlanti és Indiai-óceán térségében működő regionális rendszerek, melyekben geostacionáris pályán elhelyezkedő „Horizont” típusú műholdak két átjátszó csatornáját használják fel a hírvitelre. Az Atlanti-óceán, illetve az Indiai-óceán térségében működő geostacionáris műholdak nemzetközi elnevezése „Stacioner 4” és „Stacioner 5”.

Jelenleg az Interszputnyik rendszer földi állomásain a távbeszélő csatornák átvitelére a „Gradient N” típusú csatornaképző berendezést alkalmazzák, amely FDM elven működő sokcsatornás hozzáférés lehetőségét biztosítja, és a távbeszélő jelek átvitele frekvenciamodulációval történik (egy csatorna egy vivőn — Single Carrier per Channel, SCPC). A többállomásos üzemelés ilyen szervezési módja számos előnnyel rendelkezik nagy állomásszám és kiscsatornaigényű hálózat kiépítésénél:

- egytől tízig terjedő, tetszőleges csatornaszámú összeköttetés szervezési lehetőségei;
- vivő elnyomás felhasználásának lehetősége beszédzúnetben a retranszlátor csatorna kapacitásának növelése érdekében;
- kisteljesítményű adók alkalmazásának lehetősége földi állomáson.

Beérkezett: 1985. V. 12. (□)

Az FDM—SCPC elv alkalmazása lehetővé tette az Interszputnyik nemzetközi műholdas hírközlő hálózat fokozatos és rugalmas fejlődését, viszonylag olcsó földi állomások alkalmazásával (antenna átmérő 12 m $GT=29$ dB/K°).

1984-ben az Interszputnyik rendszer egyik csatornájában időosztásos, többállomás-hozzáférésű berendezés alkalmazását kezdték el a TDMA—40 berendezés alkalmazásával [3]. Ez a rendszer viszonylag nagy forgalmú állomások közötti összeköttetésre szolgál (12-től 60 csatornáiig).

Kisforgalmú állomásokon FDM típusú berendezés alkalmazása célszerű. Mivel nagyobb forgalmú állomásoknál problémák adódtak a Gradient—N berendezéssel kapcsolatban (nem kellő átviteli kapacitás, paraméter instabilitás, erős intermodulációs zavarok) az Interszputnyik hírközlő rendszer távlati fejlesztése során új, korszerűbb, a TKI (MNK) és NIIR (SZU) kutató intézetek által az Interkozmosz program keretében közösen kidolgozott Interscat csatornaképző berendezés alkalmazását tervezzük.

Az Interscat berendezés a Gradient csatornaképző berendezéstől abban különbözik, hogy a beszédjelek feldolgozása és továbbítása digitális. Az analóg-digitális átalakításnak két fajtáját irányozták elő: impulzus kódmoduláció (PCM) és adaptív deltamoduláció (ADM).

A PCM csatornák nagyobb jel/zaj viszonyt igényelnek, mint az ADM csatornák, és minőségi mutatói alkalmasak szekunder multiplex távíró jelek átvitelére és adatátvitelre, 4800 bit/s-ig.

A 32 kbit/s átviteli sebességű adaptív deltamodulációs csatornák azonos minőségű átvitelhez kb. 5 dB-lel kisebb jel/zaj-viszonyt igényelnek, ezért az ADM csatornákat alkalmazó rendszerek csatornkapacitása lényegesen nagyobb, mint a tisztán PCM csatornákat alkalmazó rendszereké. Az ADM csatornákon 2400 kbit/s sebességű adatátvitel és 12—18 csatornaszámú szekunder multiplex jelek átvitele lehetséges.

A digitális jellel történő modulációs eljárás kiválasztásához az Interscat berendezésben a rendszer max. áteresztőképességével szemben támasztott követelmények, ezek realizálásának egyszerűsége és a berendezés megbízhatósága adnak szempontokat. Jelenleg ezen követelményeknek magas fokon a fázismodulációs eljárások felelnek meg, melyek nagy zavarvédelességgel rendelkeznek és az elméletileg szükséges frekvenciasávhoz közeli sávban helyezkednek el és viszonylag egyszerűbb jelformálási módszerekkel rendelkeznek a vevőoldalon.

Az Interscat berendezésben az alábbi digitális adás és vételi módszereket fogadták el:

- PCM csatornáknál négy állapotú fázismoduláció (PCM—4PSK) koherens demodulációval.
- ADM csatorna esetén kétszintű fázisdifferencia moduláció koherens demodulációval (ADM—2/4 DPSK).

Az Interscat csatornaképző berendezést alkalmazó hírközlő rendszerek csatornkapacitására vonatkozó számítások azt mutatták, hogy ha a földi állomás jó-sági tényezője 31 dB/K°, továbbá a PCM csatornák 30%-a, az ADM csatornák 70%-a van kihasználva, akkor a Horizont műhold retranszlátor rádió csatornájában 600—650 távbeszélő csatornát lehet átvinni, a „Gradient—N” berendezés alkalmazása esetén lehetséges 200 csatorna helyett.

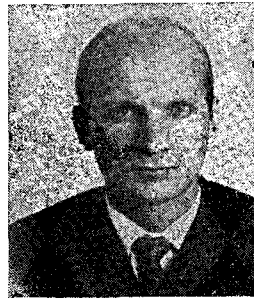
Az „Interscat” berendezés főbb műszaki adatai:

Frekvenciatartomány	52—88 MHz
Frekvencia raszter	45 vagy 80 kHz
Az adó és vevő frekvenciájának beállítása	kapcsoló segítségével vagy frekvenciaszintetizátorral, szabadhőzáféré-sű üzemben a szabadcsatorna kereső berendezéstől jövő jelekkel
Csatorna vivő bemenő és kimenő szintjei	— 25 V — 40 dBm
Pilot jel befogás és benntartás sávja	± 60 kHz
Vételi vivőfrekvencia max. eltérése	± 3 kHz a pilotfrekvenciához képest
Vivő elnyomás a beszéd-jel szünetekben	35 dB
Digitális információ átviteli átlaghiba valószínűsége	
— 4PSK jelmodulációs üzemben	
S/N=61,3 dBHz esetén	10 ⁻⁶
S/N=59,3 dBHz esetén	10 ⁻⁴
— 2/4 DPSK jelmodulációs üzemben	
S/N=58,3 dBHz esetén	10 ⁻⁶
S/N=56,3 dBHz esetén	10 ⁻⁴

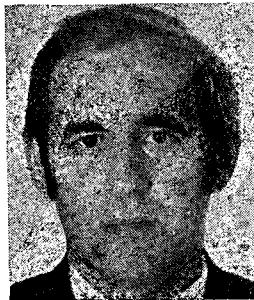
A hangfrekvenciás csatorna főbb paraméterei:

A vizsgáló jel névleges jelszintjei:

- a bemeneten — 13 dB m
- a kimeneten + 4 dB m
- túlvészlérés + 2 dB0 m



DOROFJEV, V. M.



1961-ben szerzett diplomát A Moszkvai Távközlési Főiskolán, 1966-ban pedig a főiskola matematika szakán. 1969-ben szerezte meg a műszaki tudományos kandidátusa címet. Jelenleg a SZU Postaügyi Minisztériumának fenntartásába tartozó Rádióipari Kutató Intézetben (NIIR) dolgozik, digitális műholdas hírközlő rendszerek kutatásával foglalkozik, ezen belül modemek, kódolók fejlesztésével, valamint interferencia kérdésekkel.

DJACSKOV, V. I.

A Moszkvai Távközlési Főiskolán szerzett diplomát. 1961-ben helyezkedett el Moszkvában a NIIR-ben. 1974-ben védte meg kandidátusi disszertációját. Jelenlegi szakterülete: digitális műholdas hírközlő rendszerek és FDMA hírközlő berendezések televízió másorszórás fejlesztése.

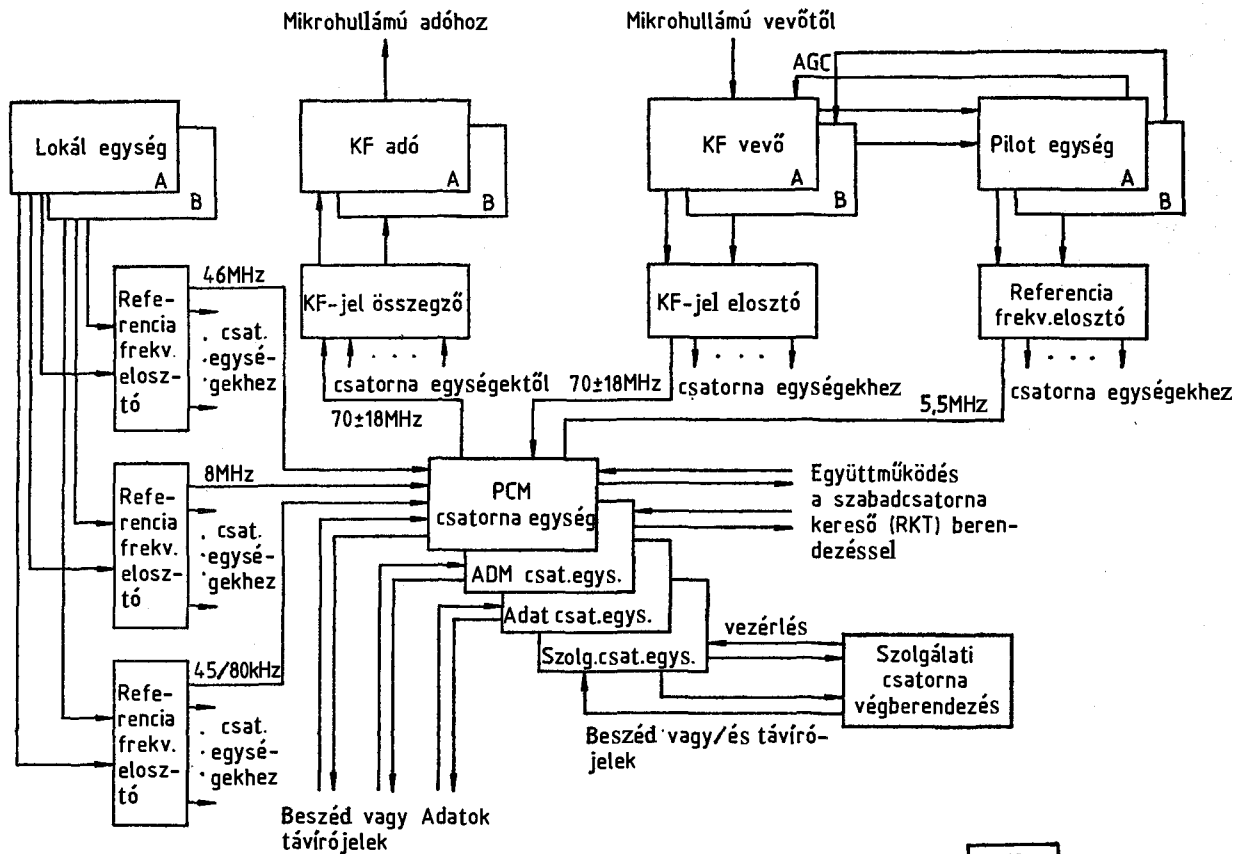
Pszofometrikusan súlyozott zajoktól való védelem a kimeneten

- szabad csatornában 60 dB
- 800 Hz-es frekvenciájú vizsgálójel átvitele esetén — 13 — 43 dBm szinttartományban 64 kbit/s sebesség esetén (PCM és ADM) 32 dB 32 kbit/s sebesség esetén (ADM) 27 dB

2. Az Interscat csatornaképző berendezés felépítése
Az „Interscat” berendezés csatorna és közös egységekből áll (1. ábra).

Egy-egy duplex hangfrekvenciás csatorna szervezésére csatornaegység párok szolgálnak. A csatornaegységben történik a hangfrekvenciás csatorna jeleinek digitális jelfolyamokká történő átalakítása, PSK jelek képzése, az adók és vevők frekvenciájának diszkrét beállítása a csatornasáv határain belül, a vett jelek koherens demodulációja és a digitális jelek visszaalakítása analóg hangfrekvenciás jelekké. Digitális jelátvitel céljaira 48 kbit/s sebességű adatátviteli csatornák szervezésére szolgáló csatornaegységek bevezetését is tervezük. A közös alrendszer a KF, pilot, lokál és szolgálati egységekből áll. A KF egység adó részében történik a csatorna egységek PSK jeleinek összegzése és erősítése. A KF egység vevő része a vett KF jel erősítését, szűrését és elosztását végzi a berendezés csatornaegységei felé. Ezen kívül a KF egység vevő részében valósul meg az automatikus erősítés szabályzása (AGC).

Az AGC vezérlő jel a pilot egység vevő részében jön létre, mely előállítja az automatikus frekvenciaszabályzathoz (AFC) szükséges közös lokál jelet is mindegyik csatornaegység vevőjének számára. Az AFC az üzemi jelek frekvenciájának névleges értéktől való csökkentését szolgálja. A pilot egység adó része biztosítja a pilotjel sugárzását a hírközlő hálózat vezető állomásain.



H-63-1

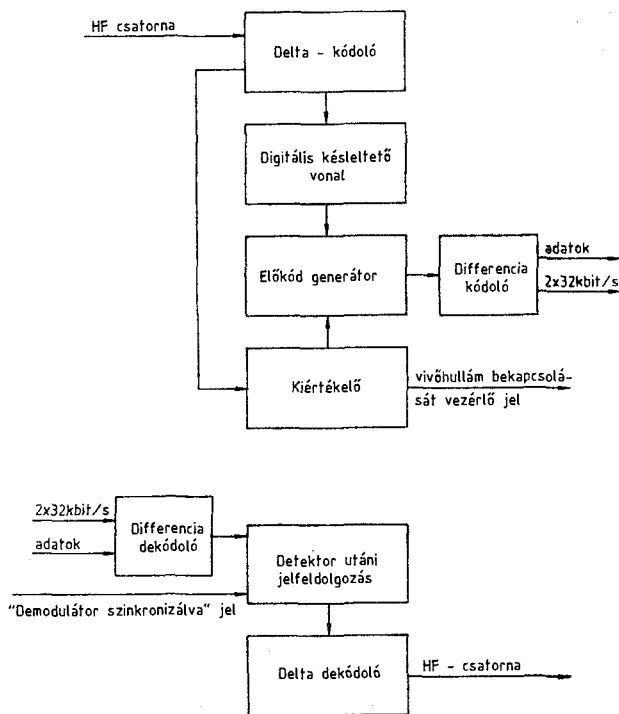
1. ábra. Az Intersat berendezés blokkvázlata

A KF és csatornaegységek üzemeléséhez szükséges lokáljeleket a lokálegység állítja elő. A szolgáltatási egység lehetővé teszi telefon, táviró és adatátvitelre szolgáló szolgáltatási csatornahálózat szervezését. A nagy megbízhatóság céljából a közös alrendszer 100%-os meleg tartalékkal működik.

3. PCM—4PSK átviteli eljárás

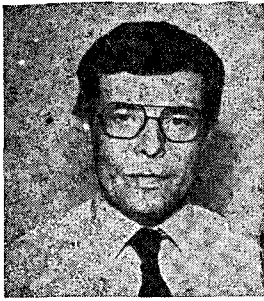
A PCM—4PSK átviteli módszernél a hangfrekvenciás csatorna analóg jeleit 7 bites digitális jelsorozatokká alakítjuk át, amelyek 56 kbit/s sebességű kódszavakból állnak. A fázisbizonytalanság feloldás, valamint a csatornaegység vevőjében a keretszinkron létrehozása érdekében a digitális jelfolyamhoz szinkronszavakat adunk hozzá. Az így előállított digitális jelsorozat sebessége 56-ról 64 kbit/s-re növekedik. Ezenkívül burst üzemmódban a jelátvitel elején a vevő demodulátor vivő- és óra-frekvencia szinkronizációjának biztosítására előkód szolgál. Az Intersat berendezésben az előkód paramétereit és a szinkronkódot a széleskörűen alkalmazott INTELSAT SCPC berendezések [4] mintájára választottuk meg.

A burst átviteli üzemmód biztosítására adaptív beszéd-detektor szolgál, amely bekapcsolja az adójelet, ha a hangfrekvenciás csatornában beszédjelet észlel. A beszédjel észlelés hatékonyságának növelése céljából a beszédjeldetektor küszöbszintje adaptíven változik a csatorna zajszintjének függvényében. A csatorna-állapot ellenőrzése céljából egymás után folyamatosan következő 1200 kódszót dolgozunk fel.



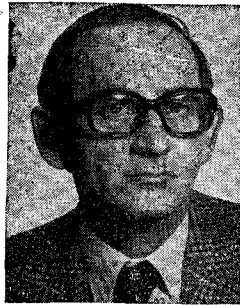
H-63-2

2. ábra. Az ADM kodek tömbvázlata



LOGINOV, V. V.

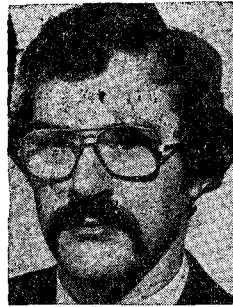
1964-ben szerzett diplomát a moszkvai elektronikai főiskolán. 1965 óta dolgozik a moszkvai Rádióipari Kutató Intézetben (NIIR), ahol különböző rendeltetésű berendezések fejlesztésével foglalkozik műholdas hírközlő rendszerek földi állomásai számára, valamint kutatásokat végez fázisszinkronizációs rendszerek területén. 1974-ben szerzett kandidátusi tudományos fokozatot. Jelenleg a NIIR tudományos főmunkatársa.



DR. BARANYI ANDRÁS

1960-ban szerzett villamosmérnöki oklevelet a Budapesti Műszaki Egyetemen. 1960 óta a Távközlési Kutató Inté-

zetben dolgozik. Kezdetben mikrohullámú rádióberendezések elektronikus áramköreinek tervezésével és FM-rendszerek torzítási problémáival foglalkozott. 1973 és 1976 között, adatátviteli modemek fejlesztését irányította. 1982 óta műholdas távbeszélő összeköttetések fejlesztésével foglalkozik. 1965 óta tart előadásokat a Budapesti Műszaki Egyetem szakmérnöki oktatása keretében. 1970-ben a Marylandi Egyetemen, 1981-ben a Berkeley Egyetemen dolgozott vendégkutatóként. Kutatási területe a nemlineáris hálózatok elmélete. 1976-ban ebben a témakörben szerzett kandidátusi fokozatot.



UHERECZKY LÁSZLÓ

A BME híradástechnika szakán szerzett diplomát 1966-

ban. 1966–1977 között a Telefongyárban dolgozott a fejlesztésen, 1973-tól a Számítástechnikai Fejlesztési Főosztály vezetőjeként. 1977-től a TKI-ban tudományos osztályvezető. 1970-ben ösztöndíjjásként Japánban a Fujitsu Ltd-nél és a Tokio Egyetemen folytatott tanulmányokat. 1978–79-ben a National Physical Laboratoryban Angliában vendégkutatóként adatátviteli protokollok jellemzőinek vizsgálatával foglalkozott. Szakmai érdeklődése: számítógépes kommunikáció, mikroprocesszoros rendszerek.

A csatornaegység PCM kodekje nagyintegráltságú IC, a beszéd-detektor és a burst üzemmódot megvalósító egység pedig multi-mikroprocesszoros kivitelű.

4. ADM—2/4 DPSK átviteli eljárás

Az ADM—2/4 DPSK esetben a hangfrekvenciás csatorna analóg jeléből az ADM kodek segítségével folyamatos digitális jelfolyam áll elő (2. ábra). A digitális információ átviteli sebessége 32 vagy 64 kbit/s lehet, miközben a fázismodulátor 2 DPSK vagy 4 DPSK

üzemmódban működik. A DPSK jelet digitális differencia kódoló és fázismodulátor állítja elő.

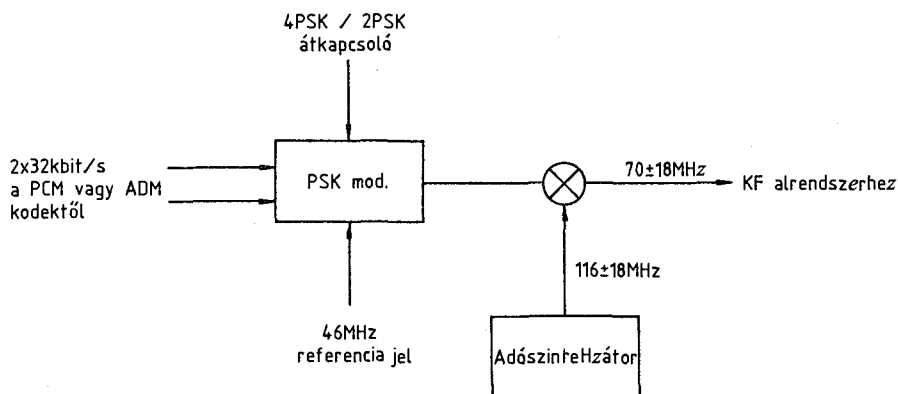
Burst üzemmódban a PCM—4 PSK jelek átviteléhez hasonlóan előkódot alkalmazunk.

Az ADM kodek kettős integrálást és digitális inerciális kompendálást tartalmaz. A kvantálási lépés akkor változik meg, ha a kodek kimenő jelében négy egyforma irányú impulzus sor jelenik meg. A predikciós áramkörben az integrátorok törésponti frekvenciája 100 és 180 Hz. A küszöbszint abszolút túllépését, a jelszint túlcsoordulását és a spektrum nagyfrekvenciás részében a küszöbszint túllépését figyelembevévő 3 küszöb érzékelő hatására jön létre a vivőt bekapcsoló jel a beszéd-detektorban.

5. A berendezés működési elve

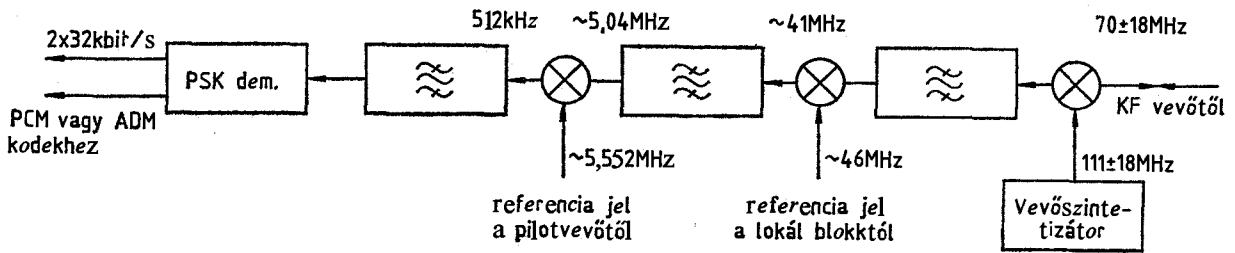
Az „Interscat” berendezés illesztése a földi állomás mikrohullámú adójához és vevőjéhez a 70 ± 18 MHz-es frekvenciasávban történik. A közös alrendszerben frekvenciaátalakítás nincs, ezért a csatornaegység a jelek adását és vételét ugyanabban a 70 ± 18 MHz-es frekvenciasávban bonyolítja le.

A csatornaegység adórészében egy transzponálást alkalmazunk (3. ábra): a PSK modulátor kb. 46 MHz-



H-63-3

3. ábra. A csatorna adó felépítése



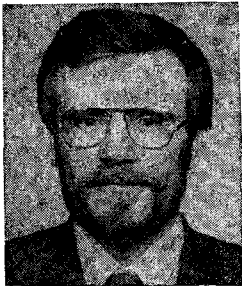
H-63-4

4. ábra. A csatorna vevő felépítése

es kimenő jelét és az adásfrekvencia szintetizátor jelét az adókeverő 70 ± 18 MHz-es sávva alakítja át. Ennek megfelelően a szintetizátor a 116 ± 18 MHz-es sávban hangolható 45 vagy 80 kHz-es lépésekben. A csatornaegység vevő részében 3 keverést alkalmazunk (4. ábra). Először a 70 ± 18 MHz-es sávba eső jelet és a vevő frekvenciaszintetizátor 111 ± 18 MHz-es sávba eső jelét keverjük a kb. 41 MHz-es frekvenciára. A második keverő, amely a lokáljelet a lokálegységtől kapja, a jelet kb. 5 MHz-es frekvenciára állítunk elő. Ezen a frekvencián történik a PSK jel csatorna szűrése és demodu-

lációja. A harmadik keveréshez referens jelként a pilot egység vevője által előállított 5,5 MHz-es jelet használjuk. Ez a keverés biztosítja a venni kívánt jel frekvencia pontosságát ± 3 kHz-en belül. Ilyen frekvencia eltérés esetén jó minőségű PSK demoduláció úgy érhető el, hogy a vevő visszaállítás az alapsávban megy végbe. A demodulátorban alkalmazott vevő- és órajel visszaállító áramkörök gyors felszinkronizálását és nagy zavarvédeltséget biztosítanak.

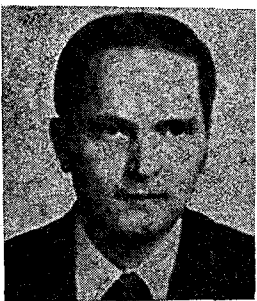
Az Interscat berendezést alkalmazó úrtávközlő rendszerben két különböző frekvenciájú, fő és segéd



DR. HENK TAMÁS

1973-ban végzett a BME Villamosmérnöki Karán. Azóta

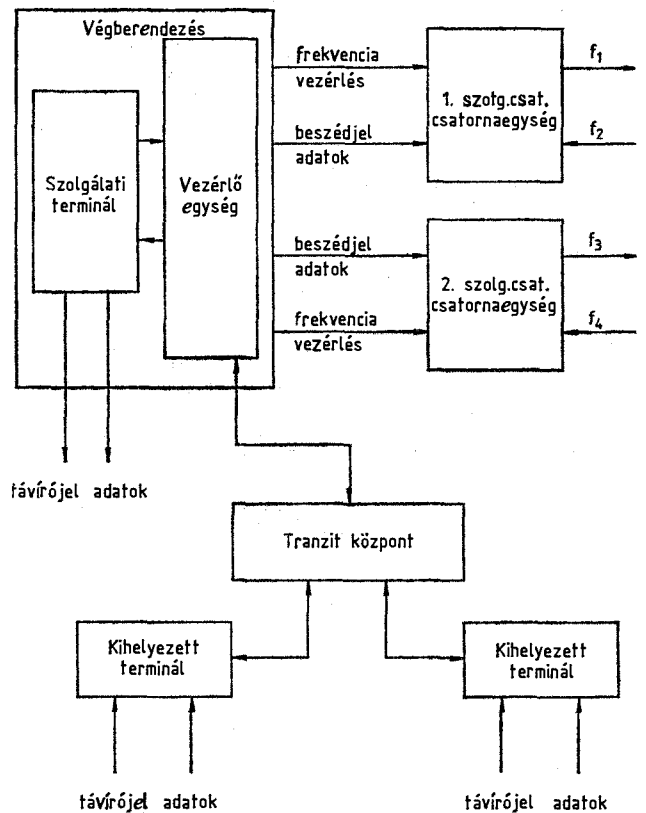
a TKI-ban az adatátviteli modemszalád számítógéppel segített tervezés és az INTERCSAT-berendezés kidolgozásában vett részt. Kutatási területei: lineáris nemlineáris hálózatelmélet, adatátvitel, digitálisjelfeldolgozás. 1977-től 1979-ig a Dublini Egyetemen volt ösztöndíjas szűrőtervezés témakörében. 1980-ban kapta egyetemi doktorátusát adatátvitelből, és 1985-ben elnyerte a műszaki tudományok kandidátusa fokozatot szűrőtervezés témaköréből.



DR. RÁKOSI FERENC

1955-ben a Puskás Tivadar Távközlési Technikumban technikus oklevelet, 1967-ben a BME Villamosmérnöki Karának Híradástechnikai Szakán villamosmérnöki diplomát, 1970-ben a mikrohullámú szakmérnöki

diplomát, 1976-ban egyetemi doktori fokozatot szerzett. 1957-ig a Posta Helyközi Távközlési Igazgatóságánál, 1960-ig az ORION Rádió és Villamossági Vállalatnál, 1960-tól a Távközlési Kutató Intézetben dolgozik. 1973-ig tudományos főmunkatársként a mikrohullámú passzív és aktív áramkörök kutatásfejlesztési feladatait végzi. 1978-ig a Mikrohullámú Aktív Áramkörök tudományos osztályvezetője. 1978-tól a Mikrohullámú Berendezések és Rendszerek szakterület tudományos főmérnöke. 1960-tól a HTE tagja. 1980-ban a Mikrohullámú Rendszerek és Berendezések kutatásfejlesztése terén végzett munkájáért Állami Díj kitüntetést kapott.



H-63-5

5. ábra. A szolgáltatási forgalomszervezés blokkvázlata

pilotjel alkalmazását tervezzük, amelyek sugárzását a két vezető állomás végzi. A segéd pilotjel lehetővé teszi a fő pilotállomás üzemzavarának egyértelmű detektálását. Ilyen esetben a két pilotadó automatikusan szerepet cserél.

A szolgálati összeköttetéshez két pár vivőfrekvenciát választunk ki és így lehetővé válik egyidejűleg két szolgálati csatorna szervezése. A szolgálati csatorna-szervezést minden földi állomáson a szolgálati terminál hajtja végre. Az Interscat csatornaképző berendezéshez bármely földi állomáson maximum 3 szolgálati terminál kapcsolható. Ezek közül kettő a földi állomástól távol helyezhető el, úgy hogy a csatornaképző berendezéshez földi hírközlő vonalakon keresztül csatlakoznak (5. ábra). A szolgálati hírközlő hálózatban legfeljebb 90 szolgálati terminál üzemelhet.

Az interscat csatornaképző berendezés szolgálati egysége lehetővé teszi duplex hírközlő csatorna szervezését a tetszőlegesen kiválasztott szolgálati terminál előfizetőjével, és szükség esetén köröztvény összeköttetés szervezését kiválasztott előfizetői csoporttal. Mind-egyik szolgálati csatornában lehetőség van telefon és távíró összeköttetések továbbítására egyidejűleg vagy külön-külön.

IRODALOM

- [1] *Borodics, Sz. V., Bikov, V. L., Kántor L. Ja.: „Interszputnyik” — nemzetközi műholdas hírközlő rendszer, Elektroszvjaz, N 11, 1977.*
- [2] *Tyihonov, O. Sz., Kalajcsan, N. A., Gorodinszkij, A. D., Prain, V. A., Vajhovszkij, V. V. Ja., Fjgin, V. I., Lurje, L. A., Miljavszkij, I. Sz.: „Gradient—N”, csatornaképző berendezés. Elektroszvjaz, No. 11, 1978.*
- [3] *Panykov, G. H., Grebelszkij, M. D., Szimonov, M. M., Cirlin, V. M., Rosenbaum, M. I.: TDMA berendezés digitális információ átvitelére műholdon keresztül. Elektroszvjaz, No. 11, 1979.*
- [4] *Puzntye, Smidt, Vert: Kommersz műhold többállomás üzemelési módszerei, TIHER, No. 2, 1971.*
- [5] *Baranyi A.: Interscat csatornaképző berendezés műholdas hírközléshez, Mikrohullámú szeminárium közleményei, Budapest, 1985.*
- [6] *Henk T., Baranyi A., Fűrjes L., Sárkány T., Kaszavitz I., Kolumbán G., Pápics J.: PSK, pilot és lokállató rendszer az Interscat berendezésben, Mikrohullámú szeminárium közleményei, Budapest, 1985.*
- [7] *E. Bács, L. Uherezky: Multiprocessor Realisation of a PCM Channel Unit for SCPC Systems, Proceedings of ICC' 85.*
- [8] *E. Bács, L. Hanzó: A Simple Real-Time Adaptive Speech Detector for SCPC Systems, Proceedings of ICC' 85.*



Munkahelyén
új
SEGÍTŐTÁRS
a

főnök-titkári
telefonberendezés

4-12-20
külső vonal
fogadására alkalmas.

Biztosítja
munkatársai gyors
elérésének lehetőségét.



BHG
Híradástechnikai
Vállalat

BUDAPEST, 1509 POSTAFIÓK 2 - XI, FELHÉVÁRI ÚT 70.
TELEFON 453-300 - TELEX 22-5933