

# Digitális kiskapacitású 8 GHz-es rádiórendszerek

DR. VÁNYAI PÉTER—DR. BERCELI TIBOR  
—DR. FRIGYES ISTVÁN—MENG JÓZSEF—  
DR. RÁKOSI FERENC—DR. RÓNA PÉTER  
—DR. SZABÓ ZOLTÁN—TÓTH TAMÁS  
Távközlési Kutató Intézet

## ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk áttekintést ad az utóbbi években a Távközlési Kutató Intézetben kidolgozott digitális kiskapacitású 8 GHz-es sávú rádiórendszerekről. A berendezések egyes változatai azonos áramkörkészlettel épülnek fel. A konténeres kialakítás rugalmas telepítési lehetőséget nyújt.

## Bevezetés

Az elmúlt években többféle változatú kiskapacitású digitális rádiórendszert dolgoztunk ki a 8 GHz-es frekvenciasávban. A Távközlési Kutató Intézetben végzett kutató-fejlesztő munka az Orion Rádió és Villamossági Vállalat fejlesztőivel szoros együttműködésben folyt.

Az ismertetésre kerülő digitális kiskapacitású rádiórendszereket és ezek rádiófrekvenciás adóvevő berendezéseit a szerzők és munkatársaik dr. Herpy Miklóssal, dr. Reiter Györggyel, Várady Szabó Mihállyal és munkatársaikkal közösen dolgozták ki. A berendezések részleteit a későbbiekben külön beszámoló fogja ismertetni.

A berendezések kialakításánál fontos szempont volt az egységes felépítés egységes áramkörkészlet felhasználásával. A rendszer konténerbe szerelése rugalmas telepítési lehetőséget kínál. A digitális moduláció az átviteli feladatok variábilis megoldását biztosítja.

A cikk rövid áttekintést ad a kidolgozott rendszerekről, nem részletezve azok felépítését és áramköri megoldásait.

## Variábilis rádiórendszer

A GU—8 variábilis rádiórendszer a 8 GHz-es sávban választhatóan meghatározott vivőfrekvencián üzemel. A berendezés földi (F) és rádiófrekvenciás (RF) konténeres kivitelű részekből áll. Ez utóbbi a parabola antenna közelében helyezkedik el. A két berendezés-rész max. 100 méterre lehet egymástól. A rendszer vég- és ismétlő-állomási üzemű kiépítése az 1. ábrán látható.

A GU—8 berendezés lényeges vonása, hogy mind felhasználása, mind működése variábilis. Így a működésére jellemző vivőfrekvenciákat — két szakaszon — a vonal tetszőleges helyéről lehet beállítani, miközben a vonal működési jellemzői mindhárom ponton megjeleníthetők.

A berendezés helyi és távkezelésre egyaránt alkalmas, amire a K jel utal. A 2,048 Mb/s sebes-

DR. VÁNYAI PÉTER

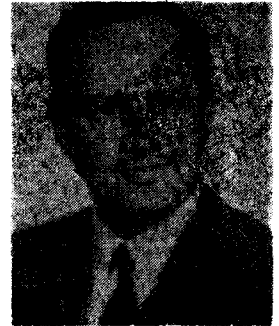
A Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán szerzett oklevelet 1960-ban, majd 1966-ban mikrohullámú szakmérnöki képeztést nyert. A diploma megszerzése után a Távközlési Kutató Intézetben kutatóként dolgozott, jelenleg tudományos osztályvezető. Kutatásai kezdetben a nemreciprok passzív ferromágneses eszközök és anyagok technikájával volt kapcsolatos. Jelenleg fő kutatási területei: digitális jelfeldolgozó áramkörök, mikrohullámú digitális átviteltechnika, és mérés-technika. Egyetemi doktorátust 1970-ben szerzett.



Munkájának eredményéről eddig 28 idegen nyelvű és 40 magyar nyelvű cikket írt. Három könyv társszerzője. Publikációs tevékenységét Virágh — Pollák-díjjal ismerték el és a kiváló feltevéseiről arany fokozatát kapta.

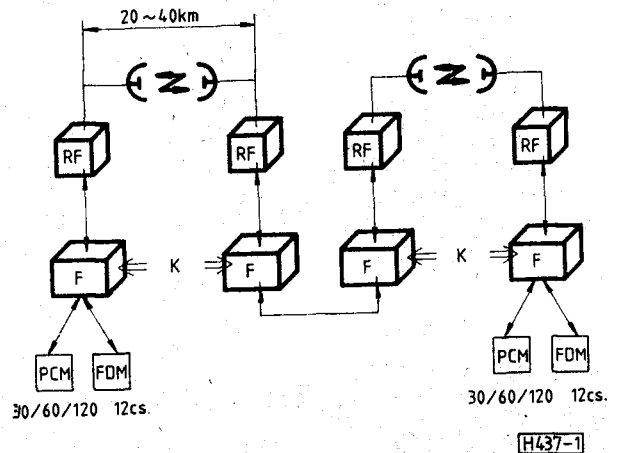
DR. BERCELI TIBOR

A Budapesti Műszaki Egyetemen szerzett villamosmérnöki oklevelet. Ezután a Távközlési Kutató Intézetben előbb aspiránsként, majd tudományos kutatóként dolgozott. Jelenleg ugyanott főosztályvezető. A Budapesti Műszaki Egyetemen félállású adjunktus volt, jelenleg címzetes egyetemi tanár. Kutatásait elsősorban a mikrohullámú technika területén végzi. E területen előbb kandidátusi, majd akadémiai doktori tudományos fokozatot szerzett. Munkájának



eredményeiről 48 idegen nyelvű és 39 magyar nyelvű cikket írt. Tevékenységét Állami Díjjal ismerték el.

ságú átviteli kapacitása 30 drb. 64 kb/s sebességű vagy 60 drb. 32 kb/s sebességű vagy 120 drb. 16 kb/s sebességű beszédcsatorna átvitelét teszi lehetővé. Megjegyzendő, hogy a fejlődés a beszédcsatornák átviteli sebességének a csökkenése irányába mutat.



1. ábra. A GU—8 variábilis rádiórendszer

Beérkezett: 1988. II. 1. (□)

**DR. FBIGYES  
ISTVÁN**

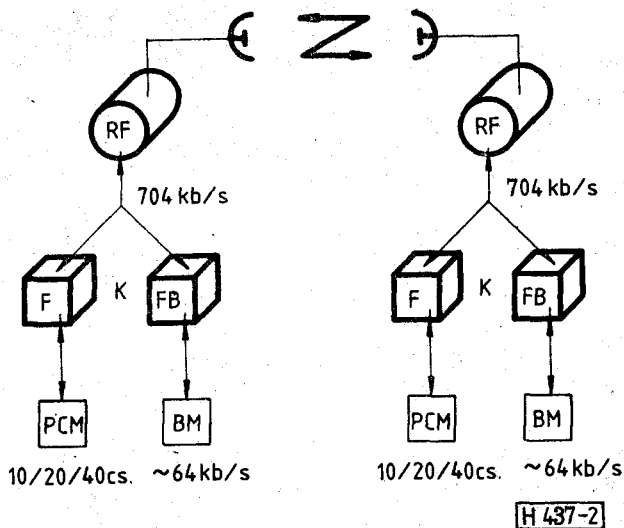
1954-ben végzett gyenge-  
áramú villamosmérnök-  
ként a Műegyetemen.  
Egy évig az Egyesült Izzó-  
ban dolgozott, majd 1955-  
ben a BHG-ba lépett. A  
híradástechnikai iparág  
átstrukturizálásakor az Orionba  
került, előbb fejlesztési  
csoportvezetőként, majd a  
mikrohullámú fejlesztési  
osztály vezetője lett.  
1974-től a Távközlési Kutató  
Intézetben tudomá-  
nyos osztályvezetőként dolgozott.  
1983-ban docenssé  
nevezték ki a Műszaki  
Egyetemre. Kutatási terü-  
lete korábban a mikrohul-  
lámú áramkörök és an-  
tennák technikája volt,  
majd az utóbbi, mintegy  
15 évben digitális átviteli  
kérdésekkel foglalkozik.  
Érdeklődési köre elsősor-  
ban a rendszerek tervezési  
problémáira és szinkroni-  
zációs kérdésekre irányul.  
Szerzője, illetve társszer-



zője több mint 100 publi-  
kációnak, köztük mint-  
egy 20 szabadalomnak  
és 4 szakkönyvnek. Cik-  
kei magyar és nemzetközi  
folyóiratokban jelentek  
meg; számos alkalommal  
tartott előadást nem-  
zetközi konferenciákon.  
A műszaki tudományok  
kandidátusa. Kiváló Dol-  
gozó címmel, továbbá a  
Kiváló Feltaláló kitüntetés  
ezüst, majd arany  
fokozatával és Pollák-  
Virág-díjjal tüntették ki.

**MENG JÓZSEF**

1963 óta a Távközlési  
Kutató Intézet dolgozója.  
1971-ben végzett a  
BME Villamosmérnöki  
Kara Híradástechnika  
Szakának Esti tagozatán.  
Jelenlegi beosztása tudomá-  
nyos főmunkatárs.  
Szakmai területe: analóg  
és digitális mikrohullámú  
berendezések rendszer-  
kidolgozása, tervezési, mé-  
rés és konstrukciós kér-  
dései.



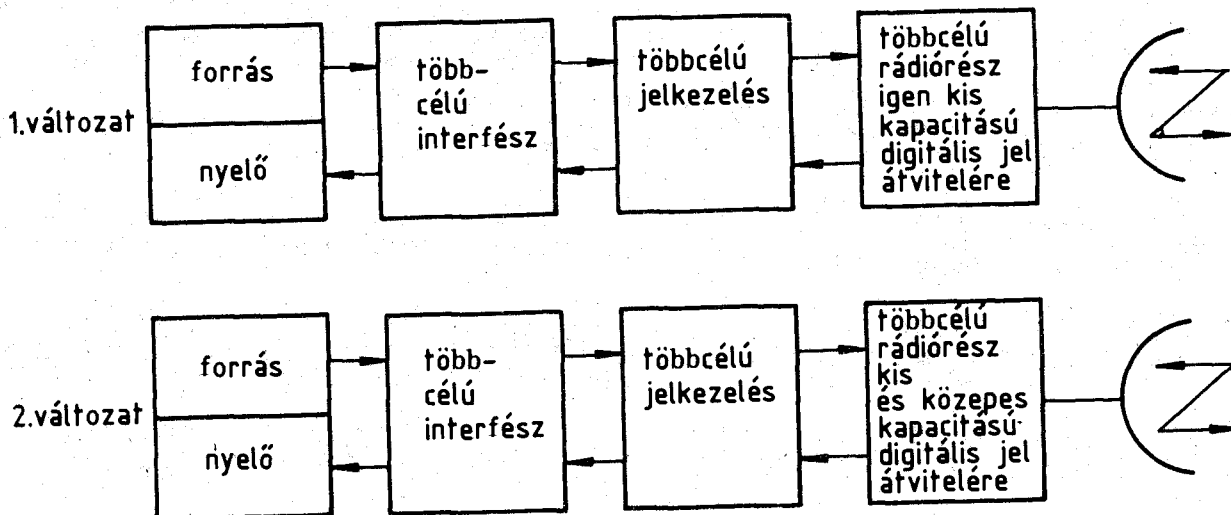
2. ábra. A digitális KSR család

A kódkorlátozás nélküli 2,048 Mb/s digitális  
átvitel mellett mód van 12 csatornás FDM cso-  
portjelek átvitelére is. Ezt a beépített FDM—PCM  
kódoló és PCM—FDM dekódoló alkalmazása  
teszi lehetővé. A berendezés főbb jellemzőit az  
1. Táblázat foglalja össze.

**Keskenysávú digitális rádiórelé**

Az Intézetben folyó nagy múltú és sikeres analóg  
rádiórelé kutatás eredményeit kiválóan hasznosí-  
tottuk a digitális keskenysávú rádiórelé (KSR)  
család kifejlesztésekor.

Alapvetően azonos felépítésű rádiófrekvenciás  
(RF) konténerhez vagylagosan kétféle földi konté-  
ner csatlakoztatható, amint ez a 2. ábrán látható.  
Az F jelű konténer 704 kb/s sebességű digitá-  
lis jelsorozat átvitelét biztosítja. Így lehetőség



H 437-3

3. ábra. Többcélú berendezés elvi felépítése

**DR. RÁKOSI  
FERENC**

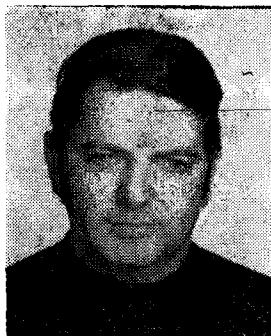
1955-ben a Puskás Tivadar Távközlési Technikumban technikus oklevelet, 1967-ben a BME Villamosmérnöki Karának Híradástechnikai Szakán villamosmérnöki diplomát, 1970-ben a mikrohullámú szakmérnöki diplomát, 1976-ban egyetemi doktori fokozatot szerzett. 1957-ig a Posta Helyközi Távbeszélő Igazgatóságánál, 1960-ig az ORION Rádió és Villamossági Vállalatnál, 1960-tól a Távközlési Kutató Intézetben dolgozik. 1973-ig tudományos főmunkatárs-ként a mikrohullámú passzív és aktív áramkörök kutatási-fejlesztési 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 kutatása-fejlesztése terén végzett munkájáért Állami Díj kitüntetést kapott.

**DR. SZABÓ ZOLTÁN**

1959-ben végezte el a Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Kar gyengeáramú szakát. Először a BHO-ban, majd az ORION-ban dolgozott. 1975 óta a TKI-ban dolgozik. Digitális mikrohullámú berendezések különböző áramköreinek, elsősorban modulátor, demodulátor fejlesztésével és rendszertechnikai kérdésekkel foglalkozik. A témakörben több publikációja jelent meg. 1980-



-ban kandidátusi fokozatot szerzett.

1. táblázat

**A GU—8 berendezés főbb jellemzői**

Felhasználás:	CCITT szerinti 2,048 Mb/s sebességű kódkorlátozás nélküli jelsorozat, vagy 12 telefonszatórnás FDM csoport átvitele
Frekvenciasáv:	8 GHz
Választható frekvenciák száma:	100
Adó teljesítmény:	100 mW
Vevőzajtényező:	13 dB
Áthidalható távolság:	20—30 km
Fading tartalék:	20 dB
Szolgálati csatorna:	64 kb/s, a főinformációtól függetlenül
Moduláció:	2 FSK
Vonali kód:	bifázisú
Vezérlés:	helyi és távkezelés, üzemi és tartalék frekvenciák beállítása az üzemi jellemzők folyamatos figyelése és kijelzése
Figyelés:	— HDB <sub>3</sub> 150Ω szimmetrikus vagy 75Ω aszimmetrikus
Interfész:	— 0,3—60 kHz FDM csoport 0 dBm vagy 22 dBm szimmetrikus

van 10 drb. 64 kb/s sebességű vagy 20 drb. 32 kb/s sebességű vagy 40 drb. 16 kb/s sebességű beszédcsatorna átvitelére. A digitális keskenysávú rádióberendezések főbb jellemzőit a 2. Táblázat adja meg. Az FB jelű konténer burst módban (BM) továbbítja a csatornák 64 kb/s eredő sebességű jeleit.

**Többcélú berendezés**

Az előbbi berendezések egyszerűsített változataival kis és közepes sebességű adatátvitelt nyújtó többcélú berendezések építhetők. Annak érdekében, hogy az újabb és újabb forgalmi igényekhez ne fejllesszünk ki minden esetben egy új berendezést, vagy ne importáljunk mindig újabb eszközöket, hanem egy adott berendezést úgy valósítsunk

2. táblázat

**A KSR—8D főbb jellemzői**

Felhasználás:	704 kb/s sebességű digitális jelsorozat átvitele
Frekvenciasáv:	8 GHz
Választható duplex csatornák száma:	200
$P_u=10^{-3}$ hibaarányhoz tartozó bemeneti szint:	—90,5 dB
Tipikus adóteljesítmény:	240 mW
Vevőzajtényező:	9,4 dB
Moduláció:	2 FSK, NBZ
Névleges löket:	500 kHzpp
Interfész:	jel } TTL óra }

meg, hogy annak jellemző paramétereit mindig az éppen aktuális forgalmi igényekhez igazodva lehessen beállítani, két többcélú berendezésváltozatot javasolunk.

Az első változat kis kapacitású, max. 128 kb/s sebességű digitális jelsorozat átvitelére szolgál. A második max. 8,448 Mb/s sebességű digitális jelek továbbítására alkalmas. A változatok alapsávi részei közösek, a nagyfrekvenciás rész felépítése azonban eltérő (3. ábra).

Mikrohullámú vivőfrekvencia. 8, 11, 15, 20 GHz-es mikrohullámú tartományokban. Egy tartományban a vivőfrekvencia több száz előre meghatározott értéket vehet fel kb. 100 MHz-es intervallumon belül.

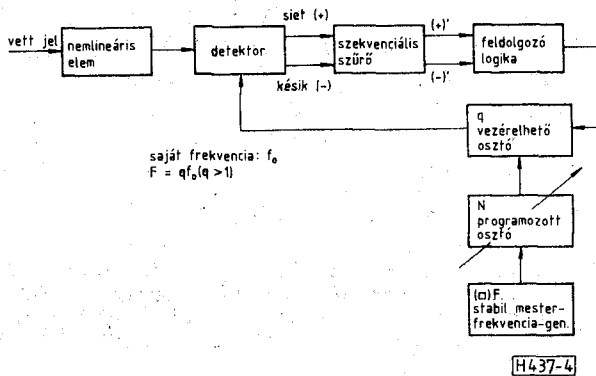
Átviteli sebesség. Tág határok között változtatható. Ezt a berendezésben az órajel kinyerésére alkalmazott digitális fázisszinkron hurok teszi lehetővé (4. ábra), amelynek saját frekvenciáját az ábrán látható programozott osztóval állíthatjuk be az igényeknek megfelelően.

Az átviteli sebesség hasznosítása. A berendezés multiplex jellegű szolgáltatások ellátására is kialakítható, ekkor több szinkron bemenettel és kimenettel rendelkezik, azaz az átviteli út többszörös kihasználására nyílik mód.

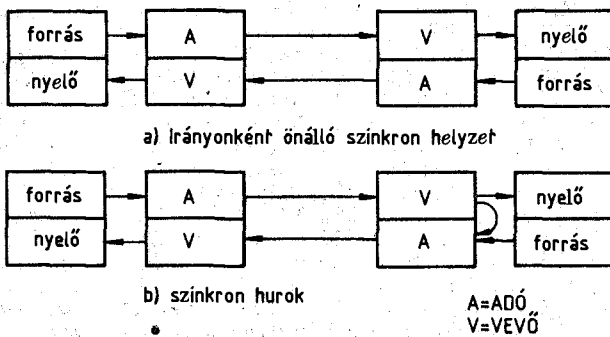
1961-ben végzett a BME Villamosmérnöki Kara híradástechnika szakán. 1968-ban mikrohullámú szakmérnöki oklevelet szerzett. 1961 óta a Távközlési Kutató Intézetben dolgozik. Kezdetben mikrohullámú aktív és passzív áramkörök kutatás-fejlesztését végezte. 1978-tól a Mikrohullámú Erősítők és Jelforrások osztály vezetőjeként mikrohullámú aktív áramkörök, frekvenciaszintizátoros jelforrások és integrált adó-vevők kutatás-fejlesztését irányítja. 1963 óta végzet oktatómunkát a BME-n. Számos cikk és



konferencia-előadás szerzője. 1980-ban a Mikrohullámú Rendszerek és Berendezések kutatás-fejlesztése terén végzett munkájáért Állami Díj kitüntetést kapott.



4. ábra. Digitális fázis-szinkron hurok az órajel ki-nyerésére



5. ábra. Szinkronizációs viszonyok

Speciális vonali kódolás alkalmazása. A mikrohullámú vonalon az információ NRZ vagy bifázisú formátumban haladhat, a két lehetőség közötti választásra mód van.

A szinkronizációs viszonyok. Önálló szinkron irányok vagy szinkron hurok alakítható ki (5. ábra). Ez a lehetőség nagyon hasznos az integrált szolgáltatású digitális hálózathoz (ISDN) való csatlakozás során.

Folyamatos (vagy burst) működés. A folyamatos működésen kívül a modern, „csomagkapcsolt” hírközléshez illeszkedő szakaszos üzemű működésre is van mód.

Külön szolgálati csatorna kialakítása. Bifázisú vonali kódolás alkalmazásakor mód van egyszerű és önálló szolgálati csatorna megvalósítására is, amelynek maximális sebessége az átviteli kapacitásnak kb. 5—8 százaléka.

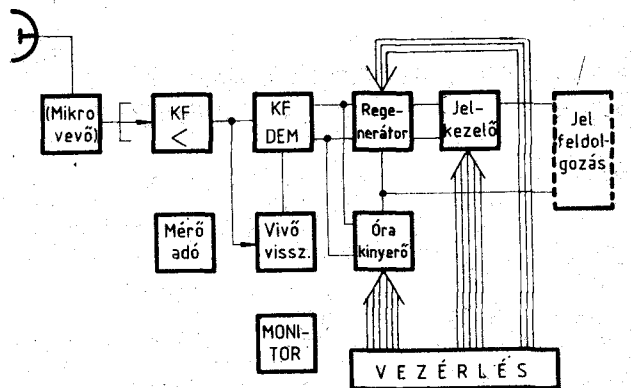
Működési paraméterek beállítása. Az említett működési jellemzőket, még más paraméterekkel együtt — akár fixen (huzalozással) lehet beállítani, de mód van a paraméterek távkezeléssel történő változtatására is.

A berendezés két fő részből áll. A mikrohullámú egység az antennával együtt a háztetőn vagy erre a célra kiképzett toronyban helyezkedik el. A jelkezelő és az interfész pedig a forrás/nyelő környezetében van. A berendezés két része között vezetékes kapcsolat van, amelynek maximális hosszúsága kb. 300—400 m. A többcélúság természetesen tartalmazza az igényeknek megfelelő interfész kialakítását is (V28, AMI, HDB<sub>3</sub>...)

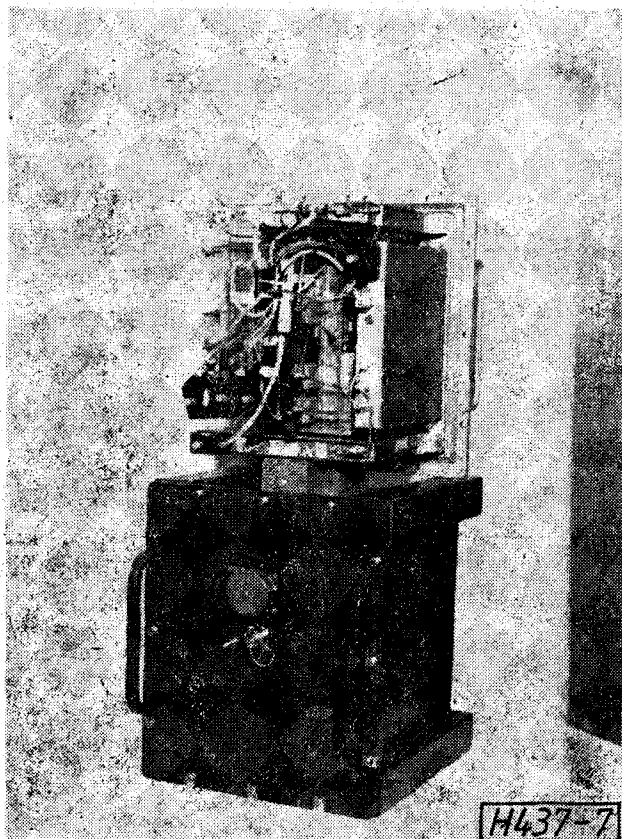
PSK-demodulátor

A digitális mikrohullámú jelátvitel fontos módszere a digitális fázismoduláció (PSK). Ezt ismerve és felhasználva egyéb kutatásaink eredményeit sokcélú PSK demodulátor berendezést fejlesztettünk ki. Ennek segítségével mód nyílik arra, hogy a mikrohullámú vevő kimenetén megjelenő tetszőleges sebességű 2/4 PSK modulációjú jelet demoduláljunk és regeneráljunk. Emeli a használhatóságot az a többcélúság, amelyet a beállítható jelkezelési mód kínál.

A PSK demodulátor felépítését a 6. ábrán mutatjuk be. A mikrohullámú vevőtől érkező jel középfrekvenciás (KF) erősítés után demodulálásra kerül. A demoduláláshoz szükség van a modulálatlan vivőhullámú jelre, amelyet a vivő-visszaállító hoz létre. A vett digitális jel regenerálása viszont a jelre vonatkozó órajel segítségével történik, amely magával az átvitt információs jellel kerül továbbításra. Az órajelet tehát a vett információs jelből vonjuk ki digitális fáziszárt hurkos követő szűrő segítségével.



6. ábra. A PSK demodulátor felépítése



7. ábra. A mikrohullámú berendezés-rész

Ez az órajel-kinyerési mód kedvező akkor, ha tetszőleges sebességű jel vételéről van szó. Az órajelkinyerő saját frekvenciáját digitális vezérléssel tetszőlegesen pontosan lehet beállítani. A pontosság egy a digitális jel sebességénél lényegesen nagyobb frekvenciájú kristály-vezérelt oszcillátor pontosságával szabható meg.

A PSK demodulátor saját frekvenciáját és jelkezelési módját mikroprocesszoros vezérlő rendszerrel lehet beállítani. A PSK demodulátor fontosabb jellemzőit a 3. Táblázat szolgáltatja.

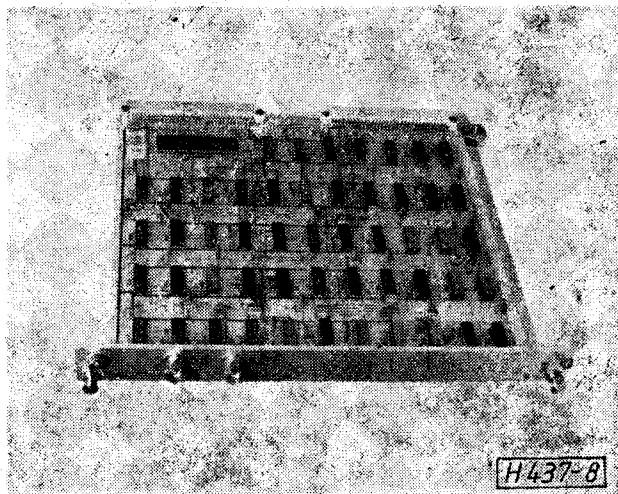
#### Következtetések

A cikkben áttekintettük az utóbbi években a Távközlési Kutató Intézetben kidolgozott digitális kiskapacitású 8 GHz-es sávú rádiórendszereket.

3. táblázat

#### PSK demodulátor fontosabb jellemzői

Felhasználás:	fázismodulált digitális jelsorozatok regenerálása
Bemenet:	70 MHz, 10 mV (KF)
Kimenetek:	regenerált soros bitfolyam NRZ TTL a soros bitfolyamhoz tartozó órajel, TTL
Feldolgozható modulációs módok:	2 PSK, 4 PSK, 0 PSK
A vett digitális jel sebessége:	16 kb/s—4,6 Mb/s-ig folyamatosan változtatható
Dekódolási funkciók:	differentiális dekodolás Gray dekodolás Forgásirány 0PSK, páros/páratlan detekció



8. ábra. A digitális berendezés-rész

A korszerű digitális módszerek alkalmazása rugalmas rendszerkialakítást és átviteli módokat biztosít.

Végezetül néhány fényképen bemutatjuk a digitális kiskapacitású 8 GHz-es berendezések egyes részleteit (lásd a 7. és 8. ábrát).

#### I R O D A L O M

- [1] Frigyes, I., Berceli, T., Meng, J., Rákosi, F., Szabó, Z., Ványai, P.: New developments in digital microwave radios Proc. of 7.r Colloquium on Microwave Comm. Budapest, 1982. VOL 1. PP. 51—54.
- [2] Ványai, P., Pintér, I.: Baseband signal processing of a general purpose digital receiver Proc. of 7.f Colloquium on Microwave Comm. Budapest, 1982. VOL 1. PP. 101—104.
- [3] Frigyes I., Meng J., Szabó Z., Ványai P.: Kis sebességű flexibilis digitális mikrohullámú átvitel Mikrohullámú Szeminárium előadásai Budapest, 1985. jan. 15—16. PP. 65—68.
- [4] Meng J., Szabó Z., Ványai P.: 34 Mb/s sebességű KF modem Mikrohullámú Szeminárium előadásai Budapest, 1985. jan. 15—16. PP. 74—76.
- [5] Ványai, P., Berceli, T., Meng, J., Rákosi, F., Szabó, Z., Tófalvi, Gy.: Some new aspects of the trends in digital microwave communication in Hungary Proc. of 8.f Colloquium on Microwave Comm. Budapest, 1982. VOL 1.
- [6] Berceli T., Meng J., Rákosi F., Szabó Z., Tófalvi Gy., Ványai P.: Eredményeink és terveink a digitális földi pont-pont közötti mikrohullámú berendezések fejlesztése terén TKI Jubileumi Tudományos Konferencia előadásai Budapest, 1985. szeptember 25—26. PP. 15—18.
- [7] Frigyes I., Kendrovics Á., Kovács J., Szabó Z., Ványai P.: A 140 Mbit/s sebességű 16—OAM digitális átviteli berendezés fejlesztésének eredményei TKI Jubileumi Tudományos Konferencia előadásai Budapest, 1985. szeptember 25—26. PP. 63—68.
- [8] Berceli T., Meng J., Reiter Gy., Szabó Z., Tóth T., Ványai P.: Mikrohullámú csatornaváltású digitális rádióberendezés TKI Jubileumi Tudományos Konferencia előadásai. Budapest, 1985. szeptember 25—26. PP. 72—75.
- [9] Baráth B., Meng J., Neuberger B., Ványai P.: Digitális Mikrohullámú összeköttetés kísérleti eredményei TKI Jubileumi Tudományos Konferencia előadásai Budapest, 1985. szeptember 25—26. PP. 76—79.

- [10] Szabó Zoltán: 34 Mbit/s sebességű digitális KF modem TKI Jubileumi Tudományos Konferencia előadásai Budapest, 1985. szeptember 25—26. PP. 96—99.
- [11] Kiss S., Ványai P.: Pontosán azonos frekvenciájú, független RF csatornákon terjedő 34 Mbit/s-os jelek fázispontos szinkronizálása. TKI Jubileumi Tudományos Konferencia előadásai Budapest, 1985. szeptember 25—26. PP. 124—129.
- [12] Benedek A., Kiss S., Meng J., Róna P., Ványai P.: Digitális mérés technika terén elért eredményeink TKI Jubileumi Tudományos Konferencia előadásai Budapest, 1985. szeptember 25—26. PP. 379—382.

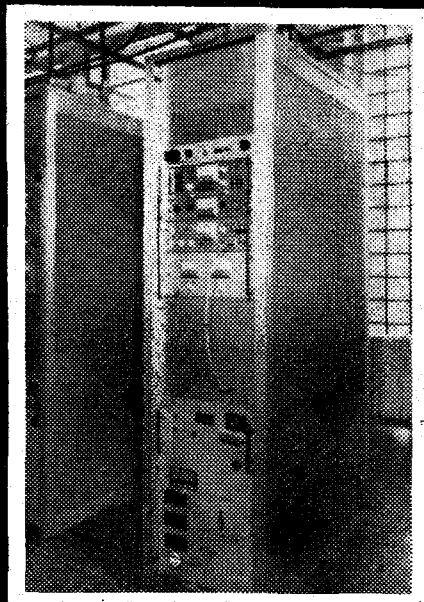
  
**BHG** **A**  
 BUDAÉSZ  
**BHG**  
**Híradástechnikai**  
**Vállalat**

URH-EM  
adórendszerei

Az URH-FM adóberendezések rádióműsorok kisugárzására szolgálnak a 66 ... 73 MHz-es OIRT, vagy a 87,5 ... 108 MHz-es CCIR frekvenciasávban. A BA és BB típusosorozat alkalmas monó- és sztereó program kisugárzására különféle, az ellátandó területeknek megfelelő teljesítményszinteken.

Az adóberendezések a kiegészítő berendezésekkel összekapcsolva adórendszerek kialakítására alkalmasak. Kiegészítő berendezések:

Adóantenna rendszerek  
 Teljesítményösszegzők  
 Antennakapcsolók  
 Tartalékoló automatika



**BHG**

Bp. 1509. Pf. 2. XI. Fehérvári út 31.  
 Tel.: 813-300 - Telex: 22-5933