

A DRF 13/03–06 típusú digitális mikrohullámú rádiórelé rendszer

DENK ATTILA

Orion



ÖSSZEFOGLALÁS

A közlemény 13 GHz-es frekvenciasávban működő DRF 13/03–06 típusú rádiórelé rendszert ismerteti. A berendezés átviteli kapacitása egy-egy rádiócsatornán 480, vagy 960 PCM telefoncsatorna. Ez a kapacitás 34 Mbit/s, ill. 2×34 Mbit/s-os átviteli sebességnek felel meg. A berendezés kielégítő működéséhez szükséges tartalékolási, távellenőrző, ill. szolgálati távbeszélő információt az SHF csatorna másodlagos modulációja biztosítja. A rendszer teljesíti a CCIR ide vonatkozó ajánlásait. A korszerű rádiórelé berendezés a 10 GHz feletti berendezések első tagja. A közlemény áttekintést ad a berendezés, ill. összeköttetés mérési eredményéről is.

1. Bevezetés

A DRF 13/03–06 típusú rádiórelé rendszer berendezései slimrack felépítésűek, teljesen félvezetősek, az adó direkt modulációval és Gunn-diódás végerősítővel működik. A berendezésekből kiépített rendszer a 12,75...13,25 GHz-es frekvenciasávban 8 rádiófrekvenciás csatornán összesen $8 \times 960 = 7680$ duplex telefoncsatorna két pont közötti összeköttetését teszi lehetővé.

Sugaras elágazásokkal (csillagpont) kiépített rendszerben, kedvező földrajzi adottságok esetén közepes méretű antennával 100 000 telefoncsatorna is átvezethető.

A berendezésekből kiépített hálózatok megfelelnek a CCIR, ill. KGST vonatkozó ajánlásainak. A teljesen félvezető, részben integrált áramkörös kialakítás nagy megbízhatóságú, könnyen karbantartható összeköttetések létesítését teszi lehetővé. A berendezések, vagy 20...35 V, ill. 35...75 V egyenfeszültségről, vagy szünetmentes tápáramforrás felhasználásával váltakozó áramú hálózatról működtethetők. A rendszer működési hőmérséklet-tartománya 0–50 °C között van.

Csillagpontos, ill. vonalban telepített több szakaszos rendszerek létesítését az alapsávi pontok (HDB–3 csatlakozás) között működő csatornatartalékoló berendezés, távellenőrző rendszer, továbbá szolgálati távbeszélő csatornák (omnibusz és express) teszik lehetővé.

Az egyes ismétlő állomások regeneráló típusok, a csatlakozás HDB–3 sikon történik.

A berendezés konténeres változata az antenna közelében történő telepítést biztosítja. Ebben az esetben jelentős fading tartalék növekedést érünk el. A csatlakozás a másik konténerhez ismétlőállomáson, ill. a multiplex–demultiplex berendezéshez (végállomáson) koaxiális kábellel történik. Ilyen alkalmazás esetén járulékos fűtőegység beépítésével

DENK ATTILA

A BME Villamosmérnöki Karán mikrohullámú ágazaton szerzett diplomát 1969-ben. Kezdetben a TKI fejlesztésű mikrohullámú áramkörök honosításában vett részt, majd 1973-tól rendszertechnikai feladatokkal bízták meg. 1974 vége óta mint rendszertechnikai fejlesztési osztályvezető az

Orion fejlesztésű berendezések tervezését irányítja. Legfontosabb korábbi munkái: 7 és 8 GHz-es 960 TF/TV rádiórelé-berendezés család, RRM–8 kiscsatornaszámú berendezés, RP 2/120T rendszer. Több folyóiratcikke jelent meg. Számos előadást tartott Magyarországon, illetve külföldön.

a működési hőmérséklet-tartomány kb. 30 °C-kal megnövelhető.

A hajlékony tápvonalak és a teljes méretben elkészülő műanyag, ill. alumínium antennák a rendszer további fontos részét képezik.

2. Frekvenciaterv

A 13 GHz-es frekvenciatartományt a közepes kapacitású digitális berendezések számára jelölték ki.

A raszter fő jellegettségei:

| | |
|-------------------------------|-----------------------|
| Frekvenciasáv: | 12 750–13 250 MHz |
| Sávközépi frekvencia: | $F_0 = 12 996$ MHz |
| Csatornaszám (fél-sávonként): | 6, ill. 8 |
| Csatornaszám (teljes sávban): | 12, ill. 16 |
| Csatornatávolság | |
| – ellentétes polarizációban: | 35 MHz, ill. 28 MHz |
| – azonos polarizációban: | 70 MHz, ill. 56 MHz |
| Középső rés távolsága: | 105 MHz, ill. 70 MHz |
| Tolófrekvencia: | 280 MHz, ill. 266 MHz |

Csatornaelrendezés:

8/16 vivő esetén

Alsó léisáv $F_n = F_0 - 259 + 28n$ MHz

Felső fél-sáv: $F'_n = F_0 + 7 + 28n$ MHz

ahol $n = 1, 2, \dots, 8$

6/12 vivő esetén

Alsó fél-sáv: $F_n = F_0 - 259 + 35n$ MHz

Felső fél-sáv: $F'_n = F_0 + 21 + 35n$ MHz

ahol $n = 1, 2, \dots, 6$

A helyi oszcillátor frekvencia:

Alsó fél-sávban a helyi oszcillátor frekvenciája nagyobb, mint a csatornafrekvencia. Felső fél-sávban a helyi oszcillátor frekvenciája kisebb, mint a csatornafrekvencia.

Beérkezett: 1984. III. 7. (*)

3. A rendszer funkcionális részei és főbb műszaki adatai

A) Az antennák és tápvonalrendszerek felépítése

Az antennák $\varnothing 0,5$ m; $\varnothing 1,5$ m; $\varnothing 2$ m átmérőjű műanyagból, ill. alumínium lemezből készült tükörből és egy kétpolarizációs tápfejből épülnek fel. A kétpolarizációs tápfej a polárváltót is magában foglalja.

Az antennavezetéként alkalmazott flexibilis csőtápvonal (E 130) kis csillapítású (13 dB/100 m) a teljes frekvenciasávon. A tápvonal berendezés felőli végén alkalmazott légelzáró a kondenzálódott víz lecsapolására, ill. a túlnyomás biztosítására szolgál.

Műszaki adatok:

| | |
|--|-----------|
| Antennanyereség a gömbsugárzóra vonatkoztatva: | |
| $\varnothing 0,5$ m esetén | 33,5 dB |
| $\varnothing 1,5$ m esetén | 43,2 dB |
| $\varnothing 2$ m esetén | 45,5 dB |
| Maximális állóhullámarány: | 1,2 |
| Súly (tartó nélkül): | |
| $\varnothing 0,5$ m | 7 kg |
| $\varnothing 1,5$ m | 40 kg |
| $\varnothing 2$ m | 46/150 kg |

B) Rádiófrekvenciás adó-vevő és váltó áramkör

a) Feladata

A PCM multiplex berendezésből érkező 1×34 Mbit/s, vagy szinkron 2×34 Mbit/s-os jelfolyamot HDB-3 csatlakozáson fogadja, majd megfelelő átalakítás után a mikrohullámú adót modulálja. A vételi oldalon a mikrohullámú vevő jelét középfrekvenciára transzponálja, demodulálja és HDB-3 jelfolyammá alakítja, majd egy további ismétlés céljából a következő adóra juttatja, vagy végállomáson a demultiplexre adja tovább.

b) Működési leírás

Az adó-vevő berendezés funkcionálisan a következő részekre bontható:

- adó és vevő alapsávi illesztő egységek (jelsebességfüggő),
- modulátor és adóberendezés,
- szűrőváltó (jelsebességfüggő),
- vevőblokk (jelsebességfüggő),
- demodulátor-regenerátor (jelsebességfüggő),
- tápegységek és távjelző egység.

Az adó-vevő berendezés blokkéséma szintű felépítését az 1. ábrán láthatjuk. Ennek alapján követhetjük végig a jelutatót.

– A multiplex berendezéstől érkező 1×34 Mbit/s, vagy 2×34 Mbit/s jelfolyam CCITT G 703 ajánlása szerinti HDB-3 kóddal csatlakozik az adó alapsávi illesztőhöz. A vételi oldalon az alapsávi egység elvben ugyanezt a jelet szolgáltatja a multiplex berendezés felé.

| | |
|--------------|--|
| Jelsebesség: | 1×34 , 368 Mbit/s, vagy 2×34 , 368 Mbit/s |
| Szint: | 1 V _{p-p} |
| Impedancia: | 75 ohm |

Megengedett kábelcsillapítás 17 MHz-nél 12 dB.

Az áramkörök összevontan tartalmazzák az adásoldali funkciókat (HDB-3 dekódolást, AIS generátort, a 10 bites scramblert és a dibit képzőt), ill. a vételi inverz átalakításokat (kétszerező áramkör, „descrambler”, AIS generátor, HDB-3 kódoló).

– A mikrohullámú 4 fázisú (QPSK) direktmodulátor bemenő jelei (A és B dibit jelpár és a H. óra jelsor).

Szimmetrikus vezetékeken kapcsolódnak ECL logikai szinteken a logikai, ill. meghajtó áramkörhöz.

A szóban forgó logika előírásai a következők:

$$„0” \div -1,7 \text{ V}$$

$$„1” \div -0,8 \text{ V}$$

A demodulálás fázisbizonytalanságának elkerülése érdekében differenciális kódolást alkalmazunk. A kódolás Gray-kód szerinti. A meghajtó áramkörök a PIN diódák vezérléséhez szükséges teljesítményt biztosítják.

A soros típusú úthossz modulátor csőtápvonalas kivitelű, cirkulátoros realizációban, melynek maximális beiktatási csillapítása 3 dB, és ugyanakkor a maximális fázispontatlanság kisebb mint 5° . Az adó minimális modulált mikrohullámú kimenőszintje +10 dBm.

– A berendezés lokállátását egy összerendelt felépítésű adó-vevő lokálgenerátor biztosítja. Az alapgenerátor egy szabadon futó ~ 2 GHz-es tranzistoros oszcillátor, mely frekvenciájának sokszorozásával nyerjük a 13 GHz-es kimenő jelet. A vevő oldali frekvenciaszabályozás egy az SHF csatornának megfelelően változó értékű kb. 120 MHz-es kristályoszcillátor jelére történik (PLL segítségével).

Az adó frekvenciájának szabályozása a frekvencia-tervnek megfelelően 336 MHz, ill. 350 MHz, ennek leosztott jele és egy kristályoszcillátor jelének összehasonlításával történik ugyancsak PLL segítségével.

Kimenő jelszintje min. +15 dBm, ill. +13 dBm. Az adó PLL hurok a szolgálati csatorna jelsáv (0,3... 16 kHz) modulációját fogadja –15 dBm jelszint, melyből frekvenciasokszorozás után 25 kHz_{eff} löket jön létre.

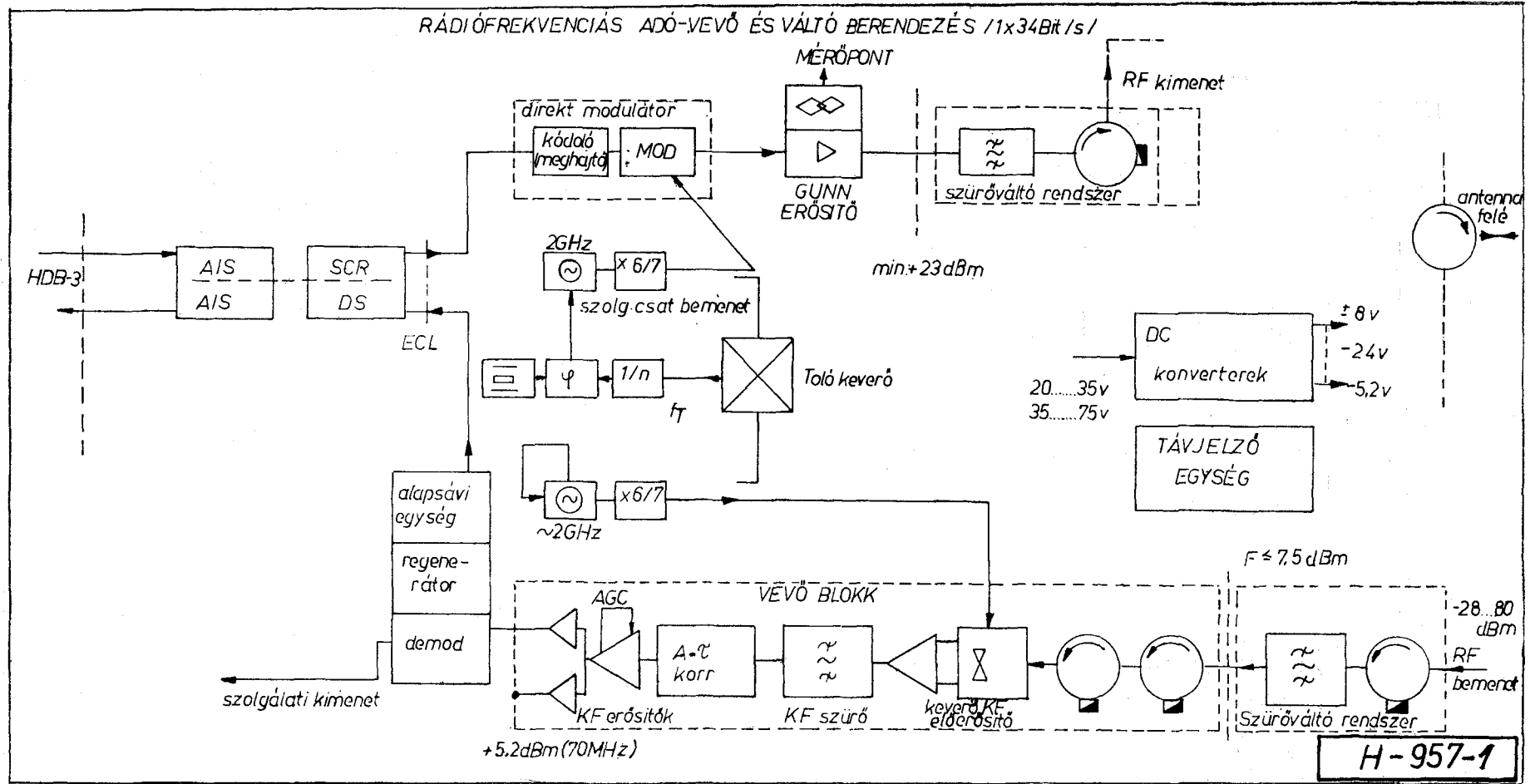
– A modulált min. +10 dBm szintű mikrohullámú jel erősítése egy szinkronizációs üzemben működő Gunn-erősítővel történik.

Az erősítő szinkronizációs tartománya (150 MHz, kimenő teljesítménye) +23 dBm (200 mW).

Az erősítő hőstabilitását egy 70 °C-on működő hőmérséklet-szabályozó rendszer biztosítja. Az erősítő önálló tápegységgel rendelkezik.

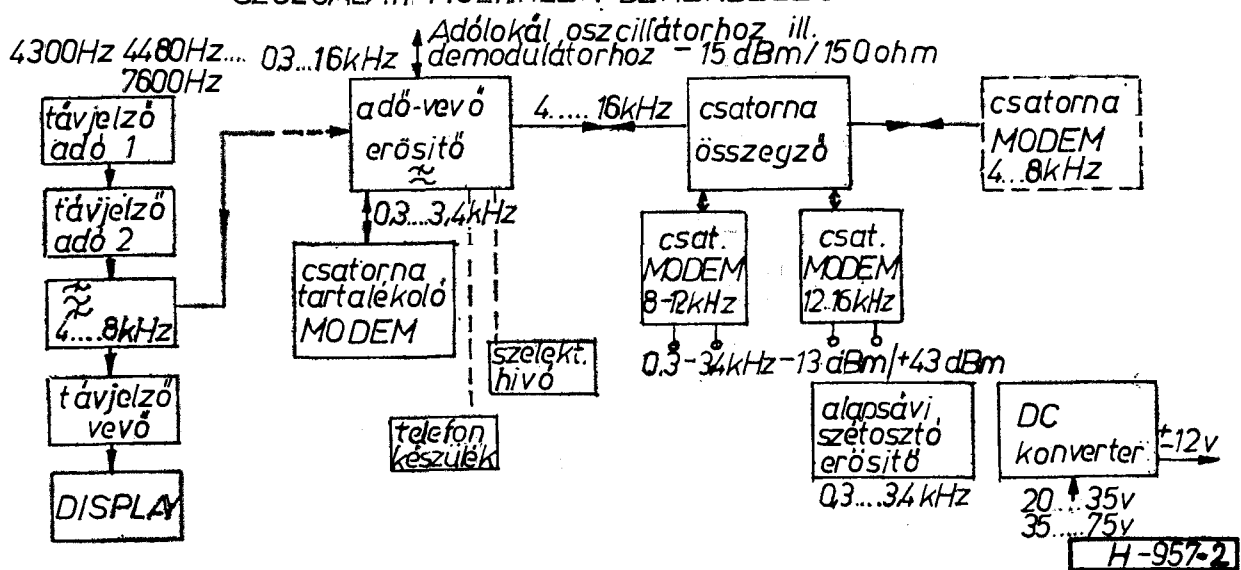
A reflexiós típusú erősítő helyes működését a beesés kimeneten levő leválasztó cirkulátorok biztosítják. Kimenő impedancia: 50 ohm (SMA csatlakozó).

– A széles sávú modulált spektrum nem kívánatos modulációs oldalsávjainak elnyomását egy maximálisan lapos karakterisztikájú adószűrő végzi. Ez 34 Mbit/s-os átvitelnél 40 MHz-es sáv szélességű (3 dB) kb. 2 dB-es beiktatási csillapítással rendelkezik, és 6 üreges kivitelű. 2×34 Mbit/s-os jelátvitel esetén az adószűrő 50 MHz-es sáv szélességű, kb. 4 dB beiktatási csillapítású és 6+4 üregrezonátort tartalmaz. Az említett szűrő elegendő elnyomást biztosít a



1. ábra

SZOLGÁLATI MULTIPLEX BERENDEZÉS



2. ábra

8-1' adó-vevő párosítás esetén is. Anyaga invár. Az állandó hullámmellenállású lezárásait cirkulátor és izolátor biztosítja.

— Az egy antennára dolgozó adók és vevők szétválasztását egy nagy zárócsillapítású, széles sávú cirkulátor látja el.

— A vevő oldali szűrőváltó rendszer mindkét átviteli kapacitásnál az adó oldalival megegyező sáv szélességű. Feladata a vevő nagyfrekvenciás védelme, különös tekintettel a tükörfrekvenciára és más érzékeny tartományokra.

— A vevőblokk a rádiófrekvenciás jelet a 70 MHz-es középfrekvenciára konvertálja. A szükséges lokáljelet az oszcillátorblokkból nyerjük.

A kettős ellenütemű vevőkeverő +KF előerősítő kis zajtényezőjű, nagy dinamikatartományú microstrip áramkör.

Az 5 körös középfrekvenciás sávszűrő a Nyquist sáv szélességnél kb. 15%-kal szélesebb 3 dB-es átteresztő tartományú, melynek feladata a szomszédos rádiócsatornák zavaró szintjének elnyomása.

A 3 körös A és τ korrekter az átviteli sáv ($70 \pm 8,5$ MHz, ill. 70 ± 17 MHz) kis ingadozású kiegyenlítését szolgálja, ugyanakkor minimális erősítéssel is rendelkezik.

A középfrekvenciás főerősítő, AGC erősítő és a két kimenetű végerősítő nagy KF szinttartományban (-3 dBm... -55 dBm) állandó kimenőszintet ($+5,2$ dBm) biztosít. Ugyanakkor mikrohullámú bemenőjel hiánya esetén (a keverő bemenetén -80 – -85 dBm alatt) helyettesítő oszcillátor jele kapcsolódik a kimenetre.

— Az említett módon sávhatárolt modulált jel a koherens demodulátorra jut. A 70 MHz-es jel egyrészt a vivő helyreállításához szükséges négyeszerzőre, másrészt egy-egy szorzó áramkörre kerül.

A szorzó áramkörök vivőjét egy PLL-lel szabályozott 70 MHz-es VCO szolgáltatja. Ugyanebből a PLL-ből nyerjük a szolgálati modulációt is. A koherens lineáris demoduláció a modulációs folyamat in-

verze. A szorzó áramkörök kimenetén aluláteresztő szűrő választja le a vivő frekvenciát, ill. annak felharmonikusait.

— Az ECL szintű dibit jelsorok a kvarcvezérlésű regenerátorra jutnak. Az órajel visszanyerése és regenerálása analóg PLL-lel történik. A kimeneten mind az A, B dibit jelpár, mind a H órajel megjelenik normál és negált ECL szinten.

— A regenerált jelsorok a korábban leírt alapsávi illesztő egység vevő oldalára kerülnek.

— A nondisszipatív 20 kHz-es kapcsolási frekvenciájú tápegységek két feszültségtartományban fogják át a 20–75 V-os tartományt. Hatásfokuk 80% és a stabilizálás mértéke 1%. Külön tápegység gondoskodik a digitális áramkörök és külön tápegység az analóg áramkörök ellátásáról.

A távjelző egység az adó-vevő fontosabb jellemzőit gyűjti össze (végerősítő, lokáloszcillátor szintje, demoduláció és regeneráció helyes működése).

C) Segédberendezések

a) Szolgálati multiplex berendezés

A berendezés feladata a főcsatorna működtetéséhez és ellenőrzéséhez szükséges jelek összefogása és szétosztása. Blokkvéma szintű felépítését a 2. ábrán láthatjuk.

A teljes kisegítő sáv 0,3...16 kHz tartományú, mely 4 FDM telefoncsatornát jelent. Ezen csatornák átvitele a mikrohullámú vivő frekvencia-modulációjával történik.

Az egyes telefoncsatornák a következő információkat viszik át:

- 0,3...3,4 kHz telefonösszeköttetés, vagy a csatornatartalékolás hiba- és igazolójeleinek átvitele.
- 4...8 kHz távellenőrzés, vagy express távbeszélő csatorna átvitele.
- 8...12 kHz express távbeszélő csatorna.
- 12...16 kHz express távbeszélő csatorna.

Valamennyi telefoncsatorna szelektív hívási lehetőséggel szerelhető fel.

Az egyes csatornamodulátorok $-13 \text{ dBm}/+4,3 \text{ dBm}$ -es 600 ohm -os „interface”-szel csatlakoznak a 4, ill. 6 vezetékes telefonkészülékekhez. A csatornamodemek kétszeres transzponálással állítják elő a 3 csatornás alcsoportot. A közbenső transzponálási sáv a $48...52 \text{ kHz}$ -es tartomány.

A vivőfrekvenciák kristálystabilitásúak. Az adás-vételi összevont erősítő a lokáloszcillátor modulációs bemenetéhez, ill. a demodulátorhoz kapcsolódik.

A berendezés főbb adatai:

- csatlakozás az RF berendezéshez (adó oldalon): $-15 \text{ dBm}/150 \text{ ohm}$ szimm.,
- csatlakozás az RF berendezéshez (vételi oldalon): $-15 \text{ dBm}/150 \text{ ohm}$ szimm.,
- frekvencialöklet: $25 \text{ kHz}_{\text{eff}}$,
- jel-zaj viszony min. 40 dB .

Az egyes szakaszok telefoncsatornáinak összeköttetése, vagy a hangfrekvenciás sávban, vagy a vivőfrekvenciás fekvésben ($0,3...16 \text{ kHz}$) lehetséges.

b) Távellenőrző rendszer

Egy megvalósított összeköttetés berendezéseinek, ill. azok részeinek ellenőrzését egy központi állomásról végezhetjük el. A rendszer nem lekérdező típusú, az egyes állomásokon belül időosztásban rendezi össze az információkat, míg a különböző állomások egymástól frekvenciában térnek el. A különböző állomásokon elhelyezett egy, vagy két távjelző adókártya a központi állomás távjelző vevőivel a $4-8 \text{ kHz}$ közötti sáv egy-egy távirócsatornáján keresztül van kapcsolatban (egyirányú kapcsolat). A display egységen a kívánt állomás számtárcsával állítható be. A 16, ill. 32 információ állapotát piros, ill. zöld LED-ek mutatják. Az összesen 18 állomás távellenőrzési ciklus ideje kb. 4 s.

- Csatornatartalékoló berendezés. A mikrohullámú összeköttetések megbízhatósága, ill. rendelkezésre állása jelentősen növelhető az automatikus tartalékoló berendezések felhasználásával. Az ilyen típusú tartalékolás berendezés meghibásodás, ill. fading miatti megszakadás ellen véd. Kétféle kiépítési változat lehetséges:

$1+1$ típus, nem kiterjeszhető változata, mely adó oldalon a HDB-3 csatlakozáson fogadja a multiplex jelét, majd párhuzamosan hajtja meg az üzemi és tartalék adót. Vevő oldalon a két csatorna jele közül a hibátlan jelsort kapcsolja és adja tovább a demultiplexerre. A vezérlés csak a vevő oldal logikája alapján történik, tehát nem igényel segédinformációs csatornát. A vezérlés lehet automatikus, ill. kézi.

$N+1$ -es változat, ahol $1 \leq N \leq 7$ közötti. Az egyes széles sávú csatornák kapcsolása — mind adó, mind vevő oldalon — alapsávon a HDB-3 csatlakozáson történik.

A csatornák állapotát vevő oldalon figyeljük. Az átviteli tulajdonságok változásait a kiértékelő hálózatok logikai szintté alakítják, melyek kódolása után a fizikai sávban az adó oldalra jutnak vissza. Itt megtörténik a jelek dekódolása, majd ezek a hibajelek az adó oldalon alapsávi kapcsolók vezérlését végzik.

Az adó oldali kapcsolás azt jelenti, hogy a tartalék csatorna alapsávi bemenete párhuzamosan kapcsolódik a meghibásodott üzemi csatorna bemenetével. Az átkapcsolással egyidőben az adó rész logikai rendszere igazoló jelet küld az előbbieknél megfelelő fizikai csatornán át a vevő oldal részére hasonlóan kódolt formában. Itt megtörténik a vevőkapcsoló átváltása üzemiről tartalék csatornára. A tartalékolt szakasz közbenső állomásán a szolgálati kapcsoló a hiba és az igazoló jelek dekódolása után az üzemi, ill. tartalék csatornára áll be.

A logika manuálisan, ill. automatikusan működtethető. Az első csatorna mindig a gyors csatorna és mindig elsőbbséget élvez a többi csatornával szemben. Elvben a gyors kapcsolás lehetséges az előre párhuzamosított üzemi és tartalék csatorna esetén. Egyes csatornák kitilthatók a tartalékolásból. Az automatikus display LED-ek segítségével jelzi a duplex átviteli csatorna mindenkori állapotát.

A rendszer legfontosabb jellemzői:

Teljes működési idő a prioritást élvező csatornára: $\leq 15 \text{ ms}$

Teljes működési idő a többi csatornára: $\leq 45 \text{ ms}$

Átkapcsolási idő: $\leq 1 \text{ ms}$

Átviteli mód: QPSK az 1800 Hz vivőn, 2400 baud sebességgel.

4. Rendszerszámítás

Az alábbiakban egy tájékoztató jellegű számítást adunk.

| | |
|---|------------------------------|
| Átviteli kapacitás: | $1 \times 34 \text{ Mbit/s}$ |
| Frekvencia: | 13 GHz |
| Szabadtéri csillapítás: | $142,9 \text{ dB}$ |
| ($D=25 \text{ km}$) | |
| Tápvonalvesztés (50 m): | $6,5 \text{ dB}$ |
| Szűrőváltó veszteség: | 6 dB |
| (1 A-V-re) | |
| Antennaátmérő: | 2 m |
| Antennanyereségek összege | |
| az adó és vevő oldalon | 91 dB |
| Adó teljesítmény: | $+23 \text{ dBm}$ |
| Vevő bemenőszint: | -41 dBm |
| Vevő küszöbszint (bittévesztés | |
| 10^{-3}) | -79 dBm |
| Fading tartomány | 38 dB |
| $2 \times 34 \text{ Mbit/s}$ esetén a fadingtartalék kb. 4 dB -el kisebb. | |

5. Típusmérések eredményei

Az alábbiakban egy adóból és vevőből álló összeköttetés méréseit ismertetjük:

| | |
|---------------------------------|-------------------------|
| A) Berendezésszámítások: | |
| Adóteljesítmény, tipikusan: | $24...24,5 \text{ dBm}$ |
| Adó — helyi oszcillátor | |
| teljesítményszintje: | $15...16 \text{ dBm}$ |
| Direkt modulátor csillapítás: | $2,2...2,9 \text{ dB}$ |
| Vevő — helyi oszcillátor szint: | $16,5 \text{ dBm}$ |
| Adó — helyi oszcillátor | |
| frekvenciájának eltérése: | $-13...+60 \text{ kHz}$ |
| Vevő KF frekvenciás eltérése: | $+17...+32 \text{ kHz}$ |

| | | | |
|--|--------------------------------|--|----------------------------------|
| Guhn-erősítő szabadon futó frekvencia elcsúszása: | -400...+600 kHz | (2×34 Mbit/s-ra) ±17 MHz | 0,3 dB |
| Vevő zajtényező: | 5,2...7,3 dB | Futási idő – frekvencia karakterisztika | |
| Szűrőváltó veszteség (adó+vevő) | | ±8,5 MHz-re | 2 ns |
| 1×34 Mbit/s esetén | 4,4...5,6 dB | ±17 MHz-re | 3 ns |
| 2×34 Mbit/s esetén | 6,3...6,9 dB | BEB a bemenőszint függvényében | |
| Modulált jelre | | 10 ⁻³ -re | |
| 1×34 Mbit/s esetén | 4,9...6,1 dB | 1×34 Mbit/s | -79,3...-81 dBm |
| 2×34 Mbit/s esetén | 7,8...8 dB | 2×34 Mbit/s | -78...-79 dBm |
| Hamis jelek szintje | | Adó-vevő szolgálati jel-zaj viszonya: | -63...-68 dBm |
| fB ±17 MHz-en belül: | -30...-40 dBv | Teljes szolgálati átvitel pszofometrikus jel-zaj viszonya | 41...51 dB |
| fV ±17 MHz-en kívül: | -45...-50 dB | Végül megadjuk a berendezés általános jellemzőjét is. | néhány fontosabb |
| Adó spektrum aszimmetria max. | ±2,5 dB | Hőmérséklettartomány: | |
| Vevő KF szint: | +4,9...+5,6 dBm | Garantált paraméterek: | 5...45 °C |
| Vevő lekapcsolási küszöb, ill. a helyettesítő oszcillátor bekapcsolása: | -79...-84 dBm | Működési hőmérséklettartomány: | 0...50 °C |
| kikapcsolása: | -78...-83 dBm | Relatív páratartalom: | 40 °C-on 95% |
| AGC hatásosság / KF szint csökkenés -80 dBm-nél a 20 dBm-es bemenőszintnél mért értékhez képest | 0,5...1,6 dB | Tárolási hőmérséklettartomány: | -50...+70 °C |
| KF sávszélesség: | -9,7...+9,8 MHz +10,4 -10,4 | Mechanikai jellemzők (Síim rack oszlop méretei) | |
| Demodulátor befogási tartomány -20...-80 dBm-es bemenő- szint tartományban | ±450 kHz... ±650 kHz | magasság: | 2600/2000/1700 mm |
| Adó-vevő + modem fogyasztás kb.: | 75 W | szélesség: | 120 mm |
| Amplitúdó-frekvencia karakterisztika | | mélység: | 260 mm |
| (1×34 Mbit/s-re): | 0,2 dB | Tápfeszültség névlegesen | 24 V (20-35 V) 48 V (35-75 V) |
| ±8,5 MHz-ra | | polaritás: | pozitív vagy negatív |
| | | A változtatás jogát (különösen olyan változtatást, mely továbbfejlesztés eredménye), fenntartjuk. | |