

# IDŐOSZTÁSÚ ELŐFIZETŐI RÁDIÓBERENDEZÉS

ABRUSÁN GYÖRGY, BATTISTIG GYÖRGY, CSÁSZÁR SÁNDOR,  
MARCZY ALADÁR, PERGER LÁSZLÓ, RONA PÉTER, TÓTH TAMÁS

Távközlési Kutató Intézet



## ÖSSZEFOGLALÁS

A Távközlési Kutató Intézetben kifejlesztett és az ORION-ban gyártásra kerülő Időosztású Előfizetői Rádióberendezés szétosztottan települt, kisforgalmú előfizetőknél, illetve előfizetői csoportoknak a nyilvános távbeszélő hálózatba való bekapcsolására szolgál. A rendszer pont-több pont kiépítésű, 10 PCM trónkcsatornával 64 előfizetőt szolgál ki.

Frekvenciatakarékos, a trónkcsatornákat hatékonyan kihasználó, az egyszerű telepítést elősegítő megoldásaival a vidéki távbeszélő hálózat fejlesztésének célszerű eszköze.

## 1. Bevezetés

Napjainkban a távközlési hálózatok, valamint az informatikai szolgáltatások bővítésének és továbbfejlesztésének egyik súlyponti feladata a vidéki előfizetői körzeteknek és elszórtan elhelyezkedő előfizetői csoportoknak a nyilvános-forgalmú országos távközlési alaphálózathoz való kapcsolása. E hálózatigények egyik nagy osztályát olyan előfizetői körzetek és előfizetői csoportok képezik, amelyek nem koncentrált területi elhelyezkedésűek és forgalmuk is viszonylag alacsony. A kommunikációs lehetőségekhez hozzáférni kívánó előfizetői csoportoknak az országos távközlési alaphálózat legközelebbi előfizetői végpontjához való csatlakoztatása — így az országos alaphálózaton megvalósuló informatikai szolgáltatásokhoz történő hozzáférésük biztosítása — gazdaságos és a területi elhelyezkedés topológiájához rugalmasan illeszthető átviteli rendszert, továbbá az átviteli kapacitás hatékony kihasználást lehetővé tevő hálózati működést igényel.

Az országos távközlési alaphálózat előfizetői végpontjai körül nagyobb kiterjedésű körzetben kis sűrűséggel elhelyezkedő alacsony forgalmi terhelésű csoportoknak a távközlési hálózatba való bekapcsolására alkalmas megoldásként vetődött fel több kutató-fejlesztő laboratóriumban a rádióhálózat, s ezen belül a forgalom-koncentrációnak és a kommunikációs csatornák igény szerinti előfizetői elérése módszerének használata [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Beérkezett: 1988. XI. 2. (□)

## BATTISTIG GYÖRGY

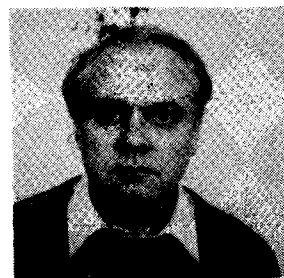
A Budapesti Műszaki Egyetemen szerzett villamosmérnöki oklevelet 1951-ben. A TKI-ban, BHG-ban, ORION-ban, majd ismét a TKI-ban a mikro-hullámú rádióátvitel-technika területén végezte a szakmai munkáját mérnökként, később a kutatás-fejlesztések egyik vezetőjeként. Ez idő szerint a TKI rendszertechnikai témákkal foglalkozó tudományos főmérnöke és az Intézet Tudományos Taná-

csának titkára. Távközlés-technikai és informatikai rendszerkérdésekkel foglalkozik és ellát egyes szakmai koordinációs feladatokat is. Több publikációja jelent meg hazai és külföldi szakfolyóiratokban, s társszerzője néhány szakkönyvnek. Szakmai munkásságát 1970-ben Állami Díjjal ismerték el. A Híradástechnikai Tudományos Egyesület Távközlési Szakosztályának tudományos társelnöke. A Puskás Tivadar-díj kítüntetettje.

## MARCZY ALADÁR

1959-ben a Puskás Tivadar Távközlési Technikumban technikus oklevelet, 1966-ban a BME Villamosmérnöki Karának Híradástechnika Szakán villamosmérnöki diplomát szerzett.

1961-ig a Posta Központi Táviróhivatalnál, 1966-tól a Távközlési Kutató Intézetben dolgozik. Kezdetben a közepes és nagykapacitású mikro-hullámú rádiórelé rendszerek szolgálati berendezéseinek rendszer- és áramkörtervezési munkáiban vett részt, 1978-tól a kiskapacitású előfizetői digitális mikro-hullámú rendszer kutatás-fejlesztési munkáiban témavezetőként vesz részt.



Szakmai területe: digitális jel-feldolgozó áramkörök, mikroprocesszoros vezérlések áramkörei, programozása. Jelenlegi beosztása: tudományos osztályvezető.

A rurális hálózatok létesítésére világszerte megnyilvánuló fokozott törekvés, a sürgető hazai vidéki hálózatfejlesztési szükségletek és a potenciális exportpiacokon tapasztalható hasonló igények indokolták az előbbieken vázolt kiépítési struktúrában alkalmazható és hatékonyan működtethető rádióhálózati rendszer hazai kidolgozását. A külföldi példákon megismert lehetséges megoldások elemzése alapján a hazai rurális rádióhálózatot az időosztás elvén, valamint a kiszolgált előfizetőknél lé-

nyegesen kisebb számú átviteli csatornával való sítják meg [7].

A Távközlési Kutató intézetben kifejlesztett és az Orion Rádió és Villamossági Vállalatban gyártásra kerülő Időosztású Előfizetői Rádióberendezés (IER 64/1500) [8] meghatározó rendszertechnikai szolgáltatása, hogy valamely távbeszélő központ környezetében elszórtan elhelyezkedő kiscsatornák előfizetők, illetve előfizetői csoportok egy pont — több pont kiépítésű rádióhálózat segítségével és azon belül idő szerint nyalábolt digitális átviteli csatornákkal összekapcsolhatók az országos távközlési hálózattal.

A rendszer az országos távközlési alaphálózat részét képező távbeszélő vótközpont előfizetői végződésai és az előfizetők készülékei között transzparens kapcsolatot létesít. A rugalmas forgalmi kihasználás és az üzemviteli gazdaságosság érdekében a rendszert alkotó berendezések kihasználják az előfizetői vonalak koncentrációjának, így a rádiócsatornán megvalósított trónkösszekötések megnövelt forgalmi lehetőségeit. A rendszer tróncsatornái nincsenek rögzítetten hozzárendelve az egyes állomásokhoz vagy előfizetőkhoz, hanem központoldali, illetve előfizetői kezdeményezésre szabadon hozzáférhetők.

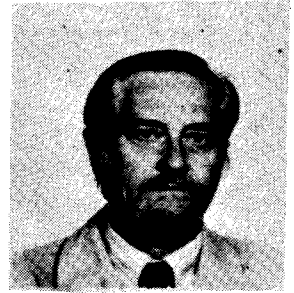
Az Időosztású Előfizetői Rádióberendezés 10 forgalmi csatornás PCM alapsávi berendezéssel alapkiépítésben max. 64 távbeszélő előfizető bekapcsolását teszi lehetővé, amely előfizetők mindegyike a 10 trónvonal éppen nem foglalt bármelyikéhez szabadon hozzáférhet. (A bekapcsolható előfizetők száma 128-ig bővíthető.) A rendszer forgalmát mikroprocesszoros vezérlő szervezi, s a hálózat berendezéseinek működését ugyancsak mikroprocesszoros rendszer felügyeli. A rádiókapcsolatot az 1,5 GHz frekvenciatartományban működő adó-vevők biztosítják.

A realizált Időosztású Előfizetői Rádióberendezés kedvező hálózati alkalmazási tulajdonságai abból adódnak, hogy

- frekvenciatarakos megoldás, mivel egy-egy állomásról elágazó rádiókapcsolatok ugyanazon rádiófrekvenciapáron valósulnak meg,
- rádiókoncentrátorként működik, vagyis a rádióhálózat átviteli kapacitásánál lényegesen nagyobb számú előfizetőt tud kiszolgálni,
- a rádióhálózat átviteli csatornához történő szabad hozzáférés rugalmas és gazdaságos üzemet tesz lehetővé,
- a rádióhálózaton keresztül a központ a távoli előfizetőket a közvetlenül hozzákapcsoltakkal azonosan kezeli; a távoli előfizetők a közeli-ekkel megegyező távközlési szolgáltatásokkal rendelkeznek,

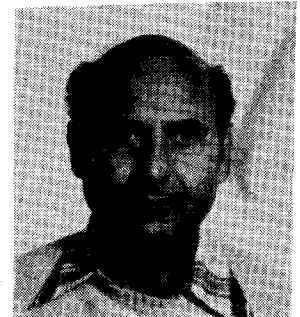
## PERGER LÁSZLÓ

A Távközlési Kutató Intézetnek megalapításától dolgozta. 1952-ben h iradástechnikai, 1961-ben mikrohullámú szaktechnikai oklevelet szerzett. Jelenleg az Intézet tudományos munkatársa. Szakterülete: mikrohullámú rádiórelé berendezések konstrukciós kialakításának tervezési és szervezési kérdései.



## DR. RÓNA PÉTER

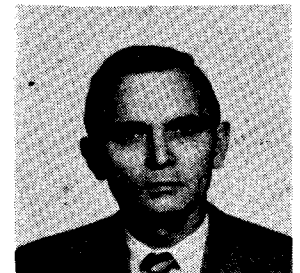
Villamosmérnök, 1953-ban végzett a BME Villamosmérnöki Karán vörös diplomával. A Távközlési Kutató Intézet tudományos osztályvezetője. Fő tématerülete: mikrohullámú rádiórelé berendezések rendszertechnikai tervezése. 1970-ben elnyerte a műszaki tudomány kandidátusa fokozatot. A mikrohullámú rádiórelé berendezések hazai fejlesztésében elért eredményeiért



1980-ban Állami Díjjal tüntették ki.

## TÓTH TAMÁS

1961-ben végzett a BME Villamosmérnöki Kara H iradás-technika Szakán. 1968-ban mikrohullámú szaktechnikai 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, frekvencia-szintetizátoros jelforrások és integrált adó-vevő kutatás-fejlesztését irányítja. 1963 óta végez oktatómunkát a BME-n. Számos cikk és konferencia-elő-



adás szerzője. 1980-ban a Mikrohullámú Rendszerek és Berendezések kutatása-fejlesztése terén végzett munkájáért Állami Díj kitüntetéssel jutalmazták.

- a rádióhálózat a vezetékes kapcsolatoknál gyorsabban és gazdaságosabban létesíthető.

### 2. Pont-többpont közötti működés

Az IER berendezéssel kiépíthető hálózatra példát az 1. ábra mutat. A berendezés — a hálózat egy-egy csillagpontjában — egy frekvenciapárt használ: egyet a központ-alállomások, egyet az alállomások-központ irányú jelátvitelre. Ebből következően



1963-ban a Puskás Tivadar Távközlési Technikumban technikai oklevelet, 1969-ben a BME Villamosmérnöki Karának Híradástechnika Szakán villamosmérnöki diplomát, 1974-ben szakmérnöki diplomát szerzett. 1963-tól a Távközlési Kutató Intézetben dolgozik. Kezdetben mikrohullámú rendszerek mérésével, majd az egyetem elvégzése után a mikrohullámú rendszerek rendszer- és áramkörtervezési munkáiban vett részt. 1978-tól a kikapacitású előfizetői digitális mikrohullámú rendszer kutatás-fejlesztési munkáiban vesz részt.

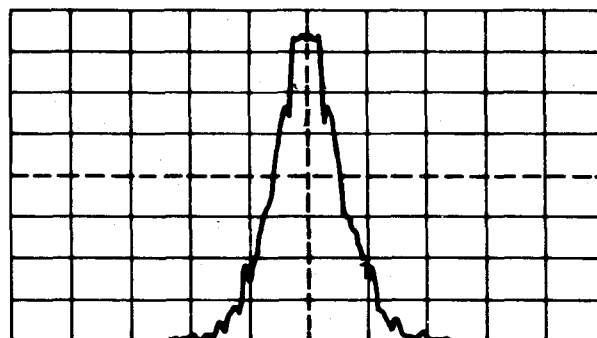
Szakmai területe: mikrohullámú rendszerek szolgálati berendezései, valamint digitális jelfeldolgozó áramkörök tervezése. Jelenlegi beosztása: tudományos munkatárs.

CSÁSZÁR SÁNDOR



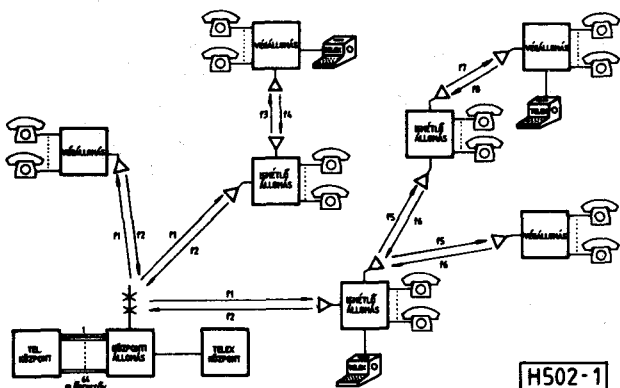
Okleveles villamosmérnök, 1963-ban végzett a Budapesti Műszaki Egyetem Híradástechnikai Szakán. 1970-ben digitális félvezető elektronika szakmérnöki oklevelet szerzett. 1963 óta dolgozik a Távközlési Kutató Intézetben, tudományos főmunkatárs. Fő szakterülete: mikrohullámú láncokban alkalmazott kapcsoló-berendezések és vezérlő automaták kutatása, fejlesztése.

Előfizetőknek ki nem osztott időrésben egyetlen alállomás sem ad és a központi (csillagponti) vevő sem vesz. A központi (csillagponti) vevő így az órajel sem tudja a vett jelből visszaállítani, ezért regenerálásra az adóoldról leszármaztatott órajel szolgál: ezért kell a hurok-terjedési időt  $0,05 T_{bit}$  pontossággal kiegyenlíteni.



H502-2

2. ábra. Kisugárzott jel spektruma. Vízszintes osztás: 2 MHz, függőleges osztás: 10 dB



1. ábra. Példa IER berendezéssel kialakított hálózatra

a jelátvitel a két irányban lényegesen különböző teladatot jelent.

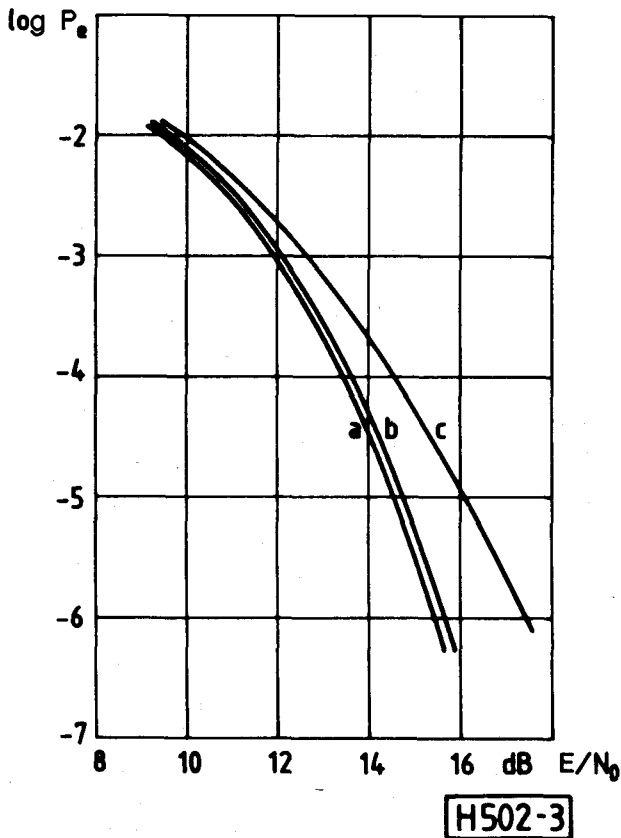
A központi állomásról kiinduló üzeneteket valamennyi alállomás pont-pont közötti összeköttetés módjára veszi. Az IER berendezés ezt az átvitelt — több más berendezéshez hasonlóan — szabványos 10+1 PCM csatornás keretszervezésben valósítja meg. A jelátviteli sebesség 704 kbit/s.

Alállomás-központ irányban a csillagponti vevőkhöz egyidőben csak egy jel érkezik, így az alállomások csak egyenként, egymástól elkülönített időkben (időosztásban) adhatnak.

A feladat megoldására az ismert berendezések különböző módszereket alkalmaznak (TDMA, ALOHA stb.). Valamennyiük közös jellemzője, hogy az alállomások a központ felé továbbítható üzeneteket tárolják és hosszabb-rövidebb csomagok formájában továbbítják. Minden üzenetcsomagot egy „fejléc” előz meg, amely a vevő felszinkronizálását és a forrás azonosítását célozza.

Az IER berendezés ugyanezt a célt egyszerűbben oldja meg: az alállomás-központ irányban ugyanazt a 10+1 PCM csatornás szervezést alkalmazza, mint a központ-alállomás irányban. Ezt úgy valósítjuk meg, hogy az egyes állomások csak a PCM keret azon időrésében sugároznak, amelyek a hozzájuk tartozó előfizetőknek vannak kiosztva. A kisugárzott csomagok úgy vannak időzítve, hogy azok egymás után, rés és átlapolódás nélkül érkezzenek. Ennek érdekében az alállomások a központi állomás órajelével szinkronizált órajellel adnak és az alállomásoknak a központtól való különböző távolságát (a különböző terjedési időket) késleltetőkkel egyenlítjük ki. A késleltetést valamennyi hurokban (a 400 km max. nyomvonalhosszat figyelembe véve) 4 ms-ra egészítjük ki, a kiegyenlítés pontossága  $0,05 T_{bit} = 70$  ns.

A modulációs rendszer kétállapotú FSK, limiter-diszkriminátoros detekcióval, így vivővisszaállításra nincs szükség. A modulációs index 0,7, a kisugárzott jel spektrumát a modulátor előtti alapsávi szűrő korlátozza, ez kompakt spektrumot és ugyanakkor jó energetikai hatékonyságot eredményez. A kisugárzott jel spektrumát a 2. ábra, a hibaarányt a jel-zaj viszony függvényében a 3. ábra a) görbéje mutatja.

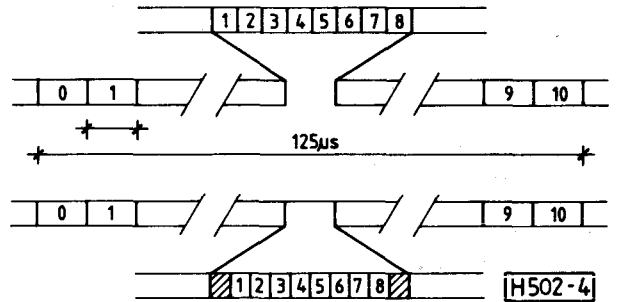


3. ábra. Hibaarány a jel-zaj viszony függvényében  
a) Időzítési hiba nélkül  
b) 100 ns, c.) 200 ns időzítési hibával

A központi állomási regenerálásra — mint fentebb említettük — az adóoldáról származtatott órajel szolgál. Ezért a rendszer működését a jel terjedési idejének bármely — pl. a levegő törésmutatójának meteorológiai okokból — bekövetkező változása befolyásolja. A meteorológiai statisztikák alapján a törésmutató figyelembeveendő valószínűséggel bekövetkező relatív változása max.  $4 \cdot 10^{-4}$ , ami 40 km-es állomástávolságnál kb. 110 ns késleltetés-változást okoz; ez a jel-zaj viszony tartálékot 0,5 dB-nél kevesebbel csökkenti (lásd a 3. ábra b és c görbéjét). A TKI-PKI-Gödöllői mikrohullámú Állomás között az 1984 október és 1988 február közötti kísérleti üzem alatt ilyen okra visszavezethető minőségromlást nem sikerült megfigyelni.

A csillagponti vevőkben az időrések határán véletlen amplitúdó és fázisugrások lépnek fel. Az amp-

litúdóugrás hatását a limiter megszünteti, a fázisugrások a demodulátor kimenetén kb. 1 bit időtartamú tranzienszt okoznak. Ennek hatását a jelcsomagok elejére és végére beiktatott egy-egy védőbit szünteti meg (4. ábra). A jelsebesség az állomás-központ irányban ennek megfelelően 880 kbit/s.



4. ábra. Jelfolyam központ-állomás (a) és állomás-központ (b) irányban

A fenti jelátviteli rendszer alkalmazásával az IER berendezésben esik az óra- és a vivőszinkronizáció, a jelminták tárolása, a fejléceknek az átvitt jelhez való hozzáadása stb., ami jelentős áramkörü egyszerűsítéseket eredményez.

### 3. Az IER berendezés felépítése és működése

#### 3.1 Állomástípusok

Az IER típusú berendezéssel kialakított hálózat (lásd pl. 1. ábrát) központi állomásból és állomásokból (ismétlő- és végállomásokból) épül fel: a központi állomás valamely távbeszélő központ előfizetői végződéséhez; az előfizetői készülékek pedig az állomásokhoz csatlakoznak. A hálózat az előfizetők földrajzi elhelyezkedése és a terepviszonyok szerint alakítható ki.

##### a. Központi állomás

A központi állomás egy CB távbeszélő központhoz kapcsolódik max. 64 (ill. 128) előfizetői érpáron, kéthuzalosan, célszerűen a távbeszélő központtal egy épületben, vagy annak közelében elhelyezve. Az előfizetőket szabadhozzáférésű rendszerben 10 átviteli vonalra koncentrálja. A 10 vonalat soros 10 csatornás PCM jelként állítja elő, és a PCM jelsorozatot rádiófrekvencián, az állomások földrajzi helyzete szerint szektor- vagy körsugárzó antennával kisugározza az állomások felé. A vételi oldalon a beérkező 10 PCM csatornás jelet a koncentrátor segítségével szót bontja, és hangfrekvencián a központ megfelelő előfizetői érpárjaira kapcsolja.

## b. Alállomás

Az alállomás ismétlő állomás vagy végállomás típusú lehet. Az ismétlő állomás veszi a központi állomás jeleit, továbbítja a hozzá kapcsolódó alállomás(ok) felé, valamint feldolgozza a hozzátartozó előfizetők számára. A hozzátartozó alállomás(ok) felől vett jelet, valamint a saját előfizetőkről érkező PCM jeleket időben összegzi, és a központi állomás felé továbbítja. A központi állomással egy frekvenciapáron, a hozzákapcsolódó további alállomásokkal egy másik frekvenciapáron tartja a kapcsolatot. A központ felé irányított antennával, a további alállomás(ok) felé irányított antennával vagy szektorsugárzóval üzemel.

A végállomás az ismétlőállomástól abban különbözik, hogy a központ felől érkező jelet nem küldi tovább, csak feldolgozza a hozzákapcsolt előfizetők számára.

Az alállomások a központi állomástól kapott utasítások alapján végrehajtják a hozzájuk tartozó előfizetőkre vonatkozó koncentrálási feladatokat.

A hálózathoz 1...16 alállomás tartozhat, egy alállomáshoz 0...32 előfizető kapcsolódhat. Az előfizetői végződésre CB telefonkészülék kapcsolható, max. 1200 ohmos érpáron keresztül. Az előfizetői készülék helyére pénzbedobós készülék, vagy kéthuzalos adatátviteli modem is csatlakoztatható.

A láncbakapcsolt ismétlőállomások száma nem korlátozott, de a rendszerben kialakított leghosszabb nyomvonal max. 400 km lehet.

## 3.2. Általános működés

A rendszert minden vonatkozásban a központi állomás vezérlőrendszere vezérli. A központi állomás legfőbb funkciója a koncentrálás, melyet a PCM csatornák kiosztása útján végez el úgy, hogy a PCM csatornákat a mindenkor forgalmi igényeknek megfelelően kiválasztott előfizetőnek adja: a forgalomban résztvevő előfizetők analóg-digitál átalakítóit (PCM kodekjeit) a kiosztott PCM időrésnek megfelelő időben engedélyezi, az éppen nem üzemelő előfizetők analóg-digitál átalakítóit pedig letiltja. A vezérlő a forgalmi igényekről egyrészt a telefonközpontból érkező csengetőjelből, másrészt az alállomásokról a vezérlőcsatornán érkező „felémelt kézibeszélő” állapotból értesül. Ha mind a tíz PCM csatorna foglalt, akkor a beérkező újabb forgalmi igényeket a rendszer normál körülmények között nem tudja kielégíteni. Kijelölhetők prioritással rendelkező előfizetők, kiknek forgalmi igényét a rendszer egy fennálló összeköttetés bontásával kielégíti. A felszabaduló csatornák újbóli kiosztása

során a központ felől érkező hívás egy alállomásról érkező hívással szemben prioritással rendelkezik.

A 10 + 1 PCM csatornás keret 0-ik időrése a forgalmi csatornák jelzésinformációjának (csengetés, kézibeszélő felemelés, tárcsaimpulzus, tarifainpulzus) a 16 távírócsatorna jeleinek (lásd később), valamint a rendszer működéséhez szükséges vezérlőinformációnak az átvitelére szolgál. A 0-ik időrés információi multikeretbe vannak szervezve, a multikeret 32 keretet tartalmaz.

A központ a PCM jelsorozatot 704 kbit/sec sebességgel továbbítja az alállomások felé. Az ismétlő-típusú alállomások a központ által sugárzott jelet regenerálás után teljes egészében továbbküldik, így a központ jele minden alállomáshoz eljut.

A központi állomás a vezérlő időrésekben cím szerint kérdezi az alállomásokat a forgalmi igényekről, ugyanakkor közli az alállomásokkal a koncentrálás pillanatnyi állapotát. Az alállomások a forgalmi időrésekben és a 0-ik időrés jelzés bitjei helyén a koncentrálás pillanatnyi állapotának megfelelően adnak, a vezérlő csatornát pedig csak kérdés után használják, ílymódon valósítva meg az időosztású működést.

Az alállomások a fentieknek megfelelően szakaszosan, egy-egy időrésnyi ideig (11,36 $\mu$ s) adnak. Adásszünetben az ismétlőállomási adók jelét nagycsillapítású kapcsoló nyomja el, az adást engedélyező kapujelet az alállomás vezérlőrendszere szolgáltatja.

A rendszer működésének legfontosabb része a szinkronizáció. Biztosítani kell a központi állomás, valamint az ismétlőállomások vevőjében azt, hogy a hozzájuk tartozó alállomások adása ne zavarja egymást, vagyis ne legyen jelátlapolódás. Ezért az alállomások jele késleltetően keresztül kerül adásra.

A késleltetők a hálózat első szintjén (közvetlenül a központi állomással kapcsolatban lévő alállomásokon) úgy vannak beállítva, hogy a különböző alállomásokról érkező jelek multikereteinek jellemző időpontjai a központi állomás vevőjében pontosan megegyezzenek. Az eltérés max. 0,05 bitidő lehet.

A késleltetők a hálózat további szintjein úgy vannak beállítva, hogy az ismétlőállomások saját üzeneteinek időpontjai és a hozzájuk tartozó alállomások üzeneteinek jellemző időpontjai összeessenek. Az ismétlőállomás vezérlőrendszere nyilvántartja mind a saját, mind a hozzátartozó alállomások forgalmát, így a központi állomás felé irányuló adást mind a saját üzenetei, mind a hozzátartozó alállomások üzenetei tartamára engedélyezni tudja.

A késleltetések fentiek szerinti beállításával az alállomásokról a központ felé küldött üzenetek a központi állomáson folytonos 10 + 1 PCM csatornás keretté (multikeretté) állnak össze; ennek időzítése

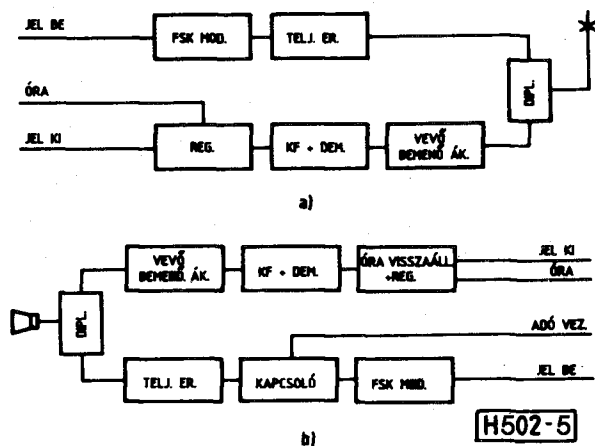
ugyanakkor megegyezik a központi állomásról küldött multikerettel, ez nagymértékben leegyszerűsíti a vett jel — többek között a 0-ik időrés feldolgozását.

Az IER berendezés a 0-ik időrésben (a távbeszélő-csatornák forgalmától függetlenül) max. 16 duplex, 50 Bd sebességű távirócsatornát is biztosít. A távirócsatornák az állomások között tetszőlegesen (de előre meghatározott módon) szótoszthatók. A központi állomáson a távirócsatornák a táviróközpontból érkező szabvány telexvonalakra kapcsolódnak, az állomásokon a végződésekre két- vagy négyhuzalos módon közvetlenül telexgépek köthetők.

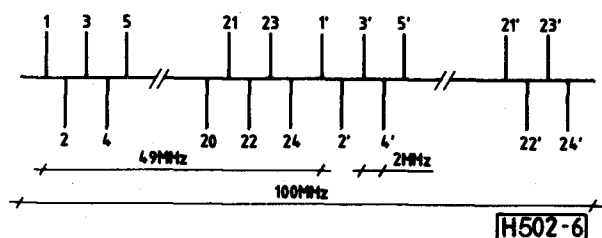
### 3.3 Rádiórendszer

Az IER berendezés adó-vevői az 1,5 GHz-es sávban működnek, a központi állomás és az ismétlőállomások a hozzájuk tartozó alállomásokkal egy-egy frekvenciapáron tartanak kapcsolatot (az 1. ábra példa-hálózatán a vivőfrekvenciákat is feltüntettük). A modulációs rendszer 2-FSK, a modulációs index 0,7. Az átviendő jel az adó-oszcillátor frekvenciáját közvetlenül modulálja, a kisugárzott jel spektrumát a modulátor előtti alapsávi szűrő korlátozza. A vevő két transzponálást alkalmaz, az információt limiter-diszkriminátor állítja helyre. A központi állomási antenna és az ismétlőállomások alállomás oldali antennái kör- vagy sektorsugárzók, az állomások központ oldali antennái irányítottak. Az adók és a vevők közös antennához csatlakoznak.

A központi állomási és az alállomási adó-vevők egyszerűsített blokkvázlatát az 5. ábra mutatja. Az adóteljesítmény 2 W, a vevő zajtényező 4 dB, a fadingtartalom — 40 km alállomás-távolság és 50 m antennakábel számításbavételével — min. 20 dB.



5. ábra. Központi állomási (a) ill. alállomási (b) adó-vevő blokkvázlata



6. ábra. Az IER berendezés frekvenciaterve

Földrajzilag közeli adók és vevők kölcsönös rádiófrekvenciás zavarásának elkerülésére az IER 64/1500 rendszer az erre a célra számos postaigazgatóság által használt 1427 — 1525 és 1559 — 1659 MHz frekvenciasávokban 24 frekvenciapáron való működést tesz lehetővé, a 6. ábra frekvenciatervei szerint\*. A közös antennához csatlakozó adók és vevők frekvencia-távolsága 49 MHz, a legközelebbi adási illetve vételi frekvenciák távolsága 2 MHz. Nagyobb számú előfizető esetén egy helyen több központi állomás létesíthető; ezek közös kör- vagy sektorsugárzóval üzemeltethetők. Ebben az esetben az adási illetve vételi frekvenciák minimális távolsága 8 MHz.

### 3.4 Üzemfelügyelet

Az IER 64/1500 berendezéshez beépített üzemfelügyeleti rendszer tartozik, amelynek segítségével egyrészt maga a berendezés felügyelet nélkül üzemeltethető, másrészt az alállomási távbeszélő vonalak üzem közben ellenőrizhetők. A berendezéshez a központi állomáson távfelügyeleti egység (képernyő és billentyűzet) tartozik, amely a központi berendezéshez max. 150 m hosszúságú vonalon csatlakoztatható.

A távfelügyeleti információk katódsugárcsöves képernyőn jelennek meg, a távfelügyeletbe bevont alállomási jellemzők (távmerési adatok) alfanumerikus billentyűzettel hívhatók le, és a forgalomba ugyanezen keresztül lehet beavatkozni.

A távfelügyeleti rendszer automatikusan figyeli a központi és az alállomási berendezések legfontosabb üzemi jellemzőit, és a következő jellemzők állapotát folyamatosan kijelzi a képernyő állapotjelző üzemmódjában:

\* A berendezés áramkörei ennél nagyobb (1350—1550 illetve 1550—1700 MHz) sávban való működésre alkalmasak.

- Központi állomáson: adószint; vevőszint; primer tápfeszültség.
- Alállomásokon: általános működőképesség; toronyvillágítás; konténer hőmérséklet; adószint; vevőszint; csengetőgenerátor működése; konténer fűtése; primer tápfeszültség; konténerajtó állapota.

Az alállomási paraméterek bármely alállomásról max. 5 másodpercenként kerülnek továbbításra a központba. Kezelői beavatkozással lehetőség van

- adott kapcsolási számú előfizetőknek prioritás adására a normál előfizetőkkel szemben (az időrések foglaltságára vonatkozóan),
- adott kapcsolási számú előfizetőknek fix időrés kijelölésére,
- bármely előfizetőnek a forgalomból való kizárására.

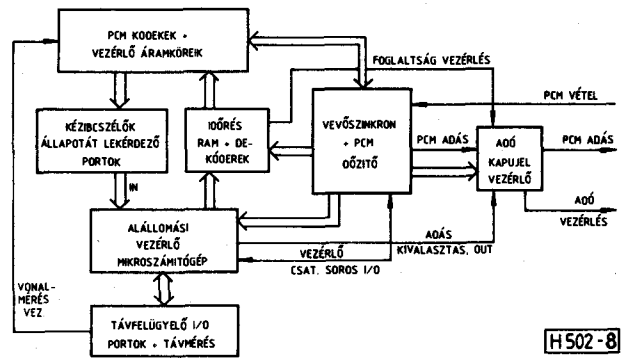
Kezelői beavatkozással — távméréssel — mérhetőek bármely alállomási távbeszélő előfizetői vonal egyen- és váltóáramú impedanciái, külön A és B ágra, a földhöz képest. Ez a távmérés a forgalom lényeges megzavarása nélkül, üzem közben is elvégezhető. Mérhető továbbá bármely alállomási konténer belső hőmérsékletének pillanatnyi értéke is.

A kezelői beavatkozással végzett távfelügyeleti műveleteket a parancs indításától az eredményeknek a képernyőn való megjelenítéséig a vezérlő rendszer automatikusan hajtja végre, és a végrehajtás közben nem akadályozza a rendszer alapfunkcióit (koncentrálás).

### 3.5 Vezérlés (software)

Az IER 64/1500 berendezésben a rendszer logikai működését a központi és az alállomási vezérlő irányítják. A vezérlés két fő feladatcsoportra bontható: a koncentrálási funkciók vezérlése és a távfelügyeleti funkciók vezérlése; a két fő feladatot a vezérlő rendszer közösen végzi. A vezérlő rendszer blokkvázlatait a 7. és 8. ábrák mutatják. A blokkvázlatokból kitűnik, hogy a központi állomáson három, az

alállomásokon egy-egy mikroszámítógép van beépítve a vezérlő rendszerbe, így eredőül egy több



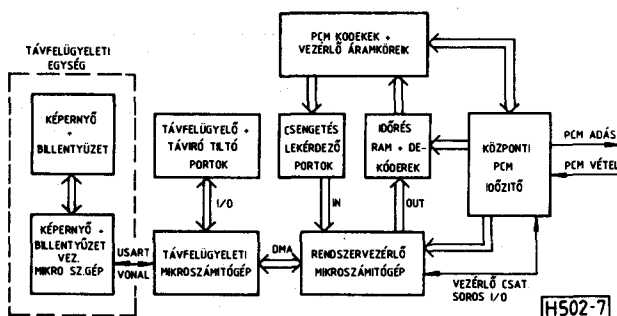
8. ábra. Alállomási vezérlő blokkvázlata

processzoros, összetett vezérlő rendszer jön létre.

A központi vezérlő és az alállomási vezérlők közötti kapcsolatot a kétirányú vezérlő csatornán keresztül a PCM multiplex rendszer szinkronizmusa segítségével létrejövő soros vezérlőadat átvitel biztosítja. A kétirányú adatátvitelt az alállomások közösen használják, de alállomás-központ irányban egyidejűleg mindig csak egy alállomás adhat a vezérlőcsatornán keresztül.

A vezérlési feladatok egy részét a két blokkvázlattal bemutatott hardware másik részét a mikroszámítógépekbe beépített software végzi. A blokkvázlatokon szereplő mikroszámítógépek és software-jeik az alábbi módon osztoznak a vezérlési feladatokon.

*Rendszervezítő mikroszámítógép:* ebben két program fut párhuzamosan, egy interrupt-szintű és egy normál szintű program. Az interrupt-szintű program a központi időzítóből érkező „vezérlő időrés” -jellel van összeszinkronizálva, és feladata az alállomásokkal kapcsolatot teremtő vezérlő adatátvitel lebonyolítása és feldolgozása, továbbá az alállomások lekérdezési műveleteinek lebonyolítása. A normál szintű program a központi időzítéshez képest szabadon fut, és feladatai a következők: az előfizetők csengetési állapotának IN-portokon keresztül történő lekérdezése; a központ-oldali koncentrálási (időrés-kiosztási) állapotokat meghatározó időrés-RAM OUT-porton keresztül történő vezérlése; az alállomásokról a vezérlő adatátvitelen át kapott interrupt-programból átvett információk feldolgozása; a rendszerben lévő előfizetők állapotának nyilvántartása; az időrés-kiosztási vagy elvéteili parancsok teljes rendszerben történő műveleteinek végrehajtása; a vezérlő adatátvitelből érkező alállomási állapotjelzések továbbítása a távfelügyeleti mikroszámítógépbe; a távfelügyeleti mikroszámítógépekből érkező távfelügyeleti parancsok végrehajtása. A rendszervezítő mikroszámítógép



7. ábra. Központi állomási vezérlő blokkvázlata

kétirányú DMA-n (közvetlen memória hozzáféré- sen) keresztül tart kapcsolatot a távfelügyeleti mikroszámítógéppel.

*Távfelügyeleti mikroszámítógép:* az előzőhöz hasonlóan ebben is kettős szintű program fut. Az interrupt-szintű program végzi az alállomásoktól származó különböző mikrohullámú vevőszinteket szelektíven érzékelő detektor állapotjelzéseinek feldolgozását. A normál szintű program végzi a távfelügyelet körébe tartozó összes többi feladatot: kapcsolatot tart a rendszervezérlő mikroszámítógéppel, és feldolgozza a rendszerből érkező távjelzési és távriasztási adatokat; előállítja a távfelügyeleti egység képernyőjén megjelenő különféle állapot-jelző ábrákat, és az ezekben szereplő adatok dinamikus vezérlését; feldolgozza a távfelügyeleti egységből érkező kezelői parancsokat; a vezérlő rendszer többi részével végrehajtja a távfelügyeleti parancsokat és ellenőrzi azok végrehajtását; vezérli a központ oldali távfelügyeleti és távíró-tiltást végző I/O portokat.

*Képernyő és billentyűzet-vezérlő mikroszámítógép:* közvetlenül vezérli a távfelügyelő egység képernyőjét, és kezeli a billentyűzetet. Kétirányú USART-vonalon keresztül tart kapcsolatot a távfelügyeleti mikroszámítógéppel.

*Alállomási vezérlő mikroszámítógép:* ebben is egy interrupt-szintű és egy normál szintű program fut párhuzamosan. Az Interrupt-szintű program a PCM időzítőből érkező „vezérlő időrész”-jellel van szinkronizálva, és feladata a központtal kapcsolatot teremtő adatátvitel lebonyolítása és a központból érkező koncentrálsági vagy távfelügyeleti parancsok feldolgozása, továbbá a lekérdezésre adott válaszok feldolgozása. A normál szintű program az időzítőkhöz képest szabadon fut, és feladatai a következők: az előfizetők kézibeszélőinek felémelt/letett állapotának IN-portokon keresztül történő lekérdezése; az alállomás-oldali koncentrálsági (időrész-kiosztási) állapotokat meghatározó időrész RAM+DEKÓDEREK vezérlése; adó kiválasztás (kapuzás) vezérlése; távjelzésbe bevont alállomási jellemzők IN-portokon keresztül való figyelése és a távjelzések elindítása a központ felé.

A vezérlés fent leírt hardware és software részének együttes működését egy példa segítségével mutatjuk be. Tekintsünk egy jellegzetes időrész-kiosztási műveletet, melyben az n-ik számú alállomáshoz tartozó m-ik számú előfizető a kézibeszélője felemelésével vonalat kór és kap. A vezérlő rendszerben ekkor időben egymás után a következő műveletek mennek végbe:

— Az n-ik alállomáson lévő vezérlő mikroszámítógép az előfizetői állapotokat érzékelő IN-portok folyamatos lekérdezése közben azt találja, hogy az m-ik előfizető kézibeszélője fel van

emelve. Ennek hatására előállítja az „n-ik alállomáson kérés van” — állapotot, és behatárolja az „m-ik előfizető vonalat kór” — üzenetet. Az n-ik alállomási vezérlő a továbbiakban várakozik, hogy a központi vezérlő őt lekérdezze.

— A központi vezérlő a vezérlőcsatornán keresztül egymás után lekérdezi az alállomásokat, hogy van-e valamilyen állapotváltozással kapcsolatos kérésük. Tegyük fel, hogy az n-ik előtti alállomások sorban mind azt válaszolják, hogy „NINCS KÉRÉS”. Ezekkel az alállomásokkal a központ most nem foglalkozik tovább. Ezután a központi vezérlő elküldi az n-ik alállomás lekérdezését.

— Ezt a lekérdezést az n-ik alállomás vezérlője veszi, és az „n-ik alállomáson kérés van” — üzenetet küldi vissza a vezérlő csatornán át a központi vezérlőnek.

— A központi vezérlő veszi ezt az üzenetet, elküldi az alállomások felé az „n-ik alállomás válaszoljon” — üzenetet, és egyúttal a szükséges idejű adatátvitelre engedélyezi az n-ik alállomás adását.

— Az n-ik alállomás vezérlője veszi a számára küldött engedélyezését és ennek hatására kiadja az „m-ik előfizető vonalat kér” — üzenetet.

— A központi rendszervezérlő mikroszámítógép interrupt-programja veszi az „m-ik előfizető vonalat kér” -üzenetet, és ezt átadja a normál szintű programnak. Ugyanakkor nyugtázásképpen visszaküldi az n-ik alállomásra a „vettem: az m-ik előfizető vonalat kér” — üzenetet.

— Az n-ik alállomás vezérlője veszi a „vettem: Az m-ik előfizető vonalat kér” — nyugtázást, és ennek hatására törli a „kérés van” — állapotát, és az „m-ik előfizető vonalat kér” — üzenetét.

— Közben a központi rendszervezérlő mikroszámítógép normál szintű programja az előfizetői állapot-nyilvántartásában tárolta az „m-ik előfizető vonalat kér” — állapotot. Ugyanez a program folytonosan lekérdezi a saját előfizetői állapot-nyilvántartását. Amikor az m-ik előfizetőhöz ér, azt találja, hogy az „m-ik előfizető vonalat kór”. Ennek hatására elindítja az időrész-kiosztási műveletet az m-ik előfizető számára. Először az időrész foglaltsági nyilvántartásában megvizsgálja, hogy van-e szabad időrész (PCM csatorna). Tegyük fel, hogy azt találja, hogy az 5. időrész szabad. Ekkor kidolgozza az „n-ik alállomáson lévő m-ik előfizető megkapja az 5. időrész” — parancsot, és ezt a parancsot átadja az interrupt-szintű programjának, ezután várakozni kezd.

— A központi rendszervezérlő mikroszámítógép interrupt-szintű programja átáll parancs-feldolgozási állapotba, és elküldi az „n-ik alállomáson



lévő m-ik előfizető megkapja az 5. időrészt" — parancsot az alállomások felé, egyúttal a szükséges idejű adás-engedélyezést is elküldi az n-ik alállomásnak, hogy az majd visszaküldhesse nyugtázását.

- Az n-ik alállomás mikroszámítógépe veszi a fenti parancs-üzenetet. Ennek hatására nyugtázásképpen visszaküldi a központi vezérlőnek a „vettem: n-ik alállomáson lévő m-ik előfizető megkapja az 5. időrészt” — üzenetet, ugyanakkor végrehajtja a neki szóló parancsot: ennek megfelelően vezérli az IDŐRÉS+DEKÓDER áramkörét, aminek következtében az m-ik előfizetőhöz tartozó kodek és az alállomási adó engedélyező kapu jelet kap az 5. időrés idejére. Ezzel az időrés-kiosztási művelet az alállomási oldalon befejeződik.
- A központi állomási rendszervezérlő mikroszámítógép interrupt-szintű programjával veszi a „vettem: az n-ik alállomáson lévő m-ik előfizető megkapja az 5. időrészt” — nyugtázást, ennek hatására kilép a parancs-feldolgozási állapotból, és normál szintű programjának (amely a parancs elindításától számítva idáig várakozott) átadja azt a jelentést, hogy az „elindított parancs rendben végbement”. Ekkor a normál szintű program kilép a várakozásból, és a központi oldalon is befejezi az időrés-kiosztási műveletet: az eredeti parancsnak megfelelően vezérli az IDŐRÉS RAM+DEKÓDER OUT-portját, aminek következtében a központi oldalon az m-ik előfizetőhöz tartozó kodek engedélyezést kap az 5. időrés idejére, továbbá a saját előfizetői állapotnyilvántartásában és időrés-foglaltsági nyilvántartásában elkönyveli, hogy az m-ik előfizető foglalja az 5. időrészt.
- A teljes időrés-kiosztási művelet befejeződik: az előfizetői vonal az IER berendezésen keresztül összekapcsolódott a távbeszélő központtal; a jelzésátvitel ezzel együtt megkezdődik: az előfizetői kézibeszélő felemelt állapotának jelzése a központba jut, aminek következtében az előfizető tárcsahangot kap a vonalon keresztül és tárcsázhat.

A fenti példában részletezett művelet-sorozat kb. 60 ms időt vesz igénybe, ami azt mutatja, hogy az IER berendezés vezérlő rendszerének működési ideje elegendően kicsi a távbeszélő központ működési idejeihez képest.

#### 4. Berendezések

Az IER 64/1500 típusú berendezésekkel kiépített hálózat központi állomásokról és alállomásokról épül fel. A központi állomások általában zárt térben,

az alállomások általában szabadterben kerülnek felállításra.

#### 4.1 Általános felépítés

A berendezés elektromos egységei hegesztett acéllemezről készült faliszekrényben (konténerben) helyezkednek el, amely mind zárt, mind szabad térben való telepítésre alkalmas.

A berendezés mérsékelt klímaterületen való felhasználásra készült. A zárttéri telepítésű berendezések  $+5^{\circ}\text{C} \dots +45^{\circ}\text{C}$ , a szabadterei telepítésű berendezések  $-30^{\circ}\text{C} \dots +45^{\circ}\text{C}$  hőfoktartományban üzemképesek. A szabadterei telepítésű berendezésekben fűtőautomatika gondoskodik arról, hogy a konténer belsejében a hőmérsékletváltozás ne haladja meg a zárttíri kivitelnél megengedett mértéket.

A konténer külső méretei:  $900 \times 530 \times 330$  mm, tömege (beszerelt berendezéssel együtt): 70 kg.

A berendezések üzemeltetéséhez szükséges hálózati táplálás, az alapsávi és mikrohullámú jelek csatlakoztatása a konténer alján, tömszelencéken átvezetett kábelekkel történik.

A konténer belső kialakítása olyan, hogy az egységekkel beültetett, kábelezett keret összefüggő szerelvényként a konténerbe helyezhető, csavarokkal rögzíthető és dugaszolható csatlakozókkal beköthető.

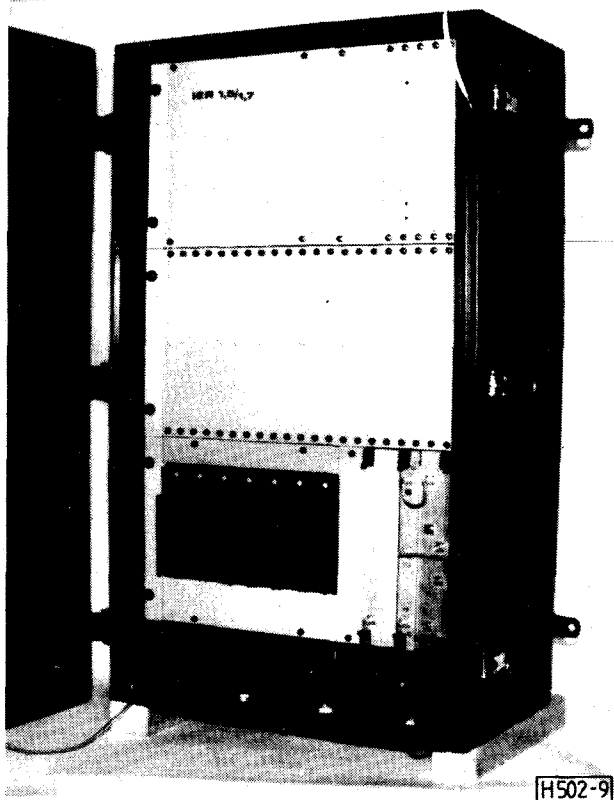
A keret 3 emeletet tartalmaz, mindegyike 2 Európa magasságú ( $233,4$  mm) egységet fogad be. A keret szélessége  $482,6$  mm ( $19''$ ).

A legalsó emeleten a nagyobb súlyú és magasabb hőmérsékletű tápegységek, valamint a mikrohullámú áramkörök helyezkednek el. A tápegységek zárt, jó mágneses árnyékolást nyújtó dobozokba, a mikrohullámú áramkörök rádiófrekvenciás zárttságot biztosító (aluminiumtövezetből marással kialakított) tömbökbe épültek.

A felső két emelet a vezérlő, távbeszélő, távíró valamint az üzemfelügyeleti egységeket tartalmazza. Ezek nyomtatott áramköri lapra szerelt, előlappal ellátott egységek. Dobozolatlanok, függőleges helyzetük jó hőáramlást tesz lehetővé, elősegítve ezzel mind az egységek környezetében, mind a konténer egészében a kedvező hőeloszlást. Valamennyi egység dugaszolható kivitelű.

A berendezés egységei korszerű elemek felhasználásával készültek. A tápegységek jó hatásfokú, kapcsolóüzemű kivitelűek. A mikrohullámú áramkörök duroid lemezen kialakított mikrosztripp vonalakkal és chip alkatrészekből épülnek fel.

A távbeszélő és távíró alapsávi áramkörök, a vezérlő és üzemfelügyeleti egységek, LSI integrált áramkörök (szűrők, memóriák, kodekek, mikroprocesszorok) és korszerű technológiájú elemek



9. ábra. Konténerbe szerelt alállomás

(MOS, TTL, LS és CMOS) alkalmazásával készültek. Egy konténerbe szerelt alállomás fényképét a 9. ábra mutatja.

#### 4.2 Mikrohullámú adó-vevők

A mikrohullámú adók és vevők egy-egy komplex egységet alkotnak: egyetlen márt doboz rekeszeiben vannak elhelyezve mindazon áramkörök, amelyek a teljes adó és vevő funkció ellátásához szükségesek. Ilyen módon az adónak egy alapsávi digitális jeleket fogadó bemenete és egy mikrohullámú kimenete van, a vevőnek pedig egy mikrohullámú bemenete és egy alapsávi digitális jeleket szolgáltató kimenete. A központi állomás és az alállomás vevője azonos felépítésű és konstrukciójú. Az adók szintén egyforma mechanikai és elektromos konstrukciójúak a funkciójukból eredő eltérésekkel: az alállomás adója vezérelt kapcsolókat is tartalmaz. A mikrohullámú áramkörök dielektromos hordozón szalagvonalas kivitelben, hibrid integrált technológiával, a KF és alapsávi áramkörök nyomtatott áramköri lemezen korszerű alkatrészek felhasználásával készülnek.

Az adók és vevők teljes sávú működésre alkalmasak, működési frekvencia a frekvencia-szintetizátorok programozásával jelölhető ki.

A kompakt felépítésének és a korszerű technológiának köszönhetően az egységeket jó hatásfok és igen nagy megbízhatóság jellemzi.

#### 4.2 Áramellátás

A központi állomást a helyi távbeszélő központ tápfeszültsége látja el (-48 V +15, -20%). Teljesítményfelvétel 64 előfizető esetén: 100 W.

Az alállomások 220 V ± 15%, 50 Hz ± 2 Hz hálózati feszültségről üzemelnek, ebből egy külön konténerben elhelyezett 220/48 V-os átalakító szolgáltat szünetmentes 48 V-os egyenfeszültséget.

A szünetmentes cseptöltéses, puffer áramforrás 50 A ó kapacitású akkumulátorral rendelkezik, mely áramkimaradás esetén 8 órai üzemet biztosít.

Teljesítményfelvétel ismétlő- és végállomásnál 12 előfizető esetén 70 W.

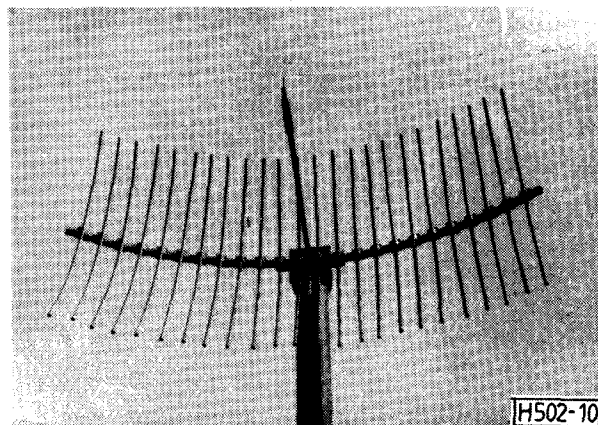
#### 4.4 Antennák

A mikrohullámú jelek sugárzása és vétele központi állomáson kör- vagy szektorsugárzóval, ismétlőállomásokon szektor- vagy tölcésr-sugárzóval, végállomásokon tölcésr-antennával vagy rudakból kialakított könnyűszerkezetű parabolaszegmens antennával történik.

Antenna választók:

Központi állomáson:	
körsugárzó	9 dB nyereséggel
szektorsugárzó (60°)	13 dB nyereséggel.
Ismétlő- és végállomáson:	
szektorsugárzó (60°)	13 dB nyereséggel
tölcésr-sugárzó	10,15,20 dB nyereséggel
parabolaszegmens	17 dB nyereséggel.

Az antennák akár függőleges, akár vízszintes polarizációval üzemeltethetők. A parabolaszegmens antenna fényképét a 10. ábra mutatja.



10. ábra. Parabolaszegmens antenna

## 5. Hivatkozások

[1] Italtel (Italy) katalógus: RTR 102 Rural Radiotelephony System.

[2] Farinon (Canada) katalógus: Subscriber Radio for the 1,5 GHz Band.

[3] SR Telecom (Canada) katalógus: SR-1536 Subscriber Radio for the 1,5 GHz Band.

[4] ITT-Bell (Antwerpen) katalógus: Rural Radio Telephone System 2000.

[5] Harris (USA) katalógus: LRD-1500 Point-to-Multipoint Radio System

[6] TRT (France) katalógus: TRT-1500 Modular Rural Telephone System.

[7] Időosztásos működésű előfizetői rádió távbeszélő berendezés rendszerterve. TKI Intézeti tanulmány, 1980.

[8] G.Battistig, A. Benedek, A. Marczy and P.Róna: A Simple Point-to-Multipoint Subscriber Radio System in the 1,4 GHz Band, IEEE Int. Conf. on Communications, Chicago (USA) ICC '85. pp 740—743.

---