

# Előfizetői mikrohullámú rendszer

DR. BOGNÁR ZOLTÁN

Posta-vezérigazgatóság

A gyakorlatban megszokottá vált, hogy a távbeszélő-hálózatokban mikrohullámú rendszerekkel trónk-összeköttetéseket létesítenek, kis és nagy csatornaszámúakat, TV-csatornákkal keverten vagy önállóan, analóg vagy digitális átvitelrel stb. Jelentős szerephez jutottak már az ilyen összeköttetések a távbeszélő-hálózat különböző más szintjein is. Az alábbiakban egy új szinten, az előfizetői távbeszélő-hálózatban alkalmazható mikrohullámú rendszert ismertetünk egy kanadai gyártmány bemutatásával. Hasonló céllal korábban is fejlesztettek ki rendszereket, azonban a legelőnyösebb frekvenciafelhasználást az itt alkalmazott működési elv révén lehetett elérni.

Az előfizetői mikrohullámú berendezést ritkán láttak, egymástól távol eső települések távbeszélő ellátására dolgozták ki. Itt ugyanis megéri a központ és az előfizetők közötti nagy távolságot részben mikrohullámú összeköttetéssel áthidalni, a létesítési idő és a költségek csökkentése szempontjából.

Ezen rendszernél az előfizetők 6-os csoportokban a hagyományos vezetékös módon csatlakoznak a mikrohullámú rendszerhez. A központhoz más előfizetők közvetlenül vezetékös módon is csatlakozhatnak.

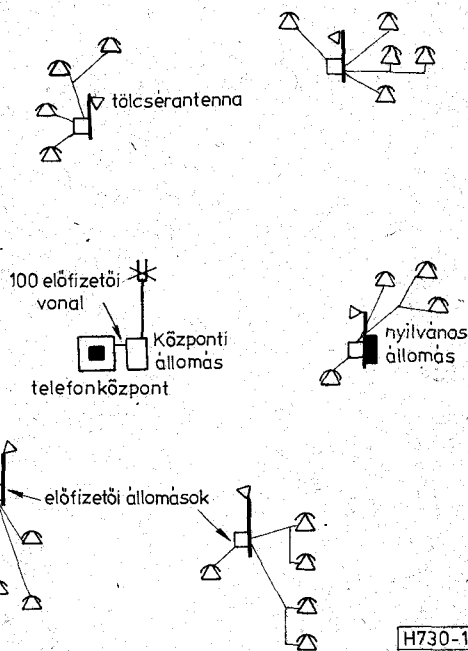
A vezeték nélküli rész itt is, mint az átviteltechnika más területein, együtt jár a gyors telepítés lehetőségével, és az esetek túlnyomó többségében lényeges költségcsökkenést, minimális építési igényt, nagyobb megbízhatóságot eredményez.

A következőkben ismertetjük a rendszer felépítését és működését, vezérlését, a jelzésátvitelt, az áramellátást, és szólnunk néhány konstrukciós és üzemviteli szempontról.

## A rendszer felépítése

A kiépítésnek egy példáját mutatja az 1. ábra. A rendszer egy központi mikrohullámú állomásból és több előfizetői mikrohullámú állomásból áll. A központi állomás a telefonközponthoz közvetlenül, kábelen vagy mikrohullámú rendszeren csatlakozik. Az előfizetői mikrohullámú állomásokhoz a telefon-előfizetők vezetékös csatlakoznak.

A központi állomás körsugárzó vagy egy szegmens-t besugárzó antennával, az előfizetői állomások pedig tölcserantennákkal vannak ellátva.



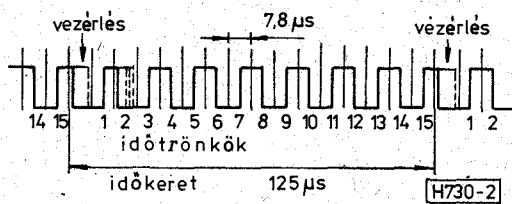
1. ábra

Látható, hogy a telefonközpont vonalai a központi állomás és az előfizetői állomások mikrohullámú hálózatán át jutnak el az előfizetőkhez. A telefonközpont vonalai (100) a központi mikrohullámú állomáshoz csatlakoznak, míg az előfizetői mikrohullámú állomásokhoz csak néhány (6) telefonelőfizető. Az előfizetői állomásokhoz tartozó előfizetők számának összege azonos a központi vonalak számával és összetartozásuk is meghatározott.

A rendszer tehát ugyanazt a szerepet tölti be, mint a helyi hálózat. Beszédátvitel mellett a jelzésátvitel, telex jelek átvitele is biztosított. Ikerállomások is csatlakoztathatók, valamint pénzbedobós készülék és egyéb, a távbeszélő-szolgáltatás megszokott esetei.

A berendezés időosztásos rendszerű, a 300–3400 Hz távbeszélőjelet, 125  $\mu$ s-onként vett mintákkal viszi át a központi mikrohullámú állomás és az előfizetői mikrohullámú állomások között, ezért ugyanazon a vivőfrekvencián egyidejűleg több, a fenti időkeretben elérő beszélgetés folytatható. A rendszer szinkronizáltsága biztosítja ily módon, hogy két frekvenciával (egy a központi állomás—előfizetői állomás, a másik vissza irányban) a 100 előfizető

Beérkezett: 1980. III. 5.



2. ábra

kiszolgálható. A távbeszélő-igénybevétel statisztikus jellegéből adódik, hogy az átviteli utakat az előfizetőknek csak mintegy 10–20%-a veszi egyidejűleg igénybe, vagyis 5–10-szeres koncentrálás válik lehetővé. Ebben a rendszerben max. 15 időrest használhatnak az előfizetők egyidejűleg, és 1 időrest szolgál a rendszer vezérlésére. Az időrestek kijelölése igényalapon történik. Ez azt jelenti, ha csengetés jön a központ felől valamelyik vonalon, és a hívott előfizető nem foglalt, a központi állomás egy szabad időrestet jelöl ki a beszélgetés lefolytatására. Az előfizetői állomás felőli híváskezdeményezés (kézibeszélő felemelése) esetén az időrest kijelölése ugyanúgy történik. A beszélgetés folyamata alatt az időrest állandóan újra és újra kijelölésre kerül, majd annak befejezése után a kijelölés megszűnik. Az időtrónköket a 2. ábra mutatja.

A vezérlésre szolgáló időrestben csak 0 és 1 átvitel történik, míg a többiben az impulzus szélessége változik a minta amplitúdójának megfelelően, azaz a modulációs mód PWM vagy PDM. A 2. ábrán a 2. trónk aktív.

A rendszer teljes szinkronizmusa biztosítja, hogy az időrestek igénybevétele tetszés szerinti lehet bármely előfizetői állomáshoz tartozó előfizető részéről, szélső esetben akár mind a 15 időrest kijelölhető valamely időtartamban ugyanazon előfizetői állomáshoz tartozó előfizetők számára is. Mint említettük, alapkiépítésben azonban csak 6 előfizető tartozik egy előfizetői állomáshoz. Szükség esetén ez növelhető.

A központi állomás körsugárzóval kisugárzott jelét minden előfizetői állomás veszi, azonban válaszolni csak az válaszol, amely számára időrest van kiosztva, vagy amelyhez tartozó előfizető a vezérlő időresten át a saját címét vette.

### A rendszer vezérlése

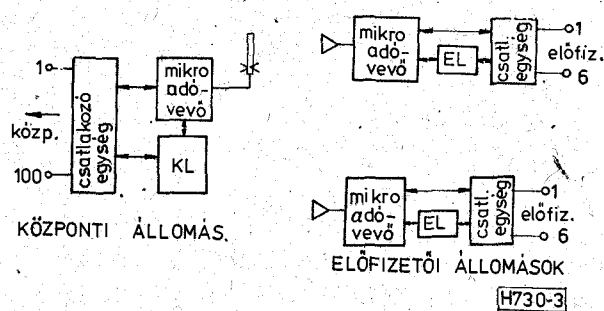
A rendszert a központi állomás logikai egysége (KL) vezérli. Ez irányítja az előfizetői állomások logikai egységeinek (EL) működését.

A KL funkció:

- figyeli a rendszer forgalmi és üzemi állapotát;
- kijelöli és elveszi az időresteket a forgalmi (és esetleges elsőbbségi) viszonyoknak megfelelően.

A logikai egységek csatlakozásait a 3. ábra mutatja.

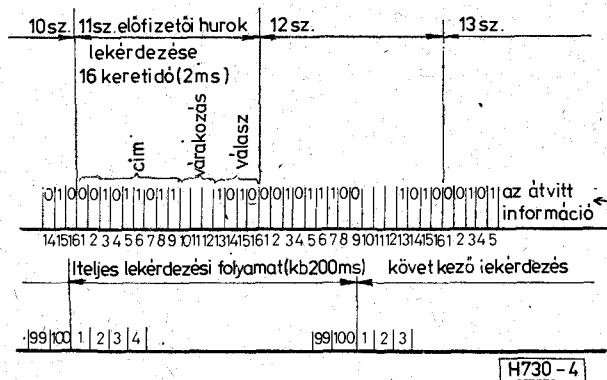
A rendszer forgalmi állapotát állandóan figyelni kell, hiszen a teljes időtrónkkészlet (15) felhasználása esetén újabb nem jelölhető ki, sem a központ felől érkező hívás, sem az előfizetői oldalon, a kézibeszélő felemelése esetén. Nem jelölhető ki időrest valamely előfizető részére, ha a kézibeszélőt felemel-



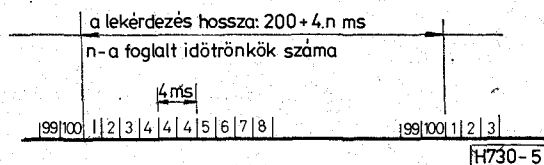
3. ábra

ték, hiszen azon vagy hívás történik, vagy már beszéd folyik. Akkor sem jelölhető ki időrest, ha pl. áramellátási hiba van. Az üzemi és forgalmi állapot állandó figyelését a KL a vezérlő időresten keresztül végzi. Az előfizetői hurkok csatlakozóegységeit egyenként végigkérdezi. Egy előfizetői hurok lekérdezési folyamatát és a 100 előfizető lekérdezési folyamatát a 4. ábrán mutatjuk be. A központi állomás a címet (ami az előfizető száma bináris formában) a körsugárzó antennán át minden irányba kisugározza. Választ azonban csak attól az előfizetői állomástól kap, amelyhez a címzett előfizető tartozik. A válasz a kézibeszélő felemelt vagy letett állapotáról és az áramellátásról (primer tápfeszültség, 220 V~) hoz információt. Ez tehát állandó folyamat. A 4. ábrán a lekérdezési folyamat normál állapotát mutatjuk be. Ha valamely időtrónk foglalt, a lekérdezés meghosszabbodik (5. ábra) a hurok lekérdezésének kétszeri megismétlése miatt.

Az ábrán a 4. sz. időrest foglalt. Így tehát forgalom alatt a lekérdezési folyamat hossza 200–260 ms között változik. A kétszeri járulékos lekérdezés akkor történik meg, ha az előfizető felemeli a kézibeszélőt (ez ugyanis az első válaszban már megjelent) vagy a központ felől hívás érkezik, és a kézibeszélő nincs felemelve. Ez utóbbi azért következik be, mert az előfizetői vonalak lekérdezésével párhuzamosan a



4. ábra



5. ábra

központi vonalakat is állandóan és ciklikusan vizsgálja a KL, csengetés megjelenését keresve. Az első (5. ábra) járulékos lekérdezést már EL „kapcsolás”-ként értelmezi, de a kijelölt időrés számát adó információ csak a második alatt érkezik meg, amellyel a kijelölés befejeződik, és a központ vonala és az előfizető közötti kapcsolat létrejön. Ez ugyanúgy játszódik le, ha csengetés jelenik meg a központ vonalán, vagy ha az előfizető a kézibeszélőt felemelte. Az 5. ábra járulékos lekérdezése a „tartás” alatt is ugyanígy játszódik le mindaddig, míg a beszélgetés befejezését (kézibeszélő visszahelyezését) jelző állapotváltozás meg nem történik. A T-hang, ill. tárcsaimpulzusok átvitele tehát már a kijelölt időtrónkón át történik.

### Csatlakozóegységek

A 3. ábrán megadott csatlakozóegységek a központi állomáson 100, az előfizetői állomásokon 6–6 vonali kártyát tartalmaznak (6. és 7. ábra).

A hangfrekvenciás jelek útja az ábrákon jól követhető. A kapuk a KL-től kapott 7,8  $\mu$ s alatt vannak nyitva. Az egyes vonalak kártyáinak kimenőjeleit a PAM sín gyűjti össze, majd ez a jel PAM/PWM átalakítón át a mikrohullámú adóba kerül.

Vétel oldalon a különböző állomások jeleinek vétele a frekvenciaeltérések miatt, FM átvitel lévén

az egyenáramú összetevőben, különbséget idéznek elő, ezt differenciálással távolítják el. A különböző állomások vétele, az impulzusok közötti zajnövekedés és az azok kikapcsolása okozta tranziensek miatt zavaró zajcsúcsokat hoz létre. Ezeket az szünteti meg, hogy a PWM sín általában földelt, csak a vezérlő időrés (7,8  $\mu$ s) alatt és a foglalt időrések középpontjára szimmetrikus 5,5  $\mu$ s időtartam alatt nem. A háromfokozatú, ötpólusú aluláteresztő szűrő állítja vissza a beszédjelet, amelyet egy hangkapcsolású csillapító követ. Ez 6 dB-lel csökkenti a zajt beszédszünetekben. A kapcsolási küszöb  $-30$  dBmO.

A központi állomáshoz közelebb eső előfizetői állomások adását időben késleltetni kell, hogy azok által adott impulzusok a teljes szinkron működés megfelelő időréseben érkezzenek. A legnagyobb késleltetés a legközelebbi előfizetői állomáson (0,6 km) szükséges, a távolabbiakon ez csökken. A késleltetés durva és finom szabályozással állítható az EL-ben. Ennek megfelelően kapja az előfizetői állomás adója (teljesítményerősítő tápfeszültség) az indító impulzust.

### Jelzésátvitel, szinkronizálás

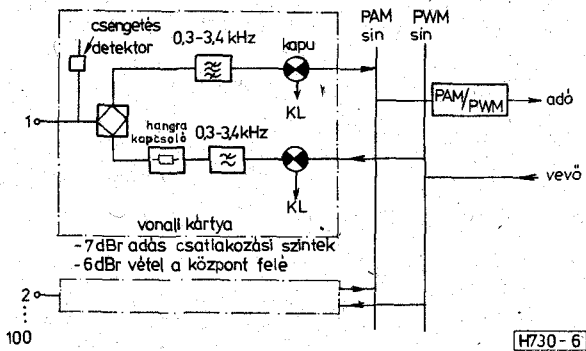
A villaállás információ átvitelének módját, az időrés kijelölését fentebb ismertettük. Ezt az információt egy komparátor adja, melynek referenciafeszültségét a beszédáramot adó tápfeszültség szolgáltatja, így ennek a működése függetlenné válik a tápfeszültség változásától. A komparátor lassú működésű része szolgáltatja a villainformációt, gyorsműködésű része pedig a tárcsaimpulzusokat. Az impulzusok alatt EL 4 kHz-et ad a PAM sínre a kijelölt időrésben. Ez akkor is megtörténik, amikor a központi állomás felől hívás jön, de az előfizető a kézibeszélőt még nem vette fel.

A központi állomás csatlakozó egységének vonali lapján egy, az egyenáramú hurkot biztosító kapcsoló és egy tárcsarelé szimulálja az előfizetői készüléket, melyek vezérlése a kijelölt időrésben átvitt 4 kHz-cel történik.

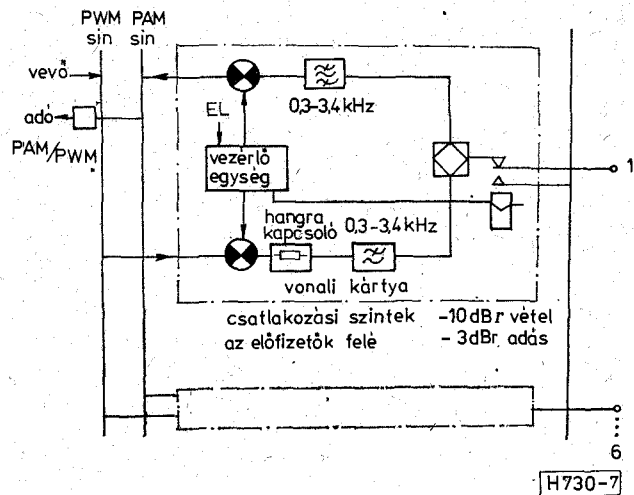
Ikerállomás esetén a jelzésátvitel a 4 kHz-es jel fázisának megfordításával történik.

Ez a 4 kHz-es jel is szinkronban van a rendszer többi jelével, amelyek a központi állomás 4,096 MHz-es vezérosszillátorának jeléből vannak leosztva. A mikrohullámú rész oszillátorainak jele ezzel nincs kapcsolatban. Az előfizetői állomások vezérosszillátorai fázisszinkronban működnek a központi állomással.

A szinkronizálás a lekérdezési folyamat első időréseben történik, tehát minden 2 ms-ban. A KL földeli a PWM sint 2 ms-ként a vezérlő időrés közepén 5 ms-ra. Az előfizetői állomáson a szinkron-detektor kétutas módban működik, ezt egy integrátor és impulzusformáló követi. A detektált impulzusok autokorrelátoron át jutnak a hiányzóimpulzus-detektorra, ami az utolsó szinkronimpulzushoz viszonyított megfelelő időpontban várja a beérkező szinkronimpulzust. Amikor rövid idejű fading esetén a jel zajossá válik, az előfizetői állomás számlálói folyamatosan működnek, mivel a fázishurok miatt az oszillátor frekvenciája csak lassan változik. Amikor



6. ábra



7. ábra

a szinkronimpulzus ismét megjelenik, nagy valószínűséggel ezek még fázisban vannak. Hosszú idejű fading esetén a szinkronizmus megszűnhet, ekkor a jel visszatérte esetén a szinkronizmus megszűnhet, ekkor a jel visszatérte után a hiányzóimpulzus-detektor az első két, egymást követő szinkronimpulzus beérkezésekor a számlálót 0-ról indítja.

Az előfizetői mikrohullámú állomásba egy tiltás is be van építve. Az adó nem működik az alábbi feltételek valamelyikének bekövetkezése esetén:

- az előfizetői állomáson AFC hiba van;
- a jel—zaj viszony rossz;
- a szinkronizmus nem áll fenn.

### A KL működésének vázlatos ismertetése

A központi logika vezérlési funkcióját egy mikroprocesszor végzi, amely egy központi processzorból, vezérosszillátorból, egy véletlen hozzáférésű memóriából (RAM) és egy csak kiolvasó memóriából (ROM) áll.

A RAM tárolja az állandóan változó információkat, amelyek az üzemállapottal és forgalmi állapottal kapcsolatosak. A processzor ezen információk alapján hoz döntéseket. A ROM-ba gyárilag vannak beírva a vezérlés működési algoritmusai, amelyeknek egyes részei véletlen hozzáférésűek.

A mikroprocesszor fő feladatait már említettük. Közelebbről az alábbi feladatokat látja el:

- ciklikusan végigkérdezi valamennyi előfizetői vonalat villa-információt kérve és a központi vonalait, csengetést keresve;
- számlálja a foglalt időtrónkókat;
- időtrónkókat jelöl ki és vesz el a központi vonalaktól, ill. az előfizetőktől azok igényeinek megfelelően;
- figyeli valamennyi vonal riasztási állapotát;
- figyeli az előfizetői állomásokhoz menő átviteli utakat.

Működési algoritmusai közül egyet, a „kapcsolás”-t mutatjuk be.

Kézibeszélő felvétele vagy a központ felől csengetés beérkezése esetén az alábbi kérdésekre keresi a választ a RAM-ban rendelkezésre álló információkból:

- |  |       |
|--|-------|
| 1. Csengetés van a vonalon?                    | Igen  |
| 2. A kézibeszélőt felvették?                   | Nem   |
| 3. Nincs riasztás a vonalon?                   | Nincs |
| 4. Foglalt az előfizető?                       | Nem   |
| 5. Van csatlakozó kártyája az előfizetőnek?    | Igen  |
| 6. Van összeköttetés az előfizetői állomáshoz? | Igen  |
| 7. Van szabad időtrónkó?                       | Igen  |

A válaszokat ismét tárolja a RAM-ban. Ilyen válaszok esetén megismétli a címzést, ill. indítja a járólekos lekérdezést. Ez már utasítást a központi és előfizetői állomások számára, hogy „készüljenek fel a beszédút összekapcsolására”. A harmadik lekérde-

zés már megjelöli azt az időtrónkót, amelyen a beszélgetés lefolytatható.

Eltérő válaszok esetén a „Rontás” kérdéssor indul.

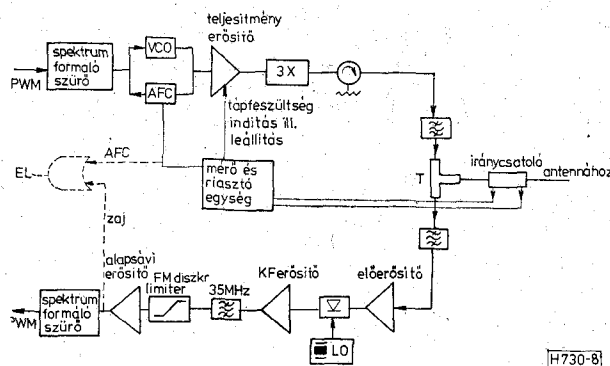
Az egymás után következő azonos válaszokat KL „jó az összeköttetés”-ként értelmezi, mivel az állapotok igen lassan változnak a lekérdezés sebességéhez képest. Az eltérő válaszok esetén is 2,5 másodpercig fenntartja az összekapcsolást a rövid idejű fadingok hatásának kiküszöbölése végett.

A riasztási állapotokat is feldolgozza a KL, és vezérli a riasztóegységet.

### Mikrohullámú rész

Vázlatát a 8. ábra mutatja. A szaggatott vonallal rajzolt rész csak az előfizetői állomáson található.

A mikrohullámú adó-vevő felépítése a központi állomáson és az előfizetői állomáson azonos az ábrán látható kivétellel és azzal, hogy az antennatápvonalon haladó és reflektált teljesítmények figyelése csak a központi állomáson van.



8. ábra

### Az adó

A belépő PWM jel spektrumformáló szűrőn át jut az oszcillátorba, melynek frekvenciája feszítéssel szabályozható (VCO). Ez állítja elő a frekvenciamodulált jelet a kimenő frekvencia 1/3-án. Az oszcillátor közepes frekvenciáját AFC áramkör tartja  $\pm 2 \cdot 10^{-5}$  stabilitással. Ezt a jelet egy teljesítményerősítő egység erősíti, amely meghajtó fokozatból, teljesítményerősítőből, szűrőből és kapcsoló fokozatból áll. (Ez utóbbinak a tápfeszültsége indítóimpulzussal 0 V vagy 12 V-ra állítható.) A kimenő teljesítmény kb. 12 W. Ez az egység a központi állomáson állandó tápfeszültséget kap, így az adás ott folytonos, míg az előfizetői állomásokon csak az EL által adott indítóimpulzus időtartama alatt kap tápfeszültséget. Ez a vezérlés az EL-től a vezérlő időrés és a forgalom számára kijelölt időrés alatt érkezik. A háromszorozó állítja elő a kimenő jelet az 1,5 GHz-es sávban. Vesztesége kb. 3 dB. A jel izolátoron, duplexeren át az antennára jut. A duplexer adó és vevő RF szűrőből és egy T elágazásból áll.

Az AFC-ben a modulációt frekvenciaosztással távolítják el a vivőről. Az előfizetői állomások AFC hibája leállítja az adó működését.

## A vevő

Felépítése a közismert FM vevőkével azonos. A központi frekvencia 35 MHz. FM demodulátor és spektrumformáló szűrő után a kimenő alapsávi jel a PWM sínre jut. A vevő kimenete zajzárral van ellátva, amely lezárja a kimenetet, ha nincs jelátvitel.

## Az áramellátás

A központi mikrohullámú állomáson külön kapcsolóüzemű tápegység szolgál a rádiórész és a multiplex rész áramellátására. Ha a telefonközpont áramellátása -48 V-ról történik, akkor egy harmadik szükséges ezek meghajtására.

Az előfizetői mikrohullámú állomás részére a váltó—egyen átalakító elhelyezhető az állomástól távol is (külső- és belsőteri kivétel is van). Az összekötésre kb. 2,5 km-ig telefon érpár használható (max. hurokellenállás 140 ohm). Ez a 85—135 V egyenfeszültség egyen-egyen átalakítón, egy folyamatos töltésű akkumulátoron és egy stabilizátoron át jut az áramkörökhöz.

Az akkumulátorok az előfizetői állomás doboza alá külön vízmentes dobozba vannak szerelve. A legnagyobb forgalom esetén a teljes áramfelvételnél kb. a felét a primer áramforrás, másik felét az akkumulátor szolgáltatja. Kis forgalom esetén töltésre áll át. Az akkumulátorok kb. 2—4 órás üzemet tudnak biztosítani a forgalomtól függően, ha a primer áramellátás megszűnik.

Az akkumulátor doboz hőmérsékletét egy szenzor érzékeli, és ettől függően változtatja a töltőfeszültséget a jó hatásfok érdekében. Magas hőmérsékletnél és teljesen töltött akkumulátornál ez 14,8 V. Alacsony hőmérsékletnél ez 13 V-ra csökken. A beszédáramot adó feszültség -42 és -54 V között változhat.

## Konstrukció, üzemeltetés

A központi mikrohullámú állomás áramkörei egy kb. 50 cm széles, 2 m magas keretben vannak elhelyezve a tápegységekkel együtt.

Az RF adó a keret felső részébe van építve, amely tartalmaz adó-vevővel is ellátható. Az RF egységbe épített műszeregység lehetővé teszi a kimenő teljesítmény és az antennatápvonalról reflektált teljesítmény mérését. Riasztólámpák jelzik a tápvonal állóhullámarányának leromlását és az AFC hibát. Ezen hibák bekövetkezése az adót lekapcsolja.

A vonalcsatlakozó kártyákon is van riasztás, mégpedig az alábbi állapotokkal:

- a lámpa nem világít: az áramkör jól működik;
- folyamatosan világít: az áramkör meghibásodott;
- világít hosszú megszakításokkal: az előfizetői állomáson a váltóáramú táplálás megszűnt, az állomás akkumulátorról üzemel;
- világít rövid megszakításokkal: akkumulátor üzem, de már kimerült, az előfizetői állomás nem üzemel.

A rendszerriasztás az alábbi állapotokat jelzi:

- váltóáramú táplálási hiba egy vagy több előfizetői állomáson;
- KIS hiba: egy vagy több áramkör hibás;
- SÜLYOS hiba: a rendszer valamennyi áramköre hibás.

A forgalmat jelző lámpák az alábbiak:

- forgalom van;
- 12 vagy több trónk foglalt;
- valamennyi trónk foglalt.

A központi állomáson egy indítógomb is található, amely üzembe helyezéskor, hosszú fcszültségkimaradásakor vagy KL hibája esetén a vezérlést alaphelyzetből indítja el.

Az előfizetői állomás, melynek feladata a központi állomással való rádiós és az előfizetőikkel való vezetékes kapcsolat tartása, egy 395×510×300 mm-es, oszlopra szerelhető, rozsdamentes, vízmentes, golyóbiztos dobozban van elhelyezve. Felszerelhető falra vagy oszlopra. Vezetékes csatlakozása sok pólusú, vízmentes csatlakozó, a mikrohullámú pedig N csatlakozó. A belső térben hőmérséklet-szabályozó van, ehhez tartozik a doboz tetején elhelyezett hűtőborda is.

A vonali kártyák előlről, a rádió rész hátulról hozzáférhető. Az akkumulátor külön dobozban van, és ez alulról van a berendezés dobozához felcsavarozva.

A vonali kártyák egy kis kóddugót tartalmaznak, amely a központi állomás megfelelő vonalával azonosítja az egyes előfizetők kártyáit. A kártya meghibásodása esetén ezt ki kell emelni, és áthelyezni az új kártyába. Üres kóddugókra az azonosító kódot egyszerű kézfűrével lehet beírni.

Szervizmunkák esetén „szerviz-dugót” kell alkalmazni, ekkor KL nem ad riasztást.

A terjedési időkülönbségeket is itt kell kiegyenlíteni megfelelő furatokkal ellátott durva időzítő dugóval és beállítással. Ehhez vizsgálógenerátort kell csatlakoztatni a központi állomáson, behelyezni a finom időzítő dugót, rácsatlakozni a vonalra, és a finom időzítő potmétert füttyminimumra kell állítani.

Az előfizetői állomáson egy másik előfizetői doboz is elhelyezhető, amely csak multiplex részeket tartalmaz, rádiós kapcsolata a központi állomással csak a teljes kiépítésű előfizetői állomáson keresztül van. Így tehát egy előfizetői állomáshoz már 12 előfizető csatlakoztatható.

Az üzemeltetés során a meghibásodásokat kártyacserevel kell javítani, amely átlagosan 10 percet vesz igénybe. Ez a munka különösebb képzettséget nem igényel.

Az ismertetés igyekezett átfogó képet adni egy olyan új eszközről, amely hozzájárulhat telefontudásaink enyhítéséhez. Ez azonban csak úgy lehetséges, ha hasonló rendszer hazai fejlesztésben és gyártásban is rendelkezésre áll.

A szerző köszönetet mond Fodor Jánosnak, aki az információs anyagokat rendelkezésre bocsátotta.