

Kábeltelevíziós és műholdvevő főállomások új generációja a BHG-ban

BERCZI SÁNDOR – SZALAY ISTVÁN
BHG Fejlesztési Intézet

ÖSSZEFOGLALÁS

A BHG (az összevonás előtt a HTV) mintegy 20 éve foglalkozik különböző nagyközösségi és kábeltelevíziós eszközök fejlesztésével és gyártásával. Cikkünkben az új fejlesztések közül az 1989-ben sorozatgyártásba kerülő kábeltelevíziós főállomást és a Hirschmann licence alapján készülő közösségi műholdvevő berendezést ismertetjük.

Kábeltelevíziós főállomás

Az új fejlesztésű főállomás mintegy 8 éves fejlesztői és gyártási tapasztalat eredménye. Már 1980 óta van sorozatgyártásban szovjet igényre kifejlesztett 5 csatornás főállomás. Ebből a típusból, amely az alapját képezte a később kifejlesztett változatoknak, évente mintegy 100 készlet kerül legyártásra és kiszállításra. A főállomás egyszerűen transzponáló konverterekből állt, amelyek később csatornaerősítőkkel egészültek ki. Már ez a konstrukció rendelkezett azonban automatikus tartalékcsatlóval, és kiegészíthető volt a rendszer pilotgenerátorral is. E főállomás továbbfejlesztett változata ma is készül, szerényebb igények kielégítésére (pl. szomszéd csatorna nélküli üzemmódra, I-II-III. sáv alkalmazására) még nagyközösségi rendszerekben is alkalmazható. Ez kedvező árfekvésének is köszönhető, hiszen itt az egy csatornaegységre eső főállomás költség kb. 10 000.- Ft.

Legújabb fejlesztésű főállomásunknál arra törekedtünk, hogy a berendezés valamennyi új igénynek és műszaki követelménynek eleget tegyen.

A fejlesztés során kitűzött műszaki követelmények:

- szomszéd csatornás jelátvitel lehetősége,
- kiegészítő csatornák alkalmazása,
- automatikus tartalékolás,
- segédjelek biztosítása,
- visszirányú jelátvitel,
- szünetmentes tápáramellátás a főállomáson túl a törzshálózat részére is,
- adásszünetben mérőórák kiadása.

A szomszéd csatornás jelátvitel követelményei és problémái

A főállomás szelektivitásának a szomszéd csatornák kép-, ill. hangvívóin nagyobbak kell lennie, mint 60 dB. Ez a követelmény igen nagy igényeket támaszt mind a vevőkonvektor bemenőszűrőjével, mind az adókonverter kimenőszűrőjével

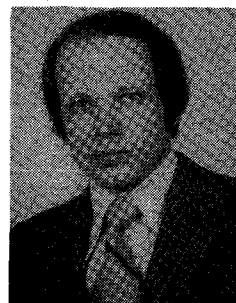
Beérkezett: 1988. XI. 21. (H)



BERCZI SÁNDOR

1976-ban végezte el a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolát. A főiskola befejezése után a VILÁTI-nál, majd az Elektrotechnika Szövetkezetenél dolgozott. 1980 márciusában került jelenlegi munkahelyére Békéscsabára HTV 8. sz. gyárához. Itt termeléssel

kapcsolatos műszaki problémákat kellett megoldania a vállalat nagyfrekvenciás termékelnél, melyeknek jelentős része Hirschmann berendezés volt. 1985-től fejlesztő mérnökként dolgozott, majd 1986 közepétől a BHG-FI alkalmazottjaként építőelemeket fejlesztett ki CATV rendszerek részére.



SZALAY ISTVÁN

1974-ben végezte el a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karának híradástechnika szakát. Ebben az évben lépett be az Elektromechanikai Vállalathoz, ahol először tv- adástechnikai áramkörök fejlesztésével, majd 1976-tól a BHG Fejlesztési Intézetben (az EMV jogutódjánál) általános adástechnikával, többek között URH adókkal

foglalkozott. 1978-tól a tv-átjátszástechnika a fő területe. Laborvezetőként az 1-10-100 W-os új átjátszócsalád több részegységét fejlesztette ki, s részt vett a rendszertechnika kialakításában. 1987-től a Vételtechnikai és Átjátszó osztály vezetőjeként a KTV rendszerek és műholdvétel rendszertechnikájával és áramköri fejlesztéseikkel is foglalkozott.

szemben. Középfrekvencián felületi hullámszűrőt kell alkalmazni. A szomszéd csatornás jelátvitelhez nagy spektrumtisztaság szükséges, így a szomszéd csatornában (és természetesen a frekvenciasávok bármely részén) -60 dB-nél kisebbnek kell lenni a zavaró termékek szintjének a hasznos jelhez képest. Az FM konvertereknél a megfelelő szelektivitást a középfrekvencián (10,7 MHz) alkalmazott kerámiaszűrő biztosítja.

Automatikus tartalékolás

A rendszer csak a TV csatornaegységek és - külön igény esetén a pilotgenerátorok tekintetében rendelkezik automatikus tartalékolással. A tartalékolt TV csatornaegységeknél a megfelelő prioritások kijelölhetők. A közösztő és végerősítő egységek ún. hidegtartalékkal vannak ellátva, ame-

lyek az üzemi egységek meghibásodása esetén manuálisan hozhatók működésbe.

Segédjelek biztosítása

A jelenleg gyártott pilotgenerátor 42 és 294 MHz-es pilotjeleket produkál. A kiegészítő csatornák igényének megjelenése és a rendszerenkénti különböző követelmények miatt szintózeres pilotgenerátor került kifejlesztésre, amely bizonyos tartományban tetszőleges frekvenciájú pilotjeleket szogáltat.

Alsó pilotfrekvencia: 60-150 MHz

Felső pilotfrekvencia: 280-310 MHz

A pilotjelek frekvenciát a gyártó állítja be a megrendelő igényei szerint (összhangban az alkalmazott törzserősítőkkel).

Visszirányújelátvitel

A főállomás alkalmas az 5-30 MHz-es tartományban érkező visszirányú információk különválasztására és szintbell helyreállítására. Az előre irány-

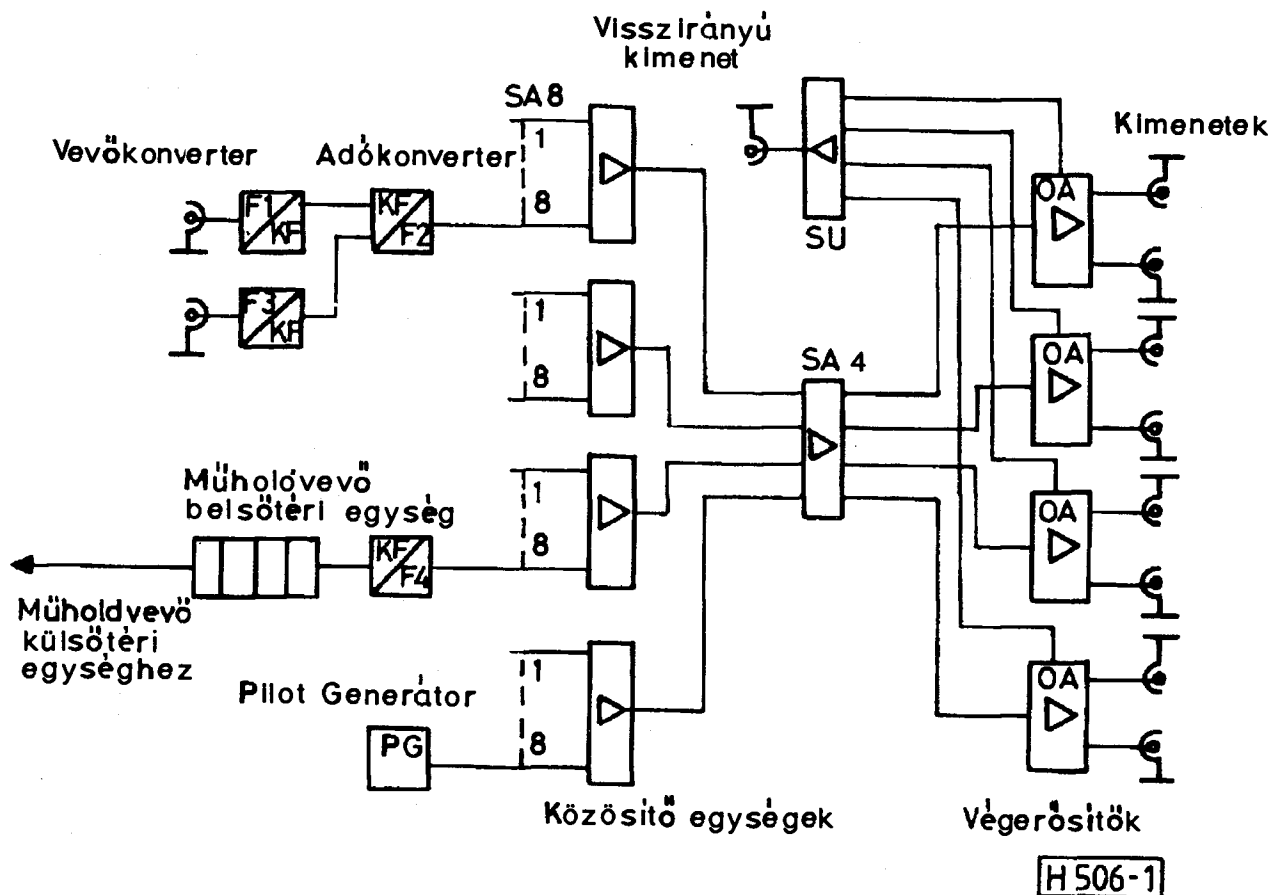
ba történő visszafordításról ún. adatkonverterek gondoskodnak.

Szünetmentes tápáramellátás

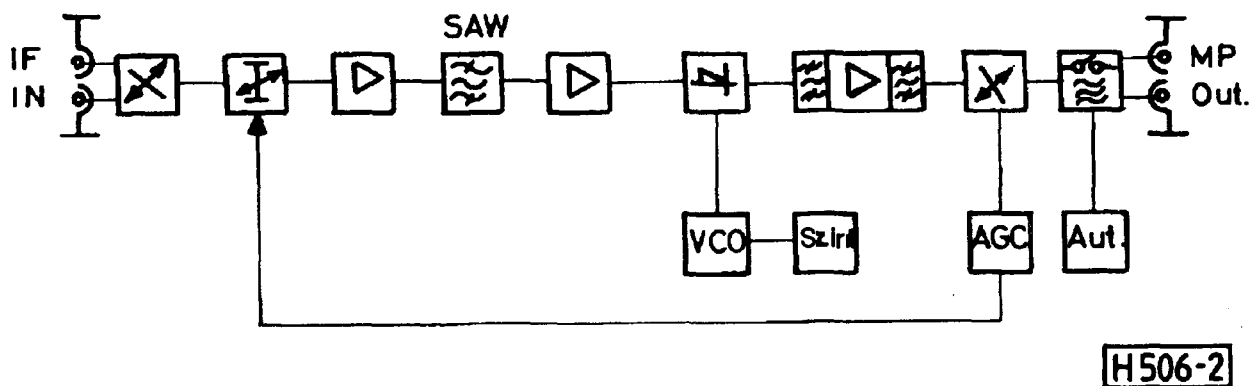
Az alkalmazott tápegységek egyaránt működnek 220 V-os hálózatról és 48 V-os akkumulátor telepről. Hálózatkielésbiztos üzemmód megvalósításának igénye esetén automata töltőberendezéssel (szintén BHG gyártmány) pufferelt akkumulátor telepet alkalmazunk, amelyre a tápegységek - hálózat kimaradás esetén - automatikusan átkapcsolnak. A törzshálózatot ugyanez az akkumulátor telep látja el 48V-os egyenfeszültséggel (A váltakozó áramú, ill. alternatív táplálású rendszer jelenleg van fejlesztésben.) Az akkumulátor telep kapacitását általában úgy méretezzük, hogy max. 4 órás tartós hálózatkielést bírjon el. A hálózat kimaradása esetén a berendezés jelzést ad.

Mérőábrák kiadása

Adásszünetben bizonyos csatornákon mérőábrák kiadása lehetséges. A mérőábrák kiadása az elő-



1. ábra. Főállomás rendszertechnika



2. ábra. Adókonverter

re meghatározott kombinációknak megfelelően automatikusan történik.

Főállomás rendszertechnika

A főállomás felépítése az 1. ábrán látható. A tápláló egységet az ábrán nem jelöltük, ez a végerősítők (OA) és a törzshálózat között helyezkedik el.

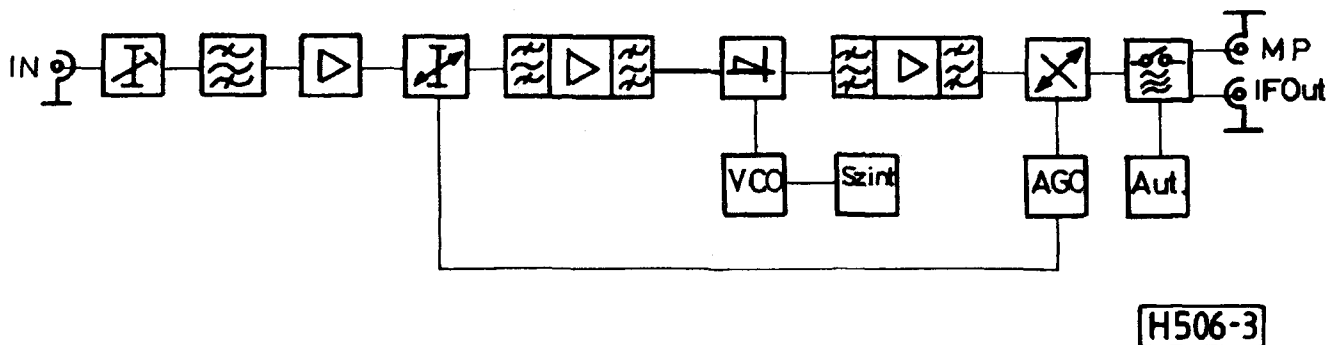
Az ábrán látható módon a főállomás 8 induló irányt képes ellátni. A végerősítők tartalmazzák a váltószűrőket és a visszirányú közösztőt és erősítőt is. Így a végerősítőkből közösztve és szintben helyreállítva nyerhetők ki a két kimenet felől érkező visszirányú információk. Amennyiben szükséges, a négy végerősítőből érkező visszirányú jel tovább közösztíthető a visszirányú gyűjtő egységgel (SU).

A végerősítők irányonként szélessávú hibrid Integrált áramkörökkel vannak megvalósítva, ez biztosítja a nagy kimenőfeszültséget és az igen jó kimeneti reflexiócsillapítást. A végerősítők direkt irányú táplálását gyűjtőerősítő (SA-4) végzi, amely négy irányból közösztli az információt. A közösztítést és a szétosztást iránycsatoló hálózat biztosítja, a csillapítást hibrid Integrált áramkör kompenzálja. A bemenetek számát újabb passzív iránycsatolók megkétszerezhetik, s így már nyolc

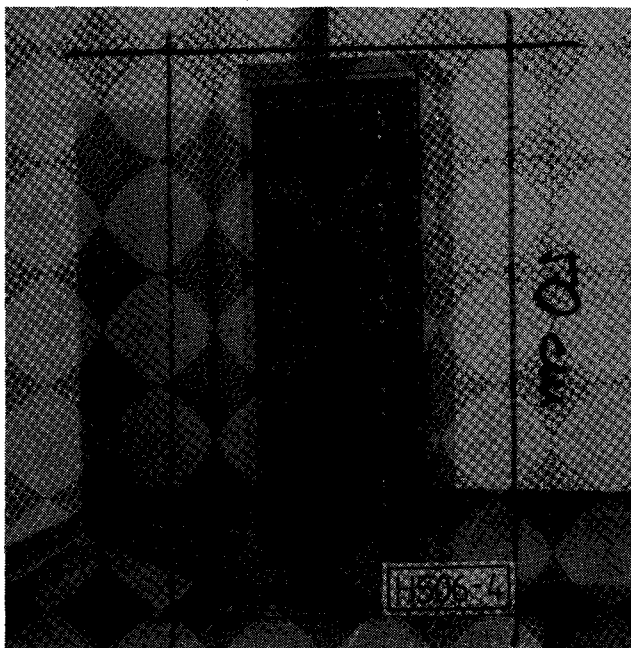
bemenőirány lehetséges (SA-8). Az SA-4 bemenetekre további nyolcbemenetű közösztő egységek csatlakoznak. Ily módon 4x8 vagy 8x8 különböző Jelforrás közösztíthető és osztható szét a törzshálózat számára. Az SA-4 vagy SA-8 közösztőegységek bemenetelt TV jelátvitel esetén az adókonverterek, FM jelátvitel pedig az FM konverterek táplálják. Az adókonverterek két Kf bemenettel rendelkeznek, így KF modulátoron keresztül megvalósítható az alternatív műsorszolgáltatás is (2. ábra.). Mind a vevő-, mind az adókonverterek automatikus szintszabályozóval rendelkeznek. A transzponáláshoz szükséges frekvenciákat TV konvertereknél frekvenciaszintőzér, FM konvertereknél kvarcoszcillátor biztosítja (3. ábra). Az egységek 6E magas fiókokban, 19"-os vázrendszerben, bővíthető módon helyezkednek el (4. ábra).

Műszaki adatok

Kimenőfeszültségek:	
IMA III(B) ≤ 60 dB esetén	124 dB uV
Jel-zaj viszony (effektív érték, súlyozott)	≥ 50 dB
Differenciális erősítés	$\leq \pm 3\%$
Differenciális fázis	$\leq \pm 2^\circ$
Csoportfutási időingadozás	$\leq \pm 20$ ns



3. ábra. Vevőkonverter



4. ábra. 24 csatornás, tartalékolt főállomás

Frekvenciatartomány:

Kimenő frekvencia-tartomány	5-30 MHz
Bemenő frekvenciatartomány	47-450 MHz
Kimenő reflexiós csillapítás	≥ 18 dB
Bemenő reflexiós csillapítás	≥ 14 dB
KF frekvencia (TV)	38 MHz
KF frekvencia (FM)	10,7 MHz

Vevőkonverterek

Bemenőjel tartomány	75-110 dB μ V automatikus és kézi beállítással
AGC tartomány	± 10 dB
Névleges kimenő feszültség	100 dB μ V
Zajszám	≤ 7 dB

Adókonverterek

Bemenőjel tartomány	95-105 dB μ V
AGC tartomány	± 8 dB szomszéd csatornában
Zavaró termékek szintje a szomszéd csatornában is	≤ -60 dB
Tápellátás:	220 V AC vagy 48 V DC automatikus tartalékkapcsolással
Működési hőfoktartomány:	0... + 40°C

Műholdvevő berendezés

A kábel TV rendszerekkel szemben támasztott igények között a hagyományos "földi" tv- és rádió-programok bevitele és szétosztása mellett egyre többször szerepel a műholdak által sugárzott tv-

programok szétosztása is. Az NSZK-beli Hirschmann céggel több évtizede fennálló kooperáció lehetőséget nyújtott arra, hogy a vállalat licenyszerződés keretében gyárthassa a Hirschmann cég korszerű, közösségi vételre alkalmas műholdvevőt, s ezáltal teljessé tegye kábeltvés kínálatát. A vevőberendezés két részből áll: kültéri egységből és a beltéri egységből.

Kültéri egység

A kültéri egység a különböző méretű parabolatüköröt és a mikrohullámú konverter-fejegyiséget foglalja magában. A különböző teljesítményű műholdak jeleinek vételére különböző méretű parabolaantennák alkalmasak. A közvetlen sugárzó műholdakhoz a 0,8-1,2 m átmérőjű antennák is megfelelőek lesznek, a távközlési műholdak vételére kisközösségi rendszerekben 2-2,2 m átmérőjű, nagyközösségi rendszerekhez 2,2-3 m átmérőjű antennák szükségesek a felállítási helytől (Nyugat- vagy Kelet-Magyarország) függően (5. ábra).

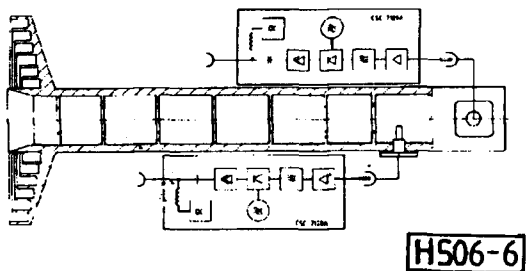


5. ábra. Szerelt parabolaantennák

A mikrohullámú kiszajú konverterek a primersugárzóval egybeépített (egy, ill. két polarizáció egyidejű vételére alkalmas) keverőegységek, amelyek a 11, ill. 12 GHz-es jelet egységesen az 1. KF frekvenciára (950-1750 MHz) keverik le. A primersugárzóból kicsatolt jel (kettős konverter esetén polárkváltón keresztül) szűrőn és kiszajú erősítőn át jut a kiegészített keverőbe, amely az oszcillátorjelet egy dielektromos rezonátorral stabilizált helyi oszcillátorból kapja. A keverőt ugyancsak szűrő, majd az 1. KF erősítő követi (6. ábra).

A 11 GHz-es kettős konverter műszaki adatai

Impedancia	50 Ohm
Frekvenciatartomány:	
Bemenet	10,95-11,7 GHz
Kimenet	0,95-1,7 GHz
A be- és kimenet reflexiós csillapítása	≥ 14 dB
Erősítés	50 ± 2 dB
Zajtényező	≤ 1,5 dB
Oscillátorjel a KF-kimeneten	≤ -70dBm



6. ábra. Mikrohullámú konverter tömbvázlat

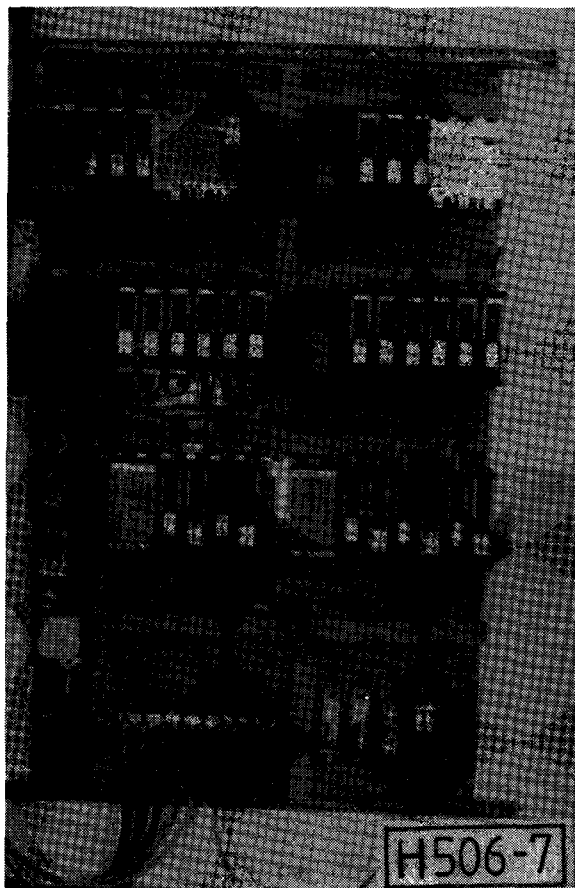
Tűkfrekvenciás csillapítás	≥ 90 dB
Keresztpolarizációs csillapítás	≥ 28 db
Tápfeszültség	$15\text{ V} \pm 10\%$
Áramfelvétel	kb. 300 mA
Környezeti hőmérséklet	$-30...+50$ °C
Csatlakozó	N tip.

Beltéri egység

A műholdvevő berendezés beltéri egysége az 1. KF frekvencián érkező jelek feldolgozására és a tv-készülékek számára alkalmas jellé való átalakításra szolgál (7. ábra).

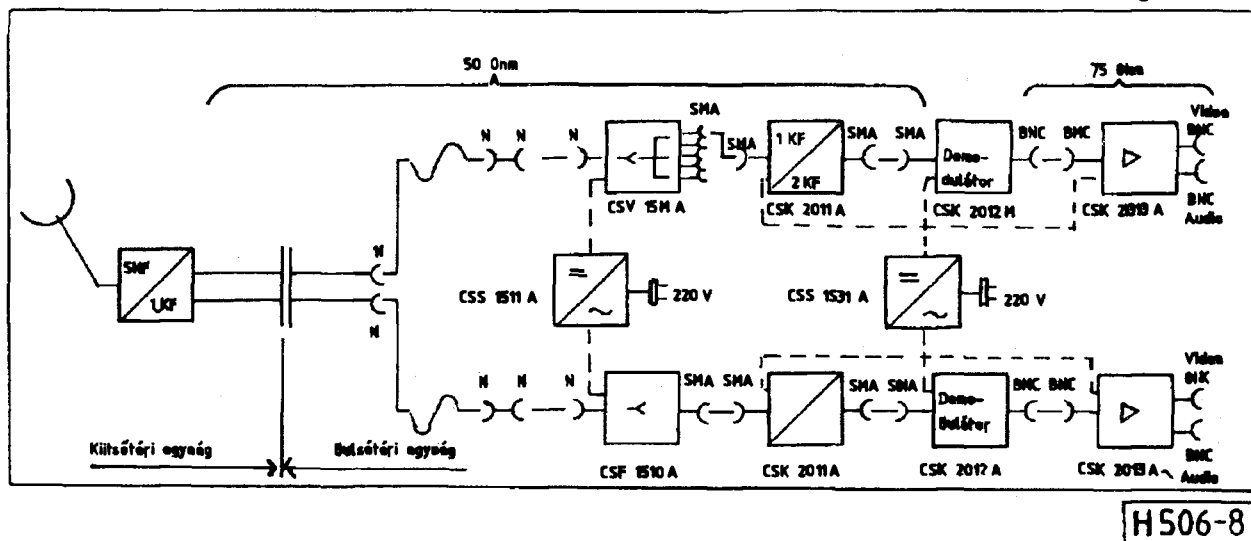
A csatornafeldolgozó egységek vázlatos felépítését két különböző polarizáció esetén a tömbvázlaton láthatjuk (8. ábra). Ez a felépítés a jelenleg sugárzó távközlési műholdakra alkalmas, a közvetlen műsorsugárzó műholdak D2-MAC jele esetén a rendszer kiegészül egy D2-MAC dekóderrel és egy PAL vagy SECAM kóderrel.

A kültéri egységből az 1. KF-en érkező jelek polarizációként egy-egy KF-szétosztóba kerülnek. Az 1. KF-szétosztó a bemenetet öt egyenértékű kimenetre osztja szét, a szétosztási veszteséget



7. ábra. CSE 2000 A 5 csatornás beltéri egység

beépített erősítő egyenlíti ki. Az aktív szétosztó tartalmazza a távtápláló szűrőt is, amely a mikrohullámú konverternek, illetve esetlegesen az 1. KF-erősítőnek a tápárammal való ellátásához szükséges. Hosszabb levezető kábelhez a kábelcsillapításokat kiegyenlítő, egy vagy két polarizációra alkalmas, kültéri 1. KF-erősítők szolgálnak. Ezek a



8. ábra. Műholdvevő rendszertechnika

szélessávú erősítők a sáv alján 15 dB-es, a sáv te-
tején pedig 20 dB-es erősítésűek. Ezzel a kábel
csillapításának frekvenciafüggése egyenlíthető
ki. A KF- szétosztókat, esetleges 1. KF-erősítőket
és mikrohullámú konvertereket közös +15 V-os
tápegység látja el árammal.

A KF-szétosztó műszaki adatai

Frekvenciatartomány	950-1750 MHz
Erősítés	kb. 0 dB
Frekvenciamenet	$\leq \pm 1$ dB
Maximális kimenőszint	-6 dBm
Elválasztás a kimenetek között	≥ 25 dB
Reflexiócsillapítás	≥ 14 dB
Zajtényező	≤ 8 dB
Tápfeszültség	+ 15 V
Áramfelvétel	kb. 120 mA

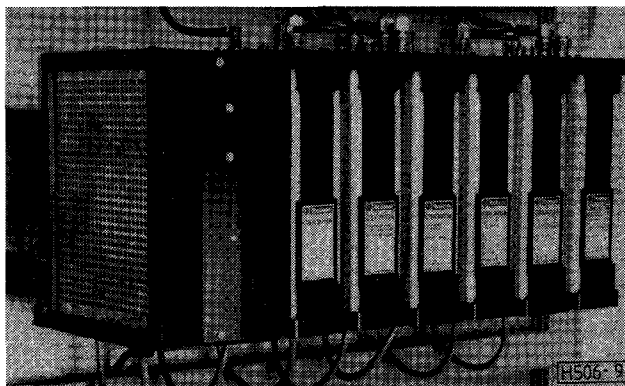
A KF-szétosztóból érkező jelek a jelfeldolgozó
egységekbe jutnak, itt történik a szélessávú első
középfrekvenciás jelből a megfelelő csatorna ki-
választása, a 2. KF-re való keverése, valamint a
frekvenciademoduláció és a bázissávi közös kép-
hangjelek létrehozása. Kódolt vagy D2-MAC átvi-
telnél erre a pontra csatlakozik a dekóderegység.
Kódolatlan jelnél a bázissávi jelből végül itt kerül
visszaállításra az alapsávi video- és hangjel.

A jelfeldolgozó egységek az alapsávi információ
előállítását három lépésben hajtják végre, ennek
megfelelően három különböző funkciójú alapegy-
ségből állnak:

- CSK 2011 A csatornaszelektív konverter (1.
KF/2. KF),
- CSK 2012 A frekvenciademodulátor,
- CSK 2013 A video- és hangfeldolgozó egység.

A CSK 2011 A típusú szelektív konverterben
történik meg a csatornakiválasztás az 1. KF-sáv-
ból (egy csatorna a 950...1750 MHz-es sávból) a 2.
KF-csatornába (134 MHz) való keverés útján. A jel
szélessávú erősítőn és szelektív szűrőn át jut a
keverőfokozatra, majd onnan a 2. KF-erősítőre. A
PLL-es rendszerű, feszültségvezérelt oszcillátor
stabilitását az FM-demodulátorból (2. egység) ide-
vezetett és feldolgozott AFC-jel biztosítja. Mivel az
egység kristályt nem tartalmaz, bármely csatorná-
ra egyszerűen áthangolható. A frekvenciadem-
oduláció, a CSK 2012 A egységben történik meg,
amely a 2. KF-ből létrehozza a bázissávi (20
Hz...7MHz) közös kép- és hangsegédvívő jelet. Az
egység a demodulátor áramkörön kívül sávszű-
rőt, határolóerősítőt, bázissávi erősítőt, valamint
deem-fázis áramkört tartalmaz. A bemeneti sáv-
szűrő határozza meg a különböző löketű FM-je-
lekhez szükséges sávzélességet (27 MHz vagy
36 MHz). A CSK 2013 A egység egy-egy kimenet-
től szabványos összetett videojel, valamint de-
modulált hangjel jelenik meg. A spektrumszórásra
használt 50 Hz-es háromszögjellet szintrögztítő
áramkör választja le a videojelről. Az egység kü-
lönöző szabványú hangsegédvívő jeleket (6,5...6,65
MHz) és deem-fázisokat (50 μ s, 75 μ s,
CCITT J 17) képes feldolgozni, valamint háromféle

hangsávzélességre (300 kHz, 500 kHz vagy 900
kHz) alkalmas. A jelfeldolgozó egységeket közös
tápegység látja el a megfelelő feszültségekkel.
Egy tápegység két komplett csatornához szüksé-
ges (2x3 db) feldolgozó egységet képes ellátni (9.
ábra).



9. ábra. CSK műholdvevő egységek

A jelfeldolgozó egységek közös műszaki ada- tai

Bemenő frekvenciatartomány	a 950-1750 MHz- es sáv egy csatornája
Bemeneti szinttartomány	-55...-30 dBm
Csatorna-sávzélesség	27 vagy 36 MHz
Középfrekvencia	134 MHz
Zajtényező	≤ 8 dB
AFC-tartomány	$\geq \pm 6$ MHz
Video kimenet	
Frekvenciatartomány	20 Hz...5 MHz
Frekvenciamenet	$\leq \pm 1$ dB
Kimenőszint	1 V _{pp}
Impedancia	75 Ohm
Hangkimenet	
Frekvenciatartomány	40 Hz...15 kHz
Frekvenciamenet	$\leq \pm 1$ dB
Kimenőszint	0 dBm/600 Ohm
Hőmérséklet-tartomány	+ 10...+ 40 °C
Tápfeszültség, tápáram	+ 30 V/20 mA + 15 V/500 mA - 15V/220 mA

Modulátor és csatornakonverter

A közösségi vagy kábeltévé-hálózatban való jel-
továbbításához, valamint a tv-készülékekhez való
csatlakoztatás céljából az alapsávi video- és
hangjelet szabványos, nagyfrekvenciás tv- csato-
rnára kell keverni. Erre szolgál a KF-modulátor
és a csatornakonverter-egység, amelyekből any-
nyi párra van szükség, ahány csatornát kívánunk
a kábelrendszerben egyidejűleg átvenni.

Az alapsávi video- és hangmodulációt a felületi
hullámszűrőt tartalmazó KF-modulátor a szab-
ványos KF-csatornán szolgáltatja a csatornakon-
verterek számára. A szabályozható kimenetű,

AGC-zett konverterek a szabványos tv-sávokon, valamint az alsó és felső "S" sávok tetszőleges csatornáján (akár szomszéd csatornákon is) adják ki a jeleket, amelyek passzív iránycsatolóval egyetlen kimenetté foghatók össze. A KF-modulátor és a csatornaconverter egységek közös tápegysége három csatornához szükséges kettőst lát el tápfeszültséggel.

A kimenőkonverterek műszaki adatai

Kimenőszint: $\geq 120 \text{ dB } \mu\text{V}$

Intermoduláció IMA III (K) $\leq -60 \text{ dB}$
Impedancia: 75 Ohm
A kimenet reflexiócsillapítása: $\geq 16 \text{ dB}$
Frekvenciamenet: $\leq \pm 1 \text{ dB}$
Tápfeszültség: -24 V
Tápáram: kb. 150 mA

A fentiekben bemutatott műholdvevő rendszer alkalmas kis- és nagyközösségi, valamint kábeltévés rendszerekbe való csatlakoztatásra. Adott esetben a műholdvevő rendszer kombinálható a földi vételre alkalmas főállomással, s így komplex többirányú vételre alkalmas főállomás alakítható ki, amely minden igényt kielégít.