

# Digitális szintetizátor és analizátor

NAGY KÁROLY

ORION Rádió és Villamossági Vállalat



## ÖSSZEFOGLALÁS

Üzembehelyezendő, ill. üzemelő PCM-rendszereknél fontos feladat az alapsávi csatornák gyors ellenőrzése ill. hiba esetén a hiba helyének gyors felderítése. Jelen cikk egy erre szolgáló — az ORION-ban fejlesztett — vizsgáló eszközt ismerteti.

### 1. Bevezető

A PCM berendezések gyártásának megindulása, ill. az első telepítések befejezése után felmerült igény egy olyan műszerre, aminek segítségével a primer rendszerek gyorsan ellenőrizhetők. Ilyen műszer természetesen beszerezhető a világpiacon, azonban csak devizáért.

Célszerűnek látszott a tervezést úgy végezni, hogy a lehető legkevesebb a berendezésben elő nem forduló áramköri elem kerüljön a műszerbe. Ez majdnem teljes egészében sikerült is. Az óragenerátorok, a HDB kódoló/dekódoló és az analizátor időzítőelőállító, valamint szinkron-kereső áramkörei teljesen azonosak a berendezések áramköreivel. A gyakorlatban két önálló egység került megépítésre, szintetizátor, ill. analizátor néven. Ezeket természetesen egymástól függetlenül is lehet használni minden olyan primer PCM berendezés vizsgálatára, melynek csatlakozása HDB-3-as kódolású és keretszervezése megfelel a CCITT előírásoknak. A műszer nem labor pontosságú, de egy berendezés üzemeltetéséhez teljes mértékben megfelel.

### 2. Az analizátor és szintetizátor szolgáltatásai

Segítségükkel lehetőség van:

- bármely hangfrekvenciás csatorna ellenőrzésére,
- bármely hangfrekvenciás csatornához tartozó jelzőcsatornák ellenőrzésére,
- az IR-16-ban lévő jelzési-távíró csatornák ellenőrzésére a lehetséges mintavételi frekvenciáknál,
- a szinkronizáció vizsgálatára.

A fent leírt követelményeknek a szintetizátor az alábbiak szerint felel meg.

- A hangfrekvenciás csatornák vizsgálatánál lehetőség van a 300 Hz-től 4000 Hz-ig terjedő frekvenciasávban tetszés szerinti frekvenciák generálására különböző szintekkel. A frekvenciák és szintek megválasztásának tág lehetőségei vannak. A realizált műszer 16 különböző vizsgáló jelet állít elő. 8 különböző frekvencián (326 Hz, 592 Hz, 1018 Hz, 1806 Hz, 2370 Hz, 2980 Hz, 3393 Hz, 3612 Hz) 0 dBmO szinttel

### NAGY KÁROLY

Villamos üzem mérnöki oklevelét a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola Híradásipari Szakán szerezte 1980-ban. Munkahelyén az ORION Rádió- és Villa-

mossági Vállalat Műszaki Kereskedelmi Főosztályán feladata a mikrohullámú berendezések — ezen belül elsősorban a PCM-rendszerek — telepítése és a telepítések körül adódó problémák megoldása.

és 820 Hz frekvencián 8 különböző szinttel (+3 dBmO, 0 dBmO, -10 dBmO, -20 dBmO, -30 dBmO, -40 dBmO, -50 dBmO, -60 dBmO) működik.

- A jelzőcsatornák vizsgálatánál az információhordozó bitek fix 0-ba, vagy fix 1-be állíthatók és lehetőség van 40/40 msec-os tárcsajelnek megfelelő állapot létrehozására.
- A jelzési távírócsatornák vizsgálatánál a kívánt csatornában (az 1, 2, 4, és 8 kHz mintavételi frekvencia figyelembevételével) 50 Baudnak, ill. 266 Baud-nak megfelelő jel generálható.
- A szinkronizáció vizsgálatánál lehetőség van a PCM szinkronizáció és a jelzésmultiplex szinkronizáció vizsgálatára külön-külön.

Az analizátor a követelményeknek az alábbiak szerint felel meg.

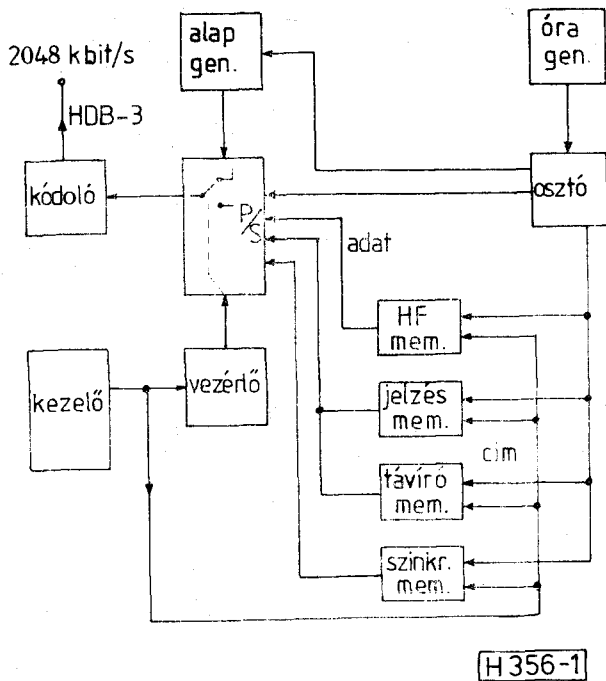
- A hangfrekvenciás csatornák vizsgálatánál megkeresi az adott időrésben az ott előforduló legnagyobb értéket képviselő (a legnagyobb szint maximumához tartozó) kódszót. Ehhez a kódszóhoz hozzárendel egy decimális számot, ami szinuszjel esetén megfelel a csatornában levő jel effektív értékének dBmO-ban. Lehetőség van külön-külön a pozitív és negatív amplitúdók mérésére is.
- A jelzőcsatornák vizsgálata nagyon egyszerű. A jelzőcsatornák pillanatnyi állapotát kétszínű LED-ek jelzik.
- A távírócsatornák ellenőrzésénél hasonló a helyzet a fent említettel azzal a kiegészítéssel, hogy egy számláló áramkör az adott csatornában megszámlálja az átmenetek számát, (1 sec alatt), és azt decimálisan kiírja. Itt ugyanis nagyobb jelsebesség esetén a LED-es kijelzés nem kiértékelhető.
- Az analizátor a szinkronizációk vizsgálatában nem vesz részt.

### 3. A szintetizátor rövid ismertetése

Az 1. ábrán látható az egyszerűsített blokkvázlat melyben csak a leglényegesebb összeköttetések vannak feltüntetve.

Az alapgenerátor az óragenerátor által vezérelt

Beérkezett: 1987. IX. 2. (\*)



1. ábra. Szintetizátor blokkvázlata

időzítőjeleket előállító osztó áramkör segítségével olyan jelet állít elő, ami megfelel a csatornák alap helyzetének. A jelsor egy elektronikus kapcsoló áramkörben áll össze. Itt generálódik a hibátlan PCM szinkronjel és a páros IR 0 nyolc bitje. A hibátlan jelzésmultiplex szinkronjel a jelzés, vagy távíró, vagy a szinkron memóriából kerül (üzemmódtól függően) bekeverésre. A kívánt memóriát a kezelőszervekkel lehet aktivizálni. A beállított üzemmódnak megfelelő (pl. harmadik csatorna, 820 Hz, -10 dBmO) címzést a kezelőegység adja meg. Ugyancsak a kezelő aktivizálja a vezérlő áramkörtön keresztül az elektronikus kapcsolót. A memóriák beállított tárrészének kiolvasása automatikus. A HDB-3 kódoló a CCITT 6703 szerinti interfacet biztosítja.

#### 4. A memóriák

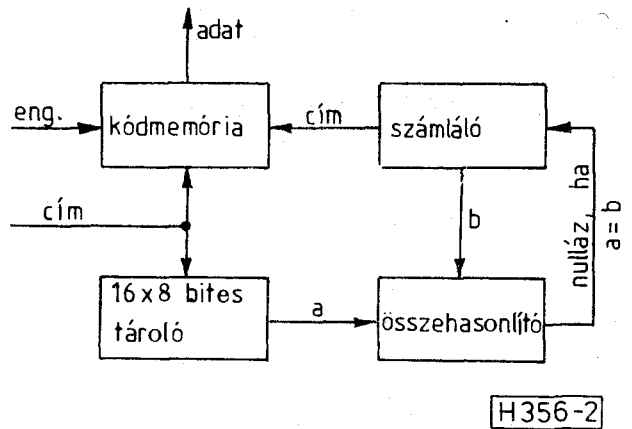
##### a) HF kódmemória

D 2716-os EPROM. A megépült változatban 16 db  $64 \times 8$  bit nagyságú területet használunk. Természetesen egy adott frekvenciához általában ennél kisebb helyre van szükség, vagyis az automatikus kiolvasót az utolsó információs byte kiolvasása után újból az első byte kiolvasására kell utasítani. A hasznos terület hossza a 16 byteos tárolóba van beírva (2. ábra). Az egyes vizsgálójelekhez tartozó tárinformáció az alábbiak szerint lett meghatározva (3. ábra). A mintavételi helyeken az amplitúdó lineáris lépcsőben kifejezve:

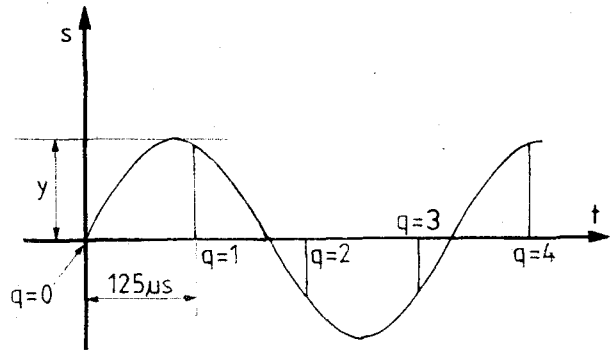
$$b = y \sin \left( p + \frac{2\pi q}{x} \right)$$

$$x = \frac{r}{1}$$

$$y = 2854e^{\frac{s}{3,6859}}$$



2. ábra. HF-memória kiolvasás



3. ábra. Mintavételezés

ahol

$p$  = induló fázis radiánban,

$q$  = 0-tól  $(r-1)$ -ig 0, ill. pozitív egész szám,

$r$  = a szükséges minták száma,

$l$  = pozitív egész szám, ami megmutatja, hogy hány szinuszel esetén tér vissza a mintavételezés ugyanahhoz a fázishelyzethez,

$s$  = szint effektív értéke dBmO-ban,

$y$  = csúcserték lineáris lépcsőben megadva.

A 2854 konstans a 0 dBmO szintű jel csúcsertéke lineáris lépcsőben kifejezve. Ezeket a számításokat, valamint a 12 bitesről 8 bitesre való átalakítást számítógép végezte el.

##### b) Jelzésmemória

120 db 16 byt hosszúságú területre (blokk) van bontva. Egy ilyen terület szervezése olyan, hogy az megfelel a jelzésmultiplex keretszervezésének. Az első harminc blokk alaphelyzetű. A második harminc blokk az „a” jelzőcsatornához tartozik (harminc csatorna van), a harmadik a „b” jelzőcsatornához, míg a negyedik harminc blokk mindkét jelzőcsatornához. Tárcsajel generálása úgy lehetséges, hogy a megfelelő alaphelyzetű blokk és a megfelelő nem alaphelyzetű blokk felváltva kerül kiolvasásra. A blokkon belüli kiolvasás automatikus.

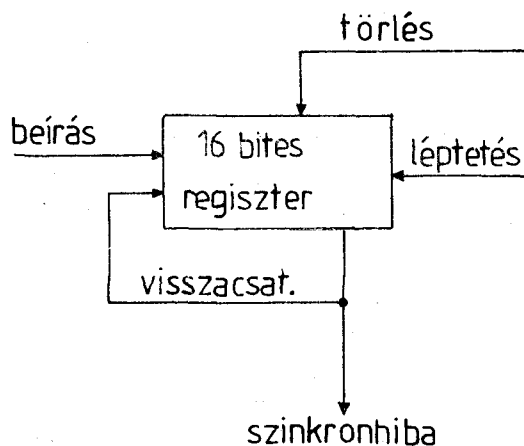
##### c) Távírómemória

A jelzésmemóriához hasonló a szervezés, itt is a 16 byt hosszú blokk az alapegység. Ebben

az esetben azonban az első 64 blokk alaphelyzetű. A memória második felében foglal helyet az 1 kHz-es mintavételezéshez tartozó 16 blokk, a 2 kHz-es mintavételezéshez tartozó 8 db blokk, a 4 kHz-es mintavételezéshez tartozó 4 blokk és a 8 kHz-es mintavételezéshez tartozó 2 blokk. Adatátvitel reprodukálása úgy történik, hogy az adott alaphelyzetű és az adott információs blokk felváltva kerül kiolvasásra. A blokkon belüli kiolvasás automatikus.

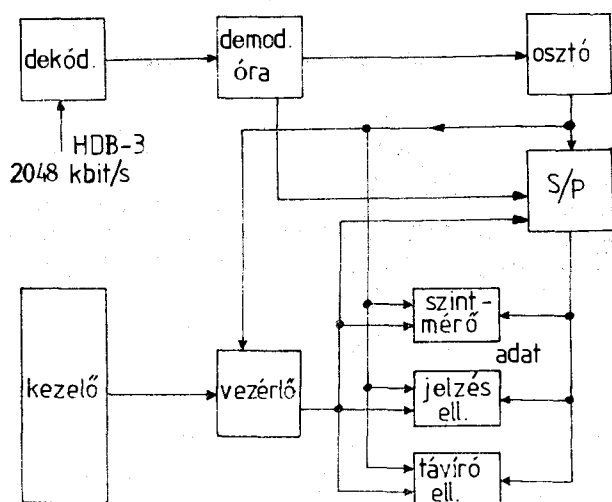
d) Szinkronmemória (4. ábra)

Alapja egy 16 bites léptetőregiszter. Ezt fel lehet tölteni nullákkal és egyesekkel. A nullához hibátlan, az egyeshez hibás szinkronjel tartozik.



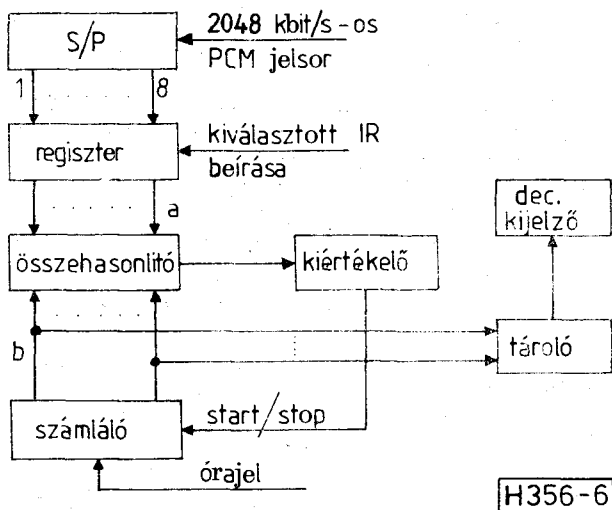
H356-4

4. ábra. Szinkronizációt ellenőrző áramkör

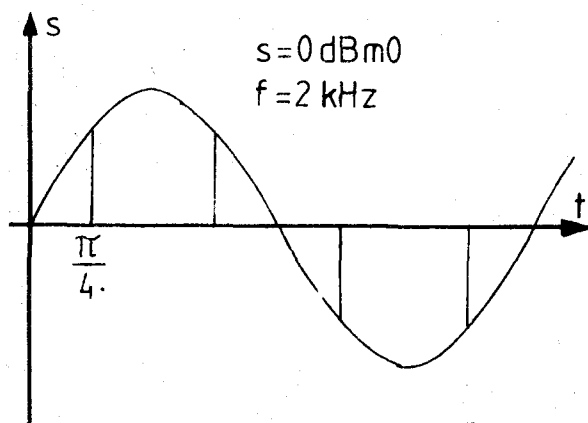


H356-5

5. ábra. Analizátor blokkvázlata



6. ábra. Hangfrekvenciás mérés



H356-7

7. ábra. Hangfrekvenciás mérés nem kívánatos határesetére nagy szintnél

A PCM szinkronizáció vizsgálatokor 250  $\mu$ sec-onként (szinkronjel, vagy páros IR-O B2 bit), a jelzésmultiplex vizsgálatokor 2 msec-onként kell a regisztert léptetni. A regiszter visszacsatolt, így a beállított kombináció periódikusan ismétlődik.

5. Az analízátor rövid ismertetése (5. ábra)

Dekódolás és a szinkronállapot beállítása után a vizsgálandó 2048 kbit/sec-os jel egy soros/párhuzamos átalakításon megy át. A kezelőszervekkel beállított csatornaszámnak (távírócsatorna vizsgálata esetén a mintavételezési frekvenciát is be kell állítani) megfelelő időben a vezérlő áramkör segítségével az adatok egy regiszterbe töltődnek. Ezek után megtörténik az adott csatornájel kiértékelése.

Példaképpen tekintsük át a hangfrekvenciás mérés elvét (6. ábra).

A vett jelsorból az általunk kiválasztott időrés 8 bitje a regiszterbe kerül. A számláló egy órajel hatására folyamatosan lépked. Ennek, valamint a regiszternek a jelei egy 8 bites összehasonlítóba

vannak vezetve. Az összehasonlítás eredménye a kiértékelőbe kerül. A regiszter jeleinek értéke egyenlő „a”, a számláló jeleinek értéke egyenlő „b”. Ha „a” nagyobb mint „b”, akkor a számláló továbblép. Ha „a” = „b”, akkor a kiértékelő leállítja a számlálót. Ekkor a számláló jele egy tárolóba kerül, mint cím. Ezen a címen egy decimális szám található, ami a kijelzőre kerül. A regiszter tartalma természetesen változik. Így újbóli összehasonlításra kerül sor. Ha ennek eredménye az hogy „a” nagyobb mint „b”, akkor a számláló újra indul. Ha „a” = „b”, akkor a számláló tovább várakozik. Ha „a” kisebb mint „b” és „t” ideig „a” nem lesz egyenlő „b”-vel, akkor a számláló újra indul. Ha egy adott „t” időn belül van „a” = „b”, akkor a számláló várakozik.

A maximum keresés leghosszabb ideje 125  $\mu$ sec. A „t” időtartam megállapításához azt kell figyelembe venni, hogy milyen időközönként érkeznek a maximális amplitúdó-mintáknak megfelelő kódok. Szélsőséges esetben ezek nem is alakulnak ki (pl. ha a mérendő jel frekvenciája az  $f_m = f_{m\text{intavétel}}/4$  azaz 2 kHz és a fázishelyzet a hetedik ábrának megfelelő). Igen kis szintek esetében ez a helyzet lényegesen kedvezőbb, lásd a nyolcadik ábrát.

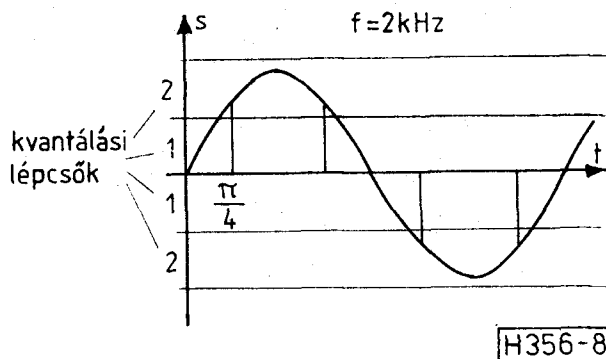
Ha méréskor a generátor frekvenciáját igen kis mértékben változtatjuk, akkor a fent említett szélsőséges esetben előforduló mérési hibát el lehet kerülni, ugyanis az  $f_m = f_{m\text{intavétel}}/4$  frekvenciától való 1 Hz eltérés esetén is kb. 100 msec-onként alakulnak ki maximális amplitúdóhoz tartozó minták. A megépült műszernél ez a „t” idő kb. 100 msec, mely a gyakorlatban bevált.

Mivel a műszer 128 különböző szintet tud megkülönböztetni, ebből adódik, hogy pl. a 0 dBm0 körüli értékeknél 0,3 dB körül van a hiba maximális nagysága. Igen kis szinteknél, az első néhány kvantálási lépcső környezetében a hiba természetesen nagyobb.

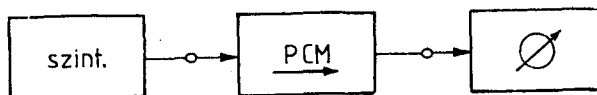
## 6. Távlati célok

Az eddig ismertett műszer konstrukciója olyan, hogy bizonyos igények esetében változtatás nélkül bizonyos igények esetében kis változtatással alkalmas ezeknek az újabb igényeknek a kielégítésére is. A szintetizátor pl. változtatás nélkül alkalmas 30 csatornás távírómultiplex csatornáinak vizsgálatára, kis változtatással alkalmassá lehet tenni a 2 kHz valamennyi kvantálási szintjének előállítására stb.

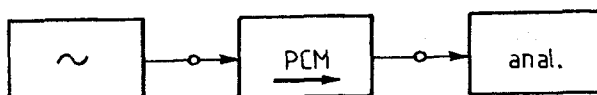
Az eddig megépült példány alapján érdeklődés tapasztalható a hazai és szocialista országok pia-



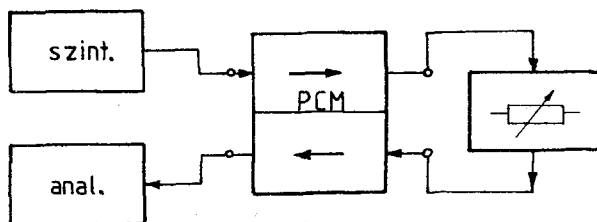
8. ábra. Hangfrekvenciás mérés határesetete kis szintnél



a)



b)



c)

2048 kbit/s

alapsáv

H356-9

9. ábra. Felhasználási lehetőségek sematikus ábrázolása

cán. A fejlesztés nem tekinthető befejezettnek. A későbbiekben alapszolgáltatásnak tekintjük a 30 csatornás távírómultiplex vizsgálatának lehetőségét, és a D/A, ill. A/D átalakítók karakterisztikájának ellenőrzését is. Végezetül a műszer néhány felhasználási lehetőségét tüntettük fel a 9. ábrán.