

# Digitális áramkörök és mikroprocesszorok alkalmazása a tv-vevőkészülékekben

PÁLFALVI JENŐ  
ORION



## ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk a mikroprocesszoroknak és digitális áramköröknek tv-vevőkészülékekben való alkalmazását tárgyalja. Ismerteti az FBAS jelek feldolgozására alkalmas digitális áramköröket és a hozzájuk kapcsolódó képminőséget javító megoldásokat. A cikk ismerteti, hogy a jövőben a tv-készülékekben az egységek vezérlését adatbusszal (I<sup>2</sup>C) kell megvalósítani. Megemlíti a különböző elektronikus készülékek (perifériák) összekapcsolásának lehetőségét és ezzel kapcsolatban is az egységes busz használatának szükségességét (Domestic Digital BUS = D<sup>2</sup>B). (\*)

## PÁLFALVI JENŐ

1966 óta dolgozik az Orion tv-fejlesztési osztályán, ahol tv-vevőkészülékek tervezésével és irányításával foglalkozik. Több cikke jelent már meg a Rádiótechnika és a

Híradástechnika folyóiratban. 1982-ben került kiadásra a „Színes tv-készülékek dekódolóí” című könyve. Jelenleg a tv-fejlesztési osztály vezetője. A KGST 7. szekciójának munkájában aktívan részt vesz.

A színes tv-vevők fejlődését az elmúlt évtizedben a gyártás erőteljes feljutása és ezzel párhuzamosan olyan újítások bevezetése jellemezte, amelyek a színes tv-készülékeket a fogyasztók számára egyre vonzóbbá tették.

Új képcsövek bevezetése jelentősen növelte a fényerőt és csökkentette a méreteket.

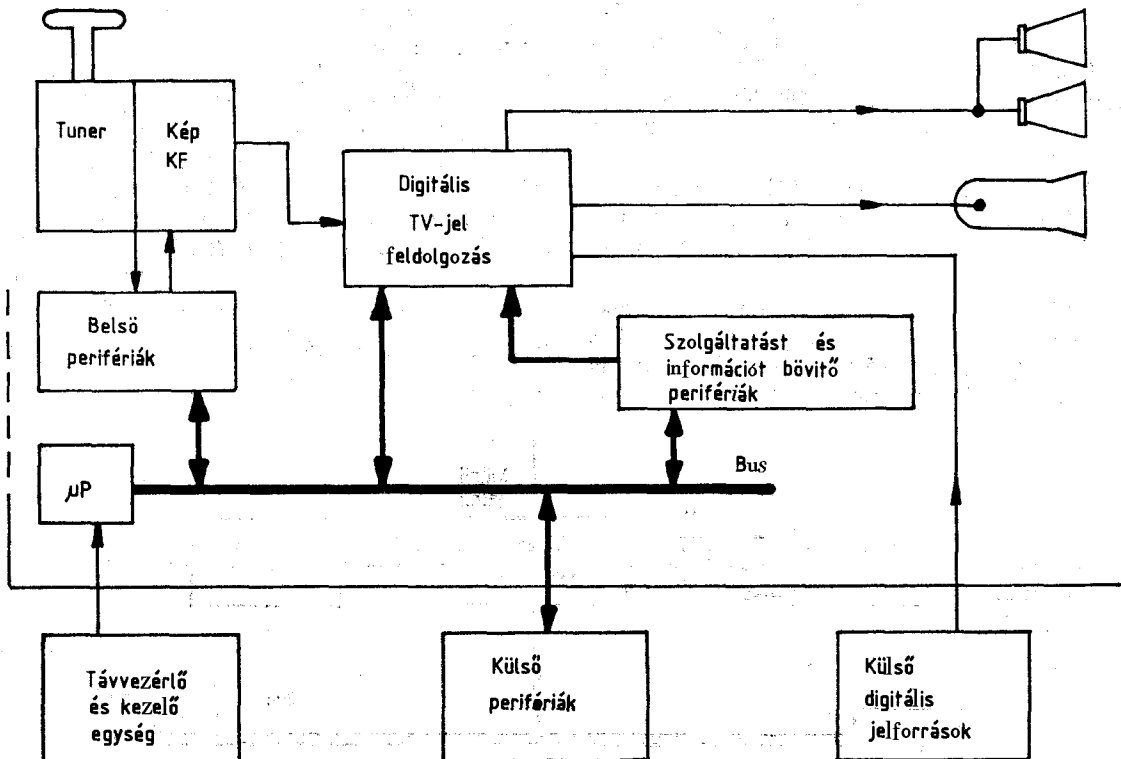
A csövekről a teljesen félvezetőre való áttérés jelentősen javította az üzembiztonságot és egyúttal csökkentette az energia fogyasztását. A tv-vevőkben az integráltságot a jelfeldolgozás területén majdnem ki-

zárólag az analóg áramkörök határozták meg, ha a távkezelőtől és a digitális hangolástól eltekintünk.

Az analóg technikában a további integrálás határai nyilvánvalóak.

Ezért célként kell tekinteni a jelfeldolgozás digitális úton való megvalósítását, ily módon nagy integráltságú, beállítást nem igénylő tv-vevőhöz jutunk.

Így az elkövetkezendő években még erőteljesebb műszaki fejlődésre lehet számítani.



1. ábra

H907-1

A tv-készülékekben megjelennek a

- FBAS jelek feldolgozására alkalmas digitális áramkörök,
- képminőség javítását szolgáló áramkörök,
- mikroprocesszoros vezérlések,
- szolgáltatásokat és információkat bővítő egységek (külső és belső perifériák).

A digitális tv-technika nem fogja megszüntetni a mai képcsöveket és az analóg tv-szabványt az évszázad végéig. Így célként kell tekinteni azt, hogy optimálisan használjuk ki azt, amit a nagyintegrált-ságú félvezető technika nyújtani tud. A színes tv-vevőket belsőleg digitalizálni fogjuk. Ezzel a mai tv-szabványban meglevő zavaró hatások, mint amilyen a kép villogása, a zaj, zavaró echójelek stb. csökkenni fognak.

A mikroprocesszorok és a tárcák a tv-készülékekben nem új alkatrészek, néhány éve lényeges szerepet játszanak a kezelő és hangolórendszerekben.

Ezek segítségével a hangolófeszültséget digitálisan tárolt értékből egy D/A átalakítóval állítjuk elő. A mikroprocesszorokkal akár 90 tárolható program számára valósítottak meg hangolórendszereket.

A mikroprocesszor szinte már alapalkatrészzé vált és csak programozás után lesz speciális alkalmazási IC.

A programfejlesztés (software) és chip-gyártáshoz szükséges viszonylag csekély időszükséglet következtében igen gyorsan ki lehetne elégíteni a műszaki fejlesztés és piaci igények változó követelményeit.

Ezek az előnyök azonban csak akkor lesznek teljesen hatásosak, ha rendelkezésre áll megfelelő perifériaáramkör. Ezeknek lehetőleg minden készülék-osztályhoz alkalmazhatónak kell lenni, másrészt nem lehetnek túlzottan komplex kivitelűek, mivel az igen magas árat eredményez. Szintén lényeges, hogy hozzájáruljanak a periféria és huzalozási ráfordítás érezhető csökkentéséhez.

A vezérlő funkciók átviteléhez túl sok vezetékre és csatlakozóra volt szükség. Ezért a tv további digitalizálásához egy buszrendszert (I<sup>2</sup>C) kellett bevezetni.

Azért, hogy ennek a vezetékszám a alacsonyan maradjon, egy soros buszvezérlés látszott optimális megoldásnak. Egy ilyen belső busz így már alkalmas szórakoztató, szolgáltató, információs és kommuni-

kációs központ, továbbá digitális tv-készülék megvalósítására, és ezzel összefüggésben a képjavításra szolgáló digitális jelfeldolgozásra (lásd 1. ábra).

## 1. Digitális jelfeldolgozás

*Dekódoló PAL és SECAM jelek feldolgozására.* Két megoldás kínálkozik. Az elsőnél az adat busz közvetlenül nem kapcsolódik be a jelfeldolgozásba (dekódolásba), csak a videóprocesszor vezérlését biztosítja (lásd 2. ábra).

A PAL és a SECAM jelek dekódolását egy nagybonyolultságú, egy chipes analóg IC végzi.

A frekvenciamodulációval továbbított SECAM jeleket és fázisban modulált PAL jeleket szorzó-modulátorok dolgozzák fel.

A második változatnál (lásd 3. ábra) a központi  $\mu$ P busz vonala aktívan részt vesz a jelfeldolgozásban, ahol a videóprocesszor fő feladata az Y-jel és színjel szétválasztása és a színjelek detektálása. A jelek szétválasztására processzorvezérelt digitális szűrőket alkalmaznak (fázislineáris aluláteresztő és sáváteresztő). Egy ilyen programozható digitális transzverzális szűrő általános struktúrája a 4. ábrán látható.

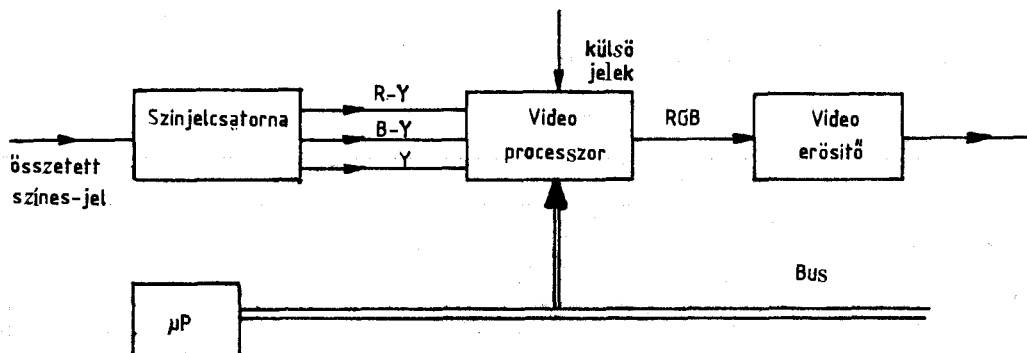
A digitális szűrők maximum 18 MHz-es órajel frekvencián működnek és késleltető összeadó és szorzó áramköröket tartalmaznak.

Így viszonylag egyszerűen lehet biztosítani a PAL (illetve NTSC) jelek számára a szükséges átviteli karakterisztikát. Ez a koncepció sajnos a SECAM rendszerű jeleknél nem kivitelezhető, mert a színsegédvívó frekvenciamodulált. A problémát egy megfelelő átkódoló áramkörrel lehet megoldani.

Az 5. ábrán láthatók a digitális PAL demodulátor lényegesebb egységei, amelyek előállítják az R–Y és B–Y digitális jeleket.

A kvadratúramodulált színvívó dekódolása rögzített fázisú, letapogatással a színsegédvívó frekvencia többszörösével, 17,7 MHz-cel történik. Ennek eredményeképpen az analóg szűrőkkel szemben a követelmények csökkennek és nem lesz költséges az optimális digitális szűrő a világosságjel és a színjel szétválasztásához sem. A PAL és SECAM rendszerénél használt késleltető művonal egy RAM, amely a színjelet

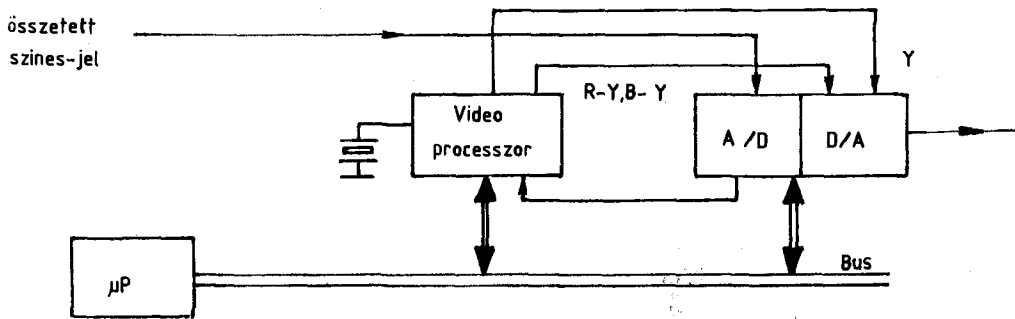
$t = 283,5 \frac{1}{f_{sz}}$  időre tárolja (ahol  $f_{sz}$  a színsegédvívó frekvenciája).



A. Változat a színes video-jel feldolgozására

H907-2

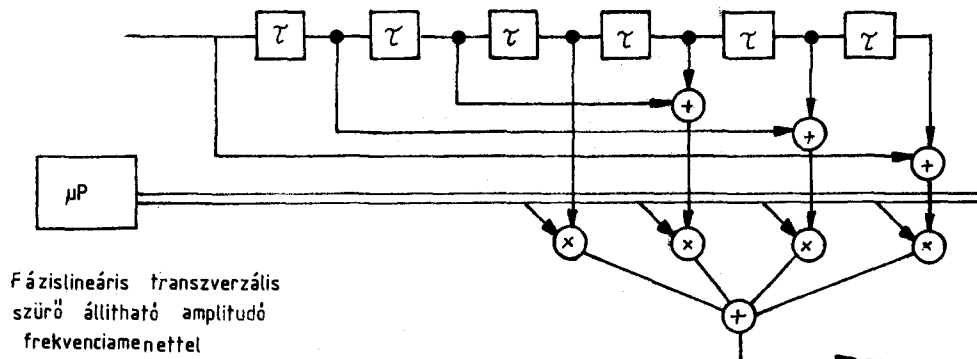
2. ábra



B, Változat a színes video-jel feldolgozására.

H907-3

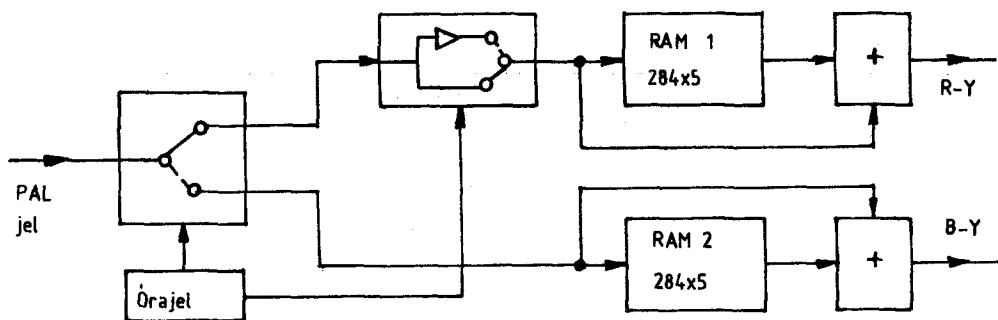
3. ábra



Fázislineáris transzverzális szűrő állítható amplitúdó frekvenciamerettel

H907-4

4. ábra



PAL-jelek detektálása fázisszinkronizált letapogatással.

H907-5

5. ábra

A SECAM jelek detektálását (lásd 6. ábra) számoló demodulátorokkal lehet megvalósítani és digitális áramkörökkel szintén realizálható.

A digitális rész utolsó feladata az Y, B-Y és R-Y három digitális jel analógra alakítása és az RGB jelek biztosítása a képső számára (mátrioxolás).

A visszaalakításhoz szorozó 8 bites NMOS-D/A átalakító szolgálhat, amely megvalósíthatja a szükséges szabályzó funkciókat (kontraszt, színtelíttség).

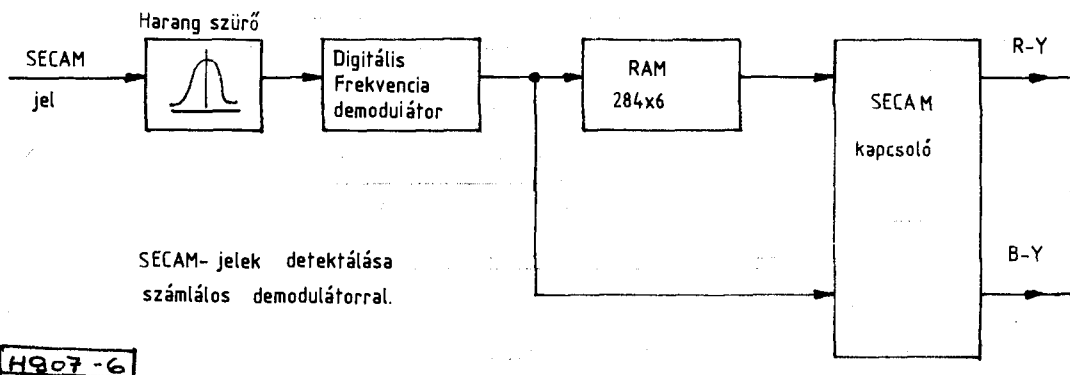
#### Ellértő processzor

A videoprocesszorból jövő digitális jel, amely tartalmazza a sor- és képszinkronjeleket, olyan fokozatra kerül, amely meghatározza a videojel fekete szintjeit (lásd 7. ábra).

Ennek a fokozatnak a kimenőjelét arra használjuk, hogy a fekete szintet a videoverősítőben állandó feszültségértékre rögzítsük azért, hogy az A/D átalakító teljes átalakítási tartományát teljesen ki lehessen használni.

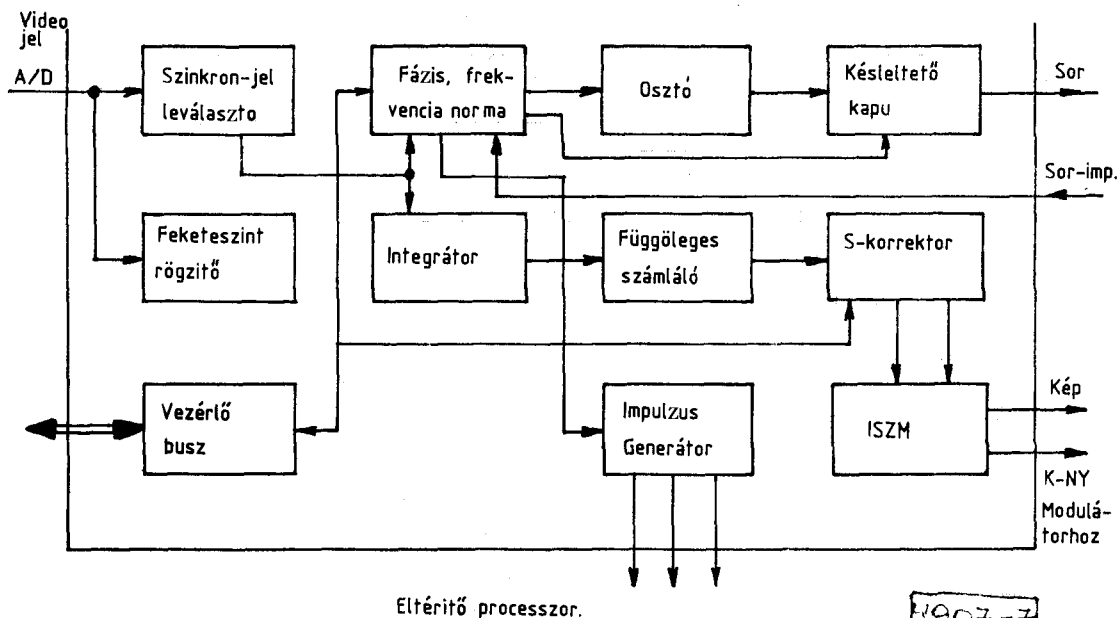
A szinkronimpulzusok leválasztási szintje a fekete-váll és a szinkronimpulzusok teteje közötti szakasz felében van.

A felfutó és lefutó élek középpontját referenciapontként használják a sorszinkronizációhoz. A képszinkronimpulzus a leválasztott szinkronimpulzusok digitális integrálása útján jön létre. Egy digitális fáziskomparátor határozza meg a sorvisszafutási impulzus és a sorszinkronimpulzus fázishelyzetét. Ez egy frekvenciaosztót vezérel, amelynek segítségével a primer ütemjellet a 15,625 kHz-es sorfrekvenciára leosztják.



H907-6

6. ábra



H907-7

7. ábra

Hogy az áramkört pl. videorecorderhez, vagy tv-játékokhoz is kifogástalanul illeszteni lehessen, az időállandóját változtatni lehet.

Ha olyan jel kerül feldolgozásra, amelyben a színsegédvívó, a sor- és képfrekvencia közötti viszony rögzített értékű, akkor lehetőség van arra, hogy az eltérítő processzor a sor- és képfrekvenciás jelet belsőleg állítsa elő a színsegédvívó leosztásával. Ennek az lesz az eredménye, hogy az eltérítés messzemenően érzéketlen lesz a zavarjelekkel szemben.

Ekkor a fázis és frekvenciaösszehasonlító áramkörök tovább működnek, és folyamatosan vizsgálják, hogy a jelfogásokkal szemben támasztott feltételezés érvényes-e még, vagy hogy az eltérítő processzort át kell-e kapcsolni automatikus üzemmódra. Az eltérítő processzor kimenete egy hagyományos sorvégfokot vezérel.

A képoszcillátort nullázható számláló képezi. A számlálót a képimpulzus, amennyiben az aktív ablakba esik, alaphelyzetbe állítja vissza. Maga az ablak az üzemi állapottól függően háromféle értékre állítható be ( $\pm 64$  sor,  $\pm 3$  sor és 0).

A képeltérítő végfokozat vezérléséhez szükséges impulzusszélesség modulált jel (ISZM) előállítására a pillanatnyi számláló állapot szolgál.

Az áramkör a szükséges S-korrekciót is figyelembe veszi és a kelet–nyugat korrekciós jelet is kiszámítja. Az eltérítő processzort célszerű kiegészíteni egy olyan rendszerrel, amely alkalmas a kelet–nyugat korrekció beállításának automatikussá tételére.

Megvalósítására egy speciális érzékelő fotódiódát helyeznek a képernyő elé, amely érzékeli a rasztergeometria és a szimmetria hibáit.

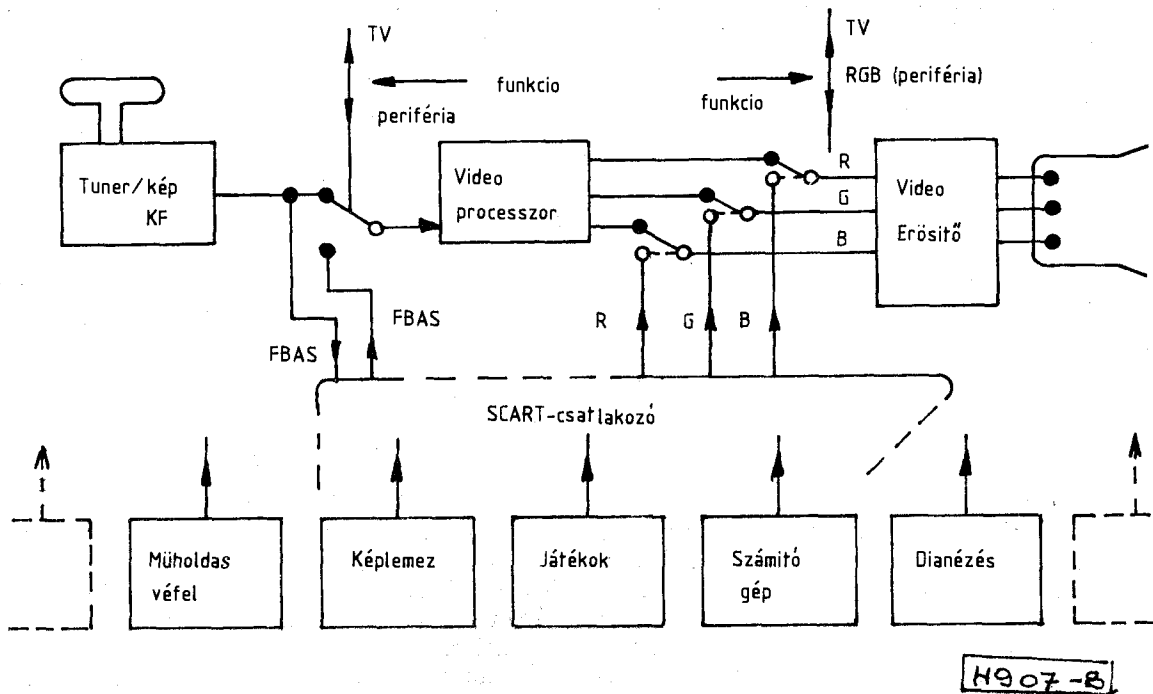
A fotódióda jelét összehasonlítják egy előre meghatározott alapjellel, majd a központi  $\mu P$  ezt értékeli, és meghatározza a kiegyenlítéshez (optimális beállításhoz) szükséges korrekciós értéket. Majd egy külső adatbuszon keresztül a készülék tárolójába írja be. Az analóg paraméterek beadásának feladatát egy D/A átalakító veszi át, amelyet így az eltérítő logika memóriajel fogja vezérelni.

## 2. Képmínőség javítása

### Villogásmentes tv-kép

A képvillogás két fajtáját kell megszüntetni.

- A felületi villogást, amely nagyobb világosságú képrészeknél látható.



8. ábra

b) A szélek villogása, amely a két félkép különböző sorhelyzete miatt keletkezik.

A villogási effektus növekvő képméretlődési frekvenciával csökken és 75 Hz-nél a ma szokásos 67 cm-es színes képcsövek normál sugáráramánál eltűnik.

Ebből az következik, hogy a teljes képet (625 sor) 75 Hz-es függőleges eltérítőfrekvenciával kell a képernyőre kiírni. Ez  $625 \times 75 \text{ Hz} = 46\,875 \text{ Hz}$  vízszintes eltérítőfrekvenciát jelent. A három teljes kép kirajzolása a képernyőre — míg az adó ugyanabban az időben csak egy teljes képet sugároz ki (két félkép alakján) — csak akkor valósítható meg, ha a tv képet tárolni tudják és azután háromszoros sebességgel a tárolóból ki tudják olvasni.

Egy másik megoldásnál a vevő saját függőleges frekvenciáját 100 Hz-re választják, tehát a szabvány szerinti félképelemek a kétszerese. A változatlan sorszámánál ebből egy új 31 250 Hz-es vízszintes frekvencia keletkezik. Mivel a mozgási fázisok természetes sorrendjét megtartották, azért egy félképtárolóból minden félképet egymás után kétszer olvasnak ki és viszik a képernyőre. Sajnos bármelyik megoldást alkalmazzák, a digitális képtároló használata nélkülözhetetlen, melynek olcsó megvalósítása nem egyszerű feladat.

Ugyanis, ha a digitalizáláshoz a színes tv-jelek komponenseit külön kezelik és az Y-jelek 12 MHz-cel és 8 bittel, a színkülönbségi jeleket egyenként 4 MHz-cel és 6 bittel kvantálják, akkor is a tár összkapacitásának a 4,34 M bit-et el kell érni. Ami egyelőre 265 db 16 kbit-es beíró/kiolvasható tárral valósítható meg. (100 Hz-es megoldásra vonatkozik.)

Jelenleg tanulmányról és kísérletről lehet csak szólni. Ennek segítségével pedig elemezni kell a képtárolók optimális szervezéseit és struktúráját. Célkitűzés lehet a megfelelő kapacitású gyors tároló előállítás

olyan árért, amely a szórakoztató elektronika készülékeiben való alkalmazást megalapozza.

#### Echo automatikus kompenzálás

A rövid visszaverődések nem szükségszerűen zavarják a tv-képet, de teljesen eltorzítják a teletext-adatakat.

Mint ismeretes, a visszaverődéseket a felületeken való reflexiók, vagy helytelen lezárások okozhatják.

A visszaverődések hatásának csökkentésére az egyik megoldás az, hogy a jelet egy változtatható súlyozású leágazásokkal rendelkező transzverzális szűrőn átvezetik és a leágazások súlyozását automatikusan vezérlik. A vezérléshez kihasználják a teletext jel tulajdonságait, így speciális beállító jelalakra nincs szükség. Az analóg megvalósítás lehetővé teszi, hogy az egész áramkör egy chipen készülhessen. Egy másik megoldás lehet az, hogy a videoprocesszorból jövő digitális jelet egy transzverzális szűrőn átvezetik, melynek maximális késleltetési ideje  $64 \mu\text{s}$ .

A lineáris torzítások tökéletes kompenzálásához több mint 200 megcsapolásra, szorzóra és összegzőre volt szükség. A kísérletek és előtanulmányok kimutatták, hogy öt-tíz megcsapolás is elegendő a visszaverődés kompenzálására.

A szellemkép ugrásfüggvényválaszának vizsgálatára a képszinkronizáció alatti szinkron impulzusokat lehet felhasználni és amelynek segítségével a megcsapolás helyeit automatikusan változtatni lehet.

#### 3. Egy chipes mikroprocesszorok a tv-készülékekben

A maszkprogramozott memóriával rendelkező egy chipes mikroprocesszor általános célú berendezés,

amely olyan feladatot lát el, amelyet ROM-jának tartalma határoz meg.

A mikroprocesszorok fokozott felhasználása a szórakoztató elektronikában, ahol a feladatok nagyrésze inkább ellenőrzés és nem számolás, ezeknek a berendezéseknek a hardware funkciói megváltoztatásának igényét hozták meg.

Bevezetésre kerül az egységes soros I/O (SIO) adatkommunikáció. Célszerű az olyan SIO berendezés kialakítása, amely érzékeli, fogadja és konvertálja a soros adatokat párhuzamos adatokká anélkül, hogy megszakítaná a futó program végrehajtását. Megszakításra csak akkor kerül sor, amikor egy már teljes byte beérkezett, így az adatbyte-ot egyetlen utasítással be tudják olvasni.

A SIO rendszerek bevezetése lehetővé teszi bármennyi  $\mu$ P összekapcsolását a kétvonalú sorbusz segítségével.

Ezen természetesen bármilyen két berendezés kommunikálni tud anélkül, hogy megzavarná bármilyen másik berendezés (periféria) működését az adott buszon, ez egy ilyen rendszer kiemelkedően előnyös tulajdonsága lehet. Ezt azáltal lehet elérni, hogy minden berendezéshez kijelölnek egy meghatározott 7 bites címet, és kialakítanak egy olyan rendszert, amelyben az egyes berendezések csak azokra az utasításokra reagálnak, amelyek saját címükkel vannak kódolva.

A fentiekből az következik, hogy egy ilyen  $\mu$ P-hez minden nehézség nélkül olyan külső és belső perifé-

riákat kapcsolhatunk, amelyek a tv-készülékek szolgáltatásait nagy mértékben növelni tudják.

#### 4. A szolgáltatások és információk bővítése

A szolgáltatásokat és információkat bővítő egységek nemcsak a készülék belsejében nyerhetnek elhelyezést (teletext, sztereó hang, óra stb.), hanem a jövőben a legkülönbözőbb berendezéseket lehet a tv-készülékhez csatlakoztatni. Mivel sokrétűbbek lesznek a periférikus kiegészítések a televízióhoz ezért egy univerzális dugaszoló csatlakozó (SCART) bevezetése fog megtörténni.

Így szükségessé válik a készülékek közti illesztések szabványosítása (Szabványtervezet PrEN 50 049).

Az audio és video analóg jeleken kívül szükséges lesz a vezérlőjelek átvitelére is.

A szabványosítás egyik része közös buszrendszer bevezetése — vagyis a közös nyelv bevezetése — a tv-k és a perifériák között. Így a szórakoztató elektronikában is valamiféle szabványos stúdiótechnika kerül bevezetésre.

Az audio- és a videojelek összekapcsolása mikroprocesszoros vezérlésű elektronikus kapcsolókkal történik.

A közös nyelv a D<sup>2</sup>-B-busz (Domestic Digital Bus = háztartási digitális busz).

A rendszerkapcsolókkal szinte tetszés szerinti készülékkombinációk kapcsolása lehetséges.