E870

HÍRADÁS-TECHNIKA

A HÍRADÁS-TECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

3

XXI. ÉVFOLYAM, 3. SZÁM, 65–96 OLDAL, BUDAPEST, 1970. MÁRCIUS HÓ

1970. március, XXI. évfolyam, 3. szám

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOM

DR. FERENCZ CSABA: Hullámterjedés mozgó közegekben 65
IV. Mikrohullámú Összeköttetések Kollokvium 68
BOGNAR LÁSZLÓ: Színes televízió átviteli rendszerek. Az NTSC, PAL és SECAM rendszer 69
RADVÁNY JENŐ: Számítógép-program alulateresztő és sávszűrő üzemi paraméteres méretezésére 93
Tungsram 1969/1970 92
Tartalmi összefoglalások 95
Обобщения 96
Zusammenfassungen 96
Résumés 96
Summaires ..... B/III

Szerkesztőség: BOGLÁR GYULA főszerkesztő, SZÖLLŐSI GYÖRGYNÉ szerkesztőségi titkár, BALOGH PÁL, DR. SÁRKÖZY GÉZA kandidátus és MAY PÉTER tudományos szerkesztők, DR. FLESCH ISTVÁN, DR. RUPPENTHAL PÉTER szerkesztőségi munkatársak. — A szerkesztőség címe: Budapest, V., Szabadság tér 5—6. III. em. 320. Telefon: 183-772 — A Híradástechnikai Tudományos Egyesület címe: Budapest, V., Szabadság tér 17. Telefon: 113-027

Szerkesztő bizottság tagjai: ALMÁSSY GYÖRGY kandidátus, BARTA ISTVÁN akadémikus, BATTISTIG GYÖRGY, BÍRÓ FERENC, BUDAI LAJOS, CZEGLÉDY GYÖRGY, ERDÉLYI JÁNOS kandidátus, GERGELY ÖDÖN, GIBER JÁNOS kandidátus, KATONA JÁNOS, a műszaki tudományok doktora, KŐMŰVES FRIGYES kandidátus, LAJKÓ SÁNDOR, MAGÓ KÁLMÁN, MAKÓ ZOLTÁN, NÁDAS TIBOR, POGÁNY KÁROLY, VALKÓ I. PÉTER, a műszaki tudományok doktora, VÍG ISTVÁN

INDEX: 25.375

HÍRADÁSTECHNIKA

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest, VII., Lenin körút 9—11. Telefon 221-285. Felelős kiadó: SALA SÁNDOR igazgató. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hírlapirodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850) vagy bármely postahivatalnál. Előfizetési díj: félévre 36 Ft, egész évre 72 Ft. Egyes szám ára: 6 Ft. Megjelenik havonta. Csekkszámlaszám: egyéni 61,254, közületi 61,066 vagy átutalás MNB 8. sz. folyószámlájára. A folyóirat külföldre előfizethető: „KULTURA" P. O. B. 149 Budapest, 62.

70.3823 Egyetemi Nyomda, Budapest. Felelős vezető: JANKA GYULA igazgató

HÍRADÁSTECHNIKA

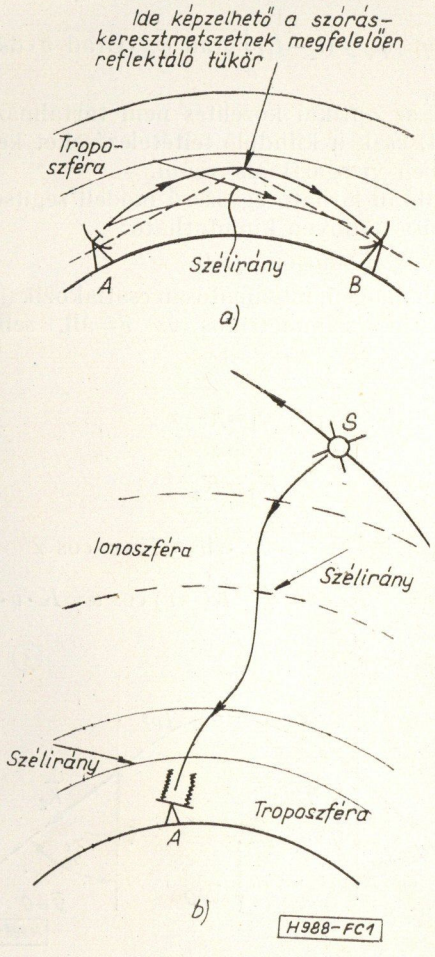
A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

DR. FERENCZ CSABA

Hullámterjedés mozgó közegekben

ETO 621.371.35:629.783

W. P. Birkermeier és munkatársai [1] 1968-ban mérési eredményeket közöltek a troposzférikus terjedésnél a szél miatt fellépő Doppler-csúszásról. A méréseket 900 MHz környékén végezték. Egyszerű — állandó sebességgel mozgó tükör — modell alkalmazásával, figyelembe véve a légkör szórási keresztmetszetét és az antennák iránykarakterisztikáját, a mérésekkel jól egyező eredményű modellszámításokat végeztek.



1. ábra. a) troposzférikus terjedés vázlata, *b)* műhold—földi állomás közti terjedés vázlata

Nem tudták megmagyarázni a görbék null-ponti aszimmetriáját, azaz azt, hogy miért nem haladnak át a mért görbék az origón, ahogy a modell kívánná.

A Doppler-geodéziában a műholdjelekre gyakorolt légköri hatások pontos ismerete és korrekciója igen fontos. Mivel a jelenleg használt legmagasabb Doppler-frekvencia a „Transit" és „Geos" holdakon 972 MHz, a közlemény fontos volt és érdekes műholdmegfigyelési szempontból is. Azonban a látóhatáron túli terjedés és a műhold—föld kapcsolat terjedési út alakjának eltérése miatt ez az [1]-ben ismertetett modell nem adaptálható (1. ábra).

Ezért új elképzelések alapján kellett elindulni. Ennek során felhasználtuk a [2] és [3]-ban ismertetett inhomogén közegekben való terjedés tárgyalási módszerét.

Ebben a cikkben csak a klasszikus közelítéssel foglalkozunk. Az ismertetésre kerülő eljárás klasszikus értelemben korrekt, de belátható, hogy nagy precizitású — $10^{-10} \sim 10^{-11}$-méréseknél már relativisztikusan kell tárgyalni a jelenséget. (Lásd a Megjegyzések részt.)

A másik megkötés a tárgyalás során, hogy lamináris áramlást tételezünk fel.

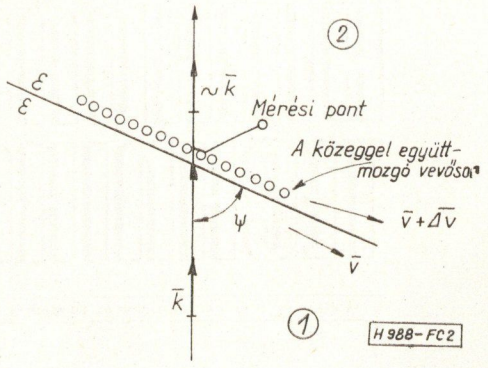
1. Optikai közelítés

Tekintettel a klasszikus tárgyalásmódra úgy tekintjük, hogy az áramlás $\bar{E}-\bar{H}$ konverziót nem okoz. Továbbá feltételezzük — optikai közelítésről lévén szó —, hogy a terjedési vektort (homogén közegben) vagy az általánosított terjedési vektort (inhomogén közegben — [2]) kizárólag az ún. anyagállandók — ε és μ — határozzák meg.

1.1 Homogén közegben való terjedés

Alkalmazzuk a 2. ábrán látható modellt. Tekintettel arra, hogy az elektromágneses hullám nem anyaghullám, mint pl. a hang, Doppler-effektust csak a relativisztikus tárgyalás mutathat ki. Ennek a $v \ll C$

Beérkezett: 1969. IX. 24.



2. *ábra.* Az áramlás optikai közelítése homogén közegben

esetre alkalmazható, az összes $\left(\frac{v}{c}\right)^i$, $i \geqq 2$ tag elhanyagolásával nyerhető alakját használjuk a későbbiekben:

$$\Delta\omega = \omega_0 \frac{v}{c} \cos\psi \tag{1}$$

ahol ψ — a terjedési irány és a vevő (vagy adó) sebessége által bezárt szög. Megjegyzendő, hogy más, ún. magasabb fokú tagokat tartalmazó klasszikus Doppler-formula — szemben az anyaghullámokkal — elektromágneses hullámok esetén nem létezik [4].

Tekintettel arra, hogy az „abszolút sebesség" nemlétező fogalom, az elektromágneses hullám is csak a közeg sebességének megváltozását észlelheti. Azt, hogy a 2-es közeg hogyan észleli a beeső hullámot, a közeggel együtt mozgó vevősorral vizsgálhatjuk (2. ábra).

Tehát vegyük a nyugvó közegben meghatározható „stacioner" terjedési vektort — jelen esetben $\bar{k}_{st}$ — és ekkor az (1) egyenlet felhasználásával az ① és ② közeghatár átlépésekor fellépő frekvenciaváltozás meghatározható:

$$\Delta(\Delta\omega) = \frac{\omega_0}{C} \Delta v \cdot \cos\psi$$

azaz

$$\Delta(\Delta\omega) = -\bar{k}_{st} \cdot \overline{\Delta v} \tag{2}$$

Tehát a terjedés során két pont (pl. adó és vevő) között fellépő teljes frekvenciaváltozás.

$$\Delta\omega = -\int_A^V \bar{k} \cdot \overline{\overline{\mathrm{Grad}}\ \bar{v}} \cdot d\bar{s} \tag{3}$$

mivel

$$\Delta\bar{v} = \overline{\overline{\mathrm{Grad}}\ \bar{v}}\, \Delta\bar{S} \tag{3/a}$$

Egyszerűen belátható a (3) egyenlet alapján, hogy homogén közegben, optikai közelítés esetén, a közegáramlás miatti frekvenciaváltozás eredő értéke nulla.

1.2 Inhomogén közegben való terjedés

Az előző modellkép — 2. ábra — változatlanul érvényes. Az optikai közelítésünk alapfeltétele $\bar{K} = \bar{K}_{st}$ volt. Ennek alapján a két pont közt fellépő teljes Doppler-csúszás meghatározható:

$$\Delta\omega = -\int_P \overline{\mathrm{grad}\ \varphi_{st}} \cdot \overline{\overline{\mathrm{Grad}}\ \bar{v}} \cdot d\bar{s} \tag{4}$$

ahol

$$\bar{K}_{st} = \overline{\mathrm{grad}\ \varphi_{st}}$$

és ez az előzőekből már ismert [2], [3]; p a hullám terjedési útja, a „fázisút".

A (4) egyenletben együtt tárgyalható a közeg áramlása az adó és vevő mozgásával is. Tekintettel arra azonban, hogy ekkor általában az adónál és a vevőnél a sebesség ugrásszerűen változik, $\overline{\overline{\mathrm{Grad}}\ \bar{v}}$ disztribúció, amit a számításoknál szem előtt kell tartani.

Belátható továbbá, hogy általában $\Delta\omega$ nem potenciál.

Mivel, [2]

$$\Delta\omega = -\frac{d\varphi}{dt}$$

a tér egy pontjában

$$\varphi = -\int_{t_1}^{t_2} \Delta\omega \cdot dt + \varphi_0.$$

Legyen $\varphi_0 = \varphi_{st}$ és ekkor

$$\varphi = \varphi_{st} - \int_{t_1}^{t_2} \left[\int_p \overline{\mathrm{grad}\ \varphi_{st}} \cdot \overline{\overline{\mathrm{Grad}}\ \bar{v}} \cdot d\bar{s} \right] dt \tag{5}$$

A p-menti integrál, mivel a tér egy pontjáról van szó, határozott, így

$$\mathrm{grad}\ \varphi = \mathrm{grad}\ \varphi_{st}$$

és

$$\varphi = \varphi_{st} - (t_2 - t_1) \int_P \overline{\mathrm{grad}\ \varphi_{st}} \cdot \overline{\overline{\mathrm{Grad}}\ \bar{v}} \cdot d\bar{s}$$

Tehát az optikai közelítés nem tartalmaz ellentmondást, csak a kiinduló feltételezéseket kell a későbbiekben vizsgálat alá venni.

A 3. ábrán látható egyszerű modell segítségével a szél hatása könnyen kimutatható:

① és ③ homogén, $\bar{v} = 0$

② inhomogén, folyamatosan csatlakozik ①-hez és ③-hoz, tükörszimmetrikus és $\bar{v}$ = áll. sebességgel áramlik.

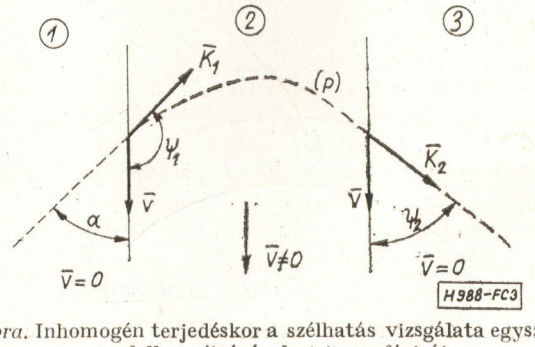
Ekkor

$$\psi_1 = \pi - \alpha$$
$$\psi_2 = \alpha$$
$$K_1 = K_2$$

Tehát

$$\Delta(\Delta\omega)_1 = -\bar{K}_1 \cdot \Delta\bar{v}_1 = K \cdot v \cdot \cos\alpha$$

$$\Delta(\Delta\omega)_2 = -\bar{K}_2 \cdot \Delta\bar{v}_2 = -K(-v)\cos\alpha = K \cdot v \cdot \cos\alpha$$



3. *ábra.* Inhomogén terjedéskor a szélhatás vizsgálata egyszerű modell segítségével, (p) — fázisút

azaz

$$\Delta\omega = 2K \cdot v \cdot \cos\alpha > 0, \quad \text{ha} \quad \cos\alpha \neq 0.$$

Ennek a modellnek az egyik változatát használták tulajdonképpen — bár mechanikus szemléletre építve — Birkermeierék [1].

2. Kvázihullámtani közelítés

A közegáramlás miatt ω nem állandó. (3/a) felhasználásával:

$$\omega(\bar{r}+\mathrm{d}\bar{r}) = \omega(\bar{r}) - \overline{K} \cdot \overline{\overline{\mathrm{Grad}\ \bar{v}}} \cdot \mathrm{d}\bar{r} \tag{6}$$

A (6) egyenletből pedig

$$-\overline{\mathrm{grad}\ \omega} = \overline{K} \cdot \overline{\overline{\mathrm{Grad}\ \bar{v}}} \tag{7}$$

Tudjuk továbbá, hogy eddigi inhomogén közegekbeni terjedést vizsgáló tárgyalásainkban $\overline{K} = \mathrm{grad}\ \varphi$ [2], ha a megoldást

$$\overline{E} = \overline{E}_0 e^{j(\omega t - \varphi)}$$

alakban kerestük.

A tett feltevések mellett igazolható, hogy

$$\begin{aligned} \mathrm{div}\ \overline{\overline{\varepsilon}}\,\overline{E} &= j(\overline{K} \cdot \overline{\overline{\mathrm{Grad}\ \bar{v}}} \cdot t - \overline{K})\overline{\overline{\varepsilon}}\,\overline{E} \\ \mathrm{rot}\ \overline{H} &= j(\overline{K} \cdot \overline{\overline{\mathrm{Grad}\ \bar{v}}} \cdot t - \overline{K}) \times \overline{H} \end{aligned} \tag{8}$$

Bevezetve a

$$\overline{K} = \overline{K} - (\overline{K} \cdot \overline{\overline{\mathrm{Grad}\ \bar{v}}}) \cdot t$$

általánosított terjedési vektor (9)

$$\omega^* = \frac{\partial(\omega t - \varphi)}{\partial t}$$

általánosított frekvencia jelöléseket, a Maxwell-egyenletek a következő alakban írhatók fel ([2], [5], [6]):

$$\begin{aligned} \overline{K} \times \overline{H} &= -\varepsilon_0 \omega^* \overline{\overline{\varepsilon}} \cdot \overline{E} \\ \overline{K} \times \overline{E} &= \mu_0 \omega^* \overline{\overline{\mu}}\,\overline{H} \\ \mu_0 \overline{K}\,\overline{\overline{\mu}}\,\overline{H} &= 0 \\ \varepsilon_0 \overline{K}\,\overline{\overline{\varepsilon}}\,\overline{E} &= 0 \end{aligned} \tag{10}$$

A (10) homogén egyenletrendszerhez a [2]-ben látható módon általánosított diszperziós egyenlet rendelhető. Ez azonban két ismeretlen függvényt tartalmaz, ezek $\varphi(\bar{r})$ és $\omega(\bar{r})$.

A (7) egyenletet a diszperziós egyenlethez hozzávéve az egyik ismeretlen függvény — általában célszerűen a $\varphi(\bar{r})$ — kiküszöbölhető és mindkettő meghatározható.

$\varphi(\bar{r})$ és $\omega(\bar{r})$ függvényeket (10)-be visszaírva, meghatározhatjuk a terjedő hullámot, a rá érvényes hullámimpedanciát, amit a sebesség befolyásol stb.

Nézzük meg még, hogy meggondolásaink belső ellentmondástól mentesek-e.

A jel mérhető frekvenciája: ω^*

A jel frekvenciája ugyanakkor (6) szerint: ω

Ez látszólagos ellentmondás, mivel

$$\omega^* = \frac{\partial(\omega t - \varphi)}{\partial t} = \omega + \frac{\partial\omega}{\partial t} \cdot t - \frac{\partial\varphi}{\partial t}$$

Az ellentmondás csak akkor oldható fel, ha

$$\frac{\partial\omega}{\partial t} \cdot t = \frac{\partial\omega}{\partial t} \tag{11}$$

ahonnan viszont

$$\omega t - \varphi = \int \omega\, \mathrm{d}t \tag{12}$$

(12)-nek pedig triviális, hogy teljesülnie kell. Tehát a meggondolások belső ellentmondástól mentesek.

Ez a megoldás már figyelembe veszi, hogy a frekvenciaváltozás miatt $\overline{K} \neq \overline{K}_{st}$, azonban $\overline{K}$ eredeti stacioner definícióját [2] használja, s ezért nem teljesen precíz.

Az [1]-ben mért nullponti aszimmetriát már magyarázza.

Ennek alapján igazolható az is, hogy homogén közegekben is felléphet a szél miatt Doppler-effektus (4. ábra). A felrajzolt egyszerű modellben az álló adó és vevő közti áramlási tér is legyen homogén, $\bar{v} = \text{áll.}$

Ekkor

$$\overline{\overline{\mathrm{Grad}_A\ \bar{v}}} \cdot \overline{\mathrm{d}x} = \bar{v}$$

$$\overline{\overline{\mathrm{Grad}_V\ \bar{v}}} \cdot \overline{\mathrm{d}x} = -\bar{v}$$

és vizsgáljuk az A-tól v-ig terjedő hullámot:

$$\overline{K}_1 = k_0 \tau, \quad \text{ahol} \quad k_0^2 = \omega_0^2 \varepsilon_0 \mu_0$$

$$\Delta\omega_1 = v_x \cdot k_0$$

$$\overline{K}_2 = k_0 \left(1 + \omega_0 \frac{v_x}{c}\right)$$

$$\Delta\omega_2 = -v_x \cdot k_0 \left(1 + \omega_0 \frac{v_x}{c}\right)$$

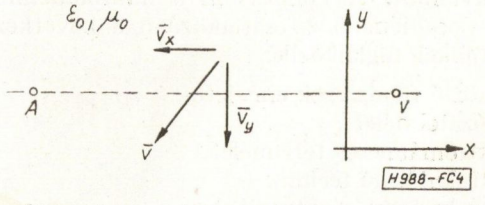
ahonnan

$$\Delta\omega = \Delta\omega_1 + \Delta\omega_2 = -\omega_0 \left(\frac{v_x}{c}\right)^2 \neq 0 \tag{13}$$

ha $v_x \neq 0$. (Ez a hatás inhomogén esetben növekszik.) Ha a vevő helyén reflektor van és a visszavert jelet az adónál vesszük, a 4. ábra viszonyait változatlanul fenntartva

$$\Delta\omega = -2\omega_0 \left(\frac{v_x}{c}\right)^2 \left[1 + \frac{1}{2}\left(\frac{v_x}{c}\right)^2\right] \tag{14}$$

a fellépő frekvenciaváltozás.



4. ábra. Álló adó és vevő, homogén közeg esetén a szél miatt fellépő Doppler-csúszás modellje

3. Pontos tárgyalás

A 2. pontban a vizsgálati nehézségeket a nyugvó közegben használt $(\omega t - \varphi)$ teljes fázis alak megtartása jelentette. Keressük a megoldást $\overline{E} = \overline{E}_0 e^{j\Phi}$ alakban [2].

Ekkor legyen

$$\overline{K} = -\text{grad}\,\Phi \quad \text{és} \quad \omega = \frac{\partial \Phi}{\partial t} \tag{15}$$

közegmozgást jellemző (7) egyenlet ekkor átírható:

$$\overline{\text{grad}}\,\frac{\partial \Phi}{\partial t} = \overline{\text{grad}\,\Phi} \cdot \overline{\overline{\text{Grad}}}\,\overline{v}$$

azaz

$$-\frac{\partial \overline{K}}{\partial t} = \overline{K} \cdot \overline{\overline{\text{Grad}}} \cdot \overline{v} \tag{16}$$

A (16) egyenlet már nem tartalmazza az 1. és 2. fejezetekben az általánosság rovására tett megkötések egyikét sem.

Tehát a terjedő hullámot megkapjuk, ha a változatlanul érvényes (10) egyenletrendszerhez tartozó általánosított diszperziós egyenletet a (16) egyenlettel kombinálva megoldjuk és a kapott teljes fázismenetet (10)-be visszahelyettesítjük.

Tekintettel arra, hogy a tárgyalás klasszikus, célszerűbb az alábbi jelölésrendszerrel dolgozni:

$$\Phi = \omega t - \varphi = \omega_0 t - \psi, \quad \text{ahol} \quad \psi = -\Delta\omega \cdot t + \varphi \tag{17}$$

Ekkor

$$\overline{K} = \text{grad}\,\psi \quad \text{és} \quad \omega = \omega_0 - \frac{\partial \psi}{\partial t} \tag{18}$$

4. Megjegyzések

Az [1] cikkben mért nullponti aszimmetria mind a 2., mind a 3. fejezet alapján vizsgálható.

Az 1. fejezetben mutatott eljárást akkor érdemes használni, ha a pontossági követelményeink nem túl szigorúak és a stacioner megoldást már ismerjük.

A továbbiakban feltétlenül megvizsgálandó az áramló, inhomogén közegekben való terjedés relativisztikus viszonyok között, mivel:

1. A szélsebességek a magaslégkörben okozhatnak 10^{-10}—10^{-11} nagyságrendű relativisztikus effektust, ami már mérhető.

2. A műholdak sebessége (kb. 8 km/s) oly nagy, hogy precíz Doppler-méréseknél a relativisztikus korrekció elengedhetetlenül szükséges.

Szintén célszerű volna megvizsgálni a turbulencia hatását, tehát olyan áramlási teret, ahol turbulens sebességeloszlás és ehhez tartozó szórási keresztmetszet jelentkezik. Ekkor nem Doppler-csúszás, hanem Doppler-spektrum lép fel.

*

Ezúton is szeretnék köszönetet mondani dr. Simonyi Károly professzor úrnak és dr. Csurgay Árpád villamosmérnöknek a munkámhoz nyújtott támogatásért.

IRODALOM

1. *W. P. Birkermeier—H. S. Merril Jr.—D. H. Sargeant—D. W. Thonna—C. W. Beamer—G. T. Bergemann:* Observation of Wind—Produced Doppler—Shifts in Tropospheric Propagation. Radio Science, Vol. 3. New Series No. 4. 1968.
2. *Cs. Ferencz:* Wave Propagation in Inhomogeneous, Anisotropic, Time Varying Medium. Periodica Polytechnica, Vol. 12. No. 3. 1968.
3. *Ferencz Cs.:* Hullámterjedés inhomogén közegben. (Publikálás alatt.)
4. *D. Drahos—Cs. Ferencz—I. Ferencz—F. Horváth—Gy. Tarcsai:* Some Theoretical Contributions Concerning the Doppler Geodetical Measurements. A XII. COSPAR-Konferencián elhangzott a 8. jelű előadás (1969. május 17.) szövege. (Publikálás alatt a Space Research X. kötetben.)
5. *K. Simonyi:* Foundations of Electrical Engineering. Pergamon Press, 1963.
6. *W. P. Allis—S. J. Buchsbaum—A. Bers:* Waves in Anisotropic Plasmas. M.I.T. Press. 1963.

IV. Mikrohullámú Összeköttetések Kollokvium

A magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztálya és a Híradástechnikai Tudományos Egyesület 1970. április 21—24 között az URSI (Nemzetközi Rádió Tudományos Unió) támogatásával rendezi meg a IV. Mikrohullámú Összeköttetések Kollokviumot. A kollokvium a mikrohullámú hírközlés problémáihoz csatlakozóan a következő témakörökkel foglalkozik:

hírközlő rendszerek elmélete,
hálózatelmélet,
elektromágneses térelmélet,
mikrohullámú technika,
mikrohullámú elektronika,
mikrohullámú rendszer és mérése.

A rendezőbizottság 174 előadást fogadott el, ezek többségét neves külföldi szakemberek jelentették be. Az előadások az elektronika széles területének legújabb eredményeit tárgyalják. Az előadások angol vagy orosz nyelven fognak elhangzani és csak a hozzászólásokat fogják tolmácsolni. A kollokvium anyaga öt kötetben, kb. 1700 oldal terjedelemben a nemzetközi tudományos tanácskozás időpontjára megjelenik az Akadémiai Kiadó gondozásában.

A IV. Mikrohullámú Összeköttetések kollokviumon való részvétellel kapcsolatos kérdésekben a Híradástechnikai Tudományok Egyesület (Bp. V., Szabadság tér 17. III. em. 377.) ad felvilágosítást.

BOGNÁR LÁSZLÓ
Budapesti Műszaki Egyetem

Színes televízió átviteli rendszerek* Az NTSC, PAL és SECAM rendszer

ETO: 621.397.132

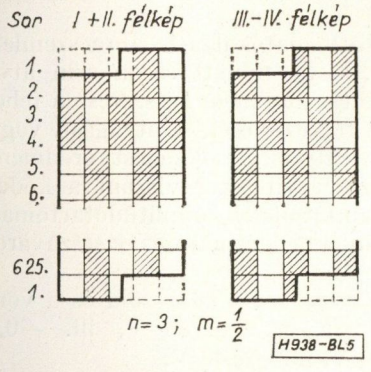
Az (amerikai) NTSC rendszer

A színsegédvivők frekvenciája

Az NTSC rendszerben az U'_Y, U'_I és U'_Q jeleket viszik át, mégpedig egyidejűleg. Ez tehát ún. frekvenciaosztásos, frekvenciamultiplex rendszer.

A két színkülönbségi jellel két azonos frekvenciás, de egymáshoz képest fázisban 90°-kal eltolt színsegédvivő jelet amplitúdóban modulálnak, ún. derékszögű vagy kvadratúramodulációt alkalmaznak.

A színsegédvivők frekvenciáját a sorfrekvencia $n=228$-szorosára választották. Az ekkor létrejövő világos és sötét csíkokból álló pontrajzolat (ld. a cikk első részében a 3. ábrát) láthatóságának csökkentése miatt e csíkokat összetörik oly módon, hogy a letapogatáskor soronként váltogatják a színsegédvivő jel fázisát. A fázisváltást úgy valósítják meg, hogy minden sorban az utolsó, a 228. színsegédvivő jelhullámnak csak a fele, tehát félperiódus futhat le. Az ekkor létrejövő pontrajzolatot az 5. ábra szemlélteti. Egy teljes zavaró pontrajzolat felépülése két kép, vagyis négy félkép alatt fejeződik be, és a harmadik kép letapogatásának kezdetekor az előbbi rajzolatfel-



5. ábra. Zavaró pontrajzolat az NTSC rendszerben

épülési folyamat ismét elkezdődik ($p_0=2$). Ezt a következőképpen lehet belátni. Két-két sor egymást követő letapogatása után a jel sorkezdeti fázisa azonos a szóban forgó két sor közül az elsőben futó jel sorkezdeti fázisával, hiszen a színsegédvivő fázisa soronként megfordul, mert egy-egy sorban a fél jelperiódusnak csak páratlan számú többszöröse fut le. Ezért, valamint a váltott soros letapogatás és a képenkénti páratlan sorszám miatt egy teljes, egymást fedő világos és sötét pontok párjából álló pontrajzolat felépüléséhez kétszer kell a képet letapogatni (négy félkép), mert a legkisebb, egész számú képnek megfelelő páros sorszám $525+525=1050$. Tehát az első kép letapogatása után a harmadik kép első sorában (ötödik félkép) lesz először a színsegédvivő jel sorkezdeti fázisa ugyanolyan, mint az első kép első sorában (első félkép) futó jel induló fázisa.

Az előbbiek szerint bármely közvetlenül egymás után letapogatott két-két soron belül nemcsak soriránban, hanem függőleges (kép-) irányban is ellentétes világosságú pontok kerülnek egymás mellé, és a szem ezek világosságát térben összegezi. Másrészt, négy félkép letapogatása alatt a teljes képmező egymást fedő ellentétes világosságú zavaró pontokból épül fel, és ezek világosságát a szem időben integrálja. A világosságváltozási, villogási frekvencia tehát (60/4) Hz=15 Hz, ami elég kicsiny. A rajzolat zavarérzete tehát a szem tér- és időbeli integráló tevékenysége révén csökken.

Az említett módon megvalósított fázisforgatás $m=1/2$ soros eltolásnak, offsetnek felel meg. A színsegédvivő frekvenciája tehát:

$$f_{sv}=\left(228-\frac{1}{2}\right)15\,734{,}264\ \text{Hz}=3\,579\,545\ \text{Hz}. \quad (13)$$

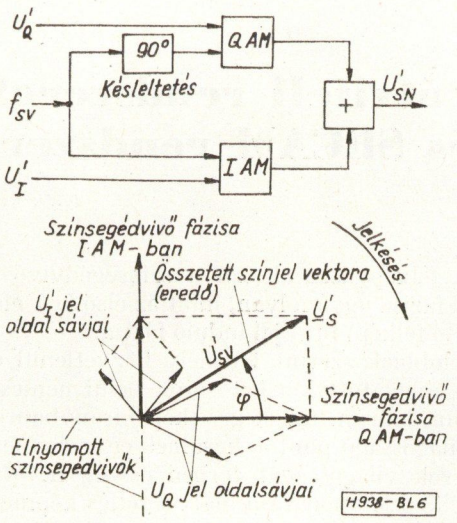
A színsegédvivő és a képvivő, illetve hangvivő interferenciájának megakadályozása végett [l. a (10) és (11) képletet] ugyanis mind a 15 750 Hz-es sorfrekvenciát, mind a 30 Hz-es képfrekvenciát némileg módosítani kellett.

A színsegédvivők modulációja és a színjelek átviteli sávjának szélessége

Láttuk, hogy a színsegédvivő okozta pontrajzolat villogási frekvenciája kicsiny. Ezenkívül, a pontrajzolat a szem mozgatásakor függőleges irányban vándorolni látszik; a képvisszaadó cső jelleggörbéjének görbültsége miatt a színsegédvivő jel pozitív és negatív félperiódusai még modulálatlan esetben sem egyformák; és a színsegédvivő — mint látni fogjuk — fázismodulált is, ami miatt a sorok mentén a rajzolat csúszkál. Mindezek a pontrajzolat láthatóságát növelik. A láthatóság jelentősen csökkenthető elnyomott vivőjű modulációt alkalmazva, ami ún. kiegyenlített (balansz) modulátorral megvalósítható. Ez lényegében egy ellenütemű modulátor, melyet a moduláló jel ellenfázisban, ellenütemben, a vivőhullám pedig azonos fázisban vezérel. A kimeneti kör ellenütemű kapcsolása miatt a kimeneti jel nem tartalmazza a színsegédvivő-frekvenciás jelösszetevőt. Ha a moduláló színkülönbségi jel amplitúdója zérus, a kimeneti jel is zérus amplitúdójú (pl. fekete—fehér kép átvitelekor).

A modulált színsegédvivő jeleket, a színjeleket tehát úgy kapják meg, hogy az U'_I és U'_Q jellel egy-egy kiegyenlített modulátorban a 0° fázisú, illetve a 90°-kal eltolt fázisú, f_{sv} frekvenciás színsegédvivő jelet amplitúdóban modulálják, ún. derékszögű vagy

* A cikk első része lapunk 1970. 1. számában jelent meg.



6. ábra. Az összetett színjel előállítása és vektorának pillanatnyi helyzete

kvadratúramodulációt alkalmaznak. A két modulátor kimeneti színjelének összege az összetett színjel. Ezt szemlélteti a 6. ábra.

Mivel a színsegédvivő jelek alapfázisa szabadon választható, a számítások egyszerűsítése végett írjuk le azokat koszínuszfüggvénnyel, és rendeljünk az összetett színjel vektorához egy komplex számot. Ekkor a 7. ábra alapján a színjelekre felírható, hogy

$$U'_{MQ} = U'_Q \cos(\omega_{sv} t + 33°), \tag{14a}$$

és

$$U'_{jMI} = jU'_I \cos(\omega_{sv} t + 33°) = \\ = -U'_I \sin(\omega_{sv} t + 33°), \tag{14b}$$

ahol $\omega_{sv} = 2\pi f_{sv}$. A 7. ábrából kiindulva

$$U'_Q + jU'_I = U'_{SV}(\cos\varphi + j\sin\varphi) = U'_{SV} e^{j\varphi}, \tag{15}$$

ahol

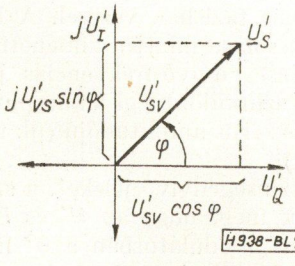
$$U'_{SV} = \pm\sqrt{U'^2_I + U'^2_Q}, \tag{16}$$

$$\varphi = \operatorname{arc\,tg}(U'_I/U'_Q). \tag{17}$$

Az összetett színjel tehát:

$$U'_{SN} = U'_{MQ} + U'_{jMI} = \mathrm{Re}\left[(U'_Q + jU'_I)e^{j(\omega_{sv}t + 33°)}\right] = \\ = U'_{SV}\,\mathrm{Re}\left(e^{j(\omega_{sv}t + 33° + \varphi)}\right) = U'_{SV}\cos(\omega_{sv}t + 33° + \varphi). \tag{18}$$

Az összetett színjel U'_{SV} amplitúdója amplitúdómodulációnak, φ fázisszöge pedig fázismodulációnak felel meg. A derékszögű moduláció miatt tehát az összetett színjel olyan, mintha egyetlen színsegédvivő



7. ábra. Az összetett színjel vektora és összetevői a színkülönbségi jelek koordinátarendszerében

jelet egyidejűleg amplitúdóban és fázisban modulálnának. Közelítőleg az U'_{SV} a színtelítettséggel, a φ pedig a színárnyalattal arányos.

A kódolt NTSC jel a két színjel összegeként kapott összetett színjel és a világosságjel összege:

$$U'_N = U'_Y + U'_{SN}. \tag{19}$$

A színjelek sávjának szélessége (2 dB-es pontokat nézve): az U'_I jelre 1,3 MHz, az U'_Q jelre pedig 0,4 MHz. Az U'_I jel átvitele csonkaoldalsávos.

A színkülönbségi jelek amplitúdójának korlátozása

Vigyünk át telített sárga és kék színű sávnak megfelelő súlyozatlan egyszerű színkülönbségi jeleket. Számítsuk ki, hogy mekkora a kódolt jel amplitúdója. Normáljuk a telített alapszíneknek megfelelő alapszínjeleket úgy, hogy egységnyi értékűek legyenek. Mivel a sárga szín a vörös és zöld alapszín egyenlő arányú keveréke, sárga szín esetén $U'_R = 1$ V, $U'_G = 1$ V, $U'_B = 0$ V és $U'_Y = 0{,}30U'_R + 0{,}59U'_G + 0{,}11U'_B = (0{,}3 \cdot 1 + 0{,}59 \cdot 1 + 0{,}11 \cdot 0)$ V $= 0{,}89$ V. A színkülönbségi jelek: $U'_{S1} = U'_R - U'_Y = (1 - 0{,}89)$ V $= 0{,}11$ V és $U'_{S2} = U'_B - U'_Y = (0 - 0{,}89)$ V $= -0{,}89$ V.

Az utóbbi három jel távozik a mátrix áramkörből, és U'_{S1} és U'_{S2} a színsegédvivőket modulálja. A modulátorok kimeneti jelét vektoriálisan összegezve: $U'_{SVsárga} = \pm\sqrt{U'^2_{S1} + U'^2_{S2}} = \pm\sqrt{0{,}11^2 + 0{,}89^2}$ V $= \pm 0{,}9$ V. A kódolt jel $U'_{sárga1} = U'_Y + U'_{SVsárga} = (0{,}89 + 0{,}9)$ V $= 1{,}79$ V és $U'_{sárga2} = U'_Y - U'_{SVsárga} = (0{,}89 - 0{,}9)$ V $= -0{,}01$ V.

A kék szín átvitelekor hasonlóan: $U'_R = U'_G = 0$ V, $U'_B = 1$ V, $U'_Y = 0{,}11.1$ V $= 0{,}11$ V, $U'_{S1} = -0{,}11$ V, $U'_{S2} = 0{,}89$ V, $U'_{SVkék} = \pm 0{,}9$ V, $U'_{kék1} = 1{,}01$ V és $U'_{kék2} = 0{,}79$ V.

A számított adatokat a 8. ábra szemlélteti. Megállapítható, hogy telített sárga szín átvitelekor a videójel szintje majdnem kétszerese a fehérszintnek, ami az adó túlvezérlését, szintvágást, vagyis többek között színtelítettség-csökkenést eredményez. Telített kék szín átvitelekor viszont a kódolt jel túlnyúlik a szinkronjelek amplitúdótartományán, ami a vevőkészülékben szinkronizálási zavarokat okozhat.

Hasonló a helyzet a kékeszöld és a vörös színsáv átvételekor: $U'_{kékesz} = +1{,}46$ V, ill. $-0{,}06$ V, és $U'_{vörös} = 1{,}06$ V, ill. $-0{,}46$ V.

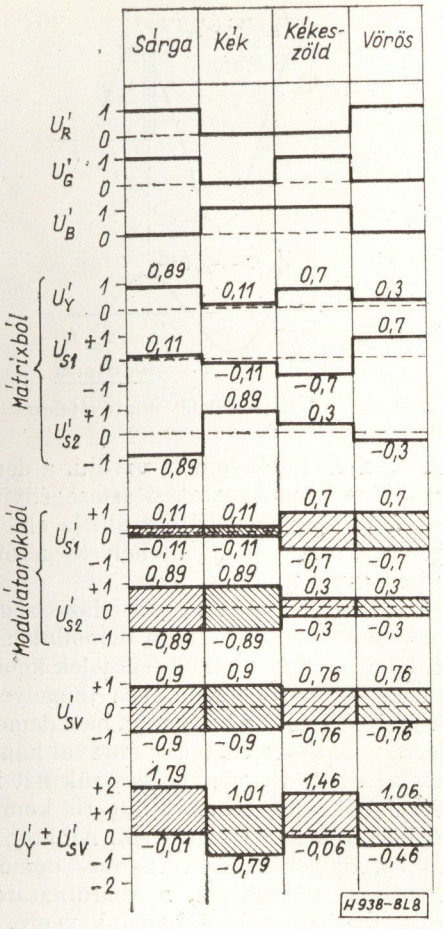
Mivel egyrészt a színkülönbségi jelek amplitúdójának csökkentése a jel/zaj viszony romlását vonja maga után, másrészt telített színek ritkán fordulnak elő, ezért megengedhetőnek találták, hogy a kódolt jel amplitúdója a fekete- és a fehérszintet is 33%-kal meghaladja. (A fekete- és a fehérszint közötti feszültség 1 V.)

A kódolt jel amplitúdójának $1\frac{1}{3}$ V és $-\frac{1}{3}$ V közé szorítása egyenértékű a színkülönbségi jelek amplitúdójának korlátozásával, súlyozásával. Legyen tehát

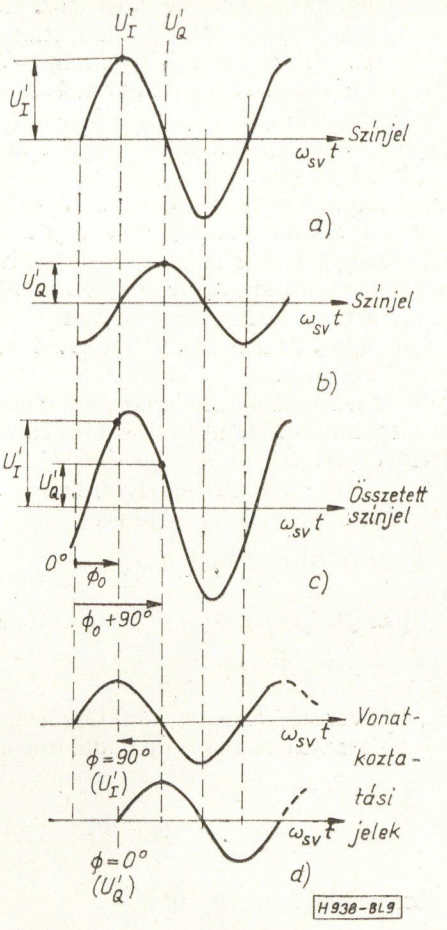
$$U'_Y + \sqrt{(k_1 U'_{S1})^2 + (k_2 U'_{S2})^2} = 1\frac{1}{3}, \tag{20}$$

és

$$U'_Y - \sqrt{(k_1 U'_{S1})^2 + (k_2 U'_{S2})^2} = -\frac{1}{3}, \tag{21}$$



8. ábra. Négy színsávnak megfelelő súlyozatlan színkülönbségi jelek átvitele



9. ábra. Az összetett színjel demodulálhatóságának szemléltetése. *a)* $U'_{JMI} = -U'_I \sin \omega_{SV} t$; *b)* $U'_{MQ} = U'_Q \cos \omega_{SV} t$; *c)* $U'_{SN} = U'_{MQ} + U'_{JMI} = U'_{SV} \cos(\omega_{SV} t + \varphi)$; ahol $U'_{SV} = \pm\sqrt{U'^2_I + U'^2_Q}$ és $\varphi = \operatorname{arc\,tg}(U'_I/U'_Q)$; *d)* $U_{SV} \cos(\omega_{SV} t + \Phi)$. Az U'_I jelhez $\Phi = 90°$, az U'_Q jelhez pedig $\Phi = 0°$. A színsegédvivő jelek 33°-os fázisforgatását itt nem vettük figyelembe

ahol k_1 és k_2 az amplitúdócsökkentő súlyozó, tényezők (ld. a (6), (7) és (8) összefüggéseket). Ha ezen egyenletekbe behelyettesítjük a vörös és kék (vagy a kiegészítő sárga és kékeszöld) színnek megfelelő adatokat, azt kapjuk, hogy

$$k_1 = \frac{1}{1{,}14} = 0{,}877 \quad \text{és} \quad k_2 = \frac{1}{2{,}03} = 0{,}493. \qquad (22)$$

Az NTSC rendszerbeli U'_I és U'_Q jelek átvitele esetén sem lépjük túl a megengedett amplitúdókorlátokat, mert könnyen igazolható, hogy

$$\sqrt{U'^2_{SR} + U'^2_{SB}} = \sqrt{U'^2_I + U'^2_Q}, \qquad (23)$$

ahol $U'_{SR} = k_1 U'_{S1}$ és $U'_{SB} = k_2 U'_{S2}$.

A színjelek demodulálása

A vevőkészülékbe érkező nagyfrekvenciás jelek csatornaváltón és középfrekvenciás erősítőn keresztül videodemodulátorba (-detektorba) jutnak. Ennek kimenetéről a képtartalmat hordozó kódolt NTSC jelet egyrészt a világosságjel, másrészt a színjelek csatornájába vezetik. Utóbbiban a kódolt jelről leválasztják a világosságjelnek a színjelek átviteli sávján kívül eső összetevőit, és a kapott jeleket további demodulátorokba vezetik, melyek előállítják a színkülönbségi jeleket. A szűrőből a hasznos összetett színjel és a világosságjel nagyfrekvenciás összetevőinek keveréke távozik. Ezt egyszerűen összetett színjelnek nevezzük, figyelmen kívül hagyva az utóbbi, itt áthallott jelnek minősülő, zavaró összetevőket.

A színjelek amplitúdója az U'_I és U'_Q jeltől, vagyis a közvetített színektől függően változik. Ezt szemlélteti a 9*a* és 9*b* ábra, ahol az egyszerűség kedvéért a két színkülönbségi jel egyenfeszültség, vagyis egyszínű homogén felületnek felel meg. Láttuk, hogy a színjelek eredője, az összetett színjel egyetlen, egyidejűleg amplitúdó- és fázismodulált színsegédvivő jelnek tekinthető, és ezen eredő jel amplitúdója és fázisa természetesen szintén változik eltérő színek átvitele közben. Ez látható a 9*c* ábrán. Ugyanitt az is megfigyelhető, hogy ha egy rögzített vonatkoztatási fázisszögtől (itt 0°) bármikor mérünk adott és azonos, pl. Φ_0 fázisszöget, ahhoz mindig ugyanaz a színkülönbségi jel, példánkban az U'_I tartozik. A vonatkoztatási fázisszögtől más, pl. $\Phi_0 + 90°$ fázisszöget mérve, ehhez szintén mindig ugyanaz, de az előbbitől eltérő, esetünkben mindig az U'_Q jel tartozik.

A színjelek eredője ezek szerint a következőképpen demodulálható. Egy demodulátor választja ki a vonatkoztatási 0° fázisszögtől mért pl. Φ_0 fázisszöghöz

tartozó színjelet, azt demodulálja, és más, pl. a Φ_0+ $+90°$ fázisszögnek megfelelő modulált jelet nyomja el. A demodulátor kimenetén példánkban az U'_I színkülönbségi jel távozik. Ha most egy másik demodulátor csak egy másik, pl. a $\Phi_0+90°$ fázisszöghöz tartozó színjelet demodulálja, megkapják a másik, az U'_Q színkülönbségi jelet.

A vonatkoztatási fázisszöget célszerű valamilyen, a rendszerben állandónak tekinthető jelhez kötni. Ezért ezt a szöget a modulálatlan színsegédvivő pozitív nullátmenetétől mérik. Ily módon az utóbbi és az összetett színjel fázisa között elvileg mindig állandó a kapcsolat, és a demoduláció feladata egyértelműen oldható meg.

Az említett demodulálási feladat szorzó demodulátorokkal megoldható. Ha ugyanis a (18) összefüggéssel leírható összetett színjelet és egy U_{sv} amplitúdójú, Φ' fázisszögű, színsegédvivőfrekvenciás jelet összeszorzunk, a következőt kapjuk:

$$U'_{SV}\,\mathrm{Re}\,(e^{j(\omega_{sv}t+33°+\varphi)})U_{sv}\,\mathrm{Re}\,(e^{j(\omega_{sv}t+\Phi')})=$$

$$=\frac{U'_{SV}U_{sv}}{2}[\cos(2\omega_{sv}t+33°+\varphi+\Phi')+\cos(33°+\varphi-\Phi')]. \tag{24}$$

A $2\omega_{sv}$ frekvenciás összetevőket kiszűrve és $\Phi'=$ $=33°+\Phi$ választása esetén a demodulátor kimeneti szorzatjele:

$$u_{ki}\approx\frac{U'_{SV}U_{sv}}{2}\cos(\varphi-\Phi). \tag{25}$$

A 7. ábra alapján: ha $\Phi=0°$:

$$u_{ki}\approx\frac{U'_{SV}U_{sv}}{2}\cos\varphi=\frac{U_{sv}}{2}U'_Q, \tag{26}$$

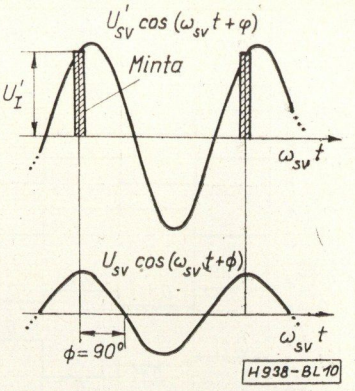
és ha $\Phi=90°$:

$$u_{ki}\approx\frac{U'_{SV}U_{sv}}{2}\cos(\varphi-90°)=\frac{U_{sv}}{2}U'_I. \tag{27}$$

A φ és a Φ szög fázissietést (l. a 9*d* ábrát), míg a korábban használt Φ_0 szög fáziskésést jelent. Az egyes demodulátorokba vezetett vonatkoztatási színsegédvivő jelek fázisszöge tehát megfelel ugyan a Φ_0 vonatkoztatási fázisszögnek, de azzal nem lehet azonos. Az U'_I és U'_Q jel demodulátorába vezetett színsegédvivő jel esetén ugyanis $\Phi_0=90°$, ill. $\Phi_0+90°=180°$.

Az előbbiek alapján megállapítható, hogy a helyes demodulálás érdekében a két demodulátorba pontosan ugyanolyan fázisú és frekvenciás jelet kell vezetni, mint a megfelelő modulátorokba. Más szóval, a demodulátoroknak a modulálatlan színsegédvivő fázisával szinkronban kell működniök, hogy azok az összetett színjelnek a színkülönbségi jelekhez tartozó fázisszögénél adjanak kimeneti jelet. Ezért ezeket szinkrondemodulátoroknak, vagy szinkrondetektoroknak nevezik.

A szinkrondemodulátor felfogható kapuzó áramkörnek is, mely a színsegédvivő-frekvenciás vonatkoztatási jel minden periódusában csak rövid ideig, és mindig azonos fázisszögnél, tehát meghatározott időközök után bocsátja át a beérkező összetett színjelet, vagyis mintát vesz abból, megméri a pillanatnyi amplitúdóját. Ezt szemlélteti a 10. ábra.



10. ábra. A demodulálás mintavételezés

Mivel a moduláció elnyomott vivőjű, a demodulációhoz szükséges vonatkoztatási színsegédvivő jelet a vevőkészülék helyi oszcillátora állítja elő, és e jel fázisszögének és frekvenciájának helyességéről egy ún. színfázis jel (burst) gondoskodik.

A demodulálás a vonatkoztatási fázisszöghöz képest az előbbiektől eltérő értékű demodulálási fázisszögeket, tehát — a színkülönbségi jelek koordinátarendszerében — más demodulálási tengelyeket választva is megoldható. Ez belátható, ha a demodulálás lehetőségére vonatkozó 9*a*, *b* és *c* ábrával kapcsolatos fejtegetések mellett figyelembe vesszük azt is, hogy a színkülönbségi jelek bármely lineáris kombinációjából előállíthatók az alapszínjelek. Amikor ugyanis az U'_I és U'_Q tengelyek helyett más demodulálási tengelyrendszert választunk, a koordinátarendszerben lineáris transzformációt hajtunk végre, tehát a demodulálás során nem az U'_I és U'_Q jeleket, hanem az egyszerű színkülönbségi jelek valamilyen más lineáris kombinációját állítjuk elő.

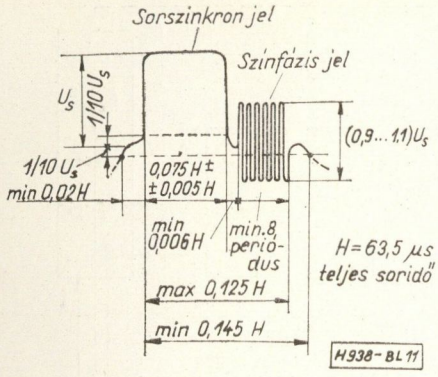
Az előbbiek szerint valamely színkülönbségi jel előállításához az egyszerű színkülönbségi jelek koordinátarendszerében egy adott színsegédvivő-fázisszög, illetve az ezzel meghatározott ún. demodulálási tengely tartozik, és e tengely mentén demodulálunk. Annyi szinkrondetektorra van tehát szükség, ahány demodulálási tengelyt választottunk.

A demodulálást gyakorlatilag vagy az U'_I és U'_Q, vagy az $(U'_R-U'_Y)$ és $(U'_B-U'_Y)$, vagy az $(U'_R-U'_Y)$ és $(U'_G-U'_Y)$ tengelyek, vagy a három egyszerű színkülönbségi jel tengelye, vagy három egymástól 120°-ra elhelyezett tengely (szimmetrikus demodulálás), vagy a $-X$ és $-Z$ tengely (az $U'_B-U'_Y$ tengelytől 260,5°-ra, illetve 197,5°-ra helyezkednek el) mentén célszerű végrehajtani.

A színfázis jel

A színjelek modulátoraiból színsegédvivő frekvenciás összetevő nem távozik, hiszen azt elnyomják. A vevőkészülékben viszont — mint láttuk — a színjelek demodulálásához szükség van az adóoldali jellemzőkkel rendelkező modulálatlan színsegédvivő jelre, hogy a demodulátorok az összetett színjelről ne csak az amplitúdó-, hanem a fázismodulációt is helyesen válasszák le.

Ezért a kódoló áramkörből ún. színfázis jelet (burst) küldenek a vevőkészülékbe, mely ott a helyi oszcillátor jelének frekvenciáját és fázisát ellenőrzi, illetve szabályozza.



11. ábra. A színfázis jel elhelyezkedése és adatai az (amerikai) NTSC rendszerben

A színfázis jel a sorkioltó impulzusok hátsó vállán elhelyezett, legalább nyolc periódusból álló, az elnyomott színsegédvivőével azonos frekvenciájú és fázisú jel. Csúcstól csúcsig mért amplitúdója kb. a sorszinkronjel amplitúdójával azonos. A kiegyenlítő és a képszinkron impulzusok ideje alatt nem továbbítják. A színfázis jel fázisszöge 180°, vektora tehát a $-(U'_B - U'_Y)$ tengely irányába mutat, hogy az esetleges (pl. kioltási) zavarok bekövetkezésekor a képvisszaadó cső ernyőjén általa okozott rajzolat a legkevésbé legyen látható (ld. a cikk első részében az 1. ábrát, U_{sf}). Amplitúdója is ezért kicsiny.

A színfázis jel elhelyezkedését és adatait a 11. ábra szemlélteti.

A teljes rendszer felépítése

A kódoló egység

A 12. ábrán az adóoldal tömbvázlata látható. A példaként választott jelforrás egy kamera. Az ebből távozó jelek gamma korrekció után mátrix áramkörbe jutnak, mely kialakítja az U'_Y, U'_I és U'_Q jeleket. Az U'_Y és U'_I jelek útjába helyezett késleltető művonalakra azért van szükség, mert az U'_Q, U'_I és U'_Y jelek átviteli sávja eltérő szélességű, és a jelek futási ideje a sávszélesség csökkenésével nő. A késleltető művonalak e futásiidő eltéréseket egyenlítik ki, hogy az egyes képelemeknek megfelelő jelek időben pontosan együtt érkezzenek az adó kimenetére, ami a színátmenetek torzulásának elkerülése miatt fontos. A futásiidő eltérés legfeljebb ±50 ns lehet.

A színkülönbségi jelek útjában elhelyezett szűrők azok átviteli sávját az előírt szélességűre korlátozzák, majd e jelek kiegyenlített modulátorba jutnak. A színjelek a világosságjellel együtt összegezőbe kerülnek.

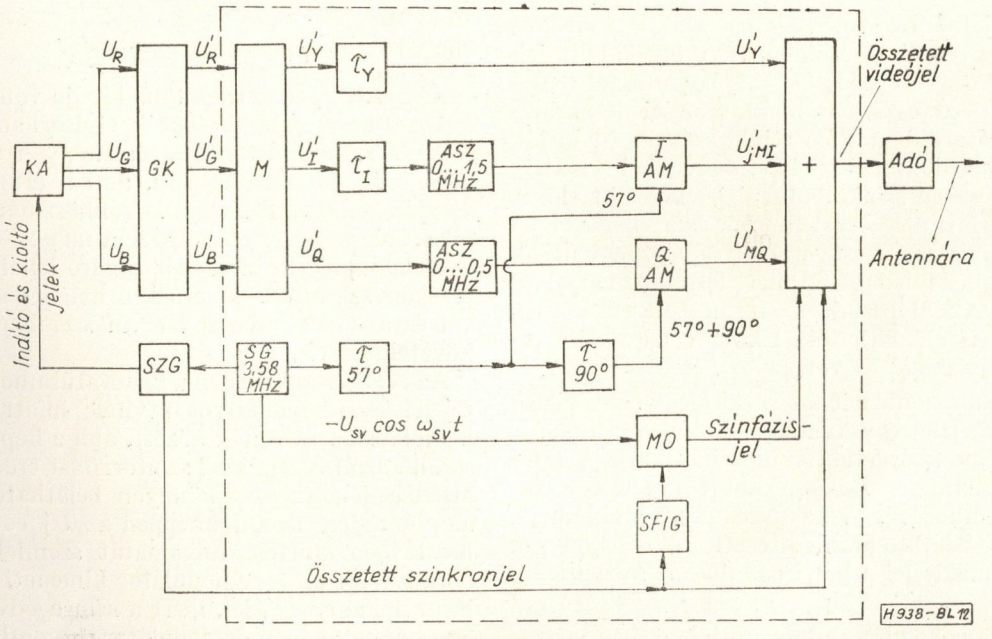
Az I és Q modulátorokban egymással 90°-os fázisszöget bezáró színsegédvivő jelre ültetjük a színkülönbségi jeleket. A színsegédvivő jelet egy kristályvezérelt oszcillátorra épülő generátor állítja elő. E jel fázisszöge megfelel a színfázis jel fázisszögének (+180°), tehát az I modulátor előtt 57°-os, a Q modulátor előtt pedig további 90°-os késleltetésre van szükség.

A színfázis jel impulzusgenerátor (kapujel generátor) olyan jelet állít elő, mely a modulátoron (lényegében kapcsolóüzemű erősítő) csak a sorkioltó impulzusok hátsó vállának megfelelő helyen, adott számú periódussal és az előírt kioltással engedi átjutni a a színsegédvivő jelet. Az így kapott színfázis jel és az összetett szinkronjel is az összegezőbe jut, melynek kimenetéről az összetett videójel megy az adóba. Az adó felépítése a fekete—fehér televízióadókéval azonos.

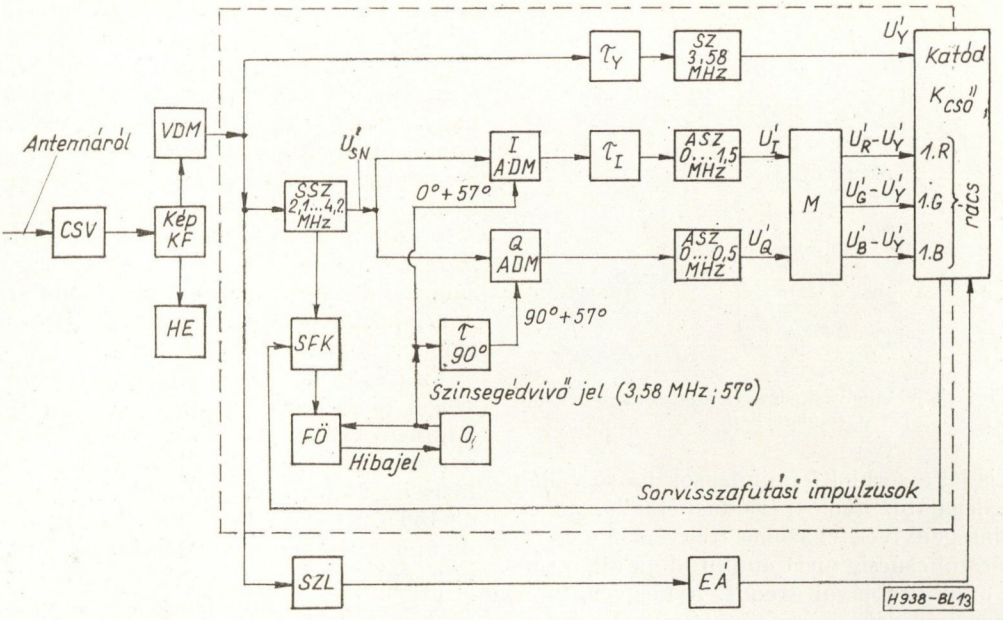
A bekeretezett áramkörök alkotják a kódoló egységet. Ez alakítja kódolt jellé a képfelvevő berendezésből távozó alapszínjeleket.

A dekódoló egység

A 13. ábrán a vevőkészülék tömbvázlata látható. A színes televízió vevőkészülék felépítése a videódetektorig azonos a fekete—fehér vevőkészülékével.



12. ábra. Az NTSC rendszerű színes televízió átviteli lánc adóoldali szakaszának vázlata. *KA* kamera; *GK* gamma korrektor; *M* mátrix áramkör; τ_Y, τ_I és τ késleltető művonalak; *ASZ* aluláteresztő szűrő; *I AM* és *Q AM* amplitúdómodulátorok; + összeadó áramkör; *SZG* szinkrongenerátor; *SG* színsegédvivő generátor; *MO* modulátor; *SFIG* színfázis jel impulzusgenerátor



13. ábra. Az NTSC rendszerű vevőkészülék elvi felépítése. *CSV* csatornaváltó; *HE* hangfrekvenciás egységek; *VDM* videódemodulátor; *SSZ* sávszűrő; *I ADM* és *Q ADM* amplitúdódemodulátorok; τ_Y, τ_I és τ késleltető művonalak; *ASZ* aluláteresztő szűrő; *SZ* színsegédvivő szűrő; *M* mátrix áramkör; *Kcső* képvisszaadó cső; *SFK* színfázis jelet kiválasztó kapuáramkör; *FÖ* fázisösszehasonlító áramkör; *O* színsegédvivő oszcillátor; *SZL* szinkronjel leválasztó áramkör; *EÁ* eltérítő áramkörök

A τ_Y és τ_I késleltető vonalak szerepe ugyanaz, mint az adóoldali megfelelőjüké. A világosságjel késleltetés után szelektív szűrőn halad át, mely elnyomja a színsegédvivő-frekvencia környezetében a jelösszetevőket. Erre azért van szükség, mert egyrészt a moduláció ugyan elnyomott vivőjű, de a színsegédvivő nemcsak amplitúdóban, hanem fázisban is modulált, tehát névleges frekvenciája környezetében összetevőkkel rendelkezik, másrészt a modulált színsegédvivő oldalsávjai a színsegédvivő névleges frekvenciája környezetében rendelkeznek a legnagyobb energiával. Az említett szűrő tehát csökkenti a színjelek hatását a visszaadott felületi fényességre.

A kódolt jelből sávszűrővel választják le a világosságjel kisfrekvenciás összetevőit. Az így kapott jelkeveréket (összetett színjel és a világosságjel nagyfrekvenciás összetevői, továbbá a színfázis jel) szinkrondemodulátorokban választják szét és alakítják összetett színkülönbségi jelekké, melyekből a mátrix áramkör egyszerű színkülönbségi jeleket állít elő. A 13. ábra szerinti megoldásban ezek és a világosságjel vezérli a képvisszaadó csövet, mely elvégzi egy másik mátrix áramkör feladatát is, mert létrehozza az alapszínjeleket. Az alapszínjelek természetesen mátrix áramkörben is előállíthatók. Ekkor e három jel vezérli a képvisszaadó csövet.

A szinkrondemodulációhoz szükséges helyes fázisú színsegédvivő jelet egy kvarcoszcillátor állítja elő. E jel fázisát egy fázisdetektor összehasonlítja a színfázis jel fázisával, és az ekkor kapott hibajel egy szabályozó áramkör révén az oszcillátort utánállítja. A fázisösszehasonlító áramkör esetleg el is hagyható. Ekkor a színfázis jel a helyi oszcillátort közvetlenül vezérli.

A színfázis jelet pl. a soreltérítő tekercsben visszafutáskor fellépő impulzusokkal vezérelt kapuáramkör választja ki a sávszűrőből érkező jelkeverékből.

A bekeretezett áramkörök együttese a dekódoló egység, mely a kódolt jelből alapszínjeleket állít elő.

Fekete—fehér adás vételekor meg kell akadályozni, hogy a színcsatornák működjenek. Ellenkező esetben a színjelek sávjába eső világosság-jelösszetevők és zajok miatt a képen zavaró színhatások keletkeznek. Ezért egy színkikapcsoló áramkör (color killer; az ábrán nem látható) önműködően kikapcsolja a színjelek áramköreit, amikor a vevőkészülékbe nem érkezik színfázis jel.

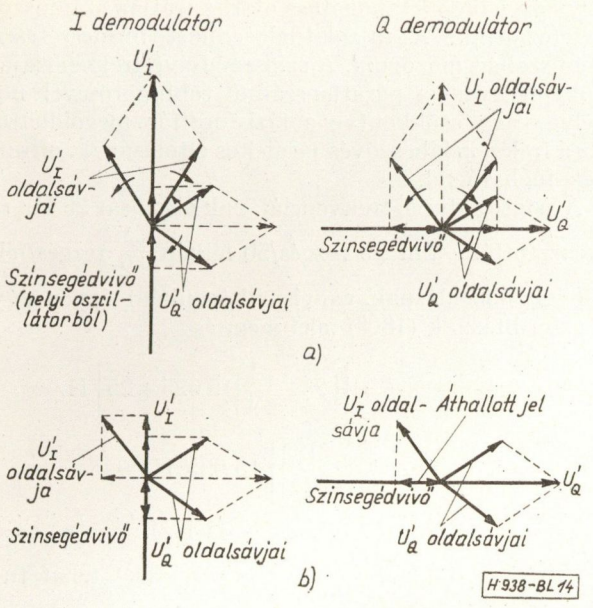
A vevőkészülék úgy is felépíthető, hogy sem a τ_I késleltető vonalra, sem külön mátrix áramkörre nincs szükség.

Az NTSC rendszer főbb hátrányai

Az NTSC rendszernek több hibája van. Ezek közül a következők kifogásolhatók elsősorban.

Az NTSC rendszer igen érzékeny a torzításokra, különösen a fázistorzításra, ami a (18) összefüggés alapján könnyen belátható. Utóbbi színárnyalat hibát okoz, márpedig az emberi szem már 2°-os fázishibát is észlel és 10°-os hiba már zavaró lehet. A torzításérzékenység miatt szigorúak a mágneses képrögzítővel és a mikrohullámú lánccal szemben támasztott követelmények.

Az NTSC rendszerben a kvadratúramoduláció és az U'_I jel csonkaoldalsávos átvitele miatt színáthallás lép fel a színcsatornák között, ami a kép elszíneződését, ill. az átmeneteknél színtorzítást eredményez. Az áthallás jelentkezése könnyen belátható a 14. ábra alapján, mely tulajdonképpen az U'_I és U'_Q tengelymenti demoduláció folyamatát szemlélteti. A 14*a* ábra szerint az *I* demodulátor kimeneti jeléhez nem járul hozzá az U'_Q jel, mert a színsegédvivőre merőleges összetevőit a demodulátor elnyomja, az U'_I tengelybe eső összetevői pedig ellentétes fázisúak. Hasonló a helyzet a *Q* demodulátor kimeneti jelét nézve.



14. ábra. A színáthallás keletkezése demodulálaskor. *a)* nincs áthallás; *b)* van áthallás

Mindez azonban csak azokig a frekvenciákig érvényes, ameddig a színjelek oldalsávjai szimmetrikusak. Az U'_I jel átvitele azonban csonkaoldalsávos, ezért az U'_I jelnek a szimmetrikus oldalsáv-tartományon kívül eső összetevői is hozzájárulnak a Q demodulátor kimeneti jeléhez (14*b* ábra), az U'_I jel csatornájából áthallatszik a jel az U'_Q jelébe. Ez a színáthallás elvileg elkerülhető, ha a két színkülönbségi jel átviteli sávjának szélessége azonos (egyenlő színsávú vagy egyszerű vevőkészülék). Ekkor azonban romlik a színfelbontás (az előbbi demodulálási tengelyeket sem célszerű megtartani). Színáthallás akkor is fellép, ha a szóban forgó demodulálási tengelyek nem merőlegesek egymásra.

Az NTSC rendszer hibájának róható fel az is, hogy a demoduláció megoldása viszonylag bonyolult. (A moduláció sem egyszerű, de azt az adóoldalon valósítják meg, tehát nem tekinthető hátrányos tulajdonságnak.)

A szakembereket e hibák kiküszöbölésének gondolata vezérelte az NTSC rendszer javításakor. Eközben született meg — többek között — előbb a SECAM, majd a PAL rendszer.

A PAL rendszer

A képinformációt hordozó jelek továbbítása

A PAL rendszerben a felvett képet a világosságjel és a két egyszerű színkülönbségi jel képviseli, és ezeket egyidejűleg továbbítják a képvisszaadás helyére. A PAL tehát szintén frekvenciaosztásos rendszer. A súlytényezők az NTSC rendszer tárgyalásakor megismert nagyságúak, és a három jel:

$$U'_Y,\ U'_{SR}=0{,}877(U'_R-U_Y),\ U'_{SB}=0{,}493(U'_B-U'_Y). \tag{28}$$

A két színkülönbségi jellel két azonos frekvenciás, de egymással 90° fázisszöget bezáró színsegédvivő jel amplitúdóját modulálják az NTSC rendszernél megismert módon, tehát itt is derékszögű modulációt alkalmaznak. Ebből következik, hogy a színsegédvivő most is egyidejűleg amplitúdó- és fázismodulált.

A vörös színkülönbségi jel modulátorába vezetett modulálatlan színsegédvivő fázisa azonban a kék színkülönbségi jel tengelyéhez viszonyítva most nem állandóan +90°, hanem azt sorról-sorra +90°-kal, ill. −90°-kal változtatják, vagyis soronként 180°-kal változatják.

Az NTSC rendszer említett két fő hibája, a fázistorzítás-érzékenység és a színáthallás e soronkénti fázisváltogatás következményeként szüntethető meg, illetve csökkenthető a kívánatos mértékben, a fázistorzítás gyakorlatilag általában kialakuló nagysága esetén.

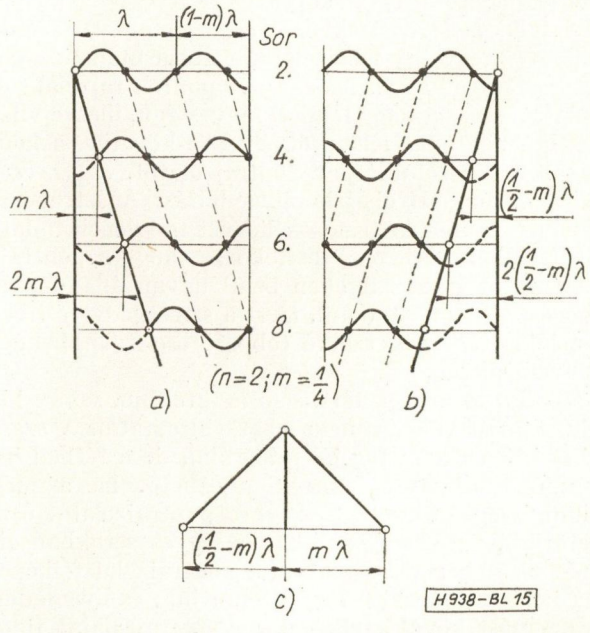
A színsegédvivők frekvenciája

A (9) képlet szerint

$$f_{sv}=(n-m)f_s=nf_s-mf_s=(n-1)f_s+(1-m)f_s, \tag{29}$$

vagyis ha $m\neq 0$, egy-egy sorban nem kapunk egészszámú színsegédvivő jelperiódust, az utolsó hullámnak csak $(1-m)\lambda$-adrésze fut le, ahol λ a színsegédvivő jel hullámhossza. Az egymás után letapogatott sorokban tehát az első sorhoz képest $m\lambda$, $2m\lambda$, ... hullámhossznak megfelelő fáziskéséssel indul a színsegédvivő jel és ennek megfelelően a zavaró pl. világos pontok a rajzolatban jobbra tolódnak. Ezt szemlélteti a 15*a* ábra, mely a kék színkülönbségi jel modulátorába vezetett színsegédvivőt ábrázolja. A pontok eltolódása okozza az $m=0$ esetén tapasztalható, függőleges sávokból álló szabályos pontrajzolat összetörését.

Most az m soros eltolás mellett fordítsuk meg az egymást követő sorokban a másik színsegédvivő jel, vagy — ami ugyanazt jelenti — a vörös színkülönbségi jel polaritását, éspedig fázisfordító kapcsolással.



15. ábra. A színsegédvivő jel okozta zavaró pont eltolódása *a)* az *offset*, *b)* a fázisfordító kapcsolással megoldott polaritásváltás esetén, *c)* a kétféle eltolódást egyszerre nézve

Ez látható a 15*b* ábrán. A jel most az eltolás (*offset*) miatt $m\lambda$ értékkel késik és a fázisfordítás következtében $\lambda/2$ hullámhosszal siet. Az eredő $\lambda/2-m\lambda=$ $=(1/2-m)\lambda$, ennyivel csúszik el az egyik sorban levő pl. világos pontsorozat az előtte haladó sor hasonló pontsorozatához képest. E pontok mindaddig balra tolódnak, vagyis az eredő fázisváltozás fázissietés, amíg $m<1/2$. Az eltolódást a 15*a* és *b* ábrán ferde egyenes szemlélteti.

Mivel mindkét színkülönbségi jelet egyidejűleg átviszik, az eredő pontrajzolat láthatósága nyilván akkor a lehető legkisebb, ha a kék és vörös színkülönbségi jelhez tartozó színsegédvivő jel által okozott rajzolat összetörése, vagyis a pontok elcsúsztatása ellentétes irányú és egyforma. E feltétel teljesül, ha (l. a 15*c* ábrát):

$$m\lambda=\left(\frac{1}{2}-m\right)\lambda, \quad \text{vagyis} \quad m=\frac{1}{4}. \tag{30}$$

Tehát $m=1/4$ soros a spektrumbeszövés eltolása, az offset. A 15*a* és *b* ábra éppen ezt az esetet szemlélteti. Előbbin a kék, utóbbin a vörös színkülönbségi jelnek megfelelő, modulálatlan vagy egyenfeszültséggel modulált színsegédvivő lefutása látható néhány sorban, amikor $n=2$.

A PAL rendszerben $n=284$. E rendszer kidolgozásakor ugyanis a színsegédvivők frekvenciáját úgy határozták meg, hogy értéke a lehető legjobban megközelítse az NTSC rendszer annak idején Európában bevezetésre szánt változata színsegédvivőinek frekvenciáját.

A 15*a* és 15*b* ábrát nézve megállapítható, hogy a színsegédvivő négy-négy egymásután letapogatott sort követően indul azonos fázissal. Egy teljes zavaró pontrajzolat felépüléséhez tehát négyszer kell letapogatni a képet ($p_0=4$; 8 félkép). Az a legkisebb egész szám ugyanis, mely a sorszámmal szorozva négygyel maradék nélkül osztható, éppen négy. A villogási frekvencia tehát $50/8=6{,}25$ Hz, ami nem éri el a szem kielégítő integrálóképességét.

A színsegédvivő frekvenciáját az említett módon választva, egy-egy félkép letapogatása után túlságosan összefüggő a világos és sötét pontok rajzolata és emiatt a szem a nagy felületi fényességű, illetve világosságú pontokat félképről félképre követve, a képernyőn vándorolni látja a pontrajzolatot, vagyis erőteljes az ún. sztroboszkopikus hatás. A sztroboszkopikus hatás és a kis villogási frekvencia miatt tapasztalható zavarérzetet fokozza, hogy a pontrajzolat az egyes rasztereken belül ugyan állandó, de az egész raszter vándorol, mert a színsegédvivő frekvenciája nem egész számú többszöröse a 25 Hz képfrekvenciának.

Mivel n és m rögzített, sem az utóbbin, sem a kis villogási frekvencián nem lehet változtatni. A szem tehát időben nem fog jól integrálni, de a térbeli integráló tevékenysége megkönnyíthető, ha a még mindig eléggé összefüggő zavaró pontrajzolatot összetörjük, vagyis a pontokat az egyes sorokban eltérő mértékben elcsúsztatva, a pontrajzolat félképeken belüli felépítését megváltoztatjuk, és ily módon az egymást követő félképek zavaró rajzolatát finomabb szerkezetet kialakítva illesztjük, szőjük egymásba. Ez elérhető, ha a színsegédvivő jel fázisát egy-egy félkép letapogatása alatt páratlan számúszor megfordítjuk. A rajzolatnak emiatt természetesen nem szabad mozognia. A színsegédvivő frekvenciáját a képfrekvencia páratlanszámú többszörösével növelve vagy csökkentve a fázisfordítás megoldható. Ez a frekvenciabeszövés járulékos eltolásának, offsetnek fogható fel.

A színsegédvivő frekvenciájának eltolását 25 Hz-re választották, ami 25 rezgés/50 félkép$=\frac{1}{2}$ rezgés/félkép jelmódosulásnak, vagyis félképenként éppen egy fázisfordításnak (180°) felel meg, és

$$f_{sv}=(n-m)f_s+f_k=\left[\left(284-\frac{1}{4}\right)15\,625+25\right]\text{Hz}=$$

$$=\left[284-\left(\frac{1}{4}-\frac{1}{625}\right)\right]15\,625\ \text{Hz}=$$

$$=4\,433\,618{,}75\ \text{Hz} \quad (\pm 1\ \text{Hz}). \tag{31}$$

A frekvenciabeszövés eltolása, az offset tehát tulajdonképpen $\left(\frac{1}{4}-\frac{1}{625}\right)$-soros.

A 25 Hz-es eltolás a pontrajzolat összetörésén kívül a sztroboszkopikus hatásnak nevezett vándorlás ellen is hat, és alkalmazásakor a világosságjelnek a színcsatornákban fellépő áthallásával együttjáró zavaró hatás is jelentékenyen csökken.

Az NTSC rendszer tárgyalásakor említett, a pontrajzolat láthatóságát növelő tényezők (képcső jelleggörbéje, fázismoduláció stb.) most is fellépnek. Ennek ellenére a zavaró pontrajzolat csak telítettebb színek átvitelekor, tehát nagyobb amplitúdójú színjelek esetén észlelhető, ha a képvisszaadó cső ernyőjét olyan távolságból nézzük, amelyből a sorok már nem különböztethetők meg. A zavaró rajzolat az NTSC rendszerbelinél észrevehetőbb.

A színsegédvivők modulációja és a színjelek átviteli sávjának szélessége

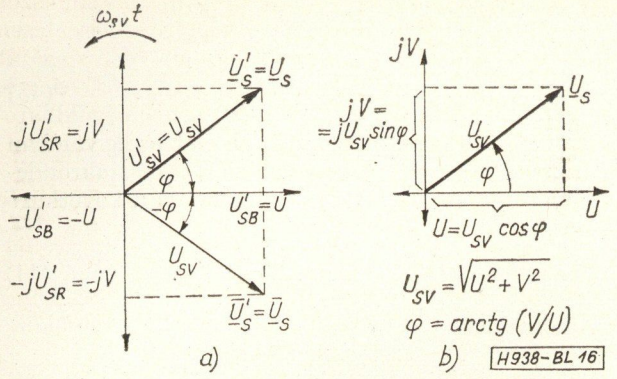
A színsegédvivők által létrehozott pontrajzolat láthatóságának csökkentése végett — az NTSC rendszerhez hasonlóan — itt is elnyomott vivőjű derékszögű (kvadratúra-) modulációt alkalmaznak.

A két színkülönbségi jellel — átviteli sávjuk határolása után — kiegyenlített (balansz-) modulátorokban amplitúdóban modulálják a színsegédvivőket. Az egyik jel polaritását sorról sorra váltogatják. Több kísérlet elvégzése után az U'_{SR}, ill. a neki megfelelő színsegédvivő jel fázisának váltogatása mellett döntöttek, mert

$$U'_{SR\,max}/U'_{SB\,max}=0{,}877(1-0{,}3)/0{,}493(1-0{,}11)\approx 1{,}41,$$

tehát a két színkülönbségi jelnek az átkapcsolgatást kísérő aszimmetriája a vevőkészülékben viszonylag kisebb helyesbítést igényel az U'_{SR}, mint az U'_{SB} jel polaritásváltása esetén.

Az U'_{SR} színkülönbségi jel, tehát a vörös színjel soronkénti polaritásváltását gyakorlatilag úgy oldják meg, hogy az U'_{SR} jel modulátorába vezetett színsegédvivő jel fázisát $\pm 90°$-kal változtatják az U'_{SB} jel tengelyének fázisszögéhez (0°) viszonyítva, vagyis egy kapcsolóval soronként 180°-kal váltogatják az



16. ábra. A PAL rendszerbeli összetett színjel vektorának pillanatnyi helyzete és jellemzői a színkülönbségi jelek koordinátarendszerében *a)* két egymást követő sorban, *b)* csak az egyik sorban és új jelöléseket bevezetve

U'_{SR} jel modulátorába jutó színsegédvivő fázisát. Ezt a kapcsolgatást a vevőkészülékben természetesen frekvencia- és fázishelyesen meg kell ismételni.

A modulátorokból távozó színjelek összegezőbe kerülnek, melynek kimenetén az összetett színjel lép fel.

Az összetett színjel — 16*a* ábrán látható — vektorához rendeljünk egy komplex számot, és vezessük be az $U'_{SB} = U$ és $U'_{SR} = V$ jelöléseket. Ekkor — a 16*a* és 16*b* ábrát is figyelembe véve — a színjelekre felírható, hogy:

$$U_U = U \cos \omega_{sv} t, \tag{32}$$

és

$$\pm U_{jV} = U_{\pm jV} = \pm jV \cos \omega_{sv} t = V \cos (\omega_{sv} t \pm 90^\circ) = \\ = \mp V \sin \omega_{sv} t, \tag{33}$$

ahol $\omega_{sv} = 2\pi f_{sv}$.

Az összetett színjelet az egyik sorban U_S-sel, a másikban pedig U_S^*-gal jelölve:

$$U_S = U_U + U_{jV}, \tag{34}$$

ill.

$$U_S^* = U_U - U_{jV}. \tag{35}$$

Az összetett színjel tehát általában:

$$U'_{SP} = U_U \pm U_{jV} = U_{(U \pm jV)} = \mathrm{Re}\,[(U \pm jV)e^{j\omega_{sv}t}] = \\ = U_{SV}\,\mathrm{Re}\,(e^{(j\omega_{sv}t \pm \varphi)}), \tag{36}$$

mert a 16*a* és *b* ábra alapján

$$U + jV = \underline{U}_S = U_{SV} e^{j\varphi}, \tag{37}$$

és

$$U - jV = \overline{\underline{U}}_S = U_{SV} e^{-j\varphi}, \tag{38}$$

ahol

$$U_{SV} = \sqrt{U'^2_{SB} + U'^2_{SR}} = \sqrt{U^2 + V^2}, \tag{39}$$

$$\varphi = \mathrm{arc\,tg}\,(U'_{SR}/U'_{SB}) = \mathrm{arc\,tg}\,(V/U), \tag{40}$$

és $\overline{\underline{U}}_S$ az U tengelyre tükrözött $\underline{U}_S$ vektor (konjugált komplex számnak felel meg).

A kódolt PAL jel az összetett színjel és a világosságjel összege:

$$U'_P = U'_Y + U'_{SP}. \tag{41}$$

Ezt a jelet modulálják a segédjelekkel együtt a képvivőre.

A PAL rendszerben az egyszerű színkülönbségi jelek átvitele miatt a kódolás és a dekódolás egyszerűbb, mint az NTSC rendszerben. Ezzel szemben a két színkülönbségi jel átviteli sávjának szélességét az U'_I jelével közel azonosra kell választani. Az átvitel ezért, és a színsegédvivők frekvenciájának értéke miatt általában csak csonkaoldalsávos lehet, ami azonban a PAL rendszerben nem okoz a képernyőn észlelhető színáthallást.

Gyakorlatilag a két színjel átviteli sávjának szélességét azonosra választották. Az oldalsávok szélességét a következő adatok rögzítik:

G norma	*I* norma
f_{sv} { +0,57 MHz (max); −1,30 MHz (max) }	f_{sv} { +1,07 MHz (max); −1,60 MHz (max) }

Megjegyezzük, hogy e két normában a világosságjel átviteli sávjának szélessége 5 MHz, ill. 5,5 MHz.

A színjelek demodulálása

A vevőkészülék videodemodulátorának kimenetén távozó kódolt PAL jelet először is szétválasztják világosság- és összetett-színjelre. A világosságjel kisfrekvenciás spektrumösszetevőitől színszűrővel megszabadított színjeleket — ugyanúgy, mint az NTSC rendszerben — szorzó áramkörrel megoldott szinkrondemodulátorokban demodulálják, hiszen a moduláció elnyomott vivőjű. Az egyszerű színkülönbségi jelek tengelye mentén demodulálnak, tehát két demodulátorra van szükség. A demodulálláskor figyelembe kell venni, hogy a vörös színjel fázisa az egymást követő sorokban ellentétes, itt tehát a demodulációhoz nemcsak az elnyomott színsegédvivők fázisával és frekvenciájával jellemzett színsegédvivő jeleket kell előállítani, hanem egy, a vörös színkülönbségi jel fázisát soronként váltogató adóoldali kapcsoló, az ún. PAL kapcsoló kapcsolási frekvenciájával és fázisával rendelkező jelsorozatot is, mely a vevőoldali PAL kapcsolót vezérli. Az utóbbi kapcsoló ugyanis arról gondoskodik, hogy a vörös színkülönbségi jel fázisa a kék színkülönbségi jeléhez (0°) képest mindig 90°-os legyen.

Az összetett színjel demodulálása megvalósítható késleltető művonallal, és anélkül. Mivel az utóbbi megoldást alkalmazó ún. egyszerű PAL (PAL_S) vevőkészülékeket nem gyártanak, ezért arról csak annyit jegyzünk meg, hogy a vörös színkülönbségi jel helyes fázisát a demodulátorba vezetett színsegédvivő jel soronkénti polaritásváltásával célszerű elérni. A demoduláció ettől eltekintve elvileg ugyanúgy valósítható meg, mint az NTSC rendszerben.

A késleltető művonalas PAL (PAL_{DL}) vevőkészülékekben az egyes képsorok jelét az átkapcsolt és átkapcsolatlan polaritású, vagyis két-két egymást követő sorhoz tartozó színjelek elektromos átlagolásával alakítják ki. Ez azt jelenti, hogy az említett kétféle színjelnek megfelelő két képet soronként egymásra illesztve csak azok átlagát adják vissza, tehát a visszaadott függőleges színfelbontás fele a képfelvételkor elértnek. Természetesen csak akkor nem követi ezt észrevehető szín- és világossághiba, ha két-

két egymás után letapogatott sorban a képtartalom egyáltalán nem, vagy csak kevéssé változik.

Az átlagképezést gyakorlatilag úgy valósítják meg, hogy az éppen átvitt sor színjeleit az előző sor soridővel késleltetett jeleivel összevonják, tehát e két sor jeleit összeadják, vagy egymásból kivonják. A késleltetést ultrahangos késleltető művonal végzi.

A demoduláció folyamatát ezáltal tulajdonképpen két részre bontják. A késleltető művonal, valamint az összegező és kivonó áramkör elvégzi a színjelek fázisdemodulálását, és az ezeket követő szinkrondemodulátoroknak már csak az amplitúdódemodulálásról kell gondoskodniok.

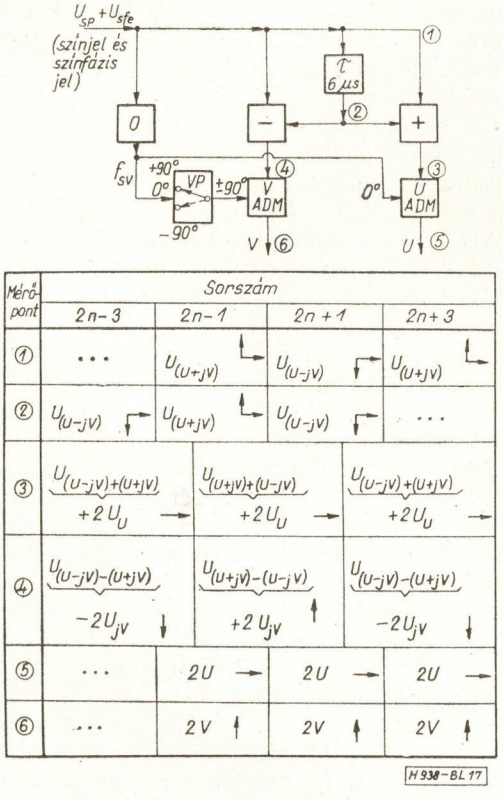
Állításunkat a következőképpen igazolhatjuk. Érkezzen a késleltető művonalba, továbbá az összegező és kivonó (fázisfordító és összegező) áramkörbe a $(2n-1)$-edik sorban az U_S^*, a váltott soros letapogatás miatt ezután letapogatott $(2n+1)$-edik sorban pedig az U_S összetett színjel. E két jel a $(2n+1)$-edik sor átvitelekor egyszerre jelenik meg az összegező és a kivonó áramkör kimenetén.

A 16. és 17. ábra, valamint a (36) összefüggés alapján az összegező áramkör kimeneti jele:

$$U_S+U_S^*=U_{(U+jV)}+U_{(U-jV)}=$$
$$=U_U+U_{jV}+U_U-U_{jV}=2U_U, \qquad (42a)$$

vagy

$$U_S+U_S^*=2U_{SV}\,\mathrm{Re}\left(\frac{e^{j\varphi}+e^{-j\varphi}}{2}\,e^{j\omega_{sv}t}\right)=$$
$$=2U\cos\omega_{sv}t=2U_U. \qquad (42b)$$



17. ábra. Az összetett színjel demodulálásának folyamata késleltető művonalas PAL rendszerű vevőkészülékben. τ késleltető művonal (64 μs); + összeadó, − kivonó áramkör; *U ADM* és *V ADM* amplitúdódemodulátorok; *O* színsegédvivő oszcillátor; *VP* vevőoldali PAL kapcsoló.
Az ábrán τ értéke helyesen 6,4 μs.

A kivonó áramkörből távozó jel pedig

$$U_S-U_S^*=U_{(U+jV)}-U_{(U-jV)}=$$
$$=U_U+U_{jV}-U_U+U_{jV}=2U_{jV}. \qquad (43)$$

A (42) és (43) összefüggésekkel leírt jelek valóban nem tartalmaznak fázismodulációt, és szinkrondemodulátorokba vezetve azok kimenetén a következő jelek lépnek fel:

$$2U=2U'_{SB}, \quad 2V=2U'_{SR}. \qquad (44)$$

A következő, $(2n+3)$-adik sor közvetítésekor a közvetlen jel U_S^*, és az összegező kimenetén

$$U_S^*+U_S=2U_U, \qquad (45)$$

a kivonó áramkörből pedig

$$U_S^*-U_S=-2U_{jV} \qquad (46)$$

jel távozik. Ugyanekkor a *V* demodulátorba érkező színsegédvivő jel polaritását a PAL kapcsoló megfordítja, és ezért a demodulátorok kimeneti jele:

$$2U=2U'_{SB} \quad \text{és} \quad 2V=2U'_{SR}. \qquad (47)$$

Állításunkat ezzel igazoltuk.

Természetesen a színsegédvivő helyett az U_{jV} színjel polaritása is kapcsolgatható.

A késleltető művonal késleltetési ideje 283,5 színsegédvivő rezgés időtartamának felel meg, vagyis 63,943 μs. Az előírt pontosság ± 3 ns.

A késleltető művonal alapfeladatán kívül kb. 3 dB-lel csökkenti a színcsatornába áthallott világosságjel összetevőket. Ez az áthallás az átlagképezés miatt is csökken, hiszen a világosságjel összetevők fázisát az adóoldalon nem váltogatják, a vevőoldali PAL kapcsoló viszont soronként megfordítja az oda bejutó összetevők fázisát.

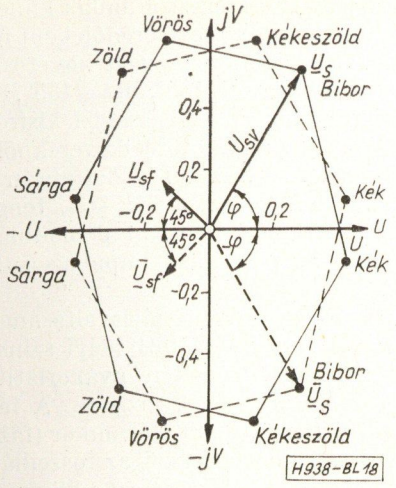
A színfázis jel és felhasználása a vevőkészülékben

A demoduláláshoz kétféle információt kell továbbítani a kódoló áramkörből. Ezek egyike a modulátorokba vezetett színsegédvivők frekvenciája és fázisszöge, a másik pedig a vörös színjelhez tartozó modulálatlan színsegédvivő jel soronkénti polaritásváltását végző kapcsoló kapcsolási frekvenciája (üteme) és fázisa. Az előbbi a helyi színsegédvivő oszcillátor szabályozásához, az utóbbi a vevőoldali PAL kapcsoló vezérléséhez, tehát lényegében a színazonosításhoz szükséges.

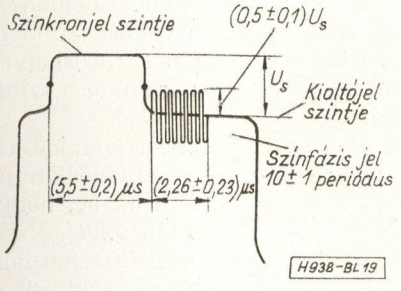
A kapcsolási frekvenciára a vevőkészülékbe érkező sorszinkronjelek felvilágosítást adnak, a többi adatot pedig egyetlen ún. színfázis jel közli a vevőkészülék megfelelő áramköreivel.

Az NTSC rendszerbeli színfázis jelet átvive, az nem adna felvilágosítást a vörös színjel polaritásváltogatásának fázisára. Ezért a színfázis jel fázisszöge itt nem 180°, hanem az egymás után letapogatott sorokban váltakozva $180°-45°=135°$ és $180°+45°=225°$ $(-135°)$. Ezek két sorra vett középértéke 180°. A fázisszög ajánlott tűrése $\pm 3°$.

A színfázis jel fázisszögét ily módon megválasztva, a dekódoló áramkörben viszonylag egyszerűen állíthatók elő az említett két feladatot elvégző jelek.



18. ábra. Az összetartozó színfázis jelek és összetett színjelek vektorának pillanatnyi helyzete a színkülönbségi jelek koordinátarendszerében. Az $\underline{U}_{Sf}$ vektor az $\underline{U}_S$ jelhez, az $\bar{\underline{U}}_{Sf}$ pedig a következő sorbeli $\bar{\underline{U}}_S$ jelhez tartozó színfázis jelet szemlélteti



19. ábra. A PAL rendszerbeli színfázis jel elhelyezkedése és adatai

A 18. ábrán az összetartozó színfázis jel és összetett színjel (vagy eredő színkülönbségi jel) vektorának elhelyezkedése látható a színkülönbségi jelek koordinátarendszerében két egymást követő sorban. Az ábra az alap- és a kiegészítő színeknek megfelelő eredő színkülönbségi jelek vektora (fázora) végpontját is szemlélteti.

A színfázis jel *I* és *G* norma esetén a 19. ábrán látható módon helyezkedik el a sorkioltó jel hátsó vállán.

A félképeken belül, a képkioltás alatt a következőképpen oltják ki a színfázis jeleket.

Jelöljük a +135° fázisszögű színfázis jelet *A*-val, a −135°-osat pedig *B*-vel. A színfázis jelek félképen belüli egymásra következésének rendszere *A*, *B*, *A*, *B*,... . A vevőkészülék színsegédvivő oszcillátorának működését szabályozó feszültség egy *A* és egy *B* típusú színfázis jelet átlagolva alakul ki. Ezért az egymást követő félképek elején, a színfázis jel kioltását követően, az első színfázis jelnek azonos típusúnak kell lennie, hogy az említett közepes szabályozófeszültség az induláskor is mindig helyes és azonos lefolyású legyen. Ellenkező esetben a színsegédvivő jel fázisa a félkép elején kissé eltolódik. Ez az eltolódás az első sor lefutása után nem hirtelen, hanem csak fokozatosan csökkenve szűnik meg, és ezért telített színek közvetítésekor és a színsegédvivők oszcillátorának esetleges nagyobbmérvű elhangolódásakor a visszadott kép felső szélén hibás színfolt és villogás jelentkezik.

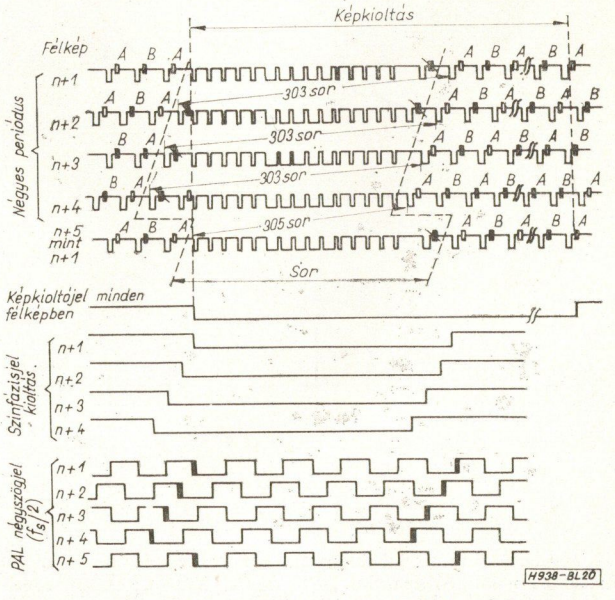
Továbbá, az egyik színsegédvivő jel polaritását váltó vevőkészülékbeli kapcsoló helyes vezérlése szempontjából célszerű, ha a kioltást követő első színfázis jel *A* típusú.

Tudjuk másrészt, hogy a rendszer sorváltós, a sorok páratlan számúak, és a képszinkron és a kiegyenlítő jelek bekövetkezése és időtartama adott. Mindezeket figyelembe véve arra a következtetésre juthatunk, hogy az NTSC rendszerben alkalmazott színfázis jel kioltási módszer esetén itt az egymást követő félképekben a kioltást követő első színfázis jel típusa nem mindig azonos (pl. *A*), hanem az négy félképenként ismétlődő rendszert alkot, és a szóban forgó jel típusa egy-egy ilyen perióduson belül: *A*, *A*, *B*, *B* (l. a 20. ábrát). Emiatt egyrészt a vevőkészülék színsegédvivő oszcillátorának szabályozásában zavar léphet fel, másrészt a PAL kapcsoló által támasztott követelmény sem teljesül.

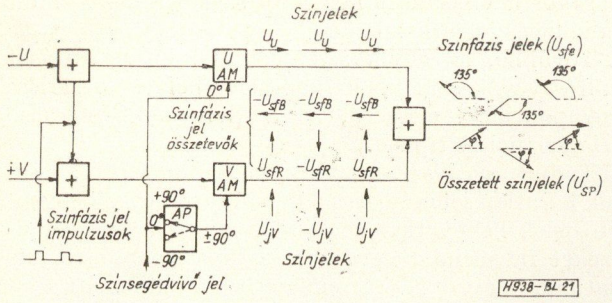
A PAL rendszerben ezért a színfázis jeleket a 20. ábrán szaggatott vonalakkal határolt tartományban oltják ki, tehát az áthúzott jeleket sem viszik át.

A kioltás ekkor viszonylag egyszerűen megvalósítható és a kioltást követő első és utolsó színfázis jel minden félképben egyöntetűen *A* típusú. Ennek érdekében az egyes félképekben a kioltott és megmaradt színfázis jelek páratlan számúak, tehát összegük páros szám. Gyakorlatilag három félképben 303 és a negyedikben 305 sorban van színfázis jel, és egységesen 9 sorban oltják ki. Így $4 \cdot 9 + 3 \cdot 303 + 1 \cdot 305 = 1250 = 4 \cdot \frac{625}{2}$, tehát négy félképes a kioltási rendszer ismétlődése, és ezen belül a kioltás félképről félképre eltolódik (l. a 20. ábrát).

A színfázis jelet kialakító, kapuzó, vagyis a színsegédvivő jelet színfázis jellé moduláló négyszög alakú impulzusokat színfázis jel impulzusoknak nevezzük. Ezek sorozatát célszerűen számláló áramkörökkel számlálják, indítják és állítják le. A számlálókat az összetett szinkronjellel és a 20. ábrán is látható $f_s/2$



20. ábra. A színfázis jelek kioltása



21. ábra. A színfázis jelek, a színjelek és az összetett színjelek kialakítása. + összeadó áramkör; *U AM* és *V AM* amplitúdómodulátorok; *AP* adóoldali PAL kapcsoló

frekvenciás, ún. PAL négyszögjel sorozattal vezérlik. Ily módon a színfázis jel impulzusok előállítása és kioltása egyesítve oldható meg, tehát azonnal a szükséges helyzetű és kioltású impulzussorozat alakul ki.

A 21. ábra a színfázis jelek és az összetett színjelek kialakítását szemlélteti. A pozitív polaritású $+V = +U'_{SR}$ jelet, és az előzetesen negatívra fordított — vagy eleve negatív — polaritású $-U = -U'_{SB}$ jelet is egy-egy összegezőben azonos amplitúdójú és pozitív polaritású színfázis jel impulzusokkal egyesítik. A modulátorokban úgy alakítják a jelek polaritását, hogy a *U* modulátor (l. a 21. ábrát) kimenetén 180° legyen a színfázis jel egyik összetevőjének fázisszöge, a másik összetevő pedig a *V* modulátor kimenetén ±90° fázisszöggel jelenjék meg. Ekkor a két modulátorból távozó jeleket összegező áramkör kimeneti kapcsain az említett két összetevő eredőjeként megjelenő színfázis jel fázisszöge az egymást követő sorokban a kívánt értékű, vagyis +135°, ill. −135°.

A vevőkészülékben a világosságjel kisfrekvenciás összetevőitől megszabadított jelkeverékből kapuzó áramkörrel lehet kiválasztani a 22*a* ábrán fent látható színfázis jelet. Ha ezt a $jV = jU'_{SR}$ tengely mentén pl. szinkrondemodulátorban demoduláljuk, soronként váltakozó polaritású impulzusok sorozatát kapjuk.

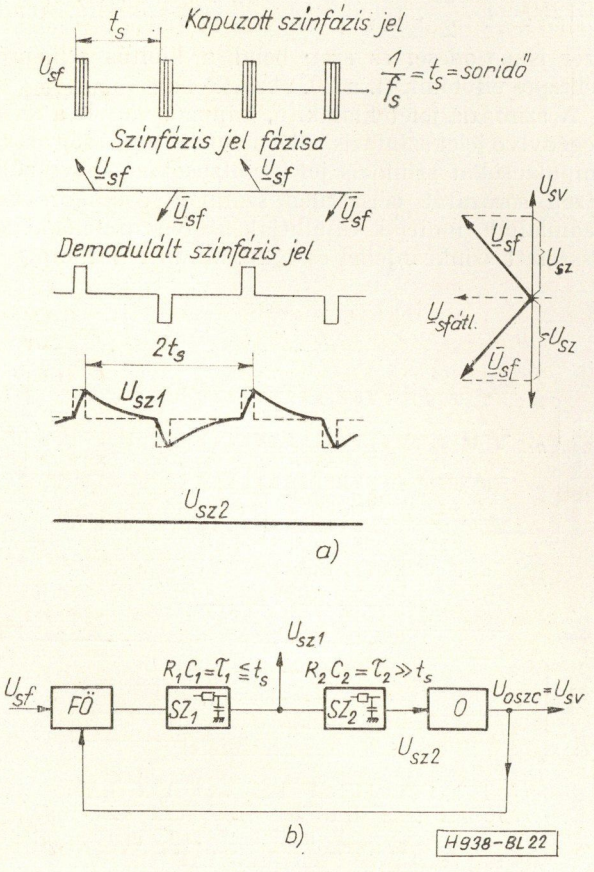
A színfázis jel soronkénti fázisváltásának önműködő fázisszabályozóval ellátott helyi színsegédvivő oszcillátor alkalmazása esetén gyakorlatilag nincs hatása az oszcillátor jelének fázisára. A fázisszabályozást egy fázisösszehasonlító áramkör (fázisdiszkriminátor) végzi. Ebbe egyrészt az oszcillátor színsegédvivőfrekvenciás jele, másrészt a kikapuzott színfázis jel érkezik, és ha ezek fázisa eltérő, szabályozófeszültséget kapunk, mely utánállítja az oszcillátort. Ily módon az oszcillátor jele és a színfázis jel fázisszinkronban fut.

A fázisösszehasonlító áramkör felhasználható a színfázis jelek demodulálására is. A demodulálási tengely önműködően mindig a vonatkoztatási színfázis jel közepes, átlagos, tehát 180°-os fázishelyzetére merőlegesen áll be, és ezért az áramkör a színfázis jelet demodulálja.

A 22*b* ábra a szabályozókört szemlélteti. Az SZ_1 egy kicsi, az SZ_2 pedig egy nagy időállandójú szűrő. Ha a szabályozókört úgy állítjuk be, hogy állandó, 180° fázisú színfázis jel esetén az U_{sz2} szabályozófeszültség zérus, akkor a fázisösszehasonlító fázist váltó színfázis jel érkezésekor megkísérli az oszcillátort e jel mindenkori fázisa szerint szabályozni. Eközben az első szűrő kimenetén $f_s/2$, vagyis félsorfrekvenciás és közel fűrészfog alakú U_{sz1} szabályozófeszültség jelenik meg, mely a színfázis jel egyenirányított és integrált változata (l. a 22. ábrát). Ez ad felvilágosítást az adóoldali PAL kapcsoló állásáról, tehát felhasználható a vevőoldali PAL kapcsoló szinkronizálására.

A második szűrőben az U_{sz1} jel ingadozása majdnem teljesen megszűnik, és kimenetén a váltakozó fázisú színfázis jel átlagolva távozik (U_{sz2}). A színfázis jel fázisváltása tehát valóban nem zavarja az oszcillátor helyes működését.

A színsegédvivő jel fázispontosságának követelménye miatt az oszcillátorral és a fázisösszehasonlító áramkörrel szemben támasztott követelmények nagyok. Az oszcillátor emiatt gyakorlatilag kvarcvezérlésű.

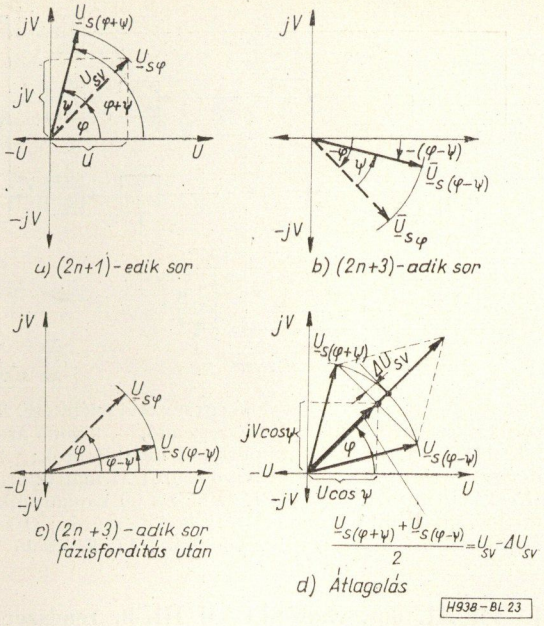


22. ábra. A színfázis jel felhasználása a vevőkészülékben. FÖ fázisösszehasonlító áramkör; SZ_1 és SZ_2 szűrők; Ö színsegédvivő oszcillátor

A fázistorzítás-érzékenység csökkenése, és a csonkaoldalsávos átvitel hatása a színvisszaadásra

Az egyik színjel (színsegédvivő jel) soronkénti polaritásváltása miatt a színjelek fázisának a modulátorok és a demodulátorok között bekövetkező torzulása elméletileg hatástalan a visszaadott színárnyalatra, és emiatt a PAL rendszer kevésbé érzékeny a fázistorzításra, mint az NTSC.

Állításunk a 23. ábra alapján könnyen igazolható. Legyen $\varphi = 45°$, vagyis vigyünk át bíbor színárnyalatot, a fázishiba legyen $\psi = 30°$, és tételezzük fel,



23. ábra. A fázishiba megszűnése átlagoláskor

hogy két egymást követő sorban a képtartalom gyakorlatilag nem változik. A színvektor ($\underline{U}_{S(\varphi+\psi)}$) eredő fázisszöge tehát a pl. $(2n+1)$-edik sorban $\varphi+\psi=75°$ (23*a* ábra), és a színárnyalat eltolódik a vörös irányban. A következő, $(2n+3)$-adik sorban a fázishiba jó közelítéssel ismét $\psi=30°$, de most a vörös színjel polaritásváltása, vagyis vektorának az U tengelyre tükrözése miatt a színjel ($\overline{U}_{S(\varphi-\psi)}$) eredő fázisszöge $-\varphi+\psi=-15°$, hiszen a fázishiba — feltételezés szerint — a moduláció után keletkezett, tehát előjele változatlanul pozitív. A színárnyalat ekkor eltolódik a kék irányában (23*b* ábra). A vevőkészülék demodulátorában visszafordítják e színjel polaritását, tehát fázisszöge $\varphi-\psi=15°$ (23*c* ábra $\underline{U}_{S(\varphi-\psi)}$ színjel). Nézzük most a két sor átlagát, vagyis az $\underline{U}_{S(\varphi+\psi)}$ és az $\underline{U}_{S(\varphi-\psi)}$ jel eredőjének felét (23*d* ábra). Az eredő vektor fázisszöge φ, vagyis helyes értékű, ezzel szemben a vektor hosszának fele kisebb, mint amikor nincs fázistorzítás. Az amplitúdó ΔU_{SV} értékkel kisebb a helyes U_{SV} nagyságnál, ami közelítőleg színtelítettség csökkenésnek felel meg.

A fázishiba tehát a színárnyalatot nem befolyásolja, de színtelítettség csökkenést okoz. Ez a hatása azonban sokkal kevésbé vehető észre, mint a színárnyalathiba.

Az átlagolást vagy a szem végzi, vagy áramkörök. Előbbi esetben a szem tehetetlenségét használják ki, mely nem a jelek középértékét képezi, hanem kétkét sor képtartalmát optikailag átlagolja. A szem korlátozott átlagolóképessége és a képvisszaadó cső nemlineáris jelleggörbéje, illetve ennek kompenzálására alkalmazott gamma korrekció miatt azonban az ilyen átlagképezés tökéletlen, és ezért a megengedhető fázistorzítás nem nagyobb, mint az NTSC rendszerben, vagyis $\pm 12°$. Az egyszerű PAL vevőkészülék csak ilyen átlagolást tesz lehetővé, és elsősorban ezért nem gyártják.

A késleltető vonalas PAL vevőkészülék a késleltető művonal, valamint az összegező és kivonó áramkör segítségével elektronikusan átlagol.

Vegyük ugyanis ismét szemügyre a 16., a 17. és a 23. ábrát. Ha nincs fázishiba a $(2n+3)$-adik sor letapogatásakor az összegező, ill. a kivonó áramkör kimenetén a (45), ill. a (46) összefüggéssel leírható jel lép fel. Ha viszont van ψ fázistorzítás, az összetett színjel a $(2n+1)$-edik sorban:

$$U_{S\psi}=U_{SV}\,\mathrm{Re}\,(e^{j[\omega_{sv}t+(\varphi+\psi)]}), \tag{48}$$

és a $(2n+3)$-adik sorban, figyelembe véve a vörös színjel adóoldali fázisfordítását is:

$$U^*_{S\psi}=U_{SV}\,\mathrm{Re}\,(e^{j[\omega_{sv}t-(\varphi-\psi)]}). \tag{49}$$

Az összegező és a kivonó áramkör kimenetén a $(2n+3)$-adik sor lefutásakor a közvetlen $U^*_{S\psi}$ és a késleltett $U_{S\psi}$ jel összege, ill. különbsége lép fel:

$$U^*_{S\psi}+U_{S\psi}=U_{SV}\,\mathrm{Re}\,[(e^{-j(\varphi-\psi)}+e^{j(\varphi+\psi)})e^{j\omega_{sv}t}]=$$

$$=2U_{SV}\,\mathrm{Re}\left(e^{j\psi}\,\frac{e^{j\varphi}+e^{-j\varphi}}{2}\,e^{j\omega_{sv}t}\right)=$$

$$=2U\,(\cos\psi\cos\omega_{sv}t-\sin\psi\sin\omega_{sv}t), \tag{50}$$

illetve

$$U^*_{S\psi}-U_{S\psi}=U_{SV}\,\mathrm{Re}\,[(e^{-j(\varphi-\psi)}+e^{j(\varphi+\psi)})e^{j\omega_{sv}t}]=$$

$$=2V\,(\cos\psi\sin\omega_{sv}t+\sin\psi\cos\omega_{sv}t), \tag{51}$$

mert $U=U_{SV}\cos\varphi$ és $V=U_{SV}\sin\varphi$ (l. a 16. ábrát).

Az (50) és (51) egyenlettel leírt jelek szinkrondemodulátorokba jutnak. Ezek egyike az első jelet az U, a másik pedig a második jelet a jV tengely mentén demodulálja, és az utóbbi demodulátorban meg is fordul a jel fázisa. A demodulátorok az (50) és (51) egyenlet bal oldalán levő második kifejezéssel leírt jelet elnyomják, hiszen ezek a demoduláció tengelyére merőleges összetevők [vö. a (32) és (33) összefüggéssel]. A két demodulátor kimeneti jele tehát:

$$2U\cos\psi,\quad \text{ill.}\quad 2V\cos\psi. \tag{52}$$

A fázistorzítás tehát nem okoz fázishibát, hiszen

$$\varphi=\mathrm{arc\,tg}\,(2V\cos\psi/2U\cos\psi)=\mathrm{arc\,tg}\,(V/U). \tag{53}$$

A színkülönbségi jelek amplitúdója viszont a könnyen megvalósítható 1:2 arányú leosztást figyelembe véve ΔU_{SV} értékkel csökken, mert (l. a 23*d* ábrát is):

$$\sqrt{U^2\cos^2\psi+V^2\cos^2\psi}=U_{SV}\cos\psi=U_{SV}-\Delta U_{SV}, \tag{54}$$

amiből a csökkenés nagysága:

$$\Delta U_{SV}=U_{SV}(1-\cos\psi). \tag{55}$$

A színtelítettség közelítőleg ilyen mértékben csökken. Megjegyezzük, hogy 30° fázishiba kb. 12% amplitúdócsökkenésnek felel meg.

Késleltetővonalas PAL vevőkészüléket használva az egész átviteli láncra kb. háromszor akkora, vagyis kb. $\pm 40°$ fázistorzítás engedhető meg, mint az NTSC rendszerben.

Nézzük most a csonkaoldalsávos átvitel hatását a színátvitelre. A 18. ábrát nézve megállapítható, hogy az egyik színjel soronkénti polaritásváltása a színvektor forgásirányának megváltozását vonja maga után, ami viszont az átviteli oldalsávok soronkénti helycseréjének felel meg. Késleltető művonal alkal-

mazása esetén a vevőkészülék két-két sor jelét átlagolja, tehát úgy viselkedik, mintha az átvitel kétoldalsávos lenne.

A csonka oldalsávon kívül eső jelösszetevők amplitúdója az átlagolás miatt a helyes érték felére csökken. Ha fázistorzítás is van, az amplitúdó — vagyis közelítőleg a színtelítettség — az $(1-\cos\psi)$ tényezőnek megfelelően még kisebb. Mindez természetesen matematikailag is igazolható.

Az átlagolás miatt a csonka oldalsávos átvitelt kísérő színcsatornák közötti áthallásnak (14. ábra) — ha nincs fázistorzítás — elvileg nincs a képernyőn észlelhető hatása, mert a demodulálási tengelybe eső áthallási jelösszetevők két sor átlagában egyenlők és ellentétes fázisúak, a tengelyre merőleges összetevőket pedig a demodulátorok elnyomják.

A színjelek csonkaoldalsávos átvitele és késleltetővonalas vevőkészülék alkalmazása esetén a PAL rendszer tehát úgy viselkedik, mintha a jeleket kétoldalsávosan, de csökkentett amplitúdóval vinnék át, és a színcsatornák közötti áthallásnak csak nagy fázistorzítás esetén van zavaró hatása.

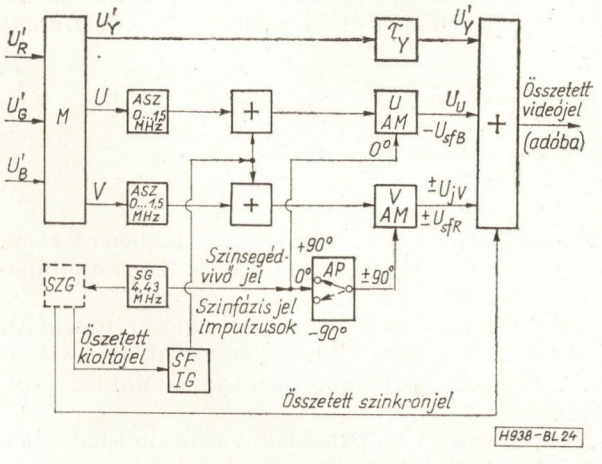
A kódoló és a dekódoló egység

A kódoló és dekódoló egység felépítését a 24., ill. 25. ábra szemlélteti. Az építőelemek feladata már ismeretes, ezért csak néhány megjegyzésre szorítkozunk.

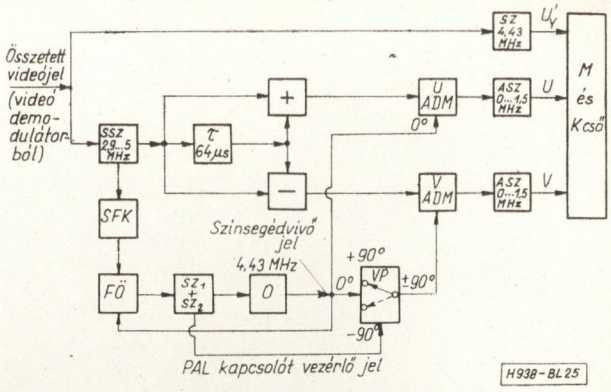
A színkülönbségi jelek útjában nincs késleltető vonal, hiszen átviteli sávjuk szélessége azonos. A világosságjel csatornájában természetesen most is elhelyeznek késleltető vonalat. A világosságjel és a két színkülönbségi jel együttfutásának előírt pontossága *I* norma esetén ±40 ns, a *G* normában pedig ±50 ns.

A kódoló áramkörben levő színfázis jel impulzusgenerátor a megfelelő helyzetű, szélességű és kioltású színfázis jel impulzusokat állítja elő.

A vevőkészülékben a világosságjel csatornájában — akárcsak az NTSC rendszerben — itt is elhelyeznek egy, a színsegédvivő frekvenciájára hangolt szűrőt, és a színcsatornákban egy színkikapcsolót (color killer; az ábrán nem látható).



24. ábra. A PAL rendszerű kódoló egység elvi felépítése. *M* mátrix áramkör; *ASZ* alulátereszető szűrő; + összeadó áramkör; τ_Y késleltető művonal; *U AM* és *V AM* amplitúdómodulátorok; *SZG* szinkrongenerátor; *SG* színsegédvivő generátor; *AP* adóoldali PAL kapcsoló; *SFIG* színfázis jel impulzusgenerátor



25. ábra. A PAL rendszerű dekódoló egység elvi felépítése. *SSZ* sávszűrő; τ késleltető művonal; + összeadó, — kivonó áramkör; *U ADM* és *V ADM* amplitúdódemodulátorok; *ASZ* alulátereszető szűrő; *SZ* színsegédvivő szűrő; *M* mátrix áramkör; *Kcső* képvisszaadó cső; *SFK* színfázis jel kapuáramkör; *FÖ* fázisösszehasonlító áramkör; SZ_1 és SZ_2 szűrők; *O* színsegédvivő oszcillátor; *VP* vevőoldali PAL kapcsoló

A SECAM III. opt. vagy SECAM III. b. rendszer

A képinformációt hordozó jelek továbbítása

Franciaországban 1957—58-ban Henri de France egy korábban sikertelenül alkalmazott ötlet szellemes felhasználásával egy új színes televízió átviteli megoldás elméleti alapjait rakta le. Abból indult ki, hogy a szem színfelbontó képessége nemcsak vízszintes, hanem függőleges irányban is rosszabb, mint a fényességfelbontó képessége. Ennek megfelelően nemcsak a színinformációt hordozó jelek átviteli sávjának szélessége, hanem a jelek átvitelekor a sorok száma is csökkenthető.

Ebből kiindulva dolgozták ki a SECAM rendszert, melyen később több, a felépítést és az átviteli jellemzők egy részét érintő módosítást hajtottak végre. A ma használatos változatot SECAM III. opt. vagy SECAM III. b. rendszernek nevezik. A módosítások során arra törekedtek, hogy csökkentsék a színsegédvivők okozta zavaró pontrajzolat láthatóságát, vagyis javítsák az összeférőséget; kedvezőbbé tegyék az átviteli rendszerben keletkező zaj spektrumbeli eloszlását és a zaj hatását, vagyis csökkentsék a rendszer zajérzékenységét; minél észrevehetetlenebb legyen a színátmeneteknél fellépő tranziens jelenségek hatása a képvisszaadó cső ernyőjén; csökkenjen a világosságjelnek a színcsatornákba való áthallása és a differenciális fázishiba látható hatása; megtartsák a korábbi változatokban kedvező jellemvonásokat. Az optimum jelző éppen arra utal, hogy a rendszer az alapjellemzői által megszabott korlátokat figyelembe véve a kompatibilitás, a videosávbeli zajeloszlás és a színtranziensek szempontjából a legkedvezőbb, optimálisan jó.

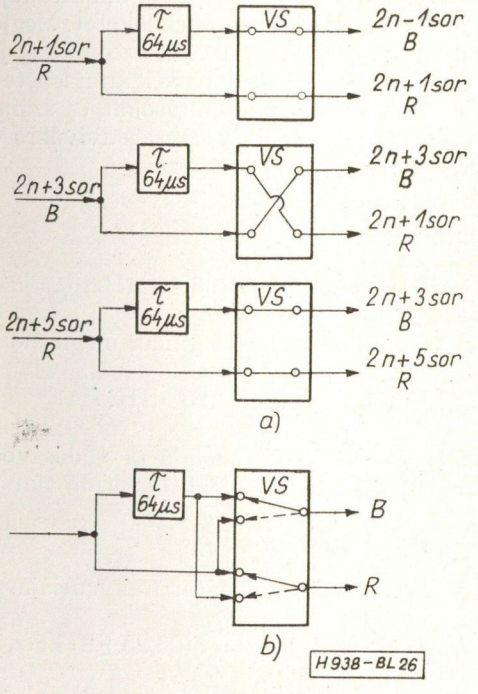
A SECAM III. opt. rendszerben a világosságjel mellett a két egyszerű színkülönbségi jelet veszik át. Utóbbiak két színsegédvivőt frekvenciában modulálnak.

A függőleges színfelbontás csökkenthetőségének említett alapelvéből kiindulva, nem alkalmaznak kettős modulációt, vagyis a két színkülönbségi jelet nem egyszerre, hanem soronként felváltva, az egyik sor-

ban csak az egyiket, a közvetlenül ezután letapogatottban pedig csak a másikat továbbítják az adóból. A világosságjelet minden sorban átviszik. A képinformációt tehát részben egyidejűleg, részben egymást követően továbbítják. Azt is mondhatjuk, hogy e rendszer a világosságjel és egy-egy színkülönbségi jel átvitelét nézve frekvenciaosztásos, frekvenciamultiplex, de a két színkülönbségi jel átvitele szempontjából időosztásos, időmultiplex.

A vevőkészülék képvisszaadó csövének valamenynyi vezérlő jelre egyidejűleg és folyamatosan szüksége van, tehát a két színkülönbségi jelnek a dekódoló áramkörben minden pillanatban egyidejűleg rendelkezésre kell állnia. Ezt úgy érik el, hogy az éppen átvitt színjelet nemcsak közvetlenül, hanem soridőtartamú tárolás, késleltetés után, a következő sorban érkező másik színjellel együtt is felhasználják a színkülönbségi jelek előállítására. Eközben természetesen feltételezik, hogy a képtartalom két egymást követő sorban csak kevéssé változik. A késleltetést egy késleltető művonal végzi, és az azonos típusú (pl. vörös) színjeleket egy kettős elektronkapcsoló, az ún. SECAM-kapcsoló válogatja össze. A késleltető művonal és e kapcsoló említett szerepét a 26*a* ábra, a kapcsoló működését pedig a 26*b* ábra szemlélteti a páratlan számú sorokat tartalmazó félkép közvetítése közben. A vörös színjelet R-rel, a kéket pedig B-vel jelöltük.

Az előbbiekből következik, hogy egyrészt a két színjelet egyszer az átvitelükkel egyidejűleg, egyszer pedig egy soridőtartammal később, a következő sor jelével együtt, tehát kétszer használják fel, másrészt a kapcsoló kimenetén egyidejűleg távozó jelek két különböző sornak megfelelő, következésképpen két eltérő időben továbbított információt hordoznak. A függőleges irányú színfelbontás tehát körülbelül a fele az ugyanilyen irányú fényesség-, ill. világosságfelbontásnak. A PAL rendszerben az átlagképezés miatt — mint láttuk — ugyanez a helyzet.



26. ábra. A jelkésleltető és -válogató áramkör működése. τ késleltető művonal; *VS* vevőoldali SECAM kapcsoló

Az NTSC rendszer fő hibái itt egyáltalán nem, illetve csak kis részben jelentkeznek. A csonkaoldalsávos átvitelt nem kíséri színáthallás, hiszen a két színkülönbségi jelet nem egyidejűleg viszik át. A fázistorzítás látható hatása itt nem a színfelületekben jelentkezik, hanem csak a hirtelen és nagy, tehát ritkán előforduló felületi fényességváltozások helyénél, és ezt is sikerült komoly mértékben lecsökkenteni. Ezért háromszor akkora, kb. $\pm 40°$ differenciális fázistorzítás engedhető meg, mint az NTSC rendszerben.

A differenciális amplitúdótorzításnak elméletileg nincs hatása a színinformáció átvitelére, mert a színsegédvivő jelek itt frekvenciamoduláltak.

A színsegédvivők frekvenciája

Frekvenciamoduláció esetén a színsegédvivők pillanatnyi frekvenciája a képek színezettségétől függően állandóan változik. Ezért elvileg sem valósítható meg tökéletesen, hogy a színsegédvivők által okozott zavaró pontrajzolatban a világos és sötét pontokat bizonyos számú félkép letapogatása után ellentétes világosságú pontok fedjék.

A pontrajzolat kevésbé zavaró, ha áll. A két színsegédvivő frekvenciáját tehát célszerű úgy megválasztani, hogy azok egész számú többszörösei legyenek a képfrekvenciának.

Láttuk, hogy szabályos, rendezett zavaró pontrajzolat megfelelő összetörésével kedvező rajzolat érhető el. A rajzolat rendezett, ha a színsegédvivő frekvenciája a sorfrekvencia egészszámú többszöröse:

$$f_{sv} = n f_s \tag{56}$$

($n = 1, 2, 3, \ldots$), sőt ekkor az a képfrekvenciának is egész számú többszöröse. Ekkor a 3. ábrán látható pontrajzolat alakul ki. Ilyen rajzolat bármilyen frekvenciás színsegédvivővel elérhető, ha az aktív sorok kezdetére azonos jelfázist állítunk be. A fázishelyreállítás pl. úgy valósítható meg, hogy egy fázisösszehasonlító áramkörben a színsegédvivő oszcillátor jelének fázisát minden sor kezdetekor összehasonlítjuk egy állandó frekvenciás referencia (kvarc-) oszcillátor jelének fázisával. A referencia oszcillátor jele célszerűen éppen a színsegédvivő választott névleges frekvenciájával rezeg. A kapott hibajellel a színsegédvivő jel fázisa a sorkioltás időtartama alatt minden aktív sor elejére ugyanarra a vonatkoztatási értékre állítható be, annak ellenére, hogy a moduláció miatt az egyes sorokon belül a frekvenciája, tehát egy adott értékhez viszonyítva a fázisa is változó. Az utóbbi miatt a kép jobb oldalán a rajzolat általában már nem szabályos, rendezett.

A SECAM III. opt. rendszerben ilyen fázishelyreállítást alkalmaznak, és ekkor jól látható, de — legalábbis a kép bal oldalán — rendezett pontrajzolatot kapnak. Ezután félképenként megfordítják a színsegédvivő jel fázisát, ami által két-két félkép pontrajzolata eléggé jól egybefűződik, különösen ha két félképen belül a képtartalom csak kevéssé változik.

A képvisszadó cső ernyőjén a pontrajzolat gyakorlatilag észrevehetetlen lenne, ha a néző szeme nem mozogna. Ez azonban elkerülhetetlen, jelentkezik tehát

a sztroboszkopikus hatás, és az egymást követő félképeken belüli rajzolatok egybefonódását a szem nem észleli, e rajzolatok láthatóvá válnak. A félképeken belüli függőleges csíkokat emiatt össze kell törni.

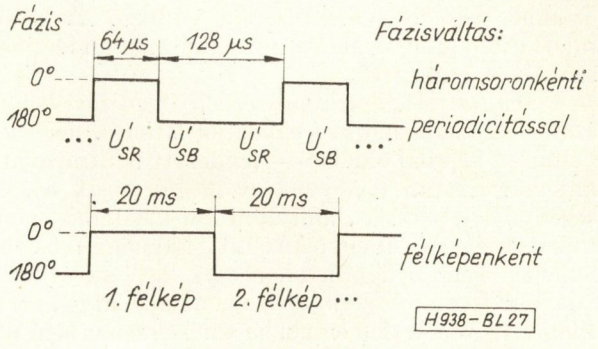
A színsegédvivők soronkénti fázisfordításával ezt nem lehet elérni, mert a moduláló színkülönbségi jel két egymást követő sorban különböző jellegű (U'_{SR} és U'_{SB}), és ezért az egymás utáni sorokban a színsegédvivők pillanatnyi frekvenciája, tehát fázisa is igen eltérő lehet. Soronkénti polaritásváltáskor tehát az egymás alatt futó jelek általában nem lennének ellentétes fázisúak. Ezért a polaritásváltást úgy valósítják meg, hogy az egymást követően letapogatott sorokban a színsegédvivő jelek induló, kezdeti fázisa háromsoronként ismétlődő rendszert alkot. Ezen belül a jel indulási fázisa a második és harmadik sorban azonos és az első sorban levő jelével ellentétes.

A színsegédvivők háromsoros periodicitású és félképenkénti fázisfordítását a modulációt követően, a frekvenciamodulátorok után beiktatott fázisváltó kapcsolókkal oldják meg. Ezeket a sor-, ill. képkioltó jelekkel indított bistabil áramkörök vezérlik. A vezérlő jeleket a 27. ábra szemlélteti.

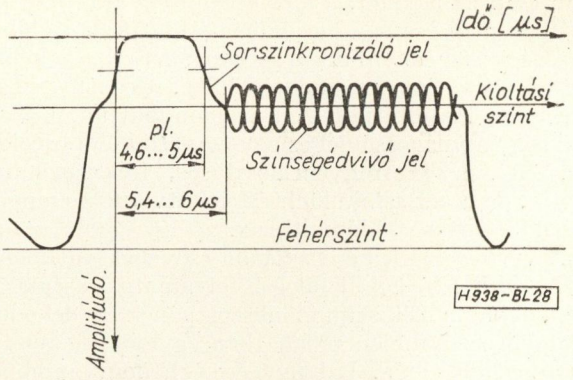
A színsegédvivők 12 félkép (6 kép; $p_0=6$) letapogatása közben építik fel a zavaró pontrajzolatot, és a pontok fedése nem tökéletes. A színsegédvivő jelek ugyanis 6 sor egymás utáni letapogatása után indulnak azonos fázissal, és 6·625 az a legkisebb szám, mely maradék nélkül osztható 6-tal.

A színsegédvivőket minden sorkioltási időtartam alatt a sorkioltójellel kezdődő és a sorszinkronjel homlokától számított (5,7±0,3) μs (ez az érték esetleg 8 μs-ig növelhető) után végződő intervallumban kioltják. Ezt követően az ún. védősávban ismét megjelennek a színsegédvivők, éspedig a szükséges fázisnak megfelelően a referencia oszcillátor jelével azonos vagy ellentétes, rögzített fázissal és modulálatlanul. A védősávra több okból is szükség van. Először is, a színsegédvivő fázisának helyreállítása időt vesz igénybe. Másodszor, amikor a vivőfrekvencia nincs jelen, a vevőkészülékbeli frekvenciademodulátorban tekintélyes zajfeszültség keletkezik és ennek az aktív soridő kezdetéig meg kell szűnnie. Ezenkívül a vevőkészülékbeli szintrögzítésnél is szerepet játszik. A 28. ábra a színsegédvivők említett kioltását szemlélteti (két egymást követő félkép egy-egy sorának szuperponált jele).

A színsegédvivőt a képkioltás alatt is kioltják azokban a sorokban, amelyekben nem visznek át ún. azonosító jelet. Erre a jelre még visszatérünk.



27. ábra. A fázisváltó-kapcsolókat vezérlő jelek



28. ábra. A színsegédvivő soronkénti kioltása a SECAM rendszerben

Az összeférőség miatt szükséges soronkénti fázishelyreállítás könnyebben megvalósítható és a vevőkészülékbeli frekvenciademodulátor kimenetén távozó, tehát a videósávban jelentkező zaj sűrűségeloszlása a zaj látható hatásának szempontjából kedvezőbbé tehető két színsegédvivő alkalmazásakor. Ezért választottak a SECAM III. opt. rendszerben két színsegédvivőt.

A legkedvezőbb összeférőséget és zajeloszlást, sőt a színtranziensek legkisebb látható hatását tulajdonképpen a színsegédvivők frekvenciájának és a modulált színsegédvivőknek az egységnyi moduláló jelhez tartozó frekvencialökete alkalmas és együttes megválasztásával érték el. Mivel a kísérletek tanúsága szerint a zaj a vörös színre gyakorol a legnagyobb hatást, az egységnyi vörös színkülönbségi jelnek megfelelő frekvencialöket és e jelhez tartozó színsegédvivő frekvenciájának megválasztásakor a legkedvezőbb zajeloszlást tartották szem előtt. A kék színkülönbségi jelhez pedig a legjobb összeférőség és színtranziens figyelembevételével rendelték a színsegédvivő frekvenciáját és az egységnyi amplitúdójú moduláló jelnek megfelelő frekvencialöketet. Megjegyezzük, hogy ezek számértékét csak az említett jellemzők közötti kölcsönös engedmények árán lehetett rögzíteni, amihez kiterjedt számításokat és számos kísérletet kellett elvégezni. A színsegédvivőkre vonatkozó végeredmények a következők.

A referencia oszcillátorok frekvenciája:
a vörös színkülönbségi jel sorához:

$$f_{OR}=282f_s=4{,}406\,25\ \text{MHz}, \tag{57}$$

és a kék színkülönbségi jel sorának megfelelő érték:

$$f_{OB}=272f_s=4{,}25\ \text{MHz}. \tag{58}$$

A színsegédvivők frekvenciája (a védősávban, és zérus moduláló jel esetén az aktív soridő alatt):

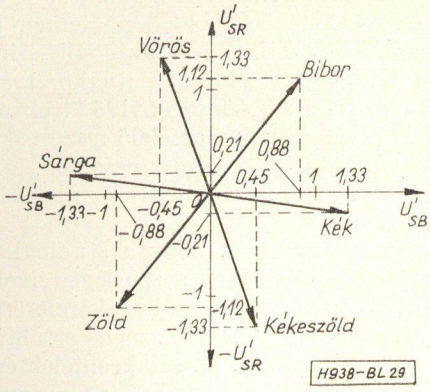
$$f_{svX}=f_{OX}\pm 2\ \text{kHz}, \tag{59}$$

ahol f_{OX} a referencia oszcillátor frekvenciája. Tehát

$$f_{svR}=282f_s\pm 2\ \text{kHz}=(4406{,}25\pm 2)\ \text{kHz}, \tag{60}$$

és

$$f_{svB}=272f_s\pm 2\ \text{kHz}=(4250\pm 2)\ \text{kHz}. \tag{61}$$



29. ábra. A telített alap- és kiegészítő színeknek megfelelő, 100% amplitúdójú színkülönbségi jelek adatai és eredő vektoruk elhelyezkedése

A kódoló és a dekódoló áramkör felépítése

A SECAM III. opt. rendszerben a színsegédvivők frekvenciamodulációja az NTSC és a PAL rendszerben megismerttől különböző rendszertechnikai megoldások és áramkörök alkalmazásával jár együtt. Kövessük végig a képinformációt hordozó jelek útját.

A kódoló egység

Mátrix áramkör. A jelforrás (pl. kamera) három alapszínjeléből a mátrix áramkör a már ismert

$$U'_Y = 0{,}30U'_R + 0{,}59U'_G + 0{,}11U'_B \qquad (62)$$

világosságjelet és két színkülönbségi jelet állít elő:

$$U'_{SR} = -1{,}9(U'_R - U'_Y), \qquad (63)$$

$$U'_{SB} = +1{,}5(U'_B - U'_Y). \qquad (64)$$

Az utóbbi jelek előtti együttható (súly) értékét úgy választották meg, hogy a telített alap- és kiegészítő színeknek megfelelő 75% amplitúdójú jel esetén a videójel amplitúdójának legnagyobb és legkisebb értéke éppen +1 V, ill. −1 V, ha a fekete- és fehérszint közötti különbség egységnyi. Ez jól látható a 29. ábrán, mely 100% amplitúdójú jelekre vonatkozik. Az előjel megadja a moduláció célszerű irányát.

Adóoldali SECAM kapcsoló. A színkülönbségi jelek elektronkapcsolóra, az adóoldali ún. SECAM-kapcsolóra jutnak, mely soronként felváltva az egyiket, majd a másikat továbbítja. A kapcsolót félsorfrekvenciás ($f_s/2$) négyszög alakú, 50% kitöltési tényezőjű impulzusok vezérlik.

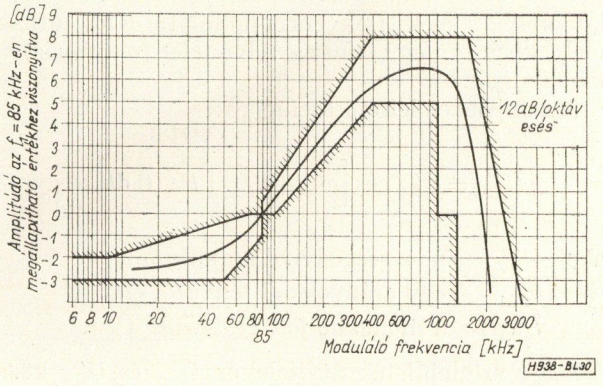
Sávhatároló szűrő. A kapcsoló kimeneti jelét sávhatároló szűrőbe vezetik, mely a színkülönbségi jelek átviteli sávjának szélességét kb. 1,5 MHz-re csökkenti. A jel csillapítása 3 mHz-en és e felett legalább 20 dB, ami által a jelforrás zajának hatása csökken.

Video előkiemelő áramkör. A szűrőből távozó jel előkiemelő áramkörbe jut. A video előkiemelés (preemfázis) révén javul a jel/zaj viszony. A moduláló jel spektrumának nagyfrekvenciás részében ugyanis az összetevők amplitúdója általában sokkal kisebb, mint a kis és közepes frekvenciák sávjában. Az előbbi összetevők tehát nem okoznak nagy frekvencialöketet és a frekvenciamodulált jel nem tölti ki a teljes rendelkezésre álló sávszélességet. A zaj viszont mindig elfoglalja a teljes sávot, sőt a vevőkészülékbeli demodulátor kimeneti zajának éppen a sáv szélein elhelyezkedő összetevői a leghatásosabbak. Ezért megnövelik a nagyfrekvenciás jelösszetevők amplitúdóját, még mielőtt a zajösszetevők jelentőssé válnának. A vevőkészülékben, a demodulátor után beiktatott videó utóelnyomó áramkörben természetesen gondoskodni kell a nagyfrekvenciás jelösszetevőknek az előkiemeléssel azonos mértékű, de ellentétes jellegű utóelnyomásáról (deemfázis). Ezáltal azonban a nagyfrekvenciás zajösszetevők amplitúdója is csökken, tehát nő a jel/zaj viszony.

Az előkiemelő áramkör egy minimális fázisforgatású négypólus, melynek átviteli függvénye:

$$K_e(s) = \frac{1 + \dfrac{s}{\omega_1}}{1 + \dfrac{s}{\omega_2}}, \qquad (65)$$

ahol $s = j\omega$, $\omega_2 = 3\omega_1$ és $f_1 = 85$ kHz, tehát a kisfrekvencián érvényes erősítéshez viszonyított és dB-ben



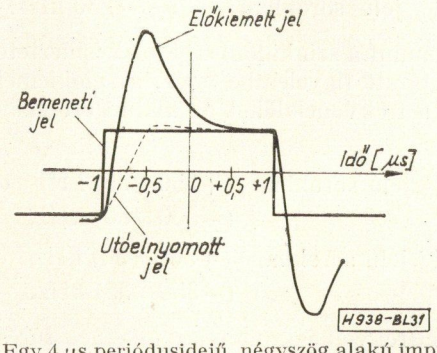
30. ábra. A sávhatároló és a videó előkiemelő áramkör eredő amplitúdó-jelleggörbéje a tűréshatárokkal

kifejezett (beiktatási) erősítése:

$$a_{e\,\mathrm{dB}} = 10 \lg \frac{1 + \left(\dfrac{f}{f_1}\right)^2}{1 + \left(\dfrac{f}{3f_1}\right)^2}. \qquad (66)$$

A sávhatároló és a videó előkiemelő áramkör eredő amplitúdó-jelleggörbéjét és annak tűrését a 30. ábra szemlélteti.

A videó előkiemelés az átmeneti (tranziens) jelben ún. előkiemelési csúcsot hoz létre, mely az állandósult



31. ábra. Egy 4 μs periódusidejű, négyszög alakú impulzus torzulása videó előkiemelés és utóelnyomás után

amplitúdónak 2,5-szerese is lehet. Nő tehát a pillanatnyi frekvenciaöket. A 31. ábra a sávhatárolás és a videó előkiemelés hatását szemlélteti egy 4 μs periódusidejű négyszög alakú jelre. Ugyanitt a videó utóelnyomó áramkörből távozó jel is látható.

Amplitúdóhatároló. Az előkiemelő áramkört amplitúdóhatároló (limiter) követi, mely akkor lép működésbe, amikor az U'_{SR} színkülönbségi jelek pillanatnyi amplitúdója (pl. V-ban) a

$$+1{,}25 \text{ és } -1{,}79 \text{ közötti,}$$

vagy az U'_{SB} jelek pillanatnyi amplitúdója a

$$+2{,}18 \text{ és } -1{,}52 \text{ közötti}$$

tartomány határait túllépi. A határolással a színsegédvivő pillanatnyi frekvenciáját 3,9 MHz és 4,756 MHz közé szorítják.

Az amplitúdóhatárolás általában a nagy világosságú színek átmeneteinél és gyakorlatilag az előkiemelés miatt következik be, és az átvitt szín torzulását eredményezi.

Frekvenciamodulátor. Az amplitúdóhatárolt színkülönbségi jelek frekvenciamodulátorokba jutnak, melyekben egy-egy színsegédvivő jelet frekvenciában modulálnak.

A színjeleket leíró összefüggés:

$$U'_{SS} = U'_{SV} \cos\left[\omega_{sv} t + k_{FM} \int_0^t U_m(t)\, dt\right], \qquad (67)$$

ahol U'_{SV} a színsegédvivő amplitúdója,
k_{FM} egy arányossági tényező, és
$U_m(t)$ a moduláló jel: U'_{SR} vagy U'_{SB}.

Nagy színfelületek átvitelekor U'_{SR} és U'_{SB} közel állandó, tehát

$$U'_{SS} = U'_{SV} \cos\left[\omega_{sv} t + k_{Fm} U_m t\right] = U'_{SV} \cos\left[\omega_{sv} + U_m \Delta\omega_{fX}\right] t, \qquad (68)$$

ahol $\Delta\omega_{fX}/2\pi$ az egységnyi amplitúdójú videó előkiemelt színkülönbségi jelnek megfelelő frekvenciaöket,
U_m vagy U'_{SR} vagy U'_{SB} és
U'_{SV} az $U_m \cdot \Delta\omega_{fX}$ függvénye és meghatározza a színjel amplitúdóját.

Az egységnyi amplitúdójú moduláló jelhez tartozó névleges frekvenciaöket

az U'_{SR} jelű sorokban: $\Delta f_{fR} = 280$ kHz,
az U'_{SB} jelű sorokban: $\Delta f_{fB} = 230$ kHz.

Ezt, valamint a színkülönbségi jelek ismertetett amplitúdóhatárait figyelembe véve, az előkiemelési csúcsoknál a frekvenciaöket az alábbi értékekre korlátozott:

az U'_{SR} jelű sorokban $(+350 \pm 35)$ kHz és (-500 ∓ 50) kHz,

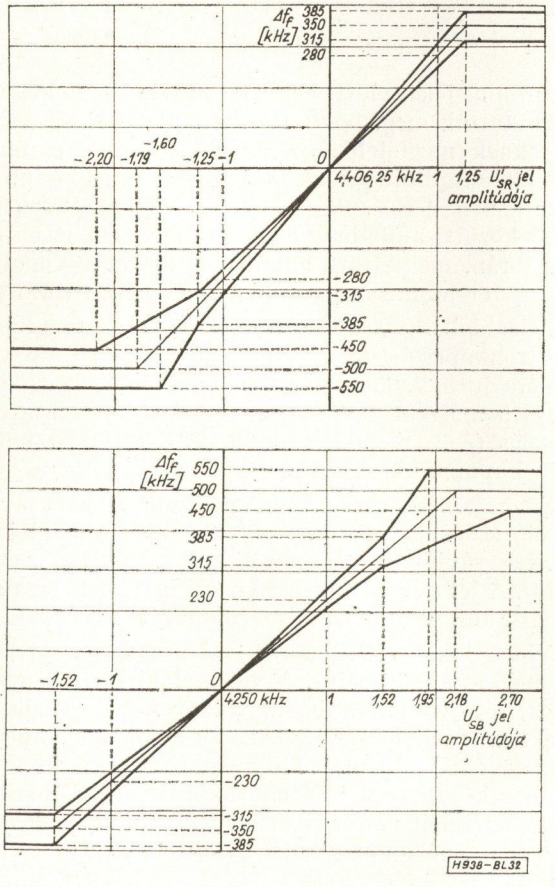
az U'_{SB} jelű sorokban $(+500 \pm 50)$ kHz és (-350 ∓ 35) kHz.

A löketfrekvenciák pontos értékeinek tűrését a 32. ábra szemlélteti (frekvenciamodulációs jelleggörbék).

Itt jegyezzük meg, hogy a modulátor egyszerűbb működtetése érdekében a videó előkiemelt jelet ún. szintkapcsolóba vezetik, mely az egyik színkülönbségi (moduláló) jel szürke árnyalatokhoz tartozó, tehát zérus szintjét a két színsegédvivő frekvencia közötti 156 kHz eltérésnek megfelelő feszültségkülönbséggel megváltoztatja. A szintkapcsolót $f_s/2$ frekvenciás, 50% kitöltési tényezőjű négyszög alakú impulzusok vezérlik.

Megjegyezzük továbbá, hogy a stúdiókban használatos kódoló egységekben a színsegédvivők soronkénti fázishelyreállításához szükséges referencia jeleket nem kvarcoszcillátorokkal szokás előállítani, hanem — a sorfrekvenciás, pl. szinkronjelek és a színsegédvivő jelek szoros frekvencia- és fáziskapcsolatának egyszerű és jó megvalósítása érdekében — sorfrekvenciás vagy $2f_s$ frekvenciás impulzus felharmonikusai közül kvarcszűrőkkel választják ki a sorfrekvencia 272- és 282-szeresét. A fázisösszehasonlító áramkör soronként felváltva e jelek egyikének fázisával hasonlítja össze a megfelelő színsegédvivő oszcillátor modulátorból távozó jelének fázisát. A fáziseltéréssel arányos hibajel egy kapuáramkörön keresztül csak a védősáv időtartama alatt jut el az oszcillátorba, ahol a színsegédvivő jel fázisát helyesbíti.

Nagyfrekvenciás előkiemelő áramkör. A színjelek és a világosságjel összegezése előtt a vevőkészülék diszkriminátorainak kimenetén jelentkező zaj kedvezőbb (videósávbeli) eloszlása és a jel/zaj viszony további javítása, tehát a zaj látható hatásának csökkentése,



32. ábra. A frekvenciamodulációs jelleggörbék és tűréshatáraik

továbbá a telítetlen színekhez tartozó modulált színsegédvivő jelek amplitúdójának, ill. e jelek által okozott zavaró rajzolat láthatóságának csökkentése, tehát a jobb összeférőség érdekében ún. nagyfrekvenciás előkiemelést vagy haranggörbe kiemelést alkalmaznak.

A nagyfrekvenciás előkiemelés során a modulált színsegédvivőknek a közepes pillanatnyi frekvenciákhoz tartozó amplitúdóját lecsökkentik, vagyis a nagyobb frekvencialöketeknél amplitúdókiemelést hajtanak végre. Láttuk, hogy a videó előkiemelés a színkülönbségi jelek spektrum-összetevőinek amplitúdóját a frekvencia függvényében módosítja. A kétféle előkiemelés tehát járulékos amplitúdómodulációt okoz, vagyis a színsegédvivők egyidejűleg frekvencia- és amplitúdómoduláltak.

Az előkiemelő áramkör egy minimális fázisforgatású szűrő, melynek átviteli tényezője:

$$\Gamma_E(s)=\frac{1+ax}{1+bx}, \qquad (69)$$

ahol $a=16$, $b=1{,}26$, $x=\frac{s}{\omega_0}+\frac{\omega_0}{s}$ $(s=j\omega)$

és $f_0=4{,}286$ MHz a közepes frekvencia $(2\pi f_0=\omega_0)$.

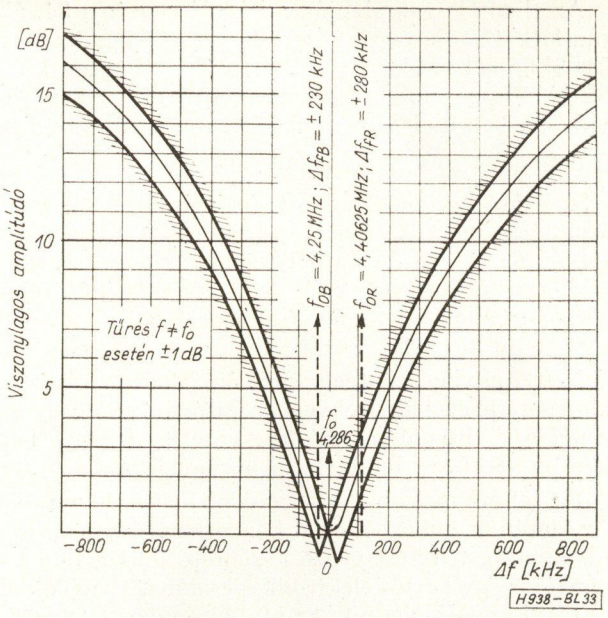
Az áramkörnek a közepes frekvencián érvényes erősítéshez viszonyított és dB-ben kifejezett (beiktatási) erősítése:

$$a_{EdB}=10\lg\frac{1+256x^2}{1+1{,}6x^2}. \qquad (70)$$

Tulajdonképpen csillapításról van itt szó, mely a közepes frekvencián a legnagyobb. Ehhez a szinthez viszonyítva beszélünk kisebb mérvű csillapításról, tehát erősítésről.

Mivel a nagyfrekvenciás előkiemelés a színsegédvivők névleges frekvenciája környezetében csökkenti legerőteljesebben e jelek amplitúdóját, az összeférőséget tekintve hasonló szerepe van, mint a vivő elnyomásának az amplitúdómodulációt alkalmazó rendszerekben.

A 33. ábra a (70) összefüggéssel leírt jelleggörbét és tűréshatárait szemlélteti. A görbe és a két szín-



33. ábra. A nagyfrekvenciás előkiemelő áramkör amplitúdójelleggörbéje a tűréshatárokkal

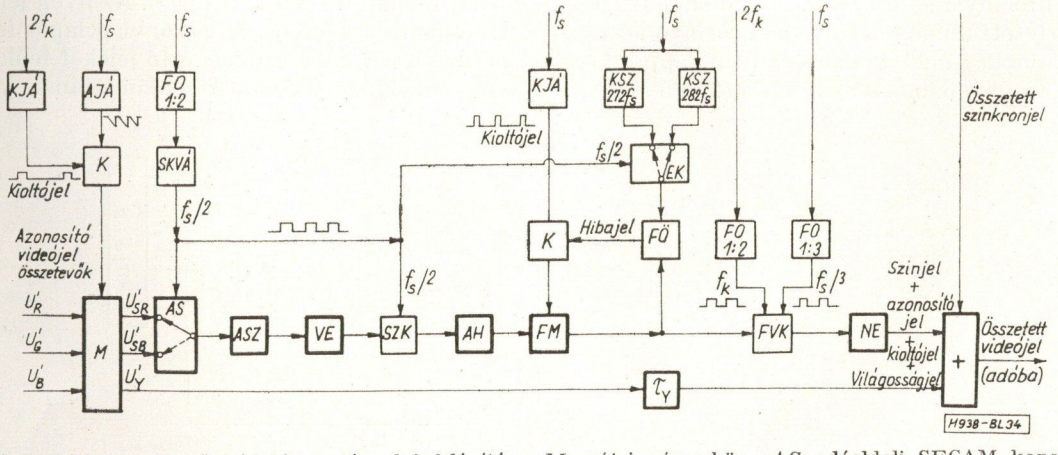
segédvivő frekvenciájának elhelyezése nem szimmetrikus az f_0 frekvenciánál rajzolható függőleges tengelyre. A görbe minimum-pontjában a színsegédvivő amplitúdója 0,115 V (±10%) lehet, ami csúcstól csúcsig számítva 0,23 V-nak felel meg, ha a feketeés fehérszint közötti különbséget 1 V-nak tekintjük.

A vevőkészülékben a demodulálás előtt természetesen fordított (inverz) jelleggörbéjű nagyfrekvenciás utóelnyomó áramkört, vagy haranggörbe elnyomó áramkört kell beiktatni, hogy a színjelek átvitelét az említett kiemelés ne befolyásolja.

A kódolt SECAM jel. A nagyfrekvenciás előkiemelés után a színjeleket hozzáadják a világosságjelhez. A kódolt SECAM jel tehát:

$$U'_S=U'_Y+U'_{SS}. \qquad (71)$$

Ez a szinkronizáló és kioltó jelekkel együtt az adóba kerül.



34. ábra. A SECAM rendszerű kódoló egység elvi felépítése. *M* mátrix áramkör; *AS* adóoldali SECAM kapcsoló; *ASZ* aluláteresztő szűrő; *VE* videó előkiemelő áramkör; *SZK* szintkapcsoló; *AH* amplitúdóhatároló; *FM* frekvenciamodulátor; *FVK* fázisváltó kapcsolók; *NE* nagyfrekvenciás előkiemelő áramkör; + összeadó áramkör; τ_Y késleltető művonal; *KJÁ* kapujel áramkör; *AJÁ* alapjel áramkör; *K* kapuáramkör; *FO* frekvenciaosztó; *SKVÁ* SECAM kapcsolót vezérlő áramkör; *KSZ* kristályszűrő; *EK* elektronkapcsoló; *FÖ* fázisösszehasonlító áramkör

Az elmondottak alapján a kódoló egység a 34. ábrán látható tömbvázlat szerint építhető fel. Az alapáramkörök tömbjét vastag vonalakkal húztuk ki. A SECAM kapcsoló vezérlő áramkörére és az azonosító videójeleket kialakító áramkörre még visszatérünk.

A dekódoló egység

Sávszűrő. A videódemodulátor kimeneti jelét itt is két áramkörcsoportba, a világosságjel és a színjelek csatornájába vezetik. Az utóbbi elején az összetett színjelet sávszűrővel választják ki a kódolt jelből, tehát az a világosságjel nagyfrekvenciás összetevőivel együtt jut tovább.

Nagyfrekvenciás utóelnyomó áramkör. A sávszűrő kimeneti jelét nagyfrekvenciás utóelnyomó vagy haranggörbe elnyomó áramkörbe vezetik. Jelleggörbéje harang alakú, ez indokolja a haranggörbe jelzőt.

Késleltető művonal és vevőoldali SECAM kapcsoló. Az előbbi áramkörből a jel közvetlenül is, és soridőtartamú késleltetést végző késleltető művonalon keresztül is egy kettős elektronkapcsolóba, a vevőoldali SECAM kapcsolóba jut. Az utóbbi rendezi — mégpedig a sorvisszafutási idő alatt — az egymás után letapogatott sorokhoz tartozó, de a kimenetén egyszerre megjelenő vörös, ill. kék színjeleket (l. a 26. ábrát). A kapcsolót $f_s/2$ frekvenciás négyszög alakú impulzusok vezérlik.

A késleltető művonal késleltetése 63,8 μs, és a késleltetési idő megengedett tűrése ±170 ns.

Amplitúdóhatárolók. A SECAM kapcsolóból a két színjel két azonos rendeltetésű áramkörcsoportba jut. Ezek elején egy-egy amplitúdóhatárolót helyeznek el, melyek lecsökkentik a jelszinteket a frekvenciademodulátorok helyes működéséhez szükséges mértékben és közben megszüntetik a színjelek amplitúdóingadozásait.

Frekvenciademodulátorok. Határolás után a színjeleket demodulálják. Erre a feladatra a szükséges nagy stabilitás miatt a diszkriminátorok a legalkalmasabbak. A két demodulátor jelleggörbéjét gyakorlatilag azonosra választják. Ezért a két kimeneti színkülönbségi jel amplitúdóaránya nem a kívánt értékű, ami a jelek erősítésének megfelelő beállításával könnyen helyesbíthető.

Videó utóelnyomó áramkör. A demodulált jelek a már ismertetett rendeltetésű video utóelnyomó áramkörbe kerülnek. Ennek kimenetén nem kapjuk vissza pontosan az adóoldali mátrix áramkörből távozó színkülönbségi jeleket, aminek fő oka az előkiemelési amplitúdócsúcsok kódoló áramkörbeli vágása (l. a 31. ábrán a szaggatott vonallal kihúzott görbét is).

Mátrix áramkör. A két utóelnyomott színkülönbségi jelből a képvisszaadó cső választott vezérlési módjától függően egy mátrix áramkör vagy a harmadik színkülönbségi jelet, vagy a világosságjelet is felhasználva a három alapszínjelet állítja elő. Előbbi esetben a három színkülönbségi jel és a világosságjel, az utóbbi megoldást választva pedig a három alapszínjel vezérli a képvisszaadó csövet.

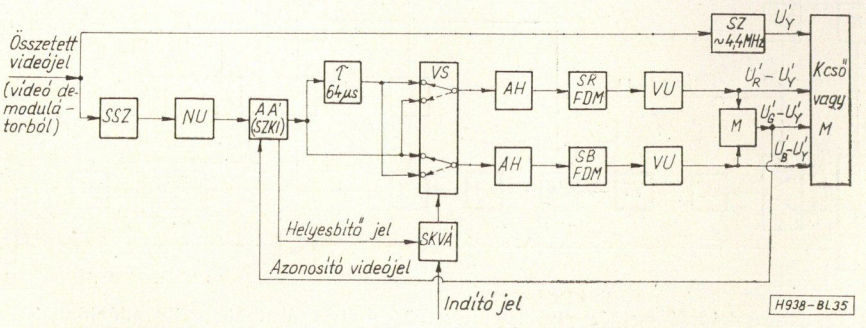
Világosságjelként itt is a késleltető művonalon és a színsegédvivőket elnyomó szűrőn átbocsátott kódolt jelet használják, az tehát modulált színsegédvivő-összetevőket (áthallás) is tartalmaz. Utóbbiakat áthallott jelnek neveztük. Ha ennek szintje egy meghatározott küszöbértéknél nagyobb, jelentkezik — akárcsak nagy zajszint esetén — a frekvenciamodulációs rendszerekre jellemző küszöbhatás, vagyis az áthallott jellel szembeni védelem hirtelen lecsökken és a színes kép élvezhetetlenné válik. E jelenséget előidézhető képrészletek gyakorlatilag csak ritkán fordulnak elő. Fellépését a kódoló áramkör világosságjel csatornájában elhelyezett áthalláscsökkentő áramkörrel akadályozzák meg, mely a világosságjel szintjét a küszöbhatást előidéző érték alatt tartja.

A dekódoló egység tömbvázlata a 35. ábrán látható. Az eddig nem említett áramkörökre még visszatérünk.

Az azonosító jelek és felhasználásuk a vevőkészülékben

A kódoló és a dekódoló egységben levő SECAM kapcsolónak a helyes színvisszaadás érdekében azonos frekvenciával (ütemben) és fázisban kell működnie. A helyes kapcsolási ütemről a sorszinkronjelek tájékoztatják a vevőoldali SECAM kapcsolót. A vezérléshez szükséges félsorfrekvenciás négyszög alakú jelek pl. az eltérítő jelekből származtathatók. A kapcsolás fázishelyessége viszont a kódoló áramkörből a vevőkészülékbe továbbított külön jel, az ún. azonosító jel segítségével biztosítható.

Az azonosító videójel-összetevőket sorfrekvenciás fűrészfog alakú alapjelekből alakítják ki a csúcsok levágása, vagyis e jelek határolása útján. Alakjuk tehát csonka fűrészfog (trapéz). Az ilyen jelalak több szempontból előnyös. A viszonylag lapos felfutás lehetővé teszi, hogy az azonosító jeleket feldolgozó vevőkészülékbeli áramkör időállandójának viszonylag



35. ábra. A SECAM rendszerű dekódoló egység elvi felépítése. *SSZ* sávszűrő; *NU* nagyfrekvenciás utóelnyomó áramkör; *AÁ (SZKI)* azonosító áramkör (színkikapcsoló áramkör); *τ* késleltető művonal; *VS* vevőoldali SECAM kapcsoló; *AH* amplitúdóhatároló; *SR FDM* és *SB FDM* frekvenciademodulátorok; *VU* videó utóelnyomó áramkör; *M* mátrix áramkör; *SZ* színsegédvivő szűrő; *Kcső* képvisszaadó cső; *SKVÁ* SECAM kapcsolót vezérlő áramkör

nagy legyen a tűrése, és megakadályozza, hogy a videó előkiemeléskor nagy előkiemelési (amplitúdó) csúcsok jöjjenek létre. A jel lapos tetejét a kódoló áramkörben felhasználják a legnagyobb névleges frekvencialöket ellenőrzésére.

A fűrészfog alakú alapjeleket vagy az azonosító videójel-összetevőket közvetlenül, vagy vágás után a mátrix vagy az azt követő áramkörben iktatják be pozitív, ill. negatív polaritással a vörös, ill. kék színkülönbségi jelek csatornájába, minden képkioltási időtartam alatt egymást követő kilenc sorban. Előbbi esetben a fűrészfog alakú jelek vágását a videó előkiemelő áramkört követő amplitúdóhatároló végzi el. A modulátorba érkező azonosító videójel-összetevők alakját a 36*a* ábra szemlélteti. Ezeket a páratlan számú félképekben a 7...15. sorban, a páros számúakban pedig a 320...328. sorban közvetítik (a sorokat most az első és második félképben folyamatosan számoztuk). Az első és második félkép páratlan soraiban az U'_{SB}, páros soraiban pedig az U'_{SR} jelű, míg a harmadik és negyedik félkép páratlan soraiban az U'_{SR}, páros soraiban pedig az U'_{SB} jelű sorokhoz rendelt azonosító videójel-összetevőt viszik át.

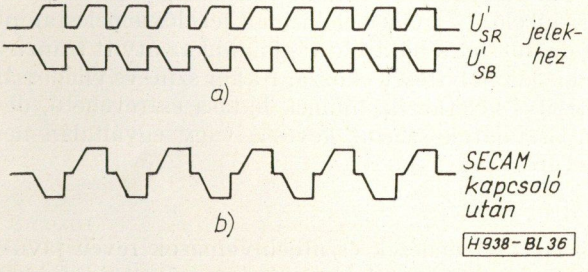
A SECAM kapcsoló hol az egyik, hol a másik színkülönbségi jel sorában levő alapjelet, ill. azonosító videójel-összetevőt engedi továbbjutni, és így a modulátor előtt kialakul az azonosító videójel (36*b* ábra.) E jel ismétlődési frekvenciája tehát a sorfrekvencia fele. Amplitúdóját az amplitúdóhatároló a megengedhető legnagyobb értékre állítja be.

Az azonosító videójelek a színkülönbségi jelekkel azonos módon, tehát frekvenciában modulálják a két színsegédvivőt.

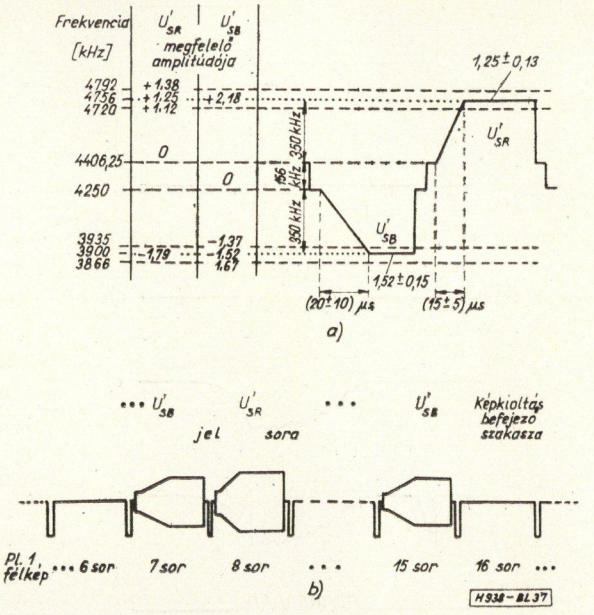
Az amplitúdóhatárolás és a két színsegédvivő frekvenciája közötti 156 kHz különbség miatt eltérő a moduláció során kapott azonosító jelek két félperiódusának amplitúdója. Ezt szemlélteti a 37. ábra, melyből az azonosító videojelek adatai is leolvashatók.

Az azonosító jelet kialakító áramkörök a 34. ábrán áthatók.

A vevőkészülékben a következőképpen hasznosítják az azonosító jeleket. A színcsatorna valamelyik fokozata, gyakorlatilag általában a nagyfrekvenciás utóelnyomó áramkör kimenetéhez egy ún. azonosító áramkört csatlakoztatnak, melynek az a feladata, hogy az adó- és vevőoldali SECAM kapcsoló kapcsolási fázisát azonosítsa, és szükség esetén be- vagy kikapcsolja a színcsatorna utána következő áramköreit. Az azonosító áramkört egy impulzuspár vezérli, melyet a képkioltójel kezdetekor induló és az utolsó azonosító jel befejezésekor végződő impulzus (38*a* ábra) első



36. ábra. a) Az azonosító videójel összetevők és *b)* az azonosító videójel



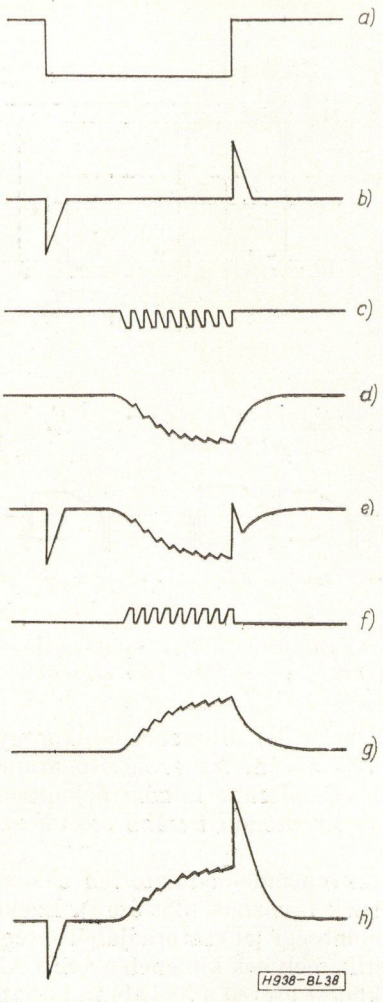
37. ábra. a) Az azonosító videójel adatai (fekete- és fehérszint-különbsége 1) és *b)* az azonosító jelek az összetett videójelben

és hátsó élénél e jel differenciálásakor nyernek. Ez látható a 38*b* ábrán. Az azonosító áramkör az A_1 impulzus beérkezésekor mindig bekapcsolja a színcsatornát és ily módon tovább engedi az azonosító jeleket.

A két frekvenciademodulátorból ekkor az azonosító videójelek távoznak (38*c* ábra). Ezeket valamelyik színkülönbségi jel csatornájából integráló áramkörbe vezetik, melynek kimenetén a SECAM kapcsoló helyes működése esetén a 38*d* ábrán látható alakú jel távozik. E jel és az A_2 impulzus polaritása ellentétes, és ezért e két jelet összegezve (38*e* ábra) az A_2 impulzus hatástalan az azonosító áramkörre, ha azt helyesen állították be. Az azonosító áramkör tehát bekapcsolt állapotban hagyja a színcsatornát, vagyis továbbengedi a színjeleket is.

Ha a SECAM kapcsoló helytelen fázisban kapcsol, a diszkriminátor kimenetén rossz polaritással jelennek meg az azonosító videójelek (38*f* ábra), sőt a színkülönbségi jelek sem a saját csatornájukba távoznak, tehát a színvisszaadás helytelen, ha a kapcsolási fázist időközben nem helyesbítik. Ekkor az integráló áramkör kimeneti jelét (38*g* ábra) az A_2 impulzushoz adva, az eredő jelben (38*h* ábra) levő A_2 impulzus kikapcsoltatja a színcsatornát az azonosító áramkörrel. A színjelek tehát az újabb azonosító jelek érkezéséig, vagyis a következő félkép lefutásának kezdetéig nem juthatnak tovább.

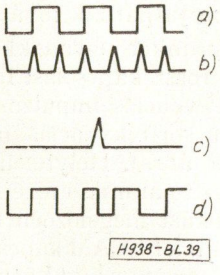
Az azonosító áramkör ugyanakkor helyesbíti is a SECAM kapcsoló rossz kapcsolási fázisát. A SECAM kapcsolót $f_s/2$ frekvenciás impulzusokkal (39*a* ábra) vezérlő áramkört sorfrekvenciás impulzusok indítják, billentik (39*b* ábra). Helytelen fázisú kapcsolás esetében az azonosító áramkör az éppen esedékes sorfrekvenciás impulzust megelőzően helyesbítő impulzust (39*c* ábra) küld a SECAM kapcsoló vezérlő áramkörébe, mely ekkor soron kívül átbillen, és a következő sorfrekvenciás impulzus hatására már a hibással ellentétes, tehát helyes fázisban billen. A SECAM



38. ábra. Az azonosító jelek felhasználása sorazonosításra. *a)* az azonosító áramkört vezérlő impulzusok alapjele; *b)* az előbbi jel differenciálva; *c)* azonosító videójel összetevők, amikor a SECAM kapcsoló helyesen működik; *d)* az előbbi jelek integrálva; *e)* a *b)* és *d)* jel összege; *f)* azonosító videójel összetevők a SECAM kapcsoló helytelen fázisú működésekor; *g)* az előbbi jelek integrálva; *h)* a *b)* és *g)* jel összege

kapcsoló tehát most már a kívánatos módon működik (39*d* ábra).

Az azonosító áramkör fekete—fehér adás vételekor megakadályozza, hogy a színcsatornán a visszaadott kép minőségét rontó zavaró jelek jussanak tovább. Ekkor ugyanis nincsenek azonosító jelek, és az azonosító áramkör az A_2 impulzus (38*b* ábra) hatására úgy működik, mintha helytelen lenne a SECAM kapcsoló kapcsolási fázisa, vagyis kikapcsolja a színcsatornát. Az azonosító áramkör tehát színkikapcsoló áramkörként (color killer) dolgozik.



39. ábra. A vevőoldali SECAM kapcsoló váltási fázisának helyesbítése. *a)* a kapcsolás helytelen fázisa; *b)* billentő impulzus; *c)* helyesbítő impulzus; *d)* helyesbített kapcsolási fázis

Az azonosító áramkör tömbvázlatát is szemlélteti a 35. ábra.

Megjegyezzük, hogy a stúdióban használatos dekódoló egységekben az azonosító jeleket általában külön diszkriminátor demodulálja, hogy a színjelek semmiképpen se befolyásolhassák a kapcsolási fázis szabályozását.

Megjegyezzük továbbá, hogy a újabban végzett kísérletek tanúsága szerint a színazonosítás és színkikapcsolás feladata a PAL rendszerbeli kapcsoló vezérlésének ellenőrzési módjához hasonlóan, a védősávbeli, soronként váltogatott frekvenciás színsegédvivő jel felhasználásával is megoldható.

A sávhatárolás, valamint az előkiemelések és utóelnyomások fontosabb hatásai

Az átvitt jelek szintje

Az átvitt jelek szintjét tekintve az előkiemelések hatását az utóelnyomások elméletileg ellensúlyozzák, ha a színkülönbségi jelben nincsenek nagy és hirtelen színtváltozások.

A színátmenetek átvitele

A színátvitel jóságát a színfelbontás, vagyis lényegében a színátmenetek átvitele szabja meg. A zaj és az összeférőség szempontjából előnyös sávhatárolás éppen ezt érinti kedvezőtlenül, hiszen növeli a jelek felfutási idejét. A színátmenetek helytelen visszaadása tulajdonképpen elsősorban nem a színvisszaadást, hanem a felületi fényesség-, illetve világosságvisszadást befolyásolja kedvezőtlenül, tehát főleg ez utóbbi miatt lehet észrevehető. Az emberi szem a viszonylagos felületi fényességhibákra érzékeny, tehát a kisebb felületi fényességű színek átmeneteinél a hibák jobban érvényesülnek.

A színátmeneteket tekintve három esetet célszerű megkülönböztetni.

Kis telítettségű színek átmeneteinél — és ez a gyakori eset — az átmeneti jel amplitúdója kicsiny. Ekkor a videó előkiemelő és utóelnyomó áramkör egymás hatását ellensúlyozza és a tranziens átvitel olyan mint egy amplitúdómodulációval dolgozó rendszerben.

Ha a színátmenethez tartozó videójel közepes amplitúdójú (kb. −0,5 és +0,5 közötti értékű, amikor a fekete- és fehérszint különbsége egységnyi), a videó előkiemelés még hatástalan, de a sávhatárolás már nem hagyható figyelmen kívül. Utóbbi miatt a jelen túllövés jelentkezik és annak felfutási ideje eléggé megnő. Hatásuk gyakorlatilag nem látható.

Ha a színátmeneti jelamplitúdó nagy — ami ritkán fordul elő —, a videó előkiemelt jel előkiemelési amplitúdócsúcsait a határoló vágja, ami az átvitt tranziens jel legömbölyítését okozza. Ekkor szín- és világosságtorzítás keletkezik, aminek hatása észrevehető, de a tapasztalatok szerint kevéssé vagy egyáltalán nem zavaró.

Zaj

Az előkiemelések és utóelnyomások révén javul a színcsatornában a jel/zaj viszony, és a videó utóelnyomó áramkör kimenetén fellépő, tehát a videófrek-

venciás sávbeli zaj sűrűségeloszlása a lehető legkedvezőbb, mert mindkét mennyiségre lényegében csak az utóelnyomásoknak van hatásuk. A zajsűrűség kedvező eloszlása főleg annak köszönhető, hogy az aszimmetrikus jelleggörbéjű nagyfrekvenciás előkiemelő áramkör f_0 közepes frekvenciájához képest a két színsegédvivő frekvenciája aszimmetrikusan helyezkedik el, ill. hogy az f_{OR} frekvenciát és a Δf_{fR} frekvencialöketet célszerűen választották meg. Megjegyezzük, hogy amplitúdómoduláció esetén egyenletes a zaj említett eloszlása.

A küszöbhatás csak a jel/zaj viszony olyan kis értékénél jelentkezik, amelynél már a fekete—fehér kép minősége is elfogadhatatlan.

Összeférőség

A nagyfrekvenciás előkiemelés a nagyobb moduláló jelekkel képviselt telítettebb színű felületekben növeli a színsegédvivők által okozott zavaró pontrajzolat láthatóságát.

A videó előkiemelés csökkenti a színkülönbségi jelek kisfrekvenciás összetevőinek viszonylagos amplitúdóját, tehát nagyfelületű színek átvitelekor a nagyfrekvenciás előkiemelés ellen hat, hiszen csökkenti a frekvencialöketet és így a járulékos amplitúdómodulációt. A videó előkiemelés tehát javítja az összeférőséget, ha a videójel amplitúdója nem nagy.

Nagy videójel amplitúdóváltozások (pl. hirtelen színátmenetek) esetén a videó előkiemelés növeli az amplitúdót és ennek következtében nő a színsegédvivő jelek láthatósága is. E hatást csak részben csökkenti az adóoldali amplitúdóhatároló.

Tudjuk, hogy a színsegédvivők amplitúdója még akkor sem zérus, ha nincs moduláló jel. Ez, az előbb mondottakat és a nagyfrekvenciás utóelnyomás jelszintcsökkentő hatását is figyelembe véve, azt jelenti, hogy a színsegédvivők által okozott zavaró felületi fényességnövekedéssel mindig számolni kell.

Igazolható, hogy nem az abszolút, hanem a viszonylagos világossághiba (U'_{SV}/U'_Y) szabja meg a színsegédvivő által okozott pontrajzolat láthatóságát. Arra kell törekedni tehát, hogy kis világosságú színek átvitelekor a színsegédvivők amplitúdója kicsiny legyen. Másrészt, az egymást követő sorokban a videójel amplitúdóváltozásai nagyon különbözőek is lehetnek, hiszen eltérő (U'_{SR} és U'_{SB}) színkülönbségi jelhez tartoznak. Az adott színes felületen ekkor világos és sötét sorok váltakoznak, és e sorszerkezet a sztroboszkopikus hatás miatt állandóan mozog. Ez elkerülhető, ha az egyes — elsősorban a kis felületi fényességű — színeknek megfelelő, átvitt színkülönbségi jelek amplitúdói kevéssé eltérőek.

A SECAM rendszer optimális változatában a nagyfrekvenciás előkiemelés, ill. az f_{OB} frekvencia és a Δf_{fB} frekvencialöket alkalmas megválasztásával mindkét feladatot sikerült eléggé jól megoldani: minden színnél közel egyenletes a zavaró pontrajzolat okozta viszonylagos világossághiba, és az egymást követő sorokban a színsegédvivők amplitúdói között — elsősorban a kis felületi fényességű színeknél — kicsi az eltérés. Az összeférőség tehát optimálisnak mondható.

A differenciális fázistorzítás hatása

Említettük, hogy a SECAM rendszerben a differenciális fázistorzítás hatása csak a világosságjel változásainál jelentkezik, és annak sebességével arányos. Ekkor ugyanis a világosságjel tranziensének lefolyási sebességével arányosan megváltozik a színsegédvivő fázisa, következésképpen nő a frekvencialöket. A vevőkészülékbeli diszkriminátor kimenetén tehát a helyes értéknél nagyobb lesz a videójel amplitúdója.

A vázolt hatást két tényező jelentősen csökkenti. Egyrészt, a világosságváltozások általában színátmeneteknél lépnek fel, ahol egyébként is változik a frekvencialöket, tehát a fázistorzítás hatása kevésbé észrevehető, mint a homogén színfelületekben. Másrészt, az utóelnyomások erőteljesen csökkentik a káros frekvencialöket-változások hatását. A differenciális fázistorzítás ugyanis az előkiemelő áramkörök után, ill. ott keletkezik, ahol a színjelek már a világosságjelen ülnek. Az utóelnyomó áramkörök azonban éppen az előkiemelések után bekövetkezett jelmódosulásokra — és elméletileg csak ezekre — hatnak, éspedig természetüknél fogva a szóban forgó káros változások ellen dolgoznak. A differenciális fázistorzításnak ezért csak rendkívül hirtelen és nagy felületi fényességváltozásoknál van észrevehető hatása, mely a valódi függőleges felületi fényesség- és színátmenet melletti zavaró átmenet, elszíneződés megjelenésében nyilvánul meg. Ez a fázistorzítás miatt megjelenő, és az utóelnyomó áramkörök hatására csökkentett amplitúdójú és megnövelt felfutási idejű zavaró impulzusok, tehát az eredeti átmeneti jel látszólagos késleltetésének következménye.

IRODALOM

1. *P. Albrecht—A. Brosch—S. Dinsel—W. Habermann—G. Holoch—H. Hopf—G. Högel—A. Kaufmann—D. Kiefer—G. Möll—M. Rotthaler—R. Sand—E. Vollenweider*: Einführung in die Farbfernsehtechnik. Rundfunktechnische Mitteilungen, 1966. dec., 10. évf., 6. sz., 274—303. o. és 1967. jan., 11. évf., 1. sz., 1—32. o. és 1967. ápr., 11. évf. 2. sz., 65—83. old. és 1967. jún., 11. évf., 3. sz., 129—170. o.
2. *Bognár L.*: Színes televízió. Mérnöki Továbbképző Intézet V. 88. sz. kiadványa, Budapest, 1967.
3. *W. Bruch:* Neuere Entwicklungen für das PAL-Farbfernseh-Übertragungsverfahren. Funk-Technik, 1966. márc., 21. évf., 5. sz., 154—160. o.
4. *W. Bruch:* The PAL colour TV transmission system. IEEE Transactions on Broadcast and Television Receivers, 1966. máj., BTR-12. évf. 2. sz., 87—96. o.
5. *P. S. Carnt—G. B. Townsend:* Colour Television. Iliffe Books Ltd., London, 1961.
6. *J. Fagot:* Optimalisation des paramètres du système de télévision en couleur SECAM. L'Onde Électrique, 1967. szept., XLVII. évf., 486. sz., 1094—1110. o.
7. *D. G. Fink:* Television Engineering Handbook. McGraw-Hill Book Co., Inc., N. Y., 1957.
8. *G. Melchior:* Codeur et décodeur pour le système SECAM. L'Onde Électrique, 1967. szept., XLVII. évf., 486. sz., 1111—1115. o.
9. *B. J. Rogers:* The PAL colour television system. The Radio and Electronic Engineer, 1967. márc., 33. évf., 3. sz., 147—159. o.
10. Le système de télévision en couleur SECAM. Compagnie Française de Télévision kiadványa.
11. Le récepteur de télévision en couleur SECAM et ses appareils de réglage et de service. Compagnie Française de Télévision kiadványa.

Tungsram 1969/1970

Dienes Béla, az Egyesült Izzólámpa és villamossági Rt. vezérigazgatója, 1970. II. 5-én sajtótájékoztatón ismertette a vállalat 1969. évi eredményeit és 1970. évi feladatait.

Az EIVRT 1969. évi beruházási tevékenysége megháromszorozódott, és a 4. ötéves terv folyamán előreláthatólag továbbra is magas szinten marad. A 360 millió Ft-ra rúgó beruházások zöme a Nagykanizsai Fényforrásgyárra, valamint a Gyöngyösi Félvezető- és Gépgyárra összpontosult, aminek eredményeképpen 1970-ben jelentős mértékben emelkedik a vállalat izzólámpa- és félvezetőtermelése, jelentősen megnőtt az alkatrészgyártó kapacitás: kibővítették az üveggyári hutát, a spiralizálót, a TV-képcsövek robbanásmentesítő üzemét és a hidrogéntelepet, korszerűsítették a buramosodát. A központi telepen ezenkívül felépítették az integrált áramkörök kísérleti üzemét.

A gépek korszerűsítésére, újabb berendezések beállítására jelentékeny erőket fordítottak. A vállalat 1969-ben saját és export célra gyártott gépeinek 90%-a legfeljebb ötesztendős.

Az Egyesült Izzó által 1969-ben forgalmazott termékeknek kereken 60%-a került közvetlen exportra. Az exportvolumen az előző évhez képest 12%-kal nőtt.

Számos nemzetközi vásáron állított ki a vállalat, így többek között a Lipcsei Tavaszi Vásáron, a Hannoveri Ipari Vásáron és a Budapesti Nemzetközi Vásáron. Múlt év októberében kéthetes önálló Tungsram-kiállítást rendeztek Moszkvában, aminek az egész szovjet ipar, a sajtó és televízió is nagy figyelmet szentelt.

A legfontosabb cikkek termelésének százalékos növekedését a következő adatok mutatják:

Gyártmány	*Termelés növekedése %-ban*
izzólámpa	11%
fénycső	15%
rádiócső	10%
félvezető	28,5%

Az EIVRT 1969. évi gyártmány- és gyártásfejlesztési tevékenysége igen sokrétű volt. A Távközlési Kutató Intézet 2. sz. laboratóriuma, a Híradástechnikai Ipari Kutatóintézet Bródy- és Adócső-Laboratóriumának 1969. január 1-én a vállalatba történt beolvasztása és fokozatos bekapcsolódása a gyár életébe a kutató- és fejlesztőmunka új perspektíváit nyitotta meg.

A fényforrások területén kiemelt helyet foglalt el a halogénlámpa-család továbbfejlesztése. Kidolgozták és gyártásba vették a kábeles fejű ún. H_3-as halogén-autófényszóró lámpák közül a 6 V/55 W-os típust és ezen túlmenően az X_{511} fejjel ellátott H_2-es típust. Ezzel a halogén-autófényszóró lámpák típusválasztéka teljessé vált.

A rövidívű xenonlámpák technológiai és minőségi problémáit megoldották, 1970-ben az igényeket nagyobb mértékben ki tudják elégíteni, mint az elmúlt években.

Kifejlesztésre kerültek a színes TV-vevőkészülék vevőcsövei közül a PL 508 és PL 509; ezeket 1969 közepe óta szállítják. Ezzel a teljes színes TV-vevőcsősorozatot gyártják.

A fekete-fehér TV-képcsövek nemzetközi fejlődési irányát követve, a piac követelményének eleget téve gyártják a Solidex VI eljárás szerinti, keskeny fémövvel robbanásmentesített képcsőtípusokat.

Az adócsövek választéka a 125 kW-os típussal bővült, ami megteremtette a Kossuth-adó hazai csövekkel való üzemeltetésének lehetőségét.

A félvezetőágazat az év folyamán tömeggyártásba vett germánium-mezatranzisztorokkal és szilíciumplanártranzisztorokkal már nagymértékben ki tudja elégíteni a hazai elektronikus ipar igényeit; ugyanakkor befejezést nyert az integrált áramkörök fejlesztésének és gyártásbevezetésének első szakasza is. A Konvertagyár tovább szélesítette a szelénegyenirányítók típusválasztékát.

Az EIVRT 1970. évben 13%-os termelésfelfutást tervez, ezen belül a fényforrások termelése 24%-kal, az elektroncsöveké 5%-kal, a félvezetőké 19%-kal, a gépeké pedig 20%-kal nő. A többi ágazatok növekedési üteme 5% alatt marad. Az exportnak több mint fele dollár viszonylatú lesz.

A tavalyi Tungsram-kiállítást az idén gépbemutató követi Moszkvában. Az év végén a Magyar Híradástechnikai Kiállítás keretében mind gépeiket, mind tömegcikkeiket közelebbről megismerhetik majd az indiai szakemberek Delhiben vagy Bombayban.

1970-ben a gyártásfejlesztés üteme tovább gyorsul; ennek keretében befejezést nyer a Nagykanizsai Fényforrásgyár első része, valamint a Gyöngyösi Félvezető- és Gépgyárban korábban megkezdett beruházási tevékenység.

A Váci TV-képcső és Alkatrészgyárban bővül a katódcsőgyártás, és növelik az elektródagyártás kapacitását. Hajdúböszörményben folytatják a spirálgyártás letelepítését, és elkezdik Nyíregyházán a fénycsőgyújtóüzem, Zalaegerszegen a lámpafejgyártó üzem kiépítését.

Január 1. óra a vállalathoz tartozik a Kaposvári Finommechanikai Vállalat, ahol rádiócsőgyártó bázist létesítenek. Itt a beruházások teljes befejezése után kb. 20 millió rádiócső készül évente.

Az automatizálás tervszerű végrehajtása és egyéb technológiai tevékenységek révén mintegy 5%-kal emelkedik a termelékenység az előző évhez képest; munkaszervezési intézkedésektől további termelékenységemelkedést várnak.

Gyártmányfejlesztési terveiket csak röviden vázolták.

A halogén-autófényszóró lámpák családja a H1/1 típussal fog bővülni. Kifejlesztik és tömeggyártásba veszik az üvegfejű autólámpákat; ezeket elsősorban a gépkocsiipar igényli az autóműszerfalak világításához.

A színes TV-készülék vevőcsövek családja a DY 802 típusú nagyfeszültségű egyenirányítóval, a képcsövek típusválasztéka pedig az ún. szupersarkos típusokkal egészül ki.

A mikrohullámú cső- és adócsőfejlesztés munkatervében főleg a postai hírközlés korszerűsítéséhez szükséges csőtípusok szerepelnek.

Tovább fog javulni 1970-ben a hazai elektronikus piac félvezető-ellátottsága, mivel befejezést nyer a Gyöngyösi Félvezető- és Gépgyárban eszközölt nagy beruházás és csakhamar minden gépsoron megindul a termelés. A Tungsram-félvezetők választéka az idén többek között újabb germánium-mezatranzisztorokkal, műanyag tokozású planártranzisztorokkal, n- és p-csatornás MOS-tranzisztorokkal, valamint TTL rendszerű digitális és analóg integrált áramkörökkel bővül.

A Konvertagyár tevékenységének középpontjában az elsősorban exportra készülő 12, 24, 48, 60, 90, 120, 140, 180 és 240 áramkörös elektronikus vezérlésű színpadi fényszabályozó berendezések szerepelnek.

A sajtótájékoztatót követően bemutatták egy kis házi kiállítás keretében az EIVRT legújabb gyártmányait, valamint a gyártmányokat és azok alkalmazását ismertető kiadványokat. Ezek ismertetésére lapunk egy további számában visszatérünk.

RÁDVÁNY JENŐ
Telefongyár

Számítógép-program aluláteresztő- és sávszűrő üzemi paraméteres méretezésére

ETO 621.372.54:681.3.06

A klasszikus, úgynevezett hullámparaméteres szűrőméretezés, mely az átviteltechnikai berendezések szűrőinek a méretezésére évtizedeken keresztül egyeduralkodó volt, ma már elavult módszernek tekinthető. Bár az utóbbi évtizedben is voltak figyelemre méltó kísérletek a hullámparaméteres elmélet tökéletesítésére — egyes speciális esetek kivételével — feladva a hullámparaméteres elmélet megkötéseit, az előírások gazdaságosabb teljesítésére van lehetőség. E gazdaságosabb üzemi paraméteres méretezés elterjedésének egyetlen akadályát — a rendkívüli számításigényességet — kiküszöbölte az elektronikus számítógépek elterjedése. Az a nehézség, melynek megoldása a legtovább váratott magára, hogy az elektronikus számítógépek 8—9 decimális jegy pontossága már közepesen bonyolult szűrők szintézisére is elégtelennek bizonyult. E nehézség áthidalására a szakirodalomban sokféle eredményes módszer található. Matematikailag legegyszerűbbnek, s egyben a program elkészítése és futtatása szempontjából leggazdaságosabbnak egy több szerző által bevezetett [1, 3, 5] frekvencia transzformáció alkalmazását találtuk. A jelen közlemény célja, egy ezen a módszeren alapuló szűrőtervezési program ismertetése, mely a Telefongyárban került kidolgozásra. E program, mely ELLIOTT 803. Algol reprezentánsra készült, veszteséges aluláteresztő szűrők és sávszűrők szintézisére alkalmas.

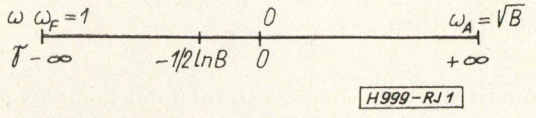
1. Az alkalmazott transzformáció

Az irodalomban több alakban szereplő bilineáris transzformációt a — J. K. Skwirzynsky — [6] által ajánlott

$$x=\frac{p^2+B}{p^2+1} \tag{1}$$

alakban vettük fel, mivel ez mind aluláteresztő, mind sávszűrő szintézisére alkalmas. A $p=j\omega$ normált értékben helyettesítendő be; a normális egység aluláteresztő szűrő esetében az áteresztő sáv határfrekvenciája, sávszűrő esetében a felső határfrekvencia. A B értéke aluláteresztő szűrő esetében 0, különben az áteresztő sáv alsó határfrekvenciájának a felső határfrekvenciára normált értékének a négyzete.

Az üzemi paraméteres méretezés ma már klasszikusnak számító alapelveit ismertnek tételezve fel, az alábbiakban ismertetjük a frekvencia transzformáció alkalmazásával felmerülő nehézségeket és a megoldásokat, melyeket a programban alkalmaztunk. A szűrő zárótartományát a program alkalmazása előtt a Darlington [4] által ajánlott referens hullámparaméteres módszer segítségével célszerű méretezni. Ez a közismert Rumpelt-sablon segítségével történhet [2], transzformált frekvenciának $\gamma={}^1/_2 \ln x$-et választva, ahol x azonos az (1) által definiált transzformált frekvenciával. Ez esetben a zérus, illetve végtelen frekvenciáknak $\gamma_1={}^1/_2 \ln B$, illetve $\gamma_2=0$ felel meg, a zárótartománynak pedig γ pozitív és negatív valós értékei, kivéve az $\frac{1}{2}\ln B$ és 0 közötti sáv, melynek nem felel meg valós fizikai frekvencia (tiszta képzetes p



1. ábra. A γ és ω skála összetartozó értékei

érték, lásd 1. ábra). A csillapítás pólusainak elrendezése után a pólusnak a γ skálán felvett μ_i értékeiből kiszámítjuk az $m=e^{-\mu_i}$ derivációs modulusokat, melyek B-vel — az alsó határfrekvencia normált értékével — és az áteresztő tartományban megengedett maximális csillapítással együtt szintén a program bemenő adatai. Ha a szűrőt nem $R_1=R_2=1$ lezáró impedanciával, illetve — veszteséges számítás esetén — az előtorzítás által megkövetelt minimális csillapításnak megfelelő R_1/R_2 arányt adó impedanciákkal kell lezárni, ezek értéke szintén bemenő adat.

2. A karakterisztikus függvény meghatározása

A transzformált frekvencia bevezetésével a Csebisev-i értelemben egyenletes áteresztőtartománynak megfelelő karakterisztikus függvény páros fokszámú sávszűrő esetében

$$\varphi(x)=k\frac{a_0+a_2x+a_4x^2+\ldots a_{2N}x^N}{(1-x)(1-B^{-1}x)(1-m_1^2x)(1-m_2^2x)\ldots(1-{}_{N-\frac{2}{2}}x)} \tag{2a}$$

míg páratlan fokszámú sávszűrő esetében

$$\varphi(x)=k\frac{a_0+a_2x+a_4x^2+\ldots a_{2N}x^N}{\sqrt{(1-x)(1-B^1x)}(1-m_1^2x)(1-m_2^2x)\ldots(1-m_{N-1}^2x)} \tag{2b}$$

alakú, ahol a_0, a_2, a_4 ... az m_i modulusok kétszeres készletének az úgynevezett „elemi szimmetrikus készletei", melyeket az

$$a_i=\sum m_{\sigma 1}m_{\sigma 2}\ldots m_{\sigma i} \tag{3}$$

összefüggés határoz meg. Az összegezésben az összes lehetséges i számú tényezőt tartalmazó $\binom{2N}{i}$ számú

Beérkezett: 1970. I. 12.

tagnak szerepelnie kell. $a_0=1$, $a_{2N}=m_1m_1m_2m_2\ldots m_Nm_N$. Páros esetben a véges pólusfrekvenciáknak megfelelő modulus készletet két-két páratlan esetben egy-egy $m_i=1$ és $m_i=B$ modulussal kell kiegészíteni.

3. Az átviteli függvény kiszámítása

A p síkon számolva az átviteli függvényt, a

$$\Gamma(p)\Gamma(-p)=1+\varphi(p)\varphi(-p)=\frac{H(p)H(-p)}{F(p)} \quad (4)$$

összefüggésből szokás kiszámítani, annak figyelembevételével, hogy a realizálhatóság érdekében a $\Gamma(p)$ számlálójának Hurwitz-polinomnak kell lennie. Ezért a $H(p)$ polinomot a $H(p)\cdot H(-p)$ polinom negatív valós részű gyökeihez tartozó gyöktényezők szorzataként kell felépíteni. A transzformált frekvenciasíkon ennek a lépésnek az felel meg, hogy páros esetben az

$$1+\varphi^2(x) \quad (5a)$$

páratlan esetben

$$1-\varphi^2(x) \quad (5b)$$

racionális algebrai kifejezés számlálóját komplex gyökök esetén x^2-ben másodfokú, valós gyök esetén elsőfokú tényezőkre bontjuk. Az első esetben a Hurwitz — anti-Hurwitz szétbontásnak a gyöktényező

$$x^2+M_ix+N_i=(\alpha_ix+\gamma_i+\beta_i\sqrt{(1-x)(x-B)})(\alpha_ix+ +\gamma_i-\beta_i\sqrt{(1-x)(x-B)} \quad (6)$$

alakú felbontása felel meg. Egyöntetűség kedvéért a programban csak ezt a felbontást vettük fel és az elsőfokú tényezőkből másodfokúakat képeztünk. Ha az elsőfokú tényezők száma páratlan, egy tényezőt kibővítünk az $(1-x)$ szorzóval, majd szétbontás után egyszerűsítünk e szorzó négyzetgyökével. A (6) kifejezés szétbontásra zárt formulák vezethetők le, ezek azonban a gépi számábrázolás korlátozottsága miatt gyakran nem adnak pontos eredményt. Ezért szükségesnek látszott a programba építeni e képleteken kívül az eredmény pontosságának visszaszorzással való ellenőrzését és egyszeri lineáris közelítésen alapuló javítását is. Az így kapott — a (6) jobb oldalának megfelelő alakú — tényezőket összeszorozva az átviteli függvény számlálója

$$P(x)+R(x)\sqrt{(x-B)(1-x)} \quad (7)$$

alakú lesz, ahol az első polinom felel meg a számláló páros, a második pedig a páratlan részének. A szűrő láncparamétereinek számlálóit a szokott módon nyerhetjük, az átviteli függvény és a karakterisztikus függvény számlálójának az összegezésével, illetve kivonásával.

4. A veszteségek kompenzálása

A veszteségek kompenzálására sok módszer ismeretes. A transzformált frekvencián a bonyolult módszerek alkalmazása nehezen oldható meg. Eddigi tapasztalataink szerint viszont nem túlságosan rossz tekercsekből felépített szűrők esetén az úgynevezett „egyenletes veszteségű" eljárás is kielégítő. Ennek a módszernek a lényege, hogy a kívánt átviteli függvény számlálójában p helyére $(p-\lambda)$-t helyettesítünk, ahol λ a szűrőt felépítő reaktáns elemek átlagos veszteszége. Ha a szűrőt felépítő tekercsek és kondenzátorok külön-külön megközelítőleg azonos veszteségűek, akkor az így kiszámolt korrekció hibája λ^2-tel arányos, tehát legtöbb esetben elhanyagolható. Azon ritka esetekben pedig, melyekben ez a módszer nem ad kielégítő eredményt, célszerűbbnek látszott a hiba utólagos korrekciója, analízis programok segítségével. A (7) kifejezés a fenti helyettesítésnek megfelelő átalakítása zárt képletekkel elvégezhető, ezzel itt részletesen nem foglalkozunk. Az így „előtorzított" tényezőkből felépíthetjük az új átviteli függvényt, mely

$$\Gamma^*(x)=$$

$$=\frac{p_*(x)+R_*(x)\sqrt{(x-B)(1-x)}}{k[(1-x)(x-B)]^\sigma(1-m_1^2x)(1-m_2^2x)\ldots(1-m_N^2x)} \quad (8)$$

alakú; σ értéke páros fokszám esetében 1, páratlan esetben 1/2. A k tényező értékét úgy kell megválasztani, hogy az átviteli függvény abszolút értéke minden fizikai frekvenciának megfelelő x értéknél biztosítva legyen.

5. A k tényező meghatározása

A k tényező meghatározásával részletesen foglalkozunk. A módszer megválasztása szempontjából célszerűnek látszott, hogy — bár a program elsősorban csebisevi értelemben kiegyenlített áteresztő tartományú szűrő méretezésére készül — tetszés szerinti karakterisztikájú szűrők esetében is használható legyen, tehát ne feltételezze a minimum helyének megközelítő ismeretét sem. Az átviteli függvény abszolút értékének négyzetét

$$e^{2a}=\frac{S(x)}{K^2N(x)} \quad (9)$$

alakban felvéve, ha ez minden fizikai frekvencián nagyobb az egységnél, akkor a

$$F(x)=S(x)-k^2N(x)=0 \quad (10)$$

egyenletnek nincs gyöke, semmilyen valós x érték behelyettesítésével, kivéve a $B<x<1$ tartományt, mivel ehhez nem tartozik fizikai frekvencia. A $F(x)$ valós gyökeinek számát könnyen meghatározhatjuk a polinom Sturm-láncának segítségével. E polinomok együtthatóinak kiszámítása, valamint e polinomok értékének előjele $x=-\infty$, B, 1, ∞ értékek behelyettesítése esetén könnyen programmozható, és tapasztalatunk szerint kis gépi idő felhasználásával számítható. Ily módon a k értéke egy alkalmasan megválasztott kiinduló értéktől kezdve approximációval úgy választandó meg, hogy a $F(x)$-nek ne legyen valós gyöke, de k előírtan kicsiny növelése esetében a gyökök száma zérustól különbözzék.

6. Az előtorzítás utáni karakterisztikus függvény meghatározása

Veszteség kompenzált szűrők számítása esetén szükséges, az előtorzított átviteli függvényhez tar-

tozó karakterisztikus függvény meghatározása. Veszteségmentes számítás esetén is szükség lehet e lépésre, amennyiben az előbbiekben nyert átviteli függvényt egy egységnél nagyobb konstanssal szoroztuk; ez több célból is szükséges lehet —, vagy ha a szűrő tervezése eleve az átviteli függvényből indul ki (pl. futási időre méretezett szűrők esetében). Az új karakterisztikus függvény szintén (4) alapján számítható ki. Transzformált frekvenciában kifejezve az alábbi összefüggéseket nyerjük:

$$S(x)-k^2N(x)\equiv S_k(x) \qquad (11)$$

és

$$\varphi(p)\cdot\varphi(-p)\equiv\frac{S_k(x)}{K^2N(x)} \qquad (12)$$

A karakterisztikus függvény meghatározására az átviteli függvény számításánál alkalmazott módszert követhetjük, azzal a különbséggel, hogy a (6)-ban a β_i-k negatív értéket is felvehetnek. A gyakorlatban mégis célszerű pozitív előjeleket felvenni; ellenkező esetben ugyanis a szűrő bármelyik lezáró impedanciájának módosítására az egész átviteli görbe lineáris torzítást szenved, míg pozitív előjelek választása esetén az átvitel egyenletessége az egyik lezárásra kevésbé érzékeny. Ez a lezárás főként csak az alapcsillapítást befolyásolja.

7. A program felépítése és használata

A program felépítésének megválasztásában fontos szempont volt, hogy a program viszonylag egyszerű maradjon, és emellett a legkülönbözőbb rendeltetésű szűrők méretezésére használható legyen; sőt a program módosítása nélkül esetleg még olyan típusú szűrők is méretezhetők legyenek, melyeket a program készítésekor még egyáltalán nem vettünk figyelembe. Ezért a programot teljes mértékben az adatszalagról vezérelhetővé tettük. A program így beolvasó és kiíró utasításokat, a fentebb ismertetett számítások valamint néhány egyéb számítás elvégzéséhez szükséges részeket tartalmaz, mindezt kiegészítve tárolásra alkalmas **integer**, **real**, valamint **array** deklarációkkal és olyan vezérlő utasításokkal, hogy a számítást teljes mértékben adatszalagról vezérelni lehessen. Így minden számításhoz tulajdonképpen két adatszalagot kell készíteni. Az első a számítandó szűrő kiinduló adatait tartalmazza, a másik a vezérléshez szükséges adatokat. Ez utóbbi egy-egy szűrőtípusra közös, úgyhogy új vezérlő adatszalag készítésével a programot újabb aluláteresztő és sávszűrő típusok tervezésére alkalmassá tesszük. A program segítségével kimenő adatként (eredményként) bármely négypólus paraméter készlet kiszámítható, mint a transzformált frekvencia függvénye. A szűrő kapcsolási paramétereinek kiszámítására egy másik program készletet készítettünk. Ez utóbbiak tekercs-takarék kapcsolású létrahálózatok realizálására már szintén kipróbálásra kerültek.

IRODALOM

1. *Bingham J. A. C.:* A new approach of solving the accuracy in filter desigh, IEEE Trans. Circ. Theory, Sept. 1964.p. 327.
2. *Rumpelt, E.:* Schablonenverfahren für den Entwurf elektrische Wellenfilter auf der Grandlage der Wellenparameter, TFT, Vol. 31. 1942. p. 203.
3. *Iedekoro, T., Tsuchiya, T.* and *Watanabe, H.:* A new calculation method for the design of filters by digital computer with special consideration of the accuracy problem. 1963. IEEE. Intern Corv. Record, pt. 2, p. 100.
4. *Darlington, S.:* Synthesis of reactance 4 poles which produce prescribed insertion loss characteristics. Nath. Massach. inst. sept. 1939.
5. *Szentirmai, G.:* Theoretical basis of a digital computer program package for filter synthesis, Proc, 1-st Ellerton Conf. on Circuit and System Theory, 1963. p. 37.
6. *Skwirzynski, J. K.:* Complete Synthesis of all filter classes by the bilinearly transformed frequency variable. Proc. of the International Symposium on Network Theory. Oganized by the Univ. of Belgrade and the Yugoslav Committee for Electronics and Automation. Belgrade, Sept. 1968. pp. 366—376.

Tartalmi összefoglalások

ETO 621.371.35:629.783

Ferencz Cs.:

Hullámterjedés mozgó közegekben

HÍRADÁSTECHNIKA XII. (1970) 3. sz.

A szerző két előző hullámterjedéssel foglalkozó cikkének folytatásaképpen a műholdas távközlésnél fontos témát tárgyal. Vizsgálja a homogén és inhomogén közegben való terjedést és a probléma kvázihullámtani megközelítését.

ETO 621.397.132

Bognár L.:

Színes televízió átviteli rendszerek. Az NTSC, PAL és SECAM rendszer

HÍRADÁSTECHNIKA XXI. (1970) 3. sz.

A szerző először az Amerikában kifejlesztett NTSC rendszert, majd a nyugatnémet PAL rendszert és végül a francia SECAM rendszert ismerteti. Leírja a színsegédvivők megválasztásának és modulációjának módját, a színkülönbségi jelek demodulációját és az ehhez szükséges színfázis-jelek továbbítását és a vevőkészülékben való felhasználását. A SECAM rendszerrel, amelyet a hazai színes tv adásoknál alkalmaznak — részletesebben foglalkozik. Ismerteti a kódoló és dekódoló áramkör felépítését, az előkiemelés és utóelnyomás, továbbá a sávhatárolás jelentőségét a képminőség szempontjából. Végül mindegyik rendszernél elemzi annak előnyeit és hátrányait az egész átviteli láncban.

ETO 621.372.54:681.3.06

Radvány J.:

Számítógép-program aluláteresztő és sávszűrő üzemi paraméteres méretezésére

HÍRADÁSTECHNIKA XXI. (1970) 3. sz.

A szerző egy bilineáris frekvenciatranszformáción alapuló szűrőméretezési programot ismertet, mely mind aluláteresztő, mind sávszűrő üzemi paraméteres szintézisére készült a budapesti Telefongyárban. A program Elliott 803 algol reprezentánsra készült és alkalmas veszteségmentes és egyenletes veszteségű szűrők méretezésére.

Обобщения

ДК 621.371.35:629.783

Ч. Ференц:

Распространение радиоволн в подвижной среде

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXI. (1970) № 3

Автор рассматривает важную тему с точки зрения связи посредством спутников как продолжение его двух статей по распространению радиоволн. Испытывается распространение в однородной и неоднородной среде и приближение проблемы с помощью учения радиоволн.

ДК 621.397.132

Л. Богнар:

Системы передачи цветного телевидения. Сицтемы НТСЦ ПАЛ и СЕКАМ

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXI. (1970) № 3

Вначале автор излагает американскую систему НТСЦ, затем западногерманскую систему ПАЛ и, наконец, французскую систему СЕКАМ. Описывается метод выбора и модуляции поднесущих, демодуляция цвето — разностных сигналов и передача сигналов фазы цветов, необходимых для этой цели, далее их использование в приемнике. Система СЕКАМ, применяемая в цветном телевидении в Венгрии, трактуется более подробно. Изложены кодирующие и декодирующие схемы, значение предискажения и ограничения с точки зрения качества изображения. Наконец анализируются преимущества и недостатки каждой системы.

ДК 621.372.54 : 681.3.06

Й. Радвань:

Программа ЭЦВМ для проектирования фильтров низких частот и полосовых фильтров на основе рабочих параметров

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXI. (1970) № 3

Автор излагает программу проектирования фильтров на основе билинейной трансформации частот, изготовленную в Телефондяр в Будапеште по синтезу и фильтров низких частот и полосовых фильтров с помощью рабочих параметров. Программа подготовлена для ЭЦВМ ЭЛЛИОТТ 803 алгол и может быть использована для проектирования фильтров без потерь и с равномерным распределением потерь.

Zusammenfassungen

DK 621.371.35:629.783

Cs. Ferencz:

Wellenausbreitung in beweglichen Medien

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXI. (1970) Nr 3.

Als Fortsetzung seiner zwei vorangehenden Artikeln behandelt der Verfasser eine wichtige Frage bezüglich des Nachrichten-Weitverkehrs über Satelliten. Die Wellenausbreitung wird in homogenen und inhomogenen Medien untersucht und die Annäherung der Probleme durch Quasi-Wellenlehre analysiert.

DK 621.397.132

L. Bognár:

Farbfernsehübertragungssysteme. NTSC, PAL und SECAM-Systeme

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXI. (1970) Nr 3.

Erst wird das in der USA entwickelte NTSC-System, ferner das westdeutsche PAL-System und zuletzt das französische SECAM-System erörtert. Die Methode der Wahl und Modulation der Farbhilfsträgersignale, die Demodulation der Farbunterschied-Signale und die Übertragung der notwendigen Farbphasensignale und deren Verwendung in den Empfängergeräten werden beschrieben. Das in der ungarischen Fernsehsendung angewendete SECAM-System wird eingehend behandelt. Der Aufbau der Codier- und Decodierschaltung, Pre-emphasis und De-emphasis, ferner die Wichtigkeit der Bandbegrenzung wird vom Standpunkt der Bildqualität erörtert. Zuletzt werden die Vorteile und Nachteile aller Systeme in der ganzen Übertragungskette analysiert.

DK 621.372.54:681.3.06

J. Radvány:

Rechenmaschinenprogramm zum Entwurf des Tiefpass- und Bandfilters mit Betriebsparametern

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXI. (1970) Nr 3.

In dem Artikel wird ein Filterentwurfsprogramm auf Grund einer bilinearen Frequenztransformation, das sowohl für die Betriebsparametersynthese des Tiefpassfilters, als auch des Bandfilters in der Telefonfabrik von Budapest ausgearbeitet wurde. Das Programm wurde zur ELLIOTT 803 Algol Representation gemacht, und ist zum Entwurf verlustfreier Filter und Filter mit geleichmässiger Verlustverteilung geeignet.

Sumaries

UDC 621.371.35:629.783

Cs. Ferencz:

Wave Propagation in a Moving Medium

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXI. (1970) No 3.

Continuing his preceding two papers concerning wave propagation the author deals with an important question of satellite telecommunication. He examines the propagation in inhomogeneous and homogeneous media and the approximation of quasi wave theorem.

UDC 621.397.132

L. Bognár:

Transmission System for Colour Television. NTSC, PAL and SECAM Systems

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXI. (1970) No 3.

First the NTSC system developed in the United States, further the West German PAL system and finally the French SECAM system are presented. The method of the choice of the colour subcarrier signals and modulation, the demodulation of the colour difference signals and the transmission of the necessary colour phase signals further their utilization in the receivers are described. The SECAM system used in the Hungarian television transmission is dealt with in detail. The realization of the coding and decoding circuit, the preemphasis and the de-emphasis, further the importance of the band limitation are presented from the point of view of the image quality. Finally the advantages and disadvantages of all three systems are analysed in the total transmission link.

UDC 621.372.54:681.3.06

J. Radvány:

Computer Programme for the Design of Low-Pass and Band-Pass Filters with Operating Parameters

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXI. (1970) No 3.

The author presents a filter design programme based on a bilinear frequency transformation made both for low-pass and band-pass filters in the Thelephone Factory of Budapest. The programme was made in ELLIOTT 803 algol representant and is suitable for the design of lossless filters and filters of uniform loss distribution.

Résumes

CDU 621.371.35:629.783

Cs. Ferencz:

Propagation des ondes dans un milieu mobile

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXI. (1970) No 3.

Pour continuer ses deux articles précédents concernant la propagation des ondes, l'auteur traite un problème important pour la télécommunication par satéllites. La propagation dans un milieu homogène et inhomogène et l'approximation du problème par la théorie des ondes sont examinées.

CDU 621.397.132

L. Bognár:

Systèmes de transmission de télévision en couleurs. Les systèmes NTSC, PAL et SECAM

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXI. (1970) No 3.

L'auteur expose d'abord le système américain NTSC, ensuite le système allemand PAL et pour terminer le système français SECAM. Il décrit la méthode de choix et modulation des sous-porteuses de couleur ainsi que la transmission des signaux de phase de couleur nécessaires pour celles-ci et leur utilisation dans le récepteur. Le système SECAM adopté pour les émissions de télévision en couleur en Hongrie est traité plus amplement. Les circuits de codage et décodage, l'importance de préaccentuation et compression, ainsi que de la limitation de la bande passante est examinée en ce qui concerne la qualité de l'image. Enfin les avantages et désavantages de chaque système sont analysés.

CDU 621.372.54:681.3.06

J. Radvány:

Programme pour un ordinateur afin de projeter filtres passe-bas et passe-bande à l'aide des paramètres de fonction

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXI. (1970) No 3.

L'auteur expose un programme de projet des filtres basé sur une transformation bilinéaire de fréquence, développé dans la Fabrique des Téléphones à Budapest, pour la synthèse des filters passe-bas et passe-bande à l'aide des paramètres de fonction. Le programme est fait pour Elliott 803 algol et peut être utilisé pour filtres sans pertes et avec pertes distribuées uniformément.

MAGYAR KÁBEL MŰVEK

VEZÉRIGAZGATÓSÁGA

Budapest, XI., Budafoki út 60 • Telefon: 453-590

GYÁRTMÁNYOK:

Jelző-, mérő-, működtetőkábelek

Erősáramú szigetelt vezetékek

Erősáramú kábelek 1–35 kV-ig

Alumínium és acél-alumínium szabadvezetékek

Tekercselőhuzalok

Switch-kábelek

Gumitömlő vezetékek

Híradástechnikai vezetékek

Távkábelek

Hírközlő kábelek

Hajókábelek

Zománchuzalok

Zárt-acélkötelek

SIEMENS

Modern konstrukciójánál fogva kompakt és kevés karbantartást igényel

Az egyre nagyobb mértékben növekvő távíró- és adatátvitel a belföldi és nemzetközi információcsere — nagy és speciális követelményeket támaszt a mai távválasztó rendszerekkel szemben. E feladatok elvégzésére biztos jövőjű, csatolótechnikás választórendszereket ajánl a SIEMENS:

A SIEMENS TWK-RENDSZEREKET.

Ezek a világszerte bevált SIEMENS—Crosspoint-elv alapján működnek, azaz nemesfém-kontaktusú, gyorskapcsolású, (ESK)-relékből álló, tetszőleges nagyságú kapcsolómezőket építenek össze egy vagy több fokozatú hálózati egységekké, ahol azután az egyes csatlakozási pontok egyenként összekapcsolhatók. Ez az elv lehetővé teszi a távválasztást, mechanikus egységek közbeiktatása nélkül.

A TWK-rendszernél — hasonlóan a számítógépekhez — központi programlogika veszi át az üzem lefolyásának vezérlését és ellenőrzését.

Különleges hálózatok (Gentex-, privát hálózatok stb.) és Datex-hálózatok jól beilleszthetők a távíróhálózatba, ezáltal a vezetékeket jobban ki lehet használni.

Ebben az esetben osztályzókészülékek gondoskodnak az előfizető-osztályok szigorú különválasztásáról. A TWK-rendszerek további kiemelkedő jellemzői:

Egyszerű, takarékos szerelés

Nagy üzembiztonság

Minimális karbantartás

Gyors összeköttetés

Nagy távírósebesség (2400 Baud-ig)

Ismertetőt küld Önöknek:

az Intercooperation AG. Siemens osztálya

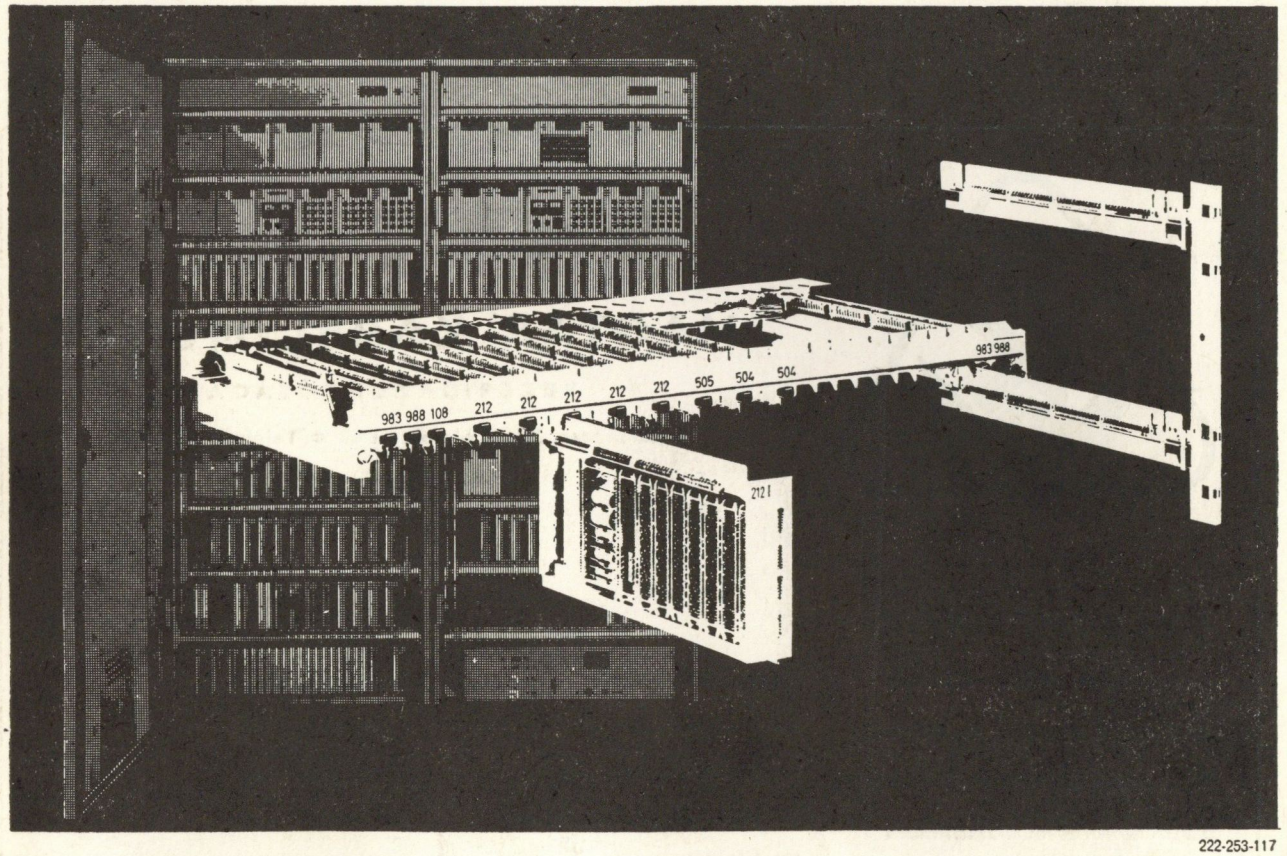
Budapest

XII. Böszörményi út 9.

illetőleg

SIEMENS AG. D – 8000 München 25, Postfach 701

1970 ÁPR



222-253-117

SIEMENS TWK-SYSTEM