

# PAL rendszerű dekódolás alapsávi késleltetés felhasználásával

ETO 621.397.622 PAL

PAL rendszerűnél a színinformáció továbbítása a kvadratúra-moduláció egyfajta változatával történik. Két tetszőleges egymást követő televíziós sorban vizsgálva az eljárást, az egyes sorokban a PAL rendszerű modulált jel az alábbi alakban írható fel: az  $n$ -edik sorban

$$f_n^{(l)} = u(t) \sin \omega_0 t + v(t) \cos \omega_0 t, \quad (1)$$

az  $(n+1)$ -edik sorban

$$f_{n+1}^{(l)} = u(t) \sin \omega_0 t - v(t) \cos \omega_0 t \quad (2)$$

ahol:

$u(t)$  az alapsávi kék színelkülönbségi jel ( $B-Y$ ),  
 $v(t)$  az alapsávi vörös színelkülönbségi jel ( $R-Y$ ),  
 $\omega_0$  a PAL színesgépvivő körfrekvenciája.

A szokásos dekódolási eljárásoknál a differenciális fázishiba elektronikus korrigálása érdekében mindig alkalmaznak késleltető művonalat. Ezek a művonalak a soridőnyi késleltetést mindig a kvadratúra-modulált jelen végzik. Jelen cikk célja egy olyan dekódolási eljárás ismertetése, amely a differenciális fázishiba okozta szintorzítás megszüntetésére alapsávi késleltető művonalat használ fel.

## 1. A dekódolási eljárás lényege

A dekódolás elvének tömbvázlata az 1. ábrán látható. Az 1. ábra alapján kövessük végig, hogyan megy végbe a dekódolás. A szorzó áramkör egyik bemenetére a kódolt PAL jel ( $f_{n,n+1}^{(l)}$ ), a másik bemenetére a vörös színelkülönbségi referencia-irányhoz képest  $-\frac{\pi}{4}$ -gyel eltolt fázisú harmonikus szorzójel kerül. Képezve a két jel szorzatát, az alábbiakat kapjuk:

$$f_{n,n+1}^{(l)} \cdot \cos \left( \omega_0 t - \frac{\pi}{4} \right) = \frac{1}{2} \cos \frac{\pi}{4} [u(t) \pm v(t)] + \frac{1}{2} \left[ u(t) \cos \left( 2\omega_0 t - \frac{3}{4} \pi \right) \pm v(t) \cos \left( 2\omega_0 t - \frac{\pi}{4} \right) \right]. \quad (3)$$

A szorzó kimenetén tehát létrejön egy kétszeres színesgépvivőfrekvenciás kvadratúra-modulált jel, és létrejön a kék és vörös alapsávi színelkülönbségi jelek összegével, illetve különbségével arányos jel. Az aluláteresztő szűrő eltávolítja a kétszeres frekvenciájú kvadratúra-modulált jelet és kimenetén az alábbi jel jön létre:

$$\tilde{f}_{n,n+1}^{(l)} = \frac{\sqrt{2}}{4} [u(t) + v(t)]. \quad (4)$$

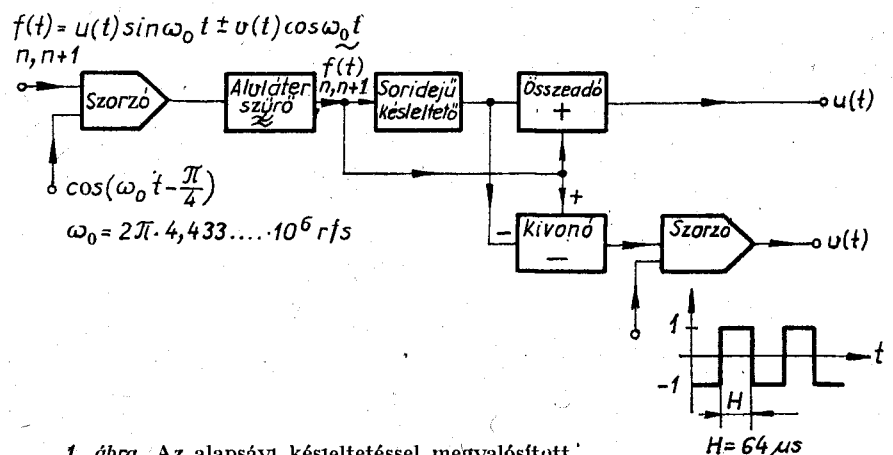
A soridejű késleltető kimenetén  $\tilde{f}_{n,n-1}^{(l)}$  jelenik meg akkor, amikor az aluláteresztő kimenetén  $\tilde{f}_{n,n+1}^{(l)}$  van jelen. Ennek megfelelően az összegző kimenetén  $\tilde{f}_{n-1,n}^{(l)}$  és  $\tilde{f}_{n,n+1}^{(l)}$  összege jelenik meg.

$$\tilde{f}_{n-1,n}^{(l)} + \tilde{f}_{n,n+1}^{(l)} = \frac{\sqrt{2}}{4} [u(t) \pm v(t)] + \frac{\sqrt{2}}{4} [u(t) \pm v(t)] = \frac{\sqrt{2}}{2} u(t). \quad (5)$$

A kivonó kimenetén pedig az alábbi jel jön létre

$$\tilde{f}_{n,n+1}^{(l)} - \tilde{f}_{n-1,n}^{(l)} = \frac{\sqrt{2}}{4} [u(t) \pm v(t)] - \frac{\sqrt{2}}{4} [u(t) \mp v(t)] = \pm \frac{\sqrt{2}}{2} v(t). \quad (6)$$

Az (5) és (6) kifejezésekből látható, hogy a kék színelkülönbségi jel polaritáshelyesen jött létre, míg a



1. ábra. Az alapsávi késleltetéssel megvalósított PAL dekódolás elve

vörös színkülönbségi jel polaritása sorról sorra változik. Ez a váltakozás megszüntethető, ha a kivonó kimenő jelét szorzó áramkörre vezetjük, és a szorzó másik bemenetére megfelelő ütemben egy félszorzókapcsolójelet vezetünk.

### 2. Fázistorzítás hatásának vizsgálata

A fázistorzítás hatásának vizsgálatát végezzük el a 2. ábra alapján. A 2. ábrán az  $n$  és az  $(n+1)$  sor esetén egy tetszőleges színhez tartozó vektorok láthatók torzításmentes és  $\Delta\varphi$  nagyságú fázistorzítás esetén. A fázistorzítás hatására létrejövő modulációs tartalom megváltozása mind az  $n$ , mind az  $(n+1)$  sorban meghatározható a 2. ábra alapján. Az  $n$  sorban a következőket kapjuk:

$$u' = u \cos \Delta\varphi - v \sin \Delta\varphi, \quad (7)$$

$$v' = v \cos \Delta\varphi + u \sin \Delta\varphi. \quad (8)$$

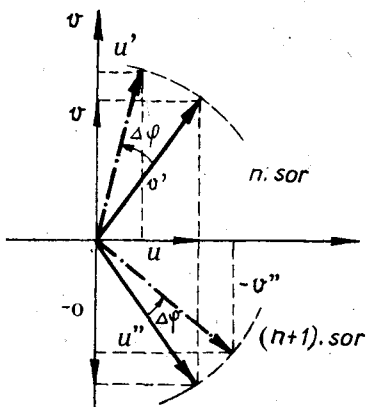
Az  $(n+1)$  sorban pedig az alábbiakat kapjuk:

$$u'' = u \cos \Delta\varphi + v \sin \Delta\varphi, \quad (9)$$

$$v'' = v \cos \Delta\varphi - u \sin \Delta\varphi. \quad (10)$$

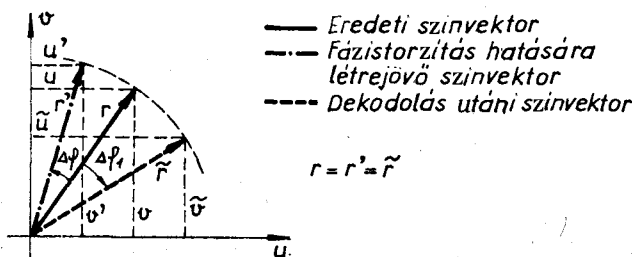
A (7), (8), (9), (10) és (5), (6) összefüggések felhasználásával a dekódolt kék ( $\tilde{u}$ ) és vörös ( $\tilde{v}$ ) színkülönbségi jelek az alábbi főmában írhatók fel:

$$\tilde{u} = \frac{\sqrt{2}}{4} (u' + v' + u'' - v'') = \frac{\sqrt{2}}{2} u [\cos \Delta\varphi + \sin \Delta\varphi], \quad (11)$$



H 617-PA 2

2. ábra. A fázistorzítás hatásának vizsgálata



H 617-PA 3

3. ábra. A fázistorzítás hatásának minőségi kiértékelése

$$\tilde{v} = \frac{\sqrt{2}}{4} (u' + v' - u'' + v'') = \frac{\sqrt{2}}{2} v [\cos \Delta\varphi - \sin \Delta\varphi]. \quad (12)$$

A (11) és (12) kifejezések alapján megállapíthatjuk, hogy a fázistorzítás hatása nem szűnt meg. A fázistorzítás hatása minőségileg a 3. ábra alapján az, hogy ha az átviteli út során létrejövő  $\Delta\varphi$  fázistolás pl. olyan volt, hogy az adott színt a vörös irányba toltá el az eredeti színhez képest, akkor a dekódolás utáni szín a kék irányba tolódik el az eredeti színhez képest, tehát a dekódolás során mintegy túlkompenzálás jött létre. Az ún. túlkompenzálás során a színvektor abszolút értéke is megváltozott. Az abszolút érték megváltozása, érdekes módon, nemcsak csökkenés — mint ahogy azt a szokásos PAL dekódolási eljárásnál megszoktuk —, hanem növekedés is lehet. Mennyiségileg megvizsgálva a viszonyokat, felhasználva a 3. ábra jelöléseit és a (11), (12) kifejezéseket kapjuk, hogy

$$\Delta\varphi_1 = \arctg \left[ \frac{v}{u} \frac{1 - \operatorname{tg} \Delta\varphi}{1 + \operatorname{tg} \Delta\varphi} \right], \quad (13)$$

$$r = \sqrt{u^2 + v^2}, \quad r = r', \quad (14)$$

$$\tilde{r} = r \sqrt{1 + \frac{u^2 - v^2}{r^2} \sin 2\Delta\varphi}. \quad (15)$$

Az eredményekből látható, hogy az 1. ábrán bemutatott dekódolási eljárás csak differenciális fázistorzítás nélküli esetben ad kifogástalan eredményt, tehát ez az eljárás nem alkalmas az esetleg bekövetkező differenciális fázishiba által okozott színtorzítás megszüntetésére.

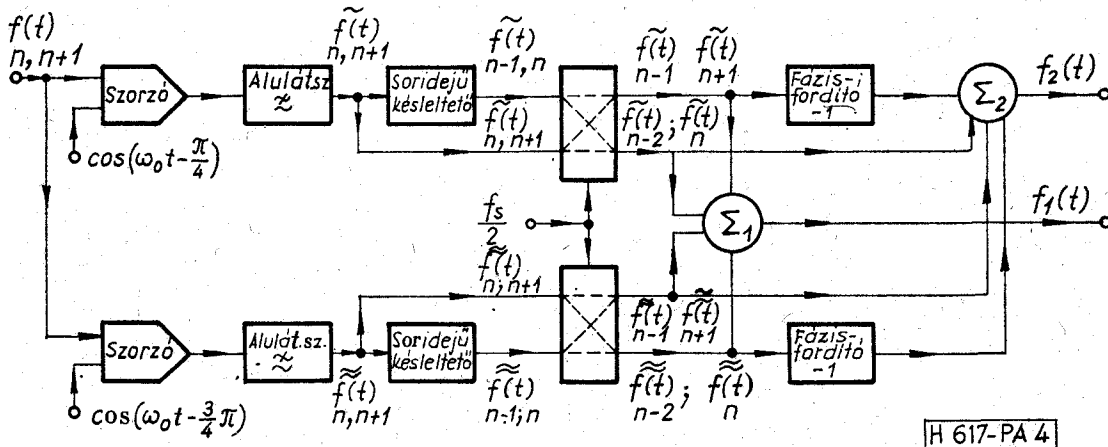
### 3. Színtorzítást is megszüntető módosított eljárás

A dekódolási eljárás javított változatának a lényegét a 4. ábra mutatja. A kódolt PAL jelet két szorzóáramkörre vezetjük, a szorzók másik bemenetére pedig a vörös referencia-irányhoz képest  $-\frac{\pi}{4}$ -del, illetve  $-\frac{3}{4}\pi$ -vel eltolt fázisú harmonikus jelet vezetünk. A szorzó áramkörök kimenetén az alábbiakat kapjuk:

$$f_{n, n+1}^{(1)} \cos \left( \omega_0 t - \frac{\pi}{4} \right) = \frac{1}{2} \cos \frac{\pi}{4} [u(t) \pm v(t)] + \frac{1}{2} \left[ u(t) \cos \left( 2\omega_0 t - \frac{3}{4} \pi \right) \pm v(t) \cos \left( 2\omega_0 t - \frac{\pi}{4} \right) \right], \quad (16)$$

$$f_{n, n+1}^{(2)} \cos \left( \omega_0 t - \frac{3}{4} \pi \right) = \frac{1}{2} \left[ \cos \frac{\pi}{4} u(t) \pm v(t) \cos \frac{3}{4} \pi \right] + \frac{1}{2} \left[ u(t) \cos \left( 2\omega_0 t - \frac{5}{4} \pi \right) \pm v(t) \cos \left( 2\omega_0 t - \frac{3}{4} \pi \right) \right]. \quad (17)$$

Az aluláteresztő szűrők eltávolítják a kétszeres



4. ábra. Módosított dekódolási eljárás

frekvenciájú összetevőket és kimenetükön a következőket kapjuk:

$$\tilde{f}_{n,n+1}^{(u)} = \frac{\sqrt{2}}{4} [u(t) \pm v(t)], \quad (18)$$

$$\tilde{f}_{n,n+1}^{(v)} = \frac{\sqrt{2}}{4} [u(t) \mp v(t)]. \quad (19)$$

A 4. ábra és (18), (19) alapján az összegzők kimenetén az alábbiakat kapjuk:

$$f_1^{(u)} = \tilde{f}_{n+1}^{(u)} + \tilde{f}_n^{(u)} + \tilde{f}_{n+1}^{(v)} + \tilde{f}_n^{(v)} = \sqrt{2}u(t), \quad (20)$$

$$f_2^{(v)} = \tilde{f}_n^{(v)} - \tilde{f}_{n+1}^{(v)} - \tilde{f}_n^{(u)} + \tilde{f}_{n+1}^{(u)} = \sqrt{2}v(t). \quad (21)$$

A fázistorzítás hatásának a vizsgálatához használjuk fel a 2. ábra jelöléseit és a (7), (8), (9), (10) összefüggéseket.

$$\tilde{f}_n^{(u)} = \frac{\sqrt{2}}{4} [u' + v'], \quad \tilde{f}_{n+1}^{(u)} = \frac{\sqrt{2}}{4} [u'' - v''], \quad (22)$$

$$\tilde{f}_n^{(v)} = \frac{\sqrt{2}}{4} [u' - v'], \quad \tilde{f}_{n+1}^{(v)} = \frac{\sqrt{2}}{4} [u'' + v'']. \quad (23)$$

(22) és (23) alapján felírhatjuk az összegzők kimenetjelét is:

$$f_1^{(u)} = \frac{\sqrt{2}}{4} [2u' + 2u''] = \sqrt{2}u \cos \Delta\varphi, \quad (24)$$

$$f_2^{(v)} = \frac{\sqrt{2}}{4} [2v' + 2v''] = \sqrt{2}v \cos \Delta\varphi. \quad (25)$$

A (24), (25) kifejezésekből látható, hogy a fázis-

torzítás csak a hagyományos detektálási eljárásnál is létrejövő telítettség csökkenését okozza.

Az eredmények alapján leszögezhetjük, hogy az általunk ismertetett eljárás a differenciális fázistorzítás hatásának kompenzálása szempontjából egyenértékű a hagyományos PAL dekódolási eljárással.

#### 4. Következtetések

Az alapsávi késleltetést felhasználó PAL dekódolási módszer fontos előnye, hogy kikerüli a PAL szabdalom által védett hagyományos dekódolási eljárásokat. Hátránya viszont, hogy az alapsávi analóg késleltető művonal részben drága, részben bonyolult kiszolgáló áramköröket igényel, amelyek természetesen az 1. és 4. ábrákon látható elvi működést szimbolizáló tömbvázlatokon nem is lettek jelölve. Az elmondottaknak így módon látszólag csak elvi jelentőségük van. Ez az elvi jelentőség jobban kiemelkedik, ha észrevesszük azt, hogy a leírtakban bizonyítást nyert az a tény, hogy az eredeti PAL eljárással egyenértékű dekódolási végtermék valósítható meg alapsávi késleltetés felhasználásával, és ha az elv realizálását nem analóg, hanem digitális késleltető művonnal valósítjuk meg, akkor — különösen a perspektivikus helyzetet tekintve — az említett hátrányok megszűntnek tekinthetők.

#### IRODALOM

[1] Dr. Ferenczy P.— Dr. Nagy P.— Temessi Á.— Pálinszki A.—Kis-Szölggyémi F.—Sárvári P.: Új rendszertechnikai megoldás a PAL rendszerben kódolt színes tv-jelek dekódolására. Tanulmány, 1974.

<p>Tervezésfejlesztői munkakör betöltésére átvitel-technikai, kapcsolástechnikai, rádiótechnikai és hálózatos szakterületre szakirányú műszaki egyetemi vagy főiskolai végzettségű, gyakorlatl rendelkező dolgozókat keres a Postai Tervező Intézet (Budapest XIV., Lumumba u. 120—122.). Bérzés a 16/1976. MüM. sz. rendelet és a kollektív szerződés szerint. Jelentkezés az Általános Műszaki osztály vezetőjénél, részletes önéletrajzzal.</p>	<p><b>V Á L L A L K O Z U N K</b></p> <p>különböző tipizált hálózati kistranszformátorok gyártására</p> <p>Típusok: El, M 42—106; 3—160 VA között Vállaljuk ezenkívül csévek tekercselését.</p> <p>Huzalátmérő: ∅ 0,08—1,0 mm tartományon belül „Puskás Tivadar” Műszer- és Gépipari Szövetkezet 1431 Bp. Pf.: 147.; Telefon: 338-540</p>
--	---