

# 1.polrok

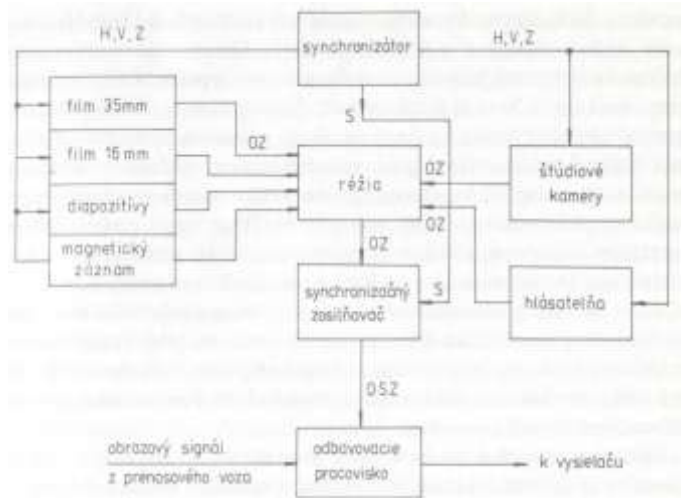
## otázky

- ČBTV - bloková schéma
- Kanálový volič
- Zosilňovač OMF
- Obrazové demodulátory
- Obrazový zosilňovač
- AFC
- AVC
- Snímkový rozklad
- Oddeľovač synchronizačných impulzov
- Oscilátor snímkového rozkladu a jeho riadenie
- Snímkový koncový stupeň
- Riadkový rozklad
- Oscilátor riadkového rozkladu a jeho riadenie
- Riadkový koncový stupeň
- ČB obrazovka

## Televízna technika

### TV Štúdio

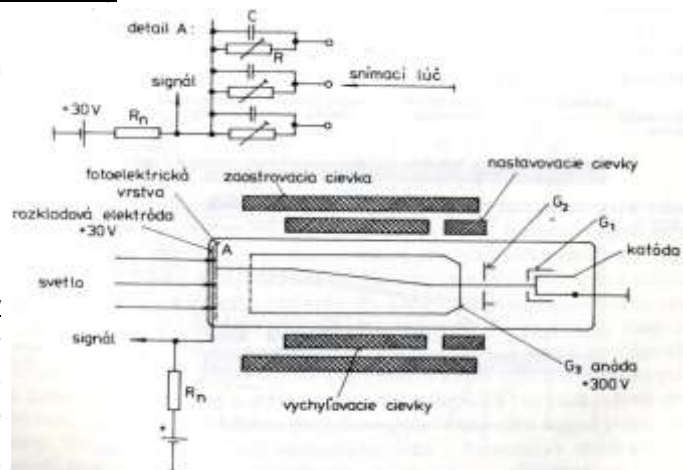
K vybaveniu patria: zdroj tv signálu t.j. filmový snímač, snímač diapozitívov, zariadenie na magnetický záznam obrazu i zvuku, štúdiové kamery. Obrazy sa priebežne pozorujú na monitoroch (monitor je vlastne televízor bez vf časti, takže je kvalitnejší) na pracovisku réžie. Tu strihač a zvukový majster podľa pokynov režiséra spracúvajú jednotlivé zábery (najčastejšie podľa vopred vypracovaného scenára), pričom sa robia titulky, prelínanie obrazov, stmievanie atď. Živé vysielanie je zriedkavé (športové prenosy). Kvalitu obrazu kontrolujú aj pracovníci televízie, aj pracovníci spojov. Najdôležitejšou časťou tv štúdia je synchronizátor. Dodáva všetkým zdrojom tv signálu v štúdiu riadiace impulzy H (15 625 Hz) a V (50 Hz). Zatemňovacia zmes obsahuje riadkové aj snímkové zatemňovacie impulzy. Okrem nich ešte vyrába synchronizačnú zmes S, ktorá sa dodáva do výstupného signálu zo štúdia tesne pred odovzdaním na prenos. Základom je kryštálový riadený oscilátor s frekvenciou 31 250Hz, pričom H a V sa vyrábajú jej delením.



### Snímacie elektrónky

Ich úlohou je previesť informáciu o obraze snímanej scény na vhodný elektrický signál vhodný na spracovanie. V štúdiových kamerách sa používa superortikon, plumbikon alebo vidikon (ten už len v priemyselnej televízii).

Princíp práce vidikonu : Svetlo sa objektívom sústreďuje na rozkladovú elektródu, ktorá je naparená na vnútornej čelnej strane a je tak tenká, že svetlo cez ňu preniká na fotoelektrickú vrstvu a mení tým jej vodivosť (odpor). Každé zrno tejto vrstvy vytvára vzhľadom na rozkladovú elektródu elementárny kondenzátor s určitým zvodovým odporom, ktorý závisí od osvetlenia. Vodivá rozkladová elektróda (spoločná strana všetkých elementárnych kondenzátorov) je cez R pripojená na +30V. Pri dopade elektrónového lúča, ktorý postupne riadkuje po fotoelektrickej vrstve, sa príslušné elementárne kondenzátory nabíjajú cez R. Počas celej snímky, t.j. kým elektrónový lúč znova nepríde na ten istý elementárny kondenzátor, sa kondenzátor vybíja cez



Elektrónový lúč, ktorý spôsobuje nabíjanie, vychádza z

paralelný odpor, ktorý závisí od osvetlenia príslušného miesta katódy, je riadený napätím elektródy  $G_1$ , urýchľovaný (príslušného elementárneho kondenzátora). Pri ďalšom potenciálove  $G_2$ .  $G_2$  spolu so zaostrovacou cievkou lúč nabíjajú (elektrónový lúč je znova na príslušnom zaostruje. Lúč sa musí pohybovať po celom rastru, t.j. elementárnom kondenzátore) dobíjajúci prúd závisí od stupňa pravidelne opakovane prejsť všetky elementárne kondenzátory po riadkoch. Lúč je teda vychyľovaný v dvoch smeroch - zľava doprava, zhora dole. Na to slúžia vychyľovacie cievky.

Keďže vychyľovanie lúča musí byť rovnaké vo všetkých tv kamerách, musí byť v štúdiu synchronizátor, ale musí byť rovnaké aj vo všetkých televíznych prijímačoch, čo zabezpečia synchronizačné impulzy pridané do tv signálu. Plumbikon - má rovnaký princíp, len namiesto fotoelektrickej vrstvy je vrstva polovodičová.

Tv kamera má okrem snímačej elektrónky ešte objektív, rozkladové obvody, zaostrovacie, rozkladové a nastavovacie cievky, kamerový zosilňovač a hľadáčik, do ktorého je privedený snímaný obraz pre kameramana.

Do signálu z kamery sa pridávajú zatemňovacie impulzy a synchronizačné impulzy. Zároveň sa robí korekcia Gama na vyváženie stupnice sivej farby (vysvetlenie neskôr).

#### TV vysielacie

Zásobujú účastnícke antény dostatočne silným tv signálom. Sú: VHF UHF

- základné 5 kW 10 kW
- doplnkové 2 kW
- vykrývacie 100 W
- prevádzacie 1-2 dediny

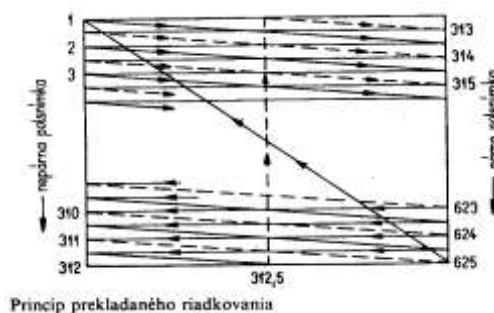
#### Princíp ČBTV

Je úplne odlišný od kina. V snímačej elektrónke sa optický obraz premení na elektrický signál, ktorý je získaný po riadkoch postupným prenosom. Princíp vytvorenia obrazu napr. 5 riadkov :

Súčasný tv systém pozostáva z 625 riadkov s pomerom strán 4:3 = 520 000 obrazových prvkov. Aby sa využil vplyv zotrvačnosti oka, musí jeden úplný obraz (625 riadkov) prebehnúť 25 krát za 1 s.

#### Prekladané riadkovanie

Ak sa obraz v tv kamere sníma tak, že riadky snímajúceho lúča sú vždy susedné, celé tienidlo bude presvietené za  $1/25$  s. To by oko vnímalo ešte ako blikanie. Preto sa používa prekladané riadkovanie: nepárne riadky tvoria prvý poloobraz (312,5 riadka) a párne riadky tvoria druhý (312,5 riadka). Celý obraz je takto prejdený 50 krát za sekundu raz párnymi, raz nepárnymi riadkami 50 krát za sekundu). Párne a nepárne riadky tvoria rovnakým dielom jeden celý obraz so 625 riadkami 25 krát za sekundu a vplyvom prekladaného riadkovania obraz neblíkajú.



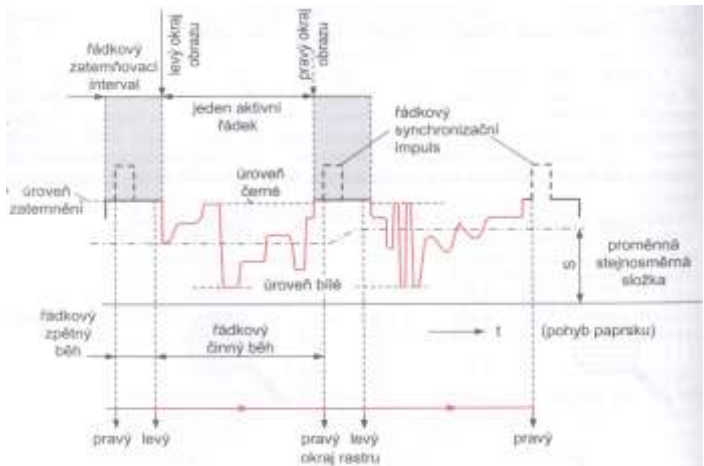
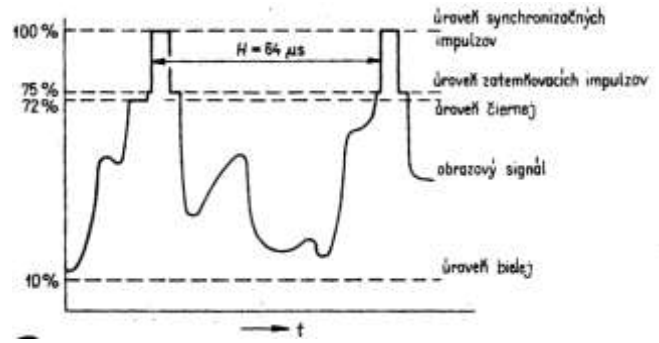
#### Synchronizačné a zatemňovacie impulzy

Obrazový signál je vlastne signál z kamery, ktorá sníma obraz, alebo z katódy obrazovky, ktorá obraz kreslí. Akurát je prevrátený, čiže čierna je hore – má veľké napätie a biela je dole. 1 riadok trvá  $64\mu s$ . Delí sa na 2 behy: pohyb zľava doprava je činný beh, keď lúč kreslí riadok, a sprava doľava je oveľa kratší spätný beh. Ten sa začína synchronizačným impulzom – to je ten, ktorý má napätie ešte väčšie, ako čierna farba. Synchronizačné impulzy sa vysielajú preto, aby všetky televízory boli v synchronizme, t.j. aby sa na nich spätný beh začínal v tom istom okamžiku. V čase, keď sa lúč vracia z pravého okraja na ľavý, a zospodu nahor (tzv. spätný beh), musí sa obrazovka zatemňovať t.j. lúč sa musí presunúť bez toho, aby bol viditeľný, preto sú vtedy vysielané zatemňovacie impulzy = čierna na konci riadka.

Riadkové a snímkové synchronizačné impulzy sú vysielané práve v čase týchto zatemňovacích impulzov.

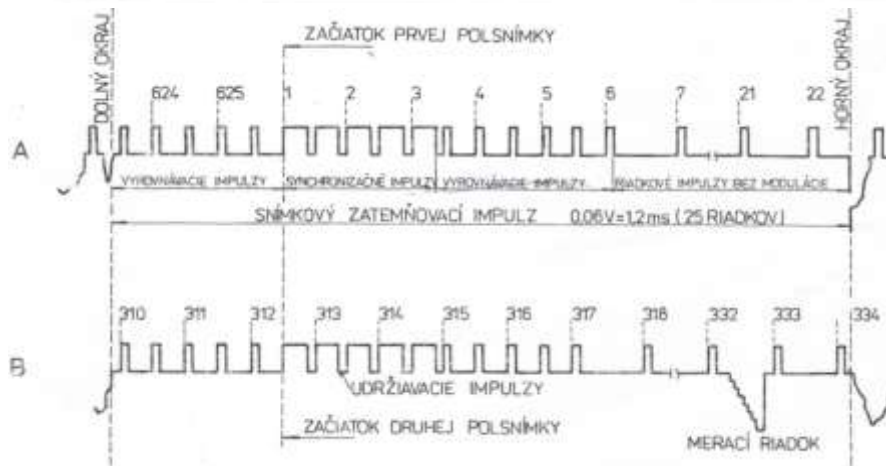
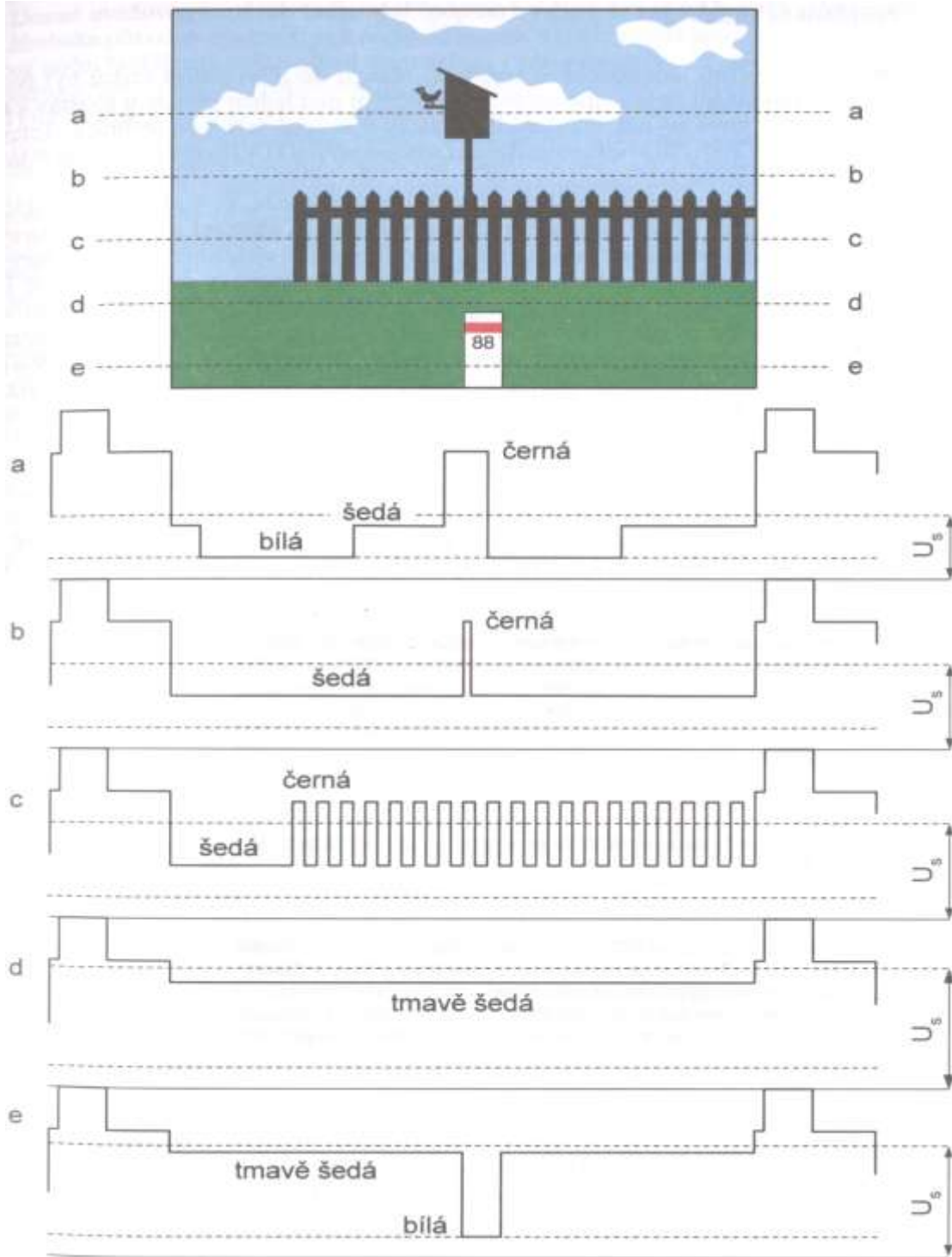
Synchroimpulzy SI sú 2 typy:

- riadkové synchronizačné impulzy - sú na konci každého riadku. Udržujú v synchronizme riadkový oscilátor tv prijímača. Ten vychyluje elektrónový lúč obrazovky v horizontálnom smere. Jeho frekvencia je  $625 \times 25 = 15625$  Hz.
- snímkové synchronizačné impulzy - udržujú v synchronizme snímkový oscilátor. Ten riadi zvislé vychyľovanie elektrónového lúča. Vysielajú sa na prechode medzi polsúčkami s frekvenciou 50 Hz.



### Úplný televizný signál

Obsahuje okrem obrazového signálu aj synchronizačné a zatemňovacie impulzy. Aby sa tieto dali hneď identifikovať - spoznať a oddeliť, sú im pridelené určité úrovne a amplitúdy. Čas trvania riadku  $H = 1/15625 = 64 \mu s$ . Čas trvania zatemňovacieho impulzu =  $0,18 H = 11,52 \mu s$ . Čas trvania riadkového synchronizačného impulzu =  $0,09H = 5,76\mu s$ , pričom je uložený nesúmerne). Tu je príklad na obrazový čb signál pre tento obraz na obrazovke v rôznych riadkoch a až e. Riadok – činný beh sa začína poklesom napätia z čiernej na menšiu hodnotu a kreslí sa až po pravý okraj obrazovky. Vtedy sa vráti na čiernu ALE ešte stále okamžik ide doprava, až kým nepríde riadkový SI – čiernejšia než čierna – VTEDY sa začína spätný beh. Lúč je vtedy na čiernej – zatemnený...



Snímkový synchronizačný impulz nie je typický jeden impulz, je to séria viacerých impulzov, z ktorých sa v tv prijímači vyrobí jeden synchroimpulz. Celý snímkový synchroimpulz má čas trvania 25H (riadkov): po skončení posledného viditeľného riadku nasleduje 5 úzkych vyrovnávacích impulzov dĺžky 0,5H (= 2,5H), potom je polsnímkový synchroimpulz = 5 čiastkových impulzov dĺžky 0,5H (=2,5H) a za nimi je zase 5 vyrovnávacích impulzov 5 krát 0,5H. Po nich je 17,5 voľných zatemnených riadkových impulzov, ktoré sa využívajú napr. na teletext.

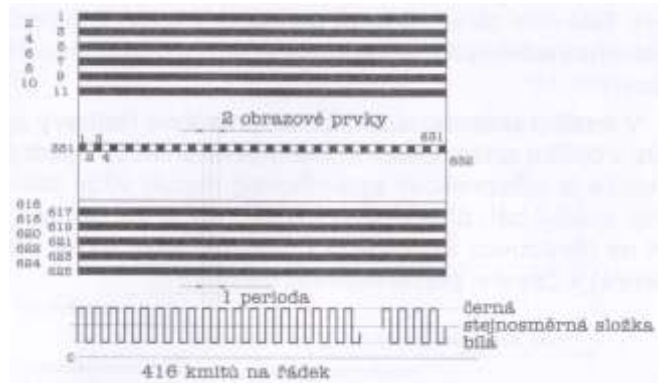
Časový priebeh vychyľovacích prúdov

V obrazovke vzniká obraz kreslením elektrónového lúča. Ten vychyľujú cievky na hrdle obrazovky svojim magnetickým poľom. Na jeho vytvorenie sa do cievok privádza prúd pílovitého tvaru. Vychyľovanie zľava doprava robia riadkové cievky, zhora nadol snímkové cievky. Na začiatku 1. riadka prúd riadkovej cievky posúva lúč zľava doprava a súčasne naň pôsobí oveľa slabší prúd snímkových cievok, ktorý ho vychyľuje zhora dole, preto je pravý okraj riadka nižšie, ako bod 1. Po spätnom behu nastáva ďalší dej (druhý riadok) atď. až 313. riadok je v polovici 4 spätným behom snímkového prúdu prenesený nahor, kde pokračuje ďalej.



Šírka pásma

Šírka pásma, ktorú treba pri tv signále vysielacom preniesť je vlastne zistenie najvyššej možnej frekvencie, ktorá sa môže vyskytnúť pri snímaní obrazu. To sa určí takto: minimálna frekvencia, ktorú treba preniesť je frekvencia snímkov (=25Hz) a maximálna frekvencia, ktorú treba preniesť je vtedy, keď prenášame najhustejšiu možnú čiernobiely šachovnicu a to je pri 625 riadkoch a pomere strán 4:3 833 v jednom riadku (=625 krát 4:3). V celom obraze 833 krát 625 = 520 000 v jednej snímke, a za 1 s je to 25 krát 520 000 = 13 000 000. Keďže dva odlišné prvky preniesieme jedným striedavým signálom postačí polovičná maximálna frekvencia čiže 6 500 000 Hz = 6.5 MHz.



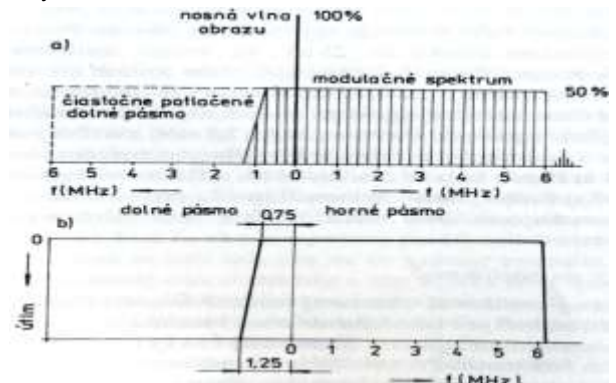
TV prenosový kanál

TV vysielateľ vysiela:

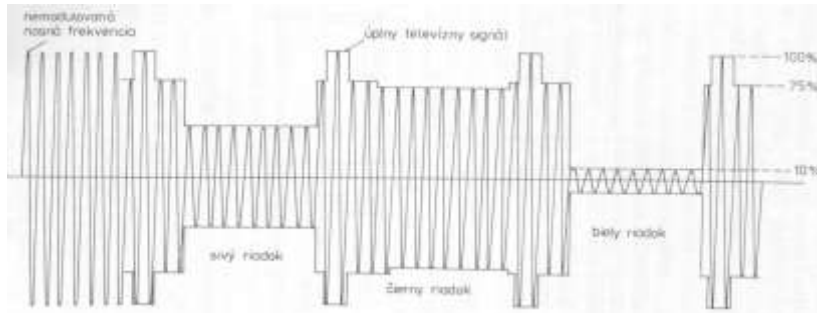
- obrazový AM signál
- zvukový FM signál

Pri prenose vysielateľ - tv prijímač sa obraz amplitúdovo moduluje, pričom je modulácia:

- negatívna - čierna má maximálnu, biela minimálnu amplitúdu
- pozitívna - čierna má minimálnu, biela maximálnu amplitúdu

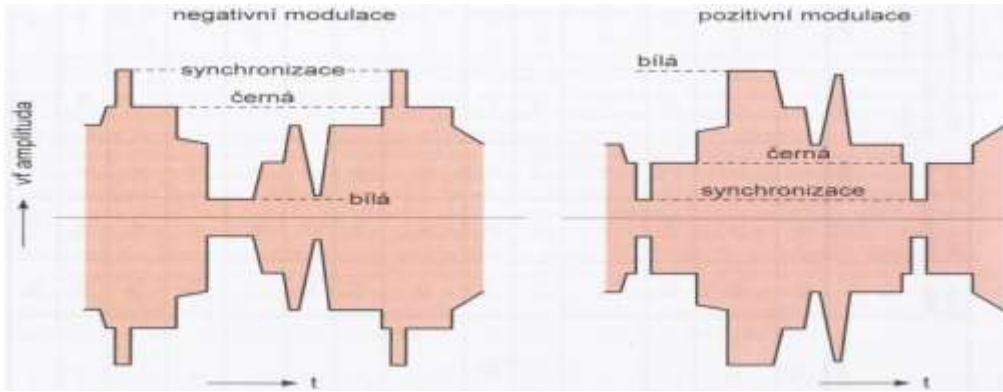


V Európe sa používa negatívna AM, lebo je jasné, kde sú SI – majú maximum napätia. Pri AM vznikajú dve postranné pásma a pri šírke prenášaného pásma 6,5 MHz by šírka kanála bola 13 MHz. Aby sa usporila šírka, prenáša sa obrazový signál s čiastočne potlačeným dolným pásmom, lebo na prenos obrazových detailov (vysoké frekvencie) stačí aj jedno - horné postranné pásmo.

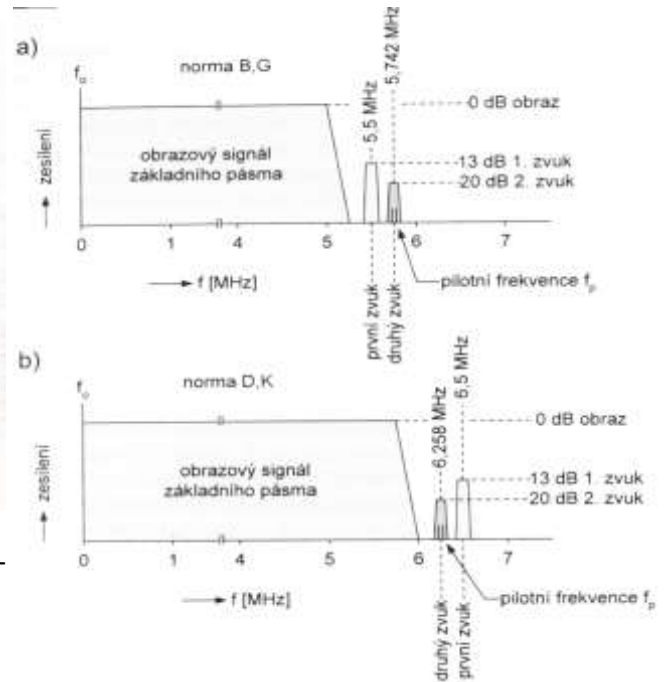
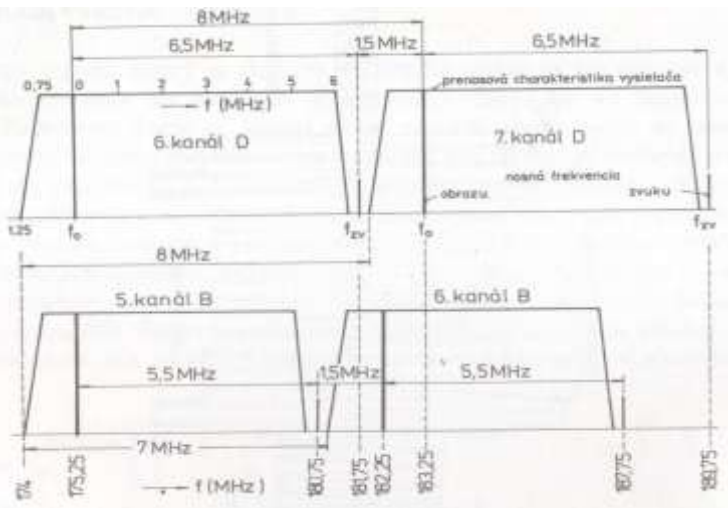


Takto vyzerá AM obrazový signál pre rôzne riadky – čierny, šedý a biely. Keďže čierna je hore a biela dole, ide o NEGATÍVNU AM.

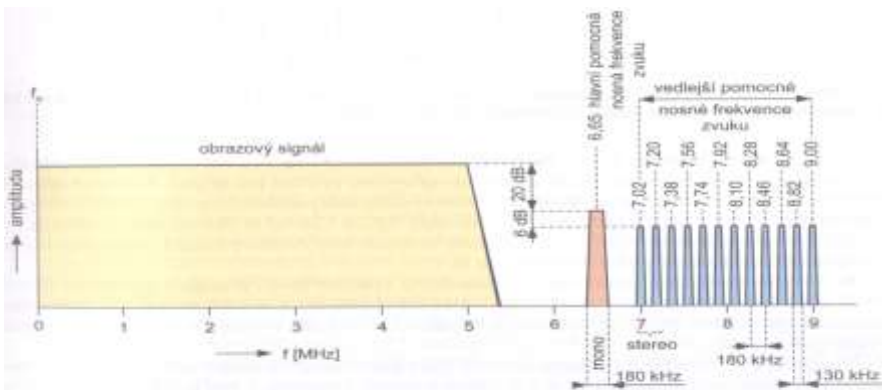
Pri amplitúdovej modulácii platí, že nosná frekvencia má byť 6 až 8 krát väčšia, než maximálna frekvencia prenášaného signálu, takže minimálna nosná frekvencia tv signálu z vysielateľa je 40 MHz.



Pre porovnanie tu je pozitívna aj negatívna AM obrazu:



Aby zvuk nerušil obraz, prenáša sa mimo jeho pásma na nosnej frekvencii zvuku, ktorá je o 6,5/5,5 MHz vyššia, ako nosná frekvencia obrazu (6,5MHz je v norme DK, 5,5MHz v BG). Šírka prenášaného pásma (= jedného tv kanála) je v norme DK 8 MHz a BG 7 MHz. Dnes sa vysiela stereo, mono alebo dual – 2 zvuky, tie sú riešené takto:

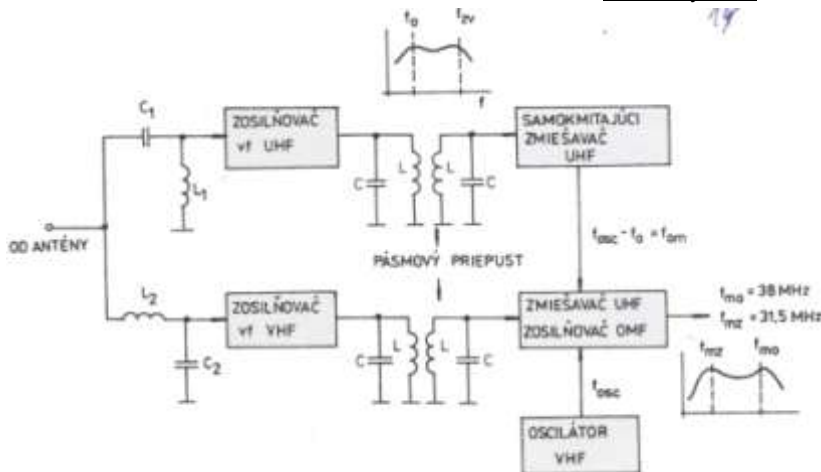


A tu je rozloženie frekvencií zvuku pre normu BG pre Wegener Panda s 12 vedľajšími zvukmi.

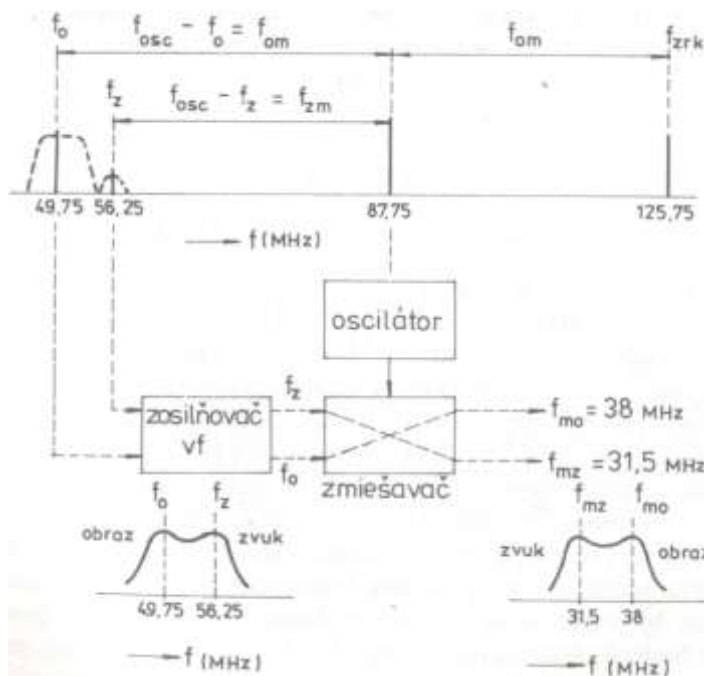
Obr. 105 Rozmístění pomocných nosných frekvencií v soustavě Wegener Panda I pro normy B/G s přenosem několika zvuků

## Signálna časť TVP

### Kanálový volič



Je vstupnou jednotkou signálovej časti. Jeho úlohou je vybrať z prijímaného signálu frekvenciu určitého kanála, tento signál zosilniť a po zmiešaní s frekvenciou oscilátora ho previesť na konštantnú medzifrekvenciu. Skladá sa z vysoko-frekvenčného zosilňovača, oscilátora a zmiešavača. Je rovnaký pre čiernobiely i farebný tv prijímač. Má prijímať kanály 1. až 5. pásma (50 - 860 MHz) čo je priveľmi veľká šírka na to, aby sme zabezpečili rovnako kvalitný výber všetkých kanálov. Preto je kanálový volič rozdelený na dve časti VHF a UHF. Vstup tv prijímača (a tým aj KV) býva nesymetrický – 75Ω. Bloková schéma:



Signál sa za vstupom rozdelí na UHF a VHF pomocou filtrov  $L_2C_2, L_1C_1$ . Vf zosilňovač je jednostupňový a záťaž je tvorená pásmovým priepustom LC. Na jeho výstup je pripojený zmiešavač, ktorý zmiešaním s frekvenciou oscilátora vytvorí medzifrekvenciu - obrazovú a zvukovú, pričom je vyššia obrazová. V časti UHF je samokmitajúci zmiešavač – spojenie oscilátora a zmiešavača. Na zvolenie určitého kanála je treba dodať kanálovému voliču dve napätia:

- jedno pre voľbu pásma (VHF, UHF)
- jedno pre ladenie varikapov (ladenie kanála)

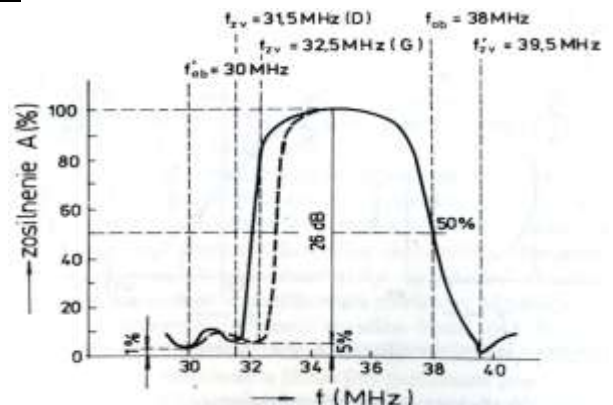
Tieto napätia sa dajú dodať: mechanicky, senzorovo alebo diaľkovým ovládaním.

Zaujímavosťou je, že na vstupe KV je frekvencia zvuku vyššia ako obrazu, na jeho výstupe je to naopak. K výmene dôjde pri zmiešaní, keď sa obe frekvencie ODČÍTAJÚ od frekvencie oscilátora, takže sa ich poradie vymení. Dnes majú TVP pamäte, v ktorých je až 99 predvolieb. Ladenie kanála sa robí frekvenčnou alebo amplitúdovou syntézou.

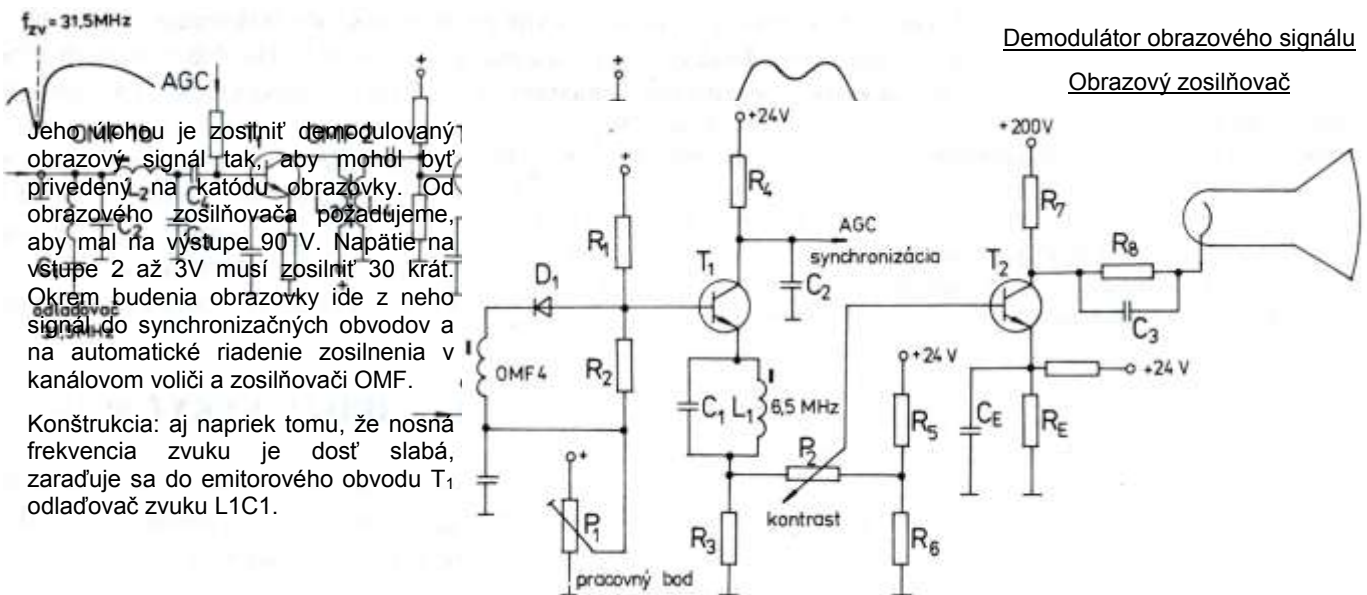
### Zosilňovač OMF

Obrazový medzifrekvenčný zosilňovač je širokopásmový zosilňovač, ktorého úlohou je: 1. čo najviac zosilniť medzifrekvenčný signál získaný v KV a zároveň 2. odstrániť nežiadúce frekvencie, ktoré v signále ešte sú. Platí tu všetko, čo pri mf zosilňovači v RP. Maximálne zosilnenie je 10 000 krát (80 dB), čo znamená, že pri vstupnom napätí 200mikrov je napätie na výstupe 2,5 V, pričom sa musí preniesť šírka pásma až 5,5 MHz pri poklese - 3 dB.

Zosilňovače OMF sú realizované integrovanými obvodmi, alebo tranzistorami v zapojení SE pričom väzba medzi jednotlivými stupňami je realizovaná pásmovými filtermi, ktoré sú navrhnuté tak, aby sa dosiahol požadovaný tvar frekvenčnej charakteristiky : Nosná frekvencia obrazu leží v úrovni - 6 dB, nosná frekvencia zvuku 31,5 MHz leží v úrovni - 26 dB.



Tu je napríklad trojstupňový OMFZ s tranzistormi SE, pričom medzi stupňami sú jednotlivé filtre OMF1 až OMF4. Sú to pásmové priepuste viazané nadkriticky, každý má svoje pásmo priepustnosti – na obr. napr. OMF4, spolu dosiahnu požadovaný frekvenčný priebeh. Na obr. je na vstupe odlaďovač zvuku 31,5MHz. Takejto selektivitě hovoríme rozložená. Keďže zosilňovač OMF patrí k sústave AVC, jeho zosilnenie sa riadi signálom AVC na báze prvého stupňa OMF – zhora označené AGC. Zosilnenie sa iba zoslabuje (pri prijíma silných signálov - blízke vysielace). Odladenie frekvencií môže byť aj na 1 mieste – na vstupe pomocou špeciálnych filtrov. Vtedy hovoríme o sústredenej selektivite.



Jeho úlohou je zosilniť demodulovaný obrazový signál tak, aby mohol byť privedený na katódu obrazovky. Od obrazového zosilňovača požadujeme, aby mal na výstupe 90 V. Napätie na vstupe 2 až 3V musí zosilniť 30 krát. Okrem budenia obrazovky ide z neho signál do synchronizačných obvodov a na automatické riadenie zosilnenia v kanálovom voliči a zosilňovači OMF.

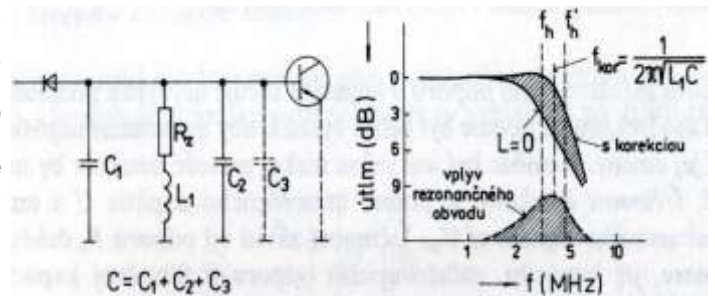
Konštrukcia: aj napriek tomu, že nosná frekvencia zvuku je dosť slabá, zaraďuje sa do emitorového obvodu T1 odlaďovač zvuku L1C1.

Demodulátor obrazového signálu  
Obrazový zosilňovač

Jeho úlohou je z amplitúdovo modulovalného signálu získať obrazový signál. Môže byť realizovaný ako:

1) Sériový detektor - pracuje ako jednocestný usmerňovač. Veľkosť usmerneného napätia nabíjajúceho sa C1 sa mení podľa veľkosti obálky, lebo C1 sa vybíja pomaly cez R<sub>Z</sub> (alebo aj C1 prepustí zo signálu AM vľ do zeme). Na obr. je aj kompenzačná L1, ktorá rozširuje frekvenčné pásmo demodulátora. Bez nej by bolo úzke kvôli kapacitám v obvode – C3, ktoré tvoria PN prechody a ostatné súčiastky. A spôsobia prechod vľ do zeme = zúženie pásma. Bez L1 by platia ľavá čiara útlmu. Pomocou L1 sa pásmo rozšíri doprava. Toto je 1 z 2 riešení tohto problému vo vľ zosilňovačoch – vloženie väzby opačného charakteru (opak C je L).

2) Synchronný detektor - pracuje ako dvojcestný usmerňovač (detekuje 2x tak husto, ako sériový) a jeho výstupný signál je menej skreslený.



1. stupeň = T<sub>1</sub> je emitorový sledovač, z kolektora ktorého sa odoberá signál pre odlaďovač synchronimpulzov a automatické riadenie zosilnenia.
2. stupeň pracuje ako obrazový zosilňovač v zapojení so spoločným emitorom. Vo vstupnom obvode je zapojený aj obvod na regulovanie kontrastu.

**Kontrast** je rozdiel medzi čiernou a bielou. Ak zvyšujeme kontrast zvyšujeme úroveň bielej a čierna sa nemení. Úroveň čiernej má byť nastavená tak, aby pri nej zanikal prúd obrazovky t.j. pri zobrazení čiernej je elektrónový lúč vypnutý. Riadi sa P2.

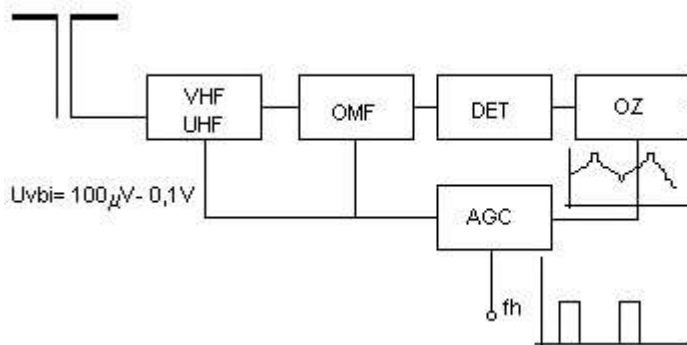
**Jas** je vlastne svetlosť obrazu a ak zvyšujeme jas, zvyšuje sa aj úroveň čiernej, aj bielej. Riadi sa pomocou P1 ako pracovný bod tohto zosilňovača.

Požadovaná šírka pásma 5,5MHz sa dosahuje zavedením frekvečne závislej zápornej spätnej väzby v obvode emitora, pomocou R<sub>e</sub>, C<sub>e</sub>. Obmedzenie zvyškového prúdu obrazovky je obvod, ktorý zabráni zničeniu obrazového zosilňovača pri

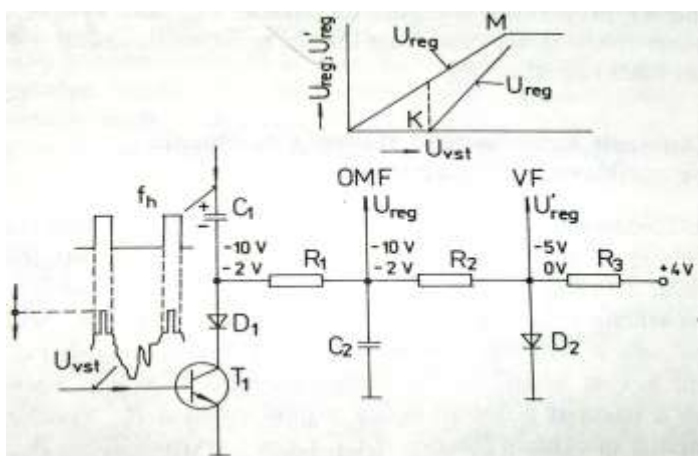


vypnutí prijímača a zabezpečuje to obvod tzv. jasovej automatiky - tvorený diódou  $D_1$  a odporom  $R_d$ . Pri vypnutí TVP spätný prúd prejde do zeme cez odpor a dióda zabráni jeho ceste do tranzistora.

### Automatické riadenie zosilnenia



Veľkosť tv signálu v TVP závisí od intenzity elektromagnetického poľa v mieste prijímu. Na vytvorenie zosynchronizovaného obrazu treba vstupné napätie 400 mV. V miestach silného prijímu to býva niekoľko mV, inde oveľa menej. Aby táto rozdielnosť nevyplývala negatívne kvalitu obrazu (chceme, aby obraz bol rovnako dobrý pri prijíme slabších i silnejších signálov), musí sa riadiť zosilnenie zosilňujúcich členov v TVP. Robí to obvod AVC - automatické riadenie zosilnenia :



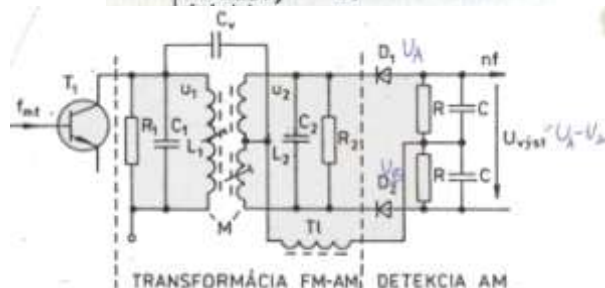
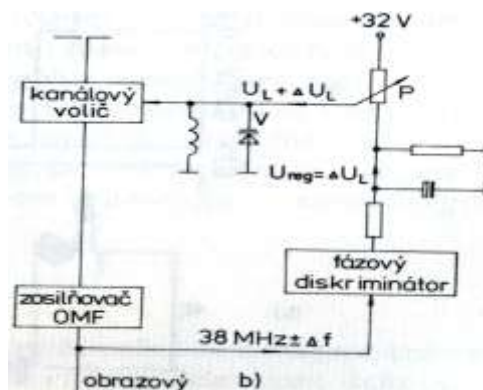
Hlavnou časťou je vyhodnocovací obvod AGC - je to riadený usmerňovač, ktorý usmerňuje riadkové impulzy spätného behu privedené z riadkového výstupného transformátora cez  $C_1 D_1$ . Tranzistor  $T_1$  sa otvorí pri súčasnom výskytte impulzov na báze a kolektore, pričom veľkosť kolektorového prúdu (ktorým sa  $C_1$  nabíja cez  $D_1$ ), určuje úroveň vstupného napätia, lebo svojou amplitúdou (veľkosťou) nesie informáciu o sile vstupného signálu (čím je signál silnejší, tým je aj synchroimpulz väčší).

### Samočinnné doladovanie oscilátora

FTVP alebo teletext vyžadujú vysokú stabilitu a presnosť frekvencie oscilátora v kanálovom voliči, čo zabezpečuje obvod AFC. Základom je fázový diskriminátor :

1. Pri správnej frekvencii oscilátora je  $f_{mo}=38$  MHz a privádza sa z posledného stupňa OMF zosilňovača (OMF 4) do fázového diskriminátora, na jeho výstupe je nulové napätie. FD pracuje tak, že jeho sekundárne napätie je voči primárnemu posunuté o  $90^\circ$  (ak  $f=38$  MHz, inak nie). Na jednom konci sekundárneho vinutia je súčet  $U_A= U_1+ U_2$ , na druhom rozdiel  $U_B= U_1- U_2$ . Rozdiel  $U_A- U_B$  je na výstupe FD, a keďže v tomto prípade  $U_A= U_B$ , je na výstupe FD nulové napätie.

2. Ak frekvencia oscilátora je iná, než požadovaná, sekundárne napätie nie je posunuté o  $90^\circ$ , vzniknuté výstupné napätie nie je nulové, a toto regulačné napätie sa privádza po zosilnení a vyhladení na varikapu oscilátora, ktoré týmto zmenia svoju kapacitu, a tým sa zmení aj frekvencia oscilátora. ! Pri ladení KV sa AFC vypína a TVP s ručnou AFC vypínajú AFC dvierkami



### Spracovanie zvuku v TVP

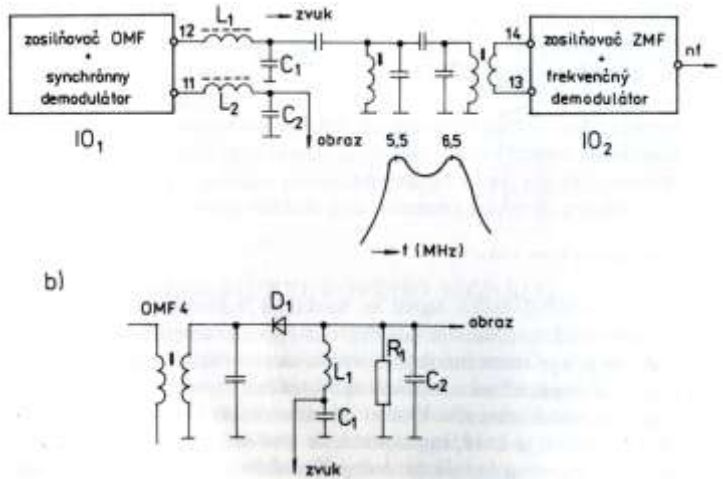
Pomer výkonu zvuku a obrazu je 1:10, t.j. zvuk má trikrát menšiu amplitúdu, navyše nosná frekvencia zvuku sa ešte desaťkrát zoslabuje v TVP. Preto je amplitúda obrazu vždy väčšia než amplitúda zvuku (inak by to bolo rušenie). Medzinosný brum vzniká vo zvuku vtedy, ak sa vyskytnú veľké amplitúdy vysokých frekvencií obrazu - pri titulkoch, monoskope.

### Spôsoby oddelenia zvuku od obrazu

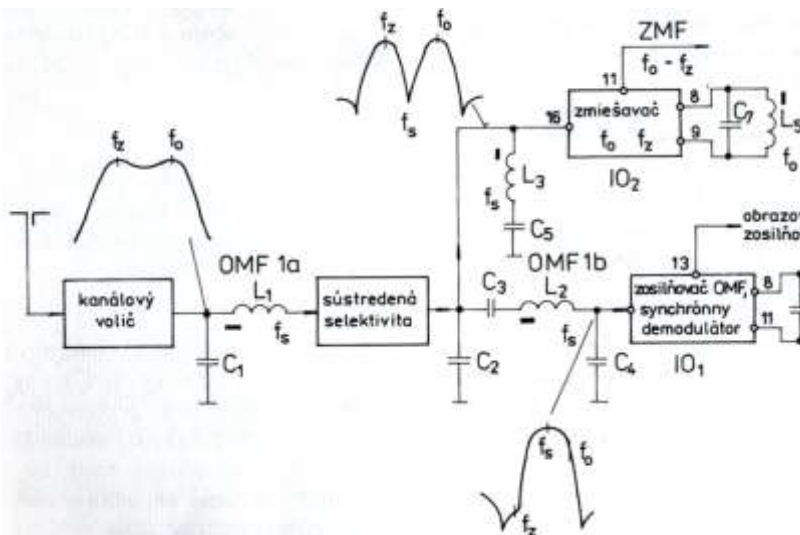
Je to vlastne miesto, kde sa signály zvuku a obrazu v TVP od seba oddelia. Používané sú tieto 2 spôsoby:

Starší spôsob je tzv. medzinosný odber: na výstupe zosilňovača OMF sa oba zosilnené signály (obrazový, zvukový) privádzajú na zvukový zmiešavač D1. Rozdiel  $f_{mo} - f_{mz} = 6,5 \text{ MHz}$  pre normu DK, alebo  $5,5 \text{ MHz}$  pre normu BG vzniká na R1. Ostatné zložky zmiešania (súčty, násobky) sa odfiltrujú ladenými obvodmi na vstupe zosilňovača ZMF.

Zapojenie s IO je založené na tom istom princípe: Z vývodu 1 IO sa odoberá zvuková medzifrekvencia ZMF ( $6,5$  alebo  $5,5 \text{ MHz}$ ), L1C1 odfiltrujú pôvodné frekvencie a ostatné zložky zmiešania, a signál sa privádza na vstupný ladený obvod zosilňovača ZMF. Hlavnou výhodou tohoto zapojenia je to, že rozdiel  $f_{mo} - f_{mz}$  zostáva konštantný, a nezávisí od rozladenia kanálového voliča, a preto sa rozladenie neuplatňuje.



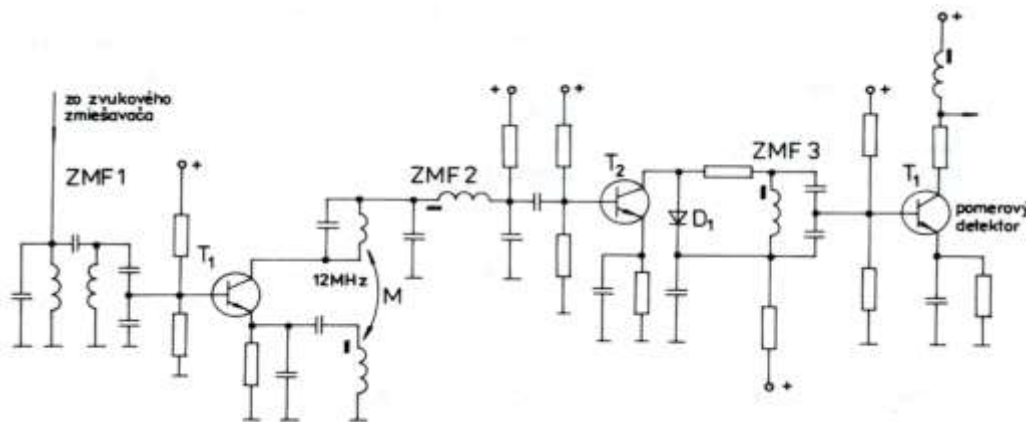
Kváziparalelný odber



Je používaný dnes. Tv signál sa rozdeľuje hneď za kanálovým voličom vo filteri so sústredenou selektivitou. Do zvukových obvodov sa prenesú len nosné obrazu a zvuku s úzkymi postrannými pásmami. Po zosilnení sa obe zmiešajú a na výstupe sa odoberá medzinosná zvuková  $6,5 \text{ MHz}$  ( $5,5 \text{ MHz}$ ). Nosná obrazu a zvyšky zmiešania sa odfiltrujú. Výhodou je to, že zvuk už neruší pri najväčšom zosilnení obrazu - v OMF.

Toto riešenie je výhodnejšie, lebo oba medzifrekvenčné zosilňovače O i Z pracujú len s tým svojím typom signálu...

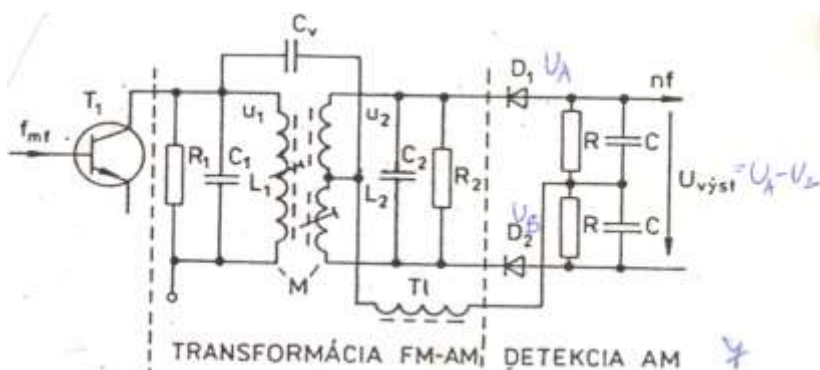
Zosilňovač zvukovej medzifrekvencie



Úlohou je 100 až 1000x zosilniť zmf pri šírka pásma  $180 \text{ kHz}$ . TVP pre príjem oboch noriem obsahujú v tomto obvode menič frekvencie z  $5,5 \text{ MHz}$  na  $6,5 \text{ MHz}$ . V tranzistorových zapojeniach zosilňovač zosilní len  $6,5 \text{ MHz}$  a má menič v prvom stupni zosilňovača T1. Je v podobe kladnej spätnej väzby medzi emitorom a kolektorom oscilátora  $12 \text{ MHz}$ . Vstupný obvod je pásmový filter viazaný nadkriticky a prepustí  $5,5$  alebo  $6,5 \text{ MHz}$ . Ak príde  $6,5 \text{ MHz}$  prvý stupeň funguje ako zosilňovač a druhý stupeň (naladený na  $6,5 \text{ MHz}$ ) ho zosilní. Ak príde  $5,5 \text{ MHz}$  prvý stupeň pracuje ako oscilátor  $12 \text{ MHz}$  a väzba E-C zmieša  $12$  a  $5,5 \text{ MHz}$ , takže na výstupe je ich rozdiel -  $6,5 \text{ MHz}$  a ten ide opäť na 2. stupeň.

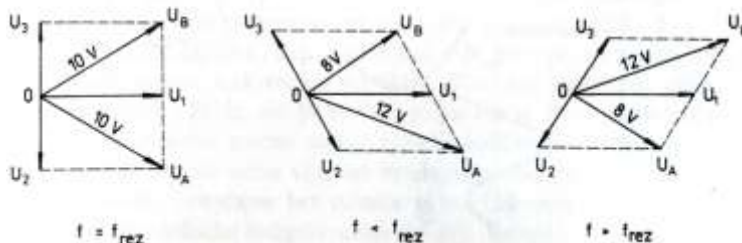
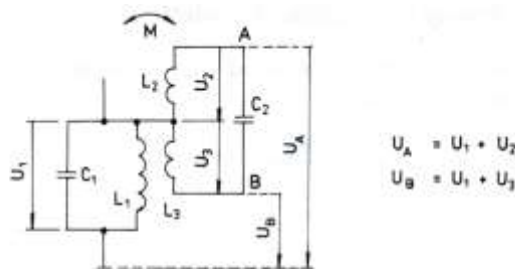
Demodulátor zvuku

Úlohou je demodulovať zvuk, ktorý je FM. Používajú sa v zapojení fázový diskriminátor (potrebujeme na vstupe amplitúdový obmedzovač) alebo ako pomerový detektor : Fázový diskriminátor: Pásmová priepusť  $L_1, L_2$  pri rezonancii (pri príjme frekvencie na ktorú je naladený - 10,7MHz) posúva napätie sekundárnej strany  $U_2$  na  $L_2$  o  $90^\circ$  proti primárnemu napätiu  $U_1$  na  $L_1$ . Sekundárny obvod  $L_2$  je rozdelený na dve časti, ktoré majú rovnaké napätia, ale opačné fázy. Do ich stredu sa zapája primárne napätie  $U_1$  pomocou cievky  $L_1$ . Napätie na dióde  $D_1$  bude  $U_A = U_1 + U_2$ , (súčet), na dióde  $D_2$  bude rozdiel  $U_B = U_1 - U_2$ .



Ak sa kondenzátor  $C_2$  uzemní z kondenzátora  $C_1$  sa odoberá priamo demodulovaný rozdiel  $U_{nf} = U_A - U_B$ . môžu nastať tieto 3 stavy:

- pri frekvencii 10,7MHz (presná mf) sú napätia  $U_a$  a  $U_b$  rovnaké a na výstupe je 0.
- ak medzifrekvencia je väčšia ako 10,7MHz (obr.vstrede) cievky  $L_1, L_2$  posúvajú o menej ako  $90^\circ$ ,  $U_a$  je väčšie ako  $U_b$  a na výstupe je kladné napätie.
- ak medzifrekvencia je menšia ako 10,7MHz (obr.vpravo) cievky  $L_1, L_2$  posúvajú o viac ako  $90^\circ$ ,  $U_a$  je menšie ako  $U_b$  a výstupné napätie je záporné.



Tento obvod potrebuje na vstupe účinný amplitúdový obmedzovač.

#### Člen deemfázy

Pri vysielaní FM zvuku sa umelo zvyšuje zosilnenie  $v_f$  (aby pri prenose nezaniikli v šume). Toto treba zoslabiť v TVP. Robí sa to za frekvenčným demodulátorom integračným členom RC.

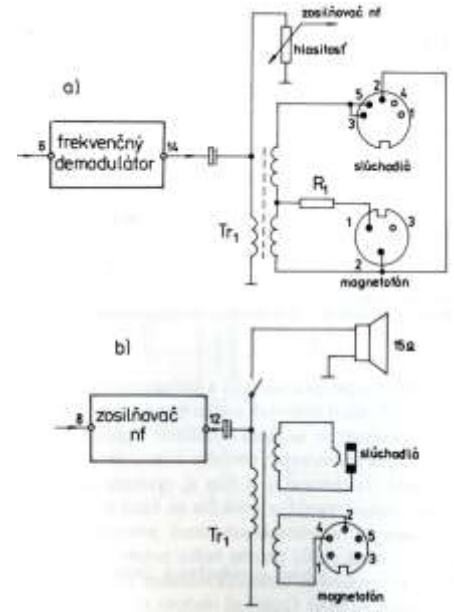
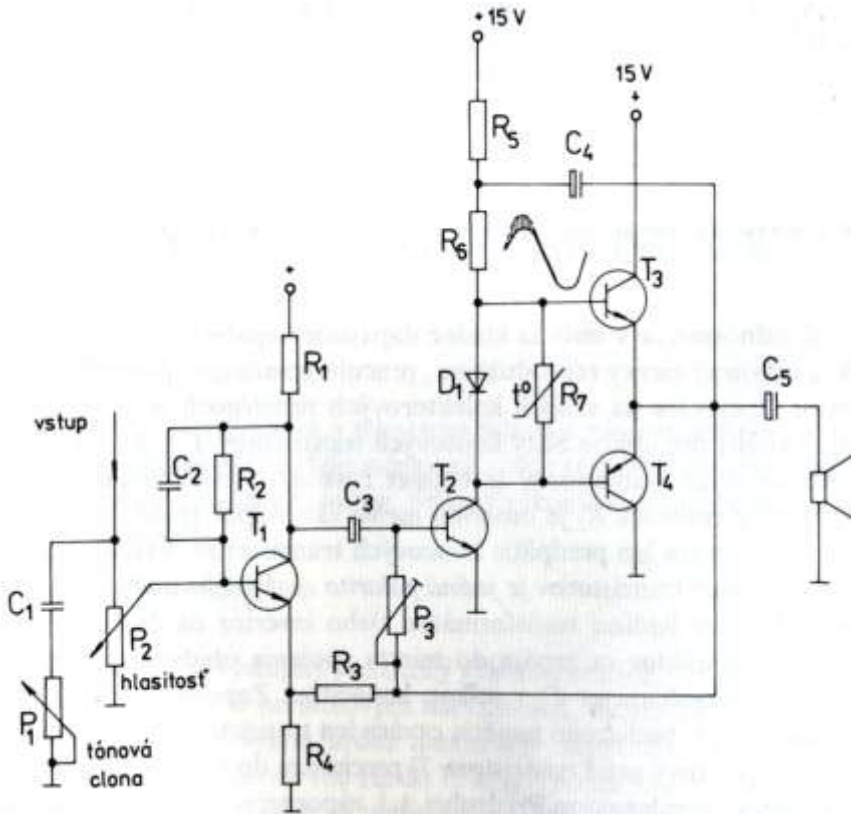
#### Koncové zosilňovače zvuku

Úlohou je dodať do reproduktora elektrický výkon podľa typu TVP. Býva to 5 až 20W pre maximálne skreslenie 10%. Okrem toho má byť možnosť nahrania na magnetofón, pripojenia na slúchadlá alebo vonkajší zosilňovač.

V tranzistorovom zapojení býva 2-stupňový, 1. stupeň je budiaci a otáča fázou pre 2. stupeň, ktorý pracuje v dvojčinnom zapojení - 2 tranzistory v triede B, každý zosilňuje polovicu periódy. Tranzistory sú rovnaké (kvázikomplementárne zapojenie) alebo NPN a PNP (komplementárne zapojenie).

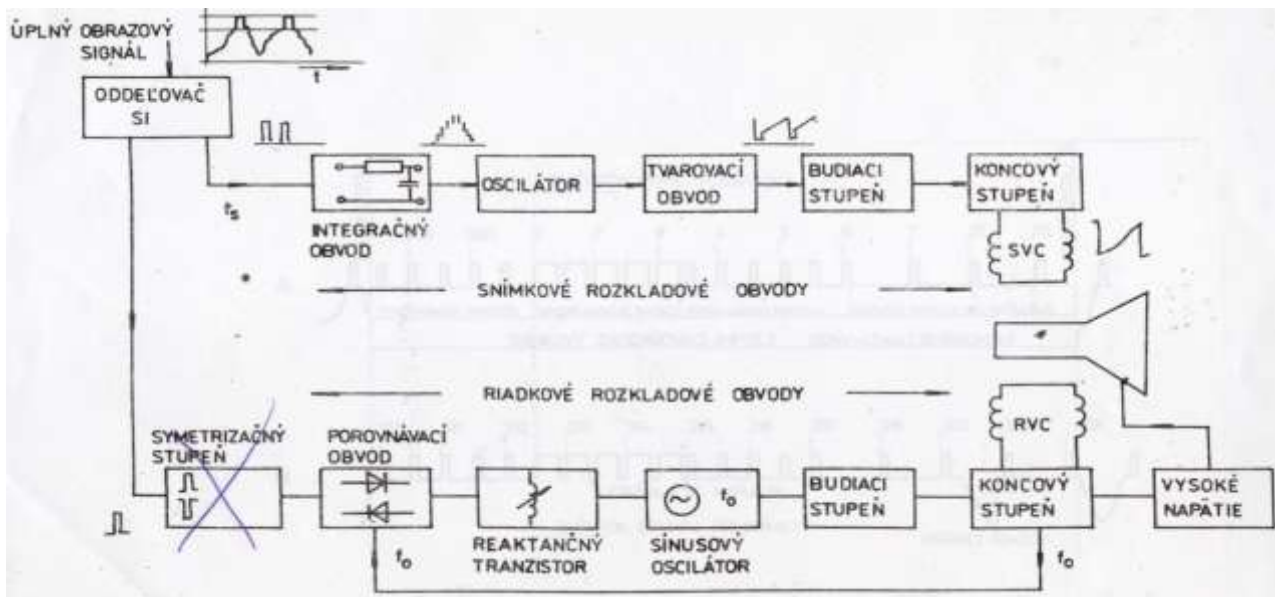
Riadenie hlasitosti je urobené tak, že signál pre koncový stupeň sa odoberá z bežca potenciometra, ktorým sa riadi hlasitosť. Problém bol v tom, že pri malej hlasitosti vynikali nižšie stredy a preto sa na potenciometer pripojil RC člen (pri určitej polohe potenciometra = hlasitosti sa výšky zvedú do zeme, inak nie. Zmena zafarbenia zvuku sa mení tónovou clonou - kondenzátor zväzda  $v_f$  na zem podľa veľkosti odporu (potenciometer clony).

Výstupy pre slúchadlá a magnetofón sa robia priamo za frekvenčný demodulátor, alebo na výstupe koncového stupňa cez výstupný transformátor .



### Synchronizačné a rozkladové obvody

Tvoria samostatnú časť TVP a sú umiestnené na jednej platni. Ich úlohou je: napájať snímkové a riadkové vychýľovacie cievky (SVC a RVC) prúdom pilovitého priebehu tak, aby sa vytvoril synchronizovaný riadkový a snímkový rozklad obrazu.



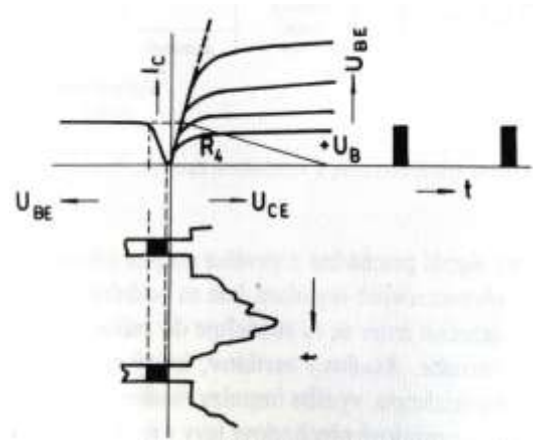
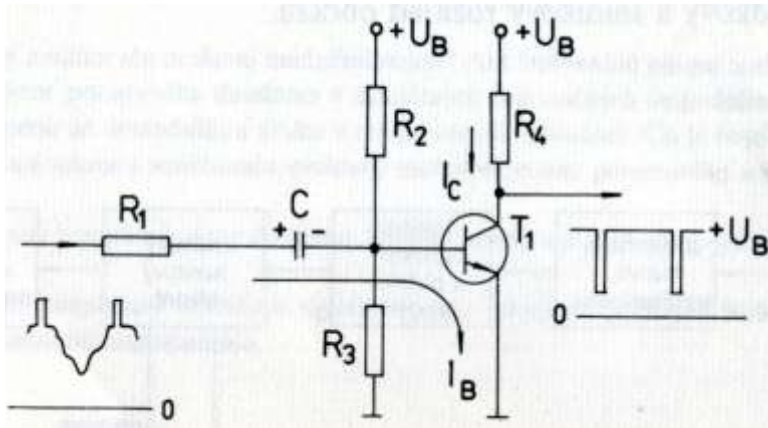
Úplný tv signál ide z 1. stupňa obrazového zosilňovača do oddeľovača synchronizačných impulzov OSI - ten oddelí synchronizačnú zmes. Tá potom slúži na riadenie frekvencie vo vychýľovacích obvodoch:

1. Snímkové rozkladové obvody: zdrojom kmitov je oscilátor, ktorého frekvencia je tvarovacím obvodom premenená na pilovité napätie a to dodáva budiaci a koncový zosilňovač do vychýľovacích cievok. Keďže frekvencia oscilátora nemusí byť presne 50Hz a je potrebné zabezpečiť aby sa spätné behy začínali vo všetkých TVP rovnako, na začiatku každej polsínky je 5 synchronizačných impulzov - tie po integrácii na kondenzátore vytvoria snímkový synchronizačný impulz (SSI), ktorý riadi frekvenciu snímkového oscilátora.

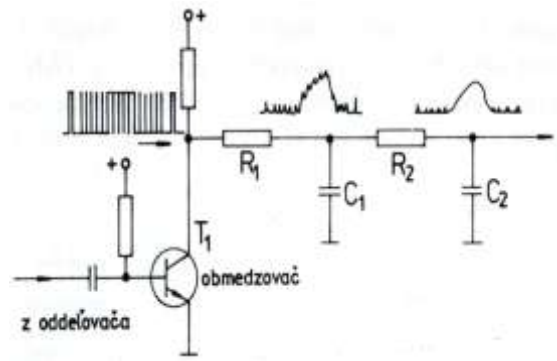
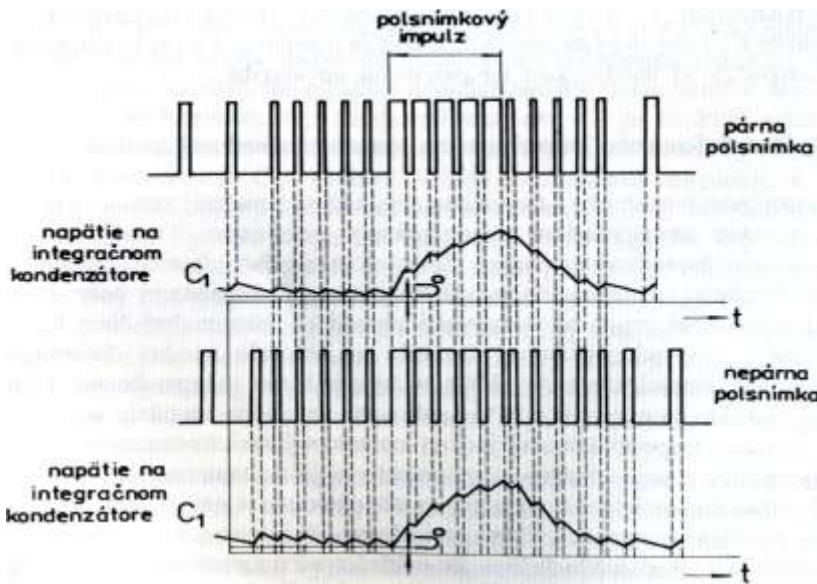
2. Riadkové rozkladové obvody: sínusový riadkový oscilátor vyrába impulzy, ktorými budiaci a koncový stupeň napájajú RVC. Frekvenciu oscilátora treba riadiť, čo robí reaktančný prvok v obvode oscilátora. Zmena jeho reaktancie (a tým i frekvencie oscilátora) nastáva iba, ak porovnávací obvod zistí rozdiel vo frekvencii RSI a oscilátora.

Oddeľuje z úplného tv signálu synchronizačnú zmes. Je to jednostupňový zosilňovač  $T_1$ , ktorý je otvorený iba ak je prítomný synchronizačný impulz. Pracovný režim je nastavený tak, aby nastalo obmedzenie z dvoch strán:

- z jednej strany nasýtením tranzistora (už nie sú v ňom voľné nosiče náboja)
- z druhej zánikom kolektorového prúdu (tranzistor je zatvorený)



Úroveň odrezania na spodnej strane určuje delič  $R_2R_3$  (a tým je určené aj odrezanie hornej strany). Pri otvorení  $T_1$  nastáva pokles  $U_{CE}$ . Kondenzátor C sa nabíja cez  $R_1$  bázovým prúdom na záporné napätie ak je  $T_1$  otvorený (teda za prítomnosti SI), vybíja sa počas zatvorenia  $T_1$ . Takto oddelené SI sa privádzajú do riadkových a snímkových rozkladových obvodov.



Tie snímkové začínajú integračným obvodom. Na konci každej polsnímky sú vyrovnávacie impulzy, ktoré zabezpečia vždy rovnaké napätie na integračnom kondenzátore jeho vybitím na zvyškové  $U_0$ . Päť pulsnímkových impulzov nabíja postupne kondenzátor tak, že vznikne schodovitý impulz. Jeho tylo sa vytvorí opäť postupným vybíjaním kondenzátora piatimi vyrovnávacími impulzmi. Ak takéto impulzy ešte raz zintegrujeme, získame snímkový synchronizačný impulz.

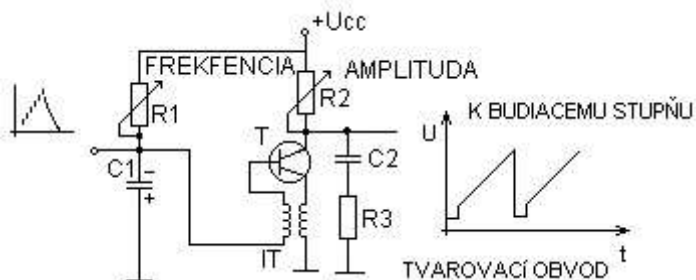
Snímkové rozkladové obvody

Vyrábajú pílovitý prúd pre vertikálne vychýľovanie s frekvenciou 50 Hz. Túto frekvenciu určuje oscilátor, ktorý je riadený snímkovými SI (z oddeľovača SI).



### Snímkový oscilátor

Vyrába frekvenciu 50Hz pre snímkový koncový stupeň. Zdrojom kmitov je IT, C<sub>1</sub>, zosilňovač je T a spätná väzba je priama cez R<sub>1</sub>. Frekvencia sa dá zmeniť s R<sub>1</sub> a výstupná amplitúda s R<sub>2</sub>. Na výstupe je pravouhlé napätie. Keďže my potrebujeme pilovité napätie, člen C<sub>2</sub>R<sub>3</sub> je tvarovací a vytvorí potrebné pilovité - impulzné napätie. C<sub>2</sub> sa rýchlo vybíja cez otvorený T ale pomaly nabíja cez R<sub>2</sub> a R<sub>3</sub>.

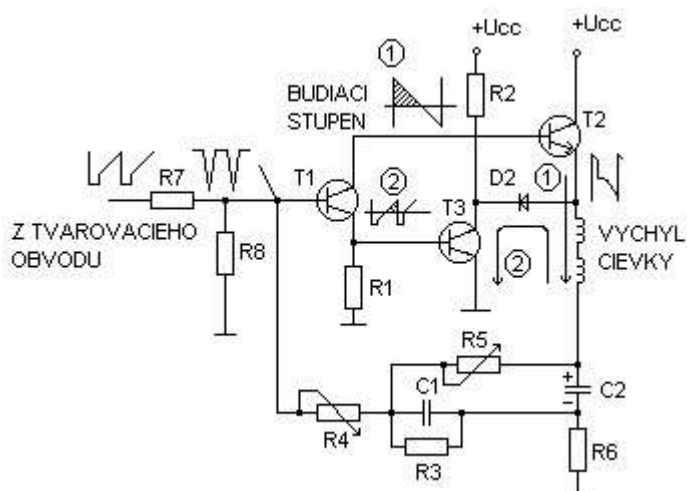


Synchronizácia je tu priama - v činnom behu oscilátora príde kladný snímkový SI na bázu T, a predčasne ho otvorí. Ak by oscilátor mal vyššiu frekvenciu, než snímkové SI, nedal by sa obraz zosynchronizovať (pohyboval by sa stále nadol). Preto frekvencia oscilátora musí byť vždy menšia, než 50Hz!

Zvislý rozmer obrazu (výška) sa reguluje zmenou R<sub>2</sub>.

### Snímkový koncový stupeň

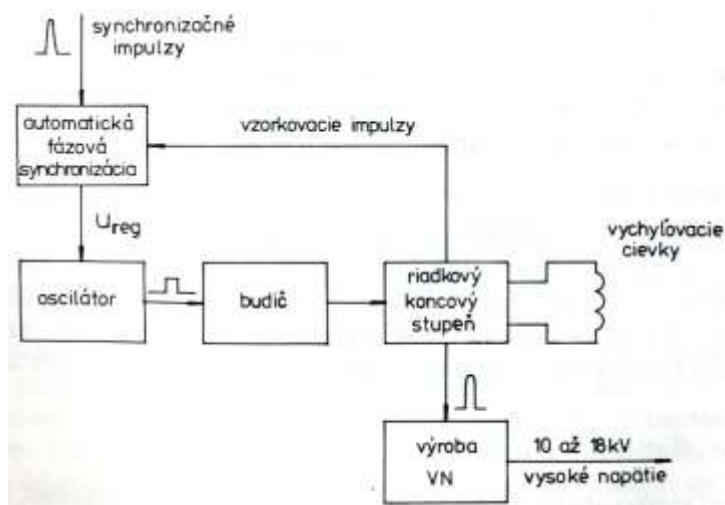
má dostať do zvislo - vychýľujúcich cievok prúd tak, aby obraz bol lineárny. Tranzistorové koncové stupne pracujú v dvojčinnom zapojení bez výstupného transformátora. Budič T<sub>1</sub> buď T<sub>3</sub> z emitorového R<sub>1</sub>, a zároveň obracia budiaci prúd pre T<sub>2</sub> (na kolektorovom odpore R<sub>2</sub>). V prvej časti aktívneho behu je na báze T<sub>2</sub> kladná časť klesajúceho priebehu a je preto otvorený. Cez obvod kolektor - emitor tranzistora T<sub>2</sub>, vychýľovacie cievky, C<sub>2</sub> a R<sub>6</sub> prechádza klesajúci prúd (elektrónový lúč je vychýlený zvrchu obrazovky do jej stredu). V druhej časti aktívneho behu sa C<sub>2</sub> vybíja cez vychýľovacie cievky, D<sub>2</sub>, otvorený T<sub>3</sub> (ten je otvorený kladným napätím na báze), pričom T<sub>2</sub> je zatvorený úbytkom napätia na D<sub>2</sub>. Tranzistory T<sub>2</sub>T<sub>3</sub> sú rovnakého typu a toto zapojenie sa volá kvázikomplementárne. V obvode sú dve spätné väzby:



- jednosmerná - z výstupu koncového stupňa cez R<sub>5</sub> na vstup budiča a zabezpečí stabilizáciu pracovných bodov tranzistorov T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>

- striedavá (z R<sub>6</sub>, C<sub>1</sub>R<sub>3</sub> - tvarovací člen, R<sub>4</sub>) - nastavuje linearitu - rovnosť v hornej časti obrazu (na začiatku aktívneho behu). Je nutná kvôli kondenzátoru C<sub>2</sub>, na ktorom pilovitý prúd vychýľovacích cievok vyvoláva parabolický priebeh napätia, pričom my potrebujeme lineárny.

### Riadkové vychýľovacie obvody



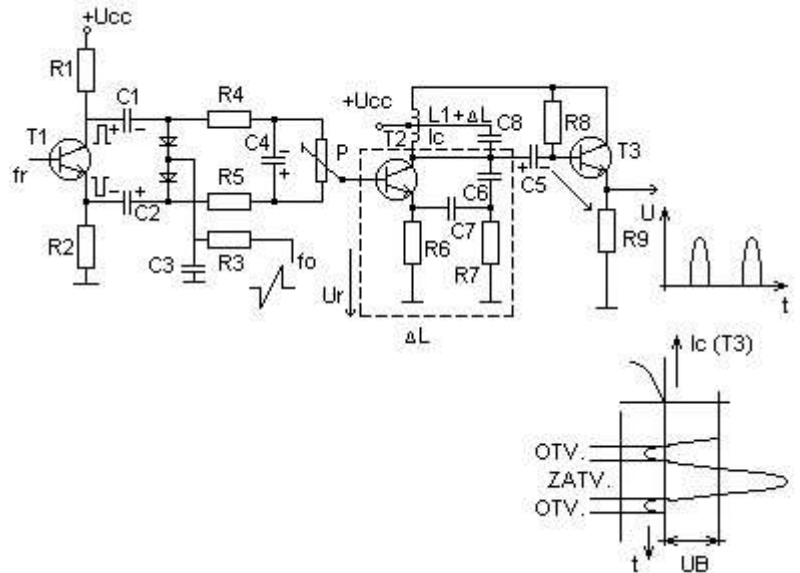
Zabezpečujú pohyb lúča obrazovky vo vodorovnom smere s frekvenciou 15 625 Hz zľava doprava (činný beh), a rýchlo sprava doľava (spätný beh). Základom je sínusový oscilátor, ktorý je nepriamo synchronizovaný riadkovými SI z oddeľovača SI. Tento spôsob synchronizácie je odolnejší voči poruchám.

Riadkový oscilátor

Zdrojom kmitov je  $L_1 + \Delta L, C_8$ . Zosilňovač je  $T_3$ . Výstup sa odoberá z emitora  $T_3$ . Ten je počas činného behu zatvorený záporným napätím  $C_5$ , a iba nakrátko je toto napätie "pretlačené" kladným napätím oscilátora, a vtedy sa  $T_3$  otvorí (spätný beh).  $T_3$  pracuje v triede C. Synchronizácie oscilátora je nepriama:

Skutočná frekvencia oscilátora  $f_0$  sa privádza cez  $R_3$  do porovnávacieho obvodu, kde sa porovnáva s frekvenciou riadkových SI  $f_r$ , ktorá sa privádza na  $T_1$ . Na  $C_4$  potom vznikne napätie, ktoré sa ako regulačné  $U_R$  odoberá z bežca P na  $T_2$ . Ten sa správa ako prídavná indukčnosť (pri zmene  $U_R$  sa zmení  $\Delta L$  a tým sa zmení aj frekvencia oscilátora).

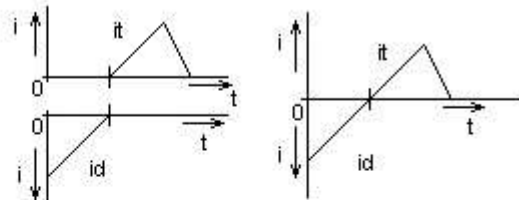
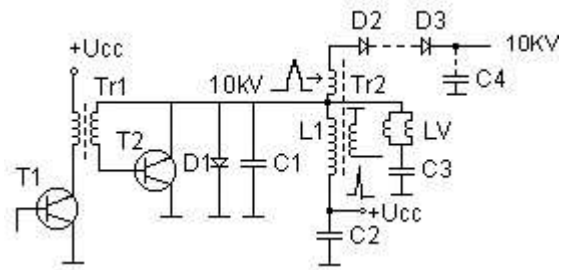
Ak sú obe frekvencie rovnaké, nie je potrebné zasahovať,  $U_R=0$  a nič sa nedeje. Ak sú rôzne, vznikne kladné alebo záporné  $U_R$  a to zmení indukčnosť v oscilátore = zmena frekvencie.



Riadkový budiaci a koncový stupeň

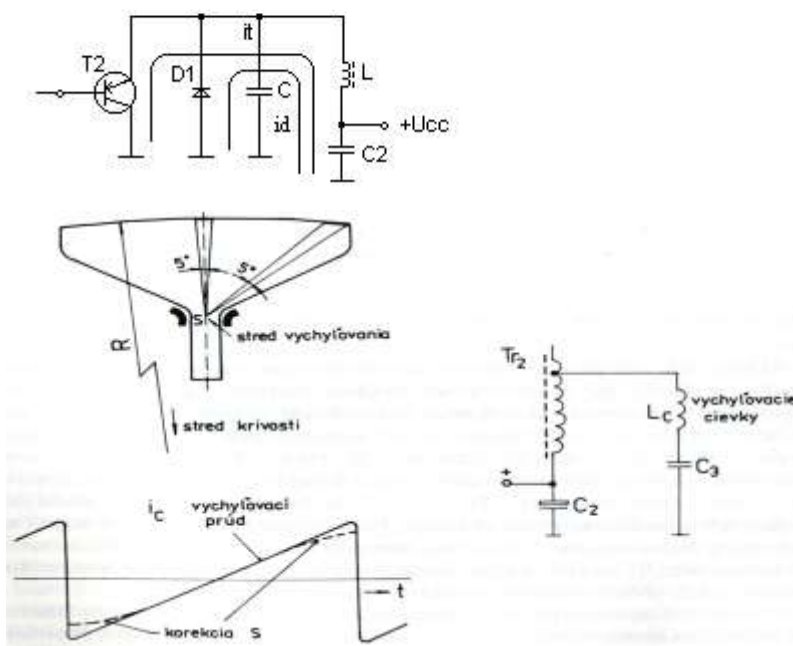
Dodáva do riadkových vychyľovacích cievok pílovitý prúd s vhodným priebehom a dostatočnou amplitúdou tak, aby obraz vo vodorovnom smere bol lineárny - rovný. Zároveň vyrába usmernením impulzov riadkového spätneho behu vysoké napätie 10 - 18 kV pre obrazovku.

Tranzistor  $T_1$  je budiaci stupeň, ktorý dodáva výkon na vybudenie  $T_2$  cez transformátor  $Tr1$ .  $T_1$  je vodivý počas kladných impulzov v čase spätneho behu. Vtedy sa  $Tr1$  zásobuje energiou, v čase uzavretia  $T_1$  (činný beh) túto energiu dodáva svojim sekundárnym vinutím na bázu  $T_2$  ako otvárací záporný impulz.



Koncový  $T_2$  pracuje ako spínač, ktorý pripája vychyľovacie cievky na zdroj jednosmerného napätia cez výstupný  $Tr2$ . Jeho činnosť opíšeme na náhradnej schéme :

všetky indukčnosti sú sústredené do L, kapacity do C. V okamihu keď sa  $T_2$  stane vodivým pripojí sa L na napájacie napätie (náboj v kondenzátore  $C_2$ ). Prúd v L stúpa, t.j. stúpa aj vo vychyľovacích cievkach = svetelný bod ide zo stredu obrazovky doprava. Prúd sa uzatvára cez  $T_2$ . Činný beh sa končí uzavretím  $T_2$  kladným impulzom na báze ( $T_1$  sa otvára). Prúd v L prechádza síce ešte rovnakým smerom, ale sa znižuje a nabíja C. Lúč sa rýchlo vracia sprava do stredu tienidla = spätý beh. Keď sa C nabije, netečie cez neho prúd a lúč je v strede tienidla, pokračuje dej ako v rezonančnom obvode LC = C sa vybíja cez L - lúč sa dostane doľava.



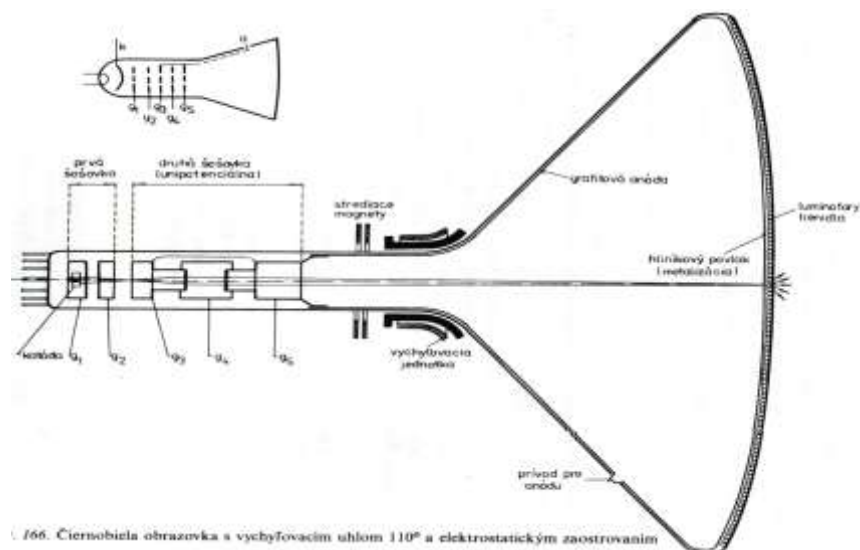
Rezonančným zákmitom sa na vybitom kondenzátore C objaví záporné napätie, ktoré otvorí  $D_1$ , a začína činný beh. Prúd nahromadený ako magnetická energia v indukčnosti L, prechádza diódou, cez L (a tým aj cez vychyľovacie cievky), a nabíja C. Prúd sa vo vychyľovacích cievkach pomaly znižuje a lúč sa vychyľuje zľava do stredu tienidla. V okamihu, keď prúd diódy klesne na nulu, sa otvorí  $T_2$  a činnosť sa opakuje. Otváranie a zatváranie  $T_2$  a  $D_1$  sa opakuje.

V skutočnom zapojení je  $C_3$ , ktorý zabezpečí korekciu v tvare S, ktorá je potrebná preto, lebo stred obrazovky nie je totožný so stredom elektrónového lúča.

Výstupný Tr2 má ešte vnútorne, ktoré zväčšuje impulzy spätného behu na 10 - 18 kV. Po usmernení a odfiltrovaní  $C_4$  sa používajú na napájanie anódy obrazovky.

Vodorovný rozmer (šírka obrazu) a lineárnosť - rovnosť sa nastavuje pomocou L v sérii s vychyľovacími cievkami. Zmenou polohy feritového jadra L sa zmení aj prúd vo vychyľovacích cievkach.

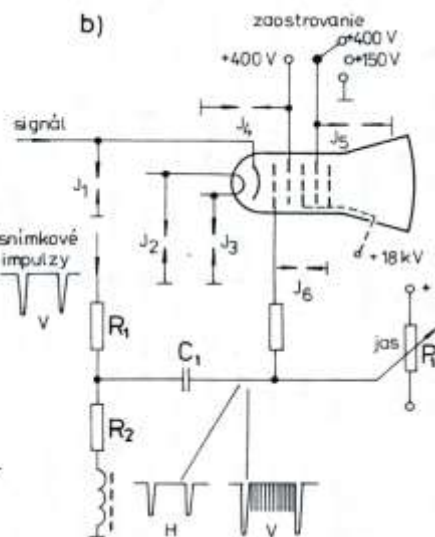
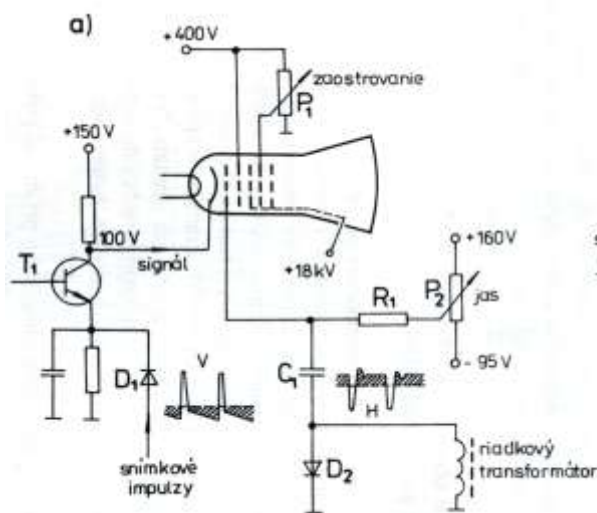
### Čiernobiela obrazovka a jej pomocné obvody



Obrazovka = vákuová elektrónka, kde elektróny emitované katódou sú urýchlené napätím vn, dopadajú na luminofor a ten prijatú energiu vyžaruje ako svetlo.

V hrdle je elektrónové delo - je to nepriamo žeravená katóda s predpätím +100 V, radiaca elektróda  $G_1$  s napätím -20 až +50 V (zmenou sa reguluje jas),  $G_2$  s napätím 300 - 400 V.  $G_1 + G_2$  = prvá clonková šošovka, ktorej úlohou je vytvoriť zväzok elektrónov s minimálnym prierezom. Druhá - unipotenciálna šošovka  $G_3, G_4, G_5$  zaostruje zväzok elektrónov do najmenšieho bodu na tienidle obrazovky.

Na vnútornej strane tienidla je hliníkový povlak, ktorý zväčšuje jas tienidla tým, že odráža svetlo smerom von z obrazovky. Obrazovka je napájaná jednosmernými a impulzovými signálmi takto:

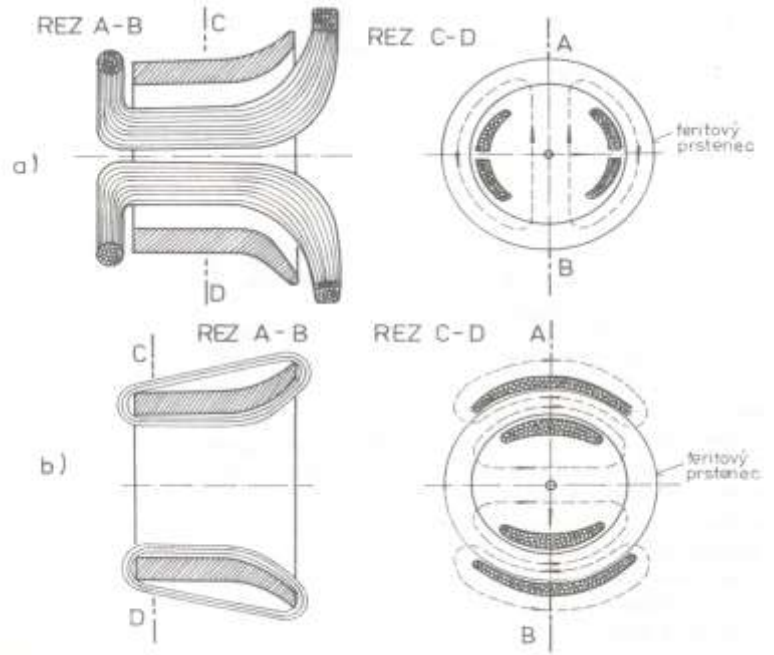


Žeravenie katódy obrazovky je pripojené na osobitné vinutie riadkového výstupného transformátora. Katóda je priamo pripojená na kolektor obrazového zosilňovača. Na riacu elektródu sa okrem jednosmerného napätia na reguláciu jasú privádzajú riadkové a snímkové impulzy spätného behu, ktoré zhášajú obrazovku pri spätných behoch. Riadkové vychyľovacie cievky majú sedlový tvar a sú umiestnené tak, aby ich os bola v zvislom smere.



Snímkové vychyľovacie cievky majú toroidný alebo sedlový tvar, a sú pootočené o 90 stupňov.

Strediacie magnety sú umiestnené na hrdle obrazovky a slúžia na posun svietiaceho rastra vo vodorovnom i zvislom smere. Pri nich sú aj korekčné magnety na korekciu poduškovitosti, ktorá vzniká v dôsledku iného polomeru obrazovky a dráhy lúča.



Obr. 169. Vychyľovacie cievky  
a) sedlové riadkové, b) toroidné snímkové

## 2.polrok

otázky

Diagram MKO

Tvorba farebného obrazu

Zlučiteľnosť čb a farebnej televízie

Prenos farebného tv signálu

Kvadratúrová modulácia

Sústava NTSC

Sústava PAL - princíp

Sústava PAL - vysielacia strana

Sústava PAL - prijímacia strana

Sústava SECAM - princíp

Sústava SECAM - vysielacia strana

Sústava SECAM - prijímacia strana

Porovnanie noriem Pal a Secam

Typ delta

Typ inline

Typ trinitron

Čistota farieb a jej nastavenie

### Základy kolorimetrie

Kolorimetria je náuka o svetle. Svetlo je elektromagnetické vlnenie s určitou vlnovou dĺžkou, vnímateľné okom. Biele svetlo je zmes svetiel všetkých vlnových dĺžok. Až po jeho prechode hranolom nastáva rozklad na jednotlivé farby: červenú, oranžovú, žltú, zelenú, modrozelenú, modrú a fialovú. Zdroje svetla sú:

- Priamy zdroj svetla je napr. slnko, žiarovka - t.j. jeho lúče priamo dopadajú do oka bez zmeny. Jeho farba je daná obsahom jednotlivých vlnových dĺžok v svetle. Farebné filtre prepúšťajú len svetlo určitej farby (vlnovej dĺžky), ostatné potláčajú.
- Nepriamy zdroj svetla je okolie, ktoré odráža svetlo priamych zdrojov, a iba preto ho vidíme. Jeho farba je daná schopnosťou odrážať príslušné zložky priameho svetla.

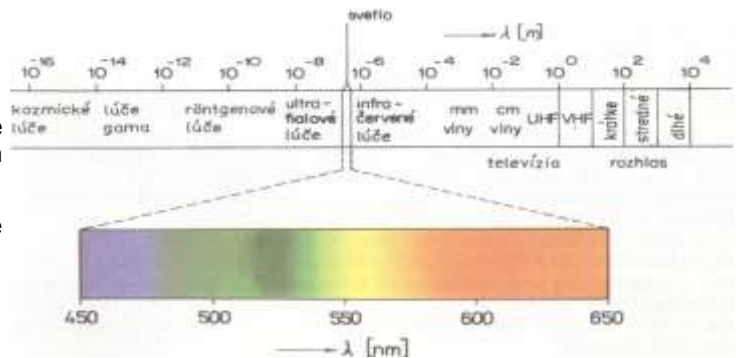
Miešanie farieb je dvojaké:

a) súčtové - je miešanie priamych zdrojov svetla: ak biele plátno ožiarime červeným a zeleným lúčom, plátno bude žlté a pridaním modrého lúča bude plátno biele. Toto miešanie sa využíva v obrazovkách, kde sa súčtovo miešajú farby lumínoforov R G B, po zmiešaní v oku vytvoria výslednú farbu.

b) rozdielové miešanie je miešanie nepriamych zdrojov - napr. farebná tlač, kreslenie obrazu - z dopadajúceho bieleho svetla sa odčítajú farebné zložky, takže odrazené svetlo má len určitú farbu.

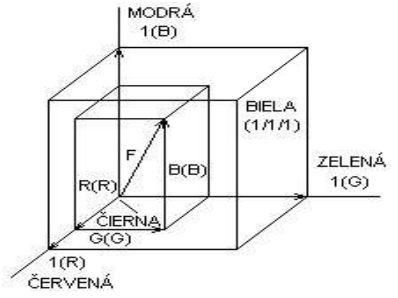
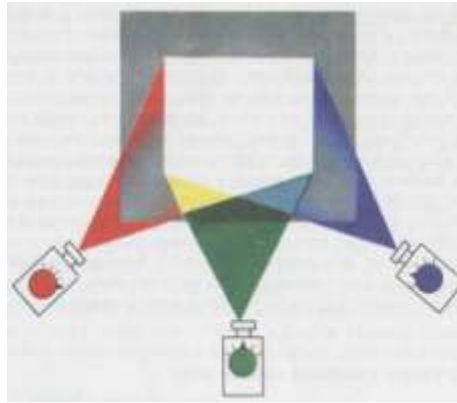
Farebné svetlo je definované týmito veličinami:

- farebným tónom (prevládajúca vlnová dĺžka)
- farebnou sýtosťou (v %, pričom 100% je maximálne sýta farba, riedením s bielym svetlom získame menej sýte farby)
- jasom = množstvo svetelnej energie, ktoré pôsobí na oko

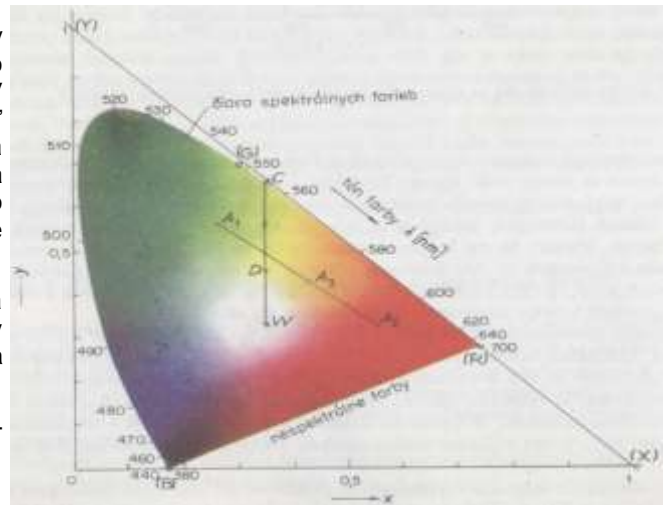


Znázornenie farieb v trojuholníku MKO

Súčtovým zmiešaním troch farieb sa dá získať ľubovoľná farba, treba len zvoliť ich správny pomer. Vo farebnej televízii boli za základné farby zvolené: červená R, zelená G a modrá B. Potom ľubovoľná farba  $A = R_1(R) + G_1(G) + B_1(B)$  t.j. svetlo A je zložené z  $R_1$ dielov červenej,  $G_1$ dielov zelenej a  $B_1$ dielov modrej. Biele svetlo  $W = 1(R) + 1(G) + 1(B)$ . Základné farby sú čo najsýtejšie. Farba sa dá zobrazit' aj vektorom. Ak nás nebude zaujímať jas, ale len farba a jej sýtosť, dá sa farba zobrazit' i plošne - v trojuholníku MKO.



Na podkovitej čiare B-R ležia všetky spektrálne farby (maximálne sýte). Vo vnútri plochy sú všetky farby so zmenšenou sýtosťou. Zvonku plochy sú neskutočné farby. V súradniciach  $x = y = 1/3$  je biele svetlo W. Ak chceme spoznať odtieň a sýtosť farby D, spojíme D a W, predĺžime priamku na druhú stranu, a priesečník C je vlnová dĺžka, sýtosť je určená pomerom  $DW/CW$ . Dá sa povedať, že toto svetlo D vzniklo súčtovým zmiešaním svetiel C a W v pomere sýtosti. Na úsečke CW sa nachádzajú všetky sýtosťi farby C.



Farebná televízia si zvolila farby RGB. Oko ale nie je citlivé na všetky farby rovnako a preto sa zvolili trochu posunuté farby  $R_e G_e B_e$ :  $G_e$  sa posunula doľava na zmenšenie citlivosti oka,  $R_e$  a  $B_e$  sa posunuli na zväčšenie citlivosti oka.

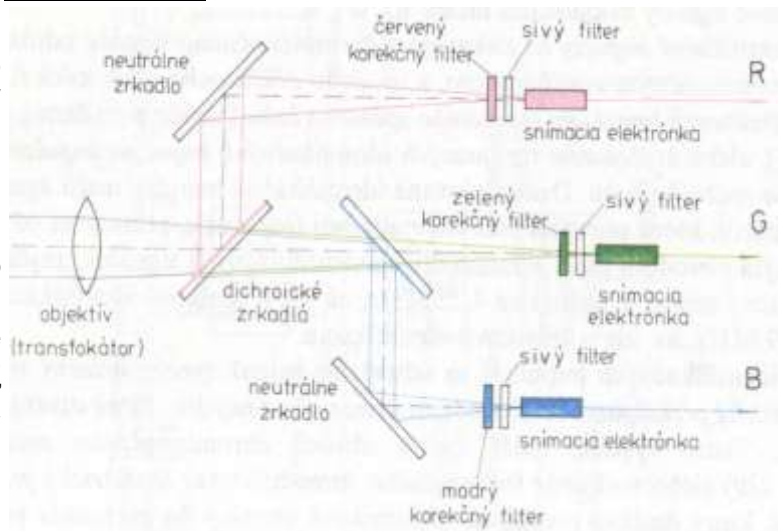
Farba sa dá definovať odtieňom (ak W je stred, tak je to uhol priamky CW s osou x) a sýtosťou - dĺžkou DW.

### Farebná tv kamera

Je podobná ako čiernobiela, len má tri snímacie elektrónky a nasledovné kamerové jednotky. Svetlo prichádza cez objektiv, rozkladá sa na tri zložky optickou rozdeľovacou sústavou. Tú tvoria

- dve dichroické zrkadlá - prvé odráža R zložku svetla, B a G prepúšťa druhé odráža B, prepúšťa G
- dve neutrálne zrkadlá - iba odrážajú do pôvodného smeru

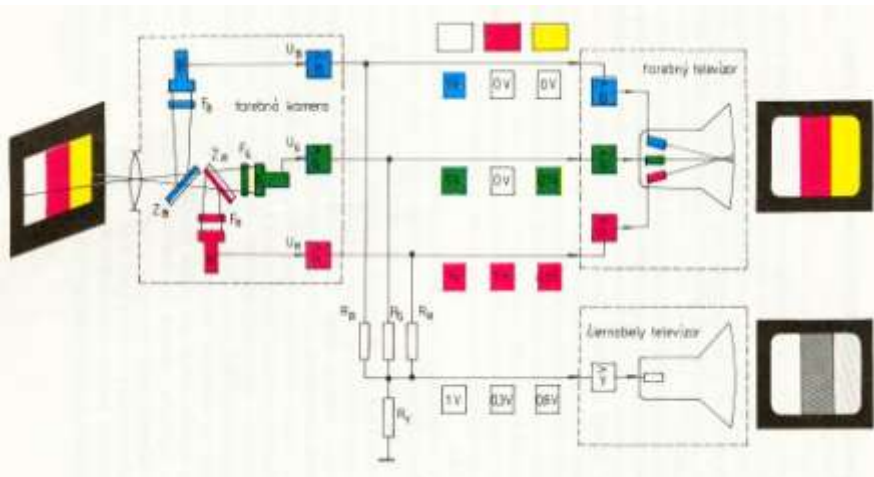
Oddelené zložky svetla prechádzajú cez korekčné farebné filtre. Za filtermi sú klasické snímacie elektrónky - plumbikony. Dôležité je dosiahnuť presný súbeh všetkých troch vychyľovacích sústav plumbikonov, preto sa všetky tri napájajú z tých istých rozkladových generátorov.



Za plumbikonmi sú obvody na potrebnú korekciu Gama, dodanie jednosmernej zložky a podobne. Na troch výstupoch kamery sú korigované farebné signály  $U_R U_G U_B$ . Majú šírku pásma 0 - 6 MHz. Korekcia Gama má za úlohu dosiahnuť správne nastavenie stupnice sivej farby, lebo medzi jasom a amplitúdou signálu z kamery nie je lineárna závislosť. Toto platí aj pre obrazovku, preto aj TVP má obvody korekcie Gama s rovnakou úlohou.

### Princíp zlučiteľnosti televízneho prenosu

Zlučiteľnosť sústav farebnej a čiernobielej TV znamená, že farebný signál prijme i čiernobiely TVP, a čiernobiely signál prijme aj farebný TVP, bez úprav. Prenos farebného tv obrazu si vyžaduje prenos troch nezávislých informácií  $U_R, U_G, U_B$ . Ak by sme chceli prenášať priamo tieto signály, požiadavky na prenosové pásmo by boli trojnásobné = 18 až 24 MHz. Toto nie je možné, navyše by to nebolo zlučiteľné s čiernobiely TV. Preto treba urobiť zo signálov  $U_R U_G U_B$  iný signál, ktorý zahŕňa údaje o jase, farbe a sýtosti. Tento proces premeny signálov  $U_R U_G U_B$  na úplný farbonosný signál sa nazýva kódovanie.



V prijímači potom nastáva proces opačný - premena úplného farebného signálu na  $U_R U_G U_B$  = dekódovanie. Pri kódovaní sa využívajú tri princípy:

**1. Princíp konštantného jasú:** musí zabezpečiť, že pri prijímači signálu FTVP ho zobrazí čiernobiely, a naopak. Podstatou je, že do jasového signálu prispievajú svojím dielom všetky tri farebné signály. Platí rovnica jasú  $U_Y = 0,3 U_R + 0,59 U_G + 0,11 U_B$ , t.j. červená prispieva 30%, zelená 59% a modrá 11% (je to presne podľa príspevku farieb na krivke citlivosti oka). Takýmito podielmi prispievajú do jasového signálu jednotlivé snímacie elektrónky.

Na takto vyrobený jasový signál bude čb prijímač reagovať zobrazením čb obrazu, a pri prijímači farebným TVP budú tri katódy obrazovky budené týmto signálom rovnakej veľkosti a zmiešaním v oku vznikne čb obraz (všetky delá majú rovnaké napätie). Jasový signál nesmie niesť informáciu o farbe, a prenáša sa so šírkou 0 - 6 MHz.

Informáciu o farbe prenášajú iba rozdielové signály  $U_R - U_Y, U_G - U_Y$  (značené aj ako R-Y, B-Y), zvané aj chrominančné signály. Nesú informáciu o tóne a sýtosti farieb (trojuholník MKO), a keďže ľudské oko vníma farebné detaily len čiernobiely a stačí tieto signály prenášať so šírkou 0 - 1,5 MHz. Čiernobiely prijímač tieto signály ignoruje, farebný ich prijme a dekóduje. Tretí rozdielový sa prenášať nemusí, lebo sa dá vypočítať z jasovej rovnice, a v prijímači sa dá vytvoriť na odporovej matici zo signálov R-Y, B-Y, Y.

**2. Princíp obmedzenej farebnej rozlišovacej schopnosti ľudského oka** – oko vníma detaily čiernobiely

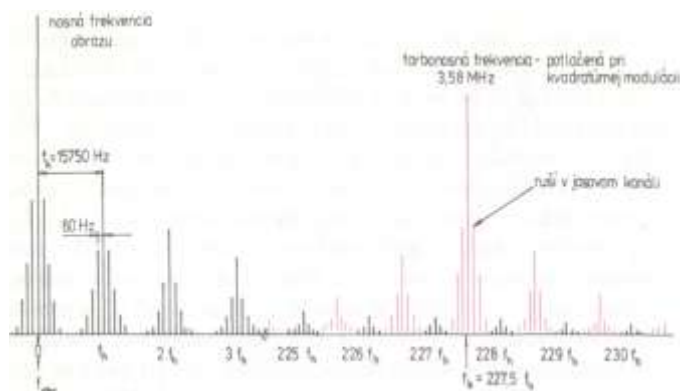
**3. Princíp zlučiteľnosti pásma:** aby sme sa vošli do šírky 0 - 8 MHz, musíme signály Y, R-Y, B-Y nejakým spôsobom preložiť. Využíva sa tu fakt, že obraz sa sníma periodicky po riadkoch a snímkach a obrazový jasový signál má preto diskretný charakter zhlukov energie oddelených medzerami.

Zhluky sa vyskytujú v násobkoch riadkovej frekvencie a postupne klesá ich amplitúda. Tieto medzery sa dajú využiť na prenos chrominančného signálov, ktorých frekvenčné spektrum je podobné. Ak chrominančné signály namodulujeme na pomocnú nosnú frekvenciu (farbonosnú), a tá bude celým nepárnym násobkom polovičnej riadkovej frekvencie, budú zhluky farbonosnej frekvencie v medzerách jasového signálu, a nebudú sa rušiť, ani ovplyvňovať.

Zlučiteľnosť teda je: čb prijímač prijme len jasový signál a zobrazí ho, chrominančný nespracúva, lebo nemá dekóder, ani mu nevaadí, lebo je vhodne zvolená farbonosná frekvencia.

Farebný TVP pri čb vysielaní prijme len jasový signál, ktorým napája všetky tri delá. Pri farebnom vysielaní prijme Y, R-Y, B-Y, dekóduje ich, získa tak signály R, G, B a nimi napája jednotlivé delá obrazovky.

Signál normalizovaných zvislých farebných pruhov



Používa sa na nastavenie, kontrolu a opravu FTVP a je tvorený elektronicky. Je to postupnosť zvislých pruhov zľava doprava: biela, žltá, zelenomodrá, zelená, purpurová, červená, modrá a čierna. Pri čb prijíma vytvára gradačnú stupnicu sivej. Dole je zobrazený spôsob vzniku tohoto signálu - príslušné signály - R, G, B, a vpravo jasový Y, rozdielové R-Y, G-Y, B-Y. Biela vznikne ak svietia R,G,B naraz, žltá je R+G. Pri prenose bielej a čiernej sú rozdielové nulové, lebo čb prenos sa uskutočňuje iba jasovým signálom. Signály farebných pruhov sa označujú 4 číslami:

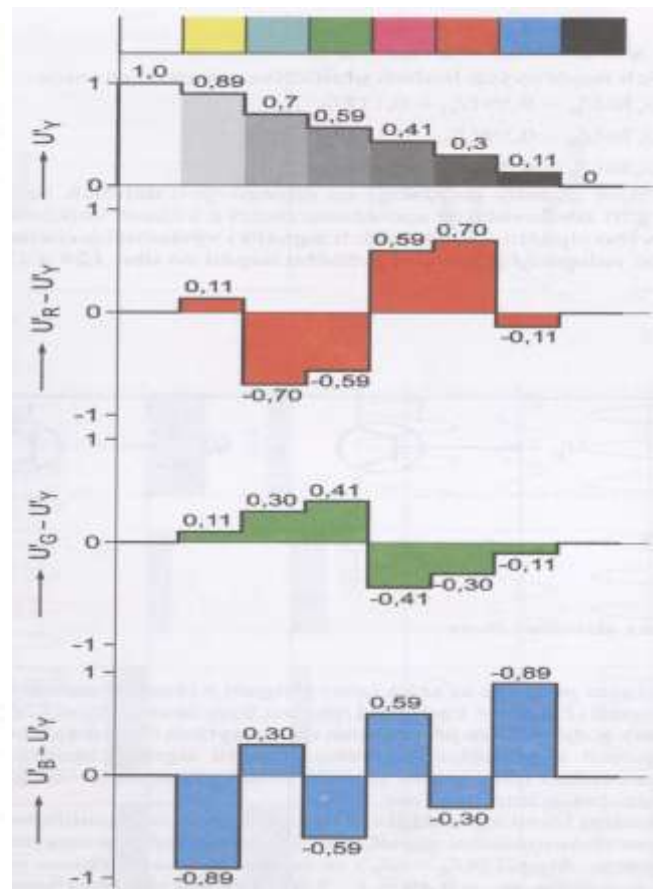
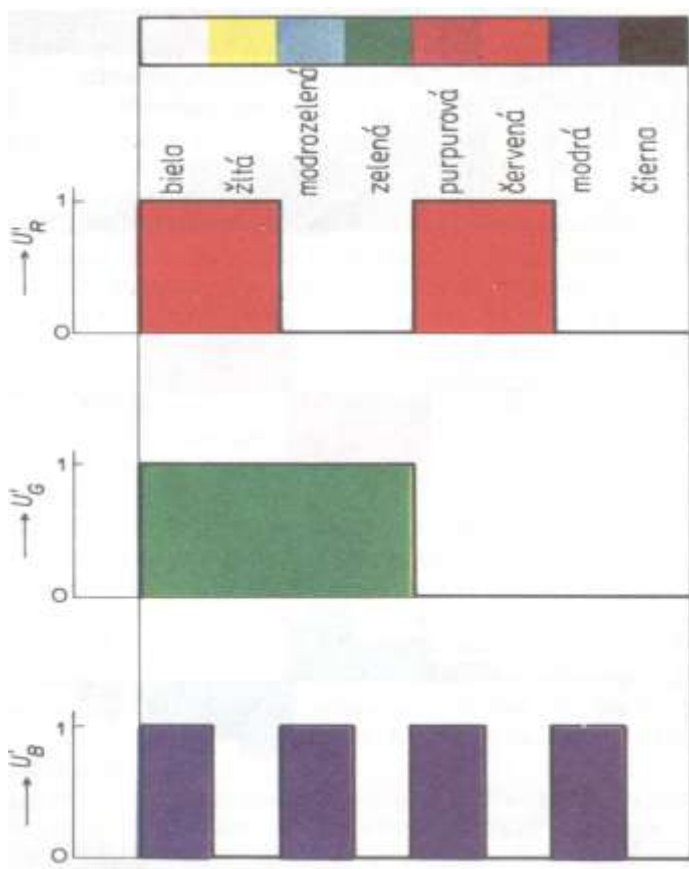
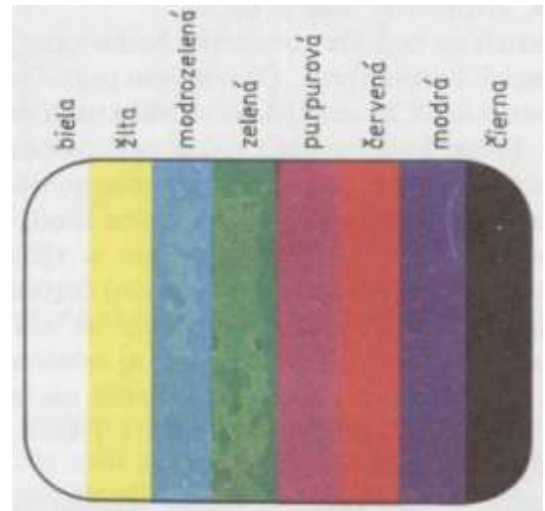
100/0/100/0 = prvé číslo určuje amplitúdu bieleho pruhu v %

druhé udáva amplitúdu čierneho pruhu v %

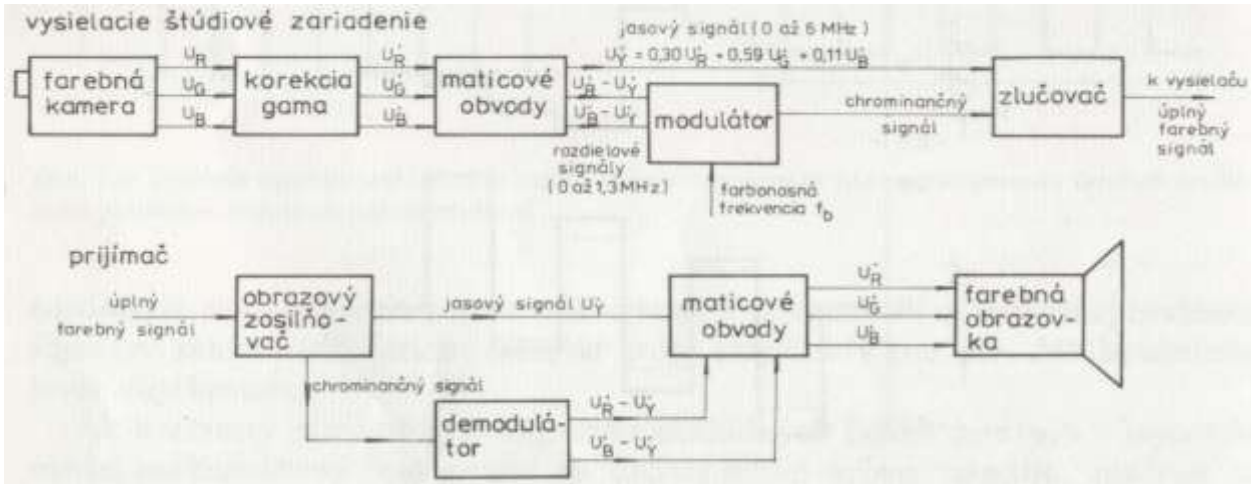
tretie udáva maximálnu amplitúdu signálov R G B v %

štvrté udáva minimálnu amplitúdu signálov R G B v %

Signál v sústave PAL je 75/0/75/0, u SECAMu je to 100/0/75/0.



Prenosový reťazec pre zlučiteľný farebný prenos



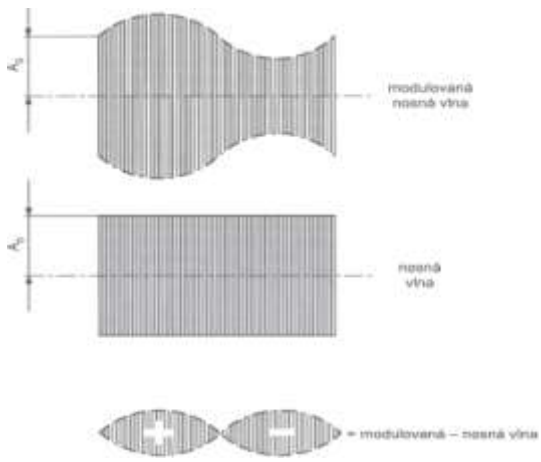
Vysielacia strana: farebná kamera poskytuje 3 základné signály  $U_R U_G U_B$ . Každý z nich prejde korekciou Gama, maticové obvody vytvoria podľa matematických vzťahov signály - jasový (0 - 6 MHz), a dva farebné rozdielové (0 - 1,5 MHz). Tieto rozdielové sa spracujú v modulátore, kde sa namodulujú na farbonosnú frekvenciu v sústave PAL, alebo SECAM. Zlučovač vytvorí úplný farebný tv signál. Jasový signál sa oneskoruje, lebo sa prenáša s väčšou šírkou pásma, takže jeho prechodom zodpovedajú strmšie hrany impulzov, než u rozdielových signálov a preto sa oneskoruje.

Prijímacia strana: signál po prijatí zosilní a rozdelí na jasový a chrominancný, ten sa v demodulátore PAL alebo SECAM demoduluje na pôvodné rozdielové, a na maticových obvodoch sa zo všetkých troch signálov získajú základné signály  $U_R U_G U_B$ . Tie potom napájajú elektrónové delá obrazovky. Postup je teda úplne opačný, ako na vysielacej strane.

Kvadratúrová modulácia

Je to typ amplitúdovej modulácie, kedy 1 signál KM nesie 2 rôzne od seba nezávislé informácie. Základom je AM s potlačenou nosnou frekvenciou. Na obrázku je hore amplitúdovo modulovaný signál, v strede je nedomulovaná nosná vlna. Ak ich od seba odčítame, zostane AM s potlačenou nosnou frekvenciou. Už na pohľad je jasné, že signály 3 a 1 sú podobné, ale nie rovnaké. Preto ak sa pri vysielaní nosná f potlačí, musí sa v TVP znovu obnoviť – umelo dodať, aby sme zo signálu 3 získali 1.

Samotná kvadratúrová modulácia KM je dvojitá AM: na vstupe sú 2 signály. Každý sa amplitúdovo moduluje na tú istú nosnú f, len rozdiel je vo fáze nosných frekvencií. Obe nosné sú voči sebe posunuté o 90 stupňov, takže jednu popisuje rovnica  $\sin \omega t$  a druhú  $\cos \omega t$ . Obe AM potom potlačia nosnú – obr. Dole a spočítajú sa, a vznikne KM = 1 signál, ktorý nesie informáciu v amplitúde (o sýtosti) a aj vo frekvencii (o farbe). 1 signál takto nesie 2 informácie.



Rozdielové signály R-Y a B-Y sa zmenšia na  $U = 0.49(B-Y)$  a  $V = 0.88(R-Y)$ . Každá sa amplitúdovo moduluje na nosnú frekvenciu 4.43MHz, len nosná pre V je posunutá o 90° oproti nosnej pre U. Po AM sa tieto nosné potlačia (nenesú informáciu) a oba AM signály sa sčítajú. Tak vznikne KM signál, ktorý nesie informáciu v amplitúde (o sýtosti) a aj vo frekvencii (o farbe). 1 signál takto nesie 2 informácie.

Prenosová sústava NTSC

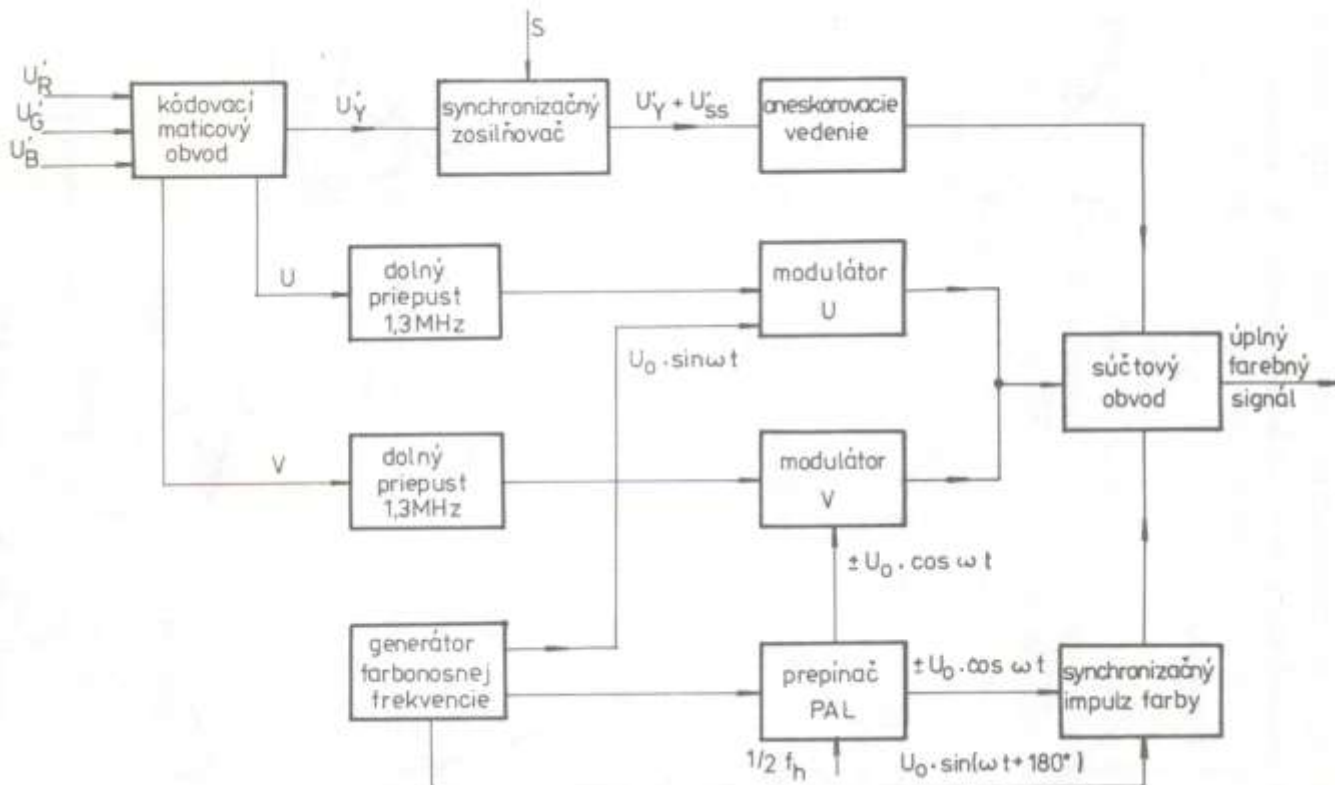
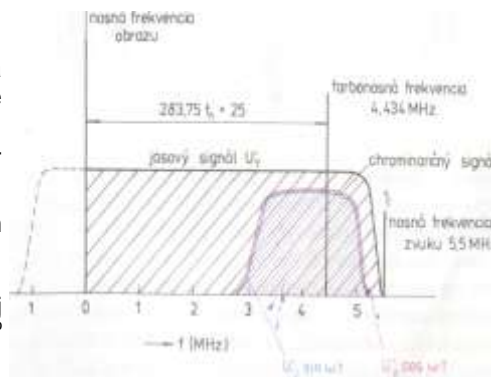
Bola použitá ako prvá farebná v USA. Skupinová schéma vysielacieho zariadenia je rovnaká, ako sme uviedli, len s tým, že chrominancný signál nie je tvorený rozdielovými signálmi R - Y a B - Y, ale signálmi I a Q. V trojuholníku MKO si môžeme zvoliť ľubovoľné dva smery na presné určenie súradníc, a NTSC si zvolila jeden smer s maximálnou farebnou rozlišovacou schopnosťou oka (I), a ten prenáša so šírkou pásma 0 - 1,3 MHz, druhý s minimálnou rozlišovacou schopnosťou (Q), ten prenáša so šírkou pásma 0 - 0,4 MHz. Takže rozdielové signály nie sú tu U a V, ale I a Q. Tie sa v modulátore NTSC kvadratúrovo moduluje. Pritom treba oneskoriť nielen signál jasový, ale aj signál I (kvôli inej šírke pásma). Sústava NTSC má šírku jasového signálu 0 - 4 MHz, a farbonosná frekvencia sa volí medzi 227 -228 násobkom riadkovej frekvencie = polriadkový ofset.

Prijímacia strana je tiež rovnaká, len na obnovenie potlačenej farbonosnej frekvencie sa oscilátor tejto frekvencie (v TVP) synchronizuje synchronizačnými impulzmi farby SIF (burst). Tvori ho 10 sinusových kmitov za riadkovým synchronizačným impulzom.

Prenosová sústava PAL

Je to vlastne vylepšená a prispôbena sústava NTSC, používaná v Európe. Jej výhodou je, že chyby fázy (t.j. farebného odtieňa) sa prejavujú nie chybou odtieňa (ako v NTSC), ale len zmenšením sýtosti farby. Zvuková norma BG umožňuje šírku pásma 5 MHz, preto je farbosná frekvencia zvolená vyššie - 4,43 MHz. Neprenášajú sa signály I, Q, ale priamo rozdielové  $U=0.49(B-Y)$  a  $V = 0.88(R-Y)$ .

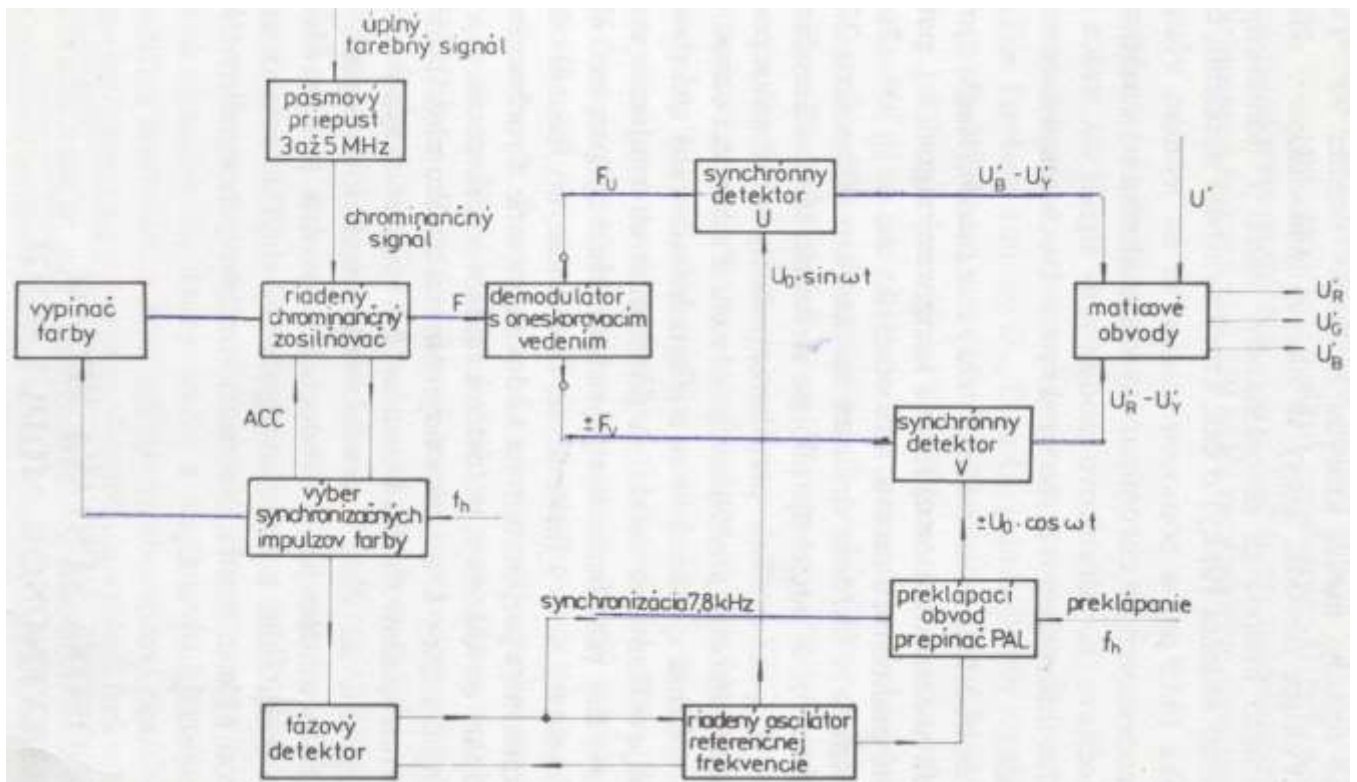
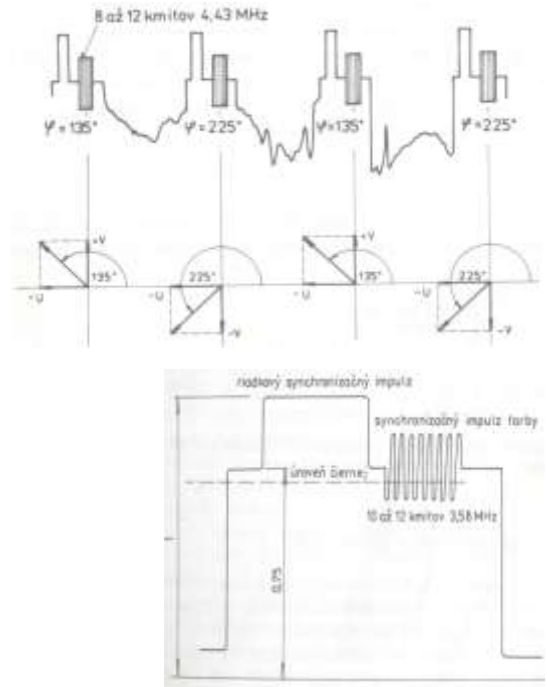
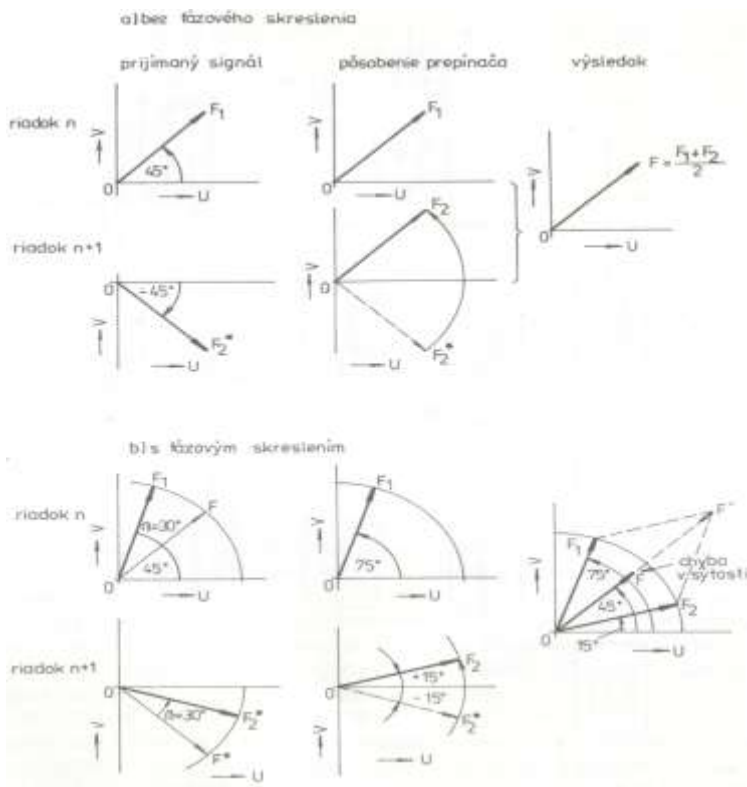
**Vysielacia strana (kóder PAL):** oba rozdielové signály R-Y, B-Y z maticových obvodov sa frekvenčne obmedzia dolnou priepustou 1,3 MHz (oko vníma detaily) a zavedú sa do amplitúdových modulátorov U a V. Tam sa namodulujú na farbosnú 4,434 MHz, ktorú dodáva generátor farbosnej frekvencie, do modulátora U priamu ( $\sin\omega t$ ), do modulátora V posunutú o  $90^\circ$  ( $\cos\omega t$ ), pričom ešte v modulátore V sa v každom riadku prepína fáza farbosnej frekvencie, t.j. v 1. riadku sa moduluje  $+\cos\omega t$ , v 2. riadku  $-\cos\omega t$ , v treťom  $+\cos\omega t$  atď.



Takže zložka V mení svoju fázu medzi uhlom  $90^\circ$  a  $-90^\circ = 270^\circ$ . Prepínanie fázy zabezpečí prepínač PAL. Po dodaní burstov (SIF), vzniká v súčtovom obvode úplný farebný tv signál PAL. Aby aj TVP rovnako prepínal fázu zložky V, sú bursty vysielané v každom riadku s inou fázou: v prvom majú fázu  $135^\circ$ , v druhom  $225^\circ$ , v treťom  $135^\circ$  atď. Volajú sa alternujúce SIF. Sú umiestnené tak, ako u NTSC - za riadkovým SI. Umiestnenie SIF ako aj jeho fázy sú na obrázku dole vpravo.

Odstránenie chýb fázy je zabezpečené práve prepínaním fázy zložky V: na obrázku dole vľavo je najprv znázornený n-tý riadok bez skreslenia s fázou  $45^\circ$  - purpurová farba a  $n+1$ . riadok prenáša purpurovú farbu s fázou  $45^\circ$  a fázovým posunom  $+30^\circ = +45^\circ + 30^\circ = 75^\circ$ . V  $n+1$ . riadku sa prepne fáza zložky V, takže  $= -(15^\circ) + 30^\circ = +15^\circ$ . Namiesto purpurovej farby je v stom riadku červenopurpurová, v stoprvom modropurpurová, v oku sa obe zmiešajú a výsledkom je purpurová farba, len menej sýta.

**Prijímacia strana - dekóder PAL:** z úplného tv signálu sa chrominancný získava pásmovou priepustou 3 - 5 MHz. Chrominancný zosilňovač ho zosilní tak, aby na jeho výstupe bola vždy rovnaká úroveň. Preto sa jeho zosilnenie musí riadiť - robí to obvod ACC: SIF (podobne ako riadkové SI) nesú svojou amplitúdou informáciu o sile chrominancného signálu, a preto sa z nich vyrába regulačné napätie ACC, ktoré riadi zosilnenie chrominancného zosilňovača (podobne, ako u AVC). Tieto SIF (bursty) zároveň otvárajú a zatvárajú dekóder PAL: pri čb vysielaní nie je potrebné aby dekóder PAL pracoval (mohol by byť zdrojom rušení), preto býva zatvorený. Urobí to tzv. vypínač farby, ktorý ak sú v tv signále SIF usmerní ich a takto získaným napätím otvára chrominancný zosilňovač. Ak SIF v signále nie sú (čb vysielanie), nemá čo usmerniť a nedodá chrominancnému zosilňovaču žiadne napätie, a ten ostane zatvorený.



Demodulátor s oneskorovacím vedením OV premenia kvadrátovo modulovaný chrominancný signál F na dva amplitúdovo modulované signály U,V. V tomto obvode sa signál F oneskoruje o čas trvania jedného riadka, a v matici po sčítaní a odpočítaní s priamym (neoneskoreným) signálom vytvára signály U,V.

Signál V prepína v každom riadku fázu, a preto i tu musí byť prepínač PAL, ktorý toto prepínanie odstráni. Musí to ale robiť synchronne s vysielačou stranou, čo zabezpečia alternujúce SIF.

Na prijímacej strane sa musí obnoviť potlačená farbonosná frekvencia 4,434 MHz, čo urobí oscilátor farbonosnej frekvencie riadený napätím, ktoré vyrobí fázový detektor porovnaním skutočnej frekvencie oscilátora a požadovanej (to je vlastne frekvencia v SIF).

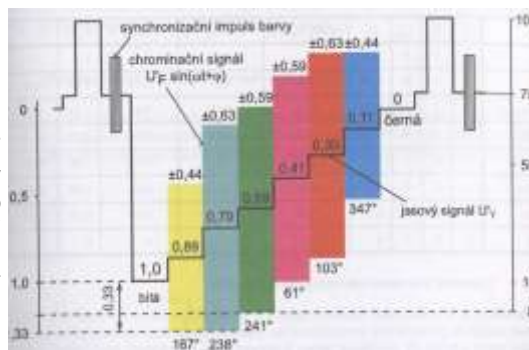


Do synchronných detektorov (to sú klasické amplitúdové demodulátory) sa privádzajú príslušné rozdielové zložky U, +V zároveň obnovená farbonosná frekvencia, pričom detektor V potrebuje prepínanie tejto farbonosnej frekvencie = prepínač PAL. Ten je ovládaný preklápacím obvodom, ktorý je preklápaný riadkovými impulzmi spätného behu a riadený z fázového detektora synchronizačných impulzov farby. Na výstupoch synchronných detektorov sú rozdielové signály, v matici sa získa tretí, spočítaním s oneskoreným jasovým sa získajú signály R, G, B.

SIF má teda 4 úlohy:

1. vypína dekóder PAL pri čb vysielaní
2. riadi zosilnenie chrominančného zosilňovača
3. riadi frekvenciu oscilátora PAL
4. kontroluje, či prepínač PAL prepína správne

Vpravo je zobrazený 1 riadok úplného farebného signálu PAL pre zvislé farebné pruhy. Začína sa riadkovým SI, za ním je ešte v spätnom behu SIF – burst, a činný beh začína bielym pruhom – má len jas, chrominančný signál = 0. Od žltej po modrú sa jas postupne blíži k čiernej – stúpa, a okolo neho je chrominančný kvadráturobo modulovaný signál. Riadok končí čiernym pruhom = len jas. Za čiernym pruhom po dosiahnutí pravého okraja obrazovky stúpe signál nad čiernu – lúč ešte ide doprava. Potom je ďalší SI – spätný beh.



### Prenosová sústava SECAM

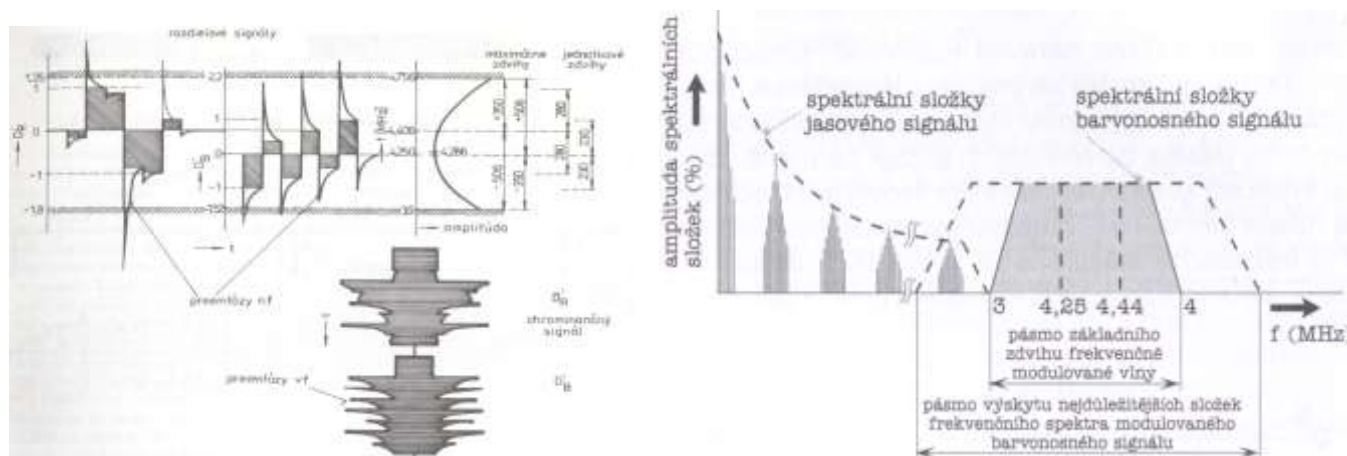
Na rozdiel od sústavy PAL nekóduje rozdielové signály kvadráturobo, ale frekvenčne. Fázové skreslenia vzniknú len na prechodoch medzi farbami, ale bez zmeny farebného tónu a sýtosti. Keďže pri FM nemôžeme kódovať dve informácie naraz do jedného signálu, (a potrebujeme preniesť naraz dva rozdielové signály), robí sa to takto:

v párných riadkoch sa prenáša chrominančným kanálom FM signál R-Y, v nepárnych riadkoch sa prenáša FM signál B-Y, t.j. v 5. riadku sa prenáša R-Y, v 6. B-Y, v 7. R-Y atď. Jasový kanál je rovnaký ako u PAL, teda amplitúdovo modulovaný, so šírkou 0-6 MHz, lebo zvuková norma DK to umožňuje.

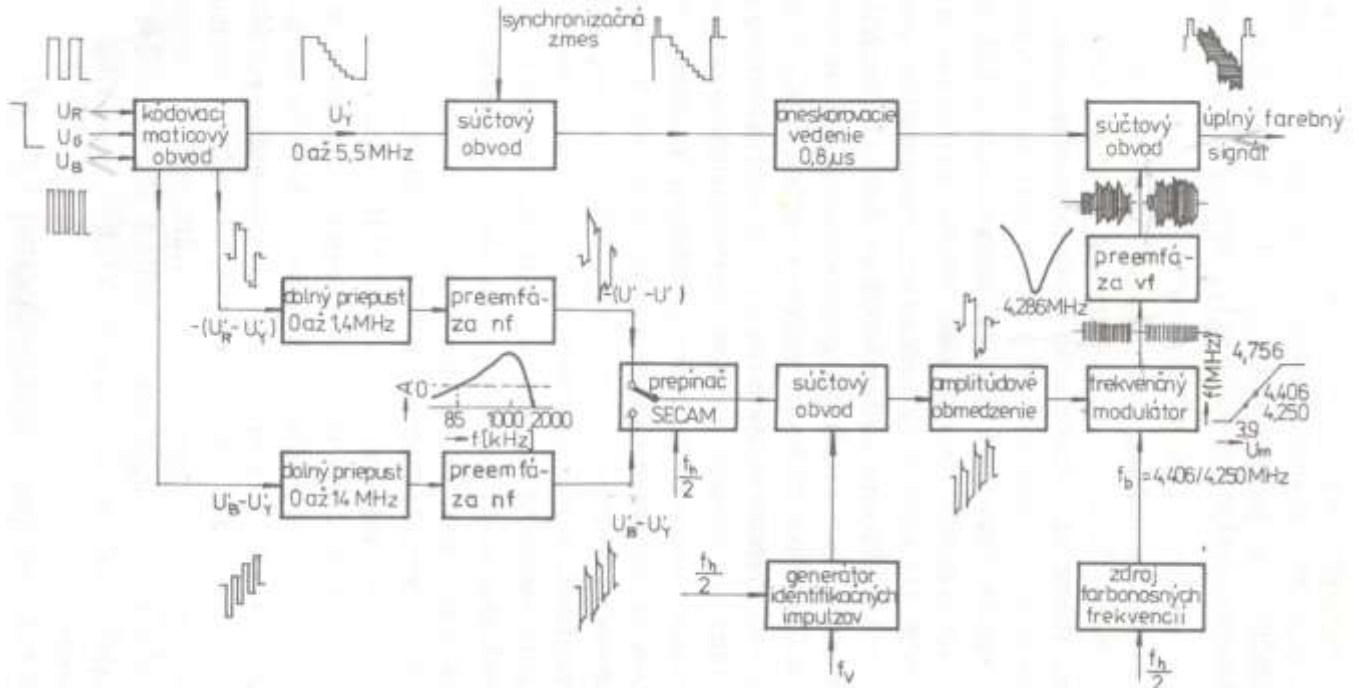
Na prijímacej strane ale potrebujeme nie dva signály, ktoré v každom riadku získame (jasový a jeden rozdielový), ale potrebujeme ešte druhý rozdielový. Ten sa získa oneskorením rozdielového signálu predchádzajúceho riadka o čas trvania jedného riadka. Toto je možné urobiť len za predpokladu, že informácia v dvoch riadkoch po sebe sú približne rovnaká, čo sa dá predpokladať.

**Vysielacia strana - kóder SECAM:** kamerové signály po korekcii Gama prichádzajú na maticu, kde sa z nich utvoria signály Y (rovnaký, ako u PAL), R-Y, B-Y. Tie sa v zosilňovačoch upravujú na  $D = -1,9$  (R-Y),  $D = 1,5$  (B-Y). Toto zosilnenie sa robí kvôli optimalizácii pomeru signál / šum. Frekvenčná modulácia v sústave SECAM je úzkopásmová, a má preto nevýhodné šumové vlastnosti. Preto na ich zlepšenie sa chrominančný signál podrobuje úprave - preemfáze. Na prijímacej strane túto úpravu treba odstrániť - tam je deemfáza. Preemfáza je zvýraznenie vyšších frekvencií, aby nezanikli v šume. Robí sa dvakrát - prvýkrát je tzv. nf preemfáza - zdôraznenie výšok u nf signálov  $D_R$ ,  $D_B$ . Prepínač SECAM striedavo prepína po riadkoch signály  $D_R$ ,  $D_B$ ,  $D_R$  atď., dolná prepusť zadrží frekvencie nad 1,5 MHz. Obmedzovač amplitúdy odreže špičky prekmítov nf preemfázy (aby sa modulátor nepremoduloval), vo frekvenčnom modulátore sa uskutoční FM na farbonosnú frekvenciu. Tá nie je jedna, ako u sústavy PAL, ale v každom riadku je iná - podľa toho, ktorý rozdielový signál sa práve prenáša: modrý sa prenáša na frekvencii 4,25 MHz, červený na 4,406 MHz. Takto upravený FM signál má konštantnú amplitúdu, opäť sa na zlepšenie šumových vlastností urobí tentoraz už vf preemfáza. Tým sa aj zlepši zlučiteľnosť s čb vysielaním.

Aby prepínač SECAM v TVP prepínal tak, ako na vysielacej strane, musí byť zabezpečená synchronizácia - zabezpečia ju SIF SECAM. Sú v signále na tom istom mieste, kde SIF PAL, a sú to nemodulované farbonosné frekvencie (4,25 a 4,406 MHz). Vyrába ich generátor identifikačných impulzov.



Vpravo je rozdelenie frekvencií signálu Secam a vľavo je znázornená preemfáza pre signál zvislých farebných pruho. Hore je ako ovplyvnila preemfáza nf signál – pred ňou je signál šrafovaný, po nej biely. Dole je chrominančný signál po vf preemfáze



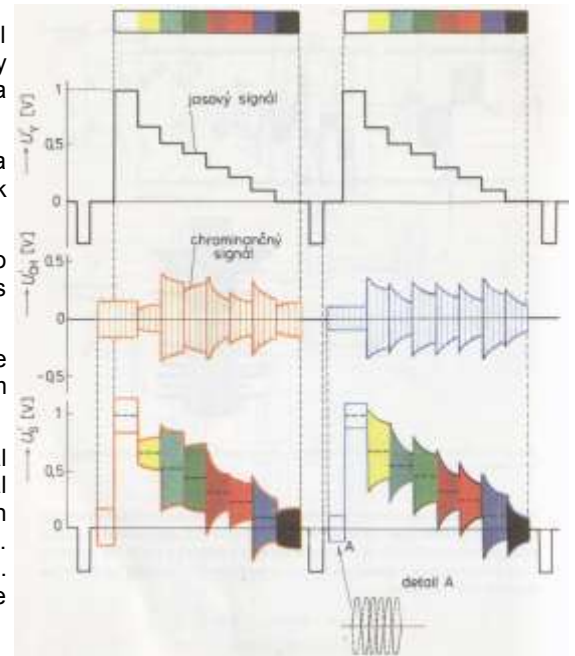
Tu sú znázornené signály Secamu: jas Y, v strede chrominancný signál a dole úplný farebný signál Secam. A sú 2x, v ľavej časti je nepárny riadok – chrominancný signál je R-Y a vpravo párny riadok, kde sa prenáša B-Y.

Jasový signál začína riadkovým SI, pokračuje čiernou. Riadok začína skokom na 1 – biely pruh. Potom postupne klesá až k čiernej, kde riadok končí.

Chrominancné signály sú FM, a nemajú konštantnú amplitúdu, lebo sú po vF preemfáze. Všimnite si, že chrominancný signál začína ešte počas spätného behu, kedy sa vysiela SIF.

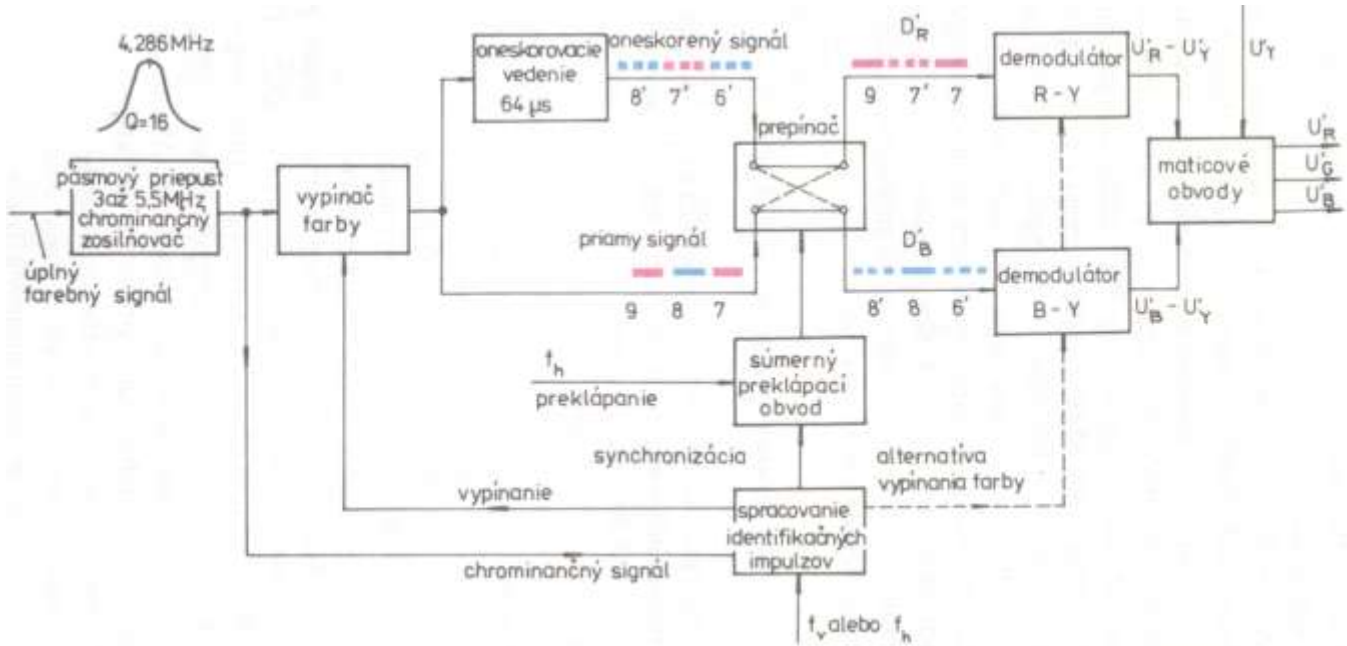
Úplný signál Secam je súčtom jasového a farebného. Úplne dole je detail SIF v párnom riadku 4,406MHz plynulou čiarou a v nepárnom riadku 4,25MHz prerušovanou.

Prijímacia strana - dekódér SECAM: je opačná k vysielačej. Jasový kanál nie je znázornený, lebo je rovnaký, ako u PAL. Chrominancný kanál začína pásmovou priepustou 3,5 - 5,5 MHz, ktorá prepustí len chrominancný signál. Vf deemfázu (odstránenie vf preemfázy) robí tzv. obvod Zvon (cloche), za ním majú všetky frekvencie rovnakú amplitúdu. Ak by to tak nebolo, naprávi to obmedzovač amplitúdy, ktorý odreže vrcholky signálu (môžeme si to dovoliť, lebo informácia je FM = zakódo-

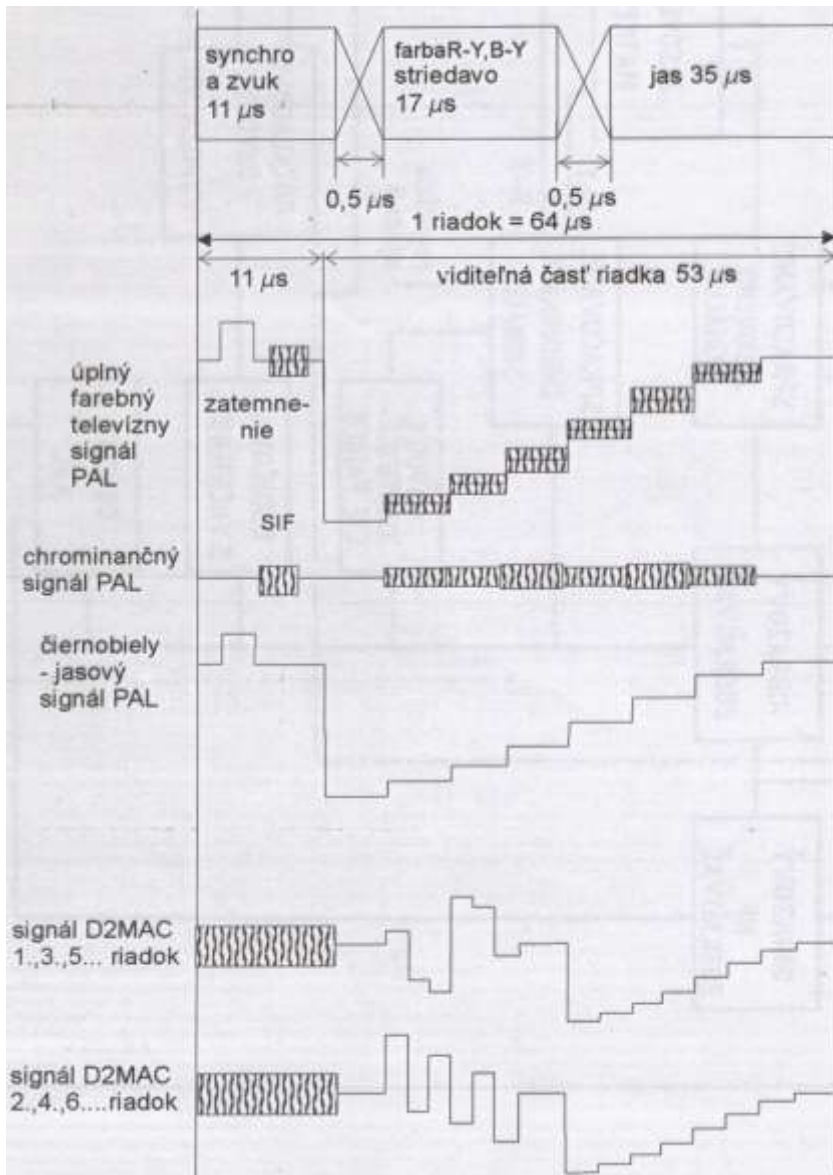


vaná vo frekvencii, a nie v amplitúde). Chrominancný zosilňovač signál zosilní. Tentoraz nie je potrebné ACC (lebo je to FM). Aj tu je riadené jeho otvorenie prítomnosťou signálu od vypínača farby, ktorý dáva signál iba pri farebnom vysielení (t.j. pri prítomnosti SIF). Za amplitúdovým obmedzovačom sa signál rozdelí na priamy a oneskorený (cez oneskorovacie vedenie OV) o čas trvania jedného riadka. Prepínač SECAM prepína tak, ako na vysielačej strane, preto je preklápací obvod, ktorý ho riadi synchronizovaným pomocou SIF. Takto získané signály  $D_R, D_B$  sa frekvenčne demodulujú vo fázových diskriminátoroch, za nimi sa odstráni nf preemfáza obvodom nf deemfázy. v matici po vytvorení G-Y, spočítaní s jasovým signálom sa vytvoria signály R, G, B.

V sústave SECAM pri použití FM nevznikajú medzery v zhlukoch modulovaných pásiem medzi skupinkami frekvencií, a preto preloženie pásma jasového a chrominancného kanála je náročnejšie a zlučiteľnosť je horšia, než u sústav NTSC a PAL. Výhodou sústavy SECAM je to, že nevznikajú chyby fázy ani amplitúdy (odtieňa a sýtosti) a sústava sa dobre zaznamenáva na videomagnetofón. Nevýhodou je horšia zlučiteľnosť a menšia farebná rozlišovacia schopnosť v zvislom smere (kvôli predpokladu, že v dvoch po sebe idúcich riadkoch sa obraz veľmi nemení).



TV sústava D2-MAC/packet



Je určená pre satelitné vysielanie, káblovú televíziu a magnetoskopy. V jej názve je informácia o spôsobe prenosu obrazu a zvuku. Prvé písmeno (+ číslo) informuje o prenose zvuku a MAC je univerzálna obrazová norma (Multiplexed Analogue Components).

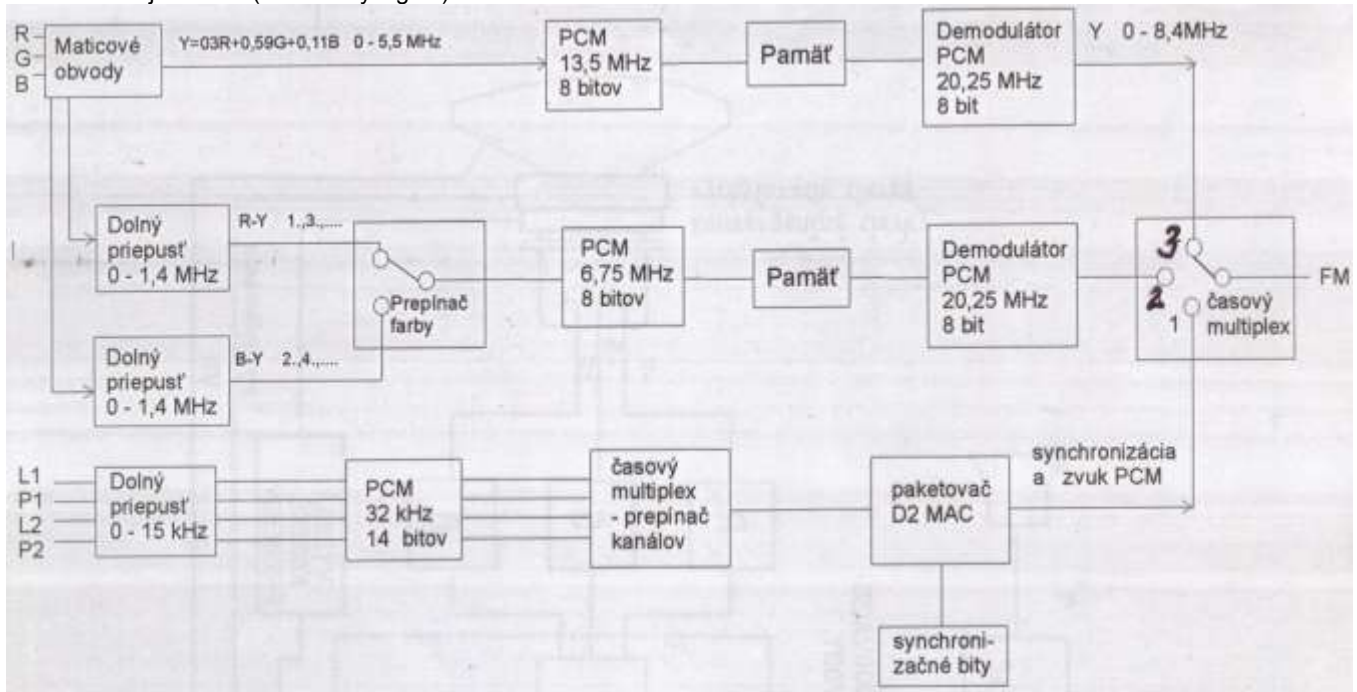
Princíp: kým predošlé normy prenášajú počas celého riadku jas, farbu a zvuk, tu je prenos týchto zložiek v jednom riadku postupný. Jeden riadok trvá 64μs.

Hore je rozdelenie riadka pre D2-MAC - je rozdelený na 3 časti: prvých 11μs (v PALe toľko trvá zatemňovací impulz) sa vysiela digitálne spracovaný zvuk, signály snímkovej synchronizácie a ďalšie informácie. Potom sa vysiela 17μs informácia o farbe, pričom v párných riadkoch sa vysiela B-Y a v nepárnych R-Y (ako v sústave SECAM). A nakoniec sa 35μs vysiela informácia o jase. Aby sa jednotlivé zložky nemiešali, sú medzi nimi ochranné intervaly v dĺžke 0.5μs. Ak spočítame dĺžky jednotlivých častí riadka vyjde nám 64μs (11+0.5+17+0.5+35=64). Z tohto ale vyplýva, že všetky časti tv signálu je treba "zahustiť", aby sa napr. zvuk zmestil do 11μs.

Pod ním je na porovnanie signál PAL – úplný, pod ním len chrominancný PAL a pod ním jasový PAL. Úplne dole sú signály D2MAC pre nepárne a párne riadky. POZOR: MAC nie je digitálna obrazová norma, ale analógová.

### Spracovanie jasu

Jas sa prevedie na digitálny tvar (0,1) vzorkovacou frekvenciou 13.5MHz. Vzorkovanie je 8-bitové čo znamená, že prevodník sa 13500000-krát za sekundu spýta "aká je hodnota jasu?", zistí to, a túto hodnotu prevedie na 8 jednotiek alebo núl. Takto sa dá od seba odlíšiť 256 úrovní jasu, čo stačí, lebo ľudské oko ich viac nevie ani rozoznať. Úrovne sú 0 až 255. Čierna zodpovedá úrovni 16, biela úrovni 235, ostatné (0-15,236-255) slúžia ako rezerva. Takto získaný digitálny signál sa po riadkoch zaznamená do digitálnej pamäte. Odtiaľ je potom čítaný rýchlosťou 20.25MHz, t.j. 1.5-krát rýchlejšie ako bol zapisovaný ( $20.25:13.5=1.5$ ) a každá prečítaná hodnota (8 bitov) je prevedená späť na konkrétnu analógovú hodnotu. Celým týmto postupom sa dosiahne to, že jasový signál celého riadku (činného behu), ktorý predtým zaberá 64mikros-11mikros=53mikros už zaberá len 35mikros ( $53:1.5=35$ ) v tej istej kvalite. Takto zhustený jasový signál sa umiestni v každom riadku na svoje miesto (za farebný signál).



### Spracovanie farieb

$U=R-Y$  a  $V=B-Y$  sa nemôžu vysielat súčasne, lebo by sa nezmestili do požadovanej šírky pásma 8.4Mhz a preto s striedavo spracúvajú a aj vysielajú U v nepárnych a V v párnych riadkoch. Farebná rozlišovacia schopnosť v zvislom smere je tu taká ako v SECAME (polovičná oproti PALu). Tu je popísaný postup spracovania farby pre 1. riadok (prenáša sa R-Y): R-Y sa prevedie na digitálny tvar (0,1) vzorkovacou frekvenciou 6.75MHz. Aj tu je vzorkovanie 8-bitové (256 úrovní farby pre ľudské oko stačí). Minimálna je úroveň 16, maximálna je 240, ostatné sú rezerva. Takto získaný digitálny signál sa po riadkoch zaznamená do digitálnej pamäte. Odtiaľ je potom čítaný rýchlosťou 20.25MHz, t.j. 3-krát rýchlejšie ako bol zapisovaný ( $20.25:6.75=3$ ) a každá prečítaná hodnota (8 bitov) je prevedená späť na konkrétnu analógovú hodnotu. Celým týmto postupom sa dosiahne to, že farebný signál celého riadku (činného behu), ktorý predtým zaberá 64mikros-11mikros=53mikros už zaberá len 17mikros ( $53:3=17$ ) v tej istej kvalite. Takto zhustený farebný signál sa umiestni v každom riadku na svoje miesto (za zvuk a pred jas).

### Zvuk, synchronizácia

Každý riadok sa začína 6 bitmi riadkovej synchronizácie. V sústave D2 sa zvuk prenáša v týchto možnostiach:

- 4 monokanály šírky pásma 0 - 15 kHz
- 2 stereokanály šírky pásma 0 - 15 kHz
- 8 komentátorských kanálov šírky pásma 0 - 7 kHz

Pri stereokanáloch sa každý kanál digitalizuje vzorkovacou frekvenciou 32kHz (ako bežne v rozhlasových FM staniciach) a používa sa 14-bitový prevodník (1 vzorka = 14 núl alebo jednotiek). Často sa používa aj zhustený prevodník, ktorý šetrí šírku pásma: zvukový signál sa rozdelí po 32 vzorkách a v každej skupine (32 vzoriek) sa zistí, či aspoň jedna vzorka prekročila úroveň -24dB. Ak nie bolo by zbytočné u všetkých 32 vzoriek prenášať prvé 4 bity, lebo sú všade rovné 0. Ak prekročila vzorka úroveň -24dB, stačí na to informačný 1 bit navyše. Takto sa ušetrí 3 bity v každej vzorke (39).

Takto získané zvukové signály sa spolu s ďalšími dátami uložia do digitálnej pamäte, odkiaľ sú čítané a prenášané po tzv. packetoch: 1 paket je 751 bitov a počas jednej snímky (1. až 623. riadok) sa vyšle spolu 82 dátových paketov. Bity v riadku 624 sú rezerva a v riadku 625 nesie informácie pre snímkovú synchronizáciu. Tieto dáta sú chránené ochrannými bitmi pomocou ktorých TVP nielen odhalí chybu pri prenose, ale ju aj napraviť. Tieto dáta sú vysielané FM duobinárne, čo znamená, že existujú 3 stavy: 0, 1 a -1. Platí že  $0=0$ , logická 1 môže byť 1 alebo -1. Prechod od 1 do -1 (alebo opačne) nastáva po nepárnom počte núl. Inak polarita zostáva rovnaká.

### Prijímacia strana

je opačná, ako vysielacia: prijatý signál sa rozdelí na 3 cesty časovým multiplexom (prepínaním v čase):

1. Jas = posledných 35mikros v každom riadku sa rovnako ako na vysielacej strane vzorkuje s 20.25MHz 8-bitovým vzorkovaním, zapíše sa do pamäte a z nej sa číta frekvenciou 13.5MHz a prevedie opäť do analógovej formy. Tým opäť pokrýva celý riadok (natiahne sa).
2. Farba = 17mikros (pred jasom) je spracovaná rovnako ako jas, len čítanie je robené frekvenciou 6.75MHz. Takto sa zasa zriadi farebný signál aby zaberá celý riadok. Keďže v 1 riadku je iba 1 farebná informácia, je potrebné získať druhú - oneskorením predchádzajúceho riadka. Preto je potrebné oneskorené vedenie a prepínač, aby sme v každom riadku mali aj R-Y aj B-Y (ako v sústave SECAM).

Takto získané signály Y,U,V sa buď zakódujú do sústavy PAL (staršie TVP) alebo sa priamo prevedú na R,G,B signály pre novšie TVP.

3.Zvuk a synchronizácia sa dekóduje z paketov na digitálny lineárny tvar, ktorý číslicovo-analógový prevodník premení na zvuk. Ten sa privádza buď na výstup Audio (novšie TVP) alebo sa namoduluje FM do sústavy PAL (5.5MHz od nosnej obrazu).

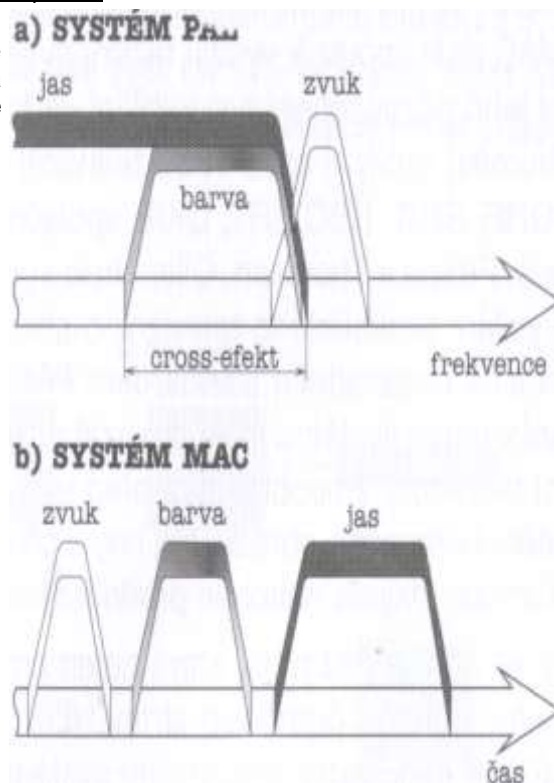
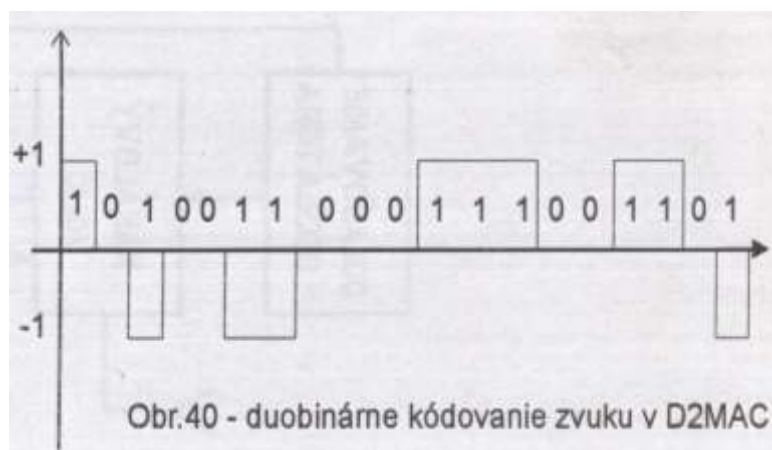
#### Charakteristika sústavy D2-MAC/packet

Má perspektívu najmä v družicovom a káblovom vysielaní a jej najväčšou výhodou je jej možnosť použitia v modernej tv norme budúcnosti HDTV - tv s vysokou rozlišovacou schopnosťou má namiesto dnešných 625 riadkov až 1249 riadkov, pomer strán obrazu je dnes 4:3 a HDTV ho má 16:9 (ako v panoramatickom kine). Iba sústava D2-MAC bude mať možnosť bez problémov prejsť na túto normu.

Ostatné charakteristiky:

šírka pásma 8.4MHz  
druh modulácie video FM / Dáta FM duobínarne  
šírka 1 kanála po FM 27MHz

Vpravo je porovnanie frekvenčných spektier signálu PAL a MAC.



#### Farebná obrazovka

Má tri elektrónové delá, tri rôznofarebne žiariace tienidlá v jednej sklennej banke. Lúče sú vychyľované magnetickým poľom vychyľovacích cievok. Podľa konštrukcie poznáme obrazovky :

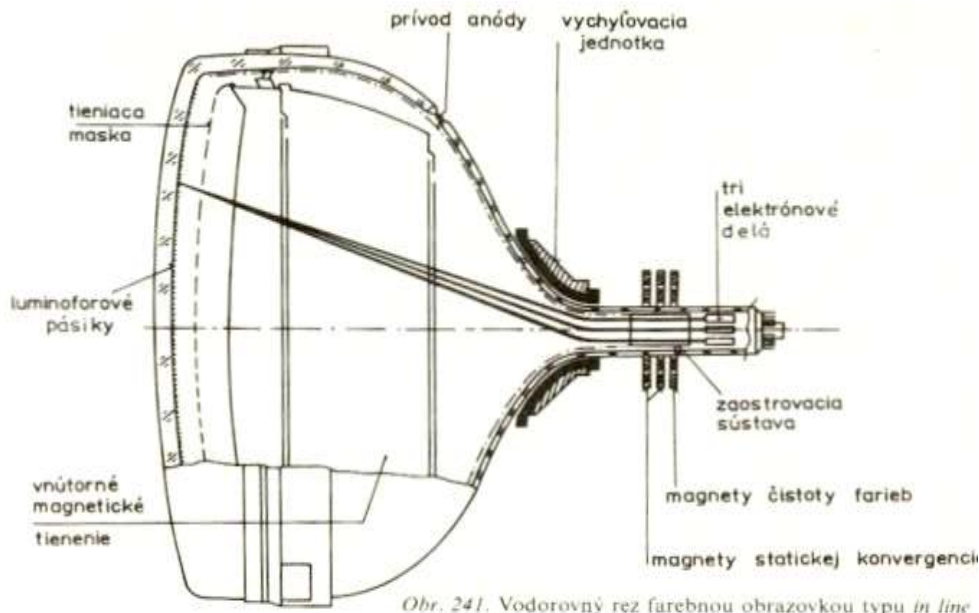
##### 1. Delta

Tri delá sú umiestnené vo vrcholoch rovnostranného trojuholníka. Luminofory majú okrúhly tvar a sú tak isto usporiadané. Týchto trojíc luminoforov je 400 000, a toľko je aj otvorov v deliacej maske umiestnenej pred tienidlom. Tri lúče dopadajú na masku a zasahujú príslušné svoje luminofory - na maske sa musia prekrývať, za maskou sa rozbiehajú a každý zasiahne príslušný luminofor. Ak by to tak nebolo, bola by narušená čistota farieb. Tá sa posudzuje pri zapnutom červenom lúči. V strede tienidla sa čistota farieb nastavuje krúžkami čistoty farieb na hrdle obrazovky, na okrajoch polohou vychyľovacích cievok. Zbiehanie lúčov (tzv. konvergenciu) poznáme:

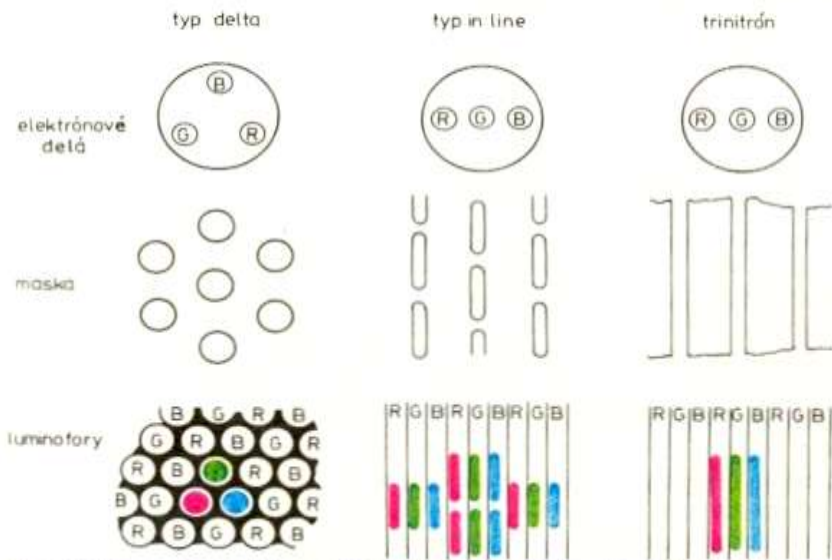
- statickú = v strede tienidla - nastavuje sa konvergenčnými krúžkami na hrdle obrazovky

- dynamickú = všade inde na tienidle. Problém je v tom, že polomer obrazovky a lúčov je rôzny. Preto konvergenčná jednotka má nielen krúžky, ale aj elektromagnety - cievky na nastavenie dynamickej konvergenencie.

Výhody obrazovky Delta: veľká farebná rozlišovacia schopnosť. Nevýhodami ja malý jas, kontrast, pri premiestnení sa zmení magnetické pole Zeme a to by ovplyvnilo čistotu farieb, preto sa tieni magnetickým krytom a cievkou samočinného odmagnetizovania, ktorá po zapnutí tento kryt vždy odmagnetizuje. Dnes sa používa len v meracej technike a ako monitory.



Obr. 241. Vodrovňý rez farebnou obrazovkou typu in line



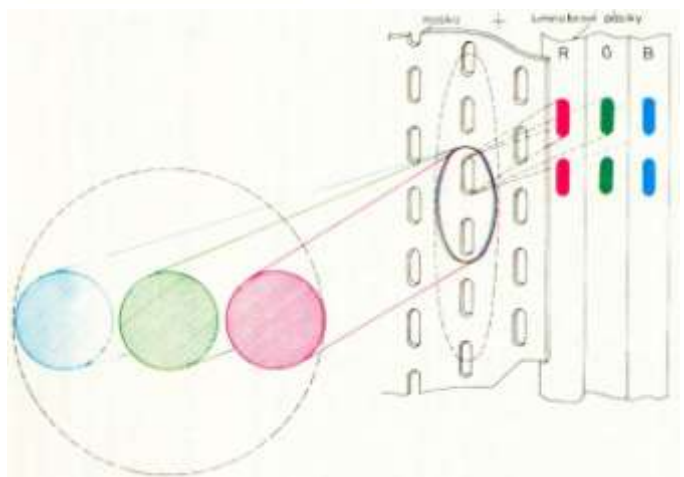
Obr. 242. Usporiadanie elektrónových diel, otvorov v maske a luminaforov obrazoviek typu delta, in line, trinitron

## 2. In line

Elektrónové delá sú v jednej vodorovnej rovine v poradí BGR pri pohľade od hrdla obrazovky zľava. Krajné delá sú mierne sklonené do zbiehavého smeru, aby sa lúče pretínali na tieniacej maske. Tá má obdĺžnikové otvory, dlhšou hranou v zvislom smere a luminafory sú zvislé pásiky nanosené v trojiciach vedľa seba. Platia tie isté požiadavky na čistotu farieb a konvergenciu.

Výhody: väčší jas, lepšia a stabilnejšia konvergencia (niektoré obrazovky sú samokonvergenčné), neovplyvňuje ich magnetické pole Zeme.

Vyrábajú sa v prevedení FST (Flat Square Tube) - plochá obrazovka nie je úplne plochá, tvorí povrch gule s obrovským polomerom. SuperFST je vylepšená - polomer gule je ešte väčší, takže obrazovka je úplne plochá. Tvarom spredu sú už úplne pravouhlé.



## 3. Trinitron

Jedno delo vystreľuje 3 lúče, luminafory sú pásiky cez celú obrazovku. Maská má tvar mriežky so zvislými medzerami hrúbky 0,1 mm. Je to veľmi tenký plech, ktorý musí byť vystužený, aby mechanicky nekmital.

Výhody: veľký jas a samokonvergencia v zvislom smere, nevýhodou je tu väčšia hmotnosť.

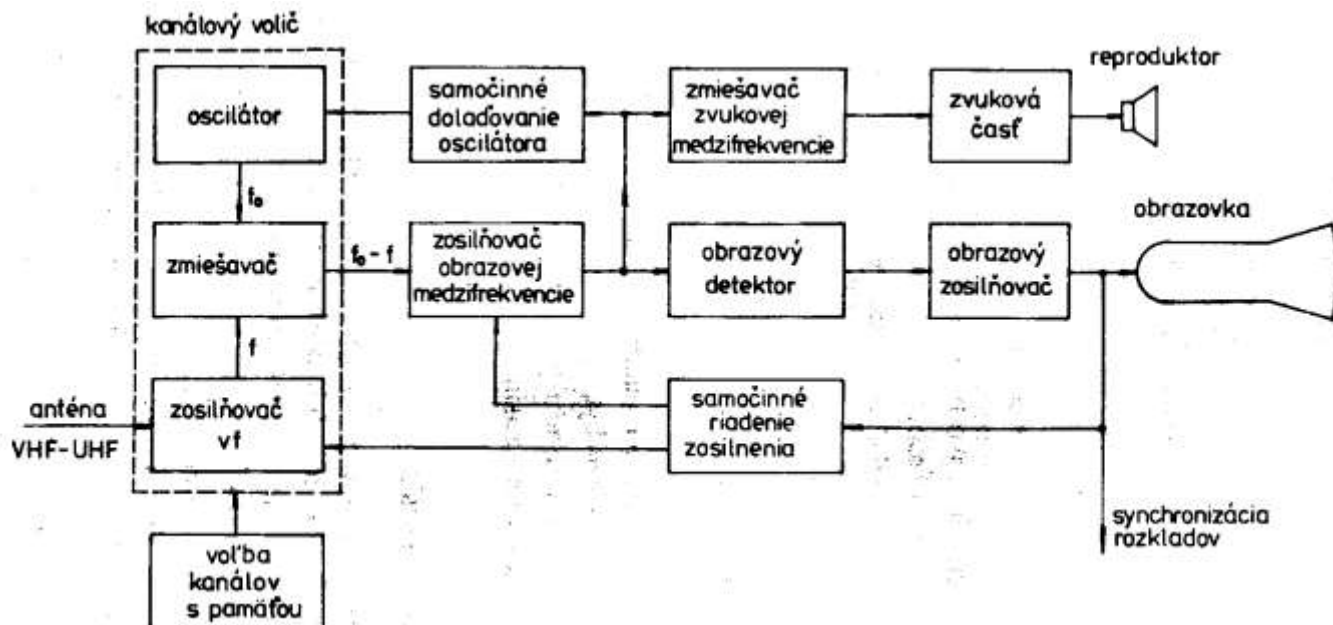
Tienidlo je ploché vo vertikálnom smere, je to povrch valca veľkého polomeru. Vyhotovuje sa vo verzii Black - vypnutá obrazovka je čierna, sklo je tmavé. Tak sa dosiahne vysoký kontrast i za denného svetla.

Za účelom zlepšenia sa používajú aj digitálne obvody, kde sa analógový obrazový signál 50Hz digitalizuje, uloží sa do pamäte z ktorej sa 2x tak rýchlo číta a aj zobrazuje - 100Hz obraz neblíkajú.

#### 4. Zobrazovače kvapalných kryštálov LCD

sú moderné, používajú sa u PC a vo vreckových TVP. Majú malý príkon a šetria zrak.

#### Skupinová schéma FTVP



FTVP má všetky funkčné obvody čiernobieleho TVP a navyše dekódovacie obvody a tri koncové zosilňovače RGB. Na všetky čiernobiele obvody sú kladené oveľa vyššie kvalitatívne požiadavky:

- rozkladové obvody musia byť dimenzované na oveľa vyšší výkon
- koncové zosilňovače majú byť širokopásmové s malou teplotnou závislosťou, a musia byť rovnako zapojené
- koncový stupeň riadkového rozkladu býva združený s blokom na výrobu a stabilizáciu vn
- trojsystémová farebná obrazovka vyžaduje pomocné obvody: obvod na odstránenie poduškovitosti, vystredenie obrazu, nastavenia stupnice sivej farby, atd.
- napájanie je robené impulzným transformátorom ktorý galvanicky oddeľuje TVP od siete
- donedávna bola koncepcia TVP postavená na modulej báze - vymeniteľné moduly, dnes sa vraciame k 1-doskovej priamej montáži (okrem KV a OMF, ktoré sú oddelené)

#### Generátor skúšobných obrazcov

Elektronickou cestou generuje rôzne skúšobné obrazce, pomocou ktorých sa nastavujú obvody FTVP. Umožňuje:

1. Zmenu obrazca
2. Prepínanie PAL SECAM
3. Voľbu tv kanála na svojom výstupe
4. Vypnutie synchroimpulzov farby
5. Zmenu intenzity výst. signálu
6. Zapnutie zvuku 1kHz
7. Voľbu zvukovej normy 5.5 alebo 6.5 MHz

Najčastejšie používané skúšobné obrazce sú:

1. Normalizované zvislé far. pruhy (viď kolorimetriu) - idú v poradí znižujúceho sa jas - používa sa na nastavenie stupnice sivej, dekódera PAL/SECAM, maticových obvodov a kontrolu správnej reprodukcie farieb.
2. Zvislé far. pruhy podľa max. skokov frekvencie - použ. iba pre SECAM.
3. Signál vodorovných far. pruhov podľa kles. jas - na SECAM
4. Signál bieleho poľa - na nastavenie čistoty farieb
5. Signál červ., modr., resp. zeleného poľa

6. Signál konvergenčných mreží a bodiek slúži na nastavenie statickej a dynamickej konvergenencie = prekryvanie 3 lúčov obrazovky na jednom otvore v maske

7. Signál čiernobielej šachovnice - na nastavenie geometrie obrazu

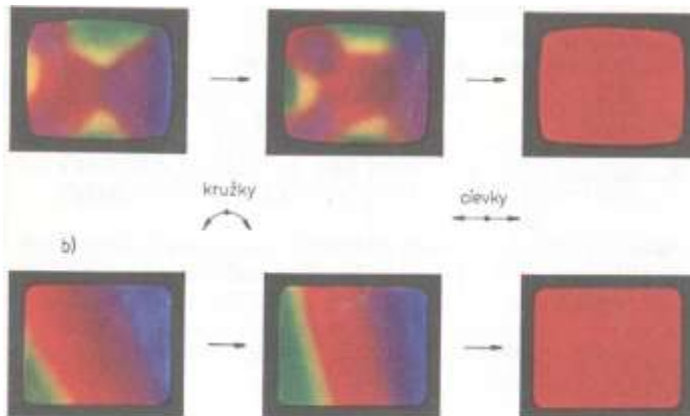
Používajú sa aj iné obrazce. Ostatné generátory sú klasické oscilátory LC, RC (ak chceme sínusové napätie) alebo preklápacie obvody a tvarovacie obvody (ak chceme špeciálny priebeh).

### Nastavenie čistoty farieb

Aby jednotlivé lúče dopadali na "svoje" luminofory, nastavuje sa čistota farieb. Robí sa to krúžkami čistoty farieb, čo sú 2 ploché plechové krúžky zmagnetizované tak, že na jednej časti je S a na protifahej strane toho krúžka je J. Ak sú krúžky priložené k sebe rovnakými pólmi majú najväčší účinok, otáčaním sa ich účinok znižuje. Sú umiestnené na hrdle obrazovky pri vychyľovacích cievkach.

Nastavenie sa robí pri signále červeného poľa, lebo na červenej oko najlepšie vníma farebné detaily. Tu je postup nastavenia pre obrazovku In line (Trinitron):

1. Zapneme signál bieleho poľa a vypneme lúče G, B (pole zostane červené). Ak je, netreba nič nastaviť, ak má aj iné farby, pokračujeme.
2. Uvoľníme vychyľovacie cievky a posunieme ich úplne dozadu. Na tienidle sa objaví červený pás.
3. Pohybmi krúžkami čistoty nastavíme tento pás presne do stredu tienidla.
4. Potom posúvame vychyľovacie cievky dopredu, až kým celé tienidlo nie je červené. V tejto polohe ich zaistíme.



Obr. 247. Postup pri nastavovaní čistoty farieb na obrazovkách  
a) typu delta, b) typu in line

### Nastavenie konvergenencie

Konvergenca je prekryvanie sa 3 obrazov - R, G, B, t.j. zabezpečenie, aby sa 3 lúče stretali na tom istom otvore v maske v každom okamihu. Býva statická - v strede tienidla, a dynamická - na okrajoch. Nastavuje sa pri signále čiernobielej šachovnice (prípadne aj bodiek). Ak je konvergenca zlá, nie sú čiary biele, ale vidno farby. Nastavuje sa dvoma párami konvergenčných krúžkov:

1. pár M4 vytvára 4-pólové magnetické pole a jeho otáčaním sa nastavuje prekryvanie R a B čiar v strede tienidla.

2. pár M6 vytvára 6-pólové magnetické pole a jeho otáčaním sa posúvajú R a B rovnakým smerom, takže ním nastavíme prekrytie už konvergovanej purpurovej (R+B) so zelenou. Oba páry sa dajú otáčať 1 smerom (oba rovnakým smerom = nastavenie vodorovných čiar) alebo opačne (jeden krúžok doprava, druhý doľava = nastavenie zvislých čiar).

Postup nastavenia pre In line:

1. Na tienidle je signál konvergenčných mreží.
2. Vypneme G a otáčame M4 súčasne tak, aby sa R a B vodorovné čiary prekryvali.
3. Potom otáčame M4 opačným smerom, kým sa nekryjú zvislé R a B čiary (výsledná je purpurová).
4. Zapneme G delo a rovnakým smerom otáčame M6 dovtedy, kým sa vodorovné zelené a purpurové čiary nekryjú (=biela) Otáčame M6 opačne dovtedy, kým aj zvislé čiary nie sú biele.

